



CP-0921

NORMAS DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA PARA LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL DE CONDICIONES AMBIENTALES EN MUSEOS, BIBLIOTECAS, ARCHIVOS, MONUMENTOS Y EDIFICIOS HISTÓRICOS.

La implantación de sistemas de control climático o la utilización de aparatos de control parcial como humidificadores, deshumidificadores, calefacción, refrigeración, ventilación forzada, etc., debe estudiarse específicamente, compatibilizando en todo caso los criterios de comodidad para las personas con los requerimientos de conservación de las colecciones.

1. Sistemas de control de las condiciones ambientales

Cuando se plantea el control de las condiciones ambientales, como concepto más amplio referido a los parámetros del medio, en el interior de un edificio, generalmente la primera iniciativa es la de recurrir a aparatos o instalaciones de climatización. Sin embargo, la adopción de medidas de control de las condiciones ambientales debe contemplar en primer lugar las deficiencias de aislamiento térmico y estanqueidad frente a la humedad de los cerramientos, puertas y ventanas del edificio. Después de tratar adecuadamente estos aspectos, denominados de control pasivo, se analizarían las necesidades de control activo mediante aparatos o instalaciones que permitan estabilizar las condiciones en los niveles requeridos.

Como criterios previos en la aplicación de métodos de control pasivo y activo, se pueden considerar los siguientes:

- 1) Es necesario estudiar en todos los casos los métodos de control pasivo más adecuados y de factible aplicación.**
- 2) Sólo cuando los métodos de control pasivo no son suficientes para estabilizar las condiciones en los niveles requeridos hay que recurrir a la instalación de aparatos o sistemas de control activo.**



3) De forma general, la utilización de aparatos o sistemas de control activo es imprescindible para salas de exposiciones temporales pero no siempre es necesaria en condiciones de exposición permanente o almacenamiento de obras de arte en museos, bibliotecas, archivos, etc.

4) El coste de mantenimiento de los equipos debe ser evaluado previamente para analizar la viabilidad de su implantación.

Los recursos técnicos a aplicar para la estabilización de las condiciones ambientales en los niveles requeridos para la conservación de las obras de arte, colecciones y objetos pueden ser muy diferentes aunque siempre hay que tener en cuenta que la humedad relativa del aire es el parámetro fundamental. Así, dependiendo de las circunstancias de conservación de las obras de arte (exposición permanente, exposición temporal, almacenamiento, transporte, etc.) y el ámbito en el que se exhiben o almacenan, los recursos a utilizar serán:

- Sistemas de control parcial fijos o portátiles: humidificadores, deshumidificadores, etc. Utilizados para controlar situaciones desfavorables puntuales durante cortos períodos de tiempo, o como equipos de emergencia.
- Sistemas centralizados: Instalaciones fijas como los diferentes sistemas de climatización, ventilación forzada, calefacción, refrigeración, etc., para controlar situaciones habitualmente desfavorables.
- Acondicionamiento de Salas de Exposiciones: requieren sistemas de climatización con amplia capacidad de control para trabajar en muy diferentes condiciones.
- Acondicionamiento de vitrinas o subcontenedores para la estabilización de condiciones ambientales especiales y restringidas a un objeto, un grupo de objetos o una colección con requerimientos muy específicos.

En cuanto a los diferentes sistemas de aire acondicionado habría que tener en cuenta que los más adecuados son los sistemas aire-aire que permiten un control preciso de los diferentes parámetros (especialmente de la humedad relativa) y una respuesta rápida. Por el contrario son desaconsejables los sistemas agua-aire mediante fan-coils ya que no permiten una regulación adecuada, especialmente de la humedad relativa.

2. Requerimientos de funcionamiento

Los criterios fundamentales para el diseño y funcionamiento de un sistema de climatización de un museo se pueden resumir de la siguiente forma:



- Mantenimiento de la humedad relativa del aire de forma precisa y prioritaria respecto a otros parámetros. La humedad es el factor microclimático más importante para la conservación de las obras de arte. Incluso sistemas diseñados únicamente para el control de la temperatura (calefacción, refrigeración) tendrían que incorporar controladores condicionados a los niveles admisibles de humedad. En este caso es necesario valorar la capacidad de acondicionamiento del sistema a adoptar, puesto que un mantenimiento más adecuado de los niveles de humedad pueden condicionar los niveles esperados de comodidad para las personas.

- Mantenimiento de la humedad relativa y temperatura del aire en rangos de variación tolerable por los objetos y colecciones para las fluctuaciones en los ciclos diario y anual, en función de la sensibilidad de los materiales, el tipo de objetos y del estado de conservación de los mismos. Para las fluctuaciones en el ciclo diario, la capacidad de control del sistema debe permitir el mantenimiento de forma estable de la humedad relativa con una oscilación máxima de $\pm 5-10\%HR$. El control de la temperatura debe garantizar una oscilación máxima de $\pm 2-5^{\circ}C$. Para las fluctuaciones estacionales a lo largo del ciclo anual, el sistema debe garantizar un control de la humedad relativa suficiente para que las oscilaciones no superen el 20% dentro del rango 30-70%, y la temperatura no descienda de los $17^{\circ}C$ o supere los $27^{\circ}C$ en las salas de exhibición. Estos valores límite son compatibles con la normativa española y europea sobre condiciones ambientales en los lugares de trabajo. Estas especificaciones pueden ser útiles para el control de las condiciones ambientales en zonas amplias del museo, edificio (salas de exhibición, zonas de depósito, zonas de tránsito), etc., aunque para objetos con materiales especialmente vulnerables o estado de conservación crítico será necesario un control más restrictivo mediante el uso de vitrinas o subcontenedores apropiados.

- Adecuado dimensionamiento para contrarrestar la máxima afluencia de visitantes que permita el museo, y otros factores causantes de perturbaciones como ciertos sistemas de iluminación.

- Apropiado sistema de filtrado de contaminantes del aire. Deberá filtrar los contaminantes sólidos (materia particulada) y gases contaminantes (SO_2 , NO_x , O_3 , etc.) del aire según las siguientes normas:

- Materia particulada: eliminación de partículas de polvo, hollín, etc., con una eficacia de al menos el 80%

- Gases: eliminación del dióxido de azufre (SO_2) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) hasta niveles inferiores a los $10 \mu g/m^3$, y el ozono (O_3) hasta niveles inferiores a $2 \mu g/m^3$.



Son totalmente inadecuados los sistemas de filtrado de precipitación electrostática, ya que producen una ionización de moléculas en el aire, con mayor poder reactivo.

- Control del flujo y difusión del aire, de forma que se regule el número de cambios de aire por hora dentro de las salas (eliminación de contaminantes, ahorro energético, etc.), y su distribución permita la mayor uniformidad posible, evitando una focalización excesiva que pueda causar problemas de conservación en las obras (estrés térmico, desecación, vibraciones, etc.) o incomodidad para las personas (fuerte impulsión, ruido, etc.).

- Control automático de todas las funciones termohigrométricas mediante sensores de temperatura y humedad relativa del aire situados en las diferentes salas, y sensores específicos (temperatura y humedad exterior, presostatos, indicadores de funcionamiento y mantenimiento, etc.) para los diferentes dispositivos.

- Sistema independiente de cualquier otra instalación del resto del edificio, de forma que el control y régimen de funcionamiento sean totalmente autónomos. Utilizando sistemas centralizados, es imprescindible una modulación y un controlador adecuado del sistema. El acondicionamiento de espacios destinados a oficinas, zonas de tránsito, etc., en el mismo edificio pueden mantenerse con un funcionamiento dependiente de la ocupación humana, pero de forma independiente al de las salas y almacenes con obras de arte. De la misma forma, las exigencias de comodidad para las personas en las salas de exposición se pueden anular durante el período en el que no existe ocupación de estos espacios. A modo de ejemplo, en la mayoría de las ocasiones, se puede disminuir en invierno la temperatura, fuera del horario de visita pública, mientras que la disminución sea moderada y progresiva y no altere la humedad relativa. Con ello se pueden reducir de forma importante los costes de mantenimiento.

- Capacidad de funcionamiento continuado, las 24h. del día, con previsiones sobre las situaciones de avería, cortes de electricidad y mantenimiento del sistema.

3. Criterios básicos

1) No siempre es necesario un sistema de control activo (calefacción, refrigeración, humidificación, deshumidificación, ventilación, etc.)

2) Lo primero es mejorar la estanqueidad y aislamiento de los cerramientos



- 3) Antes de modificar las condiciones, conocer los niveles previos y los que se van a conseguir, siendo muy prudentes en la alteración de los parámetros, incluso y especialmente cuando estos parecen muy inadecuados
- 4) Realizar siempre un seguimiento de las condiciones ambientales, incluso cuando se utilizan sistemas de climatización que se suponen fiables
- 5) Valorar el coste de implantación del sistema de control, y especialmente el coste de utilización y mantenimiento
- 6) Si se utilizan sistemas de control activo estos deben automatizarse mediante autocontroladores (higrostatos, termostatos, presostatos, etc.) adecuados que eliminen decisiones subjetivas sobre la utilización del sistema
- 7) No supeditar los requerimientos de conservación a la comodidad de las personas sino hacerlas compatibles
- 8) Cuanto más apartadas sean las condiciones óptimas de las naturales mayor serán las dificultades de control
- 9) Los objetos no tienen horario, y por lo tanto los métodos de control deben ser continuos las 24 horas del día
- 10) Siempre existen recursos como las vitrinas para objetos y condiciones especiales.

4. Referencias básicas

- 1) ASHRAE Handbook 2004: "Museums, Libraries and Archives", Capitulo 20. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA, USA.
- 2) MICHALSKI, S. (2002): "Relative humidity specifications for museums, galleries and archives: specification and control. Building Envelope Council Ottawa Region. Ottawa.
- 3) MICHALSKI, S. (1998): Climate control priorities and solutions for collections in historic buildings. ICCROM, Historic Preservation Forum.
- 4) HERRAEZ, J.A.; RODRIGUEZ LORITE, M.A.(1991): Recomendaciones para el Control de las Condiciones Ambientales en Exposiciones Temporales. Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Ministerio de Cultura. Madrid.



MINISTERIO
DE CULTURA

DIRECCIÓN GENERAL DE
BELLAS ARTES Y BIENES
CULTURALES



- 5) HERRAEZ, J.A.; RODRIGUEZ LORITE, M.A.(1989): Manual para el Uso de Aparatos y Toma de Datos de las Condiciones Ambientales en Museos. Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Ministerio de Cultura. Madrid.
- 6) AN TOMARCHI, C.; DE GUICHEN, G.(1987): Pour une nouvelle Approche des Normes Climatiques dans les Musées, ICOM Committee for Conservation. 8th Triennial Meeting. Sydney 6-11 september.
- 7) THOMSON, G. (1986): The Museum Environment. Butterworths, London.

Madrid, noviembre de 2009.

Sección de Conservación Preventiva

Área de Laboratorios

Sección de Conservación Preventiva, Área de Laboratorios, IPCE
Telef. +34 91 550 44 15 / 67 / 49
Fax +34 91 550 44 44
E-mail conservación.preventiva@mcu.es



C/Greco, 4
28040 Madrid
Telef. +34 91 550 44 00
Fax +34 91 550 44 44
E-mail subdireccion.iphe@mcu.es