

conserverappian
DOCUMENTOS PARA CONSERVAR Nº 7 1998

*EL MANUAL
DE PRESERVACIÓN
DE BIBLIOTECAS
Y ARCHIVOS
DEL
NORTHEAST
DOCUMENT
CONSERVATION
CENTER*

Fascículo 2 El medio ambiente

*BIBLIOTECA NACIONAL
DE VENEZUELA
CENTRO NACIONAL
DE CONSERVACIÓN
DE PAPEL
CENTRO REGIONAL IFLA-PAC
PARA AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE
COMISIÓN DE PRESERVACIÓN
Y ACCESO
COUNCIL ON LIBRARY
AND INFORMATION RESOURCES*

Caracas, Venezuela

**BIBLIOTECA NACIONAL
DE VENEZUELA**



**CENTRO NACIONAL
DE CONSERVACIÓN DEL PAPEL
CENTRO REGIONAL IFLA-PAC
PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

Edificio Rogi, Piso 1
Calle Soledad con Calle Las Piedritas
Zona Industrial de La Trinidad
Caracas, Venezuela
Telefax: (58-2)-941.4070
Central: (58-2)-941.8011 (x 203, 218)

CONSERVAPLAN

**Documentos para Conservar
Nº 7, 1998**

*El manual de preservación de bibliotecas
y archivos del Northeast Document
Conservation Center. Fascículos 1 al 6*

**Derechos reservados por
Northeast Document Conservation
Center**

**Andover, Massachusetts. 1992 y 1994
Para los países de habla hispana,
por la Biblioteca Nacional de Venezuela.
1998.**

2

El manual consta de seis temas que
serán publicados como fascículos sucesivos.

Fascículo dos

Este programa recoge y disemina
en traducción al español documentos
significativos de la literatura de
conservación aparecida en otros idiomas
y cuya lectura es recomendada en los
programas de formación. La ausencia de
publicaciones actualizadas en español
sobre conceptos, historia y técnicas ha
frustrado el nivel y calidad de
la conservación en países hispanohablantes.

Conservaplan ha sido creado
para proporcionar apoyo
bibliográfico en temas fundamentales.
Los interesados en suscribirse y en realizar
propuestas para la serie podrán dirigirse al
Editor de Conservaplan,
a la dirección arriba señalada.

ISSN 1315-3579 (Conservaplan)
ISBN 980-319-111-X (Obra completa)
ISBN 980-319-131-4 (Fascículo 2)

Edición
de la versión
original
en inglés
actualizada
en 1994
bajo la
responsabilidad de

Sherelyn Ogden
Directora de
Conservación
de Libros del
NEDCC,
Andover,
Massachusetts

Biblioteca Nacional
de Venezuela
Centro Nacional de
Conservación de Papel
Centro Regional
IFLA/PAC
para América Latina
y el Caribe

Comisión de
Preservación y Acceso
Council on Library
and Information
Resources

Caracas, 1998

*El Manual de
Preservación
de Bibliotecas y
Archivos
del*

*Northeast Document
Conservation Center*

Fascículo dos

Datos de la versión original en inglés:

Preservation of Library & Archival Materials : A Manual

Copyright ©1992 por Northeast Document Conservation Center
Copyright © de la edición revisada en 1994 por Northeast Document Conservation Center
Todos los derechos reservados

Preparado y producido con el financiamiento del Institute of Museum Services
Número de catalogación de Library of Congress ISBN No. 0-9634685-1-0

Edición en español:

El Manual de Preservación de Bibliotecas y Archivos del Northeast Document Conservation Center

Biblioteca Nacional de Venezuela con la autorización del Northeast Document Conservation Center y el financiamiento de la Comisión de Preservación y Acceso del Council on Library and Information Resources Caracas, 1997-1998

Coordinación y revisión:

Centro Nacional de Conservación de Papel
Centro Regional IFLA/PAC
para América Latina y el Caribe
Calle Soledad con Calle Las Piedritas
Edificio Rogi, 1er. piso
Zona Industrial de La Trinidad
Caracas, Venezuela
Telefax: (582)-941.4070

Comité Editor:

Virginia Betancourt, Lourdes Blanco,
Aurelio Álvarez

Comité Coordinador:

Pedro Hernández, Adelisa Castillo V.,
Ramón Sánchez, Daruich Turupial

Traducción:

Solange Hernández, Teresa León,
Lila Mendoza, Ana Mar González,
Patricia Torres

Composición electrónica:

Adelisa Castillo V.

Impresión:

Editorial EX-LIBRIS, Caracas

CONTENIDO

2. EL MEDIO AMBIENTE	5
2.1 Temperatura, humedad relativa, luz y calidad del aire: lineamientos básicos para la preservación	5
2.2 Registro de la temperatura y la humedad relativa	9
2.3 Funcionamiento a partir del diseño: hacer que trabajen los sistemas	18
2.4 Protección del daño causado por la luz	29
2.5 Protección de los libros y papeles durante su exhibición	38

ISSN 1315-3579 (Conservaplan)
ISBN 980-319-111-X (Obra completa)
ISBN 980-319-131-4 (Fascículo 2)

2. EL MEDIO AMBIENTE

2.1. TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, LUZ Y CALIDAD DEL AIRE: LINEAMIENTOS BÁSICOS PARA LA PRESERVACIÓN

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

El control de la temperatura y la humedad relativa es de vital importancia en la preservación de colecciones de bibliotecas y archivos debido a que niveles inaceptables de estos valores contribuyen significativamente a la desintegración de los materiales. El calor acelera el deterioro: la tasa de la mayoría de las reacciones químicas, incluyendo el deterioro, aumenta hasta casi duplicarse con cada incremento de temperatura de 10°C. La alta humedad relativa proporciona la humectación necesaria para fomentar las reacciones químicas perjudiciales en los materiales y, en combinación con la alta temperatura, estimula el crecimiento de hongos y la actividad de insectos. Una humedad relativa extremadamente baja, que puede ocurrir durante el invierno en edificios con calefacción centralizada, puede conducir a la desecación y friabilidad de ciertos materiales.

Las fluctuaciones en la temperatura y la humedad relativa también son perjudiciales. Las colecciones de bibliotecas y archivos son higroscópicas, rápidamente absorben y liberan la humedad. Ellas responden a los cambios diurnos y estacionales en la temperatura y humedad relativa expandiéndose y contrayéndose. Estos cambios dimensionales aceleran el deterioro y conducen a daños tan visibles como la deformación del papel y de las cubiertas de libros, y el desmoronamiento de la tinta en escamas, y el agrietamiento de emulsiones en fotografías.

La instalación de controles adecuados de clima y su capacidad para mantener las normas estándar de conservación retardarán considerablemente el deterioro de las colecciones.

El equipo de control de clima varía en complejidad, desde un simple aire acondicionado de sala, con su humidificador y/o deshumidificador, hasta un sistema central que abarque todo el edificio y que filtre, enfríe, caliente, humecte y deshumecte el aire. Siempre es recomendable buscar la guía de un ingeniero de climatización experimentado antes de seleccionar e instalar el equipo. Pueden tomarse medidas adicionales para controlar la temperatura y la humedad relativa. Los edificios deberían mantenerse en buen estado. Las grietas deberían repararse tan pronto como se presenten. Las puertas y ventanas deberían dotarse de sellamientos y mantenerse cerradas para evitar la entrada de aire exterior no acondicionado. En áreas donde ocurren fríos inviernos, las ventanas pueden sellarse en su interior con láminas de plástico y cinta adhesiva. En áreas de depósito las ventanas pueden sellarse más completamente usando tanto madera contrachapada como plástico.

Los especialistas muestran desacuerdos en cuanto a la temperatura y la humedad relativa ideales para colecciones de bibliotecas y archivos. Frecuentemente se recomienda mantener una temperatura estable no mayor de 21°C y una humedad relativa estable entre un mínimo de 30% y un máximo de 50%. Una investigación reciente indica que la humedad relativa en el punto más bajo de este rango es preferible, dado que el deterioro progresa a una tasa más lenta. En general, será mejor mientras menor sea la temperatura. En áreas usadas exclusivamente para depósito, se recomiendan temperaturas mucho más bajas que en las salas en las que se combina el almacenamiento y la atención al usuario. El almacenamiento frío con una humedad controlada es algunas veces aconsejable para depósitos remotos o colecciones de poco uso. Sin embargo, cuando las colecciones se retiran del depósito, los cambios radicales y rápidos de temperatura pueden causar condensación. Puede requerirse una aclimatación gradual cuando las colecciones se transfieren de un almacenamiento frío a salas de usuario más calientes.

Es de suma importancia mantener condiciones *estables*. Una institución debería escoger una temperatura y humedad relativa dentro de los rangos recomendados que puedan mantenerse las 24 horas del día, 365 días al año. El sistema de climatización nunca debería apagarse y los valores establecidos no deberían disminuirse de noche, durante los fines de semana o en cualquier otro momento cuando la biblioteca o archivo no esté funcionando. Los costos adicionales por concepto de mantenimiento del sistema que opera constantemente serán mucho menores que el costo de un futuro tratamiento de conservación para reparar los daños causados por un clima deficiente.

Aunque estas recomendaciones pueden ser costosas o incluso imposible de lograr en muchas bibliotecas y archivos, tanto las pruebas científicas como la experiencia indican que la vida útil de los materiales se alarga significativamente si se mantienen niveles de temperatura y humedad relativa moderados y estables. Cuando la economía o los sistemas mecánicos inadecuados imposibilitan el mantenimiento de las condiciones ideales todo el año, deben escogerse normas menos estrictas para el verano y el invierno, permitiéndose cambios graduales en la temperatura y humedad relativa entre las dos estaciones. Las normas estacionales deberían ser tan cercanas al ideal como sea posible. Es importante notar que los requerimientos de temperatura y de humedad relativa de colecciones con soportes diferentes al papel, pueden diferir de aquellas que las obras en papel necesitan. Por otra parte, mantener la temperatura y humedad relativa en los niveles ideales puede resultar dañino a la estructura del edificio que alberga las colecciones. Las decisiones y avenencias difíciles pueden ser inevitables.

La temperatura y humedad relativa deberán medirse y registrarse sistemáticamente. Ello es muy importante dado que los datos así producidos permiten: 1) documentar las condiciones ambientales existentes; 2) apoyar las solicitudes para la instalación de controles ambientales; y 3) señalar si el equipo de climatización disponible está

operando adecuadamente, produciendo las condiciones deseadas. Cabe recordar que al cambiarse un factor pueden alterarse los otros. Si se toman medidas sin considerar el ambiente como un todo, las condiciones pueden empeorar en lugar de mejorar. Es esencial conocer (a partir de las medidas registradas) cuáles son realmente las condiciones y buscar el consejo de un ingeniero de climatización experimentado antes de introducir cambios importantes. El valor de la supervisión continua después de una modificación no puede dejar de enfatizarse.

LUZ

La luz 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 puede hacer que el papel se decolore, se torne amarillo o se oscurezca. También provoca que el medio y las tintas palidezcan o cambien de color, alterando la legibilidad y/o apariencia de los documentos, fotografías, obras de arte y encuadernaciones. Cualquier exposición a la luz, incluso por un breve lapso, es nociva, y el daño es acumulativo e irreversible.

Los niveles de luz visible se miden en lux (lúmenes por metro cuadrado) o *bujías-pie*. Una bujía-pie equivale a 11 lux. Las recomendaciones generalmente aceptadas indican que los niveles de iluminación no deberían exceder los 55 lux (5 bujías-pie). Para obras menos sensibles, un máximo de 165 lux (15 bujías-pie) es permitido. Los niveles de lux o bujías-pie pueden medirse usando un luxómetro o una cámara reflex de lentes únicos con un luxómetro incorporado.

Aunque todas las longitudes de onda de la luz son perjudiciales, la radiación ultravioleta (UV) es especialmente dañina para las colecciones de bibliotecas y archivos debido a su alto nivel de energía. El sol y el vapor de mercurio, los haluros metálicos y la iluminación artificial fluorescente son algunas de las fuentes de luz más dañinas debido a las altas cantidades de rayos UV que emiten.

Las ventanas deberían cubrirse con cortinas, persianas, pantallas o postigos que bloqueen completamente el sol. Esto también contribuiría al control de la temperatura minimizando la pérdida de calor y limitando la generación de calor proveniente de la luz solar durante el día. Las claraboyas que permiten que la luz solar directa incida sobre las colecciones deben cubrirse para bloquear el sol, o pintarse con dióxido de titanio o pigmentos blancos de zinc que reflejan la luz y absorben la radiación UV. Los filtros elaborados con plásticos especiales también contribuyen a controlar la radiación UV. Pueden usarse para las ventanas películas plásticas o de Plexiglas con filtros UV incorporados a fin de disminuir la cantidad de radiación UV que pasa a través de aquellas. Sin embargo, estos filtros no proporcionan una protección del 100% contra el daño de la luz. Es preferible el uso de cortinas, persianas, pantallas o postigos que bloqueen completamente la luz. Los tubos fluorescentes deberían cubrirse con pantallas provistas de filtros UV en áreas donde las colecciones se exponen a la luz. Una alternativa es el uso de tubos fluorescentes especiales bajos en UV. Deben usarse interruptores cronometrados para las luces en los depósitos, que ayuden a limitar la duración de la exposición de las colecciones a la luz .

Debido a que el total del daño es una función tanto de la intensidad como de la duración de la exposición, la iluminación debería mantenerse al nivel más bajo posible (considerando la comodidad del usuario) por un período de tiempo tan breve como sea factible. En condiciones ideales, las colecciones deberían exponerse a la luz sólo mientras se usan. Cuando no se estén utilizando, las colecciones deben almacenarse en estuches que impidan la entrada de luz o en habitaciones sin ventanas, iluminadas solamente cuando sean solicitadas. La fuente de iluminación debe ser con bombillos incandescentes. Cuando las colecciones se estén consultando, la luz debería proceder de una fuente incandescente. Es importante notar que los bombillos incandescentes generan calor y deben mantenerse a cierta

distancia de las colecciones. Los niveles de luz deberían ser tan bajos como sea posible y el tiempo de exposición el mínimo necesario.

La exhibición permanente de los objetos debe evitarse. Si una leve exposición a la luz es ya perjudicial, la exposición permanente será mortal. Si las colecciones deben ser mostradas, se hará por el menor tiempo posible y a los niveles de luz más bajos, con una luz procedente de una fuente incandescente. Las colecciones nunca deberían exhibirse donde el sol brille directamente sobre ellas, aun cuando sea por corto tiempo y aunque las ventanas estén recubiertas con un plástico con capacidad de filtrar los rayos ultravioletas.

CALIDAD DEL AIRE

Los agentes contaminantes contribuyen fuertemente al deterioro de las colecciones de bibliotecas y archivos. Los dos tipos principales de agentes contaminantes son los gases y partículas. Los contaminantes gaseosos – especialmente el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, los peróxidos y el ozono –, catalizan reacciones químicas nocivas que conducen a la formación de ácido en las colecciones. Esto constituye un problema muy serio para el papel y el cuero, que son particularmente vulnerables al daño causado por ácidos. El papel se decolora y se torna friable, y el cuero se vuelve débil y quebradizo. Las partículas – especialmente el hollín –, desgastan, manchan y desfiguran las colecciones.

Controlar la calidad del aire resulta difícil y complejo, y depende de varios factores interrelacionados. Varias normas para la calidad del aire han sido sugeridas. Sin embargo, hasta que se adquiriera mayor experiencia, la recomendación más razonable es que la cantidad de contaminantes en el aire sea reducida tanto como sea posible.

Los contaminantes gaseosos pueden extraerse con filtros químicos, extractores húmedos, o la combinación de ambos. Las partículas pueden filtrarse mecánicamente. Los precipitadores electrostáticos no deberían usarse debido a que producen ozono.

Los equipos varían en tamaño y complejidad; van desde filtros individuales acoplados a respiraderos, calefactores o acondicionadores de aire, hasta sistemas que abarcan toda la edificación. Los equipos también varían enormemente en efectividad. Es importante que el escogido se adapte tanto a las necesidades de la institución como al nivel de contaminación del área donde se encuentre la misma. Debería seguirse un esquema regular de mantenimiento y reemplazo de filtros. Debería asimismo consultarse a un ingeniero de control ambiental experimentado para que proporcione las recomendaciones pertinentes.

Pueden tomarse varias medidas adicionales para controlar la calidad de aire. Una de ellas es la de garantizar un buen intercambio de aire en áreas donde se almacenen o se usen las colecciones, procurándose que el aire de reemplazo sea lo más limpio posible. Se deben tomar precauciones para asegurar que los respiraderos no estén ubicados cerca de fuentes de contaminación fuerte, como las plataformas de descarga donde permanezcan camiones ociosos. Otra medida es mantener las ventanas exteriores cerradas. Una tercera medida sería almacenar las colecciones de bibliotecas y archivos en estuches protectores, que pueden ayudar a disminuir los efectos de los contaminantes sobre las colecciones. En este sentido parecen particularmente efectivos los protectores aparecidos recientemente en el mercado que han sido elaborados con materiales absorbentes como el carbón activado, capaces de absorber los agentes contaminantes. Finalmente, deben eliminarse tantas causas de contaminación como sea posible. Las principales fuentes de contaminación, como los automóviles y las industrias, probablemente estén más allá de todo control, pero otras fuentes podrán reducirse. Entre éstas se encuentran los cigarrillos, las máquinas fotocopadoras, ciertos tipos de materiales de construcción, pinturas, selladores, soportes de almacenamiento y exhibición en madera, sustancias limpiadoras, muebles y alfombras.

La temperatura, la humedad relativa, la luz y la calidad del aire son factores que

afectan la longevidad de las colecciones de bibliotecas y archivos. Podemos prolongar significativamente la vida de nuestras colecciones siguiendo las directrices que aquí se han proporcionado.

OTRAS LECTURAS SUGERIDAS

Carrier Corporation (CC). *The ABC's of Air Conditioning*. Syracuse, N.Y. : Carrier Corporation, pp. 1-17, 23-24. Disponibles en CC, P.O. Box 4808, Syracuse, NY 13221.

Lull, William P, con la asistencia de Paul N. Banks. *Conservation Environment Guidelines for Libraries and Archives*. The New York State Program for the Conservation and Preservation of Library Research Materials. Albany : New York State Library, Division of Library Development, 1990, 84 pp.

Lull, William P, y M.A. Garrison. "Planning and Design of Museum Storage Environments." *Registrar* 5.2 (Spring 1988) : 3-13.

Lull, William P, y Linda Merk. "Lighting for Storage of Museum Collections: Developing a System for Safekeeping of Light-Sensitive Materials." *Technology & Conservation* 7.2 (Summer 1982) : 20-25.

National Bureau of Standards (NBS). *Air Quality Standards for Storage of Paper-Based Archival Records*, NBSIR 83-2795. Gaithersburg, MD : NBS, 1983, sin paginación, aproximadamente 100 p.

National Research Council. *Preservation of Historical Records*. Washington, DC : National Academy Press, 1986, 108 pp.

Sebera, Donald. "A Graphical Representation of the Relationship of Environmental Conditions to the Permanence of Hygroscopic Materials and Composites." In *Proceedings of Conservation in Archives International Symposium* (Ottawa, May 10-12, 1988) Ottawa : National Archives of Canada, 1989, pp. 51-75.

Walch, Victoria Irons. "Checklist of Standards Applicable to the Preservation of Archives and Manuscripts." *American Archivist* 53 (Spring 1990) : 324-38.

SO: 6/94

2.2. REGISTRO DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL CONTROL DEL CLIMA?

Los libros, las fotografías y otras obras de arte elaboradas en papel son muy vulnerables al daño causado por el ambiente. El calor, la humedad, la luz y los agentes contaminantes producen reacciones químicas destructivas. Un ambiente cálido y húmedo favorece procesos biológicos como el crecimiento de hongos y la infestación con insectos. Aunque algunos materiales usados para producir libros, documentos y obras de arte sobre papel han demostrado ser muy perdurables, otros (como el papel de pulpa de madera y las tintas ácidas) se deterioran rápidamente en condiciones adversas. Los museos, las bibliotecas y las sociedades históricas están sometidos a los mismos fenómenos que otros edificios, pero tienen una responsabilidad extraordinaria en cuanto a la preservación de sus colecciones para las futuras generaciones.

Aunque no podemos eliminar todas las causas del deterioro de nuestros registros culturales sin sacrificar el acceso que se tiene a ellos, sí podemos en gran medida desacelerar el deterioro moderando el ambiente. El control de algunos factores como la luz es relativamente sencillo y barato. El control del clima es más difícil, pero constituye un hecho esencial para la preservación a largo plazo de libros y papeles. La palabra *clima* se usa en este contexto para denotar tanto la temperatura como la humedad relativa (HR).

La temperatura afecta las reacciones químicas. Según una fórmula conocida, se estima que las reacciones químicas se duplican con cada incremento de 10°C. En el caso especial 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, contaminantes y otros factores.

La humedad relativa es otro concepto fundamental del clima. La HR es una medida de la capacidad del aire de retener humedad. Esta humedad puede provenir del agua añadida al ambiente intencionalmente (por ejemplo, un humidificador), accidentalmente (goteras o inundaciones), gradualmente (objetos que absorben humedad, como papel o madera), o debido a cambios de temperatura (por ejemplo, los causados por el uso de calefacción o de aire acondicionado). En una situación real todos estos factores interactúan para incrementar o disminuir la HR.

La humedad relativa depende de la temperatura. Si no se agrega agua intencionalmente o ésta no se extrae del aire en un espacio sellado, la humedad puede pasar de un objeto cualquiera al aire a medida que aumenta la temperatura. Cuando la temperatura desciende, la humedad puede regresar a ese objeto. Del mismo modo, el contenido de humedad en objetos de bibliotecas y archivos cambia continuamente en respuesta a los cambios en el ambiente. Dado que el agua es un factor vital en la formación de ácidos, a mayor nivel de humedad, mayor es la velocidad del daño. Las fluctuaciones rápidas en la temperatura y la HR también aceleran el deterioro, posiblemente por la expansión y contracción de las fibras de papel a medida que cambian los niveles de humedad.

Parece estar claro que una significativa inversión en la adquisición de información, objetos estéticos y registros culturales para la investigación, exhibición y educación conlleva una protección activa a las colecciones adquiridas. Debería estar igualmente claro que el clima del depósito afectará profundamente las condiciones de estos objetos. Un buen control de la temperatura, de la HR y de otros fenómenos ambientales es fundamental para la preservación de los mismos. Dado que la temperatura y la humedad afectan enormemente la velocidad del daño, nos concentraremos en la evaluación de estos factores en el entorno de las colecciones.

¿QUÉ SIGNIFICA UN "BUEN" CONTROL DE CLIMA?

Una temperatura superior a 21°C y una HR mayor de 55-60% estimulan el crecimiento de hongos e insectos. Ocurren daños adicionales en los niveles de clima extremos: una HR alta incrementa la formación de ácidos; una HR muy baja puede tornar friable el papel, el pergamino, los adhesivos, las emulsiones fotográficas y otros materiales.

Aunque los especialistas están en desacuerdo sobre la temperatura y la HR ideales para preservar diferentes tipos de soportes documentales y los elaborados en papel, la estabilidad de estos factores parece ser importante. Actualmente consideramos que la temperatura no debería variar en más de $\pm 2^\circ\text{C}$ y la HR en más de $\pm 3\%$ (es preferible incluso $\pm 2\%$) dentro de un período de 24 horas. Los niveles de temperatura y de HR deberían ser asimismo moderados.

EL CONTROL DEL CLIMA ES COSTOSO ¿QUÉ ES ACEPTABLE?

En un primer paso hacia la limitación del deterioro mediante una buena climatización, una institución debe trazarse como objetivo el mantenimiento de condiciones *estables* a lo largo de todo el año, con una temperatura que no supere los 21°C y una HR que se mantenga entre 30-50%. Si las fluctuaciones pueden controlarse, los daños a las colecciones serán significativamente más lentos de lo que han sido en el espectro típico de condiciones de almacenamiento encontradas en muchos lugares de Estados Unidos y Canadá.

Dentro de los límites aceptables, una buena regla sería: mientras más fresco sea el clima y mientras más cerca del nivel moderado (35-45% HR) será mejor. Las instituciones comprometidas con la preservación a largo plazo deben estar dispuestas a incluir en sus presupuestos el monto necesario para lograr el mejor clima posible.

En lugares en donde los largos inviernos hacen que la calefacción sea necesaria, la

temperatura debería mantenerse tan baja como sea factible y aceptable por el personal (asumiendo que la HR resultante esté dentro de lo aceptable). Donde la temperatura y la HR son altas durante el verano, las colecciones de importancia perdurable deberían mantenerse en aire acondicionado.

En ningún caso deberá apagarse el equipo de climatización o alterarse los valores establecidos del termostato durante la noche, los fines de semana o en cualquier otro lapso en que el edificio esté desocupado. Los cambios rápidos y repetidos que se originan cuando el equipo trata de llevar a un edificio de la condición de "cerrado" a la condición de "abierto" producen una significativa presión en las colecciones. En algunas áreas, las restricciones económicas o un clima severo obligan a las instituciones a cerrar durante el invierno. En tales situaciones, no es el frío lo que presenta un peligro para la preservación, sino la humedad potencialmente inestable en un edificio inadecuadamente aislado o pobremente sellado, y, por lo tanto, incapaz de prevenir la circulación del aire. Se han desarrollado procedimientos para adaptar las colecciones a las condiciones climáticas de invierno. Además, ahora se ha hecho posible el control de la humedad invernal al reducir los niveles de calefacción conjuntamente con el uso de sensores de humedad.

En áreas donde los inviernos son severos, la calefacción central puede disminuir drásticamente la HR del clima en un edificio. Donde sea factible contar con un sistema de humidificación, éste debería ser a base de vapor; la fuente de ese vapor debería ser además limpia e independiente de otros sistemas. La mayoría de los sistemas de calefacción de agua caliente y vapor utilizan químicos anticorrosivos a fin de evitar daños a las tuberías. Si se incorporan en el aire, estos químicos pueden ser perjudiciales tanto para el personal como para las colecciones.

Usualmente, en un clima con una prolongada humedad alta, el aire acondicionado convencional no proporciona por sí mismo una deshumidificación adecuada. Los ambientes con aire acondicionado deberían por lo tanto ser supervisados cuidadosamente.

Los desecantes químicos pueden introducir abrasivos dañinos en el aire y deberían usarse sólo en casos de emergencia. Es preferible enfriar con refrigeración adicional.

Es difícil y costoso mantener perfectas condiciones de clima. Por esta razón, las normas propuestas permitirían que la temperatura y la humedad relativa variasen (cambien gradualmente en una dirección) por cada mes 1°C y 3% respectivamente. Las fluctuaciones máximas permitidas a diario deberían ser de 0,5°C y 3%. Se necesita un higrotermógrafo que registre los niveles de temperatura y HR para supervisar con precisión estos cambios. Un equipo moderno de control del clima en un edificio bien diseñado debería ser capaz de mantener las condiciones propuestas en estas normas.

¿CÓMO DETERMINAR SI EL CLIMA ES EL ADECUADO?

La única manera de saber cuál es el clima en su edificio es midiendo y registrando la temperatura y la HR con instrumentos diseñados para tal fin. Ello debería hacerse sistemáticamente en todo depósito de colecciones de valor permanente. Un registro concreto y preciso puede sacar el control del clima del ámbito hipotético y llevarlo a un conjunto de pasos prácticos o metas para mejorar las condiciones de almacenamiento o de exhibición. A menudo esto es útil para convencer a los altos gerentes encargados de la toma de decisiones, de que las preocupaciones en cuanto al clima de un edificio no son imaginarias.

Además de documentar las condiciones existentes, un programa de control puede guiar y registrar el efecto de los cambios en la operación del equipo disponible para la climatización. Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (conocidos en inglés por las siglas: HVAC) rara vez se utilizan óptimamente aun cuando se cuente con todos los componentes. Un ingeniero de mantenimiento de la edificación o el contratista responsable del sistema HVAC, a menudo pueden mejorar su rendimiento si se tiene una información concreta para

demostrar el efecto de termostatos alterados, del reemplazo de filtros e incluso de la reubicación del mobiliario para desbloquear los respiraderos.

Si el equipo de control del clima fue diseñado para producir las condiciones deseadas pero los problemas no pueden resolverse con simples ajustes y mantenimiento de rutina, puede ser necesario hacer que el sistema sea rebalanceado por un profesional. Balancear es un proceso que mide el flujo del aire y otras características de sistemas HVAC; requiere de la pericia de un ingeniero de climatización.

Si las condiciones no pueden mejorarse con el equipo existente, un programa de supervisión puede documentar la gravedad del problema y respaldar la necesidad de instalar equipos adicionales. En el mejor de los casos, indicará que el equipo de control del clima disponible está operando adecuadamente y manejando la carga ambiental. Del mismo modo, puede identificar problemas ocasionales y transitorios.

12

¿CÓMO LLEVAR UN REGISTRO DEL CLIMA?

Existen pocos instrumentos que proporcionan mediciones precisas de temperatura y HR:

1. Los termómetros pueden proporcionar información precisa de temperatura por menos de 10 dólares. Pueden comprarse termómetros calibrados para fines científicos, pero a este nivel de precisión, resulta satisfactorio un termómetro estándar, capaz de medir el espectro completo de condiciones predecibles de temperatura en su edificio. La mayoría de los instrumentos que miden la HR poseen algún tipo de sensor de temperatura dado que la HR es una función de la temperatura del aire y de la cantidad de humedad disponible en el aire.
2. **Los higrómetros simples de escala graduada**, que pueden encontrarse en

la mayoría de las ferreterías por 15 dólares o menos, constituyen el medio menos costoso para medir la HR. A menudo se usan en vitrinas de museos. Generalmente son imprecisos y en su mayoría no pueden recalibrarse. El papel coloreado o las cintas de fieltro impregnadas de una sustancia química sensible a la humedad, proporcionan también lecturas aproximadas de HR.

3. **Los sicrómetros de mano o giratorios** (mínimo unos \$50) son los menos costosos de los instrumentos capaces de medir con precisión la HR. Poseen dos termómetros paralelos. El bulbo de uno está cubierto con una tela, la cual se humedece con agua destilada. El usuario hace girar manualmente el instrumento aproximadamente una vez por segundo, durante varios minutos, para obtener una lectura precisa. El flujo de aire resultante actúa sobre la tela húmeda y enfría el segundo termómetro: la diferencia entre las temperaturas del bulbo seco y del húmedo se usa para calcular la HR.

Aunque las condiciones *pueden* registrarse usando un sicrómetro de mano (preferiblemente varias veces al día), la precisión depende del diseño del instrumento y de la habilidad del usuario. La persona responsable del registro necesita practicar hasta que las lecturas sean reproducibles.

Las principales ventajas del sicrómetro de mano son su costo y su carácter portátil. Un solo instrumento puede usarse durante el día en muchos espacios. La desventaja: su imprecisión al ser usado por una persona inexperta; los problemas con las mediciones reproducibles; y el hecho de que un programa de control basado en lecturas puntuales no proporciona otras informaciones críticas, tales como la velocidad y frecuencia diarias de las variaciones. Estos instrumentos sólo proporcionan un tosco panorama del ambiente, pues dependen de la supervisión humana,

que puede no estar presente para registrar la información a media noche o durante los días feriados y fines de semana, cuando las condiciones a menudo alcanzan los niveles extremos. Para hacer comparaciones útiles, es necesario que las mediciones se hagan cada día a las mismas horas y en los mismos lugares.

4. **Los siccómetros de batería** (ventilador de motor) trabajan con el mismo principio de un siccómetro de mano, pero utilizan un ventilador de motor para generar el flujo de aire. Tienen un precio moderado (unos \$200 y hasta más), son menos propensos al error y pueden trasladarse cómodamente para supervisar una amplia variedad de espacios. En todo caso, es probable que no midan las condiciones más extremas y los cambios rápidos del ambiente, dado que también dependen de la supervisión humana. Las baterías de repuesto deberían estar siempre a la mano.
5. **El higrómetro electrónico** es otro instrumento manual que utiliza un sensor calibrado para medir la HR a una temperatura conocida. Cada día son más sofisticados y algunos tienen ahora una pantalla de cristal líquido que indica tanto la HR como la temperatura de la sala. Cuestan unos \$250 o más y dependen también del tiempo y la frecuencia de las mediciones. Son capaces de una gran precisión y fáciles de usar. Estos instrumentos (a no ser que sean de una tecnología nueva y comprobada) necesitan recalibrarse con un siccómetro de mano u otros dispositivos normalizados disponibles para este fin.
6. **Los medidores de precisión con memoria** entraron recientemente al mercado. Estos instrumentos de batería combinan sensores de temperatura y de HR con un *chip* de computador que retiene en una memoria los valores mínimos y máximos hasta que el sistema

sea llevado manualmente a los valores iniciales. Al igual que otras herramientas de medición *in situ*, proporcionan información sobre las condiciones sólo en un momento determinado, pero aseguran un registro de las condiciones más altas y más bajas en cada intervalo de tiempo. La persona que lleva a cabo el control debe registrar las mediciones y recalibrar el instrumento una vez al día. Estos medidores están disponibles por menos de \$70 a través de varios proveedores.

7. **El higrotermógrafo** ha sido la opción estándar para registrar la temperatura y la HR. Los higrotermógrafos de registro se consiguen con gráficos de 24 horas, 7 días y 1 ó 2 meses. La mayoría se configura para un tipo determinado de gráfico, pero algunos modelos ofrecen una velocidad variable. Sus precios mínimos están cerca de \$500 por instrumento. La necesidad de reemplazar regularmente las hojas de registro debería sopesarse con los costos adicionales requeridos cuando se llevan registros de duración más prolongada. La mayoría de los higrotermógrafos utilizan un manojito de cabellos como sensor de la HR y un dispositivo metálico doble para medir la temperatura. Estos se unen a plumillas que registran continuamente los cambios en una tabla simple. Están disponibles en rangos de temperatura, HR y escalas de porcentajes y grados. La variación mínima aceptable en la precisión para la temperatura es de 0,5°C mientras que la HR es de un 5% (preferiblemente 3%). Asegúrese de que su instrumento funcione en las condiciones más extremas que pueda experimentar su edificio. Los higrotermógrafos pueden ser de cuerda o de batería. El mantenimiento es una consideración importante para la selección de un modelo. Los higrómetros son sensibles. Están sujetos a cambios en la precisión. Deberían recalibrarse regularmente (y siempre que se

trasladen) usando un sicrómetro de batería y siguiendo las instrucciones del manual del instrumento. También puede usarse para el efecto un higrómetro electrónico calibrado.

8. **Los registradores de datos (*dataloggers*)** son una herramienta relativamente nueva para inspeccionar el clima. Estas unidades, del tamaño aproximado de un casete de sonido, usan sensores electrónicos y un *chip* de computador para registrar temperatura y HR a intervalos determinados por el usuario, quien programa el *chip* empleando un computador personal (PC). Luego los datos se transfieren del instrumento al PC por un cable. Se han creado programas de computación para que el usuario interprete los datos, pero todavía no sugieren soluciones a los problemas observados. Los precios varían, pero las unidades están disponibles a unos \$750, a los que habría que agregar los costos del programa de computación. Obviamente es preciso que se disponga de un PC y del cableado pertinente, y que el programa sea compatible con el equipo. Al igual que el higrómetro de registro tradicional, esta unidad puede trasladarse para efectuar un control de diferentes sitios, pero se debe mantener un cuidadoso registro del tiempo de los traslados para correlacionarlos con los datos.

¿CÓMO DECIDIR QUÉ INSTRUMENTO COMPRAR?

Los costos pueden ser la principal consideración para una institución pequeña. Consulte los catálogos de diversos proveedores y compare las características y precios de sus equipos. Si los catálogos no proporcionan toda la información que necesita, formule sus preguntas. Consulte con colegas que hayan desarrollado programas de control del clima.

Las siguientes son preguntas importantes a formularse en el momento de tomar

una decisión bien meditada:

1. **¿Para qué desea la información?** Si está documentando el efecto de los cambios operativos en su equipo de control del clima, posiblemente necesite un higrómetro de registro para documentar continuamente los pequeños cambios en temperatura y HR. Si el control del clima en su edificio se limita a la calefacción de vapor durante el invierno y desea comprobar que las condiciones en su colección con frecuencia se salen de los límites aceptables, el sicrómetro de mano puede ser un paso inicial adecuado.
2. **¿Qué rango de condiciones climáticas necesita medir el instrumento?** Si está registrando las condiciones ambientales en un edificio sin calefacción alguna durante todo el año en la costa de Maine, Estados Unidos, la temperatura puede caer por debajo de -17°C y subir por encima de 32°C . La HR en un edificio con calefacción, pero sin aire acondicionado, puede variar desde menos del 10% a casi el 100%. ¿Registrará su instrumento todo el rango predecible? ¿Será necesario?
3. **¿Cuán exactas deben ser sus mediciones?** Si no posee un equipo de control del clima sofisticado o si sus colecciones no incluyen obras de arte valiosas, pueden resultar adecuados instrumentos menos sensibles. Por otro lado, si está documentando una solicitud de cambio de equipo o de procedimientos con un incremento en el gasto, puede ser necesario un registro sumamente preciso.
4. **¿Necesita registrar información cuando el edificio está desocupado?** Si está midiendo cambios debido a que los controles de clima fueron alterados durante las noches y los fines de semana, es necesario un instrumento que genere registros.

5. **¿Cuán fácil deben ser la calibración, la operación y el mantenimiento?** ¿Quiénes serán responsables de estas tareas y qué destrezas poseen? ¿Puede asumir los gastos tanto de un instrumento de registro como de uno de calibración?
6. **¿Cuán duradero debe ser su equipo?** ¿Estará expuesto a una manipulación descuidada o al uso por parte de personas no entrenadas?
7. **¿Cuál será la fuente de energía del instrumento?** ¿Podrá su edificio proveer electricidad confiable o necesita un instrumento que funcione con baterías?
8. **¿Le proporcionará este equipo la información que su programa de registro requiere?**

¿QUÉ NECESITA APARTE DE LOS INSTRUMENTOS?

El control del clima debe ser responsabilidad de una persona específica en la institución. Debería capacitarse a un suplente para que cubra sus ausencias y vacaciones.

Un buen programa de vigilancia incluye un plan escrito para recolectar información y dar mantenimiento a los instrumentos. Éste debería identificar los espacios a ser observados, los procedimientos a ser utilizados y las formas de registrar la información deseada.

Si esta actividad depende de una persona en lugar de un instrumento de registro automático, trate de tomar muestras de la variación más amplia en las condiciones climáticas: tome las mediciones cuando pueda esperarse que estén en los puntos más altos y en los más bajos. Por razones prácticas, en la mayoría de las bibliotecas y museos ésta será la primera actividad a realizar en la mañana, al medio día o a las 5:00 p.m.

Exceptuando las situaciones especiales, es importante colocar instrumentos de registro automático para medir condiciones climáticas representativas. Deberían colocarse por encima del nivel del suelo, lejos de

los respiraderos y de los equipos de calefacción, enfriamiento y humidificación, así como de puertas y ventanas.

Es necesario mantener un registro de las condiciones climáticas y cuando hay acontecimientos especiales (inauguración de exhibiciones, por ejemplo, donde un número no habitual de visitantes altera la temperatura y la HR en un espacio, o al fallar el sistema de calefacción o de aire acondicionado), de modo que los cambios señalados por los instrumentos puedan interpretarse correctamente. Los registros climáticos regionales se encuentran disponibles en la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Washington, D.C. Pueden también encontrarse en una estación meteorológica local o universitaria, o bien en un aeropuerto cercano.

Si se dispone de un número limitado de higrotermógrafos de registro, puede trazarse un perfil razonablemente preciso de las condiciones de varios espacios dejando un instrumento en cada área por varias semanas en cada una de las estaciones del año. Al final de año, estos registros mostrarán las condiciones climáticas típicas que puedan ser interpretadas por un asesor profesional. La información más importante será la de los valores extremos de temperatura y humedad, así como la de la velocidad y la extensión de los cambios ambientales.

Cada carta (o formulario en un programa de registro manual) debería estar rotulada con la ubicación y fecha de las mediciones, las iniciales del responsable y la información de recalibración (fecha, hora, alteración) en el caso de que se realice un cambio. La interpretación de la información proporcionada por las tablas será más fácil si se transcriben regularmente en un diagrama de flujo que señale las alzas y las bajas, así como las fluctuaciones y la frecuencia de las mismas. Esto debe hacerse cada semana (o mes), en la medida en que sea cambiada la carta.

Si la seguridad del instrumento constituye una preocupación, la mayoría de los higrotermógrafos vienen en estuches que pueden taladrarse para colocarles un cable de seguridad para bicicletas. Asegúrese de

que el instrumento se saque del estuche o se sujete adecuadamente para protegerlo de daños durante esta operación y recuerde recalibrarlo después de la misma. El diseño de algunos instrumentos incluye la presencia de orificios a través de los cuales puede introducirse una guaya de seguridad.

Al igual que todo instrumento, los sicrómetros y los higrotermógrafos deben ser sometidos a un mantenimiento de rutina. Debe utilizarse el forro para proteger a los mecanismos del polvo, y el instrumento debe limpiarse periódicamente siguiendo las instrucciones del manual. Considere la rehidratación periódica de su instrumento si el fabricante así lo recomienda.

¿QUÉ HACE USTED AL SABER QUÉ ES LO QUE TIENE?

Las medidas correctivas para mejorar las condiciones ambientales de las colecciones de museos, bibliotecas y archivos pueden incluir: 1) la instalación de controles ambientales centrales; 2) el uso de acondicionadores portátiles de aire, humidificadores y/o deshumidificadores; 3) el retiro de las colecciones que se encuentren en áticos, que tienden a ser calientes, o en sótanos, que pueden ser húmedos; 4) la creación de depósitos con compartimientos; y 5) mejoras en el aislamiento y el sellado de los edificios.

Es de vital importancia recordar que la temperatura y la HR están íntimamente ligadas y que la corrección de un factor puede alterar el equilibrio de otros importantes elementos (ej. un deshumidificador puede generar suficiente calor como para que se requiera un enfriamiento adicional). Si las medidas de corrección se toman sin considerar todos los elementos que influyen en las condiciones del ambiente, dichas condiciones pueden empeorar en lugar de mejorar. Antes de realizar cualquier cambio significativo, es fundamental saber (a partir de las medidas registradas) cuáles son las condiciones existentes, y buscar la asesoría de un ingeniero de climatización con experiencia en instituciones que albergan colecciones. No

puede dejar de enfatizarse la importancia de una vigilancia continua después de introducir algún cambio.

Al escoger a un asesor de control del clima, busque a alguien cuya cartera de clientes incluya bibliotecas, archivos, museos u otras instituciones con colecciones de valor perdurable. Si no se encuentra una persona con esta experiencia específica en su región, busque un ingeniero con experiencia en climatización de instalaciones de equipos computarizados, que también requieren de condiciones exigentes.

Para fines de preservación, son las colecciones las más importantes y no la comodidad de las personas, quienes son mucho menos sensibles a las condiciones climáticas. Un diseño que funcione espléndidamente bien para un hotel o un centro comercial no funciona para libros del siglo XIX, para un edificio histórico o para un museo. Pida referencias a clientes cuyas necesidades hayan sido similares a las suyas. Hable con los clientes sobre el éxito o el fracaso del sistema diseñado para ellos. Asegúrese de que su asesor comprende cuáles son sus condiciones ideales y cuáles sus requerimientos mínimos.

Es importante reconocer los límites de tolerancia de un edificio cuando se toman decisiones sobre el control del clima. Aquí, una vez más, es indispensable el consejo de un ingeniero de control del clima o de un arquitecto de preservación que esté bien informado sobre las necesidades de las colecciones. Los edificios desprovistos de aislamientos, los históricos y algunos de mampostería pueden dañarse al hacerse grandes cambios, tales como los que se producen con la instalación de sistemas centrales de calefacción o de humidificación. Tales edificios pueden requerir importantes alteraciones para hacerlos compatibles con las necesidades de sus contenidos; en estos casos, puede ser necesario reubicar las colecciones a fin de proporcionar las condiciones adecuadas para su preservación.

Un programa de control sistemático es una de las mejores medidas del éxito de una institución en proporcionar las condiciones

favorables para la longevidad de sus colecciones. Por si mismo, no resolverá el difícil problema de gerenciar el clima, pero constituye la única herramienta confiable para la toma de decisiones.

FUENTES DE SUMINISTRO DE EQUIPOS

Esta lista no es exhaustiva ni constituye un aval a los proveedores en ella incluidos. Sugerimos obtener información de varios proveedores de manera de comparar los costos y evaluar la gama completa de productos disponibles.*

Airguide Instrument Co.
2210 West Wabansia Ave.
Chicago, IL 60647
(312) 486-3000
FAX (312) 486-3131

Dickson Company
930 So. Westwood Ave.
Addison, IL 60101
(708) 543-3747
FAX (708) 543-0498

Fisher Scientific Co.
52 Fadem Rd.
Springfield, NJ 07081
(800) 766-7000
FAX (201) 379-7638

Gulton Graphic Instruments
1900 South Country Trail
East Greenwich, RI 02818
(401) 884-6800
FAX (401) 884-4872

Herzog /Wheeler & Assoc.
2183 Summit Ave.
St. Paul, MN 55105
(612) 647-1035
FAX (612) 647-1041
(*datalogger*)

Langan Products, Inc.
2660 California St.
San Francisco, CA 94115
(415) 567-8089
FAX (415) 567-8081
(*datalogger*)

PRG
P.O. Box 1768
Rockville, MD 20849-1768
(301) 309-2222
FAX (301) 279-7885

VWR Scientific
P.O. Box 232
Boston, MA 02101
(617) 461-1880
(800) 225-4290
FAX (800) 879-7363

* N.T.: Esta lista corresponde a 1994; es posible que algunos proveedores ya no existan.

OTRAS LECTURAS SUGERIDAS

Barford, Michael. "More Easy Environment Monitoring." *Abbey Newsletter* 15.7 (November 1991) : 108; y "Environmental Monitoring Just Got Easier." *Abbey Newsletter* 15.6 (October 1991) : 92. Dos artículos breves sobre las nuevas herramientas para el registro del clima - *dataloggers* y medidores mín./máx.

Lull, William P, con la asistencia de Paul N. Banks. *Conservation Environment Guidelines for Libraries and Archives*. The New York State Program for the Conservation and Preservation of Library Research Materials. Albany : The New York State Division of Library Development, 1990, 84 pp. Guía fundamental y altamente recomendada para criterios, evaluación, registro y metas de implantación o mejoramiento de las condiciones ambientales para la preservación de las colecciones.

Debería ser leída y comprendida por el personal de bibliotecas, arquitectos y diseñadores de sistemas antes de la fase de diseño. Analiza los sistemas de edificación, compensaciones de costos, ajustes confiables y pasos en la planificación, diseño y procesos de construcción. Proporciona un glosario de términos comunes empleados en el diseño y construcción de los sistemas de edificación. "Aunque fue desarrollada para el clima típico del estado de Nueva York, muchos aspectos se aplican también a las instituciones de otras regiones".

National Research Council. *Preservation of Historical Records*. Washington, DC : National Academy Press, 1986, 108 pp. Describe todos los elementos del ambiente de preservación. Incluye consideraciones para los medios fotográficos, magnéticos y electrónicos. Se empleó como base para las especificaciones ambientales del nuevo edificio del National Archives.

Reilly, James. *IPI Storage Guide for Acetate Film*. Rochester, NY. : Image Permanence Institute (IPI), 1993, 24 pp. Disponible en IPI, Frank E. Gannett Memorial Building, P.O. Box 9887, Rochester, NY 14623. Aplicación particular de los datos registrados que ayuda a calcular las esperanzas de vida de materiales fotográficos y cinematográficos e identifica estrategias de preservación de películas.

Sebera, Donald. "A Graphical Representation of the Relationship of Environmental Conditions to the Permanence of Hygroscopic Materials and Composites." En: *Proceedings of Conservation in Archives International Symposium (Ottawa, May 10-12, 1988)*. Paris : International Council on Archives, 1989, pp. 51-75. Enfoque científico, digno de buscar y leer; especialmente la tabla de condiciones recomendadas para el depósito y la idea de isoperma, una manera de mostrar el efecto de la temperatura y la humedad sobre las esperanzas de vida del papel.

2.3. FUNCIONAMIENTO A PARTIR DEL DISEÑO: HACER QUE TRABAJEN LOS SISTEMAS

Rebecca Thatcher Ellis, P.E.
Orr, Schelen, Mayeron & Assoc.Inc. Minneapolis

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se inicia con la suposición de que el diseño del sistema mecánico de un edificio es adecuado para la función específica requerida y proporcionará el ambiente climático deseado *si* se instala y se controla según las especificaciones de su diseño, y *si* recibe un mantenimiento apropiado. Las personas más interesadas en el resultado final de cualquier proyecto, sea grande o pequeño, son aquellas que dependerán de los sistemas nuevos o remozados. Por lo tanto, además de involucrarse en el proceso de diseño, la institución debería familiarizarse con los procedimientos de construcción, arranque/servicio y operación permanente que se aplican a todos los proyectos de edificación. Esto es especialmente cierto cuando la meta prioritaria sea lograr un estricto control ambiental.

Las recomendaciones e informaciones que se presentan a continuación fueron redactadas por la autora luego de trabajar en la construcción, arranque, servicio y problemas subsecuentes de numerosos proyectos cuya meta fundamental era el control de la temperatura y la humedad. Pueden parecer los desvaríos de un ingeniero paranoico y cínico, pero es más prudente prever atajos por parte de los contratistas que ejecutan un diseño profesional que suponer que realizarán sus labores exactamente como se les ha especificado.

Las sugerencias que siguen se presentan como tareas de verificación que la institución desea ver realizadas. Ciertamente, la institución no tiene la responsabilidad de ejecutar estas tareas, aunque algunos consideren que sea más fácil hacer ciertas cosas en lugar de convencer a otros para que sean hechas. En condiciones ideales, estas tareas serían la

responsabilidad directa del diseñador, pero es poco frecuente un equipo de diseño que asuma el nivel de detalle aquí descrito.

Las tareas correspondientes a la "Etapa de Construcción" se encuentran casi siempre dentro de la esfera de trabajo del diseñador y se presume que serán objeto por lo menos de una mínima atención. A menudo el equipo encargado del diseño menosprecia la etapa de "arranque/servicio", aunque no necesariamente la ignora. No es una ventaja para el equipo de diseño encontrar fallas operacionales en su propio sistema. Dado el potencial para problemas de conflicto de intereses, la prueba del sistema instalado puede ser la tarea de un asesor especial, si puede costearse tal lujo. Finalmente, las tareas enmarcadas en "Operación Normal" casi nunca forman parte de las labores del equipo de diseño. El mantenimiento preventivo y los programas de control generalmente son la responsabilidad de la institución, y desafortunadamente, a menudo se toman en consideración dentro del proceso muy tardíamente; por ejemplo después de algunos meses de operación, cuando el sistema comienza a degradarse por la falta de atención.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

La actividad clave durante la etapa de construcción de un proyecto es la de asegurar que se obtenga e instale el equipo especificado. De no ser así, es imperativo cerciorarse de que las piezas sustituidas como "iguales" son, de hecho, equivalentes en calidad y desempeño a las indicadas en los documentos de diseño.

De común, el contratista proporcionará, de acuerdo con las especificaciones, el equipo "especial" que por lo general no se instala en edificios comerciales normales. Los humidificadores, deshumidificadores, filtros de carbón activado, etc., entran en esta categoría.

Los contratistas a menudo desean usar componentes de sistemas ordinarios (unidades de manejo de aire, serpentines de refrigeración y de calefacción, ventiladores, bombas, difusores, reguladores, sistemas de

control, etc.) que difieren de los especificados. La motivación del contratista es generalmente económica (por ejemplo, las unidades que reemplazan a las especificadas son menos costosas); pero también puede ocurrir que el contratista tenga más experiencia con los componentes sustitutos y por lo tanto se sienta más cómodo con ellos.

Usualmente es responsabilidad del diseñador revisar las sustituciones sugeridas y determinar si realmente son equivalentes al equipo especificado. Los diseñadores varían ampliamente en cuanto a la atención que le prestan a esta tarea, pero en su mayoría son personas conscientes. Se debe ser cuidadoso cuando se trabaja con grandes firmas de diseño (más de 50 personas), que distribuyen las funciones de diseño y construcción en diferentes departamentos. Si la persona/grupo que revisa las sustituciones no es la misma persona o grupo que especificó las características del equipo, puede haber una falta de comunicación en cuanto a cuáles de las propiedades especificadas son las más importantes.

Características del equipo

Algunas características claves del equipo en las cuales se debe insistir son las siguientes:

Capacidad. ¿Proporcionarán las unidades de reemplazo la capacidad de bombeo, distribución de aire, calefacción, enfriamiento, humidificación, deshumidificación o filtración requerida? Los serpentines de enfriamiento son particularmente difíciles de evaluar debido a las diferencias existentes entre la capacidad de enfriamiento total, de enfriamiento sensible (enfriamiento sin deshumidificación) y de enfriamiento latente (enfriamiento con deshumidificación). Para garantizar una deshumidificación apropiada, concepto a menudo malentendido, la capacidad de enfriamiento latente debe ser igual o mayor a la especificada.

Dimensiones. ¿Se adaptará físicamente la unidad de reemplazo al espacio asignado, o será necesario aplicar reajustes a otros componentes del sistema?

Niveles de ruido. Una variedad de modelos de equipo rotatorio (como los ventiladores) usualmente pueden ejecutar la misma función que se especifica. Sin embargo, los diferentes modelos, de diversos tamaños por ejemplo, generarán diferentes niveles de ruido. Como regla, mientras más pequeña sea el aspa del ventilador, más rápido deberá rotar para dar la misma cantidad de aire; a mayor velocidad de rotación, mayor es el ruido. Se hace evidente una transacción entre el tamaño (y el costo inicial) y los niveles de ruido.

Confiabilidad, servicio y soporte. Al considerar las características intangibles de confiabilidad y servicio, el apoyo continuo durante la construcción será beneficioso para toda la vida del sistema. Cuídese de los equipos "genéricos" fabricados por compañías que pueden desaparecer del mercado en el transcurso de los próximos 20 ó 40 años. Es vital confirmar que existen empresas de servicios ubicadas a distancia razonable del sitio de su edificio que estén familiarizadas con el equipo instalado. De lo contrario, el equipo operará según su especificación sólo hasta que se presente el primer problema.

Instalación del equipo

La instalación adecuada del equipo también debería ser verificada por los diseñadores. Según el contrato del diseñador, el número de visitas de inspección al lugar puede variar de un total de dos o tres durante la etapa de construcción, a una vez por semana o incluso por un período mayor. Entre estas visitas, el trabajo de construcción continúa y a menudo el equipo queda permanentemente oculto detrás de paredes o sobre el cielo raso antes de que el diseñador regrese. El cliente bien informado, quien en forma rutinaria quizás se encuentre cerca del sitio de la obra, se empeñará en recorridos frecuentes por la obra para inspeccionar visualmente la instalación e informar al diseñador sobre cualquier anomalía descubierta. El cliente sin duda constituirá una molestia para el diseñador que no esté acostumbrado a recibir "apoyo", pero es el

cliente quien deberá convivir con el sistema después de que el diseñador continúe con otros proyectos.

Aspectos de la instalación que requieren verificación

Aislamiento térmico e integridad de la barrera de vapor en las paredes. La importancia del aislamiento y de una completa barrera de vapor es indiscutible: deben instalarse adecuadamente para que cumplan sus funciones. Los contratistas suelen recortar caminos, ya que cuando se levanta la pared se hace extremadamente difícil verificar, en forma no destructiva, la existencia del aislamiento, y casi imposible comprobar la presencia de la barrera de vapor.

Sistema de conductos. Las desviaciones significativas del diseño del sistema de conductos, en cuanto a las dimensiones y rutas, pueden afectar la capacidad de funcionamiento de un sistema. Conductos más largos o más pequeños y mayores giros que los pautados pueden incrementar la presión estática total de un sistema de ventilación. Al aumentar la presión estática, disminuye la cantidad de aire que el ventilador puede distribuir a través del sistema, y al disminuir el flujo de aire, la capacidad del sistema para calentar, enfriar, humidificar y deshumidificar también baja. Las visitas de inspección permiten cotejar la instalación real con la instalación diseñada. Las dimensiones de los conductos usualmente no se modifican, pero observe cualquier cambio en la manera en que el sistema de conductos pasa del ventilador a las salidas de aire y a las entradas del retorno.

Veletas giratorias. La ausencia de veletas giratorias en los codos también incrementa la presión estática del sistema. La instalación de veletas en codos de 90° es fácil de verificar desde el exterior del conducto antes de que los codos se oculten sobre el techo raso. Las soldaduras o tornillos de veleta giratoria mostrados en la *Ilustración 1* estarán visibles en ambos lados del codo. Además de incrementar la presión del sistema, la ausencia de veletas giratorias aumentará el "ruido del

aire" en el sistema de conductos.

Reguladores. Los reguladores manuales de volumen deberían instalarse en todos los lugares especificados en el diseño. Estos reguladores son utilizados cuando se realiza el balanceo del aire para garantizar que se proporcionan las cantidades apropiadas de aire a cada espacio, asegurando así el control de temperatura y humedad deseado. Los reguladores de volumen también son fáciles de identificar desde el exterior del conducto debido a que tienen manijas de ajuste que sobresalen de la hoja de metal como se muestra en la *Ilustración 1*.

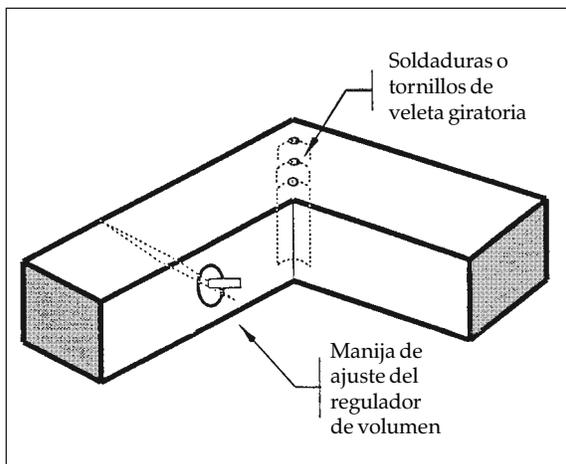


Ilustración 1
Componentes del sistema de conductos

Revestimiento del sistema de conductos. Algunos sistemas emplean revestimientos de conductos que sirven a dos propósitos, el de aislamiento térmico (que evita la pérdida de calor y la condensación en el conducto de aire frío) y la eliminación de ruido. A objeto de verificar que el revestimiento haya sido instalado, es necesario encontrar alguna abertura en cualquier sección de las tuberías. Estas aberturas pueden encontrarse durante la construcción en los extremos del conducto todavía incompleto y en los cortes efectuados para las mediciones de suministro y retorno de aire.

Aislamiento del sistema de conductos. Si el sistema de conductos no está revestido internamente, debería envolverse en su parte

externa con aislantes y cubrirse con barreras de vapor herméticas. La verificación de la barrera de vapor es vital, debido a que si el aire húmedo entra en contacto con un conducto frío, la condensación empaparará el aislamiento; esto degrada su rendimiento y causa un enorme desastre.

Indicadores de presión. Finalmente, y en caso de especificarse, los indicadores de presión diferencial a lo largo de los filtros de aire son unidades importantes que a menudo se desestiman. Estos manómetros proporcionan una manera rápida para determinar en el futuro cuándo cambiar los filtros.

Puertas de acceso. Deberían instalarse puertas o paneles para brindar acceso al equipo que en el futuro requerirá mantenimiento o servicio. Se colocarán puertas de metal en el conducto para tener acceso a los serpentines, reguladores, ventiladores, humidificadores, etc. Habría que instalar paneles arquitectónicos de acceso en paredes, techos o pisos que ocultan válvulas, motores y otros equipos en movimiento, así como puertas de acceso al sistema de conductos.

Tuberías. Las tuberías defectuosas usualmente no constituyen un problema por mucho tiempo debido a que una gotera es fácilmente observable. Sin embargo, algunas veces se olvida el aislamiento de la tubería, especialmente en las piezas de ajuste como son los codos y válvulas. La falta de aislamiento en las tuberías frías puede resultar en condensación, la cual caerá en gotas desde la tubería como si fuera una gotera

Equipos de registro en serpentines. Si se especifican en el diseño, es importante verificar que se instalen los termostatos y los manómetros en los serpentines de calefacción y enfriamiento. Estas unidades son invaluableles en la resolución de problemas futuros.

Controles. La mayoría de los componentes de control del sistema son "invisibles" a cualquier persona que inspeccione casualmente el lugar de construcción, pero los sensores de temperatura y humedad para los espacios deberían estar a la vista. La ubicación de los sensores debería verificarse y cuidarse la limpieza de los mismos. Debería asimismo

prohibirse pintar y lijar cerca de sensores desprotegidos, pero si es imposible hacer cumplir esta norma, los sensores pueden cubrirse temporalmente con plástico y cinta adhesiva cuando sea necesario.

Órdenes de modificación. Una advertencia final para la fase de construcción de un proyecto se relaciona con las órdenes de modificación. En cada trabajo se prevé la introducción de cambios al proyecto después que los documentos *definitivos* de diseño están impresos y distribuidos. Desafortunadamente, la distribución de las solicitudes de órdenes de modificación a menudo está limitada y muchas veces los subcontratistas realmente afectados por un cambio determinado no reciben la orden de modificación o no la incorporan adecuadamente a sus planes. Las órdenes de modificación son vitales para la correcta construcción de un proyecto (el diseñador no se tomaría la molestia de emitir estas órdenes si no fueran imprescindibles) y su ejecución debería ser verificada.

ETAPA DE ARRANQUE / SERVICIO

Al final de la etapa de instalación de un proyecto todas las personas involucradas están fatigadas y ansiosas de terminarlo. A menudo no hay más dinero, la culminación está atrasada, la gente necesita trasladarse al nuevo espacio y los diseñadores y contratistas desean abordar sus nuevos proyectos. Este es exactamente el momento en que se requiere un nuevo impulso por parte de alguien, preferiblemente el diseñador u otro asesor familiarizado con la operatividad que se pretende del nuevo sistema, a fin de asegurar que los sistemas funcionen adecuadamente.

El trabajo no está culminado hasta que los sistemas estén operando consistentemente, y lograr esto es responsabilidad del contratista. No muchos contratistas instalan deliberadamente un sistema que no funcione. Pero muchos no se toman el tiempo necesario al final de un proyecto para someter adecuadamente a prueba su trabajo manual. En opinión del contratista, no hay razón para

creer que el sistema no funciona como se quiere, debido a que día tras día ha vigilado su construcción. Muchos edificios se han visto asechados por quejas de sus ocupantes, desde el primer día de ocupación, debido a que no se cumplió con la prueba de verificación del sistema.

Sin una prueba de verificación del sistema realizada por un profesional *no relacionado con los contratistas*, la institución sin duda llamará de nuevo a los que realizaron el trabajo una y otra vez para "ajustar" el nuevo sistema. La institución, sin conocer lo intrincado del sistema, estará a merced de los contratistas, quienes estarán poco inclinados a encontrar algún desperfecto en su propia instalación. Desaparecidos ya desde hace algún tiempo, los diseñadores serán culpabilizados por los defectos del sistema, sobre la base de que los contratistas "hacen todo lo posible para que el mismo funcione". El dedo acusador sólo se detendrá cuando la institución se resigne o decida llamar al diseñador o a cualquier otro asesor profesional, quienes debieron estar involucrados desde el mismo momento en que la instalación fue culminada.

Históricamente, las partes menos confiables de una nueva instalación mecánica son el balance entre el aire y el agua, y el sistema de control automático. Estos elementos requieren por lo tanto la mayor atención durante la etapa de arranque/servicio de cualquier proyecto.

BALANCEO

El balanceo puede ser efectuado por subcontratistas o por los empleados fijos del contratista mecánico, y su responsabilidad consiste en asegurar que el aire proporcionado por los ventiladores sea distribuido a cada uno de los espacios especificados en el diseño. Asimismo, deben garantizar que el suministro de agua a través de las bombas se distribuya a las piezas individuales del equipo en la forma requerida para permitir el adecuado desempeño del mismo.

Los balanceadores utilizan instrumentos especiales para probar y medir el flujo de aire

y agua y se les debe solicitar la presentación de un informe a los diseñadores al culminar los procedimientos del balanceo. De común y desafortunadamente, los diseñadores sólo revisan el informe y acuerdan que los flujos registrados cumplen con las especificaciones. Usualmente los diseñadores no asumen como parte de sus responsabilidades la comprobación de los resultados del informe. Por esta causa, los balanceadores se han ganado la reputación de registrar flujos de aire requeridos sin considerar las condiciones de campo reales. Ello inculpa injustamente a los trabajadores honestos, pero se debe siempre proceder en el supuesto de que los informes de balanceo no son 100% precisos.

Las pruebas de verificación requieren el uso de instrumentos similares a los empleados por los encargados del balanceo, y por tanto exigen una inversión por parte del profesional que ejecuta las pruebas. La institución puede emplear para el balanceo a un contratista independiente, que no posea intereses preestablecidos sobre los resultados, a fin de que ejecute las pruebas de verificación. Probablemente, sus resultados serán mucho más confiables que los del contratista.

Pruebas puntuales de algunos difusores de aire y registradores para comparar con el informe de balanceo pueden darle a la institución perspectivas sobre la precisión de la totalidad del informe. Si las muestras tomadas al azar concuerdan con el informe, posiblemente no sea necesario comprobar cada una de las salidas y entradas de aire. Por otro lado, si las muestras aleatorias difieren ampliamente del informe, es probable que se necesite verificar cada dispositivo e incluir los nuevos resultados en un informe para presentarlo a la persona que realizó el primer balanceo. Será necesario que esta persona regrese al sitio (sin pagos adicionales) para que realice de nuevo el balanceo de todos los sistemas y presente un informe actualizado. Se espera que esta persona tome conciencia de la seriedad de la institución en cuanto al informe del balanceo (muchas instituciones no lo son) y ejecute el trabajo correctamente en la segunda oportunidad. No obstante, debería pedirle a un tercer balanceador que

se traslade al lugar y verifique los informes revisados. Se debe hacer todo esto hasta que la institución se encuentre satisfecha de que los sistemas estén finalmente balanceados tal y como se especificó.

Esto también se aplica al balanceo del agua, aunque las personas encargadas de ello tienden a ser conservadoras en los procedimientos iniciales de este balanceo, proporcionando más agua a las piezas individuales del equipo de la que se especifica. Ello es preferible a un flujo insuficiente debido a que el uso normalizado de las válvulas de control modularán automáticamente el flujo de agua al equipo a medida que lo requiera, hasta lograr las condiciones ambientales deseadas. Aunque es más deseable un balanceo de agua preciso, los resultados de un balanceo excesivamente conservador no serán tan perjudiciales al desempeño del sistema como lo sería un balanceo de aire defectuoso.

CONTROLES AUTOMÁTICOS

El cerebro de cualquier sistema mecánico es su sistema de control automático. La comprobación de los controles es por tanto vital para garantizar que el sistema corresponda a las especificaciones. Desafortunadamente, ésta es otra tarea que a menudo se descuida en parte debido a que muchas personas no comprenden adecuadamente los controles. Si el diseñador de un proyecto no se siente cómodo ejecutando la tarea de verificación de los controles, se debería buscar a un especialista para que realice la prueba.

Cada sistema de control es diferente, especialmente cuando se trata de los actuales sistemas de control directo digital por computador (conocido por sus siglas en inglés DDC), pero no es necesario que el diseñador o un tercer especialista sean peritos en cuanto a la programación detallada y en la interfaz de procedimientos para el usuario del sistema específico que se está comprobando. El contratista de controles tendría que estar presente durante las pruebas de verificación, a objeto de ejecutar las tareas específicas del sistema ordenadas por quien

realiza la prueba. Este requerimiento debería especificarse en los documentos de diseño.

La etapa de arranque/servicio del sistema de controles debe incluir los tres pasos siguientes:

Calibración

Todos los sensores, y especialmente los de temperatura y humedad relativa, deberían calibrarse para garantizar que están leyendo las condiciones reales. Es posible que este proceso consuma tiempo, pero se obtienen mediciones reales con un sicrometro de mano y un usuario experimentado.

Siempre que los flujos de aire se estén controlando con base en los valores establecidos de presurización o con fines de calidad de aire para interiores, es imperativo que el sensor de flujo de aire esté calibrado en el lugar donde se instaló. Ello requerirá la cooperación de un balanceador, para proporcionar las lecturas de flujo de aire reales en comparación con la salida del sensor.

Es necesario calibrar los reguladores automáticos a fin de asegurar que sus posiciones sean las requeridas por el sistema de control. Si los reguladores de aire exterior han de fijarse a una cantidad mínima especificada durante las horas en que esté ocupado el edificio para asegurar una ventilación adecuada, deberá consultarse de nuevo al balanceador para determinar la posición exacta del regulador que se corresponda con el flujo de aire exterior deseado.

Las válvulas automáticas para los procesos de calefacción, enfriamiento y humidificación también deben ser calibrados para garantizar que sus posiciones sean las requeridas por el sistema de control. Es importante asimismo coordinar la operación de diferentes válvulas para asegurarse de que no ocurran la calefacción y el enfriamiento en forma simultánea, a no ser que específicamente así lo requiera el sistema de control.

Pruebas

El procedimiento de prueba implica la "ejercitación" de los componentes del sistema

de control. Ello incluye el cambio de los valores establecidos y la observación física de las válvulas y fijaciones de los reguladores. Las pruebas deberían también forzar parámetros como la hora del día y el modo de ocupación, de manera que los que realicen la prueba puedan observar el arranque de los ventiladores, su detención o el cambio de velocidad de los mismos. Puede desarrollarse un procedimiento de prueba para cada estrategia de sistema de control especificada en el diseño a fin de garantizar su adecuada aplicación en la mayoría de las condiciones.

Una institución podría evitar comportamientos inesperados del sistema de control después de ocupar el edificio si hace que el sistema pase por todas sus fases durante el proceso de servicio. Ello se aplica especialmente a los sistemas de control que se ponen a funcionar durante el verano y no han sido operados durante el invierno. La operación de verano puede ser aceptable, pero sin una prueba de verificación no hay manera de decir lo que sucederá cuando cambie el clima. Para ese momento, el contratista de controles ya se encontrará lejos y no tendrá motivación financiera alguna para realizar un trabajo adicional sobre el sistema. Obviamente, los mismos problemas se presentan con los sistemas que se ponen en servicio en invierno y nunca se comprobaron adecuadamente para su operación durante el verano.

Fallas inesperadas en el sistema de control podrían ser desastrosas para las colecciones. Por lo tanto, es imperativo someter el sistema a todas las condiciones, reales o simuladas artificialmente, antes de ocupar el edificio.

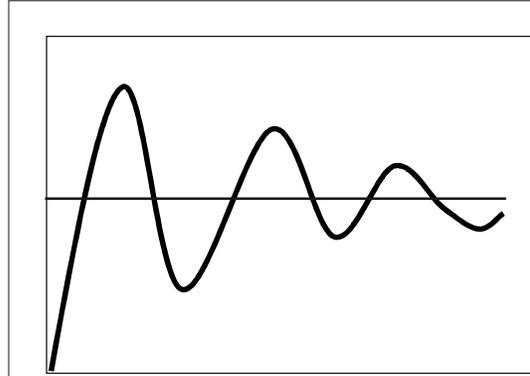
Refinando la entonación

La tarea final de la etapa de servicio es la de la entonación refinada del sistema de control. Ello implica ajustar los parámetros del sistema de control tal y como se requiera para lograr la precisión y velocidad de respuesta deseadas. Nuevamente, debido a que cada sistema de control es único, el trabajo real debería ser realizado por el

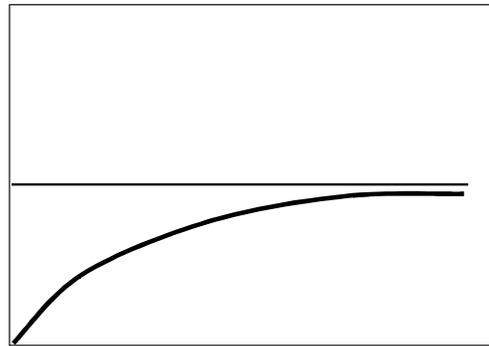
contratista de controles, pero el diseñador debería verificar los resultados.

En términos simples, el control de un dispositivo único, como por ejemplo una válvula de agua caliente, se reduce a una fórmula matemática con una serie de parámetros que pueden ser cambiados para lograr diferentes características de desempeño. El sistema de control recibe una señal de entrada desde un sensor de temperatura, por ejemplo, y la compara con el valor establecido y deseado de dicho sensor. Si la señal indica que la temperatura real es inferior a la del punto establecido, el sistema de control envía una señal de salida a la válvula de agua caliente que fuerza la válvula a abrirse a un determinado nivel para proporcionar más calor.

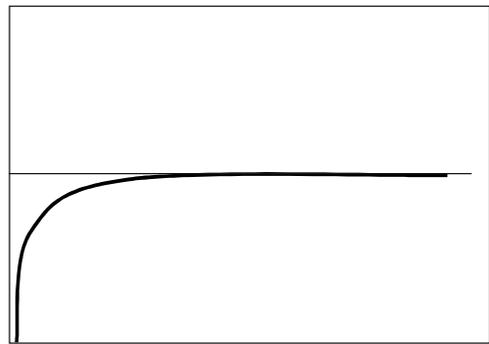
Los siguientes gráficos representan en el eje vertical una señal de entrada (temperatura), confrontada con el tiempo en el eje horizontal para diferentes valores de parámetros de fórmula de control. *La Curva de control No. 1* muestra una respuesta muy rápida, con grandes fluctuaciones no deseables alrededor del nivel de temperatura establecido. *La Curva de control No. 2* muestra una fórmula que elimina la fluctuación, pero produce una respuesta extremadamente lenta. *La Curva de control No. 3* muestra por su parte una fórmula de control "ideal", que proporciona una respuesta rápida sin necesidad de correcciones (excesos). El exceso describe la creación de una condición demasiado extrema, a la cual el sistema responde con una corrección demasiado radical. Bajo esta situación, los valores de las condiciones avanzan y retroceden entre niveles extremos antes de alcanzar gradualmente el punto deseado, tal como se señala en la *Curva de control No. 1*.



Curva de control No. 1. Respuesta rápida



Curva de control No. 2. Respuesta lenta



Curva de control No. 3. Desempeño ideal

Ilustración 2

Curvas de respuesta en el sistema de control

Los documentos de diseño deberían especificar los límites aceptables de los puntos demasiado altos y bajos (es decir, $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$). Es responsabilidad del contratista de control determinar los parámetros necesarios para lograr la respuesta más rápida dentro de estos límites. A menudo éste es un proceso de ensayo y error que requiere atención y tiempo. Muchos contratistas pasarán esto por

alto usando parámetros empíricos que se activan automáticamente si no se especifica lo contrario. Estos parámetros pueden aceptarse para los edificios comerciales comunes donde el estricto control ambiental no es vital, pero los contratistas deben comprender que se les pedirá optimizar sus controles para los museos o archivos.

OPERACIÓN NORMAL

Una vez que un sistema mecánico recién probado y ajustado esté funcionando según su diseño, la institución queda sin apoyo externo. Esta puede sentirse particularmente pobre una vez que el presupuesto para mejoras se haya agotado; pero no es éste el momento de economizar. A fin de garantizar la operación permanente adecuada del nuevo sistema y la mayor vida posible de sus componentes, la institución debe prestar atención al continuo desempeño del sistema. El nivel de atención necesario dependerá de la complejidad del sistema, pero incluso las adaptaciones más simples de equipo y control necesitarán mantenimiento, limpieza y calibración preventivos en forma periódica.

Abandonado a su suerte, un sistema dará la impresión de estar funcionando perfectamente hasta que ocurra una falla catastrófica, o hasta que el entorno en uno o más espacios se aparte tanto de los niveles deseables, que la institución no tenga otra opción que la de prestarle atención. Para ese momento, es probable que los correctivos necesarios impliquen significativos esfuerzos y gastos, debido a que puede haber múltiples problemas en el sistema. A esto se añade el hecho de lo inesperado del gasto y la ausencia de disponibilidad presupuestaria para restablecer el sistema a su estado operativo original, tal y como fue diseñado, con la posible consecuencia de pérdidas en los beneficios del proyecto de construcción o renovación del edificio. Para evitar este desenlace, es necesario que se incluya en el presupuesto dinero para el adecuado mantenimiento del nuevo equipo.

Uno de los métodos con la mejor relación costo-efectividad para lograr en forma

constante un alto desempeño, es aquel en el que se dispone de por lo menos una persona con conocimiento y credibilidad para que se responsabilice del equipo. Esta persona, a quien denominaremos Coordinador del Sistema Mecánico (CSM), puede ser parte del personal fijo, un asesor, un contratista de servicio, o bien una combinación de estos tres. El trabajo es el mismo: supervisión regular, y mantenimiento y servicio de los sistemas mecánicos. Con la excepción hecha de las más grandes instalaciones, ello no requiere una persona a tiempo completo.

Un buen programa de mantenimiento anticipará los problemas antes de que estos lleguen a la fase crítica. Ello puede lograrse supervisando, a nivel mínimo, las siguientes características del sistema:

Registro de temperatura y humedad relativa del ambiente

Se trata de una tarea que debe ejecutarse en cualquier instalación que requiera condiciones ambientales estrictamente controladas. El CSM debería revisar con frecuencia los registros de temperatura y HR, y buscar las tendencias indicativas de degradación del desempeño del sistema. Con esta información, el CSM puede hacer que se cambien los filtros, se limpien los serpentines, se recalibren los controles, etc., antes de que se desarrollen condiciones inaceptables y tal vez perjudiciales para el contenido de un determinado espacio.

Control de las facturas de servicios

El CSM debería recibir las facturas de electricidad, gas y combustible a medida que lleguen al edificio. Al hacer un seguimiento por meses y años del consumo de energía, el CSM se familiarizará con los gastos "normales", y rápidamente identificará las anomalías que puedan evidenciar un problema latente en el equipo. Las anomalías pueden investigarse y resolverse antes de que se vea afectado el ambiente controlado.

Inspección del estado de los filtros

Si se mantiene al tanto de la condición de los filtros de partículas y de los filtros de contaminantes gaseosos, el CSM conocerá con exactitud cuándo cada tipo de filtro requiere ser reemplazado. La observación del filtro de partículas es directa, y simplemente requiere la instalación y observación regular de un manómetro de presión diferencial en cada grupo de filtros. A medida que el filtro acumula sucio, se hace cada vez más difícil el paso del aire, y baja en consecuencia la presión en los filtros.

Filtros de partículas. Si no se dispone de información más definitiva, el límite de presión diferencial para los filtros de partículas puede ser el máximo recomendado por el fabricante, pero es mejor averiguar cuál fue el nivel de caída de presión asumido por el diseñador para cada grupo de filtros. Los límites máximos recomendados por el fabricante son generalmente bastante altos y es probable que cuando se especificarán las dimensiones del ventilador, no se haya considerado la posibilidad de que los filtros pudiesen llegar a estar muy sucios. Cuando la caída de presión en los filtros supera el nivel máximo del diseñador, disminuye la cantidad de aire distribuida al sistema y se inhibe en consecuencia la habilidad del sistema de calentar, enfriar, humidificar y deshumidificar.

Existe otra razón por la cual no es deseable esperar hasta que los filtros estén extremadamente sucios antes de cambiarlos. En estas circunstancias el sucio puede salirse de los filtros, llegar a los conductos y pasar a los espacios acondicionados. Obviamente esto debería evitarse. Dependiendo del tipo de filtro, de la ubicación del edificio y de la calidad de aire del ambiente, es de esperar que los filtros de partículas sean efectivos por un lapso de tres a seis meses.

Filtros de contaminantes gaseosos. La inspección y el mantenimiento de filtros de contaminantes gaseosos es más complejo, y dependerá del tipo de filtro que se use.

Las bandejas de filtros de carbón comunes requieren que en forma periódica se

compruebe una muestra del carbón, generalmente por cuenta del fabricante, para determinar su esperanza de vida. Cuando el carbón está "agotado", es decir, cuando haya absorbido la mayor cantidad de contaminantes posible, el carbón de las bandejas debe reemplazarse. Otros tipos de filtros requerirán diferentes procedimientos para determinar cuándo deberían substituirse o reabastecerse. Ninguno de ellos es tan simple como el procedimiento del filtro de partículas. Los filtros de contaminantes gaseosos duran por lo menos un año y a menudo más que eso; ello depende de la calidad del aire del ambiente y de las partículas contaminantes absorbidas.

Supervisión del sistema de control

El sistema de control automático también requiere atención rutinaria para garantizar que continúe operando según el diseño. Es esencial que el CSM esté familiarizado con los puntos básicos del sistema de control, pero no tiene que ser perito en la programación y el ajuste de los controles. El CSM necesita saber sólo lo suficiente como para identificar los problemas y comunicarlos en forma inteligible al contratista original de los controles o a otro contratista de servicio.

Las tareas continuas de supervisión del sistema de control son similares a las ejecutadas durante la etapa de arranque/servicio, como la revisión, por ejemplo, de la calibración de los sensores y del adecuado funcionamiento de todos los dispositivos. A menudo se identifican los problemas cuando el ambiente climatizado se degrada, pero para algunas colecciones puede ser ya demasiado tarde. Es necesario que se destaque el mantenimiento preventivo y no el reactivo.

Rehabilitaciones de planta física

En la etapa de "Operación normal" de un sistema, vale una última observación aplicable a las subsecuentes modificaciones del espacio y/o del sistema. Se puede asumir con certeza que el uso y la configuración del espacio cambiarán muchas veces antes de

que el edificio o el sistema mecánico sea sustituido o experimente mejoras de consideración. Estas alteraciones deben enfocarse con precaución para garantizar que el desempeño original del sistema mecánico no sea sacrificado.

El sistema mecánico tendrá que ser modificado para ajustarse a la mayoría de cambios arquitectónicos, pero este hecho es a menudo menospreciado por la gente que planifica una "pequeña" renovación. El equipo mecánico usualmente está fuera de vista y por tanto fuera de la mente. Cuando existe un coordinador de sistemas mecánicos velando por el equipo, es muy probable que pueda evitarse el problema. Debería consultarse al CSM para determinar los efectos en el sistema de los cambios propuestos, cómo podrá el sistema extender su servicio a los nuevos espacios, y si personas con mayor experiencia, como pudieran ser ingenieros proyectistas, son requeridas en la renovación.

CONCLUSIÓN

En resumen, las personas con mayor interés en el resultado final de cualquier proyecto son aquellas que usarán y dependerán de los edificios nuevos o renovados y de sus sistemas mecánicos. Resulta oportuno involucrarse en el proceso de diseño y familiarizarse con los procesos de construcción, arranque/servicio y de operación rutinaria inherentes a todo proceso de edificación. Quizás no sea la responsabilidad de la institución ejecutar todas estas tareas, pero es una buena idea cobrar conciencia de cómo un proyecto individual evoluciona, además de plantear las interrogantes pertinentes en el momento justo como "recordatorios" para aquellos en quienes efectivamente recae dicha responsabilidad.

Las tareas que aquí se han discutido son aplicables a todo proyecto de edificación, y no sólo a nuevas construcciones de importancia. Deberían repetirse en cada renovación subsiguiente, independientemente de su envergadura. De hecho, puede incluso ser más importante que la institución esté activamente involucrada en las renovaciones

"menores", debido a que los trabajos más pequeños son los que presentan menos probabilidad de ser tomados en serio por parte de diseñadores y contratistas.

Aunque cada proyecto de edificación es único, con sus propios problemas y limitaciones, la aplicación de las sugerencias contenidas en este informe son de carácter universal. Es importante comprender el proceso de construcción y, como futuro ocupante del espacio, conocer lo que puede usted con derecho esperar. Armada con esta información, cualquier institución puede insistir inteligentemente en que los sistemas se instalen y operen tal y como fueron diseñados.

FUENTES DE EQUIPOS Y SERVICIOS

Las fuentes de los equipos dependen de las especificaciones y de la experiencia del diseñador. Es importante confirmar la continua disponibilidad local de servicios y apoyo para los componentes del equipo. El tiempo en que una compañía ha estado en el ramo, su clasificación con la Better Business Bureau (Oficina para el mejoramiento empresarial), así como la experiencia del diseñador y del contratista con el producto deberían proporcionar algunas guías. Siempre es bueno pedir referencias a otras instituciones donde se hayan instalado equipos o sistemas similares, y hacer seguimientos con llamadas adicionales.

Se puede pedir a otra institución con experiencia en un proyecto similar que recomiende a terceros para la verificación y las pruebas. Las asociaciones regionales de museos o un conservador con experiencia también pueden ofrecer buenas sugerencias.

Rebecca Thatcher Ellis: 6/94

denomina su *energía de activación*. Diferentes tipos de moléculas tienen diferentes energías de activación.

Si la energía lumínica proporcionada por la radiación natural o artificial es igual o excede la energía de activación de una molécula particular, la molécula se “excita”, o se hace disponible para las reacciones químicas. Una vez que esto sucede, la molécula puede comportarse de diversas formas. La energía en exceso puede manifestarse como calor o luz, puede romper enlaces dentro de la molécula (esto creará moléculas más pequeñas y debilitará el papel), puede causar un rearrreglo de los átomos dentro de la molécula, o puede transferirse a otra molécula. Una de las reacciones fotoquímicas primarias es la oxidación, en la cual la molécula “excitada” transfiere su energía a una molécula de oxígeno, que entonces reacciona con otras moléculas para dar inicio a reacciones químicas perjudiciales. Aunque la secuencia de acontecimientos puede ser extremadamente compleja, el resultado final es siempre el deterioro.

Las longitudes de luz de onda corta (luz UV) tienen una mayor frecuencia (es decir, se presentan más juntas), así como una mayor energía que las longitudes de onda más largas. Esto significa que bombardean un objeto con más energía en un período de tiempo más corto y que su energía probablemente alcance o exceda la energía de activación requerida para muchos tipos diferentes de moléculas. En consecuencia son extremadamente dañinas, ya que hacen que el deterioro fotoquímico sea más rápido. Cuando las longitudes de ondas se alargan, hacia el extremo rojo del espectro, éstas poseen menos energía, menor frecuencia y una reducida capacidad de “excitar” las moléculas.

Es importante recordar, sin embargo, que aun longitudes de onda más largas de luz dañan el papel y otros materiales. La energía absorbida de la luz infrarroja aumenta la temperatura de cualquier objeto. Esto a su vez incrementa la velocidad de las reacciones químicas dañinas que ya están ocurriendo dentro del papel.

LUZ ULTRAVIOLETA VS. LUZ VISIBLE

Dado que la radiación UV es la más energética y destructiva forma de luz, podríamos suponer que si la luz UV es eliminada, la luz visible sería de preocupación mínima. Esto no es cierto, y se considera que todas las longitudes de onda de luz causan daños significativos.

En términos prácticos, la luz UV puede eliminarse fácilmente de las áreas de exhibición, lectura y almacenamiento debido a que nuestros ojos no la perciben y no la extrañarán. La luz visible es mucho más problemática en este sentido, pero debería eliminarse de los depósitos en la medida de lo posible y controlarse cuidadosamente en las otras áreas.

FUENTES DE LUZ

La luz tiene dos fuentes: natural y artificial. Las bibliotecas y archivos deberían evitar la luz natural. La luz del sol tiene un alto porcentaje de radiación ultravioleta. Es también más brillante y más intensa, y por tanto causa más daño que la mayoría de las luces artificiales.

Las dos fuentes primarias de luz artificiales utilizadas en bibliotecas, museos y archivos son el tungsteno y las lámparas fluorescentes (el término “lámpara” es usado por los arquitectos e ingenieros para referirse a diversos tipos de bombillos, en lugar de los objetos que contienen a los mismos). Motivados por la necesidad de conservación de energía y ahorro de costos, los fabricantes continúan refinando la tecnología para producir lámparas que sean de mayor duración y que consuman menos energía. Las lámparas compactas fluorescentes, las de tungsteno-halógeno y las de descarga de alta intensidad (HID) han sido creadas en respuesta a estas necesidades.

Las lámparas de tungsteno son llamadas también lámparas incandescentes. Un ejemplo de ellas es el bombillo usado ordinariamente en las viviendas. La luz se produce cuando una corriente eléctrica pasa a través de un filamento de tungsteno, calentándolo

a unos 2700 grados Celsius. Las lámparas de tungsteno sólo convierten un pequeño porcentaje de esta electricidad en luz, el resto se convierte en calor. Las lámparas de tungsteno emiten muy poca luz ultravioleta y no requieren filtros para este tipo de radiación.

Las lámparas de tungsteno-halógeno (también conocidas como cuarzo-yodo) son una variación de la lámpara de tungsteno tradicional. Consisten en bombillos de cuarzo que contienen gas halógeno, el cual permite que la luz brille más y por más tiempo. Las lámparas de tungsteno-halógeno emiten una cantidad significativa de luz UV y efectivamente requieren filtros. Puede ser necesario el uso de dispositivos especiales para la colocación de filtros de UV.

Las lámparas fluorescentes son recipientes de vidrio que contienen vapor de mercurio, y cuya superficie interna está pintada con un polvo fluorescente blanco. Cuando la electricidad pasa a través de la lámpara (a través de un filamento) el vapor de mercurio emite radiación UV que es absorbida por el polvo fluorescente y reemitida como luz visible. Sin embargo, la mayoría de las lámparas fluorescentes dejan pasar cierta cantidad de luz UV, siendo por tanto más dañinas que las incandescentes. El tipo más novedoso de lámpara fluorescente es la lámpara compacta. Son más pequeñas, más duraderas, y emiten un color más placentero que las lámparas fluorescentes tradicionales, y usualmente pueden usarse en enchufes incandescentes. No obstante, este tipo de lámparas requiere filtros UV.

Las lámparas de descarga de alta intensidad (HID), al igual que las fluorescentes normales, son recipientes de vidrio que contienen vapor y que están recubiertas con un polvo fluorescente, pero son de mayor intensidad que aquéllas. Las hay de dos tipos. Las lámparas de alta intensidad a base de *mercurio o de haluro de metal* no deberían usarse, debido a que tienen una emisión peligrosamente intensa de UV que puede ser difícil de filtrar. Las lámparas a base de *sodio de alta presión* son por su parte demasiado intensas para la iluminación directa (y no

proporcionan un buen color), pero pueden usarse para la iluminación indirecta (rebótándose en el techo, por ejemplo) en depósitos grandes con techos altos. Las lámparas de alta intensidad a base de sodio emiten muy poca cantidad de rayos UV, lo cual puede reducirse aún más pintando el techo con pintura de dióxido de titanio blanco, un absorbente de la luz ultravioleta. Las lámparas de HID de sodio generan poco calor, son muy eficientes y tienen costos operativos bajos.¹

Ningún tipo de lámpara debería instalarse en vitrinas de exhibición cerradas, dado que el calor que producen, junto con los consecuentes cambios en la humedad relativa dentro de la vitrina, acelerarán el deterioro de los materiales exhibidos.

¿QUÉ CANTIDAD DE LUZES DEMASIADO?

¿Tenemos que eliminar toda la luz UV? ¿Cómo podemos comprobar si los filtros de UV están funcionando adecuadamente? Debido a que no puede eliminarse toda la luz visible, particularmente en áreas de exhibición, ¿cuán bajos deberían ser los niveles? La medición de los niveles de luz puede responder a éstas y otras preguntas de importancia.

Los niveles de luz visible se miden en lux ("lúmenes por metro cuadrado") o en bujías-pie. Una bujía-pie equivale a 11 lux. Las recomendaciones más generalizadas indican que los niveles de luz para materiales foto-sensibles (ello incluye al papel) no deberían exceder los 55 lux (5 bujías-pie). Para materiales menos sensibles se permite un máximo de 165 lux (15 bujías-pie).

La luz ultravioleta se mide en *microvatios por lumen* ($\mu\text{w}/\text{l}$). El límite estándar de UV para la preservación es $75 \mu\text{w}/\text{l}$. Cualquier fuente de luz con una emisión de UV mayor requiere filtros apropiados.

El daño causado por la luz es acumulativo y, por tanto, menores niveles de iluminación significan a largo plazo un menor daño. Una limitada exposición a luz de alta intensidad producirá la misma cantidad de daño que una larga exposición a

luz de baja intensidad. Por ejemplo, 100 lux por 5 horas causaría la misma cantidad de daño que 50 lux por 10 horas. Es claro que si el tiempo de exposición se mantiene constante, pero la intensidad de iluminación se reduce a la mitad, el daño resultante también disminuye a la mitad. Ésta es la *ley de reciprocidad*.

La ley de reciprocidad puede ser útil para determinar los niveles de luz y la duración del tiempo de exposición. Para materiales muy sensibles a la luz, se ha establecido como pauta la cantidad de 50.000 horas lux (h.lx) por año.² Esto significa que en el curso de un año, usted podría escoger mantener las luces de exhibición por 10 horas al día, bien sea a 100 lux por 50 días o a 50 lux por 100 días. También son posibles otras permutaciones. No existen directrices establecidas para los materiales de sensibilidad moderada a la luz, pero el personal del National Archives ha hecho una extrapolación con estos lineamientos y trata de limitar la exposición de estos materiales a 200 mil h.lx por año.³

¿CÓMO MEDIR LOS NIVELES DE LUZ?

Existen diversos instrumentos para medir la luz visible y la UV. El *luxómetro* mide el nivel de luz visible. Este medidor debería colocarse en el punto donde se desea realizar la medición (cerca de la superficie de un objeto en exhibición, por ejemplo). El medidor debe encarar la fuente de luz en la misma disposición en que lo hace el objeto, de modo de obtener una lectura precisa.

Si no se tiene acceso a un luxómetro, puede medirse el nivel aproximado de lux usando una cámara reflex de 35 mm de una sola lente, con luxómetro incorporado, mediante el procedimiento siguiente:

- Coloque una lámina de cartón blanco de 30 cm x 40 cm en la posición donde se desea medir el nivel de luminosidad y al mismo ángulo de los objetos.
- Coloque en 800 el valor ASA/ISO de la cámara. Fije la velocidad del obturador en 1/60 segundo.
- Dirija la cámara al blanco de cartón y

colóquela lo suficientemente cerca de modo que el campo de visión sea ocupado completamente por el cartón. Asegúrese de no provocar sombra alguna sobre el cartón.

- Ajuste la apertura hasta que el luxómetro indique una exposición correcta y tome nota de los puntos de apertura. El nivel aproximado de luminosidad en lux sobre el cartón blanco se relaciona con los puntos de apertura de la manera siguiente:

f4	representa	50 lx
f5,6	representan	100 lx
f8	representa	200 lx
f11	representa	400 lx
f16	representa	800 lx ⁴

Los métodos aquí señalados sólo miden la luminosidad; deberá usarse un medidor de UV para medir la fracción del componente UV de la luz. El medidor de UV más común es el monitor Crawford, pero todos los medidores de UV registran la proporción de radiación ultravioleta en la luz visible. Es conveniente recordar que ésta no debería exceder los 75 $\mu\text{w/l}$.

Una advertencia en cuanto a los medidores de UV: algunos de los medidores de UV más antiguos (con costos que oscilan entre \$500 y \$1.500) quizás no posean una adecuada sensibilidad a la luz UV; podrían indicar que los niveles de UV son seguros cuando en realidad no lo sean. Los medidores más recientes, de mayor costo (\$3.000 a \$5.000), fueron diseñados para medir los niveles de UV con mayor precisión.⁵

CONSEJOS PRÁCTICOS PARA ESTIMAR EL DAÑO CAUSADO POR LA LUZ

Es posible calcular el daño que puede provocarse a un objeto a partir de la intensidad de luz y de la duración de exposición. Esto puede hacerse mediante el uso de tarjetas normalizadas de Blue Wool, disponibles en TALAS, junto con una regla de cálculo de daño provocado por la luz,

disponible a través del Canadian Conservation Institute (CCI).

El método Blue Wool puede demostrar claramente el poder destructivo de la luz. Estas tarjetas proporcionan una norma para juzgar el subsecuente palidecimiento, y por lo tanto pueden usarse para convencer a los escépticos de que la luz realmente es un problema.

Cada paquete de norma Blue Wool contiene 8 muestras de lana teñidas de azul. La Muestra 1 es extremadamente sensible a la luz, mientras que la Muestra 8 posee el tinte más estable disponible (aunque no es permanente). La Muestra 2 necesita el doble del tiempo para decolorarse que lo requerido por la 1; la Muestra 3 necesita el doble de la Muestra 2, y así sucesivamente.

Para demostrar el grado de decoloración causado por la intensidad de la luz en un lugar en particular, cubra la mitad de la tarjeta con un material que bloquee la luz para protegerlo completamente del daño causado por la iluminación. Escriba la fecha en la tarjeta y colóquela en el lugar deseado. Obsérvela periódicamente (cada dos semanas) para determinar el tiempo que necesitan varias muestras para empalidecer. Debido a que la sensibilidad de las primeras muestras en la tarjeta corresponde a la de materiales como el papel y los tejidos, los resultados le darán una idea general de la cantidad de daño que podría esperarse si los materiales se expusieran durante el mismo período de tiempo al nivel de luminosidad comúnmente existente en ese lugar.

La regla de cálculo para daño causado por la luz del CCI es un escalímetro de plástico que puede desplazarse para alinear los tipos de luz proyectados, los niveles de luz y los tiempos de exposición, y así predecir la decoloración de una tarjeta de lana azul en tales condiciones. Demuestra, por ejemplo, que un objeto exhibido a 150 lux durante 100 años palidecerá a la misma tasa que un objeto expuesto a 5000 lux durante 3 años. La exposición a 150 lux durante 100 años antes mencionada causaría una decoloración significativa de la tarjeta Blue Wool 4 y de las que le siguen por debajo. La regla de cálculo

también compara el daño generado por una luz con filtro y otra sin filtro para UV. Utilizando los parámetros enunciados, la tarjeta normalizada Blue Wool 4 y las inferiores se decoloran más notablemente cuando se exponen a la luz desprovista de filtro.

Las herramientas antes descritas pueden usarse para demostrar el efecto que tendrá sobre los materiales expuestos la iluminación que se seleccione. En la mayoría de los casos una correlación general entre la sensibilidad del objeto y la escala normalizada Blue Wool será suficiente para tomar una decisión. Si se requieren más detalles, existen investigaciones que establecen correlaciones entre materiales específicos, sensibles a la luz, con niveles determinados de las normas Blue Wool. En el Canadian Conservation Institute puede obtenerse mayor información sobre esta investigación y sobre la regla de cálculo para los daños provocados por la luz.

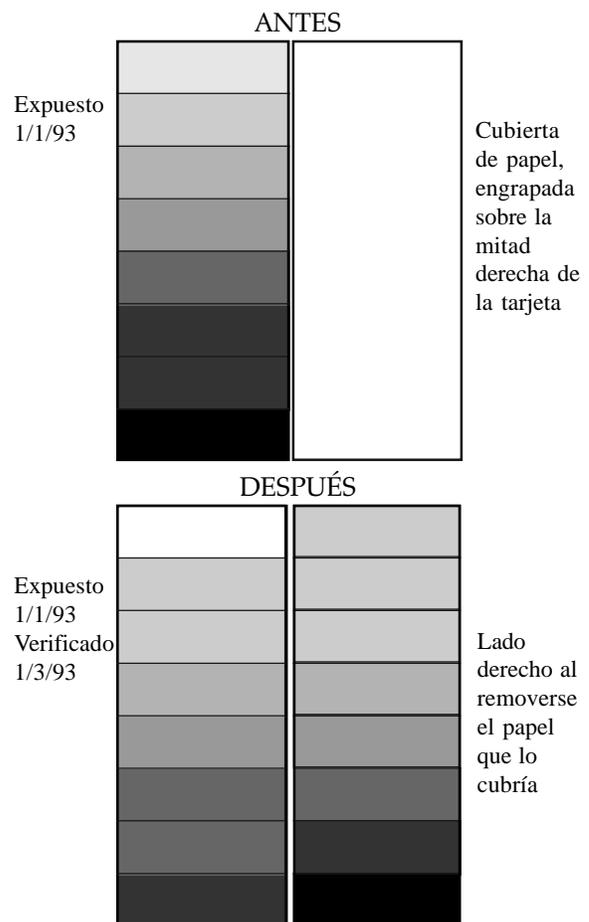


Ilustración 2
Esquema de la norma Blue Wool

CONTROL DE LA LUZ ULTRAVIOLETA

La radiación UV puede filtrarse haciendo pasar la energía a través de un material que sea transparente a la luz visible pero opaco a la ultravioleta. El filtro ideal evitaría el paso de todas las longitudes de onda de UV inferiores a 400 nm, pero esto es difícil de lograr. Existen muchos productos disponibles en el mercado que hacen un trabajo adecuado. Al establecer prioridades, es importante abordar primero la luz natural, luego la luz fluorescente.

En el mercado se encuentra disponible un plástico con filtro UV incorporado para cubrir ventanas y claraboyas. Este material debe cubrir completamente la superficie de modo que toda la luz pase a través de él. Está disponible en hojas de acrílico autoadhesivas o en una película delgada (usualmente de acetato) que se corta con un cuchillo o con tijeras y se adhiere al vidrio. Si las regulaciones contra incendio lo permiten, pueden usarse láminas de acrílico en lugar de vidrios en las ventanas, también como recubrimiento secundario sobre las ventanas existentes, o colgados con gancho en la parte interna de la ventana (debe cortarse la lámina en dimensiones mayores al vidrio de la ventana de modo que toda la luz la atraviese). Se dispone igualmente de láminas coloreadas para reducir la luz general.

También pueden encontrarse en el mercado barnices que absorben la luz ultravioleta. El proveedor aplica estos revestimientos sobre los vidrios de las ventanas con una herramienta especial. Actualmente no se recomienda el barniz; es muy difícil de aplicar uniformemente y se deteriora con el tiempo. El plástico es más conveniente, dura más tiempo y funciona mejor.

Los filtros UV deberían también usarse en las lámparas fluorescentes. Estos filtros se fabrican como fundas de plástico delgadas y suaves y como tubos de plástico duro. Los tubos son generalmente bastante más caros y no proporcionan una mayor protección que las láminas delgadas. Si los tubos duros no se ajustan exactamente a la lámpara, la luz no filtrada puede pasar por los extremos no

recubiertos. Las láminas de plástico delgadas igualmente deberían tener las dimensiones adecuadas a la lámpara. Si es necesario, pueden usarse dos hojas, una encima de la otra, para extender la longitud de una funda. Independientemente del tipo de filtro usado, el personal de mantenimiento debe ser capacitado para que pueda transferir el filtro cuando se cambie de lámpara.

Algunas lámparas fluorescentes producen una cantidad de rayos UV significativamente menor que otras. Para asegurar la máxima protección, se sugiere usar lámparas que produzcan una radiación UV relativamente baja, en combinación con filtros UV. Esto reducirá aún más los niveles de rayos UV, disminuirá el daño causado por la inapropiada instalación o por la falta de renovación de los filtros y extenderá la vida de los mismos.⁶ Algunos fabricantes elaboran en la actualidad lámparas fluorescentes con vidrios que filtran los rayos UV, pero éstas suelen ser mucho más costosas que las normales. Los repuestos deben estar a la mano y se debe tener la precaución de evitar reemplazar una lámpara especialmente fabricada para filtrar la radiación UV por una común y corriente.

Otra opción disponible para protegerse de la luz UV es la aplicación de pintura blanca que contenga dióxido de titanio. Aunque este método no es tan efectivo, reducirá significativamente la luz UV. La pintura de dióxido de titanio absorbe la luz ultravioleta y puede usarse directamente sobre ventanas o claraboyas, siempre y cuando no constituyan las únicas fuentes de luz.

¿CUÁNTO DURAN LOS FILTROS DE RAYOS UV?

Hasta el momento, no existen datos definitivos que permitan establecer el tiempo durante el cual los productos que filtran los rayos UV conservan su efectividad. En una nota del CCI publicada en 1984, el instituto canadiense señaló que tanto las láminas de filtro de plástico suave como los tubos de plástico duro retienen la propiedad de absorción de rayos UV hasta por lo menos 10

años. Las películas para ventanas que filtran la luz UV también pueden tener una vida útil limitada; algunos fabricantes señalan una vida de 5 a 15 años para estas películas.⁷

La única manera de determinar en forma concluyente la efectividad continua de los filtros es mediante la medición de los niveles de luz UV emitidos usando un monitor de UV (véanse las precauciones sobre la precisión del registro de UV dadas anteriormente). Debido a que estos monitores son muy costosos, las instituciones más pequeñas deberían tomar las provisiones necesarias para solicitar uno prestado cada cierto tiempo a un museo grande o a otra institución vecina.

CONTROL DE LA LUZ VISIBLE

Sería ideal mantener las colecciones lejos de la luz, pero obviamente es impráctico. Aun las colecciones almacenadas lejos de la luz deben usarse algunas veces. De hecho, a menudo las áreas de depósito e investigación no pueden separarse. Las colecciones deben exhibirse, especialmente en una situación tipo museo. Es preciso mantener el difícil equilibrio entre el deseo de proteger las colecciones y la necesidad de hacerlas accesibles. Cualquier reducción de la luz visible reduce el daño a largo plazo.

Los depósitos que no estén rutinariamente ocupados por el personal o por investigadores deberían permanecer a oscuras; no deberían tener ventanas, y si las tienen, éstas deberían ser bloqueadas. Las luces deberían mantenerse apagadas en estas áreas, exceptuando el tiempo mínimo indispensable. Esto podría lograrse mediante el uso de interruptores cronometrados, pero el personal al menos puede ser adiestrado para que apague las luces cuando los espacios estén desocupados. También pueden instalarse sensores que apaguen las luces cuando no perciban movimiento en el área. En la medida de lo posible, la iluminación debería ser incandescente (tungsteno) en lugar de fluorescente.

Muchas condiciones de almacenamiento no son las ideales, y el máximo

aprovechamiento del espacio es a menudo una necesidad apremiante. Si no puede mantener un objeto lejos de la luz, manténgalo al menos fuera del alcance de ella. Las cajas de materiales de archivo, elaboradas por profesionales para que se adecúen a las dimensiones exactas de objetos individuales, resultan útiles. Sin embargo, aunque estas cajas evitan el daño de la exposición directa a la luz, no se sabe si protegen los objetos de las fluctuaciones de temperatura y humedad que pueden provocarse con el calentamiento por la luz solar.

Todas las ventanas en las áreas de exhibición deberían cubrirse con cortinas, persianas o celosías, además de colocarse filtros para los rayos UV. Las claraboyas deberían cubrirse para bloquear la luz del sol. Los niveles de luz deben ser bajos y las colecciones jamás deben ser expuestas a la luz solar directa. Nunca exhiba objetos permanentemente, a menos que sean prescindibles.

Los objetos muy frágiles y vulnerables no deberían exhibirse y sería conveniente limitar su uso para la investigación. Si las colecciones tienen que exhibirse, se deberán extremar los cuidados para minimizar los daños. A los libros que se abren en exposición, se les debería pasar las páginas semanalmente para que no se esponga constantemente una sola página. Los facsímiles fotocopiados y fotográficos de muchos objetos pueden usarse tanto para la exhibición como para la investigación.

Los proyectores de luz nunca deberían dirigirse directamente a un objeto. La iluminación baja e indirecta es menos agresiva con el objeto y, por otra parte, requiere menos ajustes del ojo cuando se pasa de áreas de luz intensa a otras de relativa oscuridad, lo que permite el uso de lámparas con un voltaje menor en todos los espacios de exhibición. Una disminución gradual de los niveles de luz a través de una serie de salones, acostumbrará a los ojos de los visitantes a niveles lumínicos de exhibición inferiores. Puede recurrirse a la colocación estratégica de rótulos que expliquen la razón de los bajos niveles de luz para educar a los visitantes.

RESUMEN

Toda luz contribuye al deterioro de las colecciones de bibliotecas y archivos proporcionando el combustible que alimenta en el papel las reacciones químicas destructivas. La luz también daña las encuadernaciones, las emulsiones fotográficas y otros aglutinantes, incluyendo las tintas, tintes y pigmentos usados en muchos objetos de bibliotecas y archivos. Las instituciones deberían seguir los lineamientos ofrecidos en los párrafos precedentes para medir los niveles de luz y controlar la exposición a la misma. Todas las fuentes de luz ultravioleta que afectan las colecciones deberían filtrarse, y se ejercerá el más severo control sobre las colecciones que se expongan a la luz visible.

NOTAS

1. William P. Lull, con la asistencia de Paul N. Banks, *Conservation Environment Guidelines for Libraries and Archives* (Albany : New York State Library Division of Library Development, 1990), pp. 35-38.
2. Catherine Nicholson, "What Exhibits Can Do to Your Collection," *Restaurator* 13 (1992): 103
3. Nicholson, p. 103
4. Tomado de: "Using a Camera to Measure Light Levels," CCI Note No. 2/5, Ottawa : Canadian Conservation Institute, 1992.
5. Lull, p. 12.
6. Lull, p. 48.
7. *Abbey Newsletter*, 16.7-8 (December 1992) : 114.

PROVEEDORES

Esta lista no es exhaustiva ni constituye un aval a los proveedores en ella incluidos. Sugerimos obtener información de varios proveedores de manera de comparar los costos y evaluar la gama completa de productos disponibles.*

Canadian Conservation Institute (CCI)
1030 Innes Road
Ottawa, Ontario K1A 0C8 CANADA
(613) 998-3721
FAX (613) 998-4721

Reglas de cálculo de daño causado por la luz, notas de CCI y boletines técnicos

Cole-Parmer
7425 North Oak Park Ave.
Niles, IL 60714-9930
(800) 323-4340

Luxómetros - regulares

Gaylord Bros
Box 4901
Syracuse, NY 13221-4901
(800) 448-6160
FAX (800) 272-3412

Filtros de UV

Light Impressions
439 Monroe Avenue, P.O. Box 940
Rochester, NY 14603
(716) 271-8960; (800) 828-6216
FAX (800) 828-553

Filtros de UV

Rohm and Haas
Independence Mall West
Philadelphia, PA 19105
(215) 592-3000
FAX (215) 592-3377

Filtros de UV de Plexiglás

Solar-Screen Co.
53-11 105th St.
Corona, NY 11368
(718) 592-8222
FAX (718) 271-0891

Productos que filtran UV

TALAS
213 West 35th St.
New York, NY 10001-1996
(212) 736-7744
FAX (212) 465-8722

Normas Blue Wool

Thermoplastic Processes, Inc.
1268 Valley Rd.
Stirling, NJ 07980
(908) 647-1000
FAX (800) 874-3291

Tubos que filtran UV marca Arm-a-Lite (plástico duro)

University Products
517 Main St.; P.O. Box 101
Holyoke, MA 01041
(800) 762-1165; (800) 628-1912
FAX (800) 532-9281

Filtros de UV, luxómetros -
regulares y de UV

* N.T.: Esta lista corresponde a 1994; es posible que
algunos proveedores ya no existan.

OTRAS LECTURAS SUGERIDAS

Anson, Gordon, "The Light Solution." *Museum News* (September/October 1993) : 27

Canadian Conservation Institute. *A Light Damage Slide Rule*. CCI Note no. 2/6. Ottawa : Canadian Conservation Institute, December 1988, 10 pp.

Canadian Conservation Institute. *Ultraviolet Filters for Fluorescent Lamps*. CCI Note No. 2/1. Ottawa : Canadian Conservation Institute, June 1983, 1 p.

Canadian Conservation Institute. *Using a Camera to Measure Light Levels*. CCI Note No. 2/5. Ottawa : Canadian Conservation Institute, 1992, 1 p.

Feller, Robert L. *The Deteriorating Effect of Light on Museum Objects*. Museum News Technical Supplement no. 3 Washington, DC : American Association of Museums, June 1964, 8 pp.

Lafontaine, Raymond H. and Patricia Wood. *Fluorescent Lamps*. CCI Technical Bulletin No. 7. Ottawa : Canadian Conservation Institute, January 1982, 12 pp.

Lull, William P. "Selecting Fluorescent Lamps for UV Output," *Abbey Newsletter* 16.4 (August 1992) : 54-55

Lull, William P, with the assistance of Paul N. Banks. *Conservation Environment Guidelines for Libraries and Archives*. Albany : New York State Library Division of Library Development, 1990, 84 pp.

Macleod, K.J. *Museum Lighting*, CCI Technical Bulletin no. 2. Ottawa : Canada Conservation Institute, May 1978, 14 pp.

Nicholson, Catherine. "What Exhibits Can Do to Your Collection." *Restaurator* 13 (1992) : 95-113.

Thomson, Garry. *The Museum Environment*. 2nd edition. London and Boston : Butter-

worth in association with The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1986, 308 pp.

Weiss, Susan E. "Proper Exhibition Lighting: Protecting Collections from Damage." *Technology and Conservation* (Spring 1977) : 20-25.

BLP: 6/94

2.5 LA PROTECCIÓN DE LIBROS Y PAPELES DURANTE SU EXHIBICIÓN

Las exhibiciones son educativas y placenteras. Exhibir obras de arte, especialmente las únicas, las raras y maravillosas, es una función importante de las numerosas instituciones que albergan colecciones. Es la principal misión de la mayoría de los museos. Muchas bibliotecas y archivos también exhiben obras, si bien a una menor escala que los museos. Aunque la exhibición puede complicar o incluso comprometer esfuerzos por preservar un objeto o colección, se pueden tomar medidas para minimizar el riesgo o daño.

Una estrategia especialmente efectiva es copiar el original y mostrar la copia. Esto permite proteger el original en el depósito. La exhibición de las copias se hace cada vez más común, especialmente en el caso de fotografías y documentos. Las copadoras láser a color hacen documentos facsímiles que son casi imposible de distinguir de los originales, y los proveedores que ofrecen servicios de copiado son cada vez más comunes. Las fotografías pueden copiarse de diversas maneras. Existe incluso una nueva tecnología digital que copia una fotografía y permite que todas las imperfecciones y evidencias de daño físico no aparezcan en la copia.

Si se exhiben los originales, deben protegerse de la luz y de la manipulación del público. Los marcos o las vitrinas cerradas son esenciales, al igual que el control de los niveles de luz, la duración limitada de la exposición y el uso de filtros para los rayos ultravioletas. El control de la temperatura, la humedad relativa y la contaminación atmosférica es también importante. La mejor protección contra los contaminantes es el uso de materiales con calidad de preservación en la construcción de las vitrinas o de los marcos. Las vitrinas y los marcos de por sí protegen a los objetos de los contaminantes en el aire de la sala. La mejor manera de controlar la temperatura y la HR dentro de estos

protectores es proporcionar un ambiente estable en toda la sala.

OBJETOS SOBRE PAPEL CINCO REGLAS SIMPLES PARA SU EXHIBICIÓN

1. Usar copias siempre que sea posible
2. No mostrar en forma permanente un objeto valioso.
3. Mantener los niveles de luz tan bajos como sea posible. No colocar lámparas dentro de las vitrinas.
4. Minimizar la exposición a la luz ultravioleta con filtros apropiados.
5. Asegurarse de que las vitrinas y marcos estén cerrados, sellados y elaborados en materiales que no perjudiquen los objetos exhibidos.

LUZ

La luz es uno de los problemas más serios para los objetos en exhibición. Es un peligro para todo tipo de papel y para la mayoría de los aglutinantes y materiales de cubiertas de libros. La luz provoca el palidecimiento de ciertos pigmentos, tintas y tintes, y puede decolorar el papel. El daño causado por la luz va más allá de la alteración visual. Ella ataca la estructura química y física de materiales orgánicos tales como el papel y el cuero, causando un serio debilitamiento y friabilidad en los mismos. La luz también afecta las emulsiones fotográficas.

Es importante destacar que *toda* luz es dañina. A mayores niveles de luz mayor es el potencial de peligro. Las fuentes ricas en radiación ultravioleta (UV) son especialmente riesgosas. Debido a que el daño causado por la luz es acumulativo, aun los bajos niveles pueden degradar el papel, especialmente si se le expone por largos períodos. Recuerde que el daño de la luz es una función tanto de la intensidad como de la duración de la exposición. Dado que la luz atenuada y hasta filtrada es potencialmente perjudicial, los conservadores recomiendan que ningún objeto valioso, sea libro o esté

elaborado en papel, se exhiba permanentemente.

Luz natural (luz del día)

La exposición a la luz natural debe evitarse debido a su intensidad y al alto contenido de rayos UV. En condiciones ideales, las obras deberían exhibirse en una sala interior sin ventanas. Si hay ventanas, la luz puede controlarse con persianas o cortinas. Los filtros ultravioletas deberían instalarse, pero no constituyen un sustituto de un recubrimiento para las ventanas. Los filtros de UV reducen la exposición a la mayoría de los componentes dañinos de la luz, pero, a no ser que se usen filtros de color, la intensidad de la luz no sufre alteración.

Los filtros UV se encuentran disponibles en hojas de plástico o como láminas rígidas. Las hojas, usualmente película de acetato, pueden cortarse con tijeras y aplicarse directamente sobre las ventanas o vitrinas. Esto es menos costoso que las láminas gruesas, pero es menos atractivo. Algunas instituciones informan que con el tiempo la película puede llegar a ser difícil de remover del vidrio. Sin embargo, la película es preferible a los barnices que filtran los rayos UV, los cuales son difíciles de aplicar y se deterioran rápidamente. Hasta la fecha no se sabe por cuánto tiempo la película y las fundas que sirven de filtro bloquean efectivamente la luz UV. Los experimentos individuales han sugerido que estos productos tienen una vida útil limitada. La única manera de determinar si la película o las fundas aún funcionan es mediante el registro del nivel de luz ultravioleta que ingresa con un medidor de UV. Dado que estos medidores son muy costosos, las instituciones pequeñas podrían intentar solicitarlos en préstamo temporal de alguna institución de más envergadura.

Las pantallas que filtran la luz ultravioleta se encuentran en el mercado como láminas de acrílico o como vidrios. Las láminas con capacidad de filtro-UV preferidas por los museos durante los últimos treinta años,

son de acrílico UF-3 Plexiglas®, elaboradas por Rohm and Haas. En ese tiempo, otras compañías han introducido acrílicos o vidrios con filtro-UV. Al escoger un acrílico o un vidrio, verifique la información del producto para asegurarse de que éste posea una alta capacidad como filtro-UV (más del 90%). No todos los acrílicos filtran la luz UV y algunos, como el Lexan, son simplemente resistentes a la radiación, es decir que filtran un porcentaje comparativamente pequeño de la radiación UV presente en la luz solar.¹

Las láminas que filtran la luz UV pueden colocarse en lugar de vidrios en las ventanas. Si los paneles acrílicos han de usarse de esta manera, verifique que no se estén violando las regulaciones locales contra incendios. Láminas filtrantes también pueden usarse como segunda capa en las ventanas existentes. Si se montan en la parte interna de las ventanas a la manera de las ventanas contra tormentas, las láminas proporcionan un control térmico al mismo tiempo que actúan como filtros de luz. Si el presupuesto no permite este tipo de instalaciones, resulta efectivo utilizar ganchos para colgar las láminas en la parte interna, siempre que los paneles sean de tamaño mayor al vidrio de la ventana, de modo que toda la luz tenga que atravesarlos. Las láminas de plástico matizado que filtran los rayos UV están disponibles en el mercado y también pueden usarse para disminuir la intensidad de la luz.

El uso de la pintura de dióxido de titanio sobre las paredes y techo ayuda a reducir la luz UV en una sala. Esta pintura blanca absorbe cierta radiación UV. Sin embargo, el uso de lámparas fluorescentes de baja emisión de UV o de filtros para este tipo de radiación seguirá siendo una necesidad.

Luz artificial

Aunque la luz del día es la fuente más rica de radiación UV, algunas fuentes de luz artificial también emiten estos rayos perjudiciales. La luz artificial en áreas de exhibición debería ser de un tipo que no emita UV, o debería adecuarse con filtros. La iluminación debe mantenerse tan baja como

sea posible, utilizándose atenuadores si fuera necesario (ver más adelante). Las luces deberían mantenerse apagadas cuando los visitantes no se encuentren en la sala. Algunas instituciones cubren las vitrinas que contienen objetos valiosos o sensibles a la luz.

Iluminación fluorescente. Constituye la principal fuente de UV entre las luces artificiales. Existen numerosas marcas de lámparas fluorescentes que varían enormemente en la cantidad de UV que producen (0,5% al 12%). Es posible comprar lámparas con una salida de radiación UV muy baja; se recomiendan aquéllas con menos del 2%.² Para mayor seguridad, debería comprarse fundas de plástico que filtran los rayos UV para todos los tubos fluorescentes, aun para aquellos con baja producción de UV. Asegúrese de adquirir fundas que se ajusten a sus tubos y se extiendan hasta sus extremos, donde se emite la mayor cantidad de rayos UV.

Lámparas incandescentes (tungsteno). Emiten poca radiación UV (menos del 4%) y por lo tanto son preferibles a las luces fluorescentes para las exhibiciones. El bombillo corriente para viviendas es un ejemplo de lámpara de tungsteno. Sin embargo, estas luces producen calor por lo que deberían colocarse lejos de los objetos. Ninguna lámpara, cualquiera sea su tipo, debería colocarse dentro de las vitrinas.

Recuerde siempre mantener los niveles de luz tan bajos como sea posible. Si la iluminación es difusa en lugar de directa, los objetos se expondrán menos a la luz. Si es necesaria cierta iluminación directa, ésta debería mantenerse a un nivel mínimo. No es necesario agredir una colección con una iluminación de reflector brillante para crear un interés visual. Las fuentes de emisión de tungsteno pueden y deben equiparse con atenuadores.

Las lámparas de tungsteno-halógeno (también conocidas como cuarzo-yodo) son las favoritas en la comunidad museística. Pero como éstas producen cantidades significativas de UV, deberían equiparse con filtros UV elaborados para este tipo de lámpara.

¿Cuánta luz se permite?

Toda luz es potencialmente perjudicial y su daño es acumulativo. Cualquier exposición es por lo tanto nociva, especialmente para el papel, el cual se clasifica como un material muy sensible a la luz. Sin embargo, debido a que las obras de arte y los objetos culturales deben verse, se han elaborado directrices para limitar la exposición. Los materiales muy sensibles deberían limitarse a 50 mil horas lux por año. Las horas lux (h.lx) se determinan multiplicando el nivel de luz numéricamente expresado en lux por las horas en que el objeto se expone a la misma. La luz puede también medirse en bujías-pie o lúmenes. Una bujía-pie (lumen) equivale a unos 11 lux. Si un objeto es iluminado durante 10 horas diarias a 50 lux, el límite de 50 mil h.lx se alcanza en 100 días (50 lux \times 10 horas \times 100 días). A 100 lux, el límite se alcanza en 50 días. La intensidad multiplicada por la duración de exposición es igual al daño potencial. En consecuencia, mayores niveles de luz obligan a un tiempo de exposición más corto.

Debido a que el papel es tan sensible a la luz, los conservadores han acordado que éste no debería exponerse a más de 50 lux, aun por períodos cortos. Los salones iluminados a este nivel parecerán muy apagados, especialmente si se entra a este lugar en un día soleado. Sin embargo, el ojo sí se ajusta. La iluminación difusa junto con el uso inteligente de iluminación dirigida de baja intensidad, en los casos necesarios, proporcionarán una visión adecuada. Una advertencia que explique la razón de estos bajos niveles de iluminación, usualmente tranquiliza al público.

Los niveles de luz se miden con un luxómetro. Cuando se carece de éste, se puede emplear el medidor incorporado de una cámara reflex de lentes únicos. Existen medidores especiales en el mercado para determinar la radiación ultravioleta. Estos registran la proporción de UV en la luz visible, expresándola en microvatios por lumen. Las colecciones en papel nunca deberían exponerse a rayos UV en cantidades

que excedan los 75 microvatios por lumen. Los nuevos medidores de UV son de mayor confiabilidad que los más viejos, pero también muy costosos. A falta de estos instrumentos, se puede asumir con certeza que la luz solar y la mayoría de las fuentes fluorescentes contienen cantidades inaceptables de rayos UV, y por ello requieren filtros.

VITRINAS

Si se fabrican con materiales apropiados y se sellan adecuadamente, las vitrinas y los marcos protegerán los objetos de diversos peligros ambientales, así como del contacto físico con el público. Estos protectores también reducen los efectos de las fluctuaciones diarias de temperatura y humedad relativa, que con el tiempo pueden ser perjudiciales a los objetos en papel. Aunque amortiguan los cambios cotidianos, los marcos y vitrinas *per se* no protegen contra las variaciones a largo plazo (estacionales) de la temperatura y la HR. No es posible sellar herméticamente una vitrina ordinaria de modo que la humedad no entre durante largos períodos de alta humedad. La sílica-gel puede usarse para estabilizar la humedad en vitrinas bien selladas, si esta sustancia se acondiciona a una HR conocida y es controlada con regularidad. Debe calcularse cuidadosamente la cantidad apropiada de sílica-gel para el volumen de la vitrina.³ El control climático de la sala en su conjunto, con aire acondicionado y deshumidificación las 24 horas del día, constituye probablemente la manera más efectiva de proteger una exhibición de los cambios estacionales.

Los materiales usados para elaborar una vitrina deberían escogerse cuidadosamente. Cualquiera de los siguientes materiales pueden emitir sustancias perjudiciales al envejecer: maderas, selladores de maderas incluyendo ciertas pinturas, adhesivos, aislantes y telas de exhibición. Estas sustancias volátiles corrosivas, a menudo de naturaleza ácida, se concentran en las vitrinas selladas. Aunque los daños son más obvios en materiales no fabricados en papel, como son los metales, pueden atacar al papel en

formas sutiles. Algunos conservadores recomiendan que las vitrinas contengan orificios de ventilación para evitar la concentración de las sustancias volátiles. Sin embargo, este tipo de intercambio de aire libre no se recomienda para el papel, debido a la necesidad de protegerlo contra el polvo, los contaminantes externos y las fluctuaciones diarias de temperatura y HR. Se están desarrollando vitrinas de alta tecnología, incluyendo algunas con intercambio controlado de aire filtrado, pero para cuando éstas se encuentren disponibles en el mercado, pueden quedar fuera del alcance financiero de muchas instituciones. Una solución más práctica puede ser el uso de adsorbentes o depurativos como el carbón activado o la alúmina, para remover agentes contaminantes en las vitrinas.

Madera y productos de madera

La madera es la elección corriente para los pisos y estructuras de las vitrinas debido a su disponibilidad en el mercado, a la facilidad para trabajarla y a su atractivo. La madera, sin embargo, emite productos de degradación potencialmente peligrosos, principalmente aldehídos. Estas emisiones se encuentran en diversos grados en toda madera, aun en vitrinas viejas y bien curadas.

Si el presupuesto lo permite, se debe evitar el uso de la madera en los interiores de las vitrinas nuevas. Las estructuras de aluminio anodizado o en acero revestido, adecuadamente fabricadas, se encuentran disponibles en el mercado, aunque a altos precios. Las vitrinas pueden también diseñarse sin piso de madera, con el marco en el exterior de una caja de Plexiglas o vidrio.

Si usa madera en la construcción de vitrinas, escoja un tipo que sea comparativamente bajo en emisiones perjudiciales. En este sentido, las maderas varían enormemente. *Todas* las maderas deberían no sólo sellarse sino cubrirse (ver abajo). En general, las maderas suaves son menos corrosivas que las duras; se recomienda especialmente el álamo y el tilo americano. Una madera dura, la caoba, es también baja en sustancias

volátiles, pero debe usarse la verdadera caoba africana. La madera de roble, frecuentemente encontrada en vitrinas antiguas, es la más ácida y por lo tanto potencialmente la más peligrosa.

La madera contrachapada y otros aglomerados son fuertes y económicos y se usan frecuentemente para la construcción de vitrinas. No obstante, estos materiales pueden incluso ser más problemáticos que la madera sólida debido a que contienen adhesivos potencialmente corrosivos o resinas que contienen formaldehído, que se oxida para formar ácido fórmico y otros compuestos nocivos. Los materiales mixtos tales como la madera contrachapada, la madera comprimida o el cartón de fibra deben escogerse con cuidado. La madera contrachapada para exteriores pegada con adhesivo de fenol-formaldehído es probablemente la menos dañina. El adhesivo de fenol-formaldehído es más estable (produce, por ejemplo, menos gases) que el de úrea-formaldehído, que es más común. Es recomendable la madera contrachapada de álamo, elaborada con un adhesivo exterior de tipo I (fenol-formaldehído).⁴ También son aceptables la madera comprimida que no emita formaldehído, como por ejemplo Medite II® de Medex⁵, y el tablero de madera contrachapada forrada con papel Kraft, Medium Density Overlay (MDO). Según la American Plywood Association - APA - (Asociación Americana de Madera Contrachapada), sus productos se consolidan con resinas de fenol-formaldehído⁶; por ello, algunos asesores recomiendan la madera contrachapada APA.⁷

Lo importante a recordar con cualquier tipo de madera es que no debe estar en contacto directo con la colección. Toda madera, nueva o vieja, debería sellarse y cubrirse con sustancias que creen barreras apropiadas (ver abajo). Esta protección es especialmente importante para los compuestos de madera y para las vitrinas elaboradas en roble.

Selladores

Aunque no existe un producto que selle completamente la madera, un sellador apropiado, ya sea como pintura o revestimiento claro, reducirá substancialmente las emisiones. Aquí también debe hacerse una cuidadosa selección, dado que los selladores mismos pueden emitir sustancias volátiles problemáticas.

Para las pinturas, los conservadores recomiendan esmaltes secados al aire y mezclas de resinas epoxídicas de dos componentes, aunque estas últimas tienen que prepararse adecuadamente. Las pinturas a base de aceite pueden ser perjudiciales, mientras que las de látex son porosas y no proporcionan una barrera adecuada.

El revestimiento de más clara elección es el poliuretano a base de agua. No use el poliuretano más común a base de aceite. Sin embargo, no todos los poliuretanos a base de agua son seguros. Además, las fórmulas cambian, por lo que es mejor verificar con un profesional de la preservación cuál es el poliuretano que se recomienda actualmente. También se pueden comprobar los productos. Una simple prueba que no requiera equipos especiales se encuentra descrita en "Muebles de almacenamiento : breve revisión de las opciones actuales". [*Conservaplan* No. 7, fascículo 4].

Si se emplea un poliuretano a base de agua se debe esperar por lo menos tres semanas después de la aplicación para que se airee. Deben tomarse asimismo las precauciones de seguridad apropiadas durante su aplicación y secado.

Materiales de barrera

Debido a que es imposible sellar la madera completamente, es importante tomar la precaución adicional de cubrir las superficies de madera dentro de la vitrina con un material de barrera. La barrera más impermeable, y por tanto la más efectiva, es una película laminada de plástico y metal como la *Marvelseal 360*®, un laminado de papel de aluminio, polietileno y polipropileno sin

adhesivos.⁸ Otros revestimientos menos costosos son la película de poliéster (ej. *Mylar*®), el cartón de trapo 100% de 4 pliegos, y las hojas de espuma de polietileno (ej. *Ethafoam*® o *Volara*®). Todos ellos son químicamente estables y no producen emisiones nocivas. Son menos permeables que la tela, la cual en si no es un revestimiento aceptable. La barrera debería cubrir toda la madera del interior de la vitrina y puede pegarse por los lados con cinta adhesiva de doble faz *Scotch* No. 415 3-M®. Por su parte, *Marvelseal*® es sensible al calor y puede plancharse sobre la mayoría de las superficies de madera.

Los materiales antes descritos son barreras pasivas. El concepto relativamente nuevo de materiales depurativos que reaccionan químicamente con los gases contaminantes ha conducido al desarrollo de un nuevo producto llamado *MicroChamber*®. Este cartón para uso de archivo contiene carbón activado y otros tamices moleculares que atrapan los contaminantes, eliminándolos del aire que circunda los objetos. Teóricamente, los depuradores podrían agotar su efectividad después de pocos años. Sin embargo, tales productos tienen la posibilidad de ser exitosos y pueden someterse a observación.

Telas, aislantes y adhesivos en vitrinas

Los revestimientos de tela y otros componentes de la construcción de vitrinas deberían también escogerse con cuidado. Dado que la lana y la seda son acídicos, no se recomienda su uso. El algodón no teñido, el lino, el poliéster o las mezclas de algodón y poliéster son aceptables. Todos los tejidos deberían lavarse antes de ser usados, a objeto de remover los aprestos potencialmente nocivos. También pueden adquirirse a proveedores que garanticen materiales sin tratamientos. Si es absolutamente necesario usar un tejido teñido, y si al lavarlo el agua se colorea, enjuague hasta que el tinte deje de salir. Como precaución adicional no permita que ningún objeto entre en contacto directo con la tela.

Si las instrucciones del conservador se respetan y se limita el tiempo de exhibición, un objeto no estará en una vitrina de exposición por más de unas pocas semanas. ¿Es esencial, entonces, que todos los componentes de la vitrina estén exentos de emisiones? ¿Cuánto es permisible? Hasta que conozcamos las respuestas a estas interrogantes, es mejor irse por lo seguro y usar materiales de estabilidad comprobada, aun en lo referente a componentes menores de las vitrinas, como aislantes y adhesivos. Para los aislantes, debería usarse fieltro acrílico o teflón en lugar del caucho. Los mejores adhesivos para la construcción de vitrinas son los pegamentos acrílicos o las colas fundidas al calor, más que las colas de proteína, de nitrato de celulosa o cintas autoadhesivas.

COLOCACIÓN DENTRO DE LAS VITRINAS

Si la vitrina está bien sellada, los objetos colocados en su interior no necesitan protegerse con vidrios o cubrirse con otro material. Si no están provistos de monturas, se recomienda que los objetos en papel sean colocados sobre láminas de cartón de trapo, película de poliéster u otro material de archivo, cortado a su tamaño o un poco más grande. Esto no sólo añade otra barrera entre el objeto y el piso de la vitrina, sino que proporciona un soporte cuando el objeto se retira.

Los libros y las hojas sueltas deberían exhibirse en forma horizontal o con una suave inclinación. Es de especial importancia que los libros abiertos no se apoyen verticalmente. Cuando se adquieran vitrinas para libros y obras en papel, especifique que sean del tipo que permita la exhibición horizontal de estas obras.

Aunque un libro puede dañarse permanentemente por mostrarse abierto en posición vertical, las hojas sueltas pueden exhibirse verticalmente si fuera absolutamente necesario, pero sólo si disponen de un buen soporte. Las hojas sueltas pueden sujetarse con pestañas a soportes de cartón de trapo, o pueden unirse a este cartón con

esquineros. Estos últimos deben hacerse a la medida; los esquineros plásticos de fotografías disponibles comercialmente no son lo suficientemente grandes para sostener la mayoría de las hojas.

Los objetos que se exhiben verticalmente también pueden encapsularse con una película de poliéster. Una vez encapsulado, un objeto recibe protección permanente. Sin embargo, investigaciones realizadas en Library of Congress, demuestran que el papel ácido se deteriora más rápidamente dentro de un sistema cerrado, como en el caso de un sobre de poliéster. Es importante, en consecuencia, hacer que los materiales sean profesionalmente desacidificados, o por lo menos lavados antes de la encapsulación. Si esto no es posible, puede insertarse una hoja alcalina detrás del objeto y dentro de la encapsulación.

Un problema potencial que presenta la encapsulación es el deslizamiento de la página. Si un objeto grande o pesado se encapsula en un sobre de poliéster con un sellador de cinta doble faz y se coloca verticalmente, existe el peligro real de que la hoja se deslice con el tiempo y quede pegada a la cinta. Los objetos encapsulados deben observarse y ser reencapsulados si comienzan a deslizarse.

Otro problema relacionado con la exhibición vertical es el de encontrar una manera segura y atractiva de fijar los objetos a la pared de la vitrina. Los materiales corrosivos deben evitarse. Pueden usarse pinzas poco visibles, como por ejemplo sujetadores de plástico transparente en las esquinas de la encapsulación. También pueden colocarse sobre un soporte de cartón de trapo si éstos se cortan levemente más grandes que el objeto (los sujetadores nunca deben penetrar el objeto). Algunas instituciones usan adhesivos fundidos al calor para sujetar las monturas de cartón de trapo a la superficie de las vitrinas. Estos adhesivos funcionan bien como sujetadores y pueden usarse en pequeñas cantidades. Sin embargo, al igual que otros materiales, deben escogerse con cuidado y nunca aplicarse directamente al objeto. Las investigaciones del Canadian

Conservation Institute indican que los adhesivos fundidos a base de acetato de vinil etileno, bien sean transparentes o blancuzcos, son los menos problemáticos, como por ejemplo el Thermo Grip Hot Melt Glue GS-14®⁹ de Black and Decker.

Los libros y folletos tienen sus propios requerimientos especiales de exhibición. Si se muestra un volumen en posición abierta, éste debería tener un soporte para que la encuadernación no se tense. Un libro nunca debería estar completamente abierto (a un ángulo de 180°). Ábralo sólo al grado que lo permita holgadamente su encuadernación. En condiciones ideales, las cunas deberían hacerse a la medida para que se adapten al volumen específico en su posición de exhibición. Como alternativa, pueden usarse las cunas acrílicas de elaboración comercial, disponibles en diversos tamaños y ángulos, a través de proveedores de artículos de conservación. Las cunas siempre deberían ser lo suficientemente grandes como para sostener el libro completo. Si las páginas no se mantienen abiertas naturalmente, puede colocarse una cinta de película de poliéster que sujete cada lado del libro abierto. Estas cintas pueden sujetarse con un adhesivo de doble faz.

Los libros con soportes deberían mostrarse en forma horizontal o sólo a un ángulo suave de inclinación. El texto puede ser protegido de una larga exposición a la luz, cambiándose las páginas cada dos días. Si la página donde se encuentra el título debe mostrarse por un largo período, ésta puede copiarse y mostrarse la copia. Incluso pasando las páginas, los lapsos de exhibición deberían ser limitados. Mantener un libro abierto por mucho tiempo puede dañar su estructura.

Un volumen sufre menos presión si se exhibe cerrado. Debe recordarse que, al igual que el papel, las cubiertas de tela y cuero sufren los daños causados por la luz. Incluso con volúmenes cerrados, la exhibición debe ser de duración limitada y con bajos niveles de luz.

ENMARCADO

El enmarcado apropiado constituye un factor importante de considerar en la exhibición. Debe recalarse que los materiales estables, así como los ambientes sellados, son esenciales para los objetos en papel. Cubrirlos con un vidrio es un deber. Las vitrinas deben ser capaces de filtrar los rayos ultravioletas si la sala tiene fuentes de radiación UV (ventanas o luces fluorescentes). Resulta necesario advertir que los acrílicos no siempre son apropiados para usarse en los enmarcados, dado que estos plásticos poseen una carga estática que puede desmoronar pasteles y otros medios friables. Si por tal razón tiene que evitarse el uso de láminas acrílicas, puede usarse un vidrio con filtro.

Es también importante que los materiales y soportes utilizados en el enmarcado sean aceptables en términos de conservación. Los conservadores recomiendan el uso de soportes de pH neutro o levemente alcalino (amortiguados), y que los objetos se adhieran con bisagras. Estas bisagras deben ser de un papel resistente de buena calidad, como el papel japonés *kozo*.

Las emisiones propias de los marcos de madera pueden causar daños a los bordes de los objetos de papel. Frecuentemente puede observarse bordes “quemados” en viejos grabados u otros objetos que estuvieron en contacto o cerca de un marco de madera. Los daños visibles no parecen presentarse si el objeto está a 2,5 cm o más de la madera y si se monta en un cartón levemente alcalino. Estos cartones parecen absorber y neutralizar las emisiones ácidas. Si por razones históricas es necesario mantener un objeto en su marco original y éste se extiende hasta la madera, selle esta última y revístala con cintas de poliéster o cartón de trapo. El Marvelseal® (ver arriba) puede fijarse sobre la ranura del marco con una plancha pequeña para laminar. Si el valor del marco como objeto permite alteraciones, la ranura puede agrandarse levemente con un contorneador. Si se hace esto, el interior del marco debería sellarse y revestirse.

Los objetos enmarcados deben protegerse con capas de respaldo no ácidas que sean lo suficientemente gruesas para servir de protección. Para mayor seguridad, debería insertarse una barrera a la humedad entre las capas de respaldo. El soporte del marco debería estar bien sellado. Asegúrese de colgar el marco en un lugar seguro, evite áreas húmedas. Las paredes no aisladas que dan al exterior del recinto pueden constituir un problema en invierno o durante períodos de alta humedad. Si es necesario colgar en una pared externa, además del marco bien sellado debería preverse una barrera contra la humedad en las capas de respaldo. Asimismo, debería haber una circulación de aire entre el respaldo del marco y la pared. Los marcos pueden separarse levemente de la pared con pequeños amortiguadores de caucho o con tachuelas colocadas en el reverso del marco de madera.

EXHIBICIÓN SIN VITRINAS O MARCOS

Es posible que algunas instituciones carezcan de los recursos para comprar vitrinas o elaborar marcos, o que los objetos puedan no justificar tales gastos. Los objetos pudieran ser obras de gran formato, como carteles o mapas, que no se ajusten a las vitrinas disponibles y que serían muy costosos de enmarcar. Si no hay otra solución y los objetos no son de gran valor, pueden encapsularse y montarse en las paredes temporalmente. Es preciso advertir que con este tipo de exposición se crea un riesgo mayor, tanto de daño como de robo, y el objeto es más vulnerable a las condiciones ambientales adversas. Los objetos encapsulados deberían fijarse de forma segura a la pared o montarse en un cartón de archivo que se sujete firmemente. Si la encapsulación se sella con una cinta doble faz, el objeto debería observarse y desmontarse si en la parte inferior aparecen signos de desplazamiento de la obra. Si el objeto no ha sido desacidificado o encapsulado con un papel alcalino en su reverso, debería sacarse del sobre inmediatamente después de la exhibición.

NORMAS DE EXHIBICIÓN

La National Information Standards Organization (NISO) ha formado un comité para que se encargue de la formulación de normas para la exhibición de colecciones de bibliotecas y archivos. El comité está considerando actualmente diversos criterios, tales como máxima exposición a la luz permisible, la humedad relativa, la temperatura y los contaminantes. También estudia los materiales para la construcción de vitrinas. Para mayor información, contacte a NISO Committee MM, Cathy Henderson, Presidente HRHRC, P.O. Drawer 7219, Universidad de Texas en Austin, Texas 78713. Una actualización del trabajo del comité apareció en el *SAA Preservation Section Newsletter*¹⁰, a finales de 1993.

INVOLUCRE A LOS CONSERVADORES

La exhibición puede constituir un riesgo para las obras en papel y los libros. Hasta en las exposiciones más modestas existen consideraciones de preservación que deben tomarse en cuenta. Sin embargo, con demasiada frecuencia estas consideraciones se pasan por alto a favor de las metas del diseñador de la exhibición. Es muy importante que se consulte a un experto en preservación durante las *primeras etapas de la planificación* de una exposición y que los consejos de este experto sean escuchados. Esta participación puede evitar costosos errores y posibles daños a la colección.

La relación continua con el profesional de la conservación se ha convertido en una necesidad. El campo del cuidado de las colecciones cambia rápidamente. Actualmente, se lleva a cabo en varios sitios una investigación científica que nos conduce a nuevos datos sobre materiales y mecanismos de deterioro. Nuevos productos se introducen al mercado y las fórmulas están cambiando. La información proporcionada en fascículos como el presente podría devenir obsoleta en poco tiempo. Debido a que el profesional de la conservación está mejor capacitado para mantener el ritmo de los

cambios, una relación continua con él es esencial para garantizar el cuidado responsable de las colecciones.

NOTAS

1. Leslie Paisley, "Glazing Materials" (Williamstown, MA : Williamstown Regional Art Conservation Laboratory, 1993) Disponible en WRACL, 225 South St., Williamstown, MA 01267.
2. William P. Lull, "Selecting Fluorescent Lamps for UV Output," *Abbey Newsletter* 16.4 (August 1992) : 54-55
3. Barbara Appelbaum, *Guide to Environmental Protection of Collections* (Madison, CT : Sound View Press, 1991), pp 43-47.
4. Pamela Hatchfield, "Choosing Materials for Museum Storage" in *Storage of Natural History Collections : Basic Concepts*, Carolyn L. Rose and Catharine A. Hawks, eds. (Pittsburgh, PA : Society for the Preservation of Natural History Collections, 1994). También a través de la comunicación personal con Hatchfield.
5. Robert Herskovitz, Minnesota Historical Society. Comunicación personal.
6. John A. Emery, *Formaldehyde Release from APA Trademarked Structural Panels* (Tacoma, WA : American Plywood Association, 1989).
7. William P. Lull, carta a Karen Motylewski, 18 de Septiembre de 1989.
8. John Burke, "Vapor Barrier Films," *WAAC Newsletter* 14.2 (May 1992).
9. R. Scott Williams, Canadian Conservation Center. Comunicación Personal. Herskovitz, op. cit.
10. Cathy Henderson, "Update on NISO's Standard on Environmental Conditions for Exhibits," *SAA Preservation Section Newsletter* 9.3 (Fall 1993) : 5-6

OTRAS LECTURAS SUGERIDAS

Craddock, Anne Brooke. "Construction Materials for Storage and Exhibition." *Conservation Concerns : A Guide for Collectors and Curators*. K. Bachmann, de. Washington : Smithsonian Institution, 1992, pp. 23-28.

Hatchfield, Pamela, and Jane Carpenter. *Formaldehyde : How Great is the Danger to Museum Collections?* Cambridge, MA : Center for Conservation and Technical Studies, Harvard University Art Museums, 1987, 44 pp.

Lull, William P., with the assistance of Paul N. Banks. *Conservation Environmental Guidelines for Libraries and Archives*. Albany, NY : New York State Library Division of Library Development, 1990, 87 pp.

Lull, William P., and Linda Merk. "Preservation Aspects of Display Lighting." *Electrical Consultant* (November-December 1980) : 8,9,12,14,20,39.

Nicholson, Catherine. "What Exhibits Can Do to Your Collection." *Restaurator* 13.3 (1993) : 95-113

Rhodes, Barbara. *Hold Everything!* New York, NY : Metropolitan Reference and Research Library Agency, 1990, 63 pp.

Smith, Merrily. *Matting and Hinging Works of Art on Paper*. Washington, DC : Library of Congress, 1981, 32 pp.

Thompson, Garry. *The Museum Environment*. Boston, MA : Butterworth, 1978, rev. 1986, 293 pp.

PROVEEDORES

Esta lista no es exhaustiva ni constituye un aval a los proveedores en ella incluidos. Sugerimos obtener información de varios proveedores de manera de comparar los costos y evaluar la gama completa de productos disponibles.*

Cole-Parmer
7425 North Oak Park Ave.
Niles, IL 60714-9930
(800) 323-4340

Luxómetros - regulares

Conservation Materials, Ltd.
1275 Kleppy Lane, No. 10; P.O. Box 2884
Sparks, NV 89431
(702) 331-0582
FAX (702) 331-0588

Película de Poliéster, cintas doble faz

J. Freeman Co.
65 Tenean St.
Dorchester, MA 02122
(617) 282-1150
FAX (617) 282-7507

Plexiglás[®] UF-3

Gaylord Bros.
Box 4901
Syracuse, NY 13221-4901
(800) 448-6160 (800) 428-3631
FAX (800) 272-3412

Cunas para libros, cartón para archivo

Light Impressions
439 Monroe Avenue; P.O. Box 940
Rochester, NY 14603

(800) 828-6216; (716) 272-8960
FAX (800) 828-5539

Películas de Poliéster, cartón para archivo

Rohm and Haas
100 Independence Mall West
Philadelphia, PA 19106-2399
(215) 592-3000
FAX (215) 592-3377

Plexiglás[®] UF-3

Solar-Screen Co.
53-11 105th St.
Corona, NY 11368
(718) 592-8222
FAX (718) 271-0891

Productos que filtran UV

Testfabrics, Inc.
220 Blackford Ave.; P.O.Box 420
Middlesex, NJ 08846
(908) 469-6446
FAX (908) 469-1147

Tela para vitrinas

University Products
517 Main St.; P.O. Box 101
Holyoke, MA 01041
(800) 762-1165; (800)628-1912
(800) 532-9281

Luxómetros - regulares y de UV, cartón de archivo; barreras de vapor; cunas para libros

MTG: 6/94

* N.T.: Esta lista corresponde a 1994; es posible que algunos proveedores ya no existan.