

LA CONSERVACION PREVENTIVA EN LOS MUSEOS

Teoría y práctica

MARIA GARCIA MORALES



ORGANISMO
AUTONOMO DE
MUSEOS Y CENTROS



LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN LOS MUSEOS

Teoría y Práctica

María García Morales

OAMC
Organismo Autónomo de Museos y Centros

ISBN:
84-88594-23-2

© María García Morales

Depósito legal:
490/00

Fotografías:
María García Morales

Diseño de portada:
Domingo González Martín

Maquetación:
Juan Caballero Fernández-Palacios

A mi hijo Adrián

Deseo manifestar mi más sincera gratitud a todas las personas que han hecho posible este manual. En primer lugar al Dr. Rafael González Antón, Director del Museo Arqueológico de Tenerife, que me convenció, hace ya años, para que abandonara mis coqueteos con la paleobotánica y me dedicara a la conservación. Museística. También a mis compañeras del Organismo Autónomo de Museos y Centros (OAMC), Mercedes del Arco Aguiar, Candelaria Rosario Adrian y Carmen Dolores Chinaa Brito, que han aplicado en sus museos los métodos de conservación preventiva que expongo en estas páginas, enriqueciéndolos con sus consejos, sugerencias y experiencia.

Quiero así mismo expresar mi gratitud al profesor Antonio Tejera Gaspar, M^a Isabel Herrera y M^a Dolores Meneses que revisaron el manuscrito, mejorándolo con sus comentarios y críticas. Especialmente a esta última que, robándole horas a su ocio, realizó la corrección estilística del texto.

Tampoco quiero dejar de mencionar mi deuda con Juan Lorenzo Hernández Pérez, gerente del Organismo Autónomo, que defendió en todo momento la publicación de este trabajo.

Por último, quiero agradecer a mi familia su cariño y apoyo incondicional durante los muchos meses que me ocupó la elaboración de este manuscrito.

ÍNDICE

PRÓLOGO	5
INTRODUCCIÓN	6
Capítulo I	
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS COLECCIONES MUSEÍSTICAS	7
1. Identificación de los factores que amenazan las colecciones	7
Factores intrínsecos	7
Factores extrínsecos	7
2. Métodos analíticos de la incidencia de los factores extrínsecos en las colecciones	8
Valoración de los riesgos que amenazan las colecciones	9
Valoración de las condiciones óptimas para la conservación	10
Análisis del estado de conservación	11
Valoración museística de las colecciones	13
3. Examen visual	13
4. Un ejemplo de estudio del estado de conservación. Las colecciones de arqueología y etnografía del OAMC	15
Capítulo II	
CONTROL DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN EL MUSEO	22
1. Los agentes ambientales. Descripción de su naturaleza y de cómo afectan a las colecciones	22
La humedad	22
La temperatura	23
La iluminación	23
La contaminación atmosférica	24
Una mala ventilación	26
Las vibraciones	26
2. Instrumentos para evaluar las condiciones ambientales	26
Instrumentos de medición de la humedad relativa	26
Psicrómetros	26
Higrómetros	27
Higrógrafos	28
Termohigrógrafos	29
Sistemas digitales de monitorización	30
Instrumentos de medición de la luz	32
Luxómetros	32
Medidor de radiación ultravioleta	32

Métodos de evaluación de la contaminación atmosférica	33
Métodos de evaluación del nivel de vibraciones	34
3. Sistemas de control de las condiciones ambientales	34
Sistemas de control de la humedad relativa	34
Gel de Sílice	35
Soluciones salinas	35
Humidificadores	36
Deshumidificadores	37
Sistemas de aclimatación	39
Control de la iluminación	40
Control de la contaminación atmosférica	41
Control de las vibraciones	42
4. Estudio de las condiciones ambientales	42
Objetivos del estudio	43
Entorno físico	43
Medios técnicos	43
Medios humanos	44
Plan de mediciones	44
Método de análisis	44
5. Niveles ambientales estándares	44
6. El Museo de Historia de Tenerife. Un ejemplo práctico de estudio ambiental.	46

Capítulo III

MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	49
1. Rutinas de inspección	49
2. Higiene	50
3. Mantenimiento de los sistemas de control ambiental	51
4. Cuidado de las instalaciones y del equipamiento	52
5. Inspección de las colecciones	52
6. Ataques biológicos	53
Planificación de estrategias preventivas	55
Métodos de erradicación	56

Capítulo IV

MOVIMIENTO DE LAS COLECCIONES	63
1. Movimiento de las colecciones en el museo	63
Normas de manipulación	63
Manipulación de distintas categorías de objetos	67
Registro de los movimientos internos	71
2. Movimiento de las colecciones fuera del museo	72

Documentación	72
Examen	73
Preparación de los objetos	75
Diseño y elaboración de embalajes	76
Técnicas de embalajes	80
Medios de transporte	82
3. Tres ejemplos de traslado de colecciones fuera del museo	84

Capítulo V

LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN EL ALMACÉN	90
1. La planificación del almacén	90
La naturaleza de las colecciones	90
Las funciones del museo	91
Los recursos económicos	92
El personal	93
El edificio	93
Los proveedores locales	93
2. El almacén	93
Características estructurales	94
Iluminación	96
Control ambiental	97
Seguridad	99
Mantenimiento	102
Sistemas de almacenamiento	104
Gestión del almacén	107
3. El almacén visitable	108
4. El almacén del Museo Arqueológico de Tenerife. Un caso práctico de planificación de un almacén	108

Capítulo VI

LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN LAS SALAS DE EXPOSICIÓN	113
1. Planificación de la conservación preventiva	113
2. Control de las condiciones ambientales	114
Las salas de exposición	114
Las vitrinas	115
3. Mantenimiento de las salas de exposición	119
Higiene	119
Monitorización de los parámetros ambientales	120
Mantenimiento de los sistemas de control ambiental	121
Inspección de los fondos expuestos	122

Prevención de ataques biológicos	122
4. Seguridad de las salas de exposición	122
La seguridad en las salas	122
La seguridad en las vitrinas	123
APÉNDICES	124
NOTAS	127
BIBLIOGRAFÍA	129

PRÓLOGO

La Conservación preventiva en los museos es un texto didáctico dirigido no sólo a especialistas en restauración y conservación de obras de arte, sino también a todas aquellas personas interesadas en la preservación del patrimonio histórico.

Durante décadas, uno de los mayores problemas que ha venido afectando a la conservación y restauración de los bienes culturales, ha sido la falta de criterios, normas y prioridades para elaborar una estrategia de actuación tanto puntual como integral. Con frecuencia, la escasez de presupuestos y de personal destinados a museos, centraba el máximo interés en restaurar el mayor número de piezas en el menor tiempo posible. El objetivo era evitar la destrucción de las colecciones a corto plazo. Adicionalmente, la inexistencia de análisis previos y la ausencia de una puesta en común de equipos interdisciplinares de expertos, que abordaran los problemas desde diversas variantes, hacía que las restauraciones se realizaran con un conocimiento escaso de las patologías de las obras y con una metodología basada casi exclusivamente en la experiencia práctica del profesional, cuya formación era eminentemente autodidacta.

En la actualidad, el espectacular avance que la investigación científica y la tecnológica ha experimentado en numerosas áreas, ha influido lenta pero progresivamente en todos los campos implicados en la protección y recuperación del patrimonio. Como consecuencia, ha cambiado el enfoque de la conservación-restauración. Los criterios establecidos durante los cinco últimos años han adquirido una nueva dimensión. Todo ello, se refleja en un número cada vez mayor de seminarios, congresos y publicaciones especializadas, lo que demuestra el interés creciente que existe sobre la protección de los bienes culturales. Buen ejemplo lo constituye el presente libro, cuya autora, nos brinda de forma clara y precisa, una serie de pautas y normas esenciales a tener en cuenta en la preservación y en el manejo de objetos históricos y arqueológicos, en algunos casos destinados a exhibiciones en exposiciones permanentes, o disponibles para traslados, investigaciones o almacenaje.

Nos encontramos ante una obra significativa y actual, que muestra como la conservación de los bienes culturales es por definición un trabajo que requiere la puesta en común de distintas disciplinas y de un grupo importante de técnicos especializados en diversas áreas. Como consecuencia, se resalta la necesidad de evitar que el objeto sea abordado desde un punto de vista individual, sin atender a los agentes físico-químicos, biológicos y ambientales, que entre otros han podido contribuir a su deterioro.

Destaca la valoración que se hace del impacto medioambiental en los diferentes tipos de materiales históricos y arqueológicos. A través de los conceptos básicos expuestos, se llega a la descripción de técnicas y metodologías sencillas y útiles que configuran el pilar básico de la conservación preventiva, cuyo desarrollo y aplicación es imprescindible para el cuidado de nuestras colecciones.

Los diferentes capítulos, cubren las lagunas que existen entre los conocimientos teóricos y los aspectos prácticos que deben manejarse para solucionar los problemas que se derivan de las peculiaridades que presentan los edificios utilizados como museos y los objetos que albergan.

La amplia experiencia de la autora en el ámbito de la investigación y de la conservación de bienes patrimoniales, se pone de manifiesto en esta obra, que servirá de guía para todos aquellos técnicos y docentes involucrados en la preservación de nuestro legado histórico.

Dra. Nieves Valentín,
Técnico de Patrimonio. Área de Biodeterioro
Instituto del Patrimonio Histórico Español

INTRODUCCIÓN

Cuando inicié mi singladura profesional en el Museo Arqueológico de Tenerife, con unos conocimientos recién conseguidos sobre restauración de materiales arqueológicos, hube de enfrentarme a la responsabilidad de encargarme del cuidado de sus colecciones. Los conocimientos teóricos adquirida apenas me sirvieron para darme cuenta de las dimensiones de la tarea. Restaurar cada una de las piezas era inviable. En consecuencia, se hacía necesario actuar sobre su entorno, en primer lugar, para identificar los factores que estaban acelerando los procesos naturales de deterioro o que eran directamente causantes de los mismos; en segundo, para poner en marcha una serie de estrategias de conservación orientada a prevenir su incidencia. A partir de entonces, me he dedicado a estudiar los principios de la conservación preventiva y a desarrollar, a partir de los mismos, métodos que se adaptasen a las características de los distintos museos del Organismo Autónomo de Museos y Centros del Excmo. Cabildo de Tenerife [OAMC]. Este es el objetivo fundamental que he perseguido con este libro, compartir con mis compañeros de profesión, y sobre todo con aquellos que se inician profesionalmente en un museo, la experiencia que haya podido adquirir durante estos años.

El libro se organiza en seis capítulos. Los dos primeros se refieren al entorno de los fondos museísticos y cómo éste puede condicionar su conservación. Así, en el capítulo primero se expone una serie de métodos para identificar qué factores ambientales están amenazando las colecciones, determinar su grado de incidencia y valorar sus consecuencias; mientras que, en el segundo, se habla de los principales factores ambientales, de cómo afectan a los distintos materiales que componen las colecciones y de su control.

El capítulo tercero se dedica a mantenimiento de las instalaciones, ya que éstas participan, como parte del entorno de los fondos, no sólo de la creación de unas condiciones ambientales determinadas, sino también de su control.

Los tres últimos capítulos se ocupan de las medidas de conservación preventiva aplicables a los fondos, según sea su situación: en tránsito, en el almacén o en exposición.

Al final de cada capítulo se expone un caso práctico, con el fin de mostrar la aplicabilidad de las medidas de conservación recomendadas. Sólo el capítulo seis carece de este apartado, porque consideramos que existen suficientes ejemplos en nuestro entorno tan ilustrativos como cualquiera de los que podamos ofrecer aquí.

Pese a este orden, que nos conduce desde las fuentes causantes del deterioro de los fondos hasta las medidas para erradicarlas o prevenirlas, cada capítulo ha sido concebido como una unidad conceptual independiente. Así que no es necesario leerse los precedentes para poder entender y aplicar un determinado capítulo.

En España, no están aún bien definidas las funciones de un conservador, ni cuáles deben ser sus competencias. Por tanto, para soslayar este asunto decidí referirme a conservadores y técnicos de museos, ya se trate de restauradores, registradores o de cualquier otra categoría laboral, que tengan entre sus responsabilidades el cuidado de los fondos. También debo aclarar que el uso del género masculino de los términos conservador y técnico a lo largo del texto, se corresponde al deseo de respetar la norma del español. Soy consciente del peso específico que vamos adquiriendo día a día las mujeres en el ámbito museístico.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS COLECCIONES MUSEÍSTICAS

Los fondos de un museo presentan unas características propias en cuanto a su estructura, composición, antigüedad, adscripción cultural, historial (antes y después de su descubrimiento o adquisición por el museo), ritmo de deterioro, etc. Además, están expuestos o almacenados en un entorno también propio, determinado por el clima de la región geográfica donde se encuentran, el tipo de edificio, los servicios con los que se cuenta, entre otros. Por lo tanto, los problemas de deterioro que pueden aparecer y los factores desencadenantes son también, hasta cierto punto, específicos.

Desde el decenio 1970-80 se ha desarrollado una serie de técnicas para prevenir y controlar, el deterioro de los fondos de un museo, de forma global. No obstante, estas técnicas no siempre pueden aplicarse como fórmulas mágicas para solucionar los problemas que presenta nuestro museo, ya que continuamente encontramos nuevos factores, aislados o combinados, causantes de deterioros que aún no hayan sido estudiados. Por tanto, antes de establecer las medidas preventivas del deterioro más apropiadas y eficaces, es necesario conocer en qué estado se encuentran las colecciones y qué factores acortan su vida. La Conservación Preventiva es, en gran medida, una disciplina de la aproximación, lo cual no significa que no se base en una serie de principios generales sólidos.

El desarrollo de una metodología común para analizar el estado de conservación de los fondos museísticos y los factores extrínsecos que los amenazan es, en la actualidad, uno de los principales campos de investigación de la conservación preventiva. En este capítulo expondremos en qué consisten estos estudios y sopesaremos sus posibilidades de aplicación en museos pequeños.

Identificación de los factores que amenazan las colecciones

Aunque todavía se desconocen los mecanismos físico-químicos que conducen al deterioro de los objetos custodiados en un museo, si sabemos de los factores que los desencadenan y aceleran. Estos factores son de dos tipos: intrínsecos, originados por la propia naturaleza del objeto (material con que fue fabricado, calidad, resistencia, técnicas usadas en su elaboración, etc.); y extrínsecos, generados en su entorno.

Factores intrínsecos

Los compuestos orgánicos e inorgánicos tienden, de forma natural, a descomponerse gradualmente en sus elementos esenciales para volver a reorganizarse en otros compuestos más estables. Los fondos de un museo también se encuentran sometidos a este proceso. La calidad, estructura química y resistencia de los materiales que componen un objeto, así como las técnicas usadas en su elaboración, determinan el tipo de procesos de degradación a los que se verá sometido y la velocidad con que estos se producen. Así, por ejemplo, los metales, a excepción del oro, no son estables y, en la mayoría de los ambientes, tienden a reaccionar con otros elementos químicos como el oxígeno o el agua para formar compuestos más estables. En otras palabras, se corroen. Esta disposición es más acusada en los metales usados en la antigüedad, debido sobre todo a las técnicas empleadas en su elaboración. El deterioro natural de las colecciones no puede ser, por tanto, detenido, pero su intensidad y aceleración pueden ser controladas mediante la aplicación de tratamientos estabilizadores.

A estas consideraciones hemos de añadir que muchas de las piezas integrantes de las colecciones de un museo no fueron creadas con el propósito de ser disfrutadas o usadas en un futuro remoto, sino para atender las necesidades de la vida cotidiana en ese momento. Por lo tanto, pueden estar elaboradas con técnicas rudimentarias y materiales perecederos, o estar debilitadas por su uso continuado, dificultando su conservación.

Factores extrínsecos

Las causas principales de deterioro tienen, sin embargo, su origen en factores extrínsecos a la naturaleza de los objetos que integran los fondos. Una temperatura y humedad relativa inadecuadas, la manipulación negligente de los objetos, acciones humanas perniciosas (vandalismo, robo, incidentes provocados por fallos técnicos o humanos, incendios o catástrofes)(Waller, 1994: 12-16), pueden ocasionar no sólo la reactivación de los procesos de deterioro, sino también alterar seriamente la estructura de los

objetos e, incluso, destruirlos. La mejor forma de combatir su acción es mediante el control del entorno de las colecciones a fin de evitar que estos factores se produzcan o, en caso de darse, que su incidencia tenga las menores consecuencias.

Las medidas de conservación preventiva que pueden aplicarse para controlar estos factores van desde simples normas de seguridad, dictadas por el sentido común, cuyo cumplimiento está al alcance de cualquier museo, hasta la instalación de equipos de monitorización y control de las condiciones ambientales. En cualquier caso, las auditorías sobre el estado de conservación realizadas por museos e instituciones anglosajonas (The Audit Commission, 1991; Controller and Auditor General, 1988; The Getty Conservation Institute, 1996(1992); Keene, 1996) muestran que, aunque la aplicación de medidas preventivas supone una inversión considerable de tiempo, personal y recursos a corto plazo, a largo plazo resulta mucho más rentable que basar el cuidado de los fondos sólo en tratamientos de restauración. Además, el enorme número de piezas que normalmente integran las colecciones museísticas, en relación al escaso número de restauradores en plantilla hacen imposible los tratamientos globales y sistemáticos.

Métodos analíticos de la incidencia de los factores extrínsecos en las colecciones

Los métodos de análisis desarrollados hasta hoy para identificar los factores extrínsecos que actúan sobre los fondos, determinar su grado de incidencias, así como para cuantificar sus consecuencias, son los siguientes:

■ *Valoración de los riesgos que amenazan las colecciones.*

Este tipo de análisis identifica los factores existentes en el entorno que suponen un riesgo para la conservación de las colecciones; los clasifica cuantitativamente según la gravedad de los daños originados, la probabilidad de producirse, su intensidad y frecuencia.

■ *Valoración de las condiciones óptimas para la conservación*

Este análisis se centra en los servicios, recursos y personal disponibles en un museo para controlar de forma efectiva el entorno.

■ *Análisis del estado de conservación.*

Su objetivo es determinar el tipo de daños de una colección sin entrar a valorar las causas. Ahora bien, aunque éstas no se valoren, la identificación de estos daños ya aporta una información valiosa sobre los factores causantes, sean tanto intrínsecos como extrínsecos.

■ *Valoración museística de las colecciones*

La gravedad de los riesgos del entorno de los fondos no puede precisarse si se desconoce el valor cultural y artístico de cada uno de sus objetos integrantes. Este tipo de estudio aporta una valoración cuantitativa de las colecciones, sobre todo en relación a su importancia dentro de las funciones del museo.

Todos estos métodos de análisis se basan, en resumen, en recoger el máximo de información sobre las condiciones de conservación existentes en el museo, siguiendo un protocolo que facilite su informatización, el tratamiento estadístico de los datos y su comparación. Además, pueden ser aplicados de forma aislada, aunque sus resultados sólo adquieren sentido si se aplican conjuntamente.

Este tipo de estudios tiene sus orígenes en informes internos, y en muchos casos departamentales, realizados por museos canadienses, norteamericanos y británicos, desde los años ochenta. Su propósito principal era identificar y clasificar las necesidades de las colecciones, a fin de realizar una mejor gestión de los recursos económicos para, si procedía, intentar ampliarlos. Estos informes eran, en su mayoría cualitativos, limitándose a describir los daños de las colecciones, las condiciones ambientales de exposición y almacenamiento, las posibles causas de los problemas percibidos y a dar una serie de recomendaciones para solucionarlos (Valentour, 1992). Además, están realizados siguiendo una metodología

propia, desarrollada por sus autores y sólo aplicable a las colecciones investigadas.

Estas primeras experiencias sirvieron para resaltar la importancia de analizar estadísticamente el estado de conservación de una colección y los peligros de su entorno que la amenazaban. A partir de ellas comenzaron a desarrollarse métodos estandarizados, aplicables con escasas modificaciones a todo tipo de colecciones y museos, permitiendo así el intercambio de información entre ellos (Keene, 1991: 6-16).

Valoración de los riesgos que amenazan las colecciones

Las primeras valoraciones de los riesgos que amenazaban las colecciones sólo incluían factores climáticos, como la temperatura, la humedad relativa, la contaminación atmosférica y el nivel de iluminación, descartando otros como el vandalismo, el fuego, las inundaciones, las negligencias humanas o las catástrofes naturales (Walker, 1987). Los museos canadienses fueron los primeros en advertir la importancia de estos factores como causantes del deterioro, e incluso pérdida, de sus colecciones y, por tanto, de incluirlas en los estudios.

Robert Waller (1994:12-16) ha desarrollado un método de valoración de riesgos para el Canadian Museum of Nature de Ottawa, por el que identifica diez causas externas de deterioro y las relaciona, mediante una fórmula logarítmica, con el riesgo de disminución del valor museístico y la vida media de los objetos integrantes de las colecciones. Estas causas son las siguientes: fuerzas físicas (terremotos, huracanes, volcanes), vandalismo, fuego, agua, ataques biológicos, polución atmosférica, radiación ultravioleta, temperatura y humedad relativa inadecuadas, y negligencias en el cuidado y custodia de los objetos. A su vez, cada uno de estos agentes es clasificado, según la frecuencia en que pueden ocurrir, en tres niveles: constantes, esporádicos y raros, y en función de la gravedad de su incidencia en: catastróficos, graves y graduales.

Los factores que se comportan como constantes, aunque puedan ser graduales, son los que presentan, en general, unas consecuencias más nefastas, porque su acción sobre los objetos es acumulativa. Los más comunes suelen ser un nivel de radiación ultravioleta elevado y unos niveles de temperatura y humedad relativa incorrectos. No podemos, sin embargo, despreciar factores tales como las fuerzas físicas, el fuego o el agua que, aún siendo esporádicos o raros, pueden tener un efecto tan devastador (sobre todo si el museo no se encuentra preparado para enfrentarlos) que suponga la pérdida de parte o toda la colección.

El mayor inconveniente que presenta este tipo de análisis es que para estimar la magnitud de los riesgos detectados (constante, esporádico, raro, catastrófico, graves, graduales) necesitamos disponer de un registro de su incidencia durante amplios períodos de tiempo. Así, por ejemplo, para valorar el riesgo de que se produzca un incendio hemos de contar con las estadísticas de los incendios ocurridos en la localidad en los últimos cincuenta años, su génesis, gravedad, etc. y relacionarlas con los sistemas de seguridad con que cuenta el museo.

Su mayor ventaja es que la estimación realizada del riesgo total es, a la vez, cualitativa y cuantitativa. Esto nos facilita el diseño y aplicación de medidas encaminadas a disminuir o eliminar la magnitud de dicho riesgo.

Stefan Michalski (1994:8 - 11) y el personal del Instituto Canadiense de Conservación (Constain, 1994) han desarrollado otro sistema de valoración, en el que los factores a analizar se han ordenado en forma de cuadro para facilitar su aplicación.

En la primera columna se enumeran los agentes causantes del deterioro que pueden actuar en el entorno de las colecciones: fuerzas físicas (terremotos, riadas, huracanes), acciones humanas (vandalismo, robo, manipulación descuidada), fuego, agua, ataques biológicos, contaminación, radiación ultravioleta, temperatura y humedad relativa incorrectas.

Las fuerzas físicas se clasifican, a su vez, en dos grupos. El referido a las que tienen una actuación continuada en el tiempo, y, por tanto, unos efectos acumulativos, y el de las fuerzas esporádicas, sin continuidad en el tiempo, pero repetidos con cierta periodicidad, de consecuencias rápidas y catastróficas. En el primer grupo entrarían la manipulación y montaje inadecuados de las piezas, y las tensiones durante el transporte; mientras que el segundo incluiría los fenómenos naturales y sociales de carácter violento, entre ellos los terremotos, huracanes, riadas, erupciones, guerras, terrorismo.

Las acciones humanas también se dividen en dos grupos: las intencionadas, es decir, las efectuadas con un propósito criminal, por ejemplo robos y actos de vandalismo, y las no intencionadas, pro-

ducto de las negligencias de los visitantes o del personal del museo.

En las dos siguientes columnas se identifican las facetas en las cuales estos agentes pueden ser controlados: la estructura del edificio e instalaciones, y el equipamiento. Esto supone una novedad respecto del método de análisis anterior, donde sólo se identificaban los factores causantes, sin entrar a valorar los mecanismos para su control.

Estas dos columnas están, a su vez, subdivididas de acuerdo a la situación de los objetos en: almacenes, salas de exposición y situación de traslado.

Por último, en la columna final, se señalan los procedimientos a seguir por parte de conservadores y restauradores para llevar a cabo los planes de prevención, normas de seguridad y otras medidas que se hayan desarrollado para combatir los agentes de riesgo.

Las acciones propuestas en cada casilla, se organizan siguiendo un orden de prioridad en su ejecución. Primero están las actuaciones para eliminar o evitar los factores de riesgo mencionados. En este grupo se incluyen la elección del área donde se ubicará el museo, el diseño o selección del edificio, la distribución de los espacios, etc. Un ejemplo, sería ubicar los almacenes en aquellas áreas del edificio alejadas de las zonas de acceso público y de los despachos del personal, porque necesitan un grado mínimo de limpieza y de estabilidad ambiental que es muy difícil de conseguir en espacios transitados.

Cuando no podemos evitar estos riesgos hemos de poner en marcha acciones que los aislen o bloqueen. En este grupo se incluyen todas las reformas estructurales que se emprendan en el edificio para aislarlo del exterior, el uso de materiales de construcción inertes, resistentes al envejecimiento e ignífugos. Un ejemplo de este tipo de acción sería colocar topes de caucho en la parte inferior de las puertas del almacén y mosquiteros en las ventanas para impedir la entrada de insectos.

En tercer lugar tenemos aquellas actuaciones encaminadas a detectar la presencia y grado de incidencia de estos agentes, mediante su medición directa o de la de sus efectos. En este grupo entra la instalación de instrumentos de medición, los programas de medición de la temperatura, humedad relativa, iluminación o contaminantes y los estudios ambientales.

Le siguen las actuaciones para prever o solucionar los efectos de los agentes que no se hayan podido evitar o bloquear. Aquí incluiríamos todos los planes de conservación preventiva y las estrategias de control ambiental.

Por último, tenemos las actuaciones encaminadas a paliar o arreglar los daños producidos. En otras palabras, los tratamientos de estabilización y las restauraciones.

Este método presenta importantes ventajas respecto del anterior, pues no sólo identifica los factores extrínsecos causantes del deterioro de las colecciones en los distintos niveles en los que pueden ocurrir, sino que introduce las líneas de actuación en distintas circunstancias y el orden de prioridad en que deben ser acometidas. No obstante, todos estos factores y actuaciones así distribuidos pueden ser informatizados, para calcular el ritmo de deterioro o el grado de riesgo anual que supone cada factor detectado. Hay una relación directa entre el nivel de incidencia de estos riesgos y la probabilidad de que se pierda uno o varios objetos de la colección. De ahí la importancia de realizar estos análisis estadísticos para poder establecer prioridades en la prevención.

La estimación cuantitativa de los riesgos a los que están expuestos nuestros fondos nunca debe sumirnos en el pánico, por muy impresionantes que sean las cifras, porque las soluciones requeridas son, por lo general, sencillas y sólo implican el reforzamiento o mejora del control ya establecido.

Valoración de las condiciones óptimas para la conservación

Cualquier estudio de las condiciones de un museo para la conservación de sus fondos debería incluir los apartados siguientes:

1. Un análisis del entorno físico y social del museo.

En este apartado se recoge toda la información sobre el perfil de la institución, sus funciones, objetivos a medio y largo plazo, tamaño de sus fondos y política de adquisiciones.

El uso que hace un museo de sus fondos, dando mayor o menor importancia a la exposición, investigación o didáctica, determinará el tipo predominante de riesgos a los que están expuestos. Así, las colecciones de un museo orientado a la exhibición serán más sensibles a las consecuencias de cambios bruscos, a una manipulación descuidada o las tensiones durante su transporte, que las de otro centrado en la

investigación.

Las características del personal laboral también deben ser incluidas en este apartado. Su número, funciones, preparación académica, experiencia y, sobre todo, la actitud que muestran hacia la conservación preventiva y sus responsabilidades implicadas por el cuidado de los fondos, son datos que deben ser conocidos.

Es importante recoger las particularidades del edificio que alberga el museo y de sus alrededores: dimensiones, estabilidad de su estructura, distribución de las salas de exposición y dependencias, clima de la zona, si se trata de un edificio histórico, etc. Todas estas características van a condicionar el medio ambiente en el interior del museo y, así, determinan por ello el tipo de riesgos a que está sometido.

Los sistemas de monitorización y control ambiental con que se cuente, con referencias a la efectividad de los mismos; los planes de emergencia para hacer frente a los accidentes comunes (incendios, inundaciones, robos) y a posibles desastres naturales; rutinas de mantenimiento, tipo de vitrinas, sistemas de almacenamiento, equipos de seguridad, entre otros, son también aspectos del entorno físico que deben incluirse en este análisis.

2. Un estudio estadístico del grado de conservación de los objetos que componen los fondos, tanto de los que se encuentran en exposición como en el almacén.

3. Una estimación del valor de los objetos que conforman la colección.

En Estados Unidos, uno de los requisitos que han de satisfacer los museos para obtener fondos privados o públicos es presentar un informe sobre el estado de conservación de sus fondos (Annon, 1991). En 1990, el Instituto para los Servicios Museísticos (IMS), en colaboración con el Instituto Nacional para la Conservación de la Propiedad Cultural (NIC), desarrolló un programa de ayuda (*The Conservation Assessment Program [CAP]*), para asistir a los museos que lo solicitasen en la elaboración de estos informes. Su meta era no sólo dar apoyo económico y técnico a aquellos museos que, no disponiendo de los recursos y personal necesarios para acometer este informe, veían sus posibilidades de obtener ayudas estatales y privadas reducidas frente a otros museos con más medios, sino de establecer unas directrices para la recogida de información. Estas directrices tomaron como modelo de partida un proyecto desarrollado por el NIC y el Instituto de Conservación Getty (GCI) denominado *Conservation Survey/Assessment Project* (Roger, 1994: 17-20).

Este tipo de informes también se vienen realizando en Gran Bretaña, aunque de forma menos generalizada y sistemática.

Análisis del estado de conservación

Los estudios del estado de conservación de los fondos son los más extendidos hoy. Estos consisten, en líneas generales, en examinar una muestra estadísticamente significativa de objetos para establecer su grado de deterioro.

Los primeros estudios que se realizaron eran poco operativos, pues se examinaban individualmente todos los objetos que integraban la colección o subcolección, siguiendo una metodología y terminología desarrollada por cada museo, departamento e, incluso, conservador o restaurador implicado. En los últimos años se ha avanzado mucho en este sentido. Por un lado se está discutiendo la elaboración de una terminología normalizada para describir el tipo de daños que se detecten y, por otro, se están desarrollando métodos de análisis que no sólo puedan ser usados por cualquier museo, sino que permitan el intercambio de información entre ellos. Estos métodos tienen la ventaja añadida de trabajar sobre una muestra elegida al azar y según unos criterios estadísticos predeterminados, lo cual ahorra una considerable cantidad de trabajo y dinero.

Siguiendo a Keene (1996: 146), en la aplicación de cualquier análisis del estado de conservación de los fondos habría seis fases de desarrollo:

1. Reunión del personal del museo para planificar el trabajo y determinar el tiempo requerido.

2. Realización de un muestreo piloto sobre un pequeño grupo de objetos seleccionados al azar.

Este muestreo tiene como objetivo comprobar el buen funcionamiento de los formularios y la terminología que se va a usar, revisar nuestras estimaciones del tiempo de trabajo y verificar que el plan de actuación diseñado se ajusta a la realidad. Los datos recogidos por valoraciones previas del estado de conservación pueden servirnos como base de partida, siempre que éstos se hayan obtenido de forma rigurosa y sistemática. Durante esta fase también debemos reunir todo tipo de información adicional sobre la colección (historial, tipo de almacenamiento) que consideremos necesaria.

3. Diseño del procedimiento de muestreo estadístico más apropiado en función de los datos obtenidos en el estudio piloto.

El tamaño de la muestra va a depender de factores tales como su variabilidad, los límites de confianza del estudio y el tiempo disponible, y su selección debe hacerse según el objeto y su ubicación en el almacén. Así, una colección homogénea en cuanto a sus características morfológicas (tipo de materiales que la componen, técnicas de elaboración), procedencia, antigüedad y necesidades ambientales requerirá, una muestra de estudio menor que una colección variada.

Es importante que el procedimiento que hayamos diseñado, así como los criterios que adoptemos para seleccionar la muestra, queden recogidos de forma detallada en el proyecto y el informe final que se elabora.

4. Examen de los objetos de la muestra y recopilación de datos.

Cóviene que este examen sea realizado por restauradores o conservadores con experiencia, ya que detectar señales de deterioro en un objeto, determinar su gravedad y valorar la rapidez con que debemos actuar no siempre es una tarea sencilla. Las evidencias pueden ser poco claras o confusas. Así mismo, una evaluación correcta del estado de conservación de un objeto implica estar familiarizado con los procesos de deterioro más comunes: su causas, manifestaciones, consecuencias a corto y largo plazo. En cualquier caso, debe ser un restaurador o conservador con experiencia el que supervise y dirija esta fase. Es conveniente que la información obtenida durante el examen de la muestra se recoja por escrito, en unos formularios en forma de tabla ad hoc, para pasarla luego a una base de datos informatizada. Este procedimiento, aunque más lento, permite un mayor control de la información recogida. Los formularios pueden variar de una institución a otra, o de una colección a otra dentro del mismo museo, pero todos deben contener los siguientes datos:

- número de identificación de la pieza (nº de registro, nº de inventario o nº de catalogación).
- fecha del examen.
- tipo de objeto. Aquí es importante hacer referencia al principal material usado en su fabricación (ej. cuenco de madera).
- términos normalizados para definir el tipo de deterioro observado: grietas, pérdida de elementos, corrosión. Para facilitar la valoración final de la pieza, los términos utilizados pueden ser agrupados, a su vez, en categorías, según su gravedad o localización. Tenemos así, por ejemplo, daños estructurales graves (roturas, grietas, pérdida de elementos) o leves (arañazos, astillas sueltas, manchas), daños superficiales (suciedad, concreciones, pintura borrada), daños internos (corrosión, desecación, desnaturalización de las proteínas), ataque biológico o intervenciones antiguas (restauraciones en mal estado, marcas producidas por sistemas de montaje incorrectos).
- por último, una valoración global de su estado de conservación. Generalmente esta valoración hace uso de los siguientes términos:
 - Bien.** El objeto se encuentra químicamente estable y en buen estado de conservación.
 - Regular.** El objeto está desfigurado o dañado, pero se encuentra químicamente estable y estructuralmente fuerte, por lo que no necesita tratamiento.
 - Malo.** Se observan daños extensivos, así como una cierta inestabilidad química o estructural. Estos casos requieren tratamiento.
 - Muy malo.** El objeto presenta un grado de deterioro activo muy grave, por lo que debe ser tratado de forma inmediata.

5. *Presentación y análisis de los datos.*

La memoria final del estudio debe comprender las siguientes partes:

- una descripción donde se especifique el tipo de colección estudiada, los objetos que la integran, los sistemas de almacenaje, entre otros.
- una parte cuantitativa que proporcione gráficos, tablas, porcentajes del número de objetos en estado bueno, regular o malo de conservación y porcentajes de los problemas más comunes.
- una comparativa que relacione los resultados obtenidos para distintas subcolecciones, tipos de materiales, etc.
- una correlativa que proporcione tablas, diagramas, porcentajes de cómo los grados de deterioro se vinculan con los factores de daño. Esto nos daría pistas sobre las causas del deterioro.
- y, por último, unas conclusiones. Éstas deben ser claras y concisas, evitándose las descripciones excesivamente técnicas, pues las conclusiones no siempre van dirigidas sólo a restauradores y conservadores, sino a los equipos directivos del museo o a instituciones privadas y estatales que subvencionen proyectos de conservación del patrimonio.

Valoración museística de las colecciones

Las estimaciones que se realicen sobre el grado de conservación de una colección y de los riesgos de que sufra daños o pérdidas, pierden sentido si no se establece antes el valor real de cada objeto. Este valor hace referencia, sobre todo, a su importancia para una determinada colección o museo.

Keene (1991), Michalsky (1994) y Dollery (1994) coinciden en que el método más sencillo y eficaz para valorar un objeto es darle una puntuación, por ejemplo del uno al cinco, correspondiendo el uno correspondería a los objetos de mayor valor dentro de la colección y el cinco a los de menor. Una valoración de este tipo puede ser muy útil a la hora de establecer prioridades en el tratamiento de las piezas, ya que, con frecuencia, los restauradores invierten mucho tiempo, esfuerzo y recursos en restaurar objetos de dudoso valor, sólo porque llegan primero al laboratorio, mientras se dejan de lado otros más relevantes y necesitados de un tratamiento inmediato. También resulta muy útil en la gestión de un almacén, puesto que nos permite distribuir mejor y más eficazmente los recursos disponibles.

Este método presenta dos inconvenientes. Uno es su subjetividad. La asignación de una puntuación alta o baja a un objeto depende del conservador, de su experiencia, conocimientos y habilidad. El otro es que los valores asignados a cada objeto deben ser revisados a medio plazo. El valor de un objeto dentro de una colección no es inmutable, sino que puede variar en el tiempo según los cambios en el gusto de la sociedad, avances en la investigación, nuevos descubrimientos, incremento de la colección, entre otros.

Algunos museos expresan el valor museístico de sus fondos, o al menos de las piezas más relevantes, en términos económicos. Esta tasación facilita la contratación de seguros durante los préstamos, las transacciones entre museos y el cobro de indemnizaciones por pérdida. No obstante, este tipo de valoración requiere el empleo de expertos y el conocimiento de las cotizaciones en el mercado, lo que la hace inviable para la mayoría de los museos.

Examen visual

La base de cualquier análisis del estado de conservación o de la valoración museística es un adecuado examen visual de las piezas seleccionadas, porque de éste se extraerá la información que vayamos analizar luego.

Lo idóneo es que este examen se realice en una habitación amplia, bien iluminada, equipada con mesas y estanterías, alejada de las zonas de tránsito y destinada sólo a este fin (Stolov, 1987). No obstante, muchos museos no disponen de una dependencia así o cuando la tienen, generalmente localizada dentro del área de registro, se encuentra alejada de los almacenes donde vamos a realizar el estudio. En

este caso; tendremos que habilitar un espacio para realizar los exámenes visuales, ya sea dentro del almacén o en un lugar contiguo y que cumpla con los requisitos siguientes:

- Ser lo bastante grande para que podamos manipular objetos de distintas dimensiones con comodidad y sin riesgos.
- Tener iluminación natural, además de la artificial, para evitar la fatiga que produce trabajar con luz eléctrica durante horas. Recordemos que la luz natural tiene una calidad superior a la artificial.
- Contar con suficientes dispositivos eléctricos para alimentar las lámparas y el equipo utilizado. Una lámpara potente nos permite iluminar las zonas en penumbra que deja el relieve de la pieza (Stolov, 1979) o manifestar señales de debilidad estructural o deterioro imperceptibles.
- Estar alejado de las zonas de tránsito o de mayor concentración de personal (salas de exposición, oficinas), donde los riesgos de accidentes aumentan.
- Tener una o más mesas para trabajar y estanterías donde colocar los objetos que se vayan a examinar.
- Por último, contar con un equipo básico para realizar el examen compuesto por:

Soportes para apoyar las piezas mientras las examinamos.

Estos pueden ser cojines de tela (algodón o lino 100%) o plástico (polietileno) rellenos de arena, goma espuma o bolitas de polietileno o polipropileno. Estos últimos tienen la ventaja de poderse limpiar fácilmente con una esponja o bayeta húmeda. También pueden usarse láminas de espuma de polietileno expandido [Fig. 2.1].

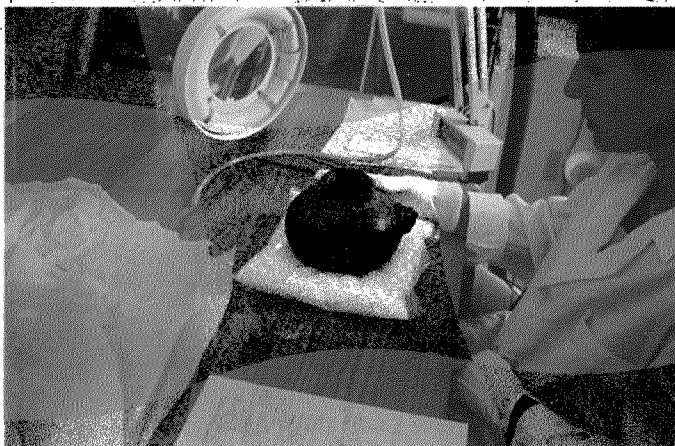


Figura 1.1. Almohadilla rellena de bolitas de polietileno usada como apoyo para los objetos que se están inspeccionando.

Bandejas, cestos, carritos o plataformas portátiles.

Estas se usarán para mover las piezas desde su lugar de ubicación hasta la zona de examen y dentro de la misma.

Lupa de x10 aumentos [Fig. 1.2].

Rotuladores indelebles, lápices, bolígrafos, tinta y laca para signar, etiquetas.

Aunque no es imprescindible, convendría disponer también de un equipo fotográfico básico que nos permita ilustrar la memoria final con fotos de las piezas, o de las particularidades que nos parezcan más relevantes. Una cámara de 35 mm. con flash electrónico sería suficiente.



Figura 1.2. Inspección de botón de cobre dorado con una lupa WESSES WSL 1, con iluminación incorporada

El examen de las piezas debe ser siempre realizado por, al menos, dos personas, una que manipula la pieza mientras se la examina y otra que va rellenando los formularios. Al aunar los conocimientos y experiencia de ambos examinadores disminuyen los riesgos de accidente y se consigue una valoración más precisa del grado de conservación.

Quando no dispongamos de ayuda para realizar el examen, evitaremos realizar cualquier tipo de anotación al mismo tiempo que manipulamos la pieza. Es preferible, aunque nos tome más tiempo, examinarla primero, depositarla sobre la mesa de trabajo o en una estantería después y rellenar el formulario o hacer nuestras anotaciones en último lugar.

Las piezas, sobre todo las de metal, conviene manipularlas con guantes limpios de algodón ¹ para evitar humedecerlas con el sudor, mancharlas o arañarlas. Si no se usan guantes hemos de tener al menos la precaución de lavarnos las manos.

Un ejemplo de estudio del estado de conservación. Las colecciones de arqueología y etnografía del OAMC

El Reglamento de organización y funcionamiento del OAMC establece, en su sección 7, artículo 87, que el estado de conservación de los fondos de sus distintos museos debe ser evaluado una vez al año. Sin embargo, no hace alusión alguna a cómo debe ser el procedimiento de evaluación ni a su grado de confianza. Este iría desde una descripción del almacén, al final de la cual se añade una valoración de conjunto escueta del estado de sus fondos (bueno, regular, malo), hasta un estudio estadístico, dividido por categorías de objetos o subcolecciones, donde se podrían recoger los problemas principales de conservación detectados y sus causas. Este último es el que se ha intentado poner en marcha en dos de sus museos: el Museo Arqueológico y el Museo de Antropología de Tenerife. El primero cuenta con una colección bastante homogénea de materiales arqueológicos procedentes, en su mayoría, de los primitivos habitantes del Archipiélago Canario (s. I AC al s. XV) y, en menor medida, de Sudamérica y Marruecos; mientras que el segundo posee unos fondos variados formados por muebles tradicionales, aperos de labranza, juguetes, vasijas, cerámicas, cestos y vestimentas tradicionales de distinta época y procedencia. Los objetivos perseguidos en ambos casos fueron los siguientes:

1. *Determinar el estado de conservación de las distintas categorías de objetos presentes.*
2. *Descubrir los factores causantes de los problemas de deterioro detectados.*
3. *Establecer las medidas que debían tomarse para eliminar o disminuir la incidencia de dichos factores.*
4. *Diseñar un plan de conservación preventiva basado en la información obtenida.*

5. Mejorar el rendimiento de los recursos asignados a la restauración y mejora de las condiciones de los fondos:

Su realización tropezó, en un principio, con importantes obstáculos, tanto técnicos como económicos, que han limitado el alcance de los objetivos arriba expuestos, reduciendo la calidad de los resultados obtenidos.

La dificultad principal se presentó cuando intentamos tomar como referencia otros estudios o experiencias realizadas en España. No encontramos nada publicado, por lo que tuvimos que recurrir a los realizados por museos anglosajones. Estos presentaban una serie de inconvenientes que comentamos a continuación:

- Los estudios consultados, aunque coinciden en los planteamientos básicos, presentan una enorme diversidad en cuanto a los detalles de su ejecución (formato de las fichas, términos empleados, amplitud de la muestra, ámbito de estudio, técnicas de valoración). Algunas instituciones norteamericanas, como el Instituto Getty para la Conservación, el Instituto Nacional para la Conservación o el Instituto de Conservación Canadiense, han realizado grandes esfuerzos para desarrollar y difundir métodos de análisis normalizados que permitan, además, el tratamiento estadístico de los resultados. No obstante, la mayoría de los museos han optado por desarrollar métodos propios, acordes a las características de sus colecciones y a los recursos disponibles.
- La traducción al español de los términos más comunes empleados en estos análisis. Su significado no siempre coincidía con los términos usados en España o resultaba confuso.
- Los estudios anglosajones parten de la existencia de una información básica sobre las colecciones y su entorno. En Canarias, este tipo de datos no se ha empezado a recoger de forma sistemática hasta hace unos pocos años.

Otro obstáculo fue la absoluta falta de experiencia de los conservadores y del resto de personal que participó en los proyectos. Esta dificultad, sin embargo, se transformó en una ventaja porque nos obligó a desarrollar nuestros propios métodos de valoración, que comentaremos más adelante, y a trabajar en equipo para suplir estas carencias. Además, el proyecto supuso una importante inversión de horas de trabajo y un esfuerzo de aprendizaje, insuficientemente remunerados, que se sumaron a las tareas habituales del museo, lo que hizo que fuese considerado, en ocasiones, como una carga excesiva.

Por último, cualquiera que sea el alcance de un estudio de esta naturaleza, requiere una inversión económica considerable.

Los fondos arqueológicos se clasificaron según el material con que estaban elaborados en las siguientes categorías: cerámica, hueso, cuerno, conchas, piel, madera, metal, piedra, fibras vegetales, restos humanos óseos y restos humanos momificados. Esta clasificación fue posible gracias a la gran homogeneidad de las piezas que componen la colección. Los formularios de valoración del estado de conservación se diseñaron a modo de tabla y por categorías. Los términos que describían los problemas de cada una se alineaban en la columna de la izquierda y los daños percibidos se señalaban con una V o X en la casilla correspondiente [Tab. 1.1.]. Todos los formularios incluían la fecha del examen, el número de inventario de la pieza y una valoración final del estado de conservación (buena, regular, mala); unida a una recomendación sobre la celeridad con que convenía tratar la pieza (futuro, inmediato, urgente).

Por el contrario, el formulario diseñado para los fondos del Museo de Antropología era igual para todas las piezas. En éste los términos usados para describir el grado de deterioro se agruparon, según su localización y tipo, en daños estructurales graves, daños estructurales leves, daños superficiales, daños internos, daños producidos por ataques biológicos y daños generados por antiguas prácticas de restauración o montaje [Tab. 1.2.]. Esta agrupación supuso una mejora respecto de los formularios del Arqueológico, porque facilitaba considerablemente la valoración final de la pieza. No tienen la misma gravedad una grieta pequeña que apenas afecta la estructura de la pieza, que otra mayor que hace peligrar la estabilidad de su estructura o las producidas como consecuencia de la exfoliación de sales solubles.

En ambos casos, el examen de los fondos se llevó a cabo por un equipo de estudiantes de diversas disciplinas, contratados a tal fin, y supervisados por un conservador. El presupuesto asignado no permitió emplear a restauradores o técnicos de museo. Sin embargo, como hemos señalado ya, este tipo de estudios son tan recientes que no contábamos con encontrar restauradores o técnicos con experiencia en este campo. Esto obligó a emplear parte del tiempo y los recursos concedidos al proyecto a formar al per-

sonal.

Cada pieza era examinada por dos personas. Una se hacía cargo de su manipulación, para observarla desde todos sus ángulos, mientras la otra rellenaba el formulario. Si tenían alguna duda sobre su identificación o encontraban algo que no sabían cómo describir lo consultaban de inmediato. También se elaboró una relación ilustrada de las formas de deterioro más comunes que el personal contratado se podía encontrar, para ayudarles a detectarlas. Esta consistía en una definición sucinta de los términos utilizados, acompañada de la foto de un ejemplo representativo.

Las parejas no eran permanentes, sino que sus componentes se intercambiaban al azar. Con este sistema de trabajo se pretendía reducir la subjetividad inherente a este tipo de análisis y, por ende, aumentar la fiabilidad de las observaciones.

En el caso de los fondos del Museo de Antropología se probó también a hacer una valoración museística. Primero se intentó aplicar el modelo anglosajón consistente en asignar una puntuación del uno al cinco a cada objeto; donde el uno equivale a los objetos de máximo valor, el dos a los de valor alto, el tres al valor estándar, el cuatro al valor pequeño y el cinco al valor mínimo (Michalski, 1994:8-11; Dollery, 1994: 69-62). No obstante, hubo de desecharse enseguida debido a la impericia del equipo, que no estaba en absoluto familiarizado con este tipo de evaluación. Los conservadores del museo encontraron difícil valorar sin que no mediasen sus gustos y criterios personales, sobre todo porque, dada la naturaleza tan variada de esta colección, muchos objetos quedaban fuera de su campo de conocimiento. Por tanto, se diseñó un sistema de valoración basado en cuatro criterios organizados, según su grado de importancia en los siguientes: 1. espacio físico, 2. espacio temporal, 3. funciones dentro de la colección y 4 estado de conservación (García, 1999: 162-165). Cada criterio estaba definido a su vez por un conjunto de pautas, a las que se asignaba una puntuación dependiente de su importancia [Tab.1.3]:

1. El espacio físico.

Se refiere a la procedencia de las piezas. Los Museos del Organismo tienen como objetivo principal salvaguardar el patrimonio cultural y natural canario. De ahí que éste se considerase como el criterio principal de valoración.

2. El espacio temporal.

Se refiere a la antigüedad de la pieza y a su adscripción al ámbito temporal que abarca el museo. Así, podía darse el caso que una pieza arqueológica, de las que aparecen en todas las colecciones, obtuviese una evaluación menor que una pieza contemporánea cuya adscripción al museo fuese más significativa.

3. Funciones dentro de la colección.

Se refiere a la importancia que puede tener un objeto para una colección determinada, si la completa o la incrementa.

4. Estado de conservación.

El valor de cada objeto venía dado por una cifra de cuatro dígitos. Además, ésta permitía dividir la colección en seis categorías según sus requerimientos de conservación

- 1. Objetos de gran valor con requerimientos de conservación específicos.**
- 2. Objetos de gran valor, pero sin requerimientos de conservación especiales.**
- 3. Objetos de valor con requerimientos de conservación específicos.**
- 4. Objetos de valor, pero sin requerimientos de conservación especiales.**
- 5. Objetos sin valor, pero en buen estado de conservación.**
- 6. Objetos sin valor y en mal estado de conservación.**

Esta clasificación tiene como objetivo lograr un aprovechamiento más racional de los recursos que se asignan al almacenaje, embalaje y cuidado de los fondos. Además, puede ser utilizada a modo de criterio para aceptar o rechazar la entrada de un nuevo objeto a la colección. Los museos con recursos

limitados se ven obligados a ser realistas: no se puede conservar todo. Una solución de compromiso es garantizar la perdurabilidad de aquellos objetos que sirvan a los objetivos del museo.

No obstante, no podemos ignorar que la evolución social y cultural afecta el enfoque de los conservadores; por lo que un objeto sin valor podría transformarse en muy valioso en un futuro. También su estado de conservación puede variar a lo largo del tiempo. Por tanto, las categorías descritas deben aplicarse con discreción, pues el valor de un objeto y su estado de conservación pueden variar a lo largo del tiempo.

Aunque este estudio se encuentra aún en la fase de análisis de los datos, podemos adelantar algunos resultados obtenidos para la colección de cerámicas arqueológicas.

La mayor parte de la colección se encuentra en buen estado de conservación. Sus problemas principales afectan sólo a su estructura externa y son el producto de prácticas de montaje y manipulación antiguas e inadecuadas. Polvo, daños, manchas de pintura, tinta o lápiz, restos de pegamento son los problemas más habituales. También hay un buen número de cerámicas restauradas. Las técnicas utilizadas varían, pero todas tienen en común el uso de adhesivos, masillas y otros materiales poco resistentes al envejecimiento, que han acabado por decolorarse, degradarse y volverse insolubles, y la torpeza en la ejecución que lleva a pensar que no fueron técnicas aplicadas por profesionales ².

Los otros daños apreciados se produjeron probablemente en el yacimiento y afectan a la estructura externa y interna. Se trata de grietas, concreciones de tierra, desportillado de la superficie, pérdida de pequeños fragmentos, que indican una exposición prolongada a los elementos atmosféricos, sobre todo a cambios bruscos de la temperatura y humedad. Estos datos concuerdan con la procedencia de la mayoría de las cerámicas, por lo general: escondrijos en las oquedades de las coladas de lava en torno a las Cañadas del Teide.

Las piezas completas procedentes de yacimientos costeros y de medianías no presentan estos problemas.

Cabe resaltar el escaso número de cerámicas afectadas por la cristalización de sales solubles, hecho que sorprende en un ambiente insular. La explicación podría estar en la estabilidad de la humedad relativa en el interior del almacén a lo largo de todo el año.

MUSEO DE ANTROPOLOGÍA DE TENERIFE
ESTADO DE CONSERVACION

Nº REGISTRO: 5

FECHA: 27.05.99

TIPO DE OBJETO: Vasija

DAÑOS ESTRUCTURALES GRAVES		DAÑOS ESTRUCTURALES LEVES		DAÑOS SUPERFICIALES		DAÑOS INTERNOS	
ROTO/ZONA	BOCA X	GRIETAS	X	PINTURA ESCAMÁNDOSE	X	FRÁGIL	
ROTO/INCOMPLETO		ASTILLAS		ACABADO EN MAL ESTADO		DESECACIÓN	
ROTO/Nº DE FRAGMENTOS		ARAÑAZOS		DETEÑIDO		EXUDACIONES	
GRIETAS		RASPONES		EXFOLIACIÓN		GRASA	
ELEMENTOS PERDIDOS		DESPORTILLADO		CRAQUELAMIENTO		SALES SOLUBLES	
HENDEURAS		AGUJEROS PEQUEÑOS		PÉRDIDA DECORACIÓN		DESMENUZÁNDOSE	
RASGONES		ELEMENTOS SUELTOS		SUCIO LEVE		CORROSIÓN	
AGUJEROS GRANDES		UNIONES FLOJAS		MUY SUCIO		MANCHAS ÁCIDAS	
ASTILLAS SUELTAS		HENDEURAS		POLVO		DETERIORO	
UNIONES FLOJAS		PLIEGUES		CONCRECIONES			
DEFORMADO		CONTRAÍDO					
DECOLORACIÓN		DESHACIÉNDOSE					
DESHACIÉNDOSE		EMPAÑADO					
DOBLEZ		MANCHAS					
PÉRDIDA DE FUNCIÓN							
FRÁGIL							

ATAQUE BIOLÓGICOS

PRÁCTICAS ANTIGUAS

ATAQUE ACTIVO DE INSECTOS	MANCHAS DE TINTA	
ATAQUE ACTIVO DE MOHOS ;	MANCHAS DE LÁPIZ	
SOSPECHOSO DE ESTAR INFESTADO	MANCHAS DE PINTURA	
SEÑALES DE UN ATAQUE ANTIGUO •	RESTOS DE PLASTELINA U OTRA MASILLA	
	RESTOS DE ADHESIVO	
	CINTA ADHESIVA	
	RESTOS DE ETIQUETAS ADHESIVAS	X
	GRAPAS	
	SIGNATURAS ERRÓNEAS	
	ALINEACIÓN INCORRECTA	X
	UNIONES DESPEGÁNDOSE	
	ALTERACIONES EN EL TRATAMIENTO DE RESTAURACIÓN	

DIAGNÓSTICO

BUENO	X	REGULAR POSIBLE TRATAMIENTO		MALO TRATAMIENTO URGENTE		MUY MALO TRATAMIENTO INMEDIATO	
-------	---	--------------------------------	--	-----------------------------	--	-----------------------------------	--

Tabla 1.2. F6rmulario del estado de conservaci6n para las colecciones del Museo de Antropologfa de Tenerife

MUSEO DE ANTROPOLOGIA DE TENERIFE		
Nº REGISTRO: 3.99		
Nº REGISTRO ANTIGUO: S/N		
FECHA: 12.07.99		
OBJETO: Mesa		
ESPACIO FÍSICO	TENERIFE	<input type="checkbox"/>
	ARCHIPIÉLAGO	<input checked="" type="checkbox"/>
	RESTO DEL MUNDO	<input type="checkbox"/>
ESPACIO TEMPORAL (XIX-XX)	ESPACIO TEMPORAL DEL MUSEO	<input checked="" type="checkbox"/>
	ATRIBUIDO AL ESPACIO TEMPORAL	<input type="checkbox"/>
	OTROS PERIODOS	<input type="checkbox"/>
FUNCIONES DEL MUSEO	INEDITO EN LA COLECCION	<input checked="" type="checkbox"/>
	COMPLETA LA COLECCION	<input type="checkbox"/>
	BIEN DOCUMENTADO	<input type="checkbox"/>
	INFORMACION RELEVANTE	<input type="checkbox"/>
	COMUNICACION BUENA	<input type="checkbox"/>
	DEMANDA SOCIAL	<input type="checkbox"/>
	HAY MAS EN LA COLECCION	<input type="checkbox"/>
	NO DOCUMENTADO	<input type="checkbox"/>
ESTADO DE CONSERVACION	REPRODUCCION/FACSIMIL	<input type="checkbox"/>
	BUENO	<input type="checkbox"/>
	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
	MALO	<input type="checkbox"/>
	MUY MALO	<input type="checkbox"/>

Tabla 1.3. Formulario de valoración museística

ESTADO DE CONSERVACIÓN MATERIAL: CERAMICA COLECCIONES DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE TENERIFE

FECHA	1996	8-10	22.8	615	601.6	208.11	510	618	208.7	208.10	208.20	208.8	208.14	208.4	208.2	208.5	208.6	208.7
Nº DE REGISTRO																		
Fragmento																		
Pelvo																		
Sucio																		
Roto zona																		
Desportillado																		
Grietas																		
MANCHAS																		
Pintura																		
Tinta																		
Lápiz																		
Otras																		
SALES																		
Soluble																		
Insoluble- concreción																		
Restauración antigua																		
VALORACIÓN																		
Bueno																		
Regular- inmediato																		
Mal- urgente																		

Tabla 1.1. Formulario del estado de conservación de un conjunto de cerámicas arqueológicas.

CONTROL DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN EL MUSEO

Aún no se conoce con exactitud cómo se activan la mayor parte de los procesos de deterioro; sin embargo, las investigaciones realizadas señalan hacia los factores extrínsecos de carácter ambiental: humedad relativa, temperatura, iluminación, polución ambiental, mala ventilación y vibraciones como los causantes principales de daños a las colecciones. Estos factores no suelen actuar de forma aislada, y si combinada. Sus efectos pueden ser inmediatos, como el craquelamiento de un lienzo expuesto repentinamente a un ambiente muy seco, o acumulativos, como el debilitamiento progresivo de una terracota sometida a una vibración pequeña pero constante. Por tanto, los museos deben hacer un esfuerzo, primero, por conocer cuál es la dinámica de los agentes que caracterizan su medio ambiente y cómo afectan a sus colecciones, y, segundo, por controlarlos, manteniéndolos en unos niveles seguros.

En este capítulo comenzamos introduciendo, de forma sucinta, una serie de conceptos generales sobre la naturaleza de estos agentes, sus mecanismos de actuación y cómo pueden dañar a los fondos. Pasamos luego a evaluar los instrumentos de medición más comunes y los sistemas químicos o mecánicos destinados a controlarlos, especificando en cada caso sus ventajas e inconvenientes. Por último, se describen los pasos a seguir para estudiar las condiciones ambientales en estos museos, los niveles óptimos de temperatura, humedad relativa e iluminación que deben establecerse.

Un museo no puede ser considerado simplemente como un depósito, que facilita el acceso de la sociedad al conocimiento, estudio y disfrute de su patrimonio, sino como auténticos invernaderos donde se intentan crear y mantener las condiciones idóneas para que este patrimonio perdure lo más y mejor posible en el futuro.

Los agentes ambientales. Descripción de su naturaleza y de cómo afectan a las colecciones

La humedad

En la mayoría de los procesos naturales de deterioro las moléculas de agua tienen una participación muy activa. Por ese motivo la humedad, que no es otra cosa que la cantidad de agua en forma de vapor contenida en la atmósfera, es con mucho el más nocivo de todos los agentes ambientales. Para poder controlarla es necesario que conozcamos, no tanto la cantidad total de vapor de agua contenida en el aire del museo (humedad absoluta), como la relación existente entre ésta y la máxima cantidad de vapor que puede contener ese volumen de aire a una temperatura determinada (Saturación)(Guichen, 1994). Esta relación se denomina humedad relativa y viene expresada como un porcentaje (%).

$$HR = \frac{HA}{S} \times 100$$

La humedad relativa indica la cantidad de vapor de agua contenida en el volumen de aire medido a una determinada temperatura, por ejemplo un 55% a 22° C, y que cantidad de vapor extra puede aún admitir ese volumen, a esa determinada temperatura, para alcanzar su saturación, en este caso un 45% °C.

La capacidad del aire para alcanzar su saturación varía con la temperatura. El aire frío se contrae alcanzando más rápidamente su saturación, mientras que el aire caliente se expande admitiendo mayor cantidad de vapor de agua. Esta propiedad hace que la humedad relativa aumente cuando la temperatura baja y que disminuya cuando la temperatura se eleva. Por tanto, si podemos controlar la temperatura nos será más fácil controlar la humedad relativa.

Esta puede variar durante el día, del día a la noche y a lo largo de las estaciones. Estas fluctuaciones pueden ser bruscas, resultando, como veremos más adelante, muy perjudiciales para los objetos de origen orgánico, o moderadas.

El nivel de humedad relativa y el grado en que oscila a lo largo del día afecta a los distintos materiales que conforman los fondos de forma muy diversa.

Todos los metales tienden a oxidarse, es decir, a perder electrones. En un ambiente húmedo, estos electrones podrán combinarse fácilmente con moléculas de agua y oxígeno, creándose un flujo cons-

tante desde el ánodo, zona donde ocurre la oxidación, hasta el cátodo, donde se combinan y reducen (Cronyn, 1990). Este proceso, conocido como corrosión electrolítica, puede verse iniciado en muchos metales a partir de una humedad relativa del 45%.

Una característica de los materiales orgánicos es que son higroscópicos, es decir que absorben humedad de su entorno o la expelen en un intento por equilibrar su propio contenido interno de agua con el del exterior. Así, expuestos a una humedad relativa alta (70%) se hidratan y, consecuentemente, aumentan de volumen pudiendo llegar a deformarse o agrietarse; mientras que expuestos a una humedad relativa baja (30%) se deshidratan, disminuyendo de volumen, deformándose y agrietándose. Si las oscilaciones de la humedad relativa son graduales y no sobrepasan los límites de la llamada región elástica¹, estas variaciones dimensionales no producirán daños mecánicos alguno.

El papel o las fibras vegetales sometidas a una humedad relativa alta pueden ver sus cadenas de polímeros afectadas por reacciones de hidrólisis que alteran sus enlaces, llegando incluso a desintegrarlos. También las reacciones de oxidación catalizadas por metales, muy comunes en el papel, y que producen unas manchas características denominadas moteado o foxing, se ven aceleradas por un nivel de humedad alto (Vaillant, 1996).

Muchos objetos porosos de piedra o cerámica pueden contener diversas mezclas de sales, absorbidas durante su deposición en un yacimiento o por exposición a un medio muy salino. Estas mezclas permanecen estables a una humedad relativa determinada, pero si ésta aumenta, las sales se hidratarán hasta disolverse. Por el contrario, si la humedad relativa disminuye, cristalizarán aumentando de volumen. Los objetos expuestos a una humedad relativa fluctuante verán cómo su estructura, sometida a ciclos de disolución-cristalización de su contenido en sales, sufren continuas tensiones físicas que se traducirán, con el tiempo, en un agrietamiento generalizado, el desprendimiento de las capas superficiales y, finalmente, en su fragmentación (Price, 1994:90-93).

Por último, los materiales orgánicos son muy sensibles a la acción de mohos, bacterias, hongos e insectos que los aprovechan como sustrato para desarrollar sus actividades o como alimento. El riesgo de ataque biológico se incrementa considerablemente con el aumento de la humedad relativa, porque la mayoría de los organismos vivos se desarrollan mejor y presentan una mayor actividad en medios húmedos.

De lo expuesto hasta aquí pueden extraerse dos conclusiones. En primer lugar, la extrema utilidad de saber con exactitud cuál es el comportamiento de la humedad relativa dentro de nuestro museo, para poder prever cómo y en qué medida afectará a sus fondos. En segundo lugar, la necesidad de mantener la humedad relativa estable y dentro de unos niveles apropiados para cada tipo de material que integran la colección, a fin de conservarlos en buen estado. La forma de hacerlo es bien controlando la temperatura, o bien manipulando la concentración de vapor de agua en el aire; esto último se consigue añadiendo vapor cuando la temperatura se eleve y extrayéndolo cuando caiga.

La temperatura

La temperatura por sí misma no afecta a los objetos, salvo que se sobrepasen ampliamente los 30°C o se den saltos muy bruscos entre mínimas y máximas diarias (0°C-40°C). En estos casos pueden producirse daños de dos tipos: estructurales, causados por una aceleración apreciable de las reacciones químicas debido al calor, o mecánicos por movimientos de dilatación-contracción (Vaillant Callol, 1996). Sin embargo, la importancia del efecto de la temperatura radica, principalmente, en la influencia directa que ejerce sobre la humedad relativa. Un aumento de la temperatura conduce a una disminución de la humedad relativa y, al contrario, una disminución provoca el aumento de la humedad relativa.

La iluminación

La luz es una forma de energía visible para los humanos. Está formada por unas partículas llamadas fotones que se comportan, a la vez, como ondas. Un simple haz de luz está formado por infinidad de ondas de diferente longitud que se distribuyen a través de un espectro continuo. De este espectro sólo una pequeña parte, entre los 400-760 nanómetros (nm), puede impresionar el ojo humano. Dentro de este rango, cada longitud de onda va asociada a un color diferente; así, el rojo está en torno a los 600 nm, el verde a los 500 nm, el violeta a los 400 nm, etc. Cuanto más pequeña sea la longitud de onda mayor será la energía que contenga, por lo que la luz en donde predominen los colores azules, situados al final de la

banda visible, es más activa y, por tanto, más dañina que con predominio de rojos ². Esto tiene una enorme importancia en la elección de las luminarias apropiadas, como veremos más adelante.

La banda entre 300-400 nanómetros está ocupada por las radiaciones ultravioletas, y por encima de los 760 se encuentran las radiaciones infrarrojas.

Muchas de las reacciones químicas que provocan el deterioro de las colecciones se desencadenan con la energía luminica. Así, por ejemplo, si exponemos los materiales orgánicos a niveles elevados de luz, tanto natural como artificial, los enlaces de las cadenas de polímeros que los forman pueden romperse dando lugar a nuevos enlaces. Para que esto ocurra, la energía absorbida debe ser mayor que la contenida en el enlace. La energía luminica facilita también la tendencia natural de los materiales orgánicos a oxidarse, es decir, a que las moléculas de polímeros reaccionen con moléculas de oxígeno y se desintegren paulatinamente. Como resultado de estas reacciones pueden perder sus propiedades mecánicas (rigidez, debilitamiento) y su color original (Michalsky, 1987:3-16). Los ambientes húmedos pueden favorecer este tipo de reacciones acelerando su ritmo.

Los materiales inorgánicos no se ven directamente afectados por la energía luminica. Aunque, el calor producido por un nivel de iluminación alto puede elevar la temperatura del entorno dando lugar, por un lado, a que se produzcan cambios dimensionales en objetos orgánicos e inorgánicos, que pueden acabar en deformaciones irreversibles, y, por otro, a que disminuya la humedad relativa con los consiguientes efectos negativos para los objetos de naturaleza orgánica ya comentados.

Por lo tanto debemos ser muy cuidadosos al elegir el nivel de iluminación que vamos a dar a nuestras colecciones. Esta es una tarea compleja, pues requiere un compromiso entre los distintos grados de conservación preventiva que necesitan los objetos y las distintas opciones de iluminación a las que el museo tiene acceso. En cualquier caso, la fuente de luz elegida, el nivel de iluminación y el número de horas de exposición a lo largo del año no deben suponer riesgo de deterioro alguno para las piezas. Deben posibilitar, además, que quienes las observen, ya sean visitantes, personal del museo o investigadores, tengan una buena percepción de sus formas, detalles y colores.

Los conceptos básicos sobre iluminación que expondremos a continuación ayudarán a conservadores, restauradores o personal a cargo de las colecciones a valorar, por un lado, si los sistemas propuestos por los arquitectos y diseñadores o aquellos que ya actúan en el museo son los más seguros para las colecciones y, por otro, a participar más activamente en su selección.

La cantidad de energía luminica capaz de impresionar el ojo humano (Φ) que alcanza la superficie de un objeto por m es la iluminancia (E).

$$E = \frac{\Phi}{\text{superficie}} = \frac{\text{lumen}}{m^2} = \text{lux}$$

La iluminancia es una medida básica en el diseño y control de la iluminación, pues nos indica si nuestros objetos fotosensibles están expuestos a niveles de energía nocivos.

El tiempo durante el cual se somete un objeto a un determinado nivel de iluminación también es importante. Un nivel elevado mantenido durante un corto espacio de tiempo puede producir el daño que un nivel débil durante un largo período. De aquí se deduce que tanto la intensidad de la luz como el tiempo de exposición deben ser reducidos, en lo posible, al mínimo.

La luz natural, por su calidad y variabilidad, es la fuente ideal para ver una obra de arte; pero su alto contenido en radiaciones infrarrojas y ultravioletas la hace extremadamente perjudicial. La luz artificial, por el contrario, es menos dañina pero su calidad cromática es inferior. Por tanto, cuando decidamos sobre la elección de uno u otro tipo de iluminación eléctrica hemos de tener en cuenta el rendimiento cromático de las luminarias y su temperatura de color (Boyce, 1987:50-57).

El rendimiento cromático se basa en la sensibilidad del ojo humano para captar los colores del espectro de la luz visible y adaptarse a cualquier cambio en los mismos. Cada color tiene una temperatura determinada que se mide en Kelvin. Las luminarias con una temperatura de color baja producen una luz percibida como cálida y con buen rendimiento cromático, mientras que las de temperatura alta producen luz fría y de pobre rendimiento.

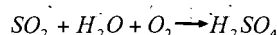
La contaminación atmosférica

El aire del museo puede contener partículas sólidas diminutas o moléculas gaseosas de dióxido

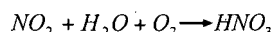
de azufre (SO_2), ácido sulfídrico, óxidos de nitrógeno (NO , NO_2), dióxido y monóxido de carbono (CO , CO_2), ozono (O_3), formaldehídos o ácidos orgánicos, en distintas concentraciones que son nocivas para sus fondos. Estas partículas y moléculas pueden tener dos orígenes: externo, cuando proceden de las emisiones contaminantes lanzadas a la atmósfera por la actividad humana (industria, tráfico rodado, calefacción, electrodomésticos) y, en menor medida, de la naturaleza (actividad volcánica, brisa marina), e interno, cuando proceden del secado o envejecimiento de los materiales usados en la construcción del edificio, vitrinas, sistemas de almacenaje, expositores, o del equipamiento de sus oficinas o cafetería.

La acción de estos contaminantes puede darse de forma aislada o combinada con otros factores ambientales como la humedad relativa. Así, las partículas sólidas que se depositan sobre los objetos no sólo contribuyen a mancharlos de grasa o restos ácidos, sino que al atraer la humedad facilitan la proliferación de insectos, la fijación de esporas microbianas y desencadenan numerosos procesos químicos de deterioro.

En un ambiente húmedo, las moléculas de dióxido de azufre del aire pueden dar lugar a la formación de moléculas de ácido sulfúrico, sustancia muy corrosiva que causa el deterioro de muchos materiales inorgánicos (tiza, caliza, arenisca, mármol, metales) y orgánicos (papel, algodón, piel, seda).



El dióxido de nitrógeno actúa como un potente agente oxidante causando la corrosión de los metales y la hidrólisis de la celulosa, pero, además, puede dar lugar a la formación de ácido nítrico, tan potente como el ácido sulfúrico y nocivo para los materiales orgánicos y muchos inorgánicos.



El monóxido y dióxido de carbono pueden dar lugar a ácido carbónico. Este ácido, como el nítrico, es absorbido por el papel que ve así afectado su pH y, en consecuencia, su resistencia al deterioro (Vaillant Callol, 1996).

El ozono tiene una acción muy destructiva sobre todos los materiales orgánicos, ser un poderoso agente oxidante, capaz de romper los enlaces entre los átomos de carbono de los compuestos saturados. También favorece la corrosión del hierro, la plata y el cobre.

Los cloruros son unas sales corrosivas para los metales. En los museos de zonas costeras, la concentración de cloruros en el aire puede ser superior a la normal representando una amenaza para las colecciones de metales. También en la atmósfera de áreas muy industrializadas pueden producirse tasas anormales de cloruros.

En cuanto a los contaminantes de origen interno, los más comunes son los ácidos orgánicos volátiles, tales como el formaldehído, acetaldehído, ácido acético o ácido fórmico, emitidos por algunas de las maderas usadas en la fabricación de vitrinas y sistemas de almacenamiento. Estos ácidos son altamente corrosivos para todo tipo de materiales.

Otras fuentes internas de emisión de contaminantes, menos generalizadas que la madera, pero no por ello menos importantes, son los citados a continuación:

- El cemento armado de nueva construcción que hasta que no haya terminado de curarse, proceso que suele durar varios años, desprende un polvillo alcalino.
- Las gomaespumas utilizadas como aislantes térmicos, las resinas y adhesivos usados en la fabricación de conglomerados de madera, las pinturas de paredes y mobiliario, productoras todas ellas de formaldehídos.
- Los plásticos basados en el nitrato de celulosa generadores de distintos óxidos del nitrógeno.
- Los especímenes biológicos disecados, cuya degradación puede producir amoníaco u óxidos de nitrógeno y azufre (Bribblecombe, 1992:9-11).
- Las fotocopiadoras productoras de ozono.
- Los filtros de los sistemas de aclimatación que, de no mantenerse correctamente, pueden aumentar la concentración de óxidos de azufre y nitrógeno en el aire. Se ha detectado, así mismo, la emisión de contaminantes derivados del uso de productos anticorrosivos y fungicidas en el mantenimiento de sus

componentes (Baer, 1985(4): 9-20).

Una mala ventilación

Es conveniente que el aire pueda circular libremente en el interior del museo, ya que una mala ventilación favorece el aumento de la temperatura y la humedad relativa, la creación de zonas microclimáticas y la deposición de polvo, con las consecuencias negativas que esto tiene para la conservación ya comentadas. Una circulación libre entre las distintas áreas del museo y entre éstas y el exterior también tiene sus peligros, sobre todo en poblaciones con un nivel elevado de contaminación atmosférica, pues se favorece la propagación de los problemas. Esto puede evitarse con un diseño adecuado del edificio, la instalación de sistemas de aclimatación del aire o la colocación de filtros.

Las vibraciones

Los fondos de un museo están sometidos a vibraciones de muy diversa índole. Estas pueden ser esporádicas, como los movimientos fuertes y bruscos producidos durante su traslado o manipulación continuados, a pesar de ser apenas perceptibles para los sentidos humanos, como las producidas por los pasos de los visitantes o un tráfico rodado intenso en la calle. En cualquiera de los dos casos, la estructura de los objetos sometidos a estas tensiones físicas puede debilitarse y desintegrarse poco a poco, terminando, incluso, en el colapso.

Es difícil determinar el grado de incidencia de las vibraciones sobre los fondos o sobre el edificio que los alberga es difícil de determinar. Téngase en cuenta que los indicios de daños estructurales como la fragilidad, la desintegración, las grietas o los desprendimientos de la capa superficial, podrían ser la consecuencia de un nivel de vibración excesivo o de cambios medioambientales bruscos.

Instrumentos para evaluar las condiciones ambientales

En el apartado precedente hemos visto los efectos que sobre las colecciones pueden tener unas condiciones ambientales inadecuadas. La forma de prevenirlas es controlar los agentes causantes, esto es, mantener la humedad relativa y la temperatura estables, la iluminación dentro de unos niveles considerados seguros para los objetos fotosensibles y el aire libre de contaminantes. Para establecer cómo debe ser este control, es imprescindible conocer primero el comportamiento de los agentes ambientales que actúan en el museo a lo largo del tiempo. Este comportamiento puede ser trazado utilizando los distintos instrumentos de medición descritos a continuación:

Instrumentos de medición de la humedad relativa

Existen muchos tipos de instrumentos de medición de la humedad relativa, pero aquí sólo hablaremos de los más generalizados en los museos. Éstos podemos dividirlos en dos grandes grupos: instrumentos de medición puntual e instrumentos de registro continuo.

Instrumentos de medición puntual

Los datos sobre la humedad relativa se refieren al momento en que efectuamos la medición o cuando observamos la aguja indicadora.

Psicrómetros

Los psicrómetros están formados por dos termómetros, uno al lado del otro. El llamado termómetro de bulbo seco mide la temperatura del aire. El otro, llamado termómetro de bulbo húmedo porque tiene su bulbo cubierto por una caperuza de algodón humedecida en agua destilada, mide cualquier caída de la temperatura causada por la evaporación del agua de la caperuza.

Para que un líquido se evapore necesita calor. En este caso, el agua de la caperuza tendrá que absorber el calor de su entorno para evaporarse. Si éste está saturado de humedad, la humedad de la caperuza no se evaporará, pero si, por el contrario, es seco, la evaporación tendrá lugar y, a medida que esto ocurra, se producirá un mayor enfriamiento que quedará reflejado en el termómetro. La temperatura

del aire y la diferencia entre ambos termómetros se confrontan con una tabla de conversión, que suele venir con el instrumento, para averiguar la humedad relativa (Güichen, 1984).

Para acelerar el proceso de evaporación se someten ambos termómetros a una corriente de aire. Según sea el mecanismo que la origina tendremos distintos tipos de psicrómetro:

■ **Psicrómetro giratorio [Fig. 2.1].**

La corriente de aire se produce manualmente, haciendo girar el aparato con un movimiento de muñeca durante 30-45 segundos (Apéndice 1).

■ **Psicrómetro de ventilación mecánica.**

Posee un pequeño ventilador que se acciona mediante un mecanismo de relojería.

■ **Psicrómetro eléctrico.**

El ventilador es accionado por un motor eléctrico alimentado con pilas.

Los psicrómetros deberían formar parte del equipo de cualquier museo porque son fáciles de usar y transportar, tienen un precio razonable, no necesitan calibración y su mantenimiento es sencillo: sólo es necesario reponer el agua destilada del depósito, las pilas gastadas, en el modelo eléctrico, así como cambiar la caperuza cuando se ensucie para evitar errores en la medición. El psicrómetro giratorio resulta útil para calibrar termohigrógrafos, hacer mediciones en yacimientos o realizar una primera evaluación de las condiciones ambientales de museos o instituciones que nos hayan solicitado objetos en préstamo.

Los psicrómetros mecánicos y eléctricos pueden proporcionar mediciones muy precisas si se usan correctamente.

Sus principales desventajas son que no pueden usarse para medir la humedad relativa de volúmenes de aire pequeños ni cerrados (por ejemplo el interior de vitrinas, armarios, cajas) y que deben ser siempre usados con una tabla de conversión. Un error de 1° en la lectura de la temperatura del termómetro del bulbo húmedo conduce a errores del 5% al 10% en la determinación de la humedad relativa en la tabla de conversión. Además la caperuza se ensucia rápidamente por lo que debe ser cambiada con regularidad.

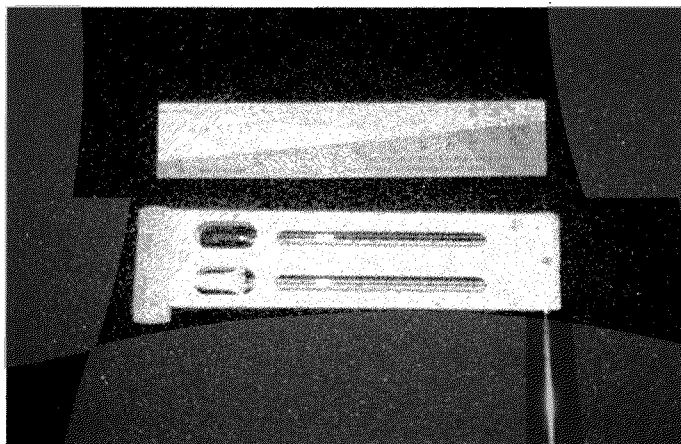


Figura 2.1. Psicrómetro giratorio con tabla de conversión.

Higrómetros

Estos instrumentos utilizan la capacidad que tienen ciertos materiales orgánicos como el papel, el pelo o las fibras para cambiar dimensionalmente variaciones mínimas de humedad. Las mediciones de

los higrómetros no son siempre fiables por varias razones: no reaccionan a las fluctuaciones de la humedad con la misma celeridad con que éstas se producen, se ven seriamente afectados por el polvo y otros contaminantes, y, con el paso del tiempo, su capacidad de respuesta a la humedad se reduce. Además requieren una calibración regular. Ésta puede hacerse con la ayuda de un psicrómetro u otro instrumento de medición.

No obstante, pueden ser de mucha utilidad cuando se carece de instrumentos mejores, son baratos, se pueden comprar en cualquier óptica, su tamaño permite colocarlos en espacios reducidos y no hay que accionar ningún mecanismo para obtener una lectura directa de la humedad relativa en cualquier instante [Fig. 2.2].

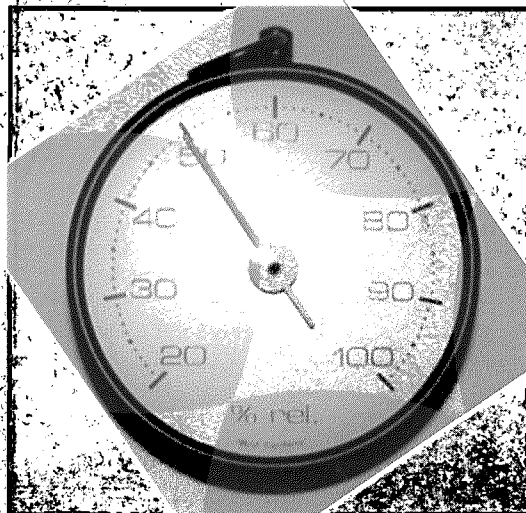


Figura 2.2. Higrómetro

Los higrómetros electrónicos son más precisos que los mecánicos porque la humedad relativa es medida mediante una resistencia electrolítica cuyo valor eléctrico varía con el de la humedad del aire [Fig. 2.3]. A su gran precisión en las mediciones, en torno a $\pm 2\%$, se une su fácil manejo y la posibilidad de medir la humedad relativa en espacios muy pequeños (vitrinas, cajas). Debe señalarse que, en algunos higrómetros electrónicos, esa misma precisión en la toma de datos puede volver su manejo algo confuso, ya que en la pantalla de lectura lo más normal es que aparezcan valores de humedad relativa fluctuando en rápida sucesión según movamos el sensor de un lado a otro. En estos casos, lo mejor es mover el aparato de derecha a izquierda durante un segundo, luego dirigir el sensor hacia un punto y mantener inmóvil el instrumento, esperar unos segundos a que la indicación de la humedad relativa se estabilice y leer. Dado que es difícil mantener el instrumento fijo, sin comunicarle ninguna vibración que pueda afectar a la lectura, es recomendable apoyarlo sobre una estantería o vitrina. Cuando se haga esto debe prestarse atención a no obstruir el sensor.

Los higrómetros electrónicos son algo costosos y deben ser enviados cada cierto tiempo al fabricante para su calibración.

Instrumentos de registro continuo

Estos instrumentos efectúan un registro continuo de los niveles de humedad relativa, que queda impreso sobre una gráfica o almacenado en un software. Estos últimos son los más útiles, ya que la humedad relativa puede variar notablemente entre el día y la noche e, incluso, de un momento del día a otro.

Higrógrafos

Se basan en el mismo principio físico que los higrómetros pero, a diferencia de éstos, las variaciones de humedad relativa quedan registradas en un gráfico que puede ser diario, semanal, quincenal o mensual. Su mantenimiento es sencillo.

A la ventaja ya señalada de proporcionarnos un registro continuo, se une su sencillo mantenimiento. Sólo debemos asegurarnos de tener pilas y gráficos siempre disponibles, cambiar las pilas antes de que hayan agotado su vida media y archivar los gráficos obtenidos adecuadamente. A estas ventajas se contraponen la fragilidad de su mecanismo (una manipulación brusca puede dañarlo) y la necesidad de calibrarlos regularmente.

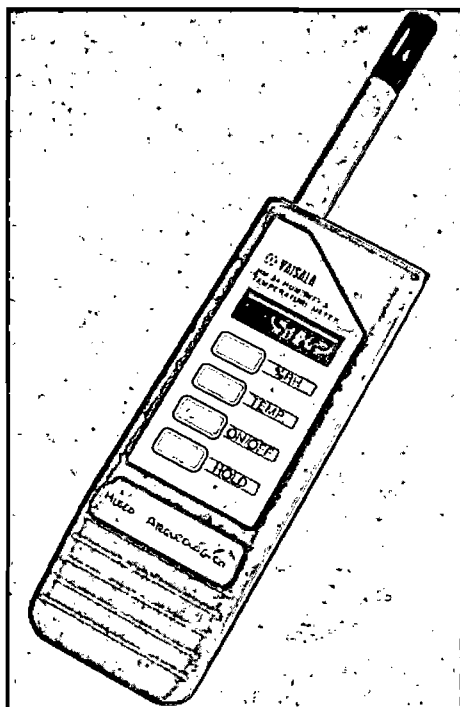


Figura 2.3. Higrómetro digital

Termohigrógrafos

Son los instrumentos más usados en los museos, debido a que proporcionan un registro continuado de la humedad relativa y la temperatura. Además, su manejo y mantenimiento son sencillos y su precio es asequible para la mayoría de las instituciones.

Se basan en los cambios longitudinales casi inmediatos que presentan los cabellos y ciertas aleaciones metálicas como respuesta a variaciones de la humedad relativa y de la temperatura, respectivamente. Estos cambios son transmitidos a una gráfica, fijada sobre un tambor giratorio, mediante unos brazos móviles terminados en un marcador de tinta. El tambor girará a un ritmo diferente, según el termohigrógrafo se programe para un registro diario, semanal o mensual, por lo que el tipo de gráfica a utilizar también variará [Fig. 2.4].

Las mediciones alcanzadas pueden ser precisas, en torno a $\pm 5\%$, si se siguen las siguientes recomendaciones:

- colocarlos en un sitio libre de polvo, para evitar que éste se adhiera al haz de cabellos y pueda alterar sus respuestas;
- evitar someterlos a vibraciones fuertes o continuadas que puedan desplazar los marcadores o afectar su mecanismo;
- calibrarlos regularmente con la ayuda de otro instrumento de medición como un psicrómetro o higrómetro electrónico (véase Apéndice 2). Con el tiempo los cabellos van perdiendo su capacidad de respuesta y si no se efectúa una calibración cada vez que se cambian los gráficos, podemos encontrarnos como mínimo con un desfase entre el momento real en que se produjo la fluctuación y el de la respuesta. Esto tiene especial importancia cuando intentamos relacionar la afluencia de público con las

- variaciones apreciadas;
- reemplazar el haz de cabellos cada cierto tiempo;
- cambiar las pilas antes de que se agoten. Así, evitamos los vacíos producidos en la toma de datos entre el momento en que se gastó la pila y el que se advirtió que el aparato no estaba funcionando. También debe cuidarse de rellenar o reemplazar los marcadores antes de que la tinta se acabe;
- efectuar el cambio de gráficos siempre a la misma hora.

La mayor desventaja que tienen los termohigrógrafos es que los gráficos deben cambiarse de forma periódica. Además, conviene calibrarlos regularmente. En los museos con varias salas de exposición o almacenes esta rutina supone un buen número de horas de trabajo anuales. A esto se añade que los gráficos y piezas de reemplazo (marcadores de tinta, haz de pelos) son engorrosos de conseguir, al fabricarse fuera de España.

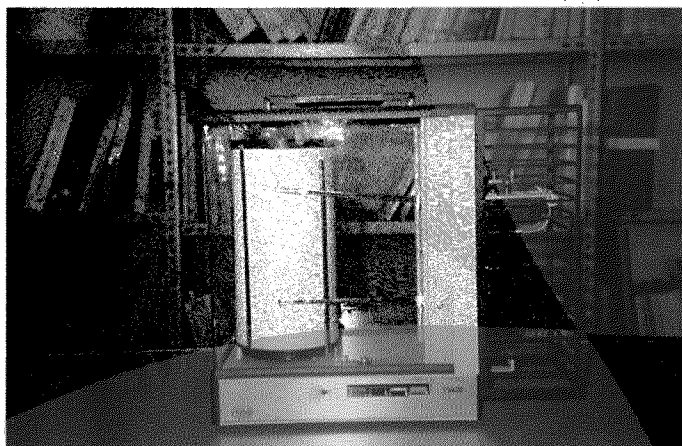


Figura 2.4. Termohigrógrafo con tres programaciones: diaria, semanal y mensual.

Sistemas digitales de monitorización.

Son los sistemas más modernos disponibles en el mercado y han sido desarrollados específicamente para controlar las condiciones ambientales en los museos. Se basan en dos o más sensores conectados a un logger que registra y almacena la información recibida cada cierto intervalo de tiempo. Estos datos son luego descargados en un ordenador que los analiza y almacena según un programa. Hay varias clases de sistemas digitales, desde pequeños loggers portátiles hasta los más sofisticados que controlan varios sensores comunicados por ondas de radio.

Las principales ventajas que presentan son la precisión en la toma de medidas ($\pm 2\%$); la posibilidad de registrar, además de la temperatura y humedad relativa, el nivel de iluminancia y las radiaciones ultravioleta, y la mínima atención que requiere por parte del personal del museo. Su principal desventaja es su precio que sigue estando fuera de las posibilidades de muchos museos.

■ **Loggers portátiles**

Estos loggers han sido diseñados para permitir medir la temperatura y humedad relativa en espacios reducidos sin que se estorbe la visión o seguridad de los objetos. Su pequeño tamaño y flexibilidad los hace muy apropiados para monitorizar vitrinas con objetos necesitados de temperatura, humedad relativa o iluminación muy específicos, o para registrar estos parámetros en el interior de los embalajes de obras de arte durante su transporte y almacenamiento temporal.

Los datos recogidos por el monitor deben ser descargados de forma periódica en un ordenador, donde un programa los analiza y almacena. La conexión es generalmente directa mediante un cable.

Su alimentación es por pilas de litio aunque algunos permiten su conexión a una fuente de electricidad externa. En ambos casos, el consumo es muy reducido.

Los últimos modelos presentan mejoras técnicas como es la incorporación de pantallas de lectura que

permiten visualizar los datos de forma inmediata, sin esperar a descargarlos en el ordenador, y rangos de lectura entre un segundo a diez días de intervalo[Fig. 2.5].



Figura 2.5. Logger portátil con sensores para la temperatura y humedad relativa y software de análisis de datos.

■ MS. Wired-In

Este sistema está diseñado para ser instalado de forma permanente en un edificio y controlar espacios amplios dentro del mismo. Lo forman una serie de monitores de medición de la temperatura y humedad relativa, hasta un número de 255, conectados entre ellos en serie y a una caja de control mediante un cable [Fig. 2.6]. Los datos recogidos por la caja de control deberán ser pasados a un ordenador para que sean analizados y almacenados por el programa del sistema. Si la conexión al ordenador es permanente, el trasvase de datos se realizará de forma automática. En el caso contrario, el trasvase deberá realizarse manualmente antes de que la memoria llegue a su saturación. El programa incluye una función que nos avisa del día y la hora en que esto ocurrirá.



Figura 2.6. Caja de control y ordenador del sistema MS. Wired in instalado en el Museo de Historia de Tenerife

sus fabricantes. Si no se está familiarizado con el uso de los Este sistema tiene muchas ventajas. Puede incorporar sensores de intensidad luminosa y de radiación ultravioleta o alarmas sonoras que avisan de cuándo se han sobrepasado los límites de temperatura y humedad relativa permitidos.

La conexión con el ordenador puede hacerse también a través de un módem, lo que permite vigilar desde un ordenador central varias cajas de control, con sus correspondientes monitores, ubicadas en distintos edificios.

La calibración puede hacerse in situ si se adquiere el material necesario, consistente en una solución salina para la calibración del nivel bajo (12%) y otra para la calibración del nivel alto (75%).

El programa incorporado proporciona gráficas a distintos intervalos de tiempo (24 horas, 7 días, 21 días, 45 días, 1 año), medias, mínimas, máximas y porcentaje de días fuera de los límites aconsejados. Esto facilita el manejo e interpretación de los datos, ahorrándole a los conservadores un tiempo precioso.

Pese a la importancia de sus ventajas también presenta serios inconvenientes. El primero es que el cableado puede resultar antiestético, sobre todo en edificios antiguos o históricos. El manejo de estos sistemas suele ser más complejo de lo que nos aseguran ordenadores se puede cometer numerosos errores durante el manejo del programa; la consecuencia inmediata es la pérdida de información. Además, para garantizar un buen funcionamiento de la caja de control debemos asegurarnos de que no hay cortes frecuentes en el suministro eléctrico y de que éste se mantiene con una tensión estable. Esto no siempre es fácil de conseguir en edificios históricos o en ciudades pequeñas.

■ Radiotelemétrico

Este sistema es igual al anterior salvo en la conexión de los monitores a la caja de control realizada aquí mediante ondas de radio. Esta conexión aporta ciertas ventajas respecto de la anterior, pues los monitores pueden ser colocados en el interior de una vitrina o embalaje o pueden ser cambiados de ubicación con facilidad. Sólo tenemos que indicarle al programa el cambio realizado y reconfigura la caja de control.

Las desventajas son que las ondas de radio se pueden ver obstaculizadas por las estructuras muy densas del edificio (pilares de hierro forjado u hormigón), otras frecuencias de radio o ciertos materiales expuestos (minerales). Además, no tienen un alcance largo. Por eso cuando intentemos monitorizar áreas muy grandes será necesario instalar repetidores de señal.

Instrumentos de medición de la luz

Existen dos instrumentos de medición de la luz que deberían formar parte del equipo de cualquier museo: un luxómetro y un medidor de radiación ultravioleta. Describamos cada uno de ellos.

Luxómetros

Miden la iluminancia. Están basados en una célula fotosensible, son portátiles y se alimentan por pilas [Fig.2.7]. Hay varios tipos en el mercado pero es conveniente que el elegido tenga un rango de medición entre 1 y 100.000 lux, con escalas en lux y klux, para que cubra el flujo luminoso emitido por todas las posibles fuentes de luz existentes en el museo, incluida la natural.

Deben ser calibrados una vez al año, salvo que dispongan de un autocalibrado.

Las mediciones son puntuales. Por lo tanto, para tener una idea correcta del nivel de iluminancia sobre la superficie de un determinado objeto, será necesario tomar medidas en varios puntos (véase Apéndice 3).

Medidor de radiación ultravioleta

Miden la cantidad de radiación ultravioleta asociada a la luz incidente sobre una superficie ($\mu W/Lumen$). Algunos aparatos miden la cantidad total de radiación ultravioleta ($\mu W/cm$).

En estos casos tendríamos que convertir los datos obtenidos a $\mu W/Lumen$.

Es conveniente, pues, que cuando vayamos a adquirir uno de estos aparatos nos cerciemos de que miden en $mW/lumen$ para ahorrarnos las operaciones de conversión.

$$Lumen = lux \times m^2 \quad \mu W = 10^{-6} W$$

La precisión en la medida depende del rango de frecuencias que alcancen las células fotosensibles incorporadas. Son instrumentos portátiles y alimentados con pilas [Fig. 2.8].

Los últimos monitores de radiación ultravioleta comercializados, permiten su conexión a un ordenador y el análisis de los datos recogidos por un programa para Microsoft de Windows.

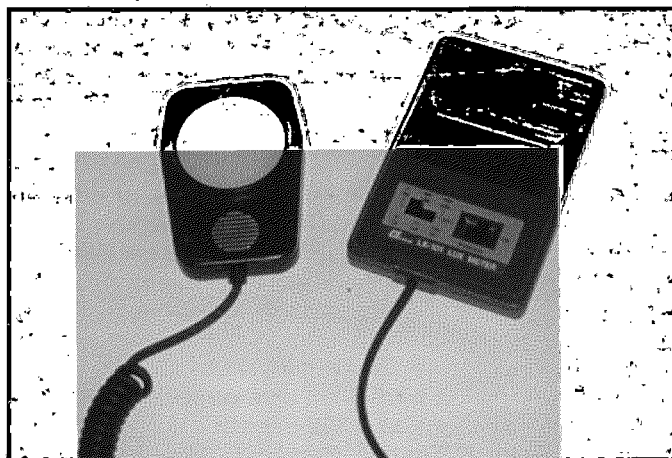


Figura 2.7. Luxómetro digital

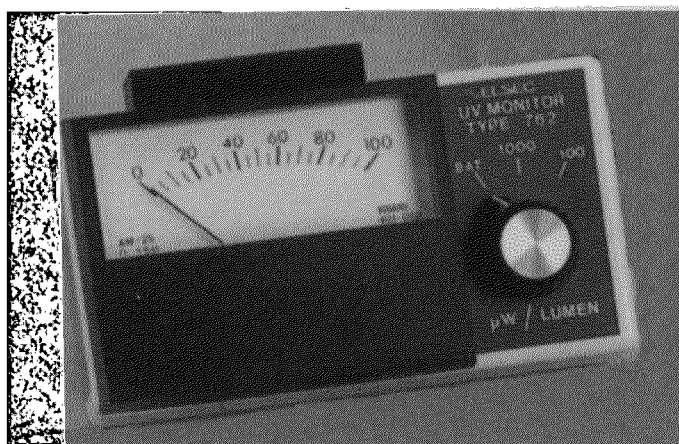


Figura 2.8. Medidor de radiación ultravioleta

Métodos de evaluación de la contaminación atmosférica

En los museos españoles se concede escasa o nula atención a la contaminación atmosférica, aunque muchos de ellos estén enclavados en ciudades con niveles de polución altos. Una de las razones de este descuido es, quizás, la complejidad de las mediciones para determinar la concentración de contaminantes en el aire. Estas deben ser realizadas por especialistas, encargados de efectuar pruebas de laboratorio específicas para cada una de las moléculas contaminantes.

No obstante, los conservadores, restauradores y encargados de las colecciones han de estar familiarizados, al menos, con las unidades en que se realizan estas mediciones para poder interpretar correctamente los datos de los análisis efectuados y determinar cuáles son las medidas de control más oportunas.

La concentración de contaminantes atmosféricos en un volumen determinado de aire se mide en $\mu\text{gr} / \text{m}^3$, aunque para evitar la manipulación de cifras muy elevadas se suele indicar en partes por billón (ppb). También puede ser útil conocer el rango de tamaños de las partículas sólidas presentes para la elec-

ción de los filtros adecuados. Éste se mide en micras (μ)

Métodos de evaluación del nivel de vibraciones

El nivel de vibraciones en el interior de un edificio puede medirse calculando la velocidad de un grupo de partículas mantenidas en movimiento por la propagación, a través del suelo o una estructura, de la alteración producida por una fuente de vibraciones; los visitantes y el tráfico rodado son las más comunes. Este tipo de mediciones rara vez se realizan, ya sea porque se desconoce la metodología a aplicar, se carece de los instrumentos apropiados o, simplemente, porque se consideran poco relevantes para la conservación de los fondos, puesto que los niveles de vibración casi siempre se mantienen por debajo del límite considerado crítico ³.

Sin embargo, estudios recientes destacan el hecho de que la fatiga detectada en la estructura de un edificio puede deberse a un nivel de vibraciones elevado durante un corto espacio de tiempo, o un nivel reducido, pero prolongado, durante largos períodos (Lloyd, 1994:132-138). Este dato adquiere relevancia especial cuando trabajamos en museos instalados en edificios antiguos que son en sí mismo parte de la exposición, y que fueron construidos con un propósito diferente al de recibir miles de visitantes.

En contraposición a lo arriba expuesto, si se han desarrollado varios métodos de detectar los efectos de las vibraciones sobre las colecciones. Algunos son tan sencillos como colocar alfileres a lo largo de los bordes de una grieta y medir periódicamente la distancia entre ellos, para comprobar si ésta ha aumentado. Estos métodos, aunque al alcance de todos los museos, no pueden certificar que la causa última de las alteraciones medidas sean las vibraciones (Stolov, 1994:116-122).

Sistemas de control de las condiciones ambientales

Sistemas de control de la humedad relativa

Como ya comentamos al principio del capítulo, el deterioro natural que sufren las colecciones, ya sea mecánico o químico, sería mínimo si éstos estuvieran almacenados o expuestos en unas condiciones de humedad relativa estables, sin oscilaciones diarias o estacionales bruscas (superiores al 5%) y dentro de unos niveles considerados idóneos. Ahora bien, mantener la humedad relativa estable y dentro de unos límites durante las 24 horas del día, a lo largo de todo un año y por un período indefinido de tiempo, es una tarea ardua, compleja y a menudo costosa, desde el punto de vista energético y económico; que requiere de toda la habilidad de un conservador, restaurador o encargado del cuidado de las colecciones para llevarla a cabo con éxito.

Los sistemas utilizados en los museos para controlar la humedad relativa pueden ser clasificados en dos tipos: químicos y mecánicos. Los primeros se basan en el aprovechamiento de ciertas sustancias que tienen la capacidad de minimizar los cambios de la humedad relativa producidas en su entorno. Los segundos, en aparatos que bien enfrían el aire, bien le aportan o extraen humedad o ambas. Varios de estos sistemas de control pueden adquirirse en el mercado, aunque con frecuencia no se adaptan a las necesidades particulares de un museo y deben ser modificados o usados en combinación con otros. Por eso, muchos museos prefieren diseñar y construir sus propios sistemas de control. En cualquier caso, su elección debería hacerse siempre basándose en un estudio previo de las necesidades de conservación que presentan los fondos, de cómo se ven afectados éstos por las funciones habituales del museo (investigación, didáctica, divulgación, exposiciones, coleccionismo), del comportamiento climático del edificio y de su entorno, del presupuesto anual destinado al cuidado de las colecciones y de la disponibilidad de su personal. Lo más práctico es tener dos o más sistemas funcionando ya que las necesidades de un museo no son siempre homogéneas, pudiendo variar en el tiempo.

Sistemas químicos de control de la humedad relativa

Las sustancias utilizadas se conocen con el nombre genérico de *buffers* y, como dijimos, tienen la habilidad de equilibrar su contenido de vapor de agua con el entorno, absorbiendo o emitiendo humedad. El contenido de vapor de agua que poseen cuando están en equilibrio (EMC ⁴) es específico para cada nivel de humedad relativa a la temperatura de la habitación ⁵. Este contenido se representa mediante una curva de valores de EMC frente a valores de humedad relativa. Los valores de EMC permitirán cal-

cular la cantidad de sustancia requerida para mantener la humedad relativa de un volumen determinado de aire (vitrina, caja o embalaje) en torno al porcentaje deseado y estable.

Hay varias sustancias que tienen la capacidad de actuar como *buffers* ⁶, pero para que puedan ser usadas en un museo tienen que cumplir los siguientes requisitos:

- tener una gran capacidad de absorción y dispersión de vapor de agua;
- permitir una gran superficie de contacto con el volumen de aire a controlar para que el ritmo de amortiguación de los cambios de humedad sea rápido;
- permanecer siempre secas al tacto, incluso cuando su contenido en humedad sea elevado. Una sustancia con una superficie húmeda podría inducir reacciones químicas indeseadas que acelerasen el deterioro de algunos objetos u ocasionaran problemas de condensación;
- ser fáciles de manipular;
- mantener sus propiedades intactas durante largos períodos de tiempo con un mínimo de mantenimiento. En otras palabras, que puedan ser reacondicionados.

Las sustancias buffers de uso más extendido son el gel de sílice y las soluciones salinas.

■ *Gel de sílice*

Es la sustancia más usada en los museos para controlar la humedad en vitrinas y embalajes, debido a sus excelentes propiedades, disponibilidad en el mercado y precio ⁷. Se trata de un polímero sintético con una composición basada en el óxido de silicio. Es químicamente inerte, inocuo, dimensionalmente estable, no corrosivo y no deliquescente, propiedades éstas que lo convierten en una sustancia muy apropiada para su uso museístico. Se comercializa en forma de gránulos porosos de distintas dimensiones con una estructura no cristalina [Fig. 2.8]. Hay varios grados disponibles según el tamaño de sus gránulos, capacidad de absorción y pureza (Dupas, 1987:867-869) Hoy en día se puede adquirir acondicionado a una humedad relativa del 50%.

El gel de sílice sólo es efectivo al 100% si se usa para controlar volúmenes de aire cerrados, pero conseguir la completa hermeticidad de una vitrina o embalaje no es siempre posible, y en ocasiones ni siquiera deseable, por lo que se recomienda que el volumen a controlar sólo sufra una renovación completa una vez cada 24 horas como máximo. La cantidad de gel requerido varía según tratemos de controlar el aire del interior de una vitrina, de una caja para el transporte o de un recipiente para el almacenaje. En los dos primeros casos se usan 20 kg de gel por cada m³. En el último se suele usar 1/15 o 1/10 parte del volumen del objeto embalado.

En la mayoría de los casos, el gel de sílice debe ser acondicionado previamente a su uso, bien porque no hemos podido disponer del que se comercializa, ya acondicionado al 50% de humedad relativa, o porque necesitamos adecuarlo a otra humedad para satisfacer nuestras necesidades. Una vez en uso, debe ser acondicionado nuevamente cada vez que se aparte de la humedad relativa requerida (Lafontaine, 1984; Stolov, 1994). Los distintos métodos de acondicionar el gel de sílice se describen en el Apéndice 4.

El mayor inconveniente que presenta su utilización es la enorme cantidad de gel que se necesita para acondicionar un volumen de aire grande, como es el del interior de una vitrina. A ello se une que esta cantidad debe presentar una superficie de contacto máxima para que la acción del gel sea efectiva. Esto influye en el diseño de las vitrinas, a las que se les debe dotar de fondos falsos, con bandejas extraíbles y, en ocasiones, con pequeños ventiladores para hacer circular el aire (véase Capítulo 6).

Estos inconvenientes se han visto superados en los últimos años con la aparición en el mercado del *Art-Sorb*, un gel de sílice perfeccionado para obtener una mayor capacidad de absorción con un menor volumen ⁸, por lo que para aclimatar una vitrina, recipiente o embalaje se requiere menos cantidad que de un gel normal, entre 1 y 2 kg/m³; ha de destacarse que su tiempo de respuesta a los cambios producidos en su entorno es también menor que la del gel normal.

■ *Soluciones salinas*

Se basan en el principio físico de que cualquier sal disuelta en agua frena su ritmo natural de evaporación. De esta forma, si colocamos un recipiente con una solución salina saturada dentro de un volumen

cerrado de aire, éste último tenderá a estabilizar su humedad relativa con la de la solución haciendo uso para ello del agua del recipiente. Las sales más usadas son el nitrato de calcio, nitrato de Magnesio y el dicromato de sodio, que, en solución y a la temperatura de la habitación, presentan humedades relativas del 55% y 54%, respectivamente.

Cuando usemos soluciones salinas para aclimatar una vitrina es conveniente revisar con asiduidad su estado, pues las sales pueden cristalizar y salirse fuera del recipiente ocasionando, entre otros problemas, la corrosión de los metales.

Se ha experimentado con las propiedades buffering de otros materiales, como es el caso de los granos de arroz, de trigo, paja, harina de trigo, judías, cuero de ternera o cola de conejo (Kamba, 1987(3): 875-879), pero, pese a los buenos resultados obtenidos, su uso no se ha extendido por carecer de un método de reacondicionamiento.



Figura 2.9. Gel de Silíce con indicador. La muestra azul está lista para ser usada, mientras que la rosa necesita acondicionamiento.

Sistemas mecánicos

Los sistemas mecánicos se pueden clasificar en tres tipos: humidificadores, que aportan humedad a su entorno, deshumidificadores, que extraen humedad de su entorno, y sistemas de aclimatación que acondicionan el aire a la humedad y temperatura requeridas. En la actualidad, la mayoría de estos sistemas llevan incorporado un humidistato que los desconecta automáticamente, cada vez que la humedad relativa alcanza el nivel por nosotros establecido, o los enciende cuando la humedad cae o se eleva por encima de este nivel.

Los humidificadores, deshumidificadores y sistemas de aclimatación del aire presentan una serie de ventajas e inconvenientes, comentados más adelante, que varían en función de sus características técnicas y de las necesidades particulares de cada museo. No obstante, todos ellos tienen importantes desventajas en común:

- su elevado coste;
- la necesidad de un mantenimiento regular que, en el caso de museos pequeños y con poco personal, supone sobrecargar las tareas habituales del conservador, restaurador o encargado de las colecciones;
- su funcionamiento con energía eléctrica. Estos aparatos pueden estar trabajando 24 horas al día durante varios meses, por lo que su coste energético es elevado. Además, requieren un fluido regular, sin cortes ni bajadas de tensión bruscas, para que el control de la humedad relativa sea el preestablecido;
- su tendencia a crear microclimas dentro del espacio que controlan, si no se procura una buena circulación del aire.

Humidificadores

Existen dos tipos básicos de humidificadores: los que lanzan a la atmósfera una película de agua

fina en forma de niebla y los que emiten vapor de agua. Dentro del primer grupo tenemos el humidificador atomizador o nebulizador y en el segundo los humidificadores por evaporación (Jastrzebsk, 1989(38): 10-11).

■ *Humidificador atomizador o nebulizador.*

Consiste en un recipiente lleno de agua, impulsada por un conducto y esparcida por una plancha calentada eléctricamente, produciendo una nube de niebla muy fina. El agua usada debe ser destilada o desionizada, ya que de lo contrario se nebulizarán también las sales y demás impurezas, con el consiguiente riesgo para los objetos. Estos humidificadores elevan la humedad relativa muy rápidamente, por lo que conviene adquirirlos con un humidistato incorporado; de lo contrario, corremos el riesgo de aumentar los niveles hasta casi el 90%. En caso de usarse en espacios grandes debe añadirsele un ventilador para ayudar a expandir la vaporización.

Uno de sus mayores inconvenientes es que enfría el aire a su alrededor, y que las gotas de humedad que emite adquieren una carga electrostática que puede retener partículas contaminantes; por esto sólo es conveniente su uso en ambientes limpios y libres de contaminación.

■ *Humidificador por evaporación simple.*

El método más simple de humidificar una sala es calentar el agua de un recipiente hasta su punto de ebullición para producir vapor de agua. Cuando ésta haya alcanzado el nivel de humedad relativa requerido, comprobable con un simple higrómetro giratorio o digital, dejaremos el calentamiento del agua. Este método sólo debe ser aplicado en casos de emergencia pues es difícil controlar que la humedad relativa alcance el nivel requerido y se mantenga una vez alcanzado.

■ *Humidificador por calentamiento.*

Consiste en un recipiente herméticamente cerrado lleno de agua calentada mediante dos electrodos para evaporarla. Se puede utilizar agua del grifo, aunque es más conveniente usarla desionizada o ligeramente salina para evitar los depósitos de cal. Pueden añadirsele al agua fungicidas. Este sistema aumenta rápidamente la humedad por lo que debe adquirirse con un humidistato incorporado o conectarlo a uno externo, porque, de lo contrario, puede alcanzar el 100%. También conviene complementarlo con un ventilador para evitar el estancamiento del vapor en determinadas zonas y la creación de microclimas.

■ *Humidificador evaporativo por calentamiento y con ventilación forzada.*

La parte inferior del aparato contiene un recipiente con agua herméticamente cerrado. El recipiente se calienta mediante el paso de una corriente eléctrica entre dos electrodos y el vapor de agua formado es impulsado hacia la parte superior del aparato. Aquí, un potente ventilador está inhalando aire de la sala, mezclándolo con el vapor de agua y expeliéndolo humidificado. La ventilación forzada evita la creación de microclimas.

■ *Humidificador evaporativo con ventilación forzada.*

El aire del entorno es aspirado dentro del aparato por un ventilador y, antes de que vuelva a ser expelido, pasado por un material que contiene humedad (una esponja empapada en agua o una resina) para humedecerlo. Este sistema tiene varios inconvenientes: necesita un mantenimiento regular (el depósito de agua debe rellenarse regularmente con agua, limpiarse periódicamente para evitar depósitos de cal u otras sales, debe añadirsele un fungicida al agua), enfría el aire y es poco efectivo cuando la humedad excede el 50%.

Deshumidificadores

Existen dos tipos de deshumidificadores en el mercado: los que conducen el aire de la sala a tra-

ves de un material desecante como el gel de sílice o el cloruro de litio, o los que refrigeran el aire para desecarlo.

■ *Deshumidificadores desecantes*

Consiste en un tambor giratorio relleno con una sustancia deshidratante que se mantiene en una rotación continua. El aire de la sala es impulsado hacia el interior del aparato y puesto en contacto con este tambor, para que se deseque antes de volver a ser expulsado. La humedad dejada por este aire es extraída del tambor mediante una corriente de aire caliente que se hace circular hacia el exterior.

No necesitan mantenimiento, salvo el reemplazamiento de sus partes mecánicas. Su mayor inconveniente es que requieren la instalación en las paredes de la sala de entradas y salidas de aire caliente. Es adecuado para museos de climas fríos.

■ *Deshumidificador refrigerante por condensación*

Funciona siguiendo el mismo principio físico que los refrigeradores. Un gas, generalmente el freón, es obligado a pasar sucesivamente del estado líquido al gaseoso mediante la compresión y expansión de una válvula dentro de un circuito cerrado. Los cambios de estado del gas van acompañados de su calentamiento o enfriamiento, delimitándose así zonas frías y calientes dentro del aparato. Cuando el aire de la sala pasa por la zona fría, su humedad se condensa y es recogida en un recipiente. Este aire, antes de ser expelido, pasa por la zona caliente

donde vuelve a adquirir su temperatura anterior [Fig. 2.10]. El uso de este tipo de deshumidificadores es más apropiado en países cálidos al basarse su mecanismo de condensación en la diferencia de temperaturas.

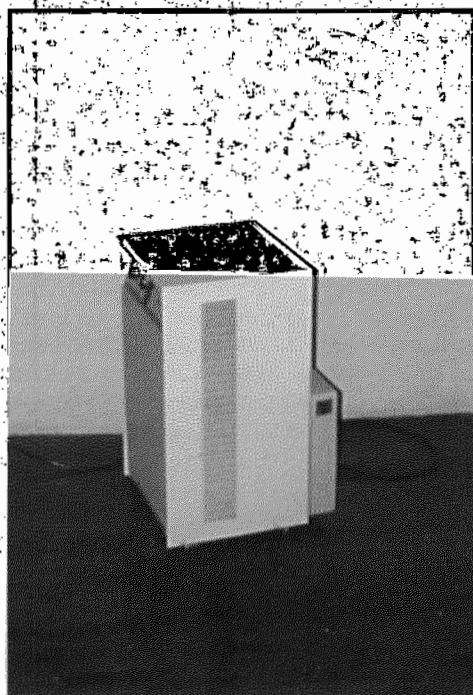


Figura 2.10. Deshumidificador

Su eficacia depende del mantenimiento que se le haga, es decir, de una limpieza regular de las entradas y salidas de aire; de su ubicación y del cambio frecuente de la cubeta de agua residual para evitar que le aporte nueva humedad al ambiente. El circuito del aparato nunca debe orientarse hacia la pared; aunque esto los haga parecer más estéticos.

Así mismo se debe comprobar que su capacidad, y por ende su radio de acción, sea la adecuada para el volumen de aire que pretendemos controlar, de lo contrario corremos el riesgo de crear pequeñas zonas climáticas dentro de un mismo espacio.

Un humidistato que pudiese conectarse a nuestro sistema de medición de la temperatura y humedad y ser, además, controlado por éste, aumentaría el rendimiento de este tipo de deshumidificadores.

Sistemas de aclimatación.

Son sistemas que acondicionan y mantienen el aire de las salas a unos niveles de temperatura y humedad relativa determinados a lo largo de todo el año ⁹, a la vez que lo filtran de posibles elementos contaminantes. Esta solución al problema del control ambiental dentro del museo está más generalizada en los países noroccidentales porque, por un lado, su clima extremo hace muy difícil mantener un ambiente apropiado para la mayoría de sus colecciones y, por otro, disponen de la tecnología y recursos energéticos necesarios para ponerlos en funcionamiento.

Existen en el mercado distintos sistemas de aclimatación, conocidos con el nombre genérico de HVAC (*Heating, Ventilating and Air-conditioning*), que pueden satisfacer las necesidades de un museo y que permiten además la modificación de sus mecanismos, a fin de conseguir un mejor rendimiento, aumentar la precisión del control y reducir el consumo energético al mínimo (Williams, 1986:105-116). Independientemente de la marca o modelo, todos están compuestos de los siguientes elementos básicos:

- uno o varios monitores de calentamiento-enfriamiento conectados entre sí por conductos y formados por un ventilador que hace circular el aire; resistencias que lo calientan o enfrían, un sistema de humidificación, filtros de partículas y contaminantes gaseosos. El número de monitores depende del tamaño y diseño del sistema.
- un sistema de conductos que hace circular el aire por todas las salas que se desean aclimatar.
- sensores de temperatura y humedad relativa instalados en los conductos y en las salas. Estos sensores indican al sistema qué válvula (la de calentamiento, enfriamiento o humidificación del aire) debe accionarse automáticamente en cada instante.
- los equipos más sofisticados incorporan una unidad de control digital que permite el contacto entre los sensores y motores de accionamiento de las válvulas a través de señales electrónicas, ganando en rendimiento y rapidez, así como el uso de un programa informático para predeterminar las respuestas del sistema a situaciones climáticas anómalas.

Los sistemas HVAC pueden ser la solución perfecta a la necesidad de mantener un medio ambiente libre de contaminantes atmosféricos, y con unos niveles de temperatura y humedad estables; para ello exige que su diseño se adapte a la estructura del edificio, funciones del museo, requerimientos de las colecciones o bienestar del personal, y su instalación se haya realizado correctamente. Desgraciadamente son abundantes los casos de museos que, tras conseguir financiar uno de estos equipos, pagar un proyecto a medida diseñado por ingenieros y realizar las obras de instalación, se encuentran con un sistema que falla al mantener los niveles previstos o no funciona en absoluto (Oreszczyn, 1994:144-148).

Por todo ello, antes de decidir sobre el sistema de aclimatación de las salas conviene valorar cuidadosamente los siguientes factores:

■ *La estructura del edificio.*

En el caso de edificios antiguos, históricos o reutilizados debe estudiarse si ésta permite la instalación de uno de estos sistemas, sin que se altere el significado histórico-cultural del edificio. Una instalación de este tipo requiere con frecuencia la instalación adicional de barreras contra el vapor de agua y dispositivos de aislamiento. En el caso de edificios construidos para albergar museos, los arquitectos deberían considerar la necesidad de controlar las condiciones ambientales internas y diseñar mecanismos estructurales de control, así como la posibilidad de instalar algún tipo de HVAC.

■ *El volumen de las áreas a aclimatar y los niveles de aclimatación.*

Con anterioridad a la instalación de uno de estos sistemas, debe decidirse si se aclimatarán todas las dependencias del museo o sólo parte de ellas; si los niveles de temperatura y humedad relativa serán iguales en todas las salas o variarán en función de sus usos (almacén, oficinas, talleres, salas de exposición); si se colocarán filtros de partículas, de gases o ambos en todas las salas.

■ *Otros métodos de control ambiental.*

Es conveniente estudiar si las condiciones ambientales del museo pueden ser controladas con métodos más económicos tales como la aclimatación de las vitrinas o el almacén, una ventilación forzada, el reforzamiento del aislamiento del edificio o un control estricto de la luz natural.

■ *La naturaleza de los fondos.*

Para determinar si el sistema que deseamos instalar se adapta a nuestras exigencias es necesario conocer, primero, los niveles de temperatura y humedad relativa en que deben ser expuestos y almacenados los fondos; segundo, si algunas de sus piezas requieren cuidados más específicos respecto del resto o las variaciones diarias, estacionales o anuales que pueden soportar.

■ *Coste económico anual.*

Antes de decidirse por un determinado sistema, el museo debe analizar si puede afrontar el gasto anual que supone su consumo energético, su mantenimiento por personal especializado, la reposición de las piezas averiadas o viejas. No podemos olvidar que para que estos sistemas sean efectivos tienen que permanecer en funcionamiento las 24 horas durante los 365 días del año, año tras año.

Estos sistemas han probado tener un rendimiento y efectividad mayor cuando se diseñan para vitrinas, como veremos en el capítulo 6, porque, al tratar con volúmenes de aire mucho más pequeños, los niveles de temperatura y humedad relativa son más fáciles de controlar, así como el aislamiento frente al exterior, los escapes de aire o la precisión de los sensores.

Control de la iluminación

La iluminación de los fondos expuestos o almacenados en un museo puede ser natural, artificial o una combinación de ambas; pero en cualquiera de estos casos, tenemos que adoptar una serie de medidas para controlar la cantidad de flujo luminoso que incide sobre las piezas fotosensibles y evitar, así, daños a corto o largo plazo.

Como hemos dicho, la luz natural es la que presenta mayores problemas en conservación por su alto contenido de radiaciones ultravioletas e infrarrojas. No obstante, es la fuente principal de iluminación en muchos edificios históricos, porque forma parte del contexto que se desea mostrar a los visitantes (Bell, 1987:89-93; Staniforth, 1987:117-122; Wilson, 1987:85-88), y es la preferida en muchos museos de arte debido a su variabilidad y rendimiento cromático (Wilson, 1987:23-128, Wilkinson, 1987:58-65). Si usamos luz natural, tenemos que adoptar dos medidas imprescindibles para proteger las colecciones: una es evitar que incida directamente sobre los objetos ¹⁰ y, la otra, usar filtros para despojarla de las dañinas radiaciones ultravioletas. Hay distintas formas de filtrar la luz solar, desde el uso de cortinas de tela, pasando por los estores de algodón o lino grueso, las persianas de apertura o cierre controlado eléctricamente, las pantallas difusoras, hasta los filtros adheridos a los cristales. El uso de una u otra solución dependerá de las características estructurales del edificio, el presupuesto del museo y la naturaleza de sus fondos.

Lo más seguro es erradicar la luz natural interior e instalar un sistema de iluminación artificial. Así facilitamos el control de la cantidad de flujo luminoso y la aplicación de distintos niveles de iluminancia, incluso dentro de una misma sala o vitrina, de este modo estarán acordes con los umbrales de resistencia de cada pieza o conjunto de piezas.

Las lámparas utilizadas en la iluminación del museo, bien individualizadas o combinadas, son de tres tipos; todas ellas pueden encontrarse en el mercado en una amplia gama de tamaños y modelos.

Veámoslos:

■ *Lámparas incandescentes o de tungsteno.*

Consisten en un filamento enrollado de tungsteno que, al ser calentado por una corriente eléctrica hasta una temperatura de 27 °C, se vuelve incandescente y emite luz. Estas lámparas producen gran cantidad de calor, por lo que deben ser colocadas siempre en puntos bien ventilados, tanto si se trata de la caja de iluminación de una vitrina o de las paredes o el techo de una sala. La adición de cristales reflectores al haz de luz permite también solucionar, en parte, el excesivo calor.

Las lámparas de bajo voltaje tienen mejor rendimiento cromático y una vida media superior a las de alto voltaje.

■ *Tubos fluorescentes.*

Consisten en un tubo de cristal lleno de gas, generalmente vapor de mercurio, cuyas paredes internas han sido recubiertas con una mezcla de polvos fluorescentes. Cuando hacemos pasar una corriente eléctrica a través del tubo, ésta excita el gas haciéndole emitir radiaciones que al incidir sobre las paredes las vuelve fluorescentes. Las principales ventajas de los fluorescentes son su precio, comparado con otros tipos de lámparas, y su larga vida media; mientras que sus mayores inconvenientes son su reducido rendimiento de color y la gran emisión de radiación ultravioleta que ocasionan (Saunders, 1987:70-79). Esto último se ha reducido bastante en los últimos años con la salida al mercado de los fluorescentes de alta frecuencia.

■ *Lámparas de halogenuros metálicos.*

Son lámparas de mercurio a alta presión con un diseño que mejora el rendimiento de color. Presentan un consumo de energía bajo y emiten menos calor que una lámpara de tungsteno, lo cual compensa su coste más elevado y una vida media inferior.

Al margen del tipo de lámpara que hayamos elegido, los objetos fotosensibles tienen que ser resguardados de una exposición a la luz continuada, mediante la aplicación de una serie de medidas protectoras básicas señaladas a continuación:

- No exponerlos nunca a niveles de iluminancia superiores a los 200 lux.
- Limitar en lo posible el tiempo de exposición. Por ejemplo, si se encuentran en el almacén es recomendable guardarlos en cajas o armarios o, si están expuestos, iluminar la vitrina sólo cuando se acercan los visitantes.
- Limitar la iluminación de las salas de exposición a las horas de visita.
- Mantener el almacén a oscuras siempre que no hayan conservadores o técnicos.
- Colocar a las lámparas filtros de radiación ultravioleta. En la actualidad, hay dos tipos de filtros disponibles: en láminas rígidas de plástico, o en láminas flexibles de acetato o poliéster cubiertas con una sustancia absorbente de los rayos ultravioleta. Estos últimos, aunque tienen un uso muy generalizado en todos los museos, sobre todo para proteger los tubos fluorescentes, son caros y deben revisarse cada seis meses (Staniforth, 1987:25-30).

Control de la contaminación atmosférica

Hasta la fecha, el único remedio eficaz encontrado para evitar la concentración de partículas sólidas y de contaminantes gaseosos en el aire del museo es purificarlo (Thompson, 1986). Los filtros más usados son los de carbono activado y los dispersores de agua. Los primeros están muy extendidos porque son baratos, con respecto a otro tipo de filtros, son fáciles de colocar y de mantener. Consisten en una serie de bloques o láminas de granulos de carbón dispuestas en forma de V, que pueden conseguirse de varias densidades según el tamaño de las partículas que queramos filtrar. Resultan muy efectivos contra el polvo y las moléculas de SO₂, menos contra el ozono y son casi inocuos contra las moléculas de NO₂.

Los dispersores consisten en un mecanismo que emite agua destilada en el entorno de forma

continúa. El agua lava el aire obligando a las partículas y moléculas gaseosas contaminantes a depositarse sobre una superficie. Son muy efectivos porque pueden filtrar partículas contaminantes de cualquier tamaño y tipo; salvo el ozono. Su efectividad depende, sin embargo, de un suministro regular de agua destilada y de un buen mantenimiento.

Los filtros de carbono y los dispersores han de ser instalados en los conductos de entrada o salida del aire de los sistemas mecánicos de control ambiental, porque sólo tienen capacidad para purgar de una vez, volúmenes pequeños de aire.

Finalmente tenemos los filtros eléctricos, que confieren una carga eléctrica a los contaminantes obligándolos a depositarse. Estos filtros no son nada recomendables porque producen ozono.

Otros procedimientos más sencillos para proteger los fondos de la contaminación ambiental, pero no por ello menos eficaces, son los siguientes:

- Mantener una extremada limpieza en las salas, vitrinas y almacenes para evitar la deposición y acumulación de partículas sólidas.
- Ventilar de forma regular. Esta medida puede parecer, en principio, contradictoria con lo recomendado respecto a mantener el interior del edificio aislado del exterior para evitar la polución; pero si no facilitamos una cierta circulación del aire entre las dependencias del museo pueden surgir de zonas de aire estancado, alterándose la humedad relativa, concentrándose contaminantes y arriesgándonos a sufrir la aparición de microorganismos e insectos.
- Introducir los objetos en armarios o cajas, pues aunque no resulten una barrera muy eficaz contra las partículas más finas y los contaminantes gaseosos son remedios simples y baratos que evitan males mayores. También se pueden conseguir en el mercado cajas de cartón libres de ácido que llevan intercalada una lámina de carbón activado entre sus paredes (Hollinger, 1994:212-216).
- Evitar el uso de materiales que puedan producir moléculas contaminantes. En la práctica esto es muy difícil. En primer lugar, por el desconocimiento generalizado de arquitectos, ingenieros y diseñadores de los problemas de conservación museística. En segundo, porque muchos de los materiales susceptibles de contaminar el ambiente, como es la madera emisora de ácidos orgánicos, suelen combinar un precio bajo con una gran ductilidad, lo que los hace muy apetecibles en la construcción de vitrinas y sistemas de almacenaje.
- Tratar los materiales susceptibles de contaminar el ambiente, que se vayan a usar en el montaje de las exposiciones, en la construcción de vitrinas o en el almacén, con productos aislantes como las resinas de poliuretano, láminas de polietileno o papel de aluminio (Sage, 1992:3-8). Estos productos no siempre evitan la emisión de contaminantes y, en ocasiones, pueden tener efectos indeseables, como la emisión de subproductos durante su secado, dañinos para los objetos (Brooke Craddock, 1992:23-28).
- Realizar tests de envejecimiento. Cualquier material que vaya a ser usado en el montaje de exposiciones o en la construcción de vitrinas y sistemas de almacenaje debería ser sometido a un test de envejecimiento (Blackshaw, 1979 (3): 16-19; Green, 1995(3): 145-152).

Control de las vibraciones

Proteger las estructuras de un edificio contra las vibraciones es una labor compleja, porque suele implicar la realización de obras para reforzar los cimientos. Éstas son costosas y, en el caso de edificios históricos, no siempre factibles.

Si sospechamos que nuestro museo se está viendo afectado por vibraciones de cualquier tipo, podemos aplicar una serie de medidas simples para prevenir y controlar sus efectos; algunos de éstas son las siguientes: acolchar estantes, gavetas e interior de las cajas de almacenaje con materiales amortiguantes como el papel tisú de pH neutro, la gomaespuma de polietileno, láminas de poliestireno o políester batido, engrasar periódicamente guías, bisagras y rieles de los sistemas de almacenaje o apuntalar las vitrinas y el mobiliario de almacenamiento.

Estudio de las condiciones ambientales

Antes de adoptar una decisión sobre los niveles ambientales y sistemas de control a instalar, es necesario investigar sus pautas climáticas. Estos estudios se basan en la determinación del comportamiento de los agentes ambientales actuantes (temperatura, humedad relativa, iluminación, contamina-

ción), mediante su medición a lo largo de un período de tiempo. La amplitud de la franja temporal y la regularidad en la toma de medidas condicionarán la fiabilidad de las conclusiones obtenidas. Así, por ejemplo, si las mediciones se realizan a lo largo de unas pocas semanas, tres veces al día, sólo obtendremos una idea aproximada de la conducta ambiental del museo: diferencias entre el interior y el exterior, magnitud de las oscilaciones diarias, diferentes zonas climáticas en el edificio. Por el contrario, si nuestro estudio se prolonga durante seis meses, los datos obtenidos pueden ser considerados bastante fiables, aunque no permitan reflejar las diferencias estacionales ni anuales.

Los estudios más precisos son los basados en un registro continuo de los agentes ambientales durante un año, como mínimo.

Si optamos por un estudio a corto o a largo plazo, debemos especificar de forma concisa sus objetivos, las características del entorno físico abarcado, los medios técnicos y humanos disponibles, el plan de mediciones a seguir, la metodología que se usará para analizar e interpretar los datos obtenidos y, por último, las conclusiones. Es conveniente que todo el personal que vaya a participar, de una u otra forma, en su realización contribuya también a diseñar sus fases de ejecución.

Objetivos del estudio

Indudablemente el objetivo final de cualquiera de estas investigaciones es determinar el comportamiento de los agentes ambientales. No obstante, su alcance variará según queramos limitar nuestro plan de mediciones a un agente determinado, a una o más áreas concretas dentro del edificio, a una exposición temporal o a una vitrina; o, por el contrario, queramos extenderlo en el tiempo y en el espacio, abarcando todo el museo. Es importante, por tanto, detallar cuáles serán los objetivos secundarios pretendidos, especificando los parámetros a medir, el ámbito de la medición y el tiempo de duración de la misma.

Entorno físico

Un museo puede comportarse climáticamente como un planeta en miniatura, con salas sombrías frente a otras soleadas, habitaciones donde la humedad mancha las paredes, y otras cálidas y secas; áreas mal ventiladas en oposición a otras con corrientes de aire molestas. De ahí la conveniencia de informarnos minuciosamente sobre aquellas características estructurales del edificio que puedan influir en las condiciones ambientales, tanto las que amortigüen los efectos del clima como las que los magnifiquen. Así, por ejemplo, convendría averiguar las peculiaridades del terreno donde se asienta nuestro edificio; si sus cimientos se han realizado con materiales resistentes a la humedad y se encuentran en buen estado, si las manchas de humedad que aparecen en las paredes del piso bajo son debidas a procesos de ósmosis o al agua de lluvia.

También es conveniente conocer el clima de la zona, pues éste marcará en cierta medida las condiciones ambientales interiores. Para ello podemos contar con los datos proporcionados por el Instituto Meteorológico u otras instituciones, pero sería más aconsejable realizar nuestras propias mediciones. Esto nos permitiría determinar con mayor exactitud si existe una correlación directa entre las variaciones climáticas externas e internas y si es eficaz el funcionamiento del edificio como barrera climática.

Uno de los aspectos del comportamiento ambiental del museo que debe ser definido a priori es el número y extensión de sus áreas climáticas. Una forma simple de hacerlo es colocando en el centro de dos salas adyacentes (A-B) y a la misma altura un termohigrógrafo. Si tras veinticuatro horas el registro de los dos termohigrógrafos es idéntico, concluiremos que ambas salas conforman una misma zona climática. Cambiando uno de los termohigrógrafos de sala en sala según un sentido secuencial: B-C, C-D, D-E iremos comprobando el comportamiento de todo el edificio.

Medios técnicos

Las características técnicas de los instrumentos de medición que vamos a utilizar en nuestro estudio deben quedar recogidas por escrito (grado de precisión, instrucciones de uso, fecha de calibración, tipo de registro), así como cualquier información que consideremos relevante: periodicidad del registro (continuo, cada 30 minutos, cada 5 horas), periodicidad en la recogida de datos (diaria, semanal, quincenal, mensual) o la ubicación en las salas.

Medios humanos

El perfil del personal que colaborará en el estudio debe también especificarse por escrito: preparación técnica, responsabilidades que asumirá dentro del mismo, etc. Así mismo conviene asegurarnos que éste conoce su cometido y ha sido convenientemente instruido en el manejo de los instrumentos de medición. No podemos olvidar tampoco prever un personal suplente, con el mismo grado de instrucción y responsabilidad, que sustituya al habitual durante los períodos vacacionales, bajas por enfermedad o cualquier ausencia imprevista.

Plan de mediciones

La periodicidad en la toma de medidas tiene que ser establecida mediante un plan previo. Si los instrumentos disponibles son de medición puntual tendremos que indicar los días de la semana, a qué horas y en qué lugares se realizará la medición. Si, por el contrario, son de medición continua deberemos indicar con qué regularidad se recogerán los datos. También es importante establecer el grado de precisión de las medidas, pues son la base de cualquier estudio (Brown, 1994: 39-43).

En resumen, un plan de mediciones debe recoger toda aquella información (instrumentos de medición, ubicación, frecuencia de las mediciones, frecuencia de la recogida de datos, sistema de almacenamiento de los datos) que permita un estudio continuado y evaluable por cualquier persona ajena al mismo (Herraez, 1990).

Método de análisis

La metodología empleada para analizar los datos obtenidos ha de ser descrita y discutida con detenimiento, a fin de permitir a otros investigadores comprobar en el futuro la exactitud de nuestras conclusiones, o iniciar otros estudios más complejos a partir de los datos existentes.

Niveles ambientales estándares

Descubrir que los agentes ambientales, sobre todo la humedad relativa, eran una de las causas principales del deterioro de las colecciones, condujo al establecimiento de niveles estándares de temperatura, humedad relativa, iluminación y contaminación. Estos niveles internacionalmente reconocidos, quizá por el auge en parte adquirido en los últimos años por los préstamos y exposiciones itinerantes, están basados en gran medida en el excelente trabajo de Gary Thomson (1987): *The Museum Environment* y en las experiencias de los conservadores anglosajones, pioneros en la aplicación de métodos de conservación preventiva.

Las investigaciones realizadas hasta el momento no permiten afirmar que estos niveles sean apropiados para todo tipo de colecciones, museos y áreas climáticas; sin embargo, pueden tomarse como referencia para establecer los niveles más apropiados para nuestro museo, o adoptarse como un compromiso razonable entre las distintas opciones disponibles.

Para la humedad relativa se viene aceptando un nivel estándar entre el 50%-55%, con una variación diaria de $\pm 3\%$. Este grado de oscilación diaria es poco real ya que son escasos los museos que consiguen imponerlo durante 24 horas, los 365 días del año. Un nivel más aceptable estaría entre el 50%-55% $\pm 5\%$, el 95% del tiempo (Ashley-Smith, 1994: 28-31).

Lo fundamental es intentar mantener una humedad relativa estable. Las fluctuaciones diarias no deben preocuparnos mientras se mantengan alrededor de $\pm 5\%$. Sólo cuando superen el 10% la mayor parte del tiempo, deberíamos pensar en tomar medidas urgentes.

Cuando decidamos sobre los niveles de humedad relativa que vamos a establecer, también debemos considerar, aparte de los niveles estándares, los siguientes factores:

■ La naturaleza de los fondos.

No todas las piezas que integran las colecciones tienen los mismos requerimientos de humedad. Así, por ejemplo, los metales se mostrarán más sensibles a la corrosión con humedades relativas superiores al 45%, mientras que la madera se encontrará dimensionalmente estable con una humedad relati-

va del 50-55% [Tab.2.1]. Esto implica aceptar un compromiso en cuanto al nivel a imponer, que, sin ser el óptimo para muchas piezas, sea el menos perjudicial para la mayoría; o crear microclimas para cada necesidad específica. Aquí también es importante tener en cuenta el historial ambiental de los fondos, en qué condiciones han estado expuestos o almacenados durante la mayor parte de su vida museística. Así, si un objeto ha sido sometido a una humedad relativa lejos de la estándar, pero durante un largo período de tiempo y sin que haya sufrido cambios químicos o dimensionales, es preferible seguir manteniéndolo en esas condiciones.

■ La ubicación de las colecciones.

Los objetos que se encuentran en el almacén pueden ser mantenidos en un rango de humedad relativa más amplio que el indicado más arriba, siempre que éste no sobrepase el 70% durante más del 10% del tiempo ¹¹, ni se aplique a materiales muy sensibles. El establecimiento de este amplio margen es posible debido a que el control de otros factores ambientales relacionados con la humedad relativa, como la temperatura, la contaminación y la ventilación, es más fácil en el almacén que en las salas de exposición. En las últimas, la afluencia de visitantes influye sobre la humedad relativa, bien aportando humedad a través de su sudor o respiración, o bien elevando la temperatura y desecando el ambiente, dificultando su control.

■ Los recursos económicos y humanos disponibles.

Mantener los referidos niveles estándares en un país de clima marítimo o templado es una tarea más bien sencilla; mientras que hacerlo en países de clima continental o tropical requiere de una mayor tecnología y coste energético. Si los recursos del museo no pueden garantizar el sostenimiento de niveles estándar durante el 90% del tiempo por un período de varios años, es preferible no adoptarlos. En su lugar, debemos esforzarnos para fijar unos niveles medios, que no dañen las colecciones, y que puedan ser mantenidos durante la mayor parte del tiempo.

■ Los préstamos internacionales.

Un requisito insalvable de todos los protocolos de préstamos es transportar, almacenar y exponer las piezas solicitadas a una humedad relativa del 50%-55%, por lo que si un museo desea entrar en los circuitos internacionales de exposiciones itinerantes habrá de acogerse a este estándar o bien delimitar zonas que los sigan (área de recepción, área reservada en el almacén, vitrinas climatizadas).

TIPO DE MATERIAL	HUMEDAD RELATIVA
cerámicas, objetos de piedra	30%-65%
metales	45%
objetos de cristal	42%-45%
fósiles	45%-55%
maderas, documentos, tejidos, marfiles, pieles, pergaminos, especímenes de historia natural, pigmentos, fibras	50%-65%
materiales compuestos	Se adopta la humedad relativa más adecuada para aquel material presente más susceptible de resultar afectado por la misma
materiales empapados de agua	100%

Tabla 3.1. Niveles de humedad relativa recomendados para distintos tipos de materiales.

Para la temperatura se acepta como niveles standard entre los 20 ° - 22 °C, con una oscilación diaria de $\pm 1^\circ$ el 95% del tiempo.

En cuanto a los niveles lumínicos no existen unos estándares tan precisos como los de la temperatura y humedad relativa, pero se recomienda que los objetos fotosensibles (papel, pergamino, tejidos o algunos tipos de pigmentos) se expongan a un nivel ≤ 50 lux; los objetos sensibles, como los de origen orgánico, entre 150-200 lux y los objetos poco o nada sensibles como la cerámica, piedra, sobre los 300 lux.

A estas recomendaciones se ha unido recientemente otra más importante: el parámetro referido al máximo anual de horas-lux (Frost, 1991:127-160), que para objetos muy sensibles se fija entre 53.800-120.000 horas lux.

El límite de radiación ultravioleta permisible para materiales sensibles y muy sensibles es de 75 mW/lumen.

El Museo de Historia de Tenerife. Un ejemplo práctico de estudio ambiental

El Museo de Historia de Tenerife se localiza en La Laguna, en una casa solariega de finales del siglo XVI cuya planta original se vio sucesivamente ampliada y reformada hasta adquirir su configuración definitiva, a fines del siglo XVIII. A lo largo de su dilatada historia tuvo diversos usos: el originario de residencia de la familia Lercaro, integrada por comerciantes genoveses, afincados en Canarias tras la conquista castellana, o el de colegio de primera enseñanza en los años sesenta, que también dejó huella en los muros, salones, patios y otras dependencias.

Su restauración estuvo guiada por el criterio de respetar las formas arquitectónicas más antiguas y los materiales originales, allí donde fuera posible, pero dotándolos de sistemas de sustentación y aislamiento modernos. Así, en la planta baja, se colocó una solera de hormigón con aireante bajo los pisos; en los techos se instaló un aislamiento térmico de fibra de vidrio; el patio central se cerró con paneles de cristal y las vigas de madera se reintegraron con resina acrílica.

La casa tiene dos plantas en forma de U que abrazan un gran patio interior rodeado por un corredor de columnas. En el lateral que da a la calle se abre otro patio de menor tamaño y, al fondo, lo que queda de una antigua huerta. Los materiales básicos usados en su construcción son la piedra, la arcilla y la madera de pino canario.

La planta alta acoge la exposición permanente, mientras que las exposiciones temporales, los talleres para escolares y otras actividades de divulgación se realizan en la planta baja. En ambas, la iluminación es artificial mediante lámparas y focos halógenos de distintos modelos e intensidades. Las ventanas permanecen siempre cerradas o cubiertas con estores para evitar la penetración directa de luz solar.

La fachada está orientada al SE, quedando así la mayor parte de las dependencias resguardadas de los vientos húmedos del NE que caracterizan el clima de La Laguna, ciudad ubicada en la vertiente norte de la isla, a unos 500 m de altitud. Estos vientos soplan la mayor parte del año, siendo responsables del anillo de nubes que se forma contra las laderas de las montañas entre los 600-900 m de altitud. De ahí que los cielos de La Laguna se muestren grises y nubosos con mucha frecuencia. La humedad se respira en el ambiente. Las medias obtenidas durante treinta años, de 1960 a 1990, lo confirman: las precipitaciones están en torno a los 600 mm anuales y la humedad relativa al 75%.

Las temperaturas son moderadas, con una media anual de 16°C, pues la situación oceánica del archipiélago hace que las oscilaciones térmicas, tanto diurnas como anuales, sean poco amplias. En general, agosto es el mes más cálido, con 20°C de media y enero el más frío con 12,7 °C.

En 1995 se inició un programa de medición de la temperatura y la humedad relativa en las salas de exposición con varios propósitos: conocer su comportamiento habitual, determinar zonas climáticas, si las hubiera, y su comportamiento; averiguar la amplitud de las variaciones diarias y estacionales, y establecer los factores que influían en este comportamiento. Este programa se realizó con un equipo digital de monitorización ambiental (sistema *MS wired-in* para *windows*), integrado por diez sensores distribuidos en la planta alta, uno por sala salvo en las denominadas ámbito uno y seis donde se instalaron dos. Todos los sensores están situados a la misma altura, a unos 2,30 metros del suelo.

El registro proporcionado por el *MS* es continuo, con un intervalo de unos quince minutos entre mediciones. Los datos obtenidos son analizados por el programa informático del sistema que calcula las medias, máximos y mínimos, así como el porcentaje de tiempo que ha permanecido por debajo o por encima de los niveles programados como los ideales.

La sala de exposiciones temporales se controló con un termohigrógrafo, colocado en el centro, a

una altura aproximada de 1,10 metros, programado para un registro mensual. A partir de las gráficas obtenidas se calculó la media, máximos y mínimos, tanto anuales como mensuales, las oscilaciones mensuales y el porcentaje de días en el que las fluctuaciones estuvieron entre el 5% y el 10 %, o por encima del 10%. Las medias se calculaban a partir de la elección al azar de treinta puntos a lo largo de las curvas del gráfico. Las variaciones registradas fueron demasiado numerosas y bruscas para permitirnos un cálculo más aproximado y exhaustivo.

Para registrar el comportamiento de la temperatura y la humedad relativa en el interior de las vitrinas se utilizaron datalogger en miniatura.

Los resultados obtenidos indican que, al contrario de lo que se sospechaba, el comportamiento de las salas de exposición tendió a ser cálido y seco, salvo las excepciones que comentaremos más adelante. La media anual de humedad relativa estuvo por debajo del 50% y la de la temperatura en torno a los 22°. No obstante, hubieron también días muy húmedos, durante los cuales la humedad relativa llegó a alcanzar el 70%. Esto sucedió una media de 43 a 44 días durante 1997. De esta experiencia, lo importante es destacar que la humedad relativa estuvo la mitad de los días del año fuera de los niveles que habíamos establecido como idóneos, entre el 45%-55%, y que las oscilaciones diarias fueron con frecuencia superiores al 5% en todas las salas.

Las temperaturas registradas fueron moderadas, con oscilaciones diarias, mensuales y estacionales muy suaves.

En cuanto a las variaciones estacionales, siguieron la misma dinámica, dentro y fuera de la casa; aunque en el primer caso con unos niveles menos acusados debido al efecto protector de la estructura arquitectónica y a la iluminación artificial. Los meses de primavera y verano fueron los más estables, frente a los del otoño e invierno durante los que las temperaturas y la humedad relativa sufrieron las oscilaciones más bruscas. Las fluctuaciones estacionales fueron bastante moderadas, no superándose el 5% y los 4°C de media. Estos datos no deben encubrir, sin embargo, el hecho de que la humedad relativa estuvo fuera de los límites óptimos la mitad del tiempo y que, dentro de una misma estación, las oscilaciones alcanzaron el 30% e incluso, en el caso del invierno, el 53%.

También se detectaron diferencias climáticas acusadas entre las salas. Así, las que se encuentran en el frente, orientadas al sur y en torno a la escalera principal proporcionaron registros más secos y cálidos que las situadas en la trasera, orientadas al norte y circundadas por los patios.

La sala de exposiciones temporales, ubicada en la planta baja, tuvo un comportamiento diferente a las otras. Su humedad relativa se mantuvo siempre por encima del 50% alcanzando incluso el 60% durante los meses de otoño y principios del invierno. Las temperaturas se diferenciaron menos de la de las otras salas, aunque se mantuvieron siempre entre fi °C y 1 °C por debajo. Lo más destacable fueron las fuertes oscilaciones diarias, mensuales y estacionales. La humedad relativa superó el 5% de variación diaria durante las 3/4 partes del año mientras que la temperatura superó los 3 °C un 26% de los días. Estas oscilaciones tan acusadas se deben quizá a su ubicación en la planta baja; a sólo unos centímetros por encima del nivel de los patios que la flanquean, y a su utilización a tiempo parcial.

No se apreció ninguna relación entre el flujo de visitantes y el comportamiento de la temperatura y de la humedad relativa. Esta última alcanzaba sus niveles más bajos en las primeras horas de la mañana, para subir gradualmente a partir de las 13:00 ó 14:00 horas, hasta alcanzar sus cotas máximas al atardecer, tras cerrarse el museo. Por el contrario, el grueso de visitantes se sitúa en un horario de 10:00 a 13:00 horas. Tampoco se observaron picos extremos de temperatura o humedad relativa durante la visita de los grupos más numerosos.

Los resultados obtenidos con nuestro programa de mediciones nos llevó a poner en marcha los siguientes dispositivos de control ambiental, en un intento de estabilizar la humedad relativa dentro de los límites fijados.

En primer lugar, se diseñó una rutina para ventilar la planta alta y evitar la concentración de aire cálido y húmedo, sobre todo en las salas en torno a la escalera principal. Ésta consiste en abrir una serie de ventanas en horas nocturnas, para evitar así la radiación solar y la contaminación del tráfico rodado, y durante los meses cálidos del año: desde finales de primavera hasta principios del otoño. Las ventanas elegidas para abrirse fueron aquellas mejor situadas para generar corrientes de aire. Esta rutina no siempre ha sido suficiente para lograr el fin buscado. Así, en las semanas más calurosas, se ha recurrido a la colocación de ventiladores de columnas en aquellas salas donde se apreciaba un mayor estancamiento del aire.

En segundo lugar, se colocaron una serie de deshumidificadores portátiles, de pequeña capaci-

dad (de 12 a 14 litros cada 24 horas), basados en un sistema refrigerante por condensación y diseñados para su uso en viviendas.

Estos deshumidificadores se encienden sólo cuando la humedad relativa excede el 55% durante más de una semana, sólo en aquellas salas donde se da este incremento. Aunque la mayoría llevan incorporado un humidistato, el encendido y apagado, así como la capacidad de deshumidificación requerida, se controlan manualmente mediante una rutina basada en los datos recogidos por el sistema MS.

Por el momento, ninguna de estas dos medidas ha contribuido a estabilizar las fluctuaciones de la humedad relativa y mantenerla dentro de los límites fijados. Si se ha conseguido, por el contrario, más comodidad para los visitantes al refrescar el ambiente.

En tercer lugar, las vitrinas que presentaban un grado aceptable de hermeticidad se acondicionaron con láminas de Art-Sorb.

Por último, algunos documentos y piezas valiosos, con unos requisitos de conservación muy estrictos, fueron sustituidos por facsímiles y reproducciones hasta que puedan garantizarse unos niveles de humedad relativa más estables.

MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El buen mantenimiento de las instalaciones donde se guardan o exhiben las colecciones, es un requisito imprescindible para garantizar su conservación a largo plazo. Paredes, suelos, mobiliario, instalación eléctrica, sistemas de seguridad, sistemas de control ambiental y todo tipo de equipamiento, en general, deben ser revisados periódicamente para comprobar su estado y funcionamiento correcto. Este mantenimiento ha de estar planificado y, sobre todo, ser regular para lograr efectividad. Además, la forma de llevarlo a cabo debe ser acordada entre el personal implicado. De nada sirve que, por ejemplo, el conservador detecte e informe de desperfectos en una unidad de almacenamiento si el personal de mantenimiento no está disponible para subsanarlos en el menor tiempo posible y ni se ha previsto una partida del presupuesto anual para hacerle frente.

En los museos pequeños, donde la escasez de personal obliga a que tareas como el cambio de bombillas, engrase de cajones, o el vaciado de las cubetas de agua de los deshumidificadores estén a cargo de los conservadores, un método sencillo y eficaz de controlar el estado de las instalaciones son las rutinas de inspección. Estas tienen por objeto detectar cualquier problema o mal funcionamiento desde su inicio, para que pueda resolverse antes de que afecte a las colecciones.

Indudablemente, el conservador o responsable de las colecciones no puede hacerse cargo de la supervisión de todas las labores relacionadas con el sostenimiento de las instalaciones, aunque de hecho en muchos museos pequeños ocurra así; sí debería vigilar aquellos aspectos más relacionados con la conservación de los fondos, como son la higiene, el mantenimiento de los sistemas de control ambiental, la inspección de los fondos y la prevención de ataques biológicos en las áreas donde éstos se concentran: los almacenes y las salas de exposición.

Rutinas de inspección

Como ya hemos dicho, la forma más fácil de detectar y prevenir cualquier anomalía en los almacenes y salas de exposición es realizar una rutina de inspección, esto es, comprobar regularmente en esas zonas el nivel de higiene, el estado del mobiliario o el funcionamiento de los sistemas de control ambiental y anotar en un registro los fallos o desperfectos descubiertos. Este puede ser un libro de registro formal, como los usados para asentar las entradas de nuevas piezas a los fondos, o estar integrado por un conjunto de fichas ordenadas cronológicamente. En cualquier caso, debe contener la siguiente información como mínima:

- fecha de la inspección;
- nombre del técnico que la realiza;
- área inspeccionada, incluidas las subáreas cuando existieran;
- descripción breve de las anomalías detectadas;
- descripción de las acciones emprendidas para solucionarlas y la fecha

La ficha en forma de tabla es el método más cómodo y simple que hemos encontrado de recopilar la información obtenida, pues nos permite, por un lado, organizarla en columnas de rápida visualización y, por otro, incorporar, junto a los aspectos del mantenimiento que se vayan a supervisar, aquellos problemas más comunes que podemos intuir encontrar. De esta forma se agiliza el asiento de la información, que se reduce a colocar una cruz en la casilla correspondiente [Tablas 3.1 y 3.2]. Cuando tropecemos con un problema imprevisto en la tabla, puede recogerse en un apartado especial bajo el epígrafe de observaciones u otros.

La frecuencia con que deben efectuarse estas rutinas depende de factores como el tamaño del museo, particularidades del edificio, equipamiento, servicios ofrecidos, número y disponibilidad del personal, características de los fondos, y puede variar de un área a otra. No obstante, en museos pequeños es recomendable hacer una inspección semanal en las salas de exposición y una semestral en los almacenes.

No es aconsejable unificar las rutinas de inspección de los almacenes y de las salas de exposición en una sola ficha o libro de registro, porque los problemas de mantenimiento generados en ambas zonas pueden ser muy distintos. Así, en las salas de exposición, la afluencia de visitantes y el mayor grado de iluminación, entre otros factores, hacen más difícil mantener unos niveles ambientales y de higiene ópti-

mos. Esto se traduce en un aumento de los riesgos de ataque biológico, de fallos en los sistemas de control ambiental por fatiga del mecanismo o de vandalismo. La frecuencia con que deben realizarse las inspecciones en ambas zonas tampoco es la misma.

Higiene

Una buena higiene es el método más sencillo y eficaz de prevenir los problemas de deterioro derivados de la acumulación de polvo, la acción de contaminantes gaseosos, y el ataque de microorganismos e insectos. Esta se logra mediante el control de los niveles ambientales (véase capítulo 2) y una limpieza rigurosa.

La limpieza en las salas de exposición y almacenes debe efectuarse conforme a una serie de normas, para evitar que los procedimientos y productos utilizados produzcan alteraciones significativas en los niveles ambientales o dañen las colecciones. Es conveniente asegurarnos que, todo el personal de limpieza, tanto si es del museo como de una empresa contratada, conoce y entiende estas normas para garantizar que se cumplan. No obstante, el conservador o técnico a cargo de las colecciones debería supervisar que el nivel de higiene alcanzado es el deseado y los procedimientos utilizados los adecuados.

En el caso de los almacenes, esta supervisión debería hacerse, por razones de seguridad, cada vez que se efectúe su limpieza. Las piezas depositadas en los estantes se encuentran más expuestas a pequeños accidentes, tales como salpicaduras o golpes, e incluso al robo, respecto a las que se encuentran en las vitrinas en las salas de exposición: en éstas también conviene supervisar, aunque no es necesario que sea con tanta asiduidad, que se estén cumpliendo las normas. Probablemente más de un conservador ha sorprendido a las limpiadoras cometiendo imprudencias, para ellas totalmente inocentes, como es usar demasiada agua para fregar los pisos, apoyar la mopa usada para abrillantar en un fresco o pasar un plumero a los cuadros.

La frecuencia con que se tiene que limpiar varía según las necesidades y características de cada museo. En las salas de exposición debe ser diaria, o como mínimo en días alternos, porque la afluencia de visitantes hace difícil mantener una higiene adecuada. En los almacenes, por el contrario, ésta puede ser más esporádica: mensual, trimestral, semestral e incluso anual, dependiendo de su localización, tamaño, tipo de mobiliario o sistema de control ambiental.

Las normas básicas de limpieza son las siguientes:

- Los suelos han de limpiarse con aspirador. Cuando sea necesaria una limpieza más profunda pueden fregarse con agua y algún producto de base alcohólica o acuosa de evaporación rápida, para que el nivel de humedad relativa no pueda verse afectado por esta aportación extra de humedad. En cualquier caso, si se usa agua se tendrá la precaución de escurrir bien la fregona antes de pasarla para no empapar el suelo o, en el caso de colecciones muy sensibles a los cambios de humedad, se pasará un trapo seco inmediatamente después para absorber la humedad.
- También el polvo y la suciedad acumulada en los estantes, unidades de almacenamiento y vitrinas debe retirarse con aspirador o un trapo seco que puede impregnarse con algún producto de base alcohólica, para facilitar su acción.
- El conservador o técnico responsable de las colecciones debería llevar un registro de los productos de limpieza utilizados, anotando en el mismo su composición, grado de dilución en que se usa, acción limpiadora o cualquier otro detalle que considere de relevancia. Muchos productos de limpieza contienen cloro o amoníaco desencadenantes de procesos de deterioro (corrosión en los metales), o sustancias colorantes o aromatizantes que pueden manchar los materiales porosos.
- En las áreas contiguas a los almacenes y salas de exposición o en las vías de paso, la limpieza puede realizarse de una forma más convencional, siempre y cuando nos aseguremos antes de que esto no altera los niveles ambientales del museo en su conjunto.
- Los cristales de las vitrinas se limpiarán sólo por su cara externa con una bayeta húmeda o impregnada con un limpiacristales de base alcohólica, secándose después. Siempre debe evitarse pulverizar el limpiacristales directamente sobre el cristal, porque podría penetrar en el interior de la vitrina afectando las piezas. Es más seguro rociar el trapo.
- La limpieza del interior de las vitrinas y de los sistemas de almacenaje requeridos de manipulación o de contacto directo con las piezas, debe ser efectuada por los conservadores o técnicos al cuidado de los fondos. Esta se llevará a cabo con un aspirador y con brochas o pinceles de pelo fino. Se recomienda

manipular las piezas y los cristales de la vitrina con guantes limpios de algodón ¹, para evitar dejar huellas. Cuando se haga necesario usar agua o algún producto de limpieza tendremos que retirar previamente los objetos y dejar airear hasta que el secado sea total. La frecuencia con que se debe efectuar este tipo de limpieza está en función de lo que hallamos detectado en las rutinas de inspección y del grado de hermeticidad de la vitrina.

Mantenimiento de los sistemas de control ambiental

El mantenimiento de unos niveles ambientales óptimos, sobre todo en las áreas donde se guardan o exhiben las colecciones, es responsabilidad de los conservadores o técnicos a cargo de los fondos; por tanto el cuidado de los instrumentos y equipos utilizados también debería estar bajo su supervisión. Las tareas implicadas varían en función del tipo de sistemas de control ambiental y la disponibilidad del personal. Así, si el museo cuenta con termohigrógrafos tenemos que supervisar el cambio de las gráficas cada semana, el calibrado periódico, la reposición de las pilas una vez al año o la sustitución de los marcadores antes de que se agote la tinta y el renovado del haz de pelos cada ciertos años. Por el contrario, si dispone de un sistema de medición radiotelemétrico las tareas se pueden ver reducidas a descargar los datos de la caja de control en el ordenador, cuando no se tenga una conexión permanente, y a calibrar los sensores una vez al año.

Esta obligación puede estar también compartida con el servicio de mantenimiento del museo. En cualquier caso, tanto si es exclusiva del conservador como si está compartida con otros miembros del personal, estas tareas deben quedar asentadas en un registro. Este debe contener al menos los datos siguientes:

Calibración de los instrumentos de medición

El control ambiental se basa en la obtención de medidas precisas de temperatura, humedad relativa o nivel de iluminación. Los aparatos de medición se adquieren calibrados al grado de precisión que requiramos pero, debido a su uso y a la extremada sensibilidad de sus sensores, tienden a desviarse a lo largo del tiempo, por lo que hay que recalibrarlos periódicamente. En ocasiones, esta calibración podrá realizarse en el museo usando para ello otros aparatos, de los que sabemos con certeza que están calibrados, o sales reguladoras (véase capítulo 2). Lo más seguro es que se envíen al fabricante cada cierto tiempo.

En el registro deben quedar consignadas las fechas en que se han realizado las sucesivas calibraciones, el grado de desvío encontrado, la persona que las efectuó ² y la fecha de la próxima calibración (cuando ésta exceda el mes).

Piezas y elementos recambiables

Las pilas, bombillas, filtros u otros elementos de los aparatos usados para controlar los niveles ambientales tienen una existencia limitada, por lo que han de ser reemplazados periódicamente. Esta sustitución conviene hacerla antes de que las piezas empiecen a fallar, pues así evitamos que el rendimiento y precisión del sistema pueda disminuir, o que su mal funcionamiento contribuya al rápido desgaste o mal funcionamiento de otras piezas. Por lo tanto, en el registro de mantenimiento deben especificarse todos los elementos susceptibles de renovación, el modelo, la esperanza de vida según el fabricante, el sistema o aparato al que pertenecen, la fecha de adquisición de éste, la última fecha de renovación y la fecha prevista para su próximo cambio.

Los fabricantes no son siempre honestos al certificar la vida media y el rendimiento de sus productos, por lo que es aconsejable coordinar este registro con la información obtenida en las rutinas de inspección.

Revisiones estándares

Los humidificadores, deshumidificadores, instalaciones de climatización u otros aparatos de control climático necesitan ser revisados regularmente para comprobar su buen funcionamiento. Hay que tener en cuenta que estos equipos pueden estar funcionando a pleno rendimiento muchas horas al día y

durante todos los días del año, con el consiguiente desgaste. Estas revisiones deben realizarse de forma rutinaria y antes de que se advierta cualquier fallo o reducción en su rendimiento.

El registro debe recoger la periodicidad con que se efectúan estas revisiones, la fecha de la última y cuándo tendrá lugar la próxima, el nombre de la empresa o personal que la ha llevado a cabo, las reparaciones que se hayan efectuado o cualquier otra incidencia que consideremos de relevancia.

Fallos y problemas

Será suficiente una breve descripción del problema o fallo, junto con la fecha en que se produjo, la fecha en que se solucionó y el nombre de la empresa o personal que lo llevó a cabo.

Las rutinas de inspección pueden estar diseñadas para detectar, entre otros problemas, los fallos y desajustes producidos en los sistemas de control climático.

Por último, dada la complejidad que puede entrañar el mantenimiento de los sistemas de control climático, es importante que antes de recomendar la adquisición de un equipo nos aseguremos de que el museo puede asumir su correcto mantenimiento técnico y económico.

Cuidado de las instalaciones y del equipamiento

El cuidado de las instalaciones y equipamientos es misión de su equipo de mantenimiento o, en el caso de que no tenga personal permanente, de la empresa o personas contratadas para dicha función. Sin embargo, los conservadores o responsables de las colecciones deberían intervenir, o por lo menos ser consultados, sobre ciertos aspectos de este cuidado, como los que se detallan a continuación, porque ellos son los que mejor valorarán su efecto sobre los fondos:

- Determinarán las fechas y procedimientos utilizados en las reparaciones de carácter general de las salas de exposición y almacenes. De esta forma, el conservador o técnico a cargo de los fondos puede establecer qué tipo de medidas protectoras han de tomarse.
- Indicarán los materiales usados para pintar o revestir paredes, pisos, estanterías o vitrinas. Muchos materiales usados en la construcción no son adecuados porque emiten sustancias nocivas como los formaldehídos, acetaldehídos, óxidos del nitrógeno muy nocivos para los metales u objetos orgánicos. Otros deben dejarse curar un tiempo hasta que cesen de emitir sustancias nocivas.
- Desinsectaciones del edificio: Aunque éstas no se centren en las colecciones, ni en las zonas donde se guardan, hay que cerciorarse de que sean protegidas convenientemente y de que los productos usados cumplan con la legislación vigente y se ajusten a nuestras necesidades.
- Adquisición, instalación y mantenimiento de sistemas de aclimatación (véase capítulo 2).

Inspección de las colecciones

Las técnicas de inspección y de análisis del estado de conservación de los fondos han sido tratadas ampliamente en el capítulo 1. No obstante, la mayor parte de los museos no dispone de recursos y personal suficientes para emprender este tipo de estudios sistemáticos. En su lugar se puede promover la realización de rutinas de inspección de los fondos, cuyo propósito principal es detectar señales de deterioro, identificar sus causas y buscar soluciones a corto plazo. Estas inspecciones no son exhaustivas ni sistemáticas. Primero, porque la disponibilidad del personal que las realiza no lo permite. Segundo, porque lo que se pretende es detectar los problemas aparecidos y no los factores causantes de problemas futuros. Por lo tanto, las rutinas de inspección suelen circunscribirse a aquellos objetos o colecciones, expuestos o almacenados, considerados más proclives al deterioro o sometidos a un ambiente poco controlado.

Los objetos elaborados con materiales orgánicos (maderas, plumas, pieles, tejidos), son presa de microorganismos e insectos, por lo que deben ser inspeccionados regularmente para descubrir cualquier signo de actividad biológica, sobre todo si se están expuestos a unos niveles ambientales inestables. También debe prestarse una atención especial a los objetos que requieran unas condiciones ambientales precisas (objetos fotosensibles o higroscópicos) o diferentes al resto (metales, minerales; tejidos, especímenes biológicos, y aquellos expuestos). [Tabla 3.3].

Ataques biológicos

Por ataque biológico se entiende la acción nociva que tienen algunos microorganismo, insectos y pequeños animales sobre las colecciones.

Los microorganismos más perjudiciales son los hongos, y dentro de éstos los mohos. Su aparición es siempre indicadora de unas condiciones ambientales inadecuadas: humedad relativa y temperatura elevadas, falta de ventilación y mucho polvo. Su reproducción suele ser por esporas, esto explica la rápida difusión de las infestaciones. Los objetos atacados por el moho presentan una superficie cubierta por pequeños puntos blancos, con aspecto de pelusilla, que desprenden un olor característico.

También las bacterias se alimentan de sustancias orgánicas, pero los daños más serios son los causados por los pigmentos y metabolitos que excretan como producto de su actividad biológica.

Los insectos están incluidos dentro de uno de los grupos más variados y extensos del reino animal: el de los invertebrados, compuesto por numerosos órdenes que agrupan multitud de familias con especies de formas, tamaños, ciclos biológicos y hábitos alimenticios muy diversos. Pero todos comparten una serie de características que conviene conocer para poder prevenir su aparición y proliferación en el museo.

Su desarrollo comporta distintos estadios, desde huevo hasta adulto, que presentan unas características morfológicas y unos hábitos alimentarios diferentes. Así, en las especies con metamorfosis incompleta, los individuos adultos ponen los huevos de donde surgirán las ninfas, que son como los adultos pero de menor tamaño, sin alas (en las especies aladas) ni órganos sexuales. Estos se formarán progresivamente al madurar y convertirse en adultos.

Por el contrario, en las especies con metamorfosis completa, del huevo se pasa al estadio de larva, con frecuencia pilosas, y de ahí al de pupa, para transformarse finalmente en un nuevo adulto. Es durante la fase de larva cuando estos insectos resultan peligrosos para las colecciones.

Su ritmo de crecimiento y reproducción es más rápido en ambientes cálidos, con temperaturas superiores a los 25° C. Este se reduce de forma gradual a medida que la temperatura disminuye, pudiendo incluso detenerse si baja de los 10° C.

Los insectos necesitan agua para desarrollarse, pero mientras algunas especies, como los pececillos de plata (*Lepisma s.p.*) requieren niveles de humedad ambiental altos, otras pueden obtener el agua de la conversión de los alimentos en el interior de sus propios cuerpos. Por eso, el control de la humedad relativa es uno de los principales métodos de prevención de ataques biológicos. El nivel a establecer deberá estar en función de las peculiaridades de las especies que habitan en esa área geográfica y de los especímenes que se hayan detectado en el museo. Pero lo dicho, los insectos son extremadamente adaptables, pudiendo sobrevivir en condiciones ambientales adversas o a los insecticidas, mediante la disminución de su ritmo metabólico.

Los insectos nocivos para los fondos que aparecen con mayor frecuencia (Pinninger, 1989; Vaillant 1996; Ortega ³) son los siguientes:

■ Orden Coleoptera

Familias: *Anobiidae*, *Dermestidae*, *Lyctidae* y *Nicobidae*

Nombre popular: *carcomas*

Pequeños escarabajos de cuerpo cilíndrico, de color marrón o negro con bandas o puntos amarillos o verdes. La mayor parte de sus especies son cosmopolitas. Las larvas de Anobiidos (*Nicobium s.p.*, *Anobium s.p.*, *Lyctus s.p.*) apenas se diferencian de una especie a otra y se alimentan de madera, celulosa y materia vegetal seca. Los adultos, aunque no se alimentan de estos materiales, causan grandes daños en la madera al excavar agujeros de salida. Las larvas de Derméstidos (*Anthrenus s.p.*, *Dermestes s.p.*) son muy voraces, alimentándose de piel, lana, plumas, pelos. Tienen una morfología muy característica, en forma de torpedo con abundantes pelos.

■ Orden Isóptera

Familias: *Termitidae*, *Kalotermitidae*

Nombre popular: *termitas*, *carcoma*

Las termitas, como las hormigas, se organizan en colonias integradas por castas. En el caso que nos

ocupa, la casta reproductora está formada por reyes y reinas alados con forma de hormiga, aunque sin la cintura estrecha, de color negro. Las otras castas, de obreras y soldados ⁴, son de un color blanco característico y muestran una fuerte aversión a la luz, por lo que son difíciles de ver fuera de su nido. Se alimentan de maderas blandas y celulosa, aunque pueden atacar también las maderas duras. Son muy perjudiciales para los museos, no sólo porque pueden atacar las colecciones, sino porque pueden construir sus nidos en las estructuras de madera del edificio (puertas, ventanas, vigas, suelos, techos) y abrirse paso hasta las fuentes de comida a través de túneles excavados en el ladrillo o cemento de paredes y suelos.

■ Orden Zigentoma

Familias: *Lepismatidae*

Nombre popular: *pececillo de plata, traza*

Tienen forma de pececillo, de ahí su nombre común, de color plateado y rematado por una cola formada por tres largos pelos. Tienen hábitos nocturnos, por lo que es difícil verlos durante el día. Se alimentan de papel, materiales que contienen almidón y telas de algodón. Son cosmopolitas.

■ Orden Lepidóptera

Familias: *Tineidae*

Nombre popular: *polilla*

Son pequeñas mariposas de color pajizo, que se localizan correteando sobre la superficie de los objetos infestados o revoloteándolos erráticamente. Sus larvas suelen tejer un capullo muy característico que las protege, lo que permite reconocerlas con facilidad. Se alimentan de pelos, plumas, lana, seda u otros tejidos manchados de tierra y restos alimenticios. La mayoría de sus especies son cosmopolitas.

La aparición de insectos como ácaros, cucarachas, hormigas y arañas, aunque no suponen en sí un gran peligro para los fondos (erosión superficial de materiales orgánicos blandos), pueden ser considerados como evidencias de unas condiciones ambientales e higiénicas favorecedoras de ataques biológicos.

Otros animales como las palomas, gorriones, murciélagos, roedores, que se encuentran en los tejados, aleros, buhardillas, sótanos, sistemas de desagüe y cañerías, también pueden ser una fuente indirecta de problemas. Para muchos son los almacenes un lugar ideal para habitar o aprovisionarse de materiales empleados en la construcción de sus nidos. Además, sus deposiciones, nidos y detritus pueden generar plagas de insectos perjudiciales para los fondos.

El ataque biológico es uno de los factores principales extrínsecos causantes de deterioro, e incluso pérdida, en los fondos de un museo. Esta amenaza sólo afecta a las colecciones de naturaleza orgánica, pero puede ser también una fuente de problemas para las inorgánicas. Así, por ejemplo, muchas de las deposiciones y detritus producidos por insectos o pequeños animales (palomas, murciélagos) son ácidos y pueden inducir la corrosión en los metales. Por tanto, la inspección rutinaria para detectar posibles focos de actividad biológica debería formar parte de las estrategias de mantenimiento de cualquier museo, sobre todo de los que poseen colecciones de naturaleza orgánica. Esta inspección debe estar cuidadosamente planificada y formar parte de un plan general de prevención, de lo contrario no se podrá garantizar que las acciones emprendidas tras la aparición de un foco de infección tengan la rapidez, coherencia y eficacia requeridas. La toma precipitada de decisiones puede conducir, a medio y largo plazo, a la aparición de otros problemas que amenazan el buen estado de los fondos. En 1990, un grupo de paleopatólogos americanos realizó un estudio exhaustivo de las momias del Museo Arqueológico de Tenerife, descubriéndose, entre otras cosas, que las deposiciones de cristales blanquecinos visibles en la zona abdominal no se correspondían a ningún tratamiento de momificación, sino al uso continuado de pastillas de naftalina. En los museos anglosajones la naftalina se dejó de usar hace varios años como tratamiento preventivo, debido a los residuos tóxicos perjudiciales dejados tanto para las colecciones como para la salud humana. No obstante, en muchos museos pequeños y de países en vías de desarrollo este es el único tratamiento disponible.

Planificación de estrategias preventivas

Existen dos estrategias básicas para prevenir los ataques biológicos; pueden implantarse de forma independiente o combinadas. La primera actúa directamente sobre los fondos. Todos los objetos y embalajes, que entren en el museo, ya sea para incorporarse a su colección permanente o para participar en una exposición temporal, serán examinados para detectar posibles infestaciones. Se pondrá especial cuidado en los de naturaleza orgánica. Los objetos que muestren señales de una infestación activa deben aislarse del resto y tratarse con urgencia, de lo contrario se corre el riesgo, no sólo de que propaguen la infección, sino de que se destruyan las piezas afectadas. Así mismo, es recomendable aislar y tratar de forma preventiva aquellos objetos que creamos sospechosos, bien porque presentan evidencias de infestación (agujeros de salida) difíciles de clasificar como antiguas o recientes, o porque son susceptibles a los ataques biológicos.

Muchos museos con grandes colecciones de naturaleza orgánica (colecciones etnográficas) las fumigan de forma periódica como método de control de infestaciones. Aunque este método tiene serios inconvenientes. Por un lado, los insecticidas usados en este tipo de tratamientos a gran escala pueden dejar residuos tóxicos que se acumulan a lo largo de los años. Por otro, pueden implicar el descuido, u olvido, de otras medidas más eficaces a largo plazo como mantener una buena higiene y unos niveles ambientales óptimos.

La segunda estrategia es eliminar del museo, o al menos de las zonas donde se concentren los fondos, todos los factores que puedan favorecer los ataques biológicos como la suciedad, el polvo, las plantas, unos niveles de humedad relativa y temperatura altos, la mala ventilación.

Al margen de que elijamos una u otra estrategia, o ambas a la vez, la prevención de ataques biológicos y su erradicación no puede estar basada en la improvisación. Por eso es conveniente redactar un plan donde se recoja cada uno de los puntos en que va a estar centrada nuestra estrategia, y las fases de actuación (Pinninger, 1989).

Para que este plan sea efectivo debe basarse en los factores siguientes:

■ *La naturaleza de los fondos*

Todos los materiales orgánicos corren el riesgo de verse atacados por microorganismos e insectos, pero, dentro de ellos, las plumas, tejidos de lana, pieles sin curtir o curtidas con elementos vegetales, la madera blanda poco resinosa o las fibras vegetales son más proclives a sufrir estos ataques. Por lo tanto, es recomendable valorar no sólo el riesgo de infestación de los fondos en general, sino de cada material orgánico y clasificarlos de mayor a menor según este riesgo.

■ *El presupuesto anual del museo*

Lo ideal es que el museo disponga de un presupuesto anual fijo para afrontar a los dispositivos de prevención que se establezcan en nuestro plan y tratamientos extraordinarios. Cuando esto no sea posible, debemos incluir, al menos, una partida mínima del dinero con el que se podrá contar para ese año.

■ *El personal*

La efectividad de un plan de prevención está sujeta a la cantidad de personal que lo ejecutará, a su predisposición, disponibilidad y preparación técnica. También el grado de colaboración y entendimiento entre las personas implicadas influirá en su éxito. Esto se consigue, primero, permitiendo que todos colaboren, en la medida de sus conocimientos, en la elaboración del plan de prevención y, segundo, manteniendo reuniones periódicas en las que se discuta el funcionamiento del mismo y los ajustes que se crean oportunos. Un plan de este tipo debe ser siempre lo bastante flexible como para incorporar los cambios y mejoras que su ejecución vaya dictando.

■ *El tipo de actividades a las que se orienta el museo*

Los museos que den prioridad al montaje de exposiciones estarán más expuestos a sufrir ataques biológicos que los orientados a la investigación.

Cualquier plan de prevención y control de ataque biológico que diseñemos debe incluir información concisa y detallada sobre los siguientes aspectos:

- El tipo de microorganismos, insectos u otros animales que amenacen los fondos del museo en una zona geográfica dada. Aquí también debe incluirse información sobre el tipo de insectos avistados o atrapados en el museo, y las infestaciones producidas en el pasado.
- Que áreas del museo abarca nuestro plan de prevención y el grado de riesgo que presenta cada una. Así, por ejemplo, un almacén con control ambiental, alejado de las zonas de uso público y con un acceso restringido, tiene menos probabilidades de sufrir un ataque biológico que una sala de exposiciones, mal ventilada y contigua a un jardín.
- Las rutinas de inspección. El personal que vaya a realizar estas rutinas debe recibir instrucciones precisas sobre cómo llevarlas a cabo, cuándo y qué tipo de evidencias de infestación buscar. El procedimiento principal para detectar focos de actividad biológica es la inspección visual. Esta puede realizarse con la ayuda de una linterna y debe concentrarse en las zonas más apetecibles por los microorganismos e insectos como son los rincones oscuros bajo el mobiliario o las vitrinas, los resquicios arquitectónicos en sótanos y tejados, las unidades de almacenamiento de tejidos, pieles u otros objetos de naturaleza orgánica; zonas de difícil control higiénico, como vías de acceso, cocinas o zonas mal ventiladas. Debemos buscar no sólo insectos vivos que sepamos con seguridad que pueden dañar nuestros fondos, ya que no todos son perjudiciales para éstos, sino señales de su actividad biológica tales como excrementos, agujeros de entrada o salida, pequeños montículos de polvo reciente. La colocación de trampas puede ayudar a detectar focos de infección y a determinar el grado de amenaza al que está sometido nuestro museo.
- La frecuencia de las rutinas de prevención u otras acciones previstas en nuestro plan (fumigaciones preventivas). La periodicidad de las rutinas debe determinarse sobre la base de la naturaleza de las colecciones, el grado de higiene de las dependencias del museo y la disponibilidad del personal.
- El tipo de control ambiental convenido y los mecanismos para ejecutarlo. Los niveles de temperatura, humedad relativa e higiene deben ser tales que se evite la generación y propagación de cualquier actividad biológica, sobre todo en los meses de mayor peligrosidad, como los de primavera y verano. Por lo tanto, debemos evitar las temperaturas altas, la humedad relativa superior al 60% y la acumulación de polvo.
- Instrucciones para el mantenimiento de una buena higiene, sobre todo en las áreas de mayor riesgo de acoger actividad biológica. El éxito de cualquier plan de prevención y control de ataques biológicos estriba en la higiene (Pinninger, 1989).
- Las medidas adoptadas para excluir de las dependencias del museo los focos de alimentación o refugio de insectos u otros animales. Medidas de este tipo incluyen la prohibición de tener plantas en las oficinas, salas de exposición y dependencias próximas al almacén; proteger con tela metálica las ventanas que den al exterior o a los jardines, aislar las zonas de servicios (restaurante, cocina, guardarropa, áreas de descanso) del resto de las dependencias.
- Los métodos de erradicación usados: sus características, toxicidad, efectividad contra distintos especies de insectos, las regulaciones legales sobre su uso (cuando existan) y si se encuentran disponibles o se debe contratar a una empresa especializada. Muchos museos no tienen suficientes recursos para adquirir una cámara de fumigación, un frigorífico o cualquier otro equipo para exterminar una plaga, por lo que debe confiar este trabajo a las empresas privadas. En ocasiones, el volumen de material, sus características o la frecuencia del tratamiento hace más rentable contratar a una empresa especializada. También sería conveniente aportar información sobre otros métodos para poder valorar su adopción en el futuro o su uso en circunstancias especiales.
- La estimación de su coste anual.

Métodos de erradicación

Si a pesar de todas las medidas preventivas tomadas detectamos un foco activo de infección debemos eliminarlo inmediatamente. Los métodos de erradicación usados pueden dividirse en dos grupos: métodos físicos, cuando se cambian las condiciones del entorno (nivel de oxígeno, temperatura, humedad, radiación) hasta hacerlo inapropiado para que microorganismos e insectos desarrollen sus ciclos vitales; y

métodos químicos, cuando se exponen a sustancias tóxicas.

Métodos físicos

■ *Succión.*

Consiste en aspirar la superficie de los objetos infestados con un aspirador, ayudado por un cepillo o brocha de pelo blando. Este método tradicional, aunque poco eficaz, es totalmente inocuo y está al alcance de cualquier museo.

En el caso de infestación por hongos, conviene cepillar los objetos atacados, primero en un espacio abierto, para evitar que las esporas se propaguen, y, luego, ya en el laboratorio, volverlos a cepillar con aspirador. Tras este cepillado se introducen, junto con una cierta cantidad de algún biocida, en una bolsa plástica sellada durante 24-48 horas. En este tiempo tenemos que controlar que la humedad relativa no sobrepase el 80% (Bacon, 1989 ⁵).

En el caso de infestaciones por insectos la succión sólo garantiza la eliminación de los adultos y las larvas halladas en superficie, pero no la de los huevos, larvas o individuos que se encuentren en el interior. Por eso ha de usarse siempre en combinación con otros métodos.

■ *Esterilización.*

Consiste en exponer la pieza infestada a temperaturas superiores a los 100°C durante unos 30 minutos. Este método tiene el grave inconveniente de que el calor puede iniciar o acelerar los procesos de deterioro.

■ *Congelación.*

Se ha comprobado que las bajas temperaturas afectan el ritmo metabólico de microorganismos e insectos. Estos entran en un estado de aletargamiento o reducción de su actividad biológica, que si se continua durante el tiempo suficiente y a temperaturas por debajo de los 0°C los conduce a la muerte. Este método se basa, por tanto, en introducir los objetos infectados en un congelador a una temperatura entre los 20°C - 30° C bajo cero, durante dos o tres días.

La congelación puede dañar los objetos tratados debido a las tensiones mecánicas que producen un cambio tan drástico de temperatura o la aparición de condensación. Lo primero puede evitarse bajando la temperatura gradualmente para dar tiempo a los objetos tratados a adaptarse, y, lo segundo, usando un congelador anti-escarcha o, cuando no dispongamos de uno, introduciendo los objetos en una bolsa plástica sellada, a la que antes se le ha extraído todo el aire posible con un aspirador o bomba de vacío (Bacon, 1989 ⁶).

■ *Fumigación con gases inertes.*

Se ha comprobado que tanto los microorganismos como los insectos en todos sus estadios de desarrollo, no pueden sobrevivir en atmósferas con un nivel de oxígeno inferior al 0,05%. Este nivel puede conseguirse insuflando nitrógeno o argón en una bolsa hermética y sellada. La bolsa puede ser elaborada por nosotros a medida, según las dimensiones del objeto u objetos que vayamos a tratar, con plástico de baja permeabilidad al oxígeno. En un extremo se coloca la válvula de entrada y en el opuesto las de salida. Una vez preparada la bolsa debemos seguir los pasos siguientes:

1. introducimos el objeto u objetos a tratar.
2. sellamos la entrada asegurándonos de que no queda ningún resquicio.
3. Inyectamos el gas hasta alcanzar el nivel requerido. Este proceso puede tardar de 20 minutos a un par de horas, dependiendo del tamaño de la bolsa. La comprobación del nivel de oxígeno se hace con un oxímetro.
4. Sellamos las válvulas.

La duración del tratamiento depende del tipo de infestación a tratar, la temperatura y la humedad rela-

tiva. Se ha demostrado que el tratamiento es más rápido y eficaz a temperaturas altas, de 25.° a 30 °C y humedades relativas inferiores al 50%.

Este método está ganándose cada vez más adeptos en todo el mundo porque es económico, una vez amortizado el precio del equipo, fácil de aplicar, y totalmente inocuo para los fondos y el personal (Valentín, 1990; Valentín, 1996; Manzano, 1996). Su mayor inconveniente estriba en que, por el momento, no puede aplicarse a estructuras arquitectónicas, ni objetos de gran tamaño.

■ Radiación:

Consiste en someter los objetos infestados a radiaciones electromagnéticas, de partículas cargadas o microondas. Tiene varios inconvenientes: la necesidad de calcular con precisión la intensidad y tiempo de aplicación en función de cada objeto, la generación de calor y la destrucción o transformación de los enlaces químicos. Este método está muy poco extendido en la actualidad (Pinninger, 1989; Cornuet, 1985).

Métodos químicos

La toxicidad de los métodos químicos, no sólo para los microorganismos e insectos que pretenden eliminar, sino para las colecciones e, incluso, el hombre, ha conducido a restringir su uso en los últimos tiempos. Si, a pesar de sus contraindicaciones, tenemos que optar por el uso de sustancias químicas deberíamos seguir las recomendaciones siguientes:

- Informarnos sobre la composición de los productos que vamos a aplicar: su grado de toxicidad para los insectos, el medio ambiente y el hombre; si dejan residuos tóxicos; riesgos de su manipulación y regulaciones legales.
- Hacer uso de sustancias químicas sólo cuando sea indispensable, limitando su aplicación a aquellos objetos o estructuras que sepamos con seguridad afectadas.

Los métodos químicos pueden dividirse en dos grupos:

- Fumigación con gases tóxicos como el óxido de etileno (C_2H_4O), bromuro de metilo ($BrCH_3$), fluoruro sulfuroso (F_2SO_2) o el timol (1 metil-4 metilétil- 3hidroxibenceno, $C_{10}H_{14}O$). Esta sólo puede llevarse a cabo en cámaras especiales o por personal especializado, por lo que resulta muy costosa. En la actualidad, la fumigación con este tipo de gases se está suprimiendo en casi todos los museos debido al endurecimiento de la legislación que regula su uso, ya que sus efectos secundarios son muy nocivos para el medio ambiente.
- Tratamiento con insecticidas. Hay una gran variedad de insecticidas en el mercado; lo cual puede crear cierta confusión y temor al elegir el más adecuado a nuestras necesidades. Por eso, cuando nos veamos en la tesitura de seleccionar un determinado producto o empresa desinsectadora, es aconsejable recabar primero la siguiente información: el o los ingredientes activos del insecticida a usar, su grado de toxicidad y su forma de actuación.

Atendiendo a la forma de actuación del insecticida, podemos clasificarlos en:

1. *Insecticidas que se dispersan en el aire.*

No llegan a afectar a los huevos y, con frecuencia, ni a las larvas que se encuentran en las zonas más internas del objeto infestado. Sólo son efectivos en espacios pequeños y cerrados. Su efecto es poco persistente.

2. *Insecticidas que actúan por contacto con el insecto.*

Este tipo es más persistente porque dejan un residuo tóxico en las zonas donde se aplican, cuya acción letal puede durar semanas o incluso meses.

Todos los métodos aquí comentados sirven sólo para erradicar la infestación y no confieren pro-

tección alguna contra posibles reinfestaciones. Por lo tanto, cualquier estrategia de prevención que pretenda ser eficaz no puede limitarse a su aplicación, sino que debe abarcar las medidas de control ambiental ya comentadas.

MUSEO DE HISTORIA DE TENERIFE									
ROUTINA DE CONSERVACION									
OPERARIO: Carmen D. China Brito					FECHA: 3 de febrero 1997				
AMBITOS EXPOSITIVOS	1	2	3	4	5	6A	6B	8A	8B
VITRINA/PANEL	Foto des-pegada				Foto des-pegada			Cuadro movido	
POLVO		X							
ILUMINACIÓN									
ATAQUE BIOLÓGICO			insecto muerto						
OTROS									
ACTUACIÓN	10.2.97	10.02.97	Se envió a la entomologa 4.2.97		10.2.97			3.2.97	

Tabla3. 2. Rutina de mantenimiento de las salas de exposición del Museo de Historia de Tenerife.

ALMACEN DE ARQUEOLOGIA ROUTINA DE INSPECCION

OPERARIO: Mercedes del Arco

FECHA: 21 DE MAYO 1998

NIVEL DE LIMPIEZA

BUENO



PASABLE

MALO

NIVEL DE POLVO

BAJO



MEDIO

ALTO

LOCALIZACIÓN

ESTANTERÍAS

SUPERFICIE DE LAS CAJAS

INTERIOR DE LAS CAJAS

OBJETOS

NIVEL DE SUCIEDAD

BAJO



MEDIO

ALTO

LOCALIZACIÓN

ESTANTERÍAS

SUPERFICIE DE LAS CAJAS

INTERIOR DE LAS CAJAS

OBJETOS

ATAQUE BIOLÓGICO

MOHOS



INSECTOS

OTROS

LOCALIZACIÓN

ALMACÉN

SISTEMAS DE ALMACENAJE

OBJETOS

NIVEL DE ILUMINACIÓN

LOCALIZACIÓN

LUX

UV

PASILLO IZQUIERDO

150

PASILLO CENTRAL

225

PASILLO DERECHO

150

ALMACÉN DE MOMIAS

200

DESPERFECTOS

Hay dos tubos fluorescentes fundidos en el pasillo derecho

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO	
OBSERVACIONES	
Se encontraron las exubias de larvas de derméstidos en varias de las cajas con pieles. Podrían ser los restos de una infestación antigua, pues no se apreciaron indicios de actividad. No obstante, se recomienda mayor vigilancia de estas piezas.	
ACTUACIONES	FECHA
Se cambiaron los tubos fluorescentes	24 mayo 1998

Tabla 3.1. Rutina de mantenimiento del almacén del Museo Arqueológico. Frecuencia de realización semestral.

MUSEO DE HISTORIA DE TENERIFE

ESTADO DE CONSERVACIÓN

TÍTULO: Santo Tomás de Aquino			
AUTOR:		FECHA: 26 marzo 1999	
ÁMBITO:		LOCALIZACIÓN:	
SOPORTE:			
DIMENSIONES:			
CAPA PICTÓRICA:			
MARCO:			
ESTADO DE CONSERVACIÓN			
MARCO:	SOPORTE:	PINTURA:	BARNIZ:
SUCIEDAD:			
OBSERVACIONES: La zona en la mitad superior derecha, donde había una pérdida de pintura, sigue despendiéndose			
HISTORIAL:			



- ROTURAS □
- DESGARROS —
- AGUJEROS ○
- HENDIDURAS U
- BIODETERIORO ++
- CARCOMIDO C
- PODRIDO P
- CLAVOS OXIDADOS T
- ALTERACIONES DE COLOR
- CUARTEADO ###
- AMPOLLAS ◇
- ABOLLADURAS —
- DESPRENDIMIENTOS DE PINTURA ≡
- ABRASIONES *
- QUEMADURAS ●
- REPINTADOS ψ
- BARNIZ SUCIO ~~~
- BARNIZ OXIDADO ~~~~
- BARNIZ REPARTIDO IRREGULARMENTE ↑
- BARNIZ CUARTEADO ≡≡≡
- PERDIDA DE BARNIZ BB
- VELADURAS (BARNIZ DECOLORADO) <22>
- POLVO ...
- GRASA @
- MANCHAS M
- ARAÑAZOS ...
- ARRUGAS ~
- GRIETAS /

Tabla 3.4. Rutina del estado de conservación de la colección de pinturas expuestas en el Museo de Historia de Tenerife. Sobre la foto se señalan los desperfectos apreciados. Esta rutina se realiza cada tres meses

MOVIMIENTO DE LAS COLECCIONES

La manipulación negligente de los fondos, tanto de los depositados en el museo como de los que están en tránsito hacia otras instituciones, es una de los principales factores causantes de deterioro e, incluso, pérdida (véase capítulo 1). Este factor adquiere, si cabe, más importancia en Canarias donde las condiciones climáticas (cambios estacionales moderados, niveles de contaminación ambiental bajos, humedad relativa alta pero estable o temperaturas suaves) son más favorables para la conservación que las imperantes en los países de clima continental, tropical o muy industrializados. Así, hemos podido observar que gran parte de los daños de nuestros fondos son producto de una manipulación descuidada, unas técnicas de montaje obsoletas y una restauración realizada por aficionados, más que de unas condiciones ambientales inadecuadas. Ante éstas, los objetos pueden desarrollar distintas estrategias de adaptación, pero frente a las primeras se encuentran indefensos.

En consecuencia, la manipulación de los fondos es un asunto lo suficientemente serio como para exigir la redacción y cumplimiento de unas normas, cuando se trate de movimientos internos, y de un plan de actuación, cuando se trate de traslados al exterior.

Los fondos que vayan a ser trasladados a otra institución deben ser examinados antes por el conservador o técnico responsable, para valorar si se encuentran en condiciones de soportar las tensiones provocadas durante el viaje. Si no es así se enviarán de nuevo al almacén o al restaurador. En cualquier caso, se prepararán y protegerán con suficiente antes de introducirlos en su embalaje.

También es conveniente que el conservador o técnico a cargo de estas tareas tenga unos conocimientos básicos de la documentación que debe tramitarse (pólizas de seguros, acuerdos de préstamos, informes de conservación) para poder intervenir en su redacción y asegurarse de que los requisitos mínimos para su adecuada conservación y seguridad durante el tránsito quedan recogidos.

Por último, deben tomarse como referencia los procedimientos, que se describen a continuación, para trasladar los fondos, ya que serán los recursos con que cuente cada museo y las peculiaridades de sus colecciones los que determinarán, en última instancia, los procedimientos a seguir.

Movimiento de las colecciones en el museo

La correcta manipulación de los fondos en el museo puede parecer un asunto obvio, más propio del sentido común de cada persona que de las obligaciones de un conservador. Sin embargo, no es extraño encontrarnos con vasijas rotas, muebles astillados, coleópteros que han perdido sus alas o cráneos con marcas de lápiz a causa de una manipulación negligente. Esta puede también dar lugar a daños más graves como, por ejemplo, precipitar los mecanismos de corrosión de los metales. En muchos casos, no son las acciones descuidadas las que producen los mayores daños, sino el desconocimiento de la estructura interna de un objeto y de su estado, unido a la manera apropiada de tratarlo (Bachmann, 1992). Por lo tanto, es conveniente establecer unas normas que rijan la manipulación de los fondos. Estas deben estar incluidas bien en el reglamento del museo o bien en las normas de seguridad, de funcionamiento del almacén o de préstamos para la investigación. En cualquier caso, deben ser conocidas no sólo por el personal del museo en contacto directo con los fondos, sino por todos aquellos investigadores que soliciten su consulta. Así mismo, éstas deben ser vinculantes para todos, sea cual fuere el estatus que ocupen dentro del museo.

Normas de manipulación

Las normas básicas que deben seguirse para manipular los fondos en el museo son las siguientes:

- El personal del museo que vaya a manipular los fondos debe llevar guardapolvos y guantes de algodón limpios. También pueden usarse guantes plásticos desechables de cirujano. Estos, aunque permiten un agarre más firme, son por lo general más incómodos, pues no permiten la transpiración y pueden producir una sudoración abundante. El uso de guantes es especialmente importante cuando estemos tratando objetos de metal pues, como ya se dijo más arriba, el sudor de nuestras manos podría iniciar los procesos de corrosión (Bradley, 1990). Habrá ocasiones en las que las dimensiones, el peso o la forma del objeto a mover desaconsejen el uso de guantes, porque el agarre podría perder firmeza. En estos

casos, o en los que, por cualquier motivo, no podamos disponer de ellos, nos lavaremos y secaremos bien las manos antes de empezar. También es recomendable que, antes de coger un objeto, nos quitemos anillos, medallones, cinturones o cualquier otro tipo de ornamento personal que pueda arañar su superficie o engancharse en su estructura. El que estos ornamentos se lleven bajo el guardapolvo o los guantes no siempre es una garantía de que no causen algún daño en un descuido:

- Antes de desplazar un objeto tenemos que asegurarnos, con una inspección rápida, de que su estructura está intacta y que, por tanto, podrá resistir las presiones y el traqueteo inherentes a su manejo. Cuando se trate de piezas complejas formadas por varias partes, debemos comprobar si éstas pueden separarse del cuerpo principal para proceder a su traslado por separado. Es el caso, por ejemplo, de las cómodas cuyos cajones, espejos o tableros de mármol deben sacarse y moverse por separado. Cuando no puedan separarse, pero se encuentren sueltas o tengan una fijación inestable, procederemos a sujetarlas con cintas, bandas o vendajes de algodón antes de mover la pieza (Rowlison, 1994 (1979) :202-211).
- Los objetos deben asirse firmemente, pero con delicadeza, con ambas manos, intentando abarcar toda la superficie posible para, así, distribuir el peso y evitar ejercer una presión mayor sobre un punto determinado. Cuando movamos objetos grandes o pesados, podremos ayudarnos también de los brazos y el pecho como puntos de apoyo [Fig. 4.1]. Nunca debemos asir un objeto por alguno de sus componentes estructurales, ni aun cuando, como en el caso de las asas, hayan servido originariamente para esa función [Fig. 4.2]. El paso del tiempo puede haber debilitado la estructura de estas asas hasta tal punto que ya no sean capaces de soportar ninguna fuerza de tracción ejercida sobre ellas. Antes de levantar un objeto grande o pesado tenemos que valorar si seremos capaces de sostenerlo hasta poder depositarlo de nuevo sobre una superficie firme. Si no estamos seguros, es preferible posponer su traslado y pedir a un compañero que nos ayude.



Figura 4.1. Forma correcta de asir un objeto



Figura 4.2. Forma incorrecta de asir un objeto

- La manipulación de más de un objeto o embalaje a la vez aumenta los riesgos de accidente, por lo que debemos renunciar a hacerlo incluso cuando tengamos prisa [Fig. 4.3].
- Las piezas que vayan a ser desplazadas desde un área del museo a otra se depositarán en contenedores acolchados (bandeja, cesta, cubeta plástica o caja) para facilitar su transporte y evitar golpes o rozaduras [Fig. 4.4]. Cuando este recorrido sea largo o tengamos que transportar varias piezas, el uso de carros o plataformas móviles puede ahorrarnos tiempo y esfuerzo, a la vez que disminuye el riesgo

de accidentes.

- Los carros fabricados para la hostelería resultan muy funcionales, una vez hechas las modificaciones oportunas que consisten en acolchar sus superficies y bandejas. Así, los carros de habitaciones pueden usarse para transportar objetos de pequeño tamaño, mientras que los carros de lencería son más apropiados para cajas y embalajes [Fig. 4.5]. Por el contrario, el uso de carretillas de dos ruedas para mercancías debe evitarse en lo posible porque, si no se manejan con la suficiente pericia, puede someter los objetos a fuertes sacudidas dentro de sus embalajes. En su lugar, es preferible utilizar las de cuatro ruedas.

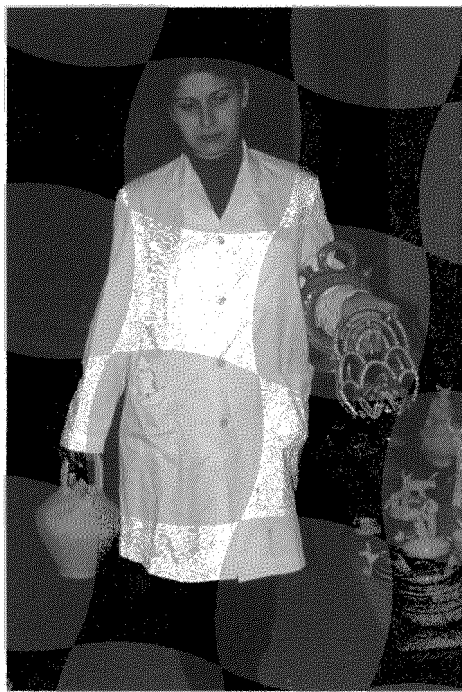


Figura 4.3. Forma incorrecta de transportar un grupo de objetos

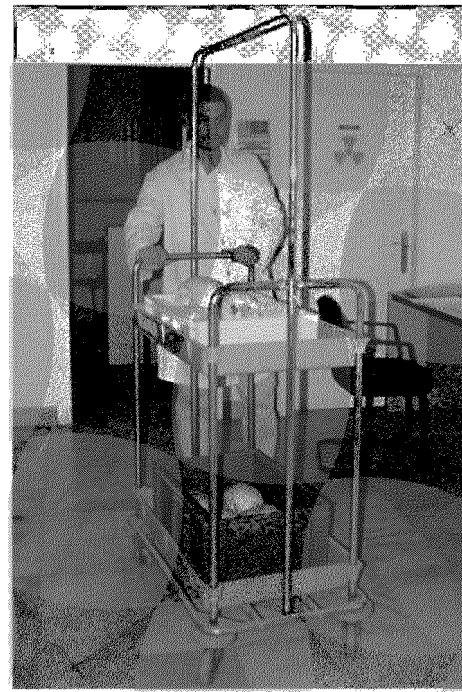


Figura 4.4. Forma correcta de transportar un grupo de objetos.

Como regla general, cuando usemos cualquier carro debemos distribuir su carga de forma que, por un lado, nunca se acumule más peso en unas zonas que otras, impidiendo su correcto funcionamiento y, por otro, impidiendo que los objetos se desplacen chocando contra las paredes o entre sí. El uso de material de amortiguación, como el papel tisú, colocado entre las piezas evitan desplazamientos indeseados.

El uso de palés para mover objetos grandes y pesados, aunque es muy útil supone proteger su base con algún material de amortiguación

- Antes del traslado, debemos asegurarnos, primero, de que no existe obstáculo alguno en el camino a recorrer, y, segundo, que hay un espacio libre, ya sea sobre una estantería o una mesa, donde colocarlo. Este espacio tiene que estar limpio, alejado del borde para evitar las caídas accidentales, ser uniforme y lo bastante amplio para que la pieza ahí depositada no entre en contacto con otras. Los objetos no deben nunca depositarse sobre el suelo porque se les expone a demasiados riesgos (humedad, suciedad, golpes fortuitos), salvo que sus dimensiones impidan el uso de otra superficie o no las haya disponibles. En ambos casos nos aseguraremos de que el espacio elegido esté lejos de las zonas de paso y cumpla con las condiciones arriba expuestas.
- Los objetos que están siendo inspeccionados, fotografiados, dibujados, medidos e, incluso, analizados, deben permanecer sobre las mesas de trabajo sólo el tiempo preciso, para prevenir posibles accidentes (Howie, 1987). Si alguna de estas tareas requiriera varios días de trabajo, habremos dispuesto algún armario o estantería para depositar las piezas al finalizar la jornada. Suelen resultar más seguras que las mesas de trabajo. Cuando se haya terminado se devolverán a su ubicación original. También es

aconsejable disponer de cojinetes u otro tipo de material de amortiguación para apoyar los objetos, durante su manipulación [Fig. 1.1].

■ Mientras estemos manipulando una pieza debemos concentrarnos en nuestros movimientos, evitando charlar o realizar cualquier otra actividad que pueda distraernos. Además, conviene que actuemos siempre con calma, sin apresuramientos, para prevenir cualquier accidente.



Figura 4.5. Carro de lencería utilizado para transportar una colección de cráneos.

- La tentación más frecuente a la que se hayan expuestos, el personal del museo y los investigadores, es volver a manejar los objetos conforme a su función original. Abrir un abanico para abanicarnos, colgarnos un collar del cuello, girar un molinó de piedra o tensar un arco son acciones que pueden contribuir a debilitar la estructura de esos objetos, por lo que deben ser evitadas siempre que no sean estrictamente necesarias para su estudio o conservación.
- Otras tentaciones que deben ser evitadas, bajo cualquier circunstancia, son beber, comer o fumar mientras manipulemos los fondos.
- El manejo de las colecciones debe hacerse siempre por el personal del museo encargado, tanto se trate de traslados internos como externos. En el primer caso, los investigadores a los que se haya concedido permiso para estudiar o fotografiar los fondos, sólo podrán manipular las piezas una vez depositadas en la sala de estudio y hayan aceptado, por escrito, cumplir la normativa interna. En el segundo caso, la preparación y embalaje de los fondos debe ser realizada por éstos o, cuando no les sea posible, bajo su supervisión. Ésta tiene que ser efectuada por una persona con experiencia, porque el más mínimo error en la construcción de un embalaje o al izarlo podría ocasionar un lamentable accidente (Rowlison, 1994(1979):202-211). Por eso, no conviene dejar estas tareas en manos de los transportistas, ni aun cuando se trate de empresas muy especializadas y con años de experiencia, porque la responsabilidad última de lo que le ocurra a los fondos la tiene el museo (Stolov, 1987).
- Cuando la manipulación de los fondos requiera más de dos personas es aconsejable nombrar un coordinador. Éste ha de tener experiencia suficiente como para determinar si el incumplimiento de alguna de estas normas está justificado; improvisar formas alternativas de manipulación; si la situación lo requiere, o cancelar la operación cuando incumpla las condiciones de seguridad mínimas.

En los museos con poco personal, sería aconsejable que estas normas básicas fueran conocidas por

todos, pues nunca se sabe cuándo se necesitará la colaboración de los compañeros.

Manipulación de distintas categorías de objetos

La distinta naturaleza de los objetos que integran las colecciones hace necesario añadir a las normas básicas de manipulación arriba descritas algunas recomendaciones específicas.

Libros

La encuadernación de los libros antiguos suele ser tan frágil que un manejo descuidado puede acarrear daños graves. Cuando cojamos uno de estos libros no debemos abrirlo, sobre todo si las tapas están unidas mediante cintas anudadas, un pasador o una cerradura; ni pasar sus páginas, salvo que vayamos a valorar su estado de conservación. Tampoco trataremos de devolver su forma original a las páginas que estén arrugadas o con las puntas dobladas, porque las zonas de plegamiento pueden estar tan desgastadas que podríamos rasgarlas (Sandwith, 1984). Por la misma razón deberemos renunciar a desplegar las ilustraciones o mapas doblados.

Los libros colocados en estanterías se sacarán con cuidado, sin tirar del lomo, sino deslizando una mano por encima para empujarlo desde atrás. Si no hay espacio para deslizar la mano, empujaremos hacia adentro los libros contiguos hasta que sobresalga lo suficiente para poder asir las tapas firmemente.

No es aconsejable acarrear más de tres o cuatro libros a la vez, porque aumenta el riesgo de que se deslicen, cayendo al suelo. Así mismo, cuando los depositemos sobre bandejas, carros o mesas de trabajo los dispondremos en pilas pequeñas y homogéneas en sentido horizontal. De esta forma, al distribuir mejor el peso, evitamos no sólo que los cantos de las tapas y la encuadernación sigan debilitándose, sino que se derrumben con facilidad.

Manuscritos

Los manuscritos deben ser transportados sobre un soporte rígido y manejados con guantes, porque son piezas muy frágiles y que se manchan con facilidad. Una lámina de cartulina o cartón de pH neutro algo más grande que el propio manuscrito puede servir como soporte; pero cuando se trate de trasladados a cierta distancia, aun dentro del mismo museo, es preferible introducirlo en una carpeta o caja. Es indudable que trasladar los manuscritos uno a uno es el método más seguro, sobre todo cuando su estado de conservación no es bueno, tienen ilustraciones miniadas o sellos, pero supone una considerable inversión de tiempo y trabajo. Por eso, los manuscritos en buen estado pueden manejarse en pequeños grupos, siempre que hayamos tenido la precaución de separarlos mediante láminas de papel tisú, papel glassine o melinex.

Lo más práctico es guardar cada manuscrito en una carpeta elaborada con una lámina de poliéster transparente e inerte, que a la vez que le presta cierto soporte permite inspeccionarla sin tocarla.

Mapas y carteles

Si no tienen un gran tamaño podemos seguir las mismas indicaciones dadas para manejar los manuscritos. En el caso contrario, podemos intentar enrollarlos en torno a un tubo rígido, siempre que su estructura se mantenga lo bastante flexible como para soportarlo sin sufrir daños.

Los mapas o carteles que se encuentren ya enrollados no conviene desplegarlos, salvo que sea indispensable examinarlos. Para efectuar esta operación es imprescindible contar con una superficie plana y amplia donde apoyar la pieza, y con pequeños pesos para mantener las esquinas extendidas.

Cerámicas

Su manipulación es una tarea delicada, más de lo que pueda parecer a simple vista, que requiere gran concentración. Una presión excesiva sobre su superficie, un impacto brusco en su base cuando la estemos dejando sobre una mesa o asirla por las asás puede dar lugar a que se rompa inesperadamente en múltiples fragmentos. Por tanto, antes de manipular una cerámica conviene examinarla con cierto dete-

nimiento para, por un lado, detectar si presenta grietas, contaminación por sales solubles, elementos sueltos o una restauración antigua; indicadores todos ellos de una posible debilidad estructural (Watkinson, 1972). Por otro, comprobaremos si podrá resistir la manipulación y cuál es la forma más segura de efectuarla (Buys, 1993).

Independientemente del estado en que se encuentre, cuando cojamos una cerámica procuraremos rodearla con ambas manos y brazos, como si la acunásemos, evitando asirla, bajo ninguna circunstancia, por el cuello, un asa o el borde. Las que tengan una decoración en relieve u otros elementos sobresalientes deben ser cogidas por su base. Las tapas u otros elementos sueltos deben separarse del cuerpo principal y manipularse por separado.

El apoyo debe efectuarse sobre su superficie más plana, que suele ser la base, o la que permita una mayor área de contacto. Los cuencos, por ejemplo, tienen normalmente la boca más ancha y plana que la base, por lo que es más seguro colocarlos invertidos.

Cuando trabajemos con cerámicas no podemos volver la cabeza para seguir una conversación, inclinarnos por encima de una pieza para alcanzar otra, contestar al teléfono, escribir o dibujar al tiempo que la sostenemos en la otra mano, abrir una puerta o atender a un visitante. Por desgracia, estas prácticas que ocasionan tantos accidentes son aún comunes en muchos museos.

Las cubetas plásticas, del tipo de las usadas en la industria alimentaria, resultan muy útiles para trasladar cerámicas, pues son resistentes, ofrecen una gran variedad de tamaños y tienen unas aberturas laterales, a modo de asas, que permiten un agarre firme y cómodo. Sólo tenemos que acolchar su interior con algún tipo de material de amortiguación para tenerlas dispuestas.

Muebles

Los muebles antiguos suelen estar muy gastados, por lo que sólo deben moverse cuando sea necesario (Sandwith, 1984). Su manipulación tiene que hacerse al menos por dos personas, con la fuerza suficiente para sostenerlos sin arrastrar las patas o la base por el suelo. Este arrastre produciría una presión inusual sobre su estructura, que podría aflojar las juntas o astillar las patas.

Antes de intentar mover un mueble debemos asegurarnos de que su estructura es firme. Los cajones, espejos, estantes o tableros se sacarán y transportarán por separado. Si no pueden ser extraídos, se sujetarán con cintas de algodón o se fijarán utilizando sus cierres originales, si se encuentran en buen estado.

Cuando volvamos a ensamblar el mueble, conviene aplicar en los bordes, raíles o goznes algún lubricante inerte y fácil de limpiar, por ejemplo cera microcristalina, para prever cualquier daño cuando intentemos encajar de nuevo las piezas en su posición original.

Un mueble ha de colocarse siempre en posición vertical, ya sea sobre el suelo o en una estantería, porque esa es la posición en que fue concebido originalmente y, por tanto, está adecuada para soportar su propio peso. Es un grave error intentar apoyar los muebles sobre otro lado que no sea su base, porque esto debilitará con el tiempo su estructura. También debemos comprobar que su peso está bien repartido entre todas sus patas. Si no es así, haremos uso de cuñas de madera para compensar los desniveles y lograr el equilibrio.

Las sillas, butacas y sillones deben alzarse sujetos por las patas, para no dañar su estructura, o desprender el asiento o los brazos. Evitaremos así mismo asirlos por la tapicería o incluso tocarla, pues suelen ser muy delicadas.

No existe razón alguna para que los muebles antiguos sigan estando en uso, por lo que debemos impedir que tanto el público como el personal del museo se sienten en las sillas, curiosean en los cajones o se apoye en las mesas para escribir, por muy interesante que resulte (Bachmann, 1992).

Objetos de cristal

Su manipulación requiere una gran concentración, sobre todo cuando tratemos con piezas anteriores a la Alta Edad Media¹ cuya estructura puede ser muy frágil.

Cualquier objeto de cristal debe asirse con mucha suavidad para no romperlo entre nuestros dedos, pero, al mismo tiempo, con la suficiente firmeza para evitar que se nos resbale y caiga al suelo. La forma más segura de cogerlos es apoyar el cuerpo principal en una mano y rodearlo con la otra, atrayéndolo hacia nuestro cuerpo pero sin llegar a tocarlo [Fig. 4.6].

Las copas u otros objetos similares se asirán por el pie con una mano, dejándolos reposar en posición invertida sobre la otra. El estado de conservación de los pies no siempre va a permitir que se traten como los elementos de apoyo de una pieza. En esos casos, podemos optar por utilizar las zonas más planas.

Las piezas de cristal deben ser transportadas individualmente, siempre que sea posible, en una bandeja o caja con el fondo acolchado con un material poco mullido (por ejemplo, unos pliegues de papel tisú o una lámina de gomaespuma de polietileno expandido de un centímetro de grosor). Cuando nos veamos obligados a trasladar más de una pieza, nos aseguraremos de que colocamos suficiente entre ellas.

Los objetos compuestos de varios elementos, como las lámparas o candelabros, se desmontarán y cada parte se trasladará por separado, para evitar que puedan chocar entre ellas y romperse.



Figura 4.6. Forma correcta de sostener una pieza de cristal.

Objetos de metal

Los metales, al contrario de la creencia generalizada, son muy delicados, pues se arañan con facilidad, se deforman si se los golpea, absorben los componentes grasos del sudor, manchándose de forma irreversible, o se corroen ante el más mínimo aporte de humedad. Por eso, sólo deben manipularse con guantes y cuando sea necesario.

Conviene trasladar las piezas arqueológicas siempre sobre un soporte rígido acolchado, porque su estructura interna suele estar demasiado degradada, por su larga permanencia bajo tierra, para resistir una manipulación excesiva. Además, al depositarlas sobre un soporte rígido reducimos las tensiones y vibraciones producidas durante cualquier traslado, que pueden dar lugar a la fragmentación de las capas de corrosión y al desprendimiento de pequeños trozos, así también facilitamos la recuperación de los mismos (Watkinson, 1972). El fondo de una bandeja de paredes altas o de una caja, previamente forrados con unos pliegues de papel tisú de pH neutro, o una lámina fina de gomaespuma de polietileno expandido es lo más adecuado como soporte.

Es aconsejable trasladar los objetos de metal por separado, para prevenir que puedan contaminarse con los derivados procedentes de la corrosión o los procesos de deterioro de otros objetos (cerámicas que han absorbido sales solubles) y evitar que inicien los suyos propios.

Objetos etnográficos

Los objetos etnográficos están elaborados con una gran diversidad de materiales, sobre todo de

origen orgánico, y suelen presentar formas muy complejas; lo que hace su manipulación más difícil (Bradley, 1990).

Las piezas con plumas conviene introducirlas en una caja antes de proceder a su traslado, para prevenir que el aire producido por nuestro desplazamiento las agite y pueda desprender alguna barba. Cuando sus dimensiones no hagan posible meterlas en una caja, podemos proteger las plumas con una capucha de papel tisú muy fino.

Las piezas de madera policromada deben sujetarse por las zonas carentes de policromía, siempre que sea posible, y llevando guantes limpios para evitar mancharlas. Antes de asirlas, conviene comprobar si los pigmentos están bien adheridos a su sustrato y que no los vamos a dañar con nuestra manipulación.

Bastones, lanzas, estandartes u otros objetos similares no deben apoyarse verticalmente, porque su peso, unido al rozamiento con el suelo, puede dañar su base. Lo más seguro es colocarlos horizontales sobre una superficie plana.

Los elementos cortantes o punzantes de las armas se envolverán con cuidado en varias capas de material de amortiguación antes de proceder a moverlas, incluso cuando su tamaño nos permita introducirlas en una caja. Nos aseguramos así de no herirnos por accidente durante su manipulación.

Ni aun los objetos de mayor tamaño, como las barcas, deberían apoyarse directamente sobre el suelo, sino sobre estanterías o soportes diseñados para ellos. Si esto no fuera posible, tenemos que asegurarnos, al menos, de que el suelo sea firme, plano y esté limpio.

Textiles y piezas de indumentaria

Tanto los textiles como las piezas de indumentaria deben manipularse lo menos posible.

Los fragmentos o piezas planas de pequeño tamaño pueden trasladarse sobre un soporte rígido, como por ejemplo una lámina de cartón de pH neutro, cubiertas con una hoja de papel tisú o glassine. Las que se encuentren en un estado muy frágil pueden reforzarse con malla de nailon o algodón al 100%, cosida a su reverso.

Las piezas de grandes dimensiones como cortinas, alfombras o tapices, deben enrollarse antes de intentar moverlas. Si están elaboradas con un tejido lo suficientemente firme, como es el caso de la mayoría de las alfombras, bastará con enrollarlas sobre sí mismas y mantenerlas en posición horizontal mientras las trasladamos; si no, las enrollaremos en torno a un tubo rígido de cartón o de plástico.

Las prendas de vestir deben trasladarse siempre en cajas, salvo que posean su propio maniquí. En el primer caso, se colocarán planas, respetando la disposición originaria de sus partes y evitando doblarlas. Si esto último no fuera posible, dadas las dimensiones de la prenda o de la caja disponible, nos aseguraremos de colocar abundante material de acolchado entre los pliegues para prevenir futuras deformaciones o desgarros. También tenemos que colocar algún acolchado en su interior cuando consideremos que existe algún riesgo de deformación. Si colocamos varias prendas en una misma caja, debemos separarlas con hojas de papel tisú o glassine, para evitar los roces (Landi, 1992).

En el segundo caso, procederemos a fijarlas con alfileres y protegerlas con un forro de papel tisú o de tela, antes de intentar su traslado.

Cuadros

Los cuadros deben manipularse siempre con guantes limpios, incluso los que tengan marco, porque los lienzos o el papel se arañan, desgarran, manchan o perforan con facilidad (Bradley, 1990).

Antes de intentar mover cualquier cuadro, debemos asegurarnos de que se encuentra fijado a su marco y de que podremos cargar su peso sin riesgo de que se nos caiga. En el caso contrario, tenemos que solicitar la ayuda necesaria (Rowlison, 1994 [1979]: 202-211). También es recomendable planificar la ruta que vamos a seguir, comprobando que se está libre de obstáculos y que se ha dispuesto un espacio amplio y seguro, al final de la misma, para depositar el cuadro.

Cuando carguemos un cuadro es fundamental concentrarnos en lo que estamos haciendo. Así; si nuestra ruta discurre por una escalera tenemos que calcular la descompensación del peso para evitar que nuestro agarre se debilite y pueda caérsenos. Si pasa a través de puertas estrechas tenemos que controlar las distancias para no rozar o chocar contra los marcos.

La forma correcta de cargar un cuadro es asiéndolo verticalmente, con ambas manos, por sus

lados más cortos o colocando una mano debajo de uno de sus lados más largos, mientras que la otra agarra uno de los cortos. De este modo, equilibramos su centro de gravedad haciéndolo más estable y maniobrable [Fig. 4.8]. Si está enmarcado lo sujetaremos por el marco, evitando los puntos más frágiles o deteriorados; si no, lo sujetaremos por los bordes procurando no apoyar nuestros dedos en la pintura.



Figura 4.7. Forma correcta de trasladar un cuadro

Por último, cuando los cuadros que vayamos a trasladar estén colgados en una pared debemos empezar a descolgarlos situados en la parte inferior, para prevenir que arrastren consigo otros cuadros si se nos resbalan.

Recomendaciones para la manipulación de objetos que van a ser fotografiados o filmados.

En teoría, un objeto debe permanecer en su ubicación original mientras es fotografiado o filmado. Sin embargo, en la práctica, es del todo imposible. En primer lugar, porque en los almacenes o salas de exposición no siempre se cuenta con los medios necesarios para permitir el adecuado funcionamiento de los equipos y, en segundo lugar, porque las piezas se encuentran generalmente colocadas muy próximas unas a otras o en ángulos tales que no permiten un buen encuadre.

Los objetos que se vayan a fotografiar o filmar han de estar vigilados por un conservador o técnico con experiencia, que se responsabilice de su manipulación durante el tiempo que dure la sesión (Stolov, 1987). Muchos museos no pueden permitirse tener un fotógrafo entre su personal, por lo que se le contrata según las necesidades. Estos profesionales no suelen estar familiarizados con el cuidado y la protección del patrimonio, por lo que es un riesgo dejar la manipulación de las piezas bajo su responsabilidad.

En el caso extremo de que las piezas no están vigiladas por personal del museo, nos aseguraremos, al menos, de adjuntar las instrucciones específicas para su correcto manejo, y de que las personas que vayan a manipularlas se comprometen a seguirlas.

Registro de los movimientos internos

Cualquier movimiento que se realice dentro del museo debe quedar anotado en un libro de registro o ficha (Montserrat, 1988:4-26), en la que se especifique el número de identificación del objeto, su nombre o, en su defecto, una descripción breve, su ubicación habitual, la fecha del traslado, el motivo, su ubicación temporal, la persona que autorizó el traslado y la fecha de retorno a su ubicación original [Tabla

4.1] Es aconsejable colocar también otra ficha de control o un duplicado en el lugar correspondiente al objeto, ya sea en el almacén o en la sala de exposiciones, con el propósito de ejercer un mayor control sobre su localización.

FICHA DE CONTROL DE MOVIMIENTO DE OBJETOS
Nº Registro:
Nombre del objeto:
Ubicación habitual:
Fecha del cambio:
Motivo del cambio:
Ubicación temporal:
Persona responsable:
Fecha de retorno:

Tabla 4.1. Ficha de control de movimientos en el museo elaborada por R. Monserrat (1988: 14). Esta ficha puede archivar y colocarse un duplicado en el lugar de la pieza dentro del almacén, obteniéndose así una verificación visual rápida del movimiento efectuado.

Movimiento de las colecciones fuera del museo

El traslado de los fondos a otro museo o institución para su exposición, análisis o estudio, siempre supone un riesgo para los mismos, porque por muchas precauciones que se tomen se verán expuestos a tensiones inesperadas (golpes, sacudidas, traqueteo) y a unas condiciones ambientales diferentes durante su transporte. De ahí que sea conveniente planificar hasta el mínimo detalle cada una de las fases del traslado: documentación, examen y preparación de los objetos, diseño y elaboración de los embalajes y transporte, ejecutándolas con el máximo rigor.

Según nuestra experiencia, el éxito de cualquier operación de traslado de fondos descansa, en último término, en una estrecha colaboración entre todo el personal participante, incluido el que pertenece al museo y el procedente de empresas privadas contratadas con a tal fin.

Documentación

La salida de fondos hacia otros museos o instituciones genera una abundante documentación, entre la que no pueden faltar la solicitud de préstamo o depósito, el contrato de préstamo o depósito, la baja temporal en el registro, un informe del estado de conservación, la póliza de seguros e instrucciones para la manipulación y transporte. Aunque el conservador o técnico responsable del cuidado de los fondos no tiene por qué tramitar esta documentación, excepto de los informes del estado de conservación, si es conveniente que sea consultado en los siguientes asuntos:

- El estado de conservación.
- Los niveles ambientales que se estipularán en el contrato.
- Las instrucciones para la manipulación.
- La planificación del traslado.

Aprovechar su experiencia y conocimientos son una garantía de que las medidas de conservación y seguridad tomadas, no sólo responderán a los requerimientos de los objetos en tránsito, de que se cumplirán rigurosamente y de que no se reducirán a simples formalidades burocráticas en las que nadie repara hasta que ocurre un imprevisto (Pórtia, 1996 (2): 937-939).

Los contratos de préstamos deben incluir una cláusula donde se establezcan los niveles ambientales aptos para mantener los objetos prestados, tanto durante su transporte como posterior estancia en su lugar de destino. En este apartado se estipularán también las garantías aportadas por la institución

receptora, avalando que se respetarán los niveles ambientales negociados durante todo el tiempo que dure el préstamo. Si no se aportan las suficientes garantías, la solicitud de préstamo debería ser rechazada.

Por regla general se utilizan los niveles estándares reconocidos internacionalmente de $50\% \pm 5$ de humedad relativa y $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura. El nivel de iluminación debe estar entre los 150 - 200 lux, salvo que se especifique lo contrario, y el grado de radiación ultravioleta, inferior a los 75 mW/lumen. Sin embargo, exigir el cumplimiento de estos niveles no es siempre factible, ya sea porque nuestras colecciones no están expuestas normalmente a ellos o porque no recogen aspectos importantes como el grado de limpieza, el nivel de contaminación atmosférica o la amplitud de las oscilaciones diarias. Por eso, intentar negociar unos niveles menos estrictos, pero más ajustados a las verdaderas condiciones de nuestros fondos, puede ser también aceptable, aunque ello nos cause algún sonrojo.

En nuestra opinión, lo más recomendable es que un técnico del museo se traslade a la institución solicitante, antes de formalizar el préstamo, para comprobar *in situ* que las condiciones de las salas de exposición y del almacén son las requeridas. Cuanto más cuidadosos seamos al establecer y supervisar las condiciones del préstamo, menos accidentes tendremos que lamentar después.

Una planificación minuciosa del transporte es también esencial para prever imprevistos y cualquier accidente. Este plan debe recoger información exhaustiva sobre los siguientes asuntos:

- Las características de los objetos que se van a transportar, relevantes para la operación, como su estado de conservación, su valor histórico-artístico, sus requerimientos ambientales, sus dimensiones o peso.
- Las características de los embalajes.
- El itinerario que se va a hacer. Este debe incluir, además del punto de partida y el de llegada, datos sobre la distancia a recorrer, por dónde transcurrirá, el número de paradas necesarias, los transbordos, la normativa aduanera de las fronteras o los cambios de zona climática.
- Los medios de transporte utilizados, reseñando sus características (bodega de avión de pasajeros, Boeing 707, Iberia 952), el nombre de la compañía propietaria o el tipo de personal que efectúa las tareas de carga y descarga.
- El tipo de seguro concertado. Las pólizas deben suscribirse por un período algo superior al de la estancia de los objetos en el exterior, aunque resulte más caro, porque así evitamos tener que transportar los objetos sin cobertura cuando se produzca algún retraso en su regreso por causas ajenas a nosotros (huelga de los pilotos de avión).
- Las inspecciones aduaneras. Es importante negociar con antelación que éstas se hagan en presencia de algún representante del museo o, si no fuera posible, que se den todas las garantías de una manipulación realizada con extremo cuidado.
- Las responsabilidades del museo. En el plan de traslado deben determinarse qué tareas serán ejecutadas o supervisadas por el museo donante y cuáles por el museo receptor. Normalmente, el museo que solicita el préstamo costea los gastos generados por el transporte de puerta a puerta, pero las tareas de preparación, elaboración de cajas, embalaje y desembalaje, inspecciones y correo, tendrán que repartirse entre ambos.
- El coste estimado de la operación.

Las etapas en las que se dividirá nuestro plan pueden resumirse en un cuadro sinóptico, para tenerlas siempre presentes y facilitar su ejecución. Ésta debería ser consensuada entre todos los participantes (museos, compañías de transporte, conservadores, compañía de seguro), para cerciorarnos de que se ajusta a los objetivos perseguidos. Ahora bien, independientemente de la estrategia que abordemos, el objetivo último de un plan de transporte es garantizar la conservación y la seguridad de los fondos transportados.

Examen

Cualquier objeto que vaya a ser trasladado fuera del museo debe ser examinado cuidadosamente, con el fin de valorar si podrá soportar los rigores derivados de su manipulación, transporte y exposición en unas condiciones ambientales diferentes. Este examen puede ser realizado por un conservador o técnico experimentado, pero sería preferible que lo efectuara un restaurador porque, en teoría, está mejor pre-

parado para detectar señales de deterioro y evaluar su gravedad.

Si el objeto examinado presenta un buen estado se procederá a prepararlo y embalarlo para su traslado. En caso contrario tenemos dos opciones: rechazar la solicitud de préstamo o enviarlo al laboratorio de restauración para someterlo a un tratamiento que mejore su estado físico y permita aceptar la solicitud.

Los detalles sobre su estado físico, así como la valoración global del mismo (bueno, regular, malo), se recogen en un informe que se acompaña de abundante material gráfico: fotos, esquemas o dibujos del objeto sobre los que se señala el tipo de desperfectos que presenta. Este es un documento fundamental, pues nos permitirá, por un lado, detectar cualquier cambio producido en el objeto durante su traslado y estancia fuera del museo; éstos cambios pueden ser producto de golpes, una vibración continua, una manipulación descuidada, variaciones bruscas de temperatura y humedad relativa, o actos vandálicos. Por otro lado, permitirá fundamentar cualquier reclamación que hagamos a los museos o instituciones solicitantes, transportistas o compañías de seguros.

El examen e informe correspondiente deben efectuarse antes de que las piezas solicitadas salgan hacia su destino y regresen. Si el trayecto tiene numerosas paradas, bien porque se trata de un recorrido largo, de una exposición itinerante o porque incluye transbordos, conviene examinar las piezas en cada parada, aunque no sea en detalle, y realizar el preceptivo informe.

Técnicas de examen

La mayor parte de los desperfectos o señales de deterioro presentes en un objeto pueden ser detectadas a simple vista o con la ayuda de una lupa de pocos aumentos. Por eso, el examen visual es la técnica más empleada cuando inspeccionamos los fondos que se van a trasladar. Hay cinco tipos de examen visual, que sólo varían en el sistema de iluminación empleado (Stolov, 1987); los describimos a continuación:

■ **Iluminación natural.**

Se trata de examinar el objeto con luz natural o, si ésta no fuera suficiente, ayudados por una lámpara potente para captar los detalles más oscuros. Este sistema de iluminación no permite hacer buenas fotos.

■ **Iluminación normal.**

El objeto se coloca en el vértice de un triángulo de luz formado por dos lámparas iguales, colocadas equidistantes entre sí y formando un ángulo de unos 45°. La iluminación que se consigue es bastante uniforme y libre de brillos.

■ **Iluminación tangencial.**

El objeto se ilumina con una lámpara emplazada justo enfrente o formando un ligero ángulo. Este tipo de iluminación permite manifestar cualquier anomalía en el relieve y textura de su superficie.

■ **Iluminación rasante.**

El objeto se ilumina con una lámpara colocada hacia uno de sus lados, de forma que la luz que incide sobre él sea rasante. Para obtener una perspectiva completa debemos realizar el examen cambiando varias veces el ángulo de incidencia de la luz sobre el objeto. Este tipo de iluminación es muy efectiva para buscar daños superficiales tales como microgrietas, astillamientos o protuberancias. La decoración superficial también es más visible con esta iluminación.

■ **Iluminación transmitida.**

Se sitúa una lámpara detrás del objeto y la otra enfrente pero levemente desplazada hacia un lado. Esta iluminación se suele usar sólo en el examen de obras pictóricas.

Cualquiera que sea el sistema de iluminación usado, debemos asegurarnos de que las lámparas se sitúan a suficiente distancia para evitar el calentamiento del objeto, y de que la luz emitida no posea unos niveles elevados de iluminancia o radiación ultravioleta. Si esto fuera así, cuidaremos de que el tiempo de exposición sea el mínimo. La cámara fotográfica debe situarse siempre frente al objeto y por detrás de los focos, excepto en el caso de la iluminación especular, donde se coloca ligeramente por delante.

En ocasiones, puede ser necesario el uso de técnicas de examen más especializadas como las radiografías, los infrarrojos o la luz ultravioleta (Andrew, 1994: 50-56). Debe saberse que su aplicación entraña ciertos riesgos, pues podría debilitar o dañar la estructura interna de las piezas, por lo que se aplicarán sólo cuando sea imprescindible y por personal con experiencia.

Informe del estado de conservación

El informe del estado de conservación tiene que ser conciso, claro y lo más objetivo posible, a fin de que las afirmaciones que se hacen en él puedan ser comprendidas y ratificadas por otros conservadores o técnicos. Desgraciadamente no existe una terminología internacional, ni un código de símbolos para describir los daños apreciados en los fondos. Estos suelen ser los propios de cada país, museo o, incluso, del técnico que realice el informe. Esta diversidad suele acarrear confusiones y dificultades en la interpretación, sobre todo cuando se trate de préstamos que traspasen nuestras fronteras o de exposiciones itinerantes; en estos casos nos encontramos con informes elaborados por distintos técnicos. Este hecho se ve acentuado por la subjetividad inherente a cualquier examen, ya que la percepción de la realidad varía de una persona a otra. Por eso es aconsejable ponerse de acuerdo con los otros conservadores o técnicos implicados en el traslado, sobre los términos a utilizar en los informes.

Si describir el estado físico de un objeto puede ser complicado, lo es más valorar si podrá resistir las condiciones del traslado. Nathan Stolov (1987) recurre a tres criterios para establecer estas condiciones: el deterioro, la inestabilidad y la deformación.

Por deterioro entiende cualquier alteración física o química permanente detectada en el objeto, así como los desperfectos producidos por golpes, arañazos, roturas o factores ambientales (temperatura, humedad relativa, iluminación, contaminantes). Por inestabilidad, el grado de fragilidad de su estructura, tanto interna como externa. Síntomas de inestabilidad serían las grietas de reciente aparición, la deformación de todas o alguna de sus partes o los cambios de apariencia de su superficie. Algunos objetos son de naturaleza inestable por la extrema fragilidad del material con que están elaborados (por ejemplo el cristal), o por su sensibilidad a las variaciones de humedad relativa. Eso ha llevado a muchos museos a elaborar listas de objetos fuera de préstamo, ya sea para exposiciones, estudio u otras actividades.

Por último, la deformación se refiere a las alteraciones producidas en el diseño original del objeto. Este criterio se presta más que los otros a una interpretación subjetiva, ya que no siempre es fácil establecer con absoluta certeza su aspecto primitivo. De hecho, esto sólo es posible en objetos muy bien documentados.

En cualquier caso, limitarnos a valorar el estado de un objeto como bueno carece de sentido porque, en el caso de que resulte dañado durante el transporte o la estancia en otro museo, no podremos precisar las causas y será más difícil negociar con la compañía de seguros qué entidad debe asumir las responsabilidades. Por tanto, es necesario utilizar siempre unos criterios más explícitos, ya sean los descritos arriba o los nuestros propios.

Preparación de los objetos

La preparación de los objetos a trasladar depende de varios factores, entre otros de su naturaleza, el tipo de cajas, la longitud del trayecto, el medio de transporte, las condiciones negociadas en los contratos o los recursos disponibles. Todos estos detalles deben ser conocidos por los técnicos implicados en las tareas con la antelación suficiente para poder diseñar y discutir los procedimientos más adecuados. No obstante, aquí daremos unas recomendaciones generales que deben seguirse en cualquier tipo de traslado:

- La preparación de cada objeto debe ser considerada por separado.
- El polvo acumulado sobre los objetos debe retirarse antes de proceder a su examen y posterior emba-

laje. Este no sólo puede oscurecer detalles de la textura y decoración sino, también, retener la humedad o atraer insectos; factores éstos difíciles de controlar durante un traslado. Un simple cepillado con una brocha o pincel de pelo blando, ayudados por aspirador bastarán. En caso de que necesiten una limpieza más profunda se enviarán al laboratorio de restauración.

- Los objetos formados por varios elementos ensamblados, se desmontarán, siempre que sea posible; y sus partes se prepararán por separado. Así evitaremos que las vibraciones y golpes producidos durante el transporte presionen en exceso los mecanismos de unión de las partes, y haremos el conjunto menos frágil.
- Los objetos que no tengan una base estable sobre la que asentarse, serán dotados de un soporte ad hoc. Estos deben fabricarse con materiales que hayan demostrado ser seguros para los fondos, acolchados para prevenir los roces, arañazos u otros daños.
- Si vamos a introducir más de un objeto en una caja, tanto si son planos como tridimensionales, protegeremos previamente sus superficies con papel tisú, glassine u otro material de pH neutro.
- Los fragmentos u objetos muy pequeños pueden introducirse en bolsas de polietileno o poliéster selladas, para facilitar su manipulación y evitar su pérdida.
- Los objetos que den señales de inestabilidad durante su preparación serán enviados al laboratorio de restauración para su consolidación, estabilización, recubrimiento superficial o cualquier otro tratamiento que se considere pertinente.
- Los objetos de origen orgánico sospechosos de estar infestados con microorganismos o insectos serán fumigados.
- En general, se seguirán las recomendaciones descritas para manipular distintas categorías de objetos.

Diseño y elaboración de embalajes

El efecto combinado que tiene sobre los fondos las variaciones climáticas, los golpes y las vibraciones producidas durante su traslado está aún poco estudiado, pero podemos atestiguar que es acumulativo y, por tanto, sus consecuencias pueden aparecer largo tiempo después. De ahí la importancia de controlar estos factores durante el tránsito, para neutralizar o reducir al mínimo sus secuelas. Hasta el momento, la mejor forma encontrada de proteger una obra de arte contra estos y otros factores es mediante un embalaje rígido.

En los últimos años, el diseño, la fabricación y los métodos de embalaje han mejorado sustancialmente. Se ha pasado de la construcción de embalajes a medida, para albergar una obra concreta durante un viaje determinado, a la de embalajes más estándares que puedan ser reutilizados. El primer sistema suponía un derroche de los recursos, siempre limitados, de un museo y, además, llenaba un espacio precioso en los almacenes de cajas que nunca o rara vez se volvían a usar. El segundo sistema, por el contrario, permite su utilización continuada en distintos traslados y con varios tipos de objetos, a la vez que su almacenamiento ahorra espacio, máxime cuando se diseñan para ser desmontados.

Optemos por un tipo u otro, cuando procedamos a su diseño y construcción hemos de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Una caja tiene que ser lo bastante fuerte para resistir las vibraciones y golpes a los que será expuesta cada vez que se use. El Instituto de Conservación Canadiense ha desarrollado un sencillo método para calcular las dimensiones, peso y grosor de las paredes de una caja, incluido el material de amortiguación utilizado para forrar su interior; está basado en el peso y la superficie de los objetos, en el grado de resistencia a los golpes del uso y en la altura de caída estimada (Marcon, 1994).
- El interior debe mantenerse aislado de las condiciones ambientales externas. Esto puede conseguirse usando materiales resistentes a la humedad; cuidando que las juntas ajusten bien, construyendo tapas herméticas y colocando alguna sustancia o dispositivo que estabilice la humedad relativa en su interior (por ejemplo gel de sílice).
- Su diseño debe posibilitar un uso repetido con un desgaste mínimo.
- Sus dimensiones y peso deben adaptarse a las características del museo (tamaño de las puertas, capacidad de los montacargas, ancho de los corredores, capacidad del almacén de embalajes) y a los recursos de que disponga (peones, parque móvil).
- Los materiales usados en su construcción deben ser de calidad, ligeros y, en lo posible, inertes.
- Los mecanismos de fijación de las tapas conviene que sean metálicos, porque son más resistentes y

seguros. Así mismo, el sistema de apertura será sencillo, sin que se tenga que recurrir al uso de herramientas complejas.

Existen muchos tipos de embalajes, pero todos ellos pueden agruparse en dos categorías principales:

- cajas de elaboración propia.
- cajas de fabricación industrial.

A su vez, cada una de estas categorías puede dividirse en otras tantas, según los materiales usados en su elaboración.

Cajas de elaboración propia

■ *Cajas de cartón.*

En su elaboración se utilizan láminas de cartón coarrugado libre de ácido, que se comercializa en distintos gramajes, peso y espesor. El coarrugado puede ser de pared simple, doble o triple, lo que incrementa su resistencia a los impactos. Así, por ejemplo, una caja de pared simple de 100 cm x 50 cm x 60 cm puede contener hasta 20 kg sin perder su rigidez y resistencia frente a los impactos; mientras que una caja de pared triple con las mismas dimensiones puede contener hasta 200 kg. A pesar de su demostrada resistencia, no conviene usarlas para transportar objetos mayores de 3 m.

Sus ventajas son numerosas: fáciles de hacer, ligeras, ocupan poco volumen, son baratas y pueden ser utilizadas como embalaje permanente (véase capítulo 5). Pero también presentan algunas desventajas a tener en cuenta; las tapas se separan con facilidad y tienen que sujetarse con cintas de algodón anudadas, correas con hebillas o cierres especiales. Estos sistemas son fáciles de violar por los ladrones o vándalos y, además, no permiten un buen aislamiento frente a las condiciones ambientales externas. Por lo general, las cajas de cartón son poco eficaces para mantener un microclima interno, salvo que se almacenen y transporten en condiciones ambientales controladas. Su mayor inconveniente, no obstante, es su nula resistencia al fuego y al agua.

Otros materiales con propiedades similares al cartón son el cartón pluma y las hojas de plástico acanalado ², aunque las técnicas usadas en la construcción de cajas difieren sustancialmente (Schlichting, 1994).

■ *Cajas de madera.*

Las cajas de madera o conglomerado de madera son aún las más usadas para el transporte de los fondos, porque son muy resistentes a los impactos y pueden construirse con la forma o tamaño que necesitemos. Además, permiten mantener unas condiciones ambientales determinadas en su interior sin mucho esfuerzo. Sus principales inconvenientes son su peso, el coste de la madera o conglomerado y el gran volumen que ocupan. Este último inconveniente puede ser solucionado si se construyen de forma que sus partes puedan desmontarse para ser almacenadas y, luego, volverse a ensamblar sin dificultades.

Cuando diseñemos y construyamos cajas de madera conviene tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las maderas que vayamos a usar deben ser de buena calidad, estar libres de nudos u otros defectos, no estar contaminadas por insectos, hongos o mohos y estar completamente curadas ³, pues, de lo contrario, podrían producirse intercambios de humedad entre la caja y su contenido. No se recomienda el uso de maderas de cedro, castaño o roble, porque emiten ácidos orgánicos que pueden dañar su contenido. Además, su escasez y alto precio las hace poco asequibles. En los museos del Organismo en el que trabajamos se han utilizado distintos tipos de madera de pino (riga, pino marítimo) con buenos resultados. Por último, es recomendable, siempre que sea posible, acondicionar las planchas de la caja a una humedad relativa del 45-50% antes de proceder a ensamblarlas. Esto se consigue manteniéndolas durante una semana aproximadamente en una cámara de acondicionamiento o en una habitación

- cerrada que se mantenga a esos niveles.
- Su acabado debe ser esmerado. Los componentes tienen que encajar bien para evitar ranuras por donde penetre el aire, el polvo o la lluvia, y la formación de bolsas de aire. El sistema de ensamblaje más eficiente es por encofrado, aunque cada vez es más difícil encontrar un carpintero que conozca y aplique las técnicas tradicionales de la ebanistería. Los tableros seleccionados deben tener el grosor y resistencia apropiados para resistir el peso que van a soportar, así como los golpes resultantes de su manipulación, apilamiento o caídas. Cuando se construyan cajas muy grandes o pesadas resulta prudente reforzar los laterales más largos para prevenir su distorsión. Este refuerzo puede consistir en unos simples listones colocados diagonalmente y fijados con clavos. Otra forma de protección es reforzar las esquinas con láminas de metal, al ser las zonas más expuestas a golpes y roces.
 - El interior de la caja debe acolcharse con algún material que amortigüe golpes y vibraciones exteriores y los choques del contenido contra las paredes. Lo ideal es utilizar las distintas gomaespumas de polietileno comercializadas. Este es un material químicamente inerte, resistente a la humedad, con una excelente capacidad para absorber los golpes sin deformarse y que puede ponerse en contacto directo con los objetos. No obstante, resulta caro, por lo que en su lugar pueden utilizarse las gomaespumas corrientes o el corcho blanco. Estos no son inertes ni muy eficaces contra la humedad, pero su coste inferior los hace adecuados para amortiguar vanos entre cajas o como acolchados provisionales, y siempre nos pueden sacar de un apuro. Este material no debe ser puesto nunca en contacto directo con el contenido de las cajas, ni dejarse de forma permanente. El volumen efectivo del interior de la caja se calculará, por tanto, teniendo en cuenta las capas de material de amortiguación con que lo vamos a forrar. En cualquier caso, debe ser lo bastante amplio para permitir que queden espacios libres entre las piezas y entre éstas y las paredes de la caja, así como para permitir su fácil colocación y extracción. Los espacios libres se rellenarán con almohadillas de papel tisú libre de ácido, poliéster batido u otro material de amortiguación. También es conveniente sellar el interior con algún material impermeable para aislarlo de la humedad ambiental.
 - Los compartimentos del espacio interior tienen que hacerse con materiales rígidos, para evitar que las divisiones y las piezas colapsen unas sobre otras, en caso de una sacudida brusca.
 - El exterior de la caja podemos protegerlo con una pintura o barniz acrílico impermeable. Este debe aplicarse con suficiente antelación a la introducción del contenido, para prevenir las emanaciones que puedan afectarle. También nos aseguraremos que lleve impresa, con caracteres indelebles y bien visibles, la dirección del museo remitente, la del receptor, así como los símbolos de seguridad prescritos. Estos tienen una iconografía normalizada y reconocida internacionalmente, por lo que lo más razonable es seguirla y no intentar desarrollar una propia. Nosotros hemos encontrado útil adherir a la caja una hoja plastificada con las instrucciones de manipulación y apertura. Adjuntar estas instrucciones no exime al conservador correo de su obligación de estar presente y supervisar cualquier manipulación, carga o descarga hecha, así como de abrir las cajas cuando sea preciso; sino que supone una medida de seguridad extra para casos de accidente, extravío o que se prohíba el acceso del conservador a las zonas de transbordo.
 - La colocación de asas u otro sistema de agarre en los laterales de la caja, así como de patas o ruedas en la base, hacen su elevación y manipulación más cómoda, por lo que son muy útiles. Pero estos dispositivos han de estar firmemente unidos a la caja para soportar su peso, incluida la carga, y repetidas reutilizaciones. De lo contrario, es preferible construir cajas que puedan agarrarse limpiamente por sus costados entre 2 ó 4 personas.
 - Los clavos y tornillos utilizados tienen que ser de buena calidad y resistentes a la corrosión. Los segundos se usan sobre todo para fijar las tapas u otros elementos desarmables, por lo que no deben introducirse nunca directamente sino a través de guías de metal. Estas pequeñas placas agujeradas conducen la trayectoria del tornillo, evitando que se desvíe y permitiendo, así, nuevas reutilizaciones. A la larga, sin embargo, no podremos evitar que el uso continuado de los mismos puntos de fijación termine por desgastarlos y ensancharlos, incluso si se ha tenido la precaución de usar guías; el ensanche y desgaste progresivo harán que tengamos que usar medidas de tornillo cada vez mayores.
 - Por último, conviene que la tapa sea fácilmente removible a la vez que hermética. Esto último puede lograrse fijando una tira de goma a su borde, al de la caja o a ambos. Cuando la tapa se cierra, la goma se comprime contra los extremos impidiendo la entrada de aire y sellando, de esta forma, el interior. También pueden usarse tirantes de metal para asegurar las tapas. Este sistema nos permite, además, detectar rápidamente si se ha producido un acceso no autorizado al contenido. Conviene que las cajas

destinadas a transportar objetos grandes y pesados se abren también por un lateral, para permitir una manipulación más cómoda y segura de su contenido.

Cajas de fabricación industrial

■ ***Cajas de cartón.***

Sólo son útiles para trasladar objetos pequeños, en número reducido y en distancias cortas. Pueden tener una aplicación mayor si se las utiliza para compartimentar el interior de una caja de madera o metal y proporcionar a las piezas una protección extra, como veremos más adelante.

■ ***Cajas de metal.***

Resultan ideales para el transporte de obras de arte, porque son herméticas, soportan mejor que las de cartón o madera las tensiones del viaje, y por ser resistentes al agua y al fuego. Sin embargo, su elevado precio hace su uso poco corriente, limitándolo a obras muy valiosas y de pequeño tamaño, como pinturas, tallas o manuscritos. Su único inconveniente es que no proporcionan ningún aislamiento contra las altas o bajas temperaturas externas, ya que los metales son por naturaleza buenos transmisores del calor. Este problema puede solucionarse, no obstante, forrando el interior con un material aislante o usando cajas de madera revestidas de metal. El uso de estas últimas está más generalizado que el de las primeras, al ser más baratas, ligeras y de mayor tamaño.

■ ***Cajas plásticas.***

Su uso no se ha extendido, quizás porque aún no se ha logrado fabricar un modelo en serie que sirva para distintos propósitos y precio asequible. Entre las ventajas que podemos enumerar están su peso reducido, gran resistencia a la humedad y estabilidad química. Sus inconvenientes son que se deforman con relativa facilidad, no pueden ser reparadas y son poco resistentes al calor y al fuego. Aunque los últimos tipos de plásticos que se están fabricando son más resistentes a la combustión, producen emanaciones nocivas para las personas y los objetos. En el Museo Arqueológico de Tenerife se utiliza desde hace varios años contenedores plásticos de distintos tamaños y formas que se han revelado muy útiles para el transporte de materiales a corta distancia (exposiciones dentro del ámbito de la isla o traslado de materiales procedentes de una excavación). Su mayor desventaja es su volumen reducido, máxime cuando se acolchan con material de amortiguación, que obliga a usar un elevado número en cada traslado o a efectuar éstos en varias fases.

Embalajes con aclimatación

Como ya hemos explicado, algunos de los objetos que integran los fondos de un museo pueden ser muy sensibles a los cambios bruscos de las condiciones ambientales. En estos casos tendremos que considerar, tras aceptarse efectuar el préstamo, la construcción de un embalaje climatizado (Mervin, 1994: 185-189). Hay tres métodos sencillos de controlar la humedad relativa en el interior de una caja, que pueden ser aplicados por separado o combinados (Stolov, 1987):

1. Utilizar materiales que actúen como equilibradores de la humedad relativa en la construcción de la caja. De forma natural, la madera y el cartón usados en las cajas tienden a equilibrar su contenido de humedad con el de los objetos. Si estos materiales son acondicionados al nivel de humedad relativa requerido, con anterioridad a su uso, contribuirán a sostener este nivel en el interior de la caja. Desgraciadamente esta propiedad los hace también muy sensibles a reaccionar ante cualquier cambio en las condiciones externas. Por lo tanto, este método sólo es recomendable cuando se puedan garantizar unas condiciones ambientales estables durante el transporte o en combinación con los otros métodos.
2. Utilizar gel de sílice u cualquier otra de las sustancias conocidas como buffers (capítulo 2). La cantidad de gel de sílice necesaria para acondicionar una caja depende de su grado de adsorción, pero en general bastará con un tercio o la mitad del peso del contenido de la caja para alcanzar el nivel desea-

do de humedad relativa. Estas sustancias nunca deben ponerse en contacto directo con los objetos, pues podrían iniciar o acelerar su degradación. Una forma de aislarlas es introduciéndolas en recipientes o bolsas plásticas, previamente perforadas, que se fijarán a los laterales o al fondo de la caja, o se colocarán en un compartimento interior, preparado a tal fin.

3. Reducir el volumen de aire en el interior del embalaje al mínimo, para así reducir también la influencia de las variaciones de temperatura en el exterior sobre la humedad relativa interna. Esta disminución puede conseguirse rellenando al máximo el espacio interior o, mejor aún, con sustancias que absorban el oxígeno. Este tipo de sustancias comenzó a desarrollarse en conexión con la industria de la alimentación, pero están ganando cada día más adeptos entre los conservadores porque ayudan a prevenir los ataques biológicos y aquellos procesos de deterioro que impliquen reacciones de oxidación.

En cualquier caso, la caja debe ser totalmente hermética porque, de lo contrario, no se podrá aplicar satisfactoriamente ninguno de estos tres métodos.

La regulación de la temperatura es más complicada que la de la humedad. La forma más simple de conseguirlo es empleando materiales que no transmitan el calor y aislando el interior mediante un diseño apropiado de la caja.

La única forma de saber si los sistemas de aclimatación empleados han funcionado, es colocando instrumentos de medición de la temperatura y la humedad relativa en el interior de la caja, durante todo el tiempo que dure el traslado. En la actualidad, se pueden adquirir sensores del tamaño de los recipientes para rollos fotográficos (véase capítulo 2), lo que unido a su precio y prestaciones, los convierte en ideales para controlar el interior de cualquier embalaje.

Técnicas de embalaje

Todo embalaje tiene que cumplir con un requisito ineludible, que es proteger su contenido de las agresiones físicas y climáticas producidas durante el traslado. Si éste no se logra es debido a un diseño erróneo o a una construcción descuidada, más que a los recursos disponibles en el museo.

Otro requisito importante es la simplicidad en su diseño. Un embalaje debe poderse armar repetidas veces con el mínimo esfuerzo, en un espacio de tiempo corto y siguiendo unas instrucciones sencillas.

Hay numerosas técnicas de embalaje (Stolov, 1987) pero aquí sólo describiremos las más elementales y comunes.

Embalaje simple

Esta técnica consiste en proteger la pieza con un envoltorio ligero de papel tisú libre de ácido o de tela (poliéster, malla de nailon o algodón 100%), antes de introducirlo en su caja. El papel tisú libre de ácido es el material más recomendable, porque es barato, no se engancha en las aristas u otras partes sobresalientes, como sucede con ciertos tejidos, y puede ser usado también como material de amortiguación. Los tejidos de algodón también resultan prácticos, y son más fáciles de conseguir que los otros.

Una vez se ha introducido la pieza se rellenan los espacios sobrantes con abundante material de amortiguación, para evitar que choque contra las paredes. Como relleno se puede usar papel tisú libre de ácido a modo de almohadillas, gomaespuma de polietileno expandido o bolsas de polietileno rellenas de bolitas, espaguetis o gusanos de poliestireno, polipropileno o polietileno. Este último material no conviene usarlo suelto, como se hace en el transporte convencional, porque tienden a desplazarse ante el peso del objeto que termina por apoyarse directamente contra las paredes de la caja. Además, con el roce se cargan de electricidad estática y se pegan a la superficie de los objetos, la caja, las manos y los alrededores, resistiéndose a ser apartadas.

Este sistema de embalaje también puede ser usado en cajas con más de un objeto, pero, en estos casos, tendremos que aumentar la cantidad de material de amortiguación basándonos en un cálculo aproximado de la intensidad de los choques y roces que se pueden producir entre ellos; o dividir el interior con separadores rígidos.

El embalaje simple sólo es seguro para viajes cortos y por carreteras con el firme en buen estado.

Embalaje múltiple

Este sistema sólo puede ser utilizado con obras de arte u objetos realizados sobre soporte plano. Consiste en colocarlos uno encima del otro, pero aislados por separadores rígidos. Estos separadores pueden ser de madera o de materiales más livianos, como cartón, cartón pluma o plástico acanalado. Los primeros se fijan a los laterales de la caja, mientras que los segundos se separan mediante tacos de gomaespuma de polietileno expandido u otro material de amortiguación encajados en las esquinas. El material con que se construyen los separadores y su disposición depende, en último término, del diseño de la caja.

Como en el sistema anterior, cada pieza se protege con una hoja de papel tisú o una lámina de poliéster. El espacio libre que pueda quedar entre las piezas y los separadores se rellena con material de amortiguación poco denso como bolitas de papel tisú o poliéster batido.

Embalaje flotante

El interior de la caja se rellena con bolitas, espaguetis o ganchitos de gomaespuma de polietileno, poliestireno o polipropileno, y el objeto, previamente envuelto, se introduce en este relleno donde queda suspendido. De esta forma se consiguen dos importantes efectos, por un lado, que su peso se distribuya homogéneamente en todas las direcciones y, por otro, que los golpes o tensiones recibidos se repartan también homogéneamente por toda su superficie.

El embalaje flotante presenta, no obstante, un serio inconveniente, que es la elección del material de amortiguación que se va a usar. Este debe tener la densidad precisa para que el objeto quede suspendido y no llegue a apoyarse sobre la caja. Antiguamente se usaba viruta, pero ésta atrae la humedad y puede arañar la superficie de los objetos, incluso estando protegidos. Por lo tanto, si no podemos disponer de un material de amortiguación adecuado es preferible no utilizar este sistema de embalaje.

Como ocurre con el embalaje simple, puede ser usado para guardar varios objetos en una caja, siempre que su interior se haya compartimentado con separadores rígidos.

Sistema de plantillas

Este sistema se puede dividir a su vez en dos, atendiendo a la forma y disposición de las plantillas. El primero consiste en fijar el objeto a la base y a los laterales de la caja mediante abrazaderas de madera. El número y disposición de estas abrazaderas va en función del tamaño, peso y forma del objeto, pero, en todos los casos, deben estar firmemente afianzadas a la caja, ajustarse al contorno de la pieza y acolcharse con algún material de amortiguación para evitar un contacto abrasivo con su superficie. Como material de amortiguación se puede usar gomaespuma de polietileno, poliéster batido o fieltro. Lo importante es que estos materiales sean inertes, resistentes a la humedad y no atraigan polvo.

Los espacios que quedan libres pueden rellenarse con material de amortiguación. Por último, es aconsejable envolver el objeto con un tejido acolchado de algodón o poliéster 100%, para proporcionarle una mayor protección.

Este sistema se usa sobre todo con objetos de grandes dimensiones, por ejemplo las esculturas.

El segundo tipo consiste en recortar varias láminas de gomaespuma siguiendo los contornos de la pieza, hasta formar una plantilla continua o nido en el que ésta quede encajada. La gomaespuma de polietileno expandido es la más apropiada porque se encuentra en distintos grosores, no atrae la humedad ni el polvo, absorbe los impactos, recupera su forma original con rapidez y su textura suave no daña la superficie de los objetos. Su mayor inconveniente se deriva de la necesidad de usar herramientas específicas (cuchillas calientes) cuando se requiera recortar contornos muy sinuosos. Los cortes rectos pueden realizarse con un cúter o cuchillo afilado (Schlichting, 1994). Su principal ventaja es que permite embalar varias piezas en una misma caja con toda seguridad, lo que supone un ahorro de espacio y dinero.

Este sistema se usa con objetos pequeños porque resulta muy laborioso y caro.

Embalaje en cajas dobles

Introducir los objetos ya envueltos en una caja, con abundante material de amortiguación, introducido a su vez en una caja mayor, se ha revelado como el sistema más efectivo de protegerlos contra los golpes, sacudidas o cambios ambientales bruscos. Para evitar que la caja interior choque contra las paredes de la exterior, se coloca en el centro de ésta suspendida mediante resortes, muelles o abrazaderas, o se rodea de material de amortiguación con la densidad suficiente para soportar su peso y absorber las tensiones exteriores.

Medios de transporte

La elección del medio de transporte debe hacerse en función de la finalidad del traslado (exposición temporal, cambio de sede), de la naturaleza y valor de los fondos transportados, del itinerario, la cobertura del seguro y los recursos económicos.

Transporte terrestre

Hay dos tipos de transporte terrestre: por carretera y en tren. El primero sólo presenta dos inconvenientes: es más lento y está más expuesto a los robos o actos vandálicos que otros medios de transporte. Sin embargo, sus ventajas, algunas de las cuales detallaremos a continuación, lo convierten en el método más seguro, eficaz y económico, siempre que exista una buena red de carreteras.

Al tratarse de un transporte de puerta a puerta, la manipulación de los embalajes es mínima. En consecuencia, se disminuyen los riesgos de caídas, golpes y sacudidas violentas que conllevan las tareas de carga y descarga durante los transbordos.

Los técnicos del museo, tanto del que solicita como del que hace el préstamo, pueden controlar mejor la carga. Las compañías aéreas, navieras o de trenes no siempre permiten el acceso a sus terminales de carga o si lo permiten, los técnicos del museo sólo pueden actuar como testigos de que las normas de manipulación y seguridad, negociadas con antelación, se cumplen.

Los embalajes no necesitan ser tan rígidos ni resistentes como los contruidos para otro tipo de transportes, salvo que el itinerario dure varios días, abarque cientos de kilómetros y atraviese distintas zonas climáticas. En este caso debemos prestar una mayor atención a su resistencia y aclimatación. No obstante, muchas furgonetas y camiones llevan incorporado aire acondicionado o calefacción; lo cual evita tener que construir embalajes aclimatados.

Por último, en caso de accidente se puede recuperar la carga.

Lo ideal sería que el transporte de los fondos se hiciera en un vehículo y con personal del museo, porque así se garantizaría el cumplimiento estricto de las normas de seguridad y manipulación de los embalajes. Pero la adquisición y mantenimiento de un vehículo de transporte no está al alcance de todos los museos. Además, puede que el número de traslados a lo largo del año no compense, a medio o largo plazo, esa inversión. En estos casos se tendrá que contratar a una compañía especializada en el transporte de obras de arte o mercancías delicadas. Si no hubiera compañías que prestasen esos servicios en nuestro ámbito geográfico, acudiríamos a aquellas que certifiquen que sus vehículos cumplen con los requisitos de seguridad impuestos por la ley, no transporten otra carga junto con la nuestra y se avengan a cumplir en el contrato las condiciones estipuladas por el museo.

El vehículo utilizado para el transporte, sea propio o contratado, debe ser cubierto, para proteger la carga contra los efectos de un posible vuelco o de los agentes atmosféricos (sol, lluvia, viento). Además, debe disponer de algún dispositivo interno para fijar la carga mediante cuerdas, cinchas o redes, evitando que se desplace durante la marcha. Algunos vehículos disponen de un sistema de divisores adaptables que, al distribuir más equilibradamente la carga, permiten un mejor aprovechamiento del espacio a la vez que incrementan la seguridad.

El piso donde se depositará la carga debe cubrirse con mantas, láminas de gomaespuma⁴ u otro material que absorba las vibraciones. También es aconsejable usar el mismo material para cubrir los laterales y los huecos entre los embalajes.

Cualquiera que sea el vehículo que se utilice para transportar los fondos debe llevar un extintor. Cuando el itinerario sea largo, el vehículo elegido debería disponer también de aislamiento interior, un sistema de aclimatación, alarma antirrobo y sistemas eléctricos de emergencia.

Ya hemos comentado la conveniencia de que la carga vaya acompañada durante todo el trayecto por un miembro del personal del museo en calidad de correo, que pueda tomar decisiones en caso de

que ocurra cualquier percance o imprevisto. Si esto fuera imposible, debemos asegurarnos, al menos, de que el correo esté presente en los puntos de carga y descarga y allí donde el paso de fronteras pueda crear algún problema.

El transporte en tren es más rápido, pero el control que se puede ejercer sobre la carga es menor, por lo que conviene que los embalajes sean rígidos y resistentes.

Transporte marítimo

Este sistema ha ido en desuso porque presenta numerosos inconvenientes entre los que cabe destacar su lentitud, mayor riesgo de sufrir tensiones violentas durante el traslado, las reducidas probabilidades de recuperar la carga en caso de naufragio y exposición a cambios bruscos de temperatura o humedad.

Los barcos están sometidos a un movimiento de vaivén continuo, que puede transformarse en sacudidas bruscas cuando empeora el estado de la mar. Esto obliga a construir embalajes sólidos, resistentes y con un buen acolchado interno, para reducir los daños derivados de un posible deslizamiento; esto aumenta, sin duda, el coste final del transporte.

Por otro lado, las bodegas de carga rara vez tienen unas condiciones ambientales estables, salvo que estén aclimatadas. Además, la carga está expuesta al aire salino propio de estos ambientes o a mojar-se debido a los embates del mar, por lo que los embalajes deben ser totalmente herméticos.

La manipulación de los embalajes es también mucho más acusada que en otros tipos de transporte y, por lo general, más descuidada; por ello los riesgos de caídas, golpes violentos, sacudidas bruscas u otros accidentes aumentan. No es inusual que la carga tenga que esperar horas en los almacenes del puerto o al aire libre, en el muelle, hasta que le llegue el turno de ser introducida en el barco, o que sea izada junto con otros bultos por una grúa hasta la bodega. La presencia de un correo supervisando todas estas operaciones reduce los riesgos de accidente debidos a una manipulación o almacenamiento inapropiados.

Transporte aéreo

Es el transporte preferido en los traslados internacionales y casi el único que se utiliza en los oceánicos e intercontinentales, porque es rápido, cómodo y muy seguro. Estadísticamente es el medio de transporte que presenta el menor registro de accidentes por kilómetro de recorrido. Sin embargo, no debemos olvidar que, en caso de que se produzcan, la probabilidad de que nuestros fondos sean destruidos es altísima.

Existen dos modalidades de transporte aéreo: en vuelo regular de pasajeros y en aviones de carga. La primera tiene la ventaja de ser más rápida y de ofrecer más rutas que la segunda, lo cual aumenta las probabilidades de encontrar un vuelo directo y evitar así los riesgos que entrañan los transbordos. La segunda modalidad, por el contrario, presenta una mayor capacidad de carga. En ambos casos, el mayor inconveniente es la disminución de presión que sufren las bodegas durante el vuelo, lo que lleva aparejado cambios bruscos de la humedad relativa en el interior de los embalajes.

El interior de cualquier caja, incluso de las que son herméticas, está sujeto a un cierto grado de intercambio de aire con el exterior a través de los materiales con que se ha construido. Cuando el avión despegue, la presión atmosférica en la bodega disminuye y el aire del interior de la caja, que está a mayor presión, se escapa hacia el exterior para compensar esta diferencia. Cuando el avión desciende de nuevo, la presión vuelve a subir hasta alcanzar los valores normales a ras de tierra, así cierta cantidad de aire del exterior penetrará en la caja para establecer un nuevo equilibrio. Este aire, tanto si es seco como si está cargado de humedad, puede alterar radicalmente las condiciones ambientales internas, dañando los materiales sensibles o delicados.

Una forma de disminuir los riesgos derivados de estos cambios de presión es construyendo embalajes aclimatados con gel de sílice (véase capítulo 2) o utilizando las cámaras presurizadas que tienen algunos cargos para mercancías frágiles. Cuando el traslado sea de unos pocos objetos pequeños, podemos considerar llevarlos en mano, dentro de una maleta ligera, en la cabina de pasajeros.

Los mayores peligros del transporte aéreo surgen, sin embargo, durante las tareas de carga y descarga. Estos pueden reducirse al mínimo si se permite que un técnico del museo tenga acceso a la zona de carga, para supervisar la operación y certificar que el material recibe el trato apropiado. En cual-

quier caso, los embalajes destinados al transporte aéreo deben ser, al igual que los de transporte marítimo, rígidos y muy resistentes.

Tres ejemplos de traslado de colecciones fuera del museo

El continuo movimiento de los fondos del Museo Arqueológico de Tenerife dentro del ámbito insular, durante los últimos siete años, ha permitido poner a prueba algunos de los métodos de preparación, diseño y construcción de cajas, embalaje y manipulación ya comentados, así como todos los medios de transporte actuales, salvo el tren. Su aplicación tuvo que adaptarse a los recursos disponibles en cada caso y a las singularidades de la insularidad, pero respetando siempre las normas mínimas de calidad y seguridad.

Los tres casos elegidos como ejemplo presentaban una dificultad especial, que los diferenciaba de traslados más rutinarios. El primero destaca por la extrema fragilidad de los materiales que se iban a transportar; el segundo, por el enorme volumen de objetos a trasladar y, el último, por la combinación de medios de transporte que era forzoso utilizar.

La exposición Momias. Los secretos del pasado

En esta exposición sobre las prácticas de momificación que se dieron tanto en Canarias como en otras partes del mundo, se exhibieron cinco momias aborígenes (dos adultos y tres infantes), seis precolombinas (tres adultos y tres infantes), varios restos momificados, entre los que cabe destacar una cabeza egipcia, así como tejidos, ornamentos y otros materiales asociados a ellas. Salvo las aborígenes canarias, el resto procedía de distintos museos y colecciones privadas de Estados Unidos, Chile, Colombia, Ecuador y España. Por tanto, el traslado desde su lugar de origen hasta Tenerife fue un apartado fundamental en la organización de esta exposición.

Las momias canarias también tuvieron que ser llevadas desde su emplazamiento habitual, en el Museo Arqueológico, hasta la sala donde tendría lugar la exposición, situada a unos pocos kilómetros.

Se diseñaron dos planes de traslado, uno para las momias foráneas y otro para las locales. En ambos se estipuló el tipo de embalaje apropiado, los niveles ambientales requeridos durante el transporte, las condiciones de almacenaje temporal, las normas de manipulación, así como quiénes eran los responsables de la supervisión de las distintas fases del plan.

El traslado de las momias locales se ejecutó conforme a las siguientes fases: examen, preparación y embalaje.

El examen visual de las momias adultas canarias se restringió a su parte superior, ya que, dada su extrema fragilidad, no creímos prudente girarlas para escrutar su parte posterior. Aun así, la inspección puso de manifiesto importantes detalles de la disposición y elaboración de los envoltorios de piel de cabra que cubrían parcialmente a algunas de ellas, así como la existencia de restauraciones antiguas. Una de las momias adultas había sido reconstruida a partir de partes anatómicas de otras momias, mientras que los miembros de la momia infantil habían sido ensamblados con grapas metálicas. Los envoltorios mortuorios habían sido cuidadosamente dispuestos para que ocultaran estas modificaciones.

El estado de conservación de estas momias era muy bueno. No había evidencias de una desnaturalización activa de las proteínas ni de niveles de contaminación bacteriana altos, como certificaron los análisis efectuados. No obstante, la propia naturaleza de este tipo de material sensible a los cambios de humedad, estrés y ataque biológico, lo hacen particularmente frágil.

Por eso se tomó la decisión de construir embalajes rígidos y acolchados, aunque la distancia a recorrer fuese muy corta.

La preparación de las momias consistió en la limpieza superficial del polvo con la ayuda de pinceles de marta y un aspirador de baja potencia, y en la fijación de elementos sueltos. Se usaron varias técnicas de fijación, desde asentar los pequeños pedazos de piel que empezaban a separarse del hueso con una emulsión de acetato de vinilo y acrilato de N-Butilo (*Mowilith DM5*), hasta afirmar las envolturas con cintas de algodón 100% o tiras finas de tejido de poliéster 100%.

También se diseñó un sistema de abrazaderas semirígidas para poder alzar las tres momias mayores e introducirlas en su caja correspondiente. El sistema consistía en cuatro tiras de 12 a 20 cm de ancho, de un tejido de poliéster 100% (*Remay*), inerte, fino y muy resistente debido a la densidad de su trama. Estas tiras se deslizaban delicadamente por debajo de las momias, situándolas a la altura de los

pies, rodillas, pelvis, tronco y cabeza donde se sellaban, formando una anilla, mediante una película acrílica adhesiva al calor (Beva film). Estas abrazaderas permitían elevar las momias los milímetros suficientes para poder deslizar bajo ellas una pieza rectangular de tejido de poliéster 100% trama 1/4 (Polyfelt), que al plegarse por los extremos constituía el envoltorio cilíndrico que las protegería dentro de sus embalajes. Más tarde, las abrazaderas ayudarían a extraerlas de este forro y colocarlas en la vitrina de exposición [Fig.4.8]

Las dos momias adultas y la infantil se embalaron separadas en cajas dobles de madera de pino marítimo construidas a medida. Las cajas internas más pequeñas se construyeron con tablas de 5 mm de espesor, mientras que las externas alcanzaban los 10 mm. y estaban reforzadas en sus esquinas y bordes por listones. Las tapas se cerraban con tornillos enroscados sobre la madera. Más tarde se comprobó que este sistema no era eficaz, pues los tornillos tendían a desviarse de su trayectoria original, tras usarse una o dos veces, dificultando el cierre, por lo que se añadieron guías de metal.

El interior de las cajas pequeñas se acondicionó con varias láminas de corcho blanco, recortadas previamente para formar un nido central, cuyas dimensiones y silueta se ajustaban a las de las de la momia que iba a acoger. Una vez acondicionadas se introducían en la cajas mayores respectivas, cuyo fondo se había cubierto primero con cubos de gomaespuma de alta densidad. Los espacios libres que quedaban alrededor se rellenaron también con cubos de gomaespuma. Se buscaba crear un perímetro de seguridad, de unos 20 cm, que absorbiese las vibraciones producidas durante el transporte, al mismo tiempo que aislara de las condiciones ambientales externas. No se consideró necesaria una mayor aclimatación, dado que el recorrido era muy corto y dentro de la misma localidad.



Figura 4.8. Preparación de las momias canarias para su transporte.

Cuando la caja interior quedaba por fin encajada, se colocaba la momia envuelta en *polyfelt* en su nido y se cerraba la tapa interior. Este forro tenía una doble finalidad, por un lado, proporcionaba un soporte semirígido que facilitase la manipulación de la momia y, por otro, las protegía de un contacto directo con la caja o los materiales usados en su acondicionamiento. Para finalizar, se cubría el espacio sobrante con más cubos de goma espuma y se cerraba la tapa exterior. Los embalajes quedaban así listos para su transporte [Fig.4.9].

Este embalaje doble demostró ser bastante efectivo, pues no se apreció daño alguno en las momias cuando regresaron de nuevo al museo. Las cajas mayores se han continuado utilizando para transportar otras colecciones.

En cuanto al plan de traslado de las momias foráneas, la ejecución de sus distintas fases se repartió entre las instituciones participantes. Éstas se hicieron cargo de la preparación y embalaje de los materiales, del diseño y construcción de las cajas; así como de designar a uno de sus técnicos para que actuase de correo, acompañando la carga durante su traslado y supervisando los transbordos. En todos los casos, el transporte elegido fue el aéreo, sólo hubo variaciones en cuanto a la modalidad. Los museos chilenos utilizaron un avión de cargo, mientras que el resto usaron los de línea regular, ya fuese en bodega o en cabina de pasajeros.

Las cajas y sistemas de embalaje empleados fueron; por el contrario, muy diversos. Desde la simple bolsa de deportes donde se acomodó la momia ecuatoriana, hasta la caja de madera forrada de metal construida ex profeso por una empresa especializada para las momias procedentes de Estados Unidos. Esta caja era totalmente hermética; su interior estaba forrado de gomaespuma y compartimentado en nidos acolchados individualizados. Todos los materiales usados (polietileno expandido, poliéster batido, algodón 100%, aluminio) cumplían con los tres requisitos imprescindibles en cualquier producto de conservación: resistencia, durabilidad y estabilidad química.

Las enormes diferencias en el tipo de embalaje no se debió tanto a un problema económico; ya que el Museo Arqueológico de Tenerife asumió el coste de los mismos, como al nivel de conocimientos en materia de conservación preventiva y disponibilidad de materiales de conservación adecuados.

El Museo Arqueológico se responsabilizó de la recepción de los embalajes en el aeropuerto, de su traslado a la sala de exposición, del almacenamiento temporal hasta que se inaugurase la exhibición y de facilitar la labor de los correos.

Para cumplir adecuadamente con las funciones asumidas, se solicitó con antelación a las instituciones donantes información sobre las características de sus embalajes (número, dimensiones, peso), fecha y hora de salida y de llegada, compañía aérea, número de vuelo, aeropuerto de salida y llegada o transbórdos.

También se negoció con las autoridades del aeropuerto el acceso de un técnico de museo a la zona de carga, para que supervisara la descarga y carga de los embalajes, y para que la inspección aduanera no implicara la apertura de los embalajes antes de llegar al museo.

El transporte desde el aeropuerto hasta la sala de exposición, y viceversa, lo realizó una compañía del ramo; contratada para tal fin, a la que se exigió el uso de un vehículo cerrado, lo bastante amplio para no tener que apilar los embalajes unos sobre otros y de uso exclusivo. El pequeño camión puesto a disposición del museo cumplía con estos requisitos, además de contar con una plataforma elevadora que facilitó considerablemente el trabajo. La manipulación de los embalajes se realizó por personal del museo.

Siempre un técnico del museo estuvo en todos los desplazamientos, supervisando que éste se hiciera sin paradas y conforme a las condiciones estipuladas en el contrato.



Figura 4.9. Embalaje de las momias canarias.

El almacenamiento temporal de las momias foráneas se realizó en uno de los pasillos laterales que circundaban la sala de exposiciones, habilitado mediante tabiques prefabricados y se habilitó como almacén. A la llegada a este almacén, las cajas eran abiertas por los correos, para comprobar que todo

estaba en orden, y vueltas a cerrar herméticamente hasta que llegase el momento de trasladar su contenido a las vitrinas. Se pretendía así favorecer la aclimatación gradual de las momias a su nuevo entorno y disminuir los riesgos de accidente. Para proporcionarles una mayor protección, se contrató un servicio de seguridad que operaba durante las 24 horas desde la fecha de recepción de los embalajes hasta la de su salida.

Por último, el museo se ocupó de dar a los correos que acompañaban las momias todas las facilidades para que tramitaran la documentación solicitada por aduanas, supervisaran la manipulación de los embalajes y comprobaran que las condiciones de almacenamiento temporal y exposición se ajustaban a lo establecido en los protocolos de préstamo.

Aunque no estaba regulado en estos protocolos, el museo elaboró informes del estado de conservación de las momias cedidas, una vez finalizada la exposición. Estos informes incluían unas descripciones más exhaustivas que las hechas por los museos propietarios y, en el caso de una de las momias chilenas que resultó dañada en el traslado de vuelta, permitieron exonerar al museo de otras responsabilidades que las acordadas.

El traslado de los fondos del Museo Arqueológico a un nuevo almacén

Este traslado se realizó en dos etapas a lo largo de 1996-1997, de cuatro y tres meses de duración, respectivamente (García Morales, 1996:51-58). Cada etapa se desarrolló conforme a un plan previo dividido en tres fases:

1. Valoración de estado de conservación y preparación de los fondos que se iban a trasladar.
2. Construcción de cajas y embalajes. Esta fase se ejecutó conjuntamente con la primera.
3. Transporte al nuevo almacén.

La primera fase fue más compleja de lo que inicialmente habíamos previsto, porque tuvimos, por un lado, que comprobar que los números de identificación que aparecían en los objetos se correspondían con los del registro; y, por otro, debimos localizar en los distintos inventarios del museo los objetos sin identificación. El museo disponía de tres inventarios diferentes, realizados en distintas épocas y por personal dispar, todos ellos incompletos y parcialmente informatizados, lo cual dificultó nuestra labor.

Una vez identificados los objetos, eran examinados cuidadosamente para establecer su estado de conservación y prepararlos para el embalaje. Esta preparación consistió en una limpieza superficial del polvo por aspiración, la unión de fragmentos o piezas sueltas para evitar que se extraviaran durante el traslado y el resignado de objetos sin signatura o que presentaban una equivocada o borrosa.

Las dimensiones de cada objeto eran un dato fundamental para poderles asignar el embalaje apropiado. No obstante, muchas de las medidas recogidas en las fichas de inventario eran incorrectas o poco precisas, por lo que se debieron corregir durante las tareas de preparación.

El diseño de los embalajes se realizó teniendo en cuenta la naturaleza de la colección, las características del nuevo almacén, la disponibilidad de materiales apropiados y el presupuesto asignado al proyecto.

El nuevo almacén era de carácter provisional, a la espera de que se terminara de construir el definitivo, y aunque cumplía los requisitos mínimos de conservación y seguridad, estaba lejos de ser ideal. Además, era probable que la colección sufriera nuevos cambios de almacén en los próximos años, a tenor de las remodelaciones arquitectónicas que se estaban haciendo en el edificio y de la falta de espacio.

En Canarias, la disponibilidad de materiales químicamente estables y resistentes al envejecimiento, apropiados para el almacenamiento de fondos museísticos, está limitada por la insularidad.

Se optó, así, por la utilización de cajas de cartón coarrugado libre de ácido o de cubetas plásticas, con tapa e interior acolchado, como la solución más eficaz. Este tipo de embalaje podía ser usado no sólo con carácter temporal para efectuar el traslado al nuevo almacén, sino de forma permanente, para mejorar las condiciones de almacenamiento de la colección.

Las cajas y cubetas disponibles en el mercado no se adaptaban a las dimensiones y forma de muchas piezas, además de resultar muy caras; por ello se optó por construir cajas a medida con láminas de cartón coarrugado, de pared simple y libres de ácido, y un material plástico obtenido a partir de un copolímero de polipropileno y polietileno (capítulo 5). Estas cajas se hicieron con la ayuda de una plantilla que, colocada sobre la lámina de cartón o plástico, permitía marcar con un lápiz sus contornos con bastante

rapidez y exactitud. Las cajas así dibujadas se recortaban con la ayuda de un cúter y una regla [Fig.4.10]. El ensamblaje final consistía en doblar las pestañas y paredes por sus líneas de doblaje y fijar las uniones con tornillos de encuadernación o un adhesivo apropiado.

Se probaron tres tipos de adhesivo acrílico: un acetato de vinilo y acrilato de N-Butilo (Mowilith DM5) y un copolímero de etil metacrilato (Paraloid B-72) para el cartón, y un copolímero de acetato de vinilo y etileno de aplicación en caliente para el plástico. Los tornillos de encuadernación se usaron sólo para ensamblar las cajas de plástico.

El interior de las cajas se acondicionó empleando los distintos sistemas descritos para los embalajes simples y de plantilla (véase capítulo 5).

Para los objetos muy grandes o complejos construyeron soportes de cartón, plástico y gomaespuma de polietileno, para fijar su apoyo y proteger las zonas estructuralmente más débiles.

Debido a la magnitud de los fondos a trasladar, se tuvo que recurrir a la contratación de un furgón y de una cuadrilla de peones para reforzar los vehículos y el personal disponibles en el museo.

El suelo y los laterales de los vehículos utilizados se acondicionaron con colchonetas de gomaespuma para amortiguar las vibraciones producidas por su rodaje, o los posibles golpes y sacudidas.

La falta de experiencia de los trabajadores contratados se compensó con una supervisión estricta del acarreamiento de las cajas y de los viajes que se efectuaban. Sólo tuvimos que lamentar el deterioro de un cráneo, que cayó al suelo mientras se preparaba para su embalaje, y la abolladura de una caja de cartón que cayó al suelo durante su manipulación, aunque a su contenido no le ocurrió nada.

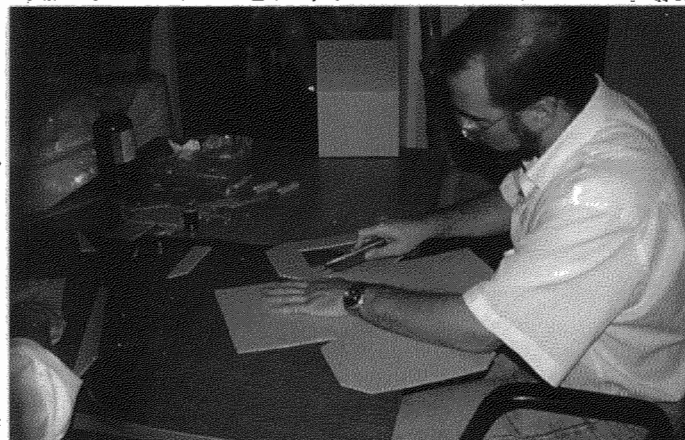


Figura 4.10. Elaboración de cajas de cartón corrugado de pared simple y libre de ácido.

La exposición La industria de los majos

Esta exposición, patrocinada por la Dirección General de Patrimonio del Gobierno de Canarias y el Cabildo de Fuerteventura, tenía como objetivo mostrar los elementos básicos de la cultura material de los antiguos habitantes aquella isla. Para ello se pidió la colaboración del Museo Arqueológico de Tenerife, que posee una de las colecciones de vasijas majoreras más representativas.

El plan de traslado siguió, en líneas generales, los pasos comentados en los ejemplos precedentes. Por lo que sólo comentaremos los aspectos más relevantes.

Para el transporte se volvieron a utilizar dos de las cajas de madera exteriores usadas en el traslado de las momias, con algunas modificaciones. Se les añadió unas ruedas con dispositivo de freno, para facilitar su manipulación, y se forró su interior con láminas de corcho blanco. Las vasijas no se extrajeron de las cajas y embalajes en los que estaban almacenadas, sino que éstos se introdujeron dentro de las cajas de madera. Sólo se tuvo la precaución de añadir más material de amortiguación en aquellos embalajes en los que se consideró necesario. Este sistema de embalaje ocupaba mucho espacio, pero disminuía los riesgos derivados de la manipulación de las piezas y del estrés del viaje, máxime cuando parte del mismo iba a ser realizado en barco. Las cajas y embalajes que no pudieron ser encajados, se fijaron con pequeños trozos de corcho blanco, a modo de cuñas, para evitar su desplazamiento [Fig.4.11].

El traslado hasta Fuerteventura se realizó, primero, por carretera y, después, en la bodega de un ferry de línea regular. En Canarias, el transporte marítimo de los fondos museísticos, en franco retroceso en el resto del mundo, juega aún un importante papel en combinación con el transporte por carretera. Este medio resulta mucho más barato y seguro que el aéreo, siempre que se utilicen embalajes rígidos y herméticos, vehículos especialmente acondicionados, y se asuma que, en caso de naufragio, las probabilidades de recuperar la carga son escasas.

El vehículo utilizado era propiedad de la Dirección General de Patrimonio y estaba preparado para el transporte de obras de arte. El interior era hermético, disponía de refrigeración así como de varios puntos de amarre para inmovilizar la carga y tenía, además, una plataforma elevadora.

Los técnicos designados como correos tuvieron a su cargo las tareas de embalaje y desembalaje de las vasijas, además de la supervisión de las de carga y descarga de las cajas.



Figura 4.11. Embalaje de la colección cedida para la exposición: La industria de los majos.

LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN EL ALMACÉN

Son escasos los museos que pueden exhibir de forma permanente todas las piezas que componen sus colecciones. Lo normal es que sólo se muestre entre el uno y el diez por ciento, mientras que el resto permanece en los almacenes, a la espera de ser reclamados para una exposición temporal o para su estudio por algún investigador.

Los objetos almacenados están menos expuestos a los riesgos (cambios bruscos en los niveles ambientales, actos vandálicos, robos, incendios u otros accidentes) que los objetos en exposición o en tránsito. Aun así, requieren de unos cuidados mínimos que garanticen su buen estado de conservación a lo largo de los años. Desgraciadamente, el almacenamiento de los fondos acostumbra a ser uno de los aspectos más descuidados. Los almacenes ocupan las peores zonas del edificio (buhardillas, sótanos, cuartos de mantenimiento, huecos de escaleras), están infraequipados, su mantenimiento es escaso y los sistemas de almacenamiento usados están obsoletos o sobrecargados.

Para muchos objetos de indudable valor, su almacenamiento se convierte, con el paso de los años, en una tumba donde yacen enterrados entre otros centenares de piezas, el polvo y el olvido.

En las últimas décadas, se ha ido tomando conciencia de la importancia que tiene el almacenamiento para la preservación de los fondos. Esto ha conducido, por un lado, a una mayor investigación sobre los materiales usados en la construcción y acondicionamiento del almacén, sistemas de almacenaje, embalajes o soportes, y, por otro, a la puesta en marcha de numerosos programas de mejora de los almacenes ya existentes.

La planificación del almacén

Antes de emprender la construcción de un nuevo almacén o de renovar el ya existente, conviene elaborar un plan director en el que se recoja información sobre los fondos y de aquellos factores que puedan afectar al almacenamiento, al diseño estructural del almacén y a las facilidades con las que se va a dotar.

Las características de colecciones, los niveles de conservación que necesitan los objetos integrantes, la normativa del museo respecto a sus colecciones y el uso de las mismas, el presupuesto asignado para el almacenamiento, las facilidades locales para la adquisición de mobiliario y, por último, las características estructurales del edificio donde se ubicará el almacén son factores que van a determinar el tipo de almacenamiento proyectado (Bachmann, 1992). Por todo esto, es fundamental, por tanto, que en el plan director se incorpore de forma clara y precisa toda la información disponible sobre estos factores.

En la elaboración de este plan puede ser de inestimable ayuda visitar otros almacenes y discutir, con los conservadores o responsables técnicos, sus ventajas e inconvenientes.

La naturaleza de las colecciones

Antes de empezar a planificar la construcción o remodelación del almacén debemos conocer en profundidad las características de las colecciones: clase de objetos, cantidad, materias primas y dimensiones, pues éstas determinarán el tipo de sistema de almacenamiento que se vaya a implantar.

Podemos extraer fácilmente esta información de las fichas de inventario o catalogación de los fondos, sobre todo cuando estén informatizadas. Desgraciadamente, un gran número de museos no disponen de inventarios o catálogos completos. Una forma de enfrentarnos a esta situación es realizando un somero catálogo atendiendo a aquellos aspectos de los fondos relevantes para su almacenamiento, entre ellos las dimensiones de los objetos (incluido los soportes), peso, niveles de conservación requeridos y tipo de embalaje recomendado (tubos de cartón de pH neutro o poliestireno para enrollar los tejidos de grandes dimensiones). Esta catalogación también puede ser conveniente realizarla cuando tratemos con una subcolección o grupo de objetos con unas necesidades de conservación muy específicas, necesitados, por tanto, de un almacenamiento especial (por ejemplo tejidos, restos momificados); este proceso es aplicable al margen de que puedan estar bien documentados en el catálogo o inventario general de los fondos.

Deberíamos complementar la información aportada por los inventarios, cuando sea posible, con datos cualitativos y cuantitativos sobre los riesgos que amenazan las colecciones, los programas de conservación preventiva puestos en marcha o el nivel de calidad del almacenamiento actual, pues éstos contribuirán significativamente a esta planificación.

Cuando proyectemos un almacén es aconsejable clasificar los fondos en categorías de almacenamiento, porque nos permitirá una mejor valoración de las necesidades de cada grupo, y, por consiguiente, una distribución más racional del espacio y los recursos disponibles. Así ahorraremos tiempo y trabajo. Muchos museos poseen unos fondos tan heterogéneos y extensos que considerar de forma individual las exigencias de cada una de las piezas resulta una tarea imposible. Sin embargo, tratar estos fondos como un conjunto uniforme podría afectar a aquellos objetos que tengan unos requerimientos de conservación más específicos.

Varios son los criterios que pueden ser usados, de forma independiente o conjunta, para clasificar los fondos. Veámoslo:

- Los materiales con que están elaboradas las piezas de la colección (piedra, metales, madera, tejidos). Los materiales orgánicos deben ser almacenados a un nivel de humedad que oscile entre el 50%-60%¹, muy superior al de, por ejemplo, los metales, que no conviene que sobrepase el 45%.
- Las condiciones ambientales que requieren. Atendiendo al nivel de temperatura y humedad relativa podemos clasificar las condiciones de almacenamiento en tres tipos:

Almacenamiento estándar, para piezas que pueden soportar unos márgenes de temperatura y humedad relativa amplios entre 18 °C- 30 °C y 45%-60%.

Almacenamiento sensible, para piezas con márgenes más estrechos entre 18 °C-24 °C y un 50% ± 5%.

Almacenamiento con aclimatación, para piezas con unas exigencias de temperatura y humedad relativa muy específicas.

El valor de los objetos. Dentro de los fondos habrá piezas consideradas únicas, bien porque completan o documentan aspectos concretos de la temática del museo o bien por su calidad artística; frente a otras ampliamente representadas. La conservación y almacenamiento de las primeras debería, pues, concentrar más esfuerzos y recursos que las segundas.

La importancia que se dé a las distintas funciones del museo. Así, si su objetivo principal es la organización de exposiciones, tanto con piezas propias como foráneas, debe prestarse especial atención a la accesibilidad durante la planificación del almacenamiento, a las normas de manipulación y al embalaje de las piezas. Por el contrario, si el objetivo principal es la investigación, estos aspectos, aún siendo importante, pierden relevancia frente a otros.

También es imprescindible saber si la colección destinada al nuevo almacén está cerrada; es decir, si no va a crecer más, o si, por el contrario, seguirá aumentando en los próximos años gracias a la política de adquisiciones del museo o a disposiciones legales ². Los cálculos para estimar el espacio de almacenamiento varían según se trate de una colección cerrada o no. En el primer caso, será suficiente con conocer el número exacto de objetos y el volumen aproximado que ocupan (incluido el soporte).

En el segundo, tendremos que calcular el ritmo de crecimiento de la colección sobre la base del número de objetos que la engrosan cada año durante un período determinado de tiempo. Este período ha de ser de un mínimo de diez años para poder obtener una estimación fidedigna (Hebditch, 1981). Este cálculo permite no sólo establecer el espacio necesario para albergar las colecciones actuales, sino prever el que se necesitará para acoger nuevas adquisiciones en los siguientes veinte o treinta años.

Cuando hayamos clasificado los fondos en categorías de almacenamiento es aconsejable que los cálculos del ritmo de crecimiento se hagan para cada una de ellas, ya que algunos tipos de objetos pueden presentar un ritmo muy superior a otros.

Las funciones del museo

Las funciones que debe tener un museo se definen en el artículo 2 del reglamento de museos de titularidad estatal y del sistema español de museos, Real Decreto 620/1987:

- La conservación, catalogación, restauración y exhibición ordenada de las colecciones.
- La investigación en el ámbito de sus colecciones o de su especialidad.
- La organización periódica de exposiciones científicas y divulgativas, acordes con la naturaleza del museo.

- La elaboración o publicación de catálogos y monografías de sus fondos.
- El desarrollo de una actividad didáctica respecto a sus contenidos.
- Cualquier otra función que en sus normas estatutarias o por disposición legal o reglamentaria se les encomiende.

No obstante, la mayoría de los museos españoles no cuentan con los recursos económicos y humanos suficientes para cubrir todas estas funciones. Generalmente sus actividades se enfocan hacia la consecución de, al menos, una o dos. La prioridad que el museo otorgue a una de estas funciones en detrimento de las otras, así como sus objetivos a largo plazo, determinarán el tipo de almacenamiento. Por ello, el plan director debe evaluar con detalle cada una de las funciones del museo, incluyendo el presupuesto anual, el personal fijo y temporal, la infraestructura con la que cuentan, etc.; para lograr un diseño de almacén adecuado a las necesidades reales (Van Balgooy, 1990: 125-129).

También debe considerarse la normativa de adquisiciones, puesto que, como vimos en el apartado precedente, va a regular el ritmo de crecimiento de los fondos. Es obvio que los museos con un presupuesto anual para adquisiciones crecerán más rápidamente que aquellos que nutran sus fondos con donaciones y depósitos. El espacio de almacenamiento requerido en ambos casos será también distinto.

Los recursos económicos

Sin duda, la cuantía del presupuesto asignado para la construcción de un nuevo almacén o para la renovación del antiguo determinará su diseño. Hoy disponemos en el mercado de una amplia oferta de sistemas de almacenamiento, equipos de control ambiental, instalaciones de seguridad, materiales de embalaje o soportes, cuyas prestaciones varían en función de su precio, aunque muchos de ellos siguen resultando prohibitivos para muchos museos. A pesar de ello, es posible proyectar un almacén ajustado al presupuesto aprobado, por muy reducido que éste sea, y que cumpla con unos niveles básicos de conservación, sin necesidad de recurrir a tecnologías avanzadas. Cuando proyectemos un almacén, lo más importante es tener siempre en mente unos requisitos básicos que hagan de éste un entorno óptimo para las colecciones (Bachmann, 1992). Estos requisitos son:

- *Unos niveles de temperatura y humedad relativa estables.*
- *Un ambiente libre de polvo.*
- *Un nivel de iluminación controlado.*
- *Un acceso cómodo, seguro y fácil.*
- *Unos sistemas de almacenamiento que no contribuyan al deterioro de las colecciones.*

La consecución de un almacenamiento óptimo depende muchas veces más del sentido común y de una valoración cuidadosa de los recursos materiales y humanos existentes, que de un presupuesto generoso.

Un almacén precisa no sólo de una inversión inicial para su construcción, sino de un presupuesto anual para su mantenimiento y gestión. En el plan director debemos incluir una estimación de este gasto. Lo ideal sería lograr que este presupuesto fuese permanente y no dependiera de la cuantía de los ingresos o subvenciones anuales. Esto permitiría una mejor gestión del almacén y prever con antelación las ampliaciones o mejoras (Hebditch, 1991:3-6).

También es primordial tener un presupuesto permanente cuando nos enfrentemos a la renovación del viejo almacén, porque generalmente los museos nunca disponen del dinero necesario para emprenderla de una sola vez. De esta forma se podría abordar el proyecto de renovación en fases, que se ordenarían según unas prioridades preestablecidas. En otras palabras, primero se harían aquellas reformas más urgentes y necesarias, cuya ejecución supusiese una mejora inmediata para el resto de las condiciones. Por ejemplo, en un almacén con problemas de humedad e incómodos armarios de madera se acometería con prioridad subsanar el fallo estructural que origina la humedad, junto con la instalación de un sistema de control de la humedad relativa y la temperatura, respecto de la adquisición de un nuevo mobiliario.

El personal

El proyecto de almacén debería redactarse atendiendo al número, formación y disponibilidad de técnicos que tengan competencias directas en el almacenamiento, porque serán ellos los que deberán enfrentarse diariamente a los aciertos y errores que hayamos cometido en su diseño. El tipo de acceso, mobiliario y sistemas de seguridad para un almacén gestionado por un técnico en exclusiva, será distinto del almacén cuya gestión forme parte de las muchas tareas de un conservador. Por tanto, antes de elaborar el plan director sería aconsejable reunirse con el personal de almacenamiento y recabar sus opiniones.

El edificio

Antes de comenzar a planificar el nuevo almacén debemos valorar las características estructurales del edificio: sus dimensiones, materiales de construcción, posibles fallos estructurales, espacios útiles, relación entre ellos; todo esto tanto si se trató de uno antiguo como de uno nuevo. Las zonas circundantes también serán consideradas, pues, en ocasiones, son la causa de muchos de los problemas estructurales o ambientales del almacén.

La construcción de un almacén en un edificio antiguo restaurado presenta serios problemas, pues la infraestructura con la que puede dotársele (aclimatación, detección de intrusos, extinción de incendios, instalación eléctrica, sistemas de almacenaje) puede verse limitada por la legislación sobre protección del patrimonio histórico. Además, la estructura del edificio podría verse afectada por los cambios en los niveles ambientales (temperatura, humedad relativa, ventilación) que implicaría estas instalaciones. Debe considerarse que estos edificios no fueron ideados para desempeñar las funciones que ahora les asignamos. En estos casos es recomendable realizar un estudio previo del estado de los cimientos, para detectar deficiencias graves en la estructura (capilaridad, fatiga, termitas) y, en último término, desaconsejar su uso para la función propuesta. Otros factores, como la capacidad de carga, el espacio útil, el acceso y la comunicación entre áreas del museo, tendrían también que ser estudiados, antes de decidir el emplazamiento definitivo del almacén. También deberíamos considerar si el espacio elegido es susceptible de ser ampliado, si otras áreas del edificio podrían ser transformadas en almacenes o si se pueden construir nuevas estructuras anexas a o por debajo del edificio original en un futuro (20 ó 40 años). La previsible expansión del área de almacenamiento, así como las sugerencias de soluciones factibles deben quedar recogidas en nuestro plan de almacenamiento.

Cuando se trate de renovar un almacén ya existente tendremos que prever en el plan el traslado de la colección almacenada a un almacén provisional, ya sea en el mismo o en otro edificio.

Michael Loynd (1981) propone como almacén ideal un espacio rectangular en un solo nivel y con un área mínima de 84 m². Este espacio debe estar ubicado en un edificio que se mantenga en buenas condiciones y que no esté sometido a inundaciones o a un alto nivel de vibraciones por tráfico rodado.

Los proveedores locales

La adquisición de sistemas de almacenamiento o equipos de control ambiental puede ser un serio problema para aquellos museos alejados de los centros proveedores. Su disponibilidad se ve sensiblemente reducida y su coste puede sufrir un considerable aumento debido al transporte, los impuestos, intermediarios y, en ocasiones, su instalación por personal especializado. Por tanto, aquellos museos enclavados en zonas geográficas marginales o con un presupuesto anual reducido podrían encontrar muy útil realizar una encuesta sobre el tipo de materiales y equipos disponibles en las cercanías, en la que se incluya una valoración (por ejemplo del 0 al 5) de sus características, estabilidad físico-química, coste y, mantenimiento, etc. La información obtenida se incluiría en el plan de almacenamiento.

El almacén

El almacén ideal es aquel diseñado y construido con el propósito de albergar unos fondos determinados, ya se trate de colecciones arqueológicas, pinturas, manuscritos, libros, indumentarias o muebles.

Características estructurales

Independientemente del tipo de edificio, el área destinada a almacenamiento debería cumplir con los siguientes requisitos:

■ *Un alto grado de aislamiento del exterior que amortigüe los efectos del clima local.*

En los almacenes de nueva construcción esto se consigue cuidando el grosor de las paredes, la circulación del aire, el acondicionamiento de zonas de acceso intermedias entre el exterior y el interior, los sistemas de drenaje del tejado, etc. (MacCormac, 1994: 139-143). En los edificios restaurados o renovados el nivel de aislamiento propuesto se consigue, por el contrario, emplazando los almacenes en un espacio central o lo más alejado posible del exterior. Una localización central permite un control ambiental más eficaz y una mayor seguridad contra los robos (Loynd 1981:7-9). Además, éste debe estar libre de cualquier tipo de conducción o instalación que aumente los riesgos de goteras, cortocircuitos o contaminación.

Es sabido que los almacenes suelen relegarse a los únicos espacios disponibles del edificio: los sótanos y las buhardillas. Estos espacios presentan, en principio, numerosos inconvenientes que los convierten en los menos recomendables para cumplir esa función. Son áreas que tienen una mala comunicación con el resto del edificio, por lo que el acceso puede ser complicado. Los sótanos, al estar situados por debajo del nivel de la calle, presentan humedad, están mal ventilados y sufren filtraciones. Además, son las zonas más susceptibles de anegarse en caso de lluvias inusuales, riadas o inundaciones.

Las buhardillas y áticos están más expuestos que otros espacios a la influencia de las condiciones climáticas externas (insolación, viento, temperatura, humedad) y a posibles filtraciones de agua de lluvia procedentes del tejado. A estos inconvenientes estructurales se suma el hecho de que suele ser en estas zonas donde se sitúan con preferencia las instalaciones de mantenimiento del edificio: aire acondicionado, calefacción, conducciones del agua, electricidad y teléfono.

Estos espacios presentan también algunas ventajas que no deben ser infravaloradas, como la ilimitada capacidad de carga de los sótanos o el reducido número, cuando no inexistente, de ventanas en las buhardillas. En el caso de que sean las únicas zonas disponibles para el almacenamiento, lo importante es realizar una evaluación de sus ventajas y desventajas para poder llevar a cabo las reformas necesarias.

■ *Un gran espacio útil.*

Como espacio útil se define aquel que puede ser ocupado por los sistemas de almacenamiento, los equipos de almacenamiento y los fondos. Este espacio no tiene por qué corresponderse con las dimensiones del almacén, ya que éste puede tener volúmenes no utilizables como son los ocupados por los pilares de sustentación, las luminarias, la instalación eléctrica y los accesos.

Para averiguar el volumen útil del espacio que hemos destinado a almacén hemos de calcular, primero, la altura, midiendo la distancia entre el suelo y las instalaciones colocadas en el techo (red eléctrica, sistemas de detección y extinción de incendios); y, segundo, la superficie descontándole los metros cuadrados de los espacios muertos.

En el caso de museos con colecciones en expansión, debemos prever que el espacio útil sea suficiente para soportar la recepción de nuevos objetos y la ampliación gradual de los sistemas de almacenamiento a medio plazo.

■ *Una elevada capacidad de carga.*

Esta tiene que ser suficiente para soportar el peso de los sistemas de almacenamiento (estanterías, armarios), el equipamiento del almacén (carritos, palés), las colecciones existentes, incluyendo sus embalajes o soportes y las adquisiciones previstas.

Sería conveniente hacer un cálculo estimativo del peso que vamos a tener por m². Un método sencillo consiste en estimar un número aproximado de piezas que vamos a colocar en cada unidad de almacenamiento y sumar sus pesos incluido embalajes. A esta cifra le añadimos el peso de la propia unidad y

la multiplicamos por el resto de los metros cuadrados que hay en el almacén. Este método presupone, para que sea fiable, unos fondos bastante homogéneos. Cuando tratemos con fondos muy heterogéneos podemos realizar estos cálculos por categorías de objetos.

En cualquier caso, la capacidad de carga de la zona de almacenamiento nunca debería ser inferior a los 5 kN/m², porque corremos el riesgo de sobrecarga y hundir el suelo.

■ *Una iluminación artificial.*

Ya expusimos los efectos nocivos de la luz natural sobre los materiales orgánicos, por lo que ésta debería ser erradicada del área de almacenamiento. En el caso de que el almacén tenga ventanas o claraboyas, podemos anularlas tapiándolas, colocándoles estores, persianas o pantallas difusoras, o, en el peor de los casos, filtros contra la radiación ultravioleta e infrarroja. Lo importante es evitar que algún rayo de sol pueda llegar a incidir de forma directa sobre los objetos. Si los sistemas comentados no fueran eficaces habría que pensar en proteger los objetos con forros o guardarlos en cajas o armarios. La existencia de ventanas en el almacén tiene otro grave inconveniente, y es que dificultan su aislamiento del exterior, haciendo más difícil mantener estables los niveles ambientales en su interior.

■ *Un acabado que responda a unos niveles de conservación y seguridad mínimos.*

Las paredes y el techo deberían ir pintados con un color claro y compacto, que refleje la luz, sea durable y fácil de limpiar. Un óxido de titanio blanco posee las cualidades arriba referidas y además es un buen filtro de las radiaciones ultravioletas (Hilberry, 1981(5): 7-21).

El suelo debe construirse de un material resistente a los roces y la abrasión producida por la circulación de personas, carritos o palés dentro del almacén. Los suelos de baldosas (piedra, cerámica) son los más útiles. Los suelos de goma, aunque útiles, deberían evitarse, pues el adhesivo utilizado para su fijación puede dar lugar, con el paso del tiempo, a emanaciones gaseosas nocivas. Cualquiera que sea el tipo de suelo que hayamos elegido tiene que ser firme y no contribuir a transmitir e incrementar las vibraciones producidas por la circulación del personal y los objetos dentro del almacén.

Los cables de la instalación eléctrica, telefónica o informática deben ir por el interior de las paredes y techo o estar protegidos por una regleta aislante. Cuando se tengan que colocar enchufes se usarán aquellos que disponen de una tapa de seguridad para evitar que una chispa accidental salte fuera y provoque un incendio.

Las puertas y vías de salida deben estar bien señaladas con luces, pintura o señales fluorescentes para las salidas de emergencia.

Es preferible que los tabiques divisorios sean sólidos, de mampostería, porque son más duraderos, resistentes a accidentes y estables, siempre que los materiales usados en su construcción cumplan con los requisitos de seguridad y conservación ya comentados. Además, estos tabiques permiten la diferenciación de zonas especiales de control climático, aislamiento o seguridad dentro del almacén.

Los trabajos de mantenimiento o renovación que realicemos nunca deben suponer el más mínimo riesgo para las colecciones y el personal. Lo ideal es vaciar de objetos el área que se va a acondicionar y dejar que los materiales usados (pintura, madera, colas) se curen durante el tiempo necesario. En general esto no es posible por escasez de espacio y de tiempo. En este caso debemos asegurarnos de que los sistemas de almacenamiento y las colecciones estén protegidos, que se supervise a los obreros durante las obras, que no haya personal del museo por la zona, salvo el autorizado, y que la habitación se ventile durante y después de la obra.

■ *Unos accesos amplios, cómodos y seguros.*

Las puertas del almacén han de ser lo bastante grandes para permitir circular con comodidad al personal y a los dispositivos de carga que se utilicen (cestos, cajas, carritos, palés). En este sentido, son muy útiles las puertas metálicas de doble hoja, que se abren hacia el exterior y tienen una pequeña ventana para permitir la inspección de la habitación desde el exterior.

Los corredores de entrada y los que comunican los sistemas de almacenamiento deben ser espaciosos para que el depósito o retirada de objetos no entrañe riesgo de accidente. La anchura de estos pasillos puede calcularse en función de las dimensiones de las piezas más grandes de la colección.

Conviene que el acceso desde otras áreas del museo (despachos de los conservadores o la zona de recepción) sea lo más directo posible por razones de seguridad. En cualquier caso, debemos asegurarnos de que los accesos desde dentro y fuera del almacén, no queden bloqueados por embalajes vacíos, equipos u otros obstáculos que impidan una circulación libre y fluida. De lo contrario aumentaríamos los riesgos de accidentes.

■ *Una zona de recepción de objetos de nueva adquisición aislada del resto del almacén.*

En esta zona, los objetos de nueva adquisición son inspeccionados para detectar cualquier infestación, además de signados, preparados para el almacenaje e incluso aclimatados a las condiciones imperantes en el almacén.

Lo idóneo sería una habitación con unas dimensiones adecuadas al ritmo anual de entrada de nuevos objetos y al tamaño medio de los mismos, equipada con mesas, estanterías y, cuando la colección lo requiera, algún sistema de erradicación de microorganismos e insectos. Conviene que esta habitación sea adyacente al almacén para facilitar las labores de almacenamiento, evitándose el trasvase continuo de aire entre ellas, ya que su carácter de espacio de transición hace que el mantenimiento de unos niveles ambientales estables sea más complicado que en el almacén. Esto se puede conseguir con la adecuación de un espacio de comunicación entre ambos recintos o cuidando los dispositivos de aislamiento de las puertas (Hilberry, 1981(5): 7-21). El establecimiento de unas normas de circulación entre ambos espacios ayudaría a mantener el aislamiento del almacén.

Así mismo, sería conveniente que la zona de recepción tuviera un acceso directo desde la calle o el área de descarga, y que estuviera bien comunicada con otras áreas del museo tales como el registro, los laboratorios de restauración y las oficinas de los conservadores.

Iluminación

Como norma general el almacén debe permanecer a oscuras mientras no se trabaje en su interior. Cualquier actividad tendría que reducirse a aquellos trabajos relacionados con la colocación y retirada de objetos, rutinas de inspección (véase capítulo 3). Las labores de registro, catalogación, preparación, embalaje, limpieza o estudio de los objetos deben realizarse fuera del mismo.

Ya hemos visto que la forma de iluminación apropiada para las áreas de almacenamiento es la artificial, pues la natural tiene un alto contenido de radiación ultravioleta e infrarroja. A la hora de elegir entre los distintos sistemas de iluminación disponibles es importante tener en cuenta su eficacia energética. No obstante, encontrar un sistema que satisfaga todas nuestras necesidades y que, además, tenga un coste de mantenimiento mínimo es casi imposible. Generalmente nos veremos obligados a llegar a un compromiso entre los requerimientos de la conservación de los fondos, las actividades a realizar dentro del almacén, el rendimiento energético del sistema elegido y el presupuesto anual para almacenamiento.

Lo ideal sería usar lámparas de larga vida, bajo consumo, pequeño voltaje y una emisión ultravioleta reducida. Los tubos fluorescentes de alta frecuencia Philips modelo TLD de 16 o 18 w son los que más se adaptan a estas características, además de ser baratos. Sin embargo, deben ser usados con filtros de UV.

Cualquiera que sea el tipo de iluminación elegido es aconsejable que se ajuste a las recomendaciones siguientes:

- La luz de las lámparas nunca debería incidir directamente sobre los objetos. Una iluminación indirecta o reflejada es la más adecuada.
- Los niveles de iluminación se mantendrán lo más bajo posible, 150 lux para los objetos moderadamente sensibles y en torno a los 50 lux para objetos muy sensibles. El contenido de UV de las lámparas no debe exceder los 75 $\mu\text{W}/\text{lm}$ (Thomson, 1986). Cuando no se puedan garantizar estos niveles, cubriremos los objetos fotosensibles con forros o los protegeremos de la luz en armarios y cajas.
- Las lámparas usadas serán de bajo voltaje (≤ 50 w) para evitar emisiones no deseadas de calor que puedan alterar la temperatura en el almacén y, con ello, su humedad relativa. Todas las luces del almacén se podrán apagar y encender desde un interruptor exterior, independientemente de que puedan accionarse por separado o por sectores.
- El almacén debe estar, además, dotado de las luces de emergencia establecidas por la ley.

Control ambiental

Los niveles de temperatura, humedad relativa, iluminación, polvo u otros contaminantes dentro del almacén deben mantenerse estables, y dentro de los límites considerados como seguros para los fondos. Este control puede hacerse mediante la aplicación de medidas sencillas, como tener el almacén a oscuras, limitar las actividades que se realicen en su interior, restringir el acceso o reforzar el aislamiento de paredes y puertas; o mediante la aplicación de técnicas avanzadas como la aclimatación autorregulada y monitorizada por ordenador. Independientemente del sistema que usemos, lo fundamental es que el almacén tenga las condiciones siguientes:

- una temperatura y humedad relativa estables, dentro de unos límites estándares considerados seguros para las colecciones.
- una concentración de polvo mínima.
- un ambiente libre de contaminantes gaseosos.
- unos niveles de iluminación dentro de los límites considerados seguros.
- una buena ventilación que reduzca el riesgo de ataques biológicos y ayude a mantener una temperatura y humedad relativa estables.

Control de la temperatura y de la humedad relativa

Antes de establecer los niveles de temperatura y humedad relativa adecuados para nuestro almacén debemos estudiar los siguientes aspectos:

- *Las condiciones de temperatura y humedad relativa a que han estado sometidas en el pasado las colecciones que vamos a almacenar.*

Si éstas se encuentran en buen estado de conservación, lo más aconsejable es seguir manteniéndolos en las mismas condiciones, aunque éstas se aparten de los niveles estándares reconocidos internacionalmente (50%-55% \pm 5% y 18 °C-20 °C \pm 3 °C). Ahora bien, si deseamos que nuestros fondos se integren en los circuitos internacionales de préstamos, tendremos que establecer estos niveles gradualmente en el almacén, valorando cómo podría afectarles este cambio a largo plazo.

- *El tipo de materiales que integran estos fondos.*

No todos los materiales tienen los mismos requerimientos de humedad relativa. Los materiales orgánicos deben mantenerse en torno al 50% - 55% para evitar que se des sequen o se vean atacados por mohos o insectos. Los metales, por el contrario, deben almacenarse en unas condiciones más secas, por debajo del 45% HR para prevenir la activación de procesos corrosivos (capítulo 2). El problema se complica cuando tratamos con objetos fabricados con varias clases de materiales. En este caso debemos dar prioridad al material componente que pueda verse más afectado por las variaciones de temperatura y humedad relativa (Bacon, 1985).

Hay dos formas de acometer el almacenamiento de colecciones heterogéneas. Una es dividiendo el área destinada a almacén en compartimentos aislados, tantos como consideremos necesarios, para poder establecer en cada uno de ellos las condiciones requeridas por los objetos que vayan a albergar. Esta solución, dada su complejidad y coste, es sólo aconsejable cuando tengamos materiales muy valiosos, o con unas necesidades de temperatura y humedad relativa específicas (bronces, momias).

La otra solución consiste en crear un microclima dentro de las cajas o unidades de almacenamiento donde se coloquen estas piezas. Para lograrlo usaremos sustancias buffering como el gel de sílice. Esta suele ser la solución más económica, fácil y viable para la mayoría de los museos.

El establecimiento de los niveles de temperatura y humedad relativa más apropiados para el almacén nos va a obligar a negociar una solución de compromiso entre los aspectos arriba expuestos y el presupuesto disponible. Lo primordial es mantener unos niveles estables, sin fluctuaciones diarias bruscas.

Los cambios de temperatura no afectan, por sí solos, a los objetos almacenados, salvo que sean

extremados; pero éstos combinados con una humedad relativa variable, resultan perjudiciales (véase capítulo 2). Se ha observado que fluctuaciones diarias de la temperatura de $+ 3^{\circ}\text{C}$ y de la humedad relativa de $+ 5\%$ pueden ser absorbidas por éstos, sin que se dañe su estructura interna o su composición química. Tampoco las fluctuaciones bruscas (superiores a 3°C y 10%) ocurridas en el transcurso de unos pocos minutos pueden dañar los objetos, pues es muy poco tiempo para que éstos puedan responder mecánicamente. Por el contrario, fluctuaciones diarias superiores al 10% de humedad relativa pueden ser muy perniciosas para la mayoría de los objetos, por lo que deberían prevenirse. Las fluctuaciones estacionales no suelen ser perjudiciales, siempre que sean moderadas y se produzcan de forma gradual.

De estas observaciones se deduce que la generalidad de los objetos pueden ser almacenados en unas condiciones de humedad relativa entre el $45\%-60\% + 5\%$ y de temperatura entre los $18^{\circ}\text{C}-24^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}$ el 95% del tiempo. Objetos muy sensibles o en mal estado de conservación pueden, sin embargo, presentar unos márgenes más estrechos (Pye, 1984: 203-238).

Los distintos tipos de sistemas de control de la temperatura y la humedad relativa que existen en el mercado se enumeran en el capítulo 2, por tanto, aquí nos limitaremos a enunciar una serie de medidas simples y económicas para facilitar el mantenimiento de unos niveles ambientales estables dentro del almacén.

El área de almacenamiento debe permanecer aislada del exterior y de otras áreas del museo. Esto puede conseguirse usando materiales de construcción de calidad y con propiedades aislantes, controlando los intercambios de aire a través de ventanas y puertas, restringiendo el acceso del personal y evitando la instalación de fuentes de calor como lámparas de alto voltaje.

Los objetos cuyo tamaño lo permita deberían ser guardados en cajas, cajones o armarios, no sólo porque permiten establecer un mayor control de la temperatura y humedad relativa, sino porque los protegen contra el polvo y la suciedad que, a su vez, atraen y retienen humedad. Además, reforzaríamos así la seguridad dentro del almacén.

No vale la pena instalar un sistema de control ambiental sofisticado si no se puede garantizar un mantenimiento efectivo. Es preferible hacer uso de sistemas o métodos más simples.

Si el edificio dispone de aire acondicionado o de un sistema de aclimatación (HVAC), éste debe estar en funcionamiento permanente en el almacén y en las salas de exposición. Desconectarlo durante las horas de cierre o estacionalmente, con el propósito de reducir los costes de mantenimiento, hace imposible preservar unos niveles estables de temperatura y humedad relativa.

Es aconsejable diseñar un plan para mantener los niveles de temperatura y humedad relativa en el almacén, en el caso de que ocurra algún fallo en los sistemas de control habituales, bien sea por un mal funcionamiento de sus partes o bien por un corte de energía eléctrica.

Control del polvo y contaminantes gaseosos

Una buena higiene dentro del almacén será suficiente para reducir al mínimo los niveles de polvo y otros contaminantes sólidos. El polvo puede ser evitado con los procedimientos que se detallan a continuación:

- Precintando las ventanas, claraboyas, respiraderos o cualquier abertura hacia el exterior u otras áreas del museo.
- Colocando tiras aislantes de goma en la parte inferior de ventanas y puertas.
- Limpiando regularmente el piso, mobiliario u otras superficies con un aspirador.
- Prohibiendo en el almacén cualquier actividad que no esté relacionada con la colocación o retirada de piezas, las rutinas de inspección o su limpieza. Suele ocurrir que, en los museos pequeños, parte de las labores de los conservadores se realizan aquí debido a la falta de espacio. El continuo entrar y salir del personal propicia la entrada de polvo y suciedad, además de dificultar el mantenimiento de unos niveles estables de temperatura y humedad, por lo que debía hacerse un esfuerzo para limitar las actividades a las estrictamente imprescindibles.
- Dejando un pequeño espacio de transición entre los accesos hacia el exterior y los del almacén (Hilberry, 1981(6) :5-23).
- Instalando filtros de carbono activado en los conductos de ventilación, respiraderos o salidas del aire acondicionado. Estos filtros deben limpiarse y reemplazarse regularmente para que funcionen eficazmente.

Si no conseguimos excluir el polvo del almacén conviene que protejamos nuestros fondos cubriéndolos con forros o introduciéndolos en bolsas, cajas y armarios. Este método no es del todo efectivo, porque los forros y contenedores no son impermeables a los contaminantes gaseosos, ni a las partículas de polvo más diminutas³, pero pueden actuar como barreras, reduciendo los niveles de deposición.

La única forma de mantener el almacén totalmente libre de partículas y contaminantes gaseosos es instalando un sistema de ventilación forzada o de aclimatación con dispositivos de filtrado.

Medidas para reducir las vibraciones

El área de almacenamiento debería estar emplazada lo más lejos posible de cualquier fuente externa de vibración como es el tráfico rodado intenso, aunque no sean este tipo de vibraciones las que causan más daño a los fondos almacenados, sino las que se producen al abrir y cerrar los cajones; por el deslizamiento de las mallas o el paso de los carritos transportadores a través de los pasillos. Para prevenir estos problemas sería suficiente mantener los sistemas de almacenamiento y los mecanismos de transporte en buen estado (lubricación frecuente de raíles, bisagras y ruedas, fijación de topes en las gavetas para evitar que se salgan de sus raíles o colocación de material de amortiguación, como espuma de polietileno expandido o poliéster batido, sobre los estantes y fondos de los cajones).

Seguridad

Los principales factores causantes de las pérdidas o daños que sufren las colecciones son un ambiente inapropiado, los robos y los fallos técnicos o humanos (capítulo 1). En el apartado precedente expusimos las medidas a tomar para controlar el ambiente en el almacén, y en éste veremos las medidas de seguridad que deben tomarse para hacer frente a los restantes factores.

La seguridad en el almacén debería ser una de las preocupaciones prioritarias de cualquier museo, ya que muchos de los objetos ahí guardados tienen un valor histórico o artístico que los hace irremplazables (Verner, 1979). Sin embargo, las medidas de seguridad, cuando existen, suelen ser escasas y su cumplimiento menos estricto que en otras áreas, porque se cae en el error de creer que las colecciones almacenadas están menos expuestas a los riesgos arriba comentados.

El almacén tendrá que disponer, como mínimo, de un sistema de seguridad contra incendios y de otro contra robos. Estos sistemas pueden ir desde simples cerraduras de seguridad y extintores portátiles, a detectores de intrusos por circuito cerrado de televisión o extintores automáticos. Lo importante es que se ajusten a las necesidades de los fondos y que, una vez instalados, se mantengan en perfecto funcionamiento.

Su instalación puede limitarse a las zonas de almacenamiento y anexos, o a todo el museo. En cualquier caso, su elección no debe dejarse en manos de los arquitectos o ingenieros del edificio, sino que debería ser consensuada entre los distintos conservadores y técnicos con responsabilidades en el almacenamiento.

Para garantizar la eficiencia en el funcionamiento de los sistemas instalados es imprescindible elaborar un plan de seguridad. Este debe contemplar no sólo las medidas para detectar y prevenir posibles accidentes o desastres, sino las pautas a seguir en caso de que ocurran. Los principales aspectos que deben estar recogidos en este plan son los siguientes:

- Las normas habituales de seguridad que debe seguir el personal dentro del almacén. Está estadísticamente demostrado que el fuego, las inundaciones, pérdidas o sustracciones de objetos u otros accidentes son causados por negligencias del personal y, en menor medida, por fallos mecánicos fortuitos (Howie, 1987).
- Las características de los dispositivos de seguridad instalados, e instrucciones de funcionamiento y mantenimiento correcto.
- Las rutinas de inspección diseñadas para controlar el funcionamiento de estos dispositivos. Un buen mantenimiento, unido a inspecciones regulares del área de almacenamiento para detectar posibles fallos estructurales o técnicos, nos permitirá prevenir cualquier accidente. Estas rutinas suelen tener forma de tabla, en una de cuyas columnas se especifica la fecha de la inspección, el operario que la realizó, el equipo revisado y, por último, los problemas hallados (véase capítulo 5).
- Un listado de las piezas de mayor valor histórico-artístico o más vulnerables frente a daños irreparables

en caso de desastre, ya que necesitarán unas medidas de seguridad preferentes.

- Las pautas a seguir en caso de que ocurra un desastre o accidente en el almacén. Los desastres naturales (terremotos, riadas, volcanes) o humanos (saqueos, ataques terroristas, guerras) aunque ocasionales, suelen tener unos efectos desastrosos sobre las colecciones. En estas circunstancias una actuación rápida, precisa y coherente puede paliar considerablemente sus efectos.
- La frecuencia de los simulacros contra el fuego, desalojo del almacén, detección de intrusos, junto con las instrucciones de cómo deben llevarse a cabo.

Al margen de que nuestro plan recoja las normas de seguridad a seguir en el almacén, es aconsejable asegurarnos de que el personal del museo, al menos el que tiene acceso directo, las conozca, entienda y cumpla. Como medida complementaria, podemos colocar una lista con las siguientes normas básicas en un lugar bien visible del almacén:

- apagar todas las luces antes de salir;
- comprobar siempre que las luces de emergencia funcionan;
- apagar cualquier equipo eléctrico que estemos utilizando cuando salgamos, aunque sea por un momento. Cuando acabemos nuestro trabajo, debemos desenchufarlos y guardarlos en su sitio. Los armarios de metal son los más apropiados para depositar este tipo de equipamiento;
- colocarle a los enchufes su cobertura de seguridad, una vez que no se necesiten;
- cerrar puertas y ventanas cuando salgamos;
- mantener siempre libres de obstáculos las salidas de emergencia y las vías que conducen a ellas.
- tener una lista con los números de teléfono y las extensiones del cuarto de control del museo; del jefe de seguridad, de los bomberos, de la policía y de la cruz roja, en un lugar bien visible cerca del teléfono;
- no dejar nunca los cajones o las puertas de las unidades de almacenamiento abiertas, ni aun cuando nos encontremos trabajando en otra zona del almacén. Las módulos de almacenamiento deben volver a su posición original una vez hayamos terminado de manipular las piezas que contienen;
- no almacenar ni dejar material inflamable como pinturas, barnices o ceras dentro o cerca del almacén. Ni siquiera de un día para otro.
- no fumar, comer o beber en su interior.

Este plan de seguridad debería estar incluido en un plan más general, que cubriese todas las dependencias del museo, para que resultase de hecho eficaz.

Protección contra robos

El sistema más simple de proteger el almacén contra los ladrones es restringir su entrada, tanto a los visitantes como al personal sin tareas de almacenamiento a su cargo. Estos sólo podrán visitarlo si están autorizados y van acompañados por el conservador o técnico responsable. Así mismo, todos los movimientos de entrada y salida del personal habitual y de los visitantes ocasionales se sentarán en un libro de registro, especificándose las razones de la visita (Bachman, 1992). Muchos conservadores pueden sentirse profundamente agraviados si limitamos su acceso al almacén o les obligamos a registrar sus movimientos, pero no debemos olvidar que la mayor parte de los robos que se producen en los museos han sido planeados y ejecutados por su personal.

Especial atención debería prestarse a las puertas y ventanas que dan al exterior, reforzándolas cuando sea necesario, clausurando las que no se usen y dotándolas de cierres de seguridad. También debemos cuidar la seguridad en el entorno del almacén, asegurándonos de que está despejado, bien iluminado y carece de estructuras (andamios, árboles, farolas, elementos decorativos de la fachada) que inciten el acceso de intrusos al interior. Un almacén construido pensando en su seguridad desalentará a los ladrones.

Aun tomando todas estas precauciones, conviene que consideremos la instalación de alarmas y detectores de intrusos. Estos deben escogerse atendiendo a las necesidades del almacén, las características del personal encargado de la seguridad (número, preparación) y la capacidad del museo para responsabilizarse de su mantenimiento regular. De otra forma, su rendimiento se verá considerablemente reducida, no importa lo bueno que puedan ser los sistemas instalados.

Protección contra incendios

No podemos reducir la prevención de incendios en el área de almacenamiento a la instalación de sistemas de detección y extinción, sino que debemos completarla con una serie de medidas estructurales, un mantenimiento regular de los equipos antiincendio y unas normas de seguridad a seguir por el personal. Así, en la construcción o acondicionamiento del almacén sólo deben usarse materiales ignífugos. También conviene que módulos de almacenamiento (estanterías, archivadores, armarios) sean resistentes al fuego y no inflamables.

Las vías de escape y las salidas de emergencia deberán estar señaladas con indicadores fluorescentes o señales luminosas. Además, evitaremos dejar equipos, embalajes u objetos que las bloqueen, aunque sea temporalmente.

Se inspeccionará regularmente el funcionamiento de la instalación eléctrica y de cualquier aparato con encendido de ignición, ya que éstos son causa habitual del inicio del fuego. De igual forma, debemos comprobar, al menos una vez cada seis meses, el funcionamiento de los sistemas de detección y extinción instalados, sean manuales o automáticos.

El personal que tenga acceso directo al almacén debe cumplir con las normas de seguridad arriba indicadas, sobre todo en lo referido a fumar y a la manipulación de productos inflamables. Ambas actividades tienen que estar prohibidas.

Todas estas medidas perderán eficacia si el museo no tiene un plan de prevención y lucha contra incendios que esté en consonancia con la legislación local (Howie, 1987). En España carecemos de una legislación específica sobre prevención de incendios, que regule las instalaciones de seguridad y los planes de evacuación a seguir en los edificios públicos.

Un museo, por pequeño que sea, debe disponer de un medio rápido y eficaz de detectar un conato de fuego, tanto en el almacén como en sus inmediaciones (área de recepción, corredores de acceso), ya sea mediante inspecciones regulares del personal de seguridad, vigilancia por circuito cerrado de televisión o instalación de sensores automáticos de detección de humo. En cualquier caso, lo más importante es que, una vez descubierto el fuego, la señal de alarma sea transmitida con claridad y prontitud al parque de bomberos más próximo y a las otras dependencias del museo, para proceder a su evacuación. También es de vital importancia que todo el personal del museo sepa qué debe hacer cuando suenan las alarmas, cómo ayudar a los visitantes a encontrar las salidas de emergencia sin caer en el pánico e, incluso, a manejar un extintor portátil o una manguera de agua. Algunas veces causa más daño a los fondos almacenados una actuación precipitada y el uso incorrecto de los extintores, que el fuego en sí.

La elección de los sistemas de extinción debería ser consultada con los conservadores o técnicos a cargo de los fondos, porque son ellos quienes pueden valorar mejor los efectos de su acción.

Los extintores manuales, tanto de agua (mangueras) como de sustancias químicas, tienen la ventaja de que son económicos y fáciles de manejar, una vez nos familiarizamos con su uso. Además, la empresa suministradora suele encargarse de su mantenimiento e inspección. No obstante, sólo sirven para controlar pequeños fuegos muy localizados. Los extintores portátiles de polvo químico seco sólo pueden ser usados contra aquellos fuegos que vienen especificados en su etiqueta exterior, de otra forma podríamos colaborar a su propagación. Se ha comprobado que estos extintores junto con los de dióxido de carbono (CO₂) son los que menos daños causan a los fondos.

Si instalamos extintores manuales dentro del almacén, hemos de asegurarnos de que su número es suficiente para cubrir toda su extensión, y de que hay uno en todas las vías de acceso.

Es esencial una intervención rápida para proteger los fondos de los efectos del fuego, esta reacción puede marcar la diferencia entre un daño reparable y la destrucción total; por tanto lo más seguro es instalar un sistema de extinción automático. Hasta el momento, los sistemas automáticos de rociado de agua o gas se han mostrado como los más efectivos (Hilberry, 1981 (7): 49-60). Algunos conservadores desaconsejan el uso de sistemas de rociado con agua, debido al efecto perjudicial que puede tener sobre algunos objetos. Pero si las colecciones están protegidas de su incidencia directa con forros, cajas o las mismas unidades de almacenamiento, su efecto será ínfimo o en comparación con sus enormes ventajas: es barato, no es peligroso para las personas y sofoca el fuego eficazmente. Además, el sistema puede ser modificado para que la presión y cantidad de agua descargada sea la mínima necesaria para apagar el fuego.

Los sistemas basados en el gas halon, aunque tienen un gran número de partidarios, son caros, su mantenimiento es complicado y entrañan ciertos riesgos para las personas.

Por último, los sistemas de dióxido de carbono (CO₂), aunque muy eficientes en la sofocación del fuego tienen el inconveniente de resultar peligrosos para los humanos.

Desastres naturales

El museo debe elaborar un plan especial de emergencia para proteger y evacuar sus fondos en caso de que ocurra algún desastre natural o social (por ejemplo un bombardeo aéreo). Este debe incluir todos los tipos de desastres que se producen en la zona; una valoración de sus posibles efectos en los fondos y qué colecciones u objetos tienen prioridad para ser salvaguardados (Ballard, 1992: 11-14). La categorización de las colecciones, basada en el valor que tienen sus piezas, puede ser de gran ayuda para establecer estas prioridades.

Este plan no podrá ser operativo si no existe un plan de seguridad que abarque todo el museo, y cuya normativa se cumpla estrictamente.

Prevención de accidentes causados por una manipulación incorrecta

La primera causa del deterioro de los objetos almacenados es una manipulación incorrecta por el personal del museo o los investigadores (Howie, 1987). La incidencia de este riesgo sólo puede ser disminuida si garantizamos que las normas elementales de manipulación (capítulo 4) son conocidas, formalmente aceptadas y rigurosamente cumplidas por todos los que trabajen con las colecciones, tanto se trate de personal del museo como de visitantes ocasionales.

Mantenimiento

Es imprescindible un buen mantenimiento para lograr que el nivel de conservación y seguridad sea el óptimo. Este mantenimiento abarcaría la limpieza, las reparaciones estructurales (por ejemplo el pintado de las paredes), la monitorización de los parámetros ambientales (temperatura, humedad relativa y radiación UV), y la revisión rutinaria de las unidades de almacenamiento, equipos (carros, deshumidificadores, termohigrógrafos) e instalaciones (detectores, alarmas, extintores).

Las rutinas de inspección proyectadas para prevenir ataques biológicos también deberían incluirse en las rutinas normales de mantenimiento, sobre todo en aquellos almacenes que albergan grandes colecciones de materiales orgánicos. Lo primordial para impedir la propagación de microorganismos e insectos es mantener una buena higiene, y controlar la temperatura y la humedad relativa (Pinniger, 1989). Un ambiente cálido, húmedo y sucio propicia el crecimiento de mohos y la proliferación de insectos. Por el contrario, un ambiente fresco, seco y estable lo dificulta.

Limpieza del almacén

El nuevo almacén y sus sistemas de almacenamiento deben limpiarse concienzudamente antes de trasladar los fondos. También es aconsejable realizar una desinfección contra los insectos, roedores u otros pequeños mamíferos habituales en esa zona. Esta debe llevarse a cabo antes de la ocupación del almacén, para dejarlo airear al menos un par de días y evitar que alguno de los productos usados pueda contaminar o manchar algún objeto.

Tras este saneamiento inicial se establecerá una rutina de limpieza de suelos y superficies libres (estanterías, techos de armarios, exterior de archivadores), cuya periodicidad dependerá de las características del almacén. Es recomendable que ésta tenga lugar, como mínimo, una vez al mes. En el caso de almacenes aclimatados o que ocupen una gran extensión, esta periodicidad podría alargarse.

Reparaciones estructurales y revisión de las unidades de almacenamiento, equipos e instalaciones

El conservador o técnico responsable del almacén debería llevar un registro de las reparaciones y revisiones de los sistemas de almacenamiento, equipos e instalaciones, tanto si se realizan por el personal de mantenimiento del museo como por una empresa contratada al efecto. En este registro se asentarían los siguientes datos:

- cuando se trate de reparaciones estructurales: el tipo de reparación efectuada, los materiales empleados, fecha, empresa o cualquier otra observación que se considere importante;
- cuando se trate de la revisión de los sistemas de almacenamiento y equipos: fecha en que se efectuó, problemas encontrados y soluciones aplicadas;
- cuando se trate de la revisión de la instalación eléctrica: fecha en que se efectuó, fallos encontrados, reposición de lámparas y fechas previstas para cambiarlas antes de que se fundan;
- cuando se trate de las instalaciones de seguridad bastará con registrar la fecha en que se realiza la inspección, el nombre de la compañía y adjuntar un informe de la misma.

El conservador o técnico responsable del almacén es también quien debe supervisar la realización de las rutinas de mantenimiento con la periodicidad y cobertura acordada, y, si no se cumplen, deberá notificarlo a la dirección del museo.

Mantenimiento de los sistemas de control ambiental

La manipulación de los instrumentos de medición y control ambiental tiene que ser responsabilidad del conservador o técnico a cargo de los fondos almacenados, porque de su buen funcionamiento depende que consigamos mantener unas condiciones ambientales estables. Estos pueden ocuparse de cambiar los gráficos, calibrar los aparatos, imprimir o almacenar los datos registrados, cambiar las pilas, así como de ordenar y supervisar cualquier reparación. Todas estas actividades serán registradas.

Prevención de ataques biológicos

La prevención, el control y la erradicación de microorganismos e insectos es tratada en profundidad en el Capítulo 3. Aquí nos limitaremos a comentar las principales medidas que deben tomarse para prevenir los ataques biológicos en el almacén.

Lo más importante es mantenerlo en unas condiciones de limpieza perfectas. El polvo y la basura, aparte de retener humedad, sirven de alimento y cobijo a muchos insectos por lo que forman un medio idóneo para su desarrollo. También es importante limpiar las áreas circundantes (vestíbulos, corredores de acceso), para evitar que el polvo se cuele en el almacén cada vez que abra sus puertas.

Las puertas y ventanas hacia el exterior sin una función concreta (vías de acceso, salidas de emergencia o ventilación) deben sellarse.

La entrada al almacén de alimentos, plantas, objetos contaminados o sospechosos de estarlo, o cualquier otro posible foco de contaminación tiene que estar prohibida. Así mismo, al emplazarlo, hemos de procurar que esté lo más alejado posible de focos de contaminación, como jardines, restaurantes, zonas de recreo o, tejados y terrazas.⁴

La humedad relativa debe mantenerse estable y por debajo del 60% a lo largo de todo el año. Una humedad relativa superior propicia la propagación de mohos, hongos, levaduras y la mayoría de los insectos peligrosos para las colecciones.

El almacén debe estar diseñado para permitir una correcta circulación del aire, ya sea por ventilación natural o forzada. Así se evita la formación de focos de aire estancado, donde se acumulan la humedad y el polvo, que son caldo de cultivo para microorganismos e insectos.

Una buena ventilación no siempre es contraria a las medidas de aislamiento arriba comentadas, ya que el volumen de aire que hagamos circular no tiene por qué provenir directamente del exterior. Lo importante es que éste tenga una concentración de polvo o contaminantes gaseosos reducida.

Las colecciones u objetos recién adquiridos o en depósito nunca deben pasar al almacén sin antes haber sido cuidadosamente inspeccionados para comprobar si están infestados. Si encontramos alguna evidencia, se aislarán y tratarán de inmediato. Si sólo tenemos la sospecha de que estén infestados, los mantendremos en cuarentena hasta estar seguros o los trataremos de forma preventiva.

Cuando el museo disponga de una cámara de fumigación o de cualquier otro sistema de erradicación, conviene que consideremos, como medida preventiva, tratar todos los materiales orgánicos que vayan a entrar en el almacén. Las inspecciones, cuarentena y tratamientos deben realizarse fuera del área de almacenamiento.

Por último, es importante elaborar un plan de prevención de ataques biológicos que recoja cómo y con qué frecuencia se realizarán las inspecciones, las medidas preventivas mencionadas y qué hacer en

caso de infestación.

Sistemas de almacenamiento

La selección de uno u otro tipo de sistema de almacenamiento viene determinada, como dijimos, por la naturaleza de los fondos, las actividades del museo y el presupuesto disponible; pero existen también otros factores a considerar, tales como su flexibilidad, accesibilidad, componentes y seguridad (Verner, 1979). Veamos cada uno:

■ *Flexibilidad.*

Sean manufacturadas o de construcción propia, los sistemas de almacenamiento deben ser lo suficiente flexibles para permitir, con unas simples modificaciones o ajustes, su adaptación a cualquier cambio que se produzca en el almacén.

■ *Accesibilidad.*

El acceso a los sistemas de almacenamiento, para colocar o retirar objetos, tiene que ser cómodo y seguro, no sólo para el personal sino también para los fondos.

■ *Componentes.*

Los materiales usados en la construcción de los sistemas de almacenamiento deben ser químicamente inertes, durables y resistentes al fuego y la humedad (Padfield, 1982 :24-27). El metal se corroe con facilidad en ambientes húmedos. Nó obstante, en la actualidad se está usando el acero galvanizado, los metales lacados y el aluminio en la fabricación de estanterías, armarios y archivadores, porque resisten muy bien la humedad y no emiten ácidos orgánicos. Esto los hace preferibles a los sistemas de madera.

La madera ha sido durante mucho tiempo el material más usado en la construcción de las unidades de almacenamiento. Sin embargo, puede emitir compuestos carbonílicos o ácidos orgánicos que son muy nocivos para los metales, conchas o papel. Por tanto, antes de usarla es necesario asegurarnos de que está bien curada y de pintarla o forrarla con materiales que actúen como barreras de esta emisión (Miles, 1986:114-24).

■ *Seguridad.*

Todos los sistemas de almacenamiento tienen que cumplir tres requisitos para garantizar la seguridad de los fondos:

- estar elevados algunos centímetros sobre el nivel del suelo para evitar verse afectados por una inundación;
- tener un centro de gravedad estable o, lo que es lo mismo, permanecer bien firmes sobre el suelo;
- estar contruidos con materiales no inflamables y resistentes al agua;

Hay muchos tipos de sistemas de almacenamiento, pero todos ellos no son más que variaciones o adaptaciones de los siguientes:

Estanterías

Su uso está muy extendido debido a que tienen una gran capacidad de carga, son fáciles de instalar, requieren poco espacio y su estructura puede adaptarse a distintas necesidades [Fig. 5.1 y 5.2].

Las estanterías de acero galvanizado o lacado son las más recomendables, porque este material es inerte, poco sensible a los cambios de humedad, resistente a la corrosión y a los efectos del agua y el

fuego. Por el contrario, las estanterías de madera pueden emitir compuestos corrosivos para muchos objetos, se dilatan o contraen con los cambios de humedad, tienen una capacidad de carga menor y pueden ser fácilmente destruidas por el agua, el fuego o los insectos xilófagos. En muchos museos se ha optado por combinar ángulos y escuadras de metal con estantes de novopan para abaratar los costes. Tanto unas como otras pueden instalarse en suelos sin una capacidad de carga elevada, en torno a los 70 K/0.95 m².

Su principal ventaja es que permiten un acceso rápido, cómodo y sencillo a los objetos almacenados. Basta con una simple ojeada a la estantería correspondiente para localizar la pieza buscada. Esto resulta especialmente importante para aquellos museos sin un catálogo completo o informatizado de sus fondos, porque facilita la labor del conservador o técnico a cargo de estas tareas. Si conocemos el número de identificación de la pieza buscada, su aspecto aproximado (cerámica, cesto, útil de piedra) y la sección del almacén correspondiente (cerámica precolombina, cerámica norteafricana, arqueología de Gran Canaria), podemos eludir la tarea a veces ingrata de indagar su localización exacta entre los ficheros del registro e ir directamente a indagar en los estantes.

Las estanterías presentan una importante desventaja: los objetos colocados directamente en los estantes se encuentran desprotegidos del polvo, vibraciones, y humedad relativa fluctuante. Pero esto puede solucionarse guardando los objetos en cajas y controlando los niveles ambientales.

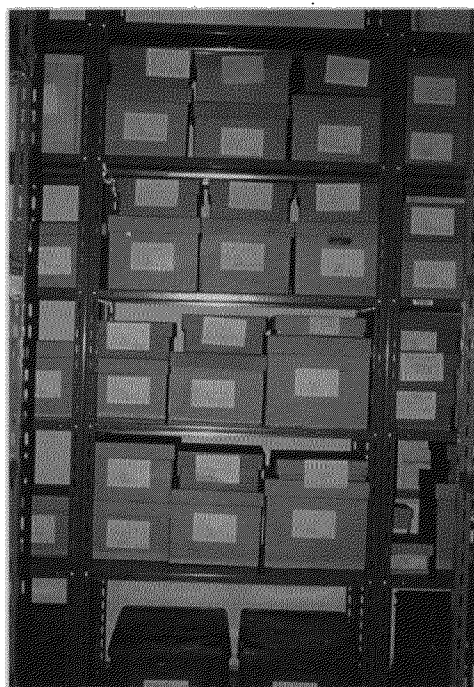


Figura 5.1. Estantería ranurar metálica instalada en el almacén del Museo Arqueológico de Tenerife



Figura 5.2. Estantería tipo mini-rack instalada en el almacén del Museo de Antropología de Tenerife.

Archivadores.

Hay muchos modelos de archivadores comercializados, cuyas características y precio varían en función del material con que están fabricados (metal, plástico laminado, madera lacada), sus dimensiones, tamaño y número de cajones [Fig. 5.3]. En cualquier caso son siempre preferibles a los de construcción propia, porque están elaborados con materiales más resistentes y sus sistemas de cierre son mejores.

El uso de archivadores de madera debe evitarse, por las mismas razones expuestas para las estanterías. Además, sus cajones nunca llegan a ser tan herméticos, ni a deslizarse tan suavemente como en los de plástico o metal, debido a los movimientos estacionales de dilatación contracción de las maderas.

Los archivadores de fabricación propia presentan, sin embargo, una importante ventaja que debe-

mos valorar, y es que su forma y dimensiones pueden ajustarse a las necesidades de las colecciones y del almacén.

Cuando queramos conseguir un aislamiento mayor, como por ejemplo en el caso de colecciones entomológicas, botánicas o etnográficas, es aconsejable usar archivadores con puertas frontales, y un pequeño espacio extra en el fondo para colocar insecticidas o sustancias buffering.



Figura 5.3. Archivador de mapas del Museo de Historia.



Figura 5.4. Armario de la colección de indumentaria del Museo de Antropología de Tenerife.

Armarios

Es un sistema idóneo para almacenar colecciones que unan a su gran diversidad de formas y tamaños, unos requerimientos ambientales y de seguridad muy estrictos, como es el caso de las indumentarias. Su principal inconveniente, sin embargo, es la cantidad de espacio que ocupan.

Su interior puede organizarse de varias maneras, según combinemos tres de sus componentes básicos: las barras de colgar, los cajones y los anaqueles. Así, podemos tener armarios con una barra en su parte superior para colgar y una serie de cajones en la inferior; con sólo dos barras para colgar a distintos niveles; con anaqueles en su parte superior y cajones en la inferior, o sólo con anaqueles. [Fig. 5.4].

También son preferibles los armarios comercializados a los de fabricación propia, aunque estos últimos presentan la gran ventaja de adaptarse mejor a las características de nuestros fondos y al espacio disponible.

Sistemas deslizantes

Consisten en una serie de paneles verticales introducidos en raíles individuales emplazados en el suelo, en el techo o en ambos, y alineados paralelamente. Estos paneles pueden ser muy variados en cuanto a su forma, grosor y materiales de construcción. Así, tenemos los enrejados metálicos usados para almacenar cuadros; las barras de suspensión para cortinas, alfombras y tapices o las planchas de fibra de madera perforada para objetos etnográficos. El acceso a cada panel es individual, de forma que cuando necesitemos un objeto dado sólo tenemos que tirar hacia fuera del panel donde se encuentra.

Los sistemas deslizante permiten ahorrar espacio dentro del almacén, pero tienen la desventaja de exigirle unas dimensiones y conformación determinadas para admitir la instalación de los raíles sin que

obstaculicen el paso o tropiecen con otros sistemas. Además su buen funcionamiento depende de un correcto mantenimiento, sobre todo del engrase de los raíles.

Sistemas móviles de alta densidad (compactos)

Consisten en una serie de unidades de almacenamiento (estanterías, archivadores, armarios) dispuestos sobre dos raíles paralelos, de forma que, cuando el sistema está cerrado, todas las unidades forman un cuerpo único y, cuando está abierto, éstas se separan lo suficiente para permitir el acceso a su interior.

Los compactos que pueden adquirirse en el mercado suelen ser mejores que los de construcción propia, no sólo porque están fabricados con materiales inertes, ligeros y muy resistentes, sino porque su interior queda hermético, una vez cerradas todas las unidades. La apertura o cierre de las unidades se realiza mediante un dispositivo hidráulico o eléctrico. Frente a las importantes ventajas de ahorrar espacio y una alta seguridad, tienen el inconveniente de su elevado precio. Además, no pueden ser instalados en espacios con una capacidad de carga pequeña. La media requerida está en torno a los 70 kg/ 0,95 m², pero muchos necesitan capacidades mayores, de hasta 120-140 kg / 0,95 m². Esto relega su instalación a sótanos o plantas bajas. Otras desventajas son su total dependencia del buen funcionamiento del sistema de cierre (si éste falla no podremos acceder al interior hasta solucionar el problema) y su indefensión frente a un anegamiento.

También podemos optar por construirlos a medida para que se adapten mejor al almacén y a las características de nuestra colección. Estos compactos se manejan manualmente o mediante un motor eléctrico. En el primer caso tienen que tener unas dimensiones y peso determinados, entre 2,4 a 3,7 m de longitud y 1,4 a 4,5 toneladas, porque de lo contrario nos será muy difícil manipular sus unidades. En este caso, a las desventajas ya comentadas se une una mayor lentitud en el acceso a su interior y la producción de más vibraciones.

Las unidades de un compacto pueden aceptar las mismas variaciones comentadas para los armarios: combinaciones de anaqueles, cajones y barras.

Soportes giratorios

Es el sistema que se usa para almacenar tejidos de grandes dimensiones, como alfombras, tapices y cortinas. Consiste en un número determinado de tubos de cartón de pH neutro u otro material químicamente inerte, dispuestos en serie, ya sea en el interior de un armario, en un compacto o fijados a la pared. Cada tubo reposa, por ambos extremos, sobre un soporte que le permite girar.

Este sistema ahorra mucho espacio, siendo, además, muy seguro para las piezas, pues elimina las tensiones que se producirían si éstas se colgasen.

Gestión del almacén

En este apartado sólo comentaremos algunos aspectos de la gestión de un almacén relacionados con las cuestiones tratadas en este capítulo.

El responsable máximo del almacén debería mantener reuniones periódicas con el resto del personal que tenga competencias en este departamento (restaurador, encargado de mantenimiento, jefe de seguridad) para comprobar que las directrices establecidas se cumplen, discutir los cambios pertinentes y coordinar las actividades rutinarias desarrolladas. Una cooperación estrecha del personal es esencial para lograr un almacenamiento óptimo.

Así mismo, en los almacenes separados del edificio principal del museo o mal conectados, convendría delimitar una pequeña zona para archivar información relacionada con su gestión: un fichero con la localización de las piezas, rutinas de mantenimiento, datos ambientales o reglamentos de seguridad. En la actualidad la informática permite guardar esa información en una base de datos y tener acceso a la misma tecleando el código pertinente desde la terminal de ordenador instalada en el almacén. Esto evitaría la duplicación de archivos tan frecuente, la dispersión de la información entre los distintos departamentos y largas discusiones sobre dónde debe estar ubicada esta información y quiénes deben ser sus custodios.

El almacén visible

En los años setenta se empezó a debatir en los museos norteamericanos distintos mecanismos para hacer más accesibles sus fondos al gran público, ya que la mayor parte de ellos se encontraban almacenados y sólo podían ser consultados por investigadores acreditados y algunos grupos de estudiantes. La respuesta a esta tendencia aperturista fue la creación de los almacenes visitables. Este tipo de almacén une dos funciones que la museología había considerado desde siempre independientes: la exposición y el almacenamiento (Thistle, 1990 :49-62). Las colecciones son así presentadas masivamente siguiendo una colocación, que no atiende a criterios estéticos o conceptuales sino de ordenación ⁵. Cada objeto es identificado por un número de referencia, normalmente su número de registro, que permite al visitante que lo desee tener acceso a más información en el catálogo proporcionado. Estos catálogos suelen estar informatizados para hacer la consulta más rápida.

No entraremos aquí a discutir si los almacenes visitables han respondido a los objetivos perseguidos con su creación, sino que nos centraremos en sus problemas de conservación y en las medidas que se pueden adoptar para subsanarlos.

Un almacén visible entraña, por regla general, más riesgos para las colecciones que el almacén tradicional. Los objetos se ven expuestos a unos niveles de iluminación más altos, para permitir una correcta visualización de los detalles, y durante un mayor número de horas. La temperatura también es más elevada debido a la intensificación de los niveles de luz y a la afluencia de visitantes. La higiene es más difícil de mantener, pues los visitantes acarrean polvo y otros contaminantes.

Los objetos se ven sometidos con mayor frecuencia a vibraciones violentas a causa del trato descuidado de los sistemas de almacenamiento. Por último, las medidas de seguridad tienen que incrementarse hasta casi los mismos niveles que en las salas de exposición.

En cuanto a las medidas que pueden tomarse para evitar estos riesgos, la primera y más importante es tener sólo objetos de estructura sana y que no precisen unas condiciones ambientales específicas. Aunque aumentemos los dispositivos para controlar las vibraciones y manipulaciones no autorizadas, no podremos evitar que se produzcan en mayor medida que en un almacén tradicional, y que los objetos frágiles se vean afectados.

Crear condiciones de temperatura y de humedad relativa especiales para determinados objetos, o mantener sus niveles en unos márgenes de variación estrechos, sin sacrificar su visualización, resulta una labor compleja y costosa. Las vitrinas del almacén visible tienen más volumen que las de las salas de exposición, pues su finalidad es la de acomodar el mayor número posible de objetos en el menor espacio. Su aclimatación, por cualquiera de los mecanismos ya explicados, suele resultar muy cara cuando no inviable. La aclimatación del almacén eliminaría este problema, pero esta solución no está siempre al alcance de los museos pequeños.

Otra medida factible sería activar la iluminación sólo cuando entren los visitantes. Además cuidaremos de disminuir la intensidad lumínica, evitaremos las luces directas sobre los objetos y colocaremos filtros contra la radiación UV allí donde haga falta. Las luces nunca deben instalarse en el interior de las vitrinas o de cualquier otro sistema de almacenamiento usado, porque contribuirían a caldear el ambiente.

Cualquiera que sea el sistema de almacenamiento que elijamos, debería cumplir con unos requisitos de seguridad superiores a los exigidos para el almacén tradicional: mayor estabilidad, resistencia al agua, a los fuegos y los ataques vandálicos, y un acceso menos directo. Las vitrinas con un espacio interior compartido en estantes son muy apropiadas, porque protegen las piezas del polvo y las manipulaciones indeseadas, al mismo tiempo que siguen facilitando un acceso rápido y cómodo al personal del museo.

Cuando usemos cajones u otras unidades móviles deberemos sujetar con firmeza las piezas a su base para evitar los deslizamientos, golpes y sacudidas. El método de sujeción más difundido es el de nidos, pequeños receptáculos realizados con gomaespuma de alta densidad con la forma de las piezas.

El almacén del Museo Arqueológico de Tenerife. Un caso práctico de planificación de un almacén

En 1995 el Cabildo Insular de Tenerife ordenó al Organismo Autónomo de Museos desalojar con urgencia los fondos que aún se encontraban en las dependencias que ocupaba el antiguo Museo

Arqueológico, para ampliar sus oficinas. Las obras de restauración de la nueva sede del museo, en el antiguo Hospital Civil de Santa Cruz, no estaban concluidas por entonces. Hubo de adoptarse, pues, una solución de emergencia; ésta consistió en acondicionar un almacén temporal en la parte del edificio cuya restauración sería acometida en una tercera y última fase.

Se eligió la tercera planta del ala central. Un espacio rectangular de 390 m³, con una capacidad de carga entre 2-5 kn/m², una altura útil de 3,71 m y dividido en tres habitaciones: una amplia rectangular en la entrada y dos pequeñas al fondo.

En principio, esta planta no presentaba las condiciones más idóneas para servir de almacén, pues se trataba de un ático con numerosas ventanas y un acceso a través de una escalera amplia pero sin ascensor. Sin embargo, se encontraba aislada de las otras áreas del museo y su interior apenas requería obras de acondicionamiento, lo cual suponía una gran ventaja respecto a otras salas mejor situadas. Las limitaciones de espacio, tiempo y dinero fueron las que determinaron su elección.

Las obras de adecuación se limitaron al sellado con silicona de las contraventanas, para evitar la entrada de polvo y de la luz natural, y a retirar el cableado de la antigua instalación telefónica, eléctrica e informática. Esta planta se había destinado antes a oficinas administrativas.

El suelo y las paredes estaban en perfecto estado, por lo que no necesitaron de ninguna reparación.

Se conservó la iluminación anterior, tres hileras de plafones fluorescentes dispuestas paralelamente a lo largo del techo, y se intentó que estos plafones coincidieran con los tres pasillos de acceso entre las estanterías; era la forma de evitar que la luz incidiera directamente en los objetos. Como medida preventiva adicional se rehuyó colocar objetos y embalajes en los últimos estantes. Al encontrarse los fluorescentes protegidos por un grueso cristal esmerilado y no incidir su luz directamente en las estanterías, se consideró innecesaria la instalación de filtros UV. Además, el almacén se mantiene a oscuras todo el tiempo, salvo cuando se va a buscar o guardar algún objeto.

Las tres hileras de lámparas se encienden individualmente desde un panel de control situado en el interior, junto a la puerta de entrada. Esta ubicación contraviene las normas de seguridad más básicas, pero su traslado al exterior implicaba obras consideradas inviables, dada la provisionalidad de esta ubicación.

El control ambiental del almacén se basa en un acceso restringido y en la exclusión de toda actividad que no esté relacionada con el almacenamiento. La temperatura y la humedad relativa se registran de forma continua por dos termohigrógrafos programados mensualmente. Además, se dispone de un deshumidificador para hacer frente a períodos de humedad relativa superiores al 60%. Hasta el momento, la humedad relativa registrada muestra un comportamiento muy estable, con oscilaciones diarias que rara vez sobrepasan el 3% y una media en torno al 55%-60%, según las estaciones. La temperatura también es muy estable, con oscilaciones diarias en torno a 1 °C, aunque es algo cálida en verano donde pueden alcanzarse 27 °C ó 28 °C. La estabilidad observada, junto a la ausencia de ataques biológicos, nos permite concluir que las medidas de control ambiental adoptadas son suficientes.

La seguridad en el almacén se apoya en un seguimiento estricto de las normas básicas comentadas en este capítulo. También se dispone de dos extintores de polvo químico situados uno en la entrada y el otro en la pequeña sala que alberga la colección de restos orgánicos (momias, esteras, pieles). No obstante, éste es uno de los aspectos del nuevo almacén que necesitará un mayor estudio y desarrollo.

El almacén y el recibidor de acceso se limpian una vez al mes bajo la supervisión del conservador responsable.

El sistema de almacenamiento seleccionado fue el de estanterías metálicas, por su precio bajo, respecto a otros sistemas, resistencia, estabilidad y, sobre todo, flexibilidad para adaptarse a cualquier espacio. Nuestro propósito era que estas estanterías pudiesen ser reutilizadas en el futuro almacén o en cualquier otra área del museo. Así mismo, al no disponer de los recursos y equipamiento necesarios para ejercer un control ambiental más preciso, se tomó la decisión de no colocar los objetos directamente en los estantes. Estos se introducirían antes en cajas o bolsas para protegerlos del polvo y otros contaminantes.

Con esta finalidad se adquirieron varios modelos de cajas de cartón libre de ácido, cubetas plásticas y bolsas de polietileno con cierre hermético [Tab. 5.1].

Las medidas estándares de estas cajas no se adaptaban bien a las dimensiones y forma de muchas piezas, por lo que se decidió confeccionarles cajas a medida con láminas de cartón coarugado libre de ácido. Entre las piezas a las que se construyó un embalaje específico estaban:

CAJAS MANUFACTURADAS								
Modelo	Dimensiones (cm.)			Características				Accesorios
	ancho	largo	alto	fondodoble	laterales dobles	tapa	esquinas reforzadas	
Artifact storage	13,9	19,5	3,8			X	X	Bandejasde 6 compar- timentos de 14,6 x 12 x 6,3
Flat storage	26	30,4	12,7			X		
Artifact cartoon	30,4	38	25,4	X	X	X		
Flat short-lid sto- rage	29,2	44,45	8,8			X	X	
Newspaper stora- ge	38	55,8	5			X	X	
CUBETAS PLÁSTICAS CON TAPA								
ancho(cm)			largo(cm)			alto(cm)		
40			48			30		
38			55			17		
40			59			32,5		
39			60			24		

Tabla 5.1. Cajas manufacturadas de cartón libre de ácido, fabricadas por University Press para archivos y museos; y cubetas plásticas manufacturadas para la industria alimentaria.

La colección de vasijas cerámicas aborígenes

Empleamos cajas manufacturadas de distintos modelos y de elaboración propia. Estas últimas se construyeron en tres tamaños estándar: pequeño, mediano y grande, según las dimensiones medias de las vasijas [Tab. 5.2]. El interior se acolchó con distintos materiales de amortiguación con el fin de poderlas utilizar también en traslados internos y en el ámbito insular (García Morales, 1996: 51-58). Cada caja podía albergar una o dos piezas, rara vez tres, aisladas entre sí por almohadillas de papel tisú libre de ácido o de polietileno relleno de bolitas de polietileno, poliestireno o polipropileno [Fig. 5.6]. Aunque la decisión de colocar más de una vasija por caja aumentaba el riesgo de que colisionasen entre ellas, produciéndose arañazos y roturas, éramos conscientes de que reducía el gasto de los embalajes. Esto último, unido a la poca movilidad de esta colección, nos animó a intentarlo. Los resultados, hasta ahora, han sido positivos.

Las vasijas con una altura superior a los cuarenta y cinco centímetros se embalaron en cubetas plásticas acolchadas con los mismos sistemas que en las cajas. Por último, se hicieron cajas individuales para aquellas piezas con una forma, peso o dimensiones especiales.

La colección de bioantropología

Los cráneos humanos se embalaron aislados, en cajas de cartón con tapa y una ventana para poder identificar rápidamente su contenido. En su fabricación se usó cartón coarrugado, de pared simple y libre de ácido, un copolímero de etil metacrilato como adhesivo y una lámina de poliéster 100% para la ventana [Fig. 5.6].

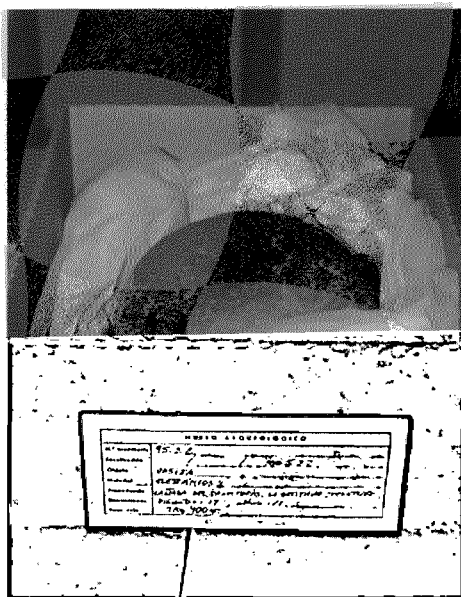


Fig. 5.5. Embalaje de cerámica



Fig. 5.6. Embalaje de la colección de cráneos

CAJAS CONFECCIONADAS EN EL MUSEO								
Colección	Dimensiones (cm.)			Características				Accesorios
	ancho	largo	alto	fondo doble	lados dobles	con tapa	refuerzos	
vasijas cerámicas	34,5	28,5	21	X		X		
vasijas cerámicas	42	32,2	27	X		X		
vasijas cerámicas	44	36,5	31	X		X		
vasijas cerámicas	-	-	50	X		X	X	interior forrado de gomaespuma de polietileno
cráneos	9	12,5	16,5			X		ventana de melinex en el frontal
mandíbulas	48,5	49,3	53,2	X		X		5 bandejas con asas

Tabla 5.2. Dimensiones y características de las cajas confeccionadas con cartón coarrugado libre de ácido y pared simple.

Para la colección de mandíbulas se elaboró también un embalaje especial, consistente en cajas de cartón coarrugado, de pared simple y libre de ácido, con fondo reforzado, tapa y capacidad suficiente para albergar cinco bandejas. Las bandejas se hicieron con un material plástico basado en un copolímero de polietileno y polipropileno, y se ensamblaron con tornillos inoxidables, de los usados en encuadernación. Para poderlas manipular con facilidad se les acopló asas con cinta de algodón. El interior de cada bandeja se compartimentó con tiras de gomaespuma de polietileno expandido, con el propósito de encajar las mandíbulas y prevenir que se desplazasen y chocasen entre sí. Cada compartimento venía identificado por el número de registro de la pieza, en un lugar bien visible, para evitar así su manipulación excesiva al localizar una mandíbula dada [Fig. 5.7].

Objetos de metal

Se elaboraron cajas a medida, con cartón coarrugado o plástico, en función de las características

de cada objeto. El interior se acondicionó con gel de sílice, a fin de mantener unas condiciones secas y estables. Este se dispuso en el fondo, en bolsas de polietileno con cierre hermético, a las que se había hecho antes varias perforaciones para permitir la circulación del aire. Se colocó sobre las bolsas una lámina de gomaespuma de polietileno expandido, como separador, para impedir que el gel pudiera entrar en contacto con la pieza. Para controlar la humedad relativa se introdujeron tiras indicadoras en cada caja.

Colección de pequeños objetos de hueso y cuerno.

Todos los objetos de esta colección se embalaron en cajas de manufactura propia, cuyo interior se había acondicionado con gomaespuma de polietileno expandido (Schlichting, 1994), aplicando la técnica de embalaje con plantilla (capítulo 4). Los apuntados de hueso y los de cuerno se dispusieron directamente en sus nidos, mientras que las cuentas se fijaron con cintas de algodón 100% a la plantilla [Fig. 5.8].

Todos los embalajes empleados en el almacenamiento están resultando también muy útiles en los traslados internos y en los externos (véase capítulo 4).

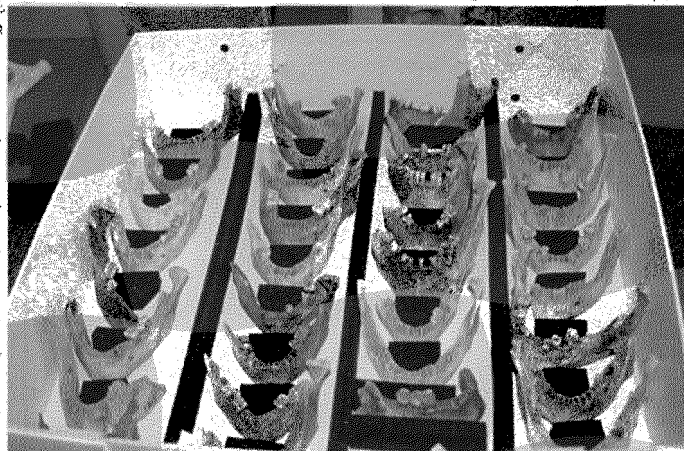


Fig. 5.7. Embalaje de la colección de mandíbulas.



Fig. 5.8. Embalaje de la colección de apuntados de hueso.

LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN LAS SALAS DE EXPOSICIÓN

Las colecciones expuestas al público, aunque protegidas por los cristales de las vitrinas u otros sistemas expositivos, no están a salvo de la acción de los agentes ambientales, los ataques biológicos, el robo, el comportamiento imprudente de algunos visitantes o del peligro de incendio u otros desastres. Por el contrario, corren un mayor riesgo de deteriorarse que en el almacén u otras áreas del museo. El acceso a las salas de exposición sólo está limitado por el horario de visita y el precio de la entrada, lo que hace que la prevención y el control de los factores arriba citados sea más complejo. La implantación de medidas de conservación preventiva en las salas de exposición rara vez cubre las necesidades de los objetos que se exhiben.

Estas medidas deben establecerse antes del montaje de la exposición, durante su fase de desarrollo, y sea temporal o permanente, porque sólo así se podrá lograr un consenso entre los recursos disponibles, los requerimientos ambientales de los fondos y el diseño. En muchas ocasiones, sin embargo, tendremos que enfrentarnos a la obligación de diseñar un plan de conservación preventiva para una exposición ya montada, cuyas vitrinas, iluminación, recorrido, apenas puedan ser modificados. Sea previa o simultánea al montaje expositivo, la elaboración de un plan de actuación detallado resulta imprescindible.

El tipo de mantenimiento que debe llevarse a cabo durante todo el tiempo que dure la exposición, así como los medios necesarios, deben discutirse también en la fase de desarrollo. No sirve de nada instalar, por ejemplo, un sofisticado sistema de aire acondicionado si después no somos capaces de garantizar su buen funcionamiento.

Planificación de la conservación preventiva

El conservador o técnico responsable de los fondos que se van a exponer debe redactar un plan de conservación preventiva donde se recoja información detallada sobre los siguientes aspectos:

- La naturaleza de las piezas seleccionadas, con especial referencia a su estado de conservación y requerimientos ambientales (niveles de humedad relativa, temperatura, iluminación). El estado de conservación puede obtenerse de los estudios o informes actualizados realizados en el museo (véase capítulo 1) o de un examen visual. Este último es preferible, sobre todo cuando se trate de exposiciones organizadas fuera del museo que impliquen unos traslados largos o itinerantes, porque recoge el estado de las piezas justo antes de ser sometidas a los preparativos para su exhibición.
- El grado de preparación y restauración que necesitan. Aquí es conveniente incluir una somera descripción de los tratamientos, productos y equipo que se consideran necesarios, así como una estimación de su precio y del número final de horas de trabajo. Esto permitirá destinar una partida, dentro del presupuesto general, para los gastos de restauración y evitará las frecuentes sorpresas de última hora, como comprobar que los objetos seleccionados no están en condiciones de ser exhibidos o no hay dinero para su restauración. También debe precisarse qué piezas necesitan de un soporte o montaje especial para ser expuestas.
- Las condiciones ambientales imperantes en las salas de exposición. Si no se dispone de datos es aconsejable registrar, al menos, los niveles de temperatura y humedad relativa durante seis meses, antes de que se inaugure la exposición (capítulo 2). Esta información debería también exigirse en las solicitudes de préstamo, porque resulta imprescindible para decidir sobre su resolución. Así mismo es importante conocer las condiciones ambientales a las que han estado sometidos durante los últimos años las colecciones que vamos a exponer. La comparación de ambos tipos de condiciones ambientales permitirá establecer unos niveles ambientales, adecuados para los objetos que se van a exponer y mantenerlos el 90% del tiempo.
- Los sistemas de control ambiental más apropiados, que estarán en función de las características de los objetos, de las salas, del diseño y el presupuesto disponible. En este apartado es importante señalar a qué nivel expositivo van a aplicarse estos sistemas, si en todo el edificio, en las salas de exposición o sólo en las vitrinas. Lo ideal es coordinar la aplicación de medidas específicas para cada uno de estos tres niveles. También debe especificarse cómo se realizará el mantenimiento de estos sistemas de control ambiental durante el tiempo que dure la exposición.
- Las condiciones mínimas de las vitrinas, en cuanto a sus materiales, iluminación, accesibilidad y seguridad.

Este plan debe discutirse ampliamente con el coordinador de la exposición y el resto de los técnicos implicados durante la fase de desarrollo, para ajustarlo a los recursos materiales y humanos disponibles. Así mismo, conviene ponerlo en práctica lo antes posible, sin esperar ni siquiera a iniciar la fase siguiente de ejecución, porque así dispondremos de un margen de tiempo para comprobar si las medidas tomadas son efectivas o realizar las modificaciones que convenientes. Es durante este margen cuando se podrán realizar las pruebas de envejecimiento de los materiales de las vitrinas, comprobar que los sistemas de aclimatación funcionan que las salas no presentan problemas de humedades u otros problemas estructurales serios.

Una vez inaugurada la exposición el conservador o técnico responsable de los fondos expuestos debe comprobar que el plan de conservación preventiva elaborado sigue en marcha y que las rutinas de mantenimiento se realizan puntualmente (véase capítulo 3). Así mismo, sería conveniente, tras la clausura, elaborar un informe evaluando los logros de este plan. Este informe podría ser anual cuando se trate de una exhibición de larga duración.

Control de las condiciones ambientales

El mantenimiento de los niveles ambientales establecidos se puede hacer a dos niveles: en las salas o en las vitrinas.

Las salas de exposición

Controlar los niveles de temperatura, humedad relativa y contaminantes en las salas es una tarea bastante compleja por distintas razones (Frost, 1994). La primera es la magnitud del volumen de aire a controlar. Esto implica la instalación de un sistema mecánico de aclimatación con capacidad suficiente para establecer los mismos niveles de temperatura, humedad relativa o de ambos, en todas las salas y sostenerlos, sin variaciones acusadas, durante 24 horas, los 365 días del año (capítulo 2). Entre los sistemas disponibles están los humidificadores, que elevan la humedad relativa, los deshumidificadores, que la disminuyen, o las unidades centralizadas de aclimatación (HVC). Este último es el más eficiente, porque a la vez que humidifica y enfría el aire a la temperatura requerida lo filtra de contaminantes sólidos y gaseosos. Todos comparten dos inconvenientes: su elevado consumo energético, que hace que su mantenimiento resulte oneroso para muchos museos, y el riesgo de provocar bolsas de aire estancado o de microclimas debido a una insuficiente circulación de éste.

La imposibilidad de aislar las salas de exposición de las influencias climáticas externas es otro de los motivos de que controlar el ambiente en las salas sea tan difícil. Su propia finalidad, facilita la circulación de aire entre éstas, otras áreas del museo y el exterior. La afluencia de visitantes también contribuye a variar las condiciones ambientales, por ejemplo a causa del arrastre de polvo y otras partículas contaminantes, que suponen un cierto peligro para algunos objetos y que pueden alterar la humedad relativa; o por un aporte de humedad a través de su temperatura corporal, respiración y transpiración. Todos hemos tenido la experiencia de hallarnos en una exposición repleta de escolares para comprender hasta qué punto puede enrarecerse el ambiente.

No obstante, existen una serie de mecanismos simples que pueden limitar este intercambio de aire, entre ellos, la instalación de puertas dobles, el acceso a las salas a través de vestíbulos o el emplazamiento de la exposición en las salas más alejadas de la calle.

Por último, los requerimientos ambientales de los fondos expuestos pueden ser muy diversos y en absoluto compatibles entre sí. Así, por ejemplo, los objetos de metal necesitan un ambiente seco (inferior al 45%) para prevenir su corrosión, mientras que los orgánicos necesitan un ambiente más húmedo ($55\% \pm 5\%$). En estos casos tendremos que llegar a una solución de compromiso en el establecimiento de los parámetros de temperatura y humedad relativa, o construir vitrinas aclimatadas para aquellos objetos que tengan unos requerimientos específicos.

Si a pesar de la complejidad técnica que presenta la aclimatación de las salas de exposición nos decidimos por este nivel de control, no debemos olvidar que el rendimiento del sistema elegido dependerá de un suministro continuo y regular (sin bajadas de tensión) de energía eléctrica, del mantenimiento periódico de sus componentes y un presupuesto anual fijo para cubrir a su funcionamiento.

Las vitrinas

Para el control ambiental, la aclimatación de las vitrinas se impone a la aclimatación de las salas, ya que la relación coste /eficacia la hacen preferible. Técnicamente también es más sencillo mantener unos parámetros de temperatura y humedad relativa estables dentro de una vitrina que en una sala. Primero, porque el volumen de aire controlado es mucho menor y, segundo, porque el intercambio de aire entre el interior y el exterior de la vitrina puede reducirse al mínimo.

Además, la instalación de vitrinas aclimatadas solventa la necesidad de unos niveles de humedad relativa que satisfagan los requisitos de todos los objetos expuestos.

En general, las vitrinas aclimatadas se diseñan para albergar a un objeto o grupo de objetos con unas exigencias determinadas de conservación y de discurso expositivo. Esto explica la gran variedad existente en la actualidad. No obstante, todas ellas pueden agruparse, atendiendo al tipo de sistema de aclimatación que tienen, en dos categorías: vitrinas con control macroclimático y vitrinas con control microclimático.

La eficiencia de los sistemas de aclimatación puede variar substancialmente con el grado de intercambio de aire que se produzca entre el interior y el exterior de la vitrina. Por eso es conveniente averiguar, antes de decidir qué sistema de aclimatación se adapta mejor a las necesidades del museo, qué grado de intercambio esperamos que se dé en la vieja vitrina reacondicionada o en la que estamos planeando construir. Se pueden distinguir tres tipos de vitrina, en función del grado de intercambio de aire: abiertas, semiherméticas y herméticas (Cassar, 1986).

1. vitrinas abiertas.

El intercambio de aire entre su interior y la sala de exposición es libre. Por tanto, las condiciones de temperatura y humedad relativa de la sala se reflejarán en la vitrina, con una diferencia de tiempo que variará en función de la capacidad que tengan los materiales con que está construida de actuar como buffers, amortiguando las variaciones. Este tipo de vitrina no permite una aclimatación eficiente.

2. vitrinas semiherméticas.

El intercambio de aire entre el interior y el exterior se ha reducido mediante un mejor diseño de las juntas y sistemas de acceso. Este aislamiento facilita la creación de un microclima estable en su interior, si bien no exento de las influencias externas. Este tipo de vitrinas debe construirse con materiales químicamente inertes, es decir, que no emitan vapores ácidos u otras sustancias contaminantes con el paso del tiempo (véase capítulo 2). De lo contrario, al reducirse el grado de intercambio de aire, también se disminuye la posibilidad de que estos contaminantes se dispersen en la atmósfera, en lugar de acumularse sobre los objetos contenidos en la vitrina.

3. Vitrinas herméticas.

El intercambio de aire con el exterior se ha suprimido, permitiendo establecer un microclima independiente de las condiciones externas. Dentro de este tipo hay dos modalidades: vitrinas en las que el volumen de aire interior es renovado periódicamente a través de una vía de acceso que las conecta con el sistema de climatización, y vitrinas en las que este aire nunca se renueva, sólo se hace circular interiormente. En la práctica, no hay vitrinas completamente herméticas porque siempre se producen pequeños intercambios de aire a través de las juntas y poros del material usado en su construcción. Este tipo es el más caro de instalar y de mantener, pero permiten el control más preciso de la temperatura, la humedad relativa, el polvo y de otros contaminantes.

Sistemas de aclimatación

■ Control macroclimático

Este sistema consiste en hacer circular el aire de las salas de exposición a través de una planta de aclimatación, donde es filtrado, humidificado y enfriado hasta los niveles requeridos, antes de ser propul-

sado al interior de las vitrinas. Estas deben diseñarse de forma que su presión-interna sea siempre algo mayor que la exterior para evitar, por un lado, que la circulación del aire tenga otro sentido distinto al comentado (sala@unidad aclimatación@vitrina@sala) y, por otro, que penetren partículas de polvo u otros contaminantes.

Sus principales ventajas son una continua renovación del aire, que elimina los riesgos inherentes a una mala ventilación, y su conexión opcional a varias vitrinas. Esto último no sólo ahorra espacio, tiempo y dinero en la instalación, sino que facilita el mantenimiento de los mismos niveles en cada vitrina.

Aún así, el precio de la instalación y de su posterior mantenimiento es tan elevado, que está fuera del alcance de la mayoría de los museos. Además, el diseño de la vitrinas se puede ver muy condicionado por los imperativos técnicos del funcionamiento del sistema. Sólo puede ser implantado en vitrinas del tipo 2.

Un ejemplo de este tipo de aclimatación se encuentra en las Egyptian Galleries del Metropolitan Museum of Art en New York (Barrette, 199:81-84).

■ *Control microclimático*

Dentro de este sistema podemos distinguir tres tipos, según que el control se realice mediante dispositivos mecánicos, sustancias químicas o atmósferas inertes:

■ *Control microclimático mediante dispositivos mecánicos*

Consiste en mantener el nivel de humedad relativa en el interior de la vitrina mediante un mecanismo de humidificación y deshumidificación independientes o combinados. Normalmente se utilizan humidificadores y deshumidificadores comercializados, pero adaptándolos a las dimensiones de las vitrinas y a las características de la exposición. Es imprescindible que lleven incorporado un humidistato para evitar que se superen los límites establecidos. Además, ahorra energía. Algunos sistemas incorporan también unidades refrigeradoras, porque a temperatura estable es más fácil controlar la humedad relativa. Entre sus ventajas podemos mencionar unos costes de instalación y mantenimiento accesibles, la posibilidad de aclimatar varias vitrinas a la vez, la incorporación de filtros de partículas y un diseño más flexible que el sistema anterior. Su principal inconveniente es que su buen funcionamiento depende de un flujo energético continuo, sin bajadas de tensión ni cortes, y de un mantenimiento regular. Este sistema sólo puede ser utilizado con vitrinas semiherméticas o herméticas. Su uso está bastante generalizado entre los museos ingleses y canadienses (Michalsky 1982:85-88; Newey, 1987).

■ *Control microclimático mediante sustancias buffering*

Los niveles de humedad relativa se mantienen estables mediante la utilización de sustancias buffering como el gel de sílice o las soluciones salinas (véase capítulo 1). Este sistema es el más extendido hasta la fecha, porque a su gran simplicidad técnica une un bajo precio, un mantenimiento mínimo y una total independencia de cualquier fuente de energía (Altieri Sánchez, 1990; Romer, 1985; Astrup, 1987). Además, puede aplicarse a cualquier tipo de vitrina; sólo es necesario dotarlas de un doble fondo extraíble donde colocar la sustancia que vayamos a usar [Fig. 6.1] De esta forma evitamos que entren en contacto con el contenido de la vitrina, y facilitamos su extracción cada vez que deban ser reacondicionadas.

Los principales inconvenientes que presenta este sistema provienen del diseño de la vitrina. A mayor hermeticidad mayor será la eficacia de las sustancias buffering para mantener los niveles deseados. También es conveniente forzar la circulación del aire en el interior, para asegurarnos de que llega a todos los rincones y no se crean microclimas. Esto se soluciona fácilmente con la incorporación de un pequeño ventilador. Otro factor importante en la eficacia del sistema es su correcto mantenimiento. Usemos gel de sílice o una solución salina tendremos que reacondicionarlos cada cierto tiempo. Para ello necesitamos conocer las características del material, la cantidad que precisamos para aclimatar nuestra vitrina, las distintas técnicas de acondicionamiento viables y disponer del equipo básico necesario para hacerlo (véase Apéndice 4).

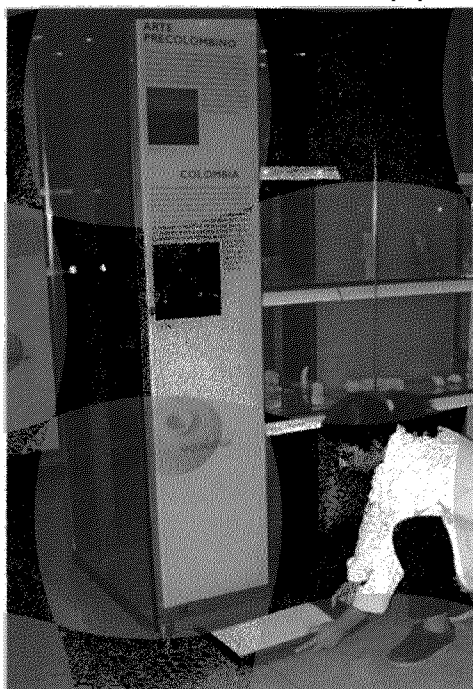


Figura 6.1. Vitrina aclimatada con Art-Sorb.

■ Control microclimático mediante atmósferas inertes

Este método fue desarrollado en 1987 por un grupo de técnicos del Instituto Getty de Conservación como respuesta al reto de cómo exponer materiales orgánicos muy delicados (por ejemplo momias) sin que sufrieran un rápido deterioro o resultara muy costoso.

Se basa en el principio de que sustituyendo el aire de la vitrina por un gas inerte, como el argón o el nitrógeno, reducimos los niveles de oxígeno al mínimo y, por tanto, disminuimos también los procesos de degradación natural de los objetos que contiene (Preusser, 1989). El oxígeno es un importante agente catalizador en casi todas las reacciones químicas que contribuyen al deterioro de los materiales orgánicos e inorgánicos.

Uno de los principales objetivos perseguidos por la Getty con este proyecto era que las vitrinas fueran totalmente autónomas, es decir, que no dependieran de ningún sistema eléctrico o mecánico. Por eso, el volumen de gas se controla mediante unos cojines de presión y un sistema de válvulas que se accionan automáticamente con las variaciones de presión en el exterior. Además, un medidor de la concentración de oxígeno avisa cuándo el nivel se sitúa por encima del 1%, para que volvamos a insuflar más gas y reducir de nuevo el nivel. Esta purgación se realiza también manualmente, abriendo las válvulas correspondientes. Para favorecer el mantenimiento de unos niveles de oxígeno bajos, inferiores al 1%, pueden usarse sustancias que absorban oxígeno como el *Ageless TM* (Lambert, 1992 (37): 267-274). El mantenimiento de la humedad relativa se obtiene con *Art Sorb*, un tipo de gel de sílice muy absorbente. Al haberse reducido la penetración de aire exterior al mínimo¹, las variaciones en la humedad relativa son sólo producto de los cambios en la temperatura. Ésta, a su vez, está en relación directa con la presión atmosférica, con lo cual cualquier aumento o disminución brusca se verá compensada por los cojines que equilibran la presión en el interior. Por tanto, el rendimiento del *Art Sorb* es mucho mayor y la necesidad de reacondicionarlo periódicamente es menor que en cualquier otro tipo de vitrina.

Entre las ventajas que presenta este sistema de control cabe destacar su independencia de cualquier fuente de energía. Esto lo hace especialmente adecuado para museos de países subdesarrollados o en vías de desarrollo sin un suministro de energía regular; así como para museos que no puedan permitirse mantener una vitrina con control macroclimático o microclimático mediante dispositivos mecánicos.

Añádase que el mantenimiento que necesitan es mínimo: Si la vitrina está bien construida y el nivel de oxígeno se sostiene por debajo del 0,1 %, el volumen de gas no tendrá que reemplazarse durante un período de unos once años, ampliable a veinte si usamos *Ageless TM* (Aromí, 1996:59-65). Otra ventaja es que pueden elevarse los niveles de iluminación, ya que tanto el cristal laminado usado como la atmósfera de gas inerte actúan a modo de potentes filtros de las radiaciones ultravioletas. Sin embargo, sus indudables ventajas no han conseguido soslayar un importante inconveniente: la complejidad que supone hacer vitrinas herméticas eleva su precio, lo que desanima museos y empresas privadas a fabricarlas. También hay que considerar que una vitrina de este tipo reduce el acceso a los objetos exhibidos, y que la exposición de éstos a un gas inerte los vuelve más susceptibles al ataque biológico y a la oxidación, si las condiciones se interrumpen. En la actualidad, vitrinas de atmósfera inerte sólo se encuentran en el Museo Egipcio del Cairo; ocupadas por las momias reales, y en el Museo Víctor Balaguer de Vilanova i la Geltrú con la momia de un infante del antiguo Egipto.

Iluminación de las vitrinas

Diseñar la iluminación de una vitrina para que su contenido luzca en todo su esplendor, sin sombras que oscurezcan el relieve, reflejos que impidan una visión correcta o cromatismos que distorsionen los colores reales, es una tarea compleja que necesita de un experto. No obstante, el conservador o técnico a cargo del cuidado de los fondos debe vigilar que este diseño cumpla con tres normas elementales de conservación (Guichen, 199: 64-67).

La primera es que las luces nunca deben instalarse en el interior de las vitrinas, sino en una caja de iluminación, para evitar que el calor emitido eleve demasiado la temperatura, alterando el nivel de humedad relativa o provocando cambios dimensionales en los objetos. Esta caja debe estar separada se coloque en el techo, en la base o en un lateral, mediante un cristal, lámina de plexiglás u otro tipo de material capaz de filtrar las radiaciones ultravioletas. En caso contrario, tendremos que pintarlas con alguna laca o adherirles un filtro de poliéster. Los filtros pueden ser también aplicados a las lámparas en vez de a los separadores.

La caja de iluminación debe disponer de un dispositivo de ventilación para evitar la acumulación de calor. Si esto no se consigue con una rejilla, podemos considerar la instalación de un pequeño ventilador que fuerce la circulación del aire [Fig. 6.2]. También es conveniente que su acceso sea lo más sencillo posible, para facilitar las reparaciones y evitar los riesgos de accidentes derivados de una excesiva manipulación de la vitrina.

La segunda norma se refiere a que el nivel de calor producido por la instalación debe ser mínimo. Esto se puede conseguir alejando las luces lo más alejadas posible del interior de la vitrina, disminuyendo el número de lámparas a lo imprescindible, eligiendo aquellas que emitan poco calor, como las de halogenuros metálicos, o acoplando reactancias electrónicas, balastros y potenciómetros a los fluorescentes (capítulo 2).

La última norma es que se respeten los niveles lumínicos estándares establecidos como seguros para los objetos de la vitrina. En todos los casos no conviene superar los 200 lux, 75 W/lumen y las 120.000 horas/lux anuales (capítulo 2).

La aplicación de las dos últimas normas puede acarrear disensiones con el diseñador de la exposición u otros colegas del museo, pues limitan los vistosos efectos de una iluminación más potente. En tal caso, no debemos olvidar que no existen soluciones ideales para resolver los problemas que plantea la iluminación y la conservación de los fondos expuestos, sino soluciones de compromiso.

Materiales aptos para la fabricación de vitrinas

Muchos de los materiales usados en la fabricación y montaje de las vitrinas pueden emitir sustancias químicas dañinas para los objetos. Estas son más peligrosas que los contaminantes atmosféricos, porque al darse en unos volúmenes de aire pequeños y cerrados, como los del interior de las vitrinas, se disipan lentamente, pudiendo alcanzar concentraciones elevadas. De ahí la importancia de utilizar sólo materiales químicamente inertes, que no emitan durante su proceso de curación o envejecimiento, ácidos orgánicos ni otras sustancias perjudiciales (Brooke Craddock, 1992: 23-28).

Lo más seguro es utilizar los que comercializan las casas de conservación, porque su resistencia al envejecimiento y a las condiciones ambientales, su estabilidad química y su durabilidad está avalada por pruebas de laboratorio y por su uso continuado en distintos museos. Su adquisición puede estar, no obstante, fuera del alcance de muchos museos. En este caso, dos son los procedimientos a seguir para comprobar que los materiales que usamos son adecuados. El primero es realizar una prueba de envejecimiento, por ejemplo el Test de Oddy (Blackshow, 1979 (3) :16-19; Green, 1995 (3) : 145-152). Esta prueba consiste en meter en un recipiente de cristal hermético una muestra del material que se usará en la fabricación de la vitrina o en el montaje expositivo (tejido, cartón, madera), una plaquita de plata o cobre puro y un tubo de ensayo con agua destilada. El recipiente es metido en un horno de desecación a 60 °C durante una semana. Si tras la misma los metales presentan señales de corrosión es que el material no es seguro para exposición. Conviene realizar los test de envejecimiento incluso con los materiales suministrados por las casas de conservación, porque a veces no se ajustan a las especificaciones dadas por los fabricantes o el vendedor.

El otro es construir la vitrina con suficiente antelación a la fecha en que se inaugurará la exposición, para permitir que ésta y los materiales usados(madera, adhesivos, pinturas) se aireen y se curen bien. No se debe intentar construir vitrinas herméticas si no se está seguro de los materiales que se van a usar.

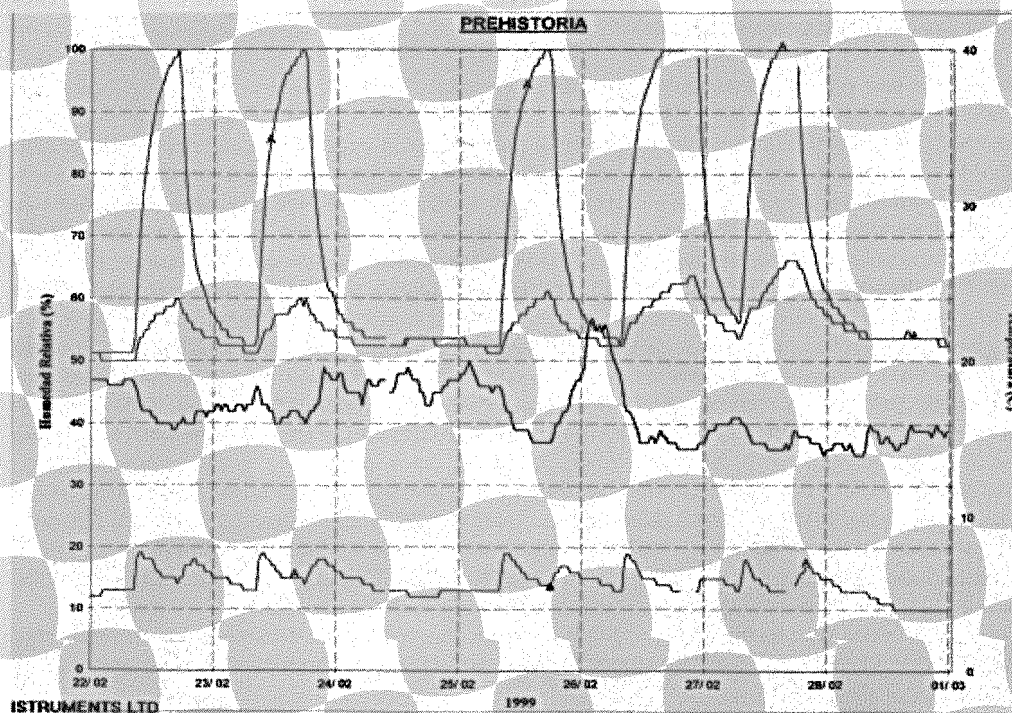


Figura 6.2. Niveles de temperatura y humedad relativa en el interior de una vitrina con un sistema de iluminación que emite un calor excesivo(A). Comparen con los niveles imperantes en la sala.

Mantenimiento de las salas de exposición

El mantenimiento de las instalaciones se trató en el Capítulo 3, por lo tanto aquí nos limitaremos a revisar alguna de las estrategias y normas seguidas en el mantenimiento de las salas de exposición y de las vitrinas.

Higiene

Antes de que se inaugure la exposición conviene elaborar un plan de limpieza donde se recojan

las dimensiones de las salas, sus características estructurales (tipo de suelos, número de ventanas, si tienen escaleras), qué se va a limpiar (suelos, ventanas, cristales vitrinas, papeleras) y con qué periodicidad. La frecuencia de limpieza de suelos, ventanas o cristales de vitrinas, por ejemplo, puede variar. También es preciso que incorpore las instrucciones del personal de limpieza pertenezca al museo o a una empresa privada.

Este plan tiene que ser susceptible de sufrir modificaciones, sobre todo en lo que se refiere a la frecuencia de la limpieza, porque sólo su puesta en práctica nos demostrará si nuestras previsiones eran excesivas o insuficientes.

El conservador o técnico responsable de los fondos expuestos debe cuidar de que se cumplan los distintos apartados de este plan, en especial lo referido a los niveles de higiene y limpieza. La higiene de una exposición no puede ser dejada sólo en manos del personal de limpieza o de mantenimiento, como a menudo se hace, porque, aun siendo bien intencionado y entusiasta, carecen de la preparación adecuada para valorar si el nivel de limpieza es el adecuado o la forma de realizarla no dañará a los fondos. Una forma sencilla de supervisar el seguimiento del plan son las rutinas de inspección.

La limpieza del polvo en las vitrinas debería ser una labor de los conservadores o técnicos responsables de las colecciones, ya que conlleva una cierta manipulación de su contenido y, por tanto, un riesgo de accidente. Cuando se considere necesaria una limpieza a fondo, retiraremos todas las piezas y las colocaremos en un lugar seguro. Estas no se colocarán hasta que la vitrina este seca y se haya disipado cualquier producto limpiacristales usado.

Monitorización de los parámetros ambientales

Cualquier plan para la conservación preventiva de los fondos expuestos debe incluir un programa de medición de los niveles ambientales, se trate de una exposición permanente o temporal. Los parámetros a medir de forma regular son el nivel de iluminación, la radiación ultravioleta, la temperatura y la humedad relativa. El equipo básico necesario incluirá un luxómetro, un medidor de radiación ultravioleta, uno o varios higrómetros y un termómetro (capítulo 2). En la actualidad, existen en el mercado una gama variada de instrumentos de medición digitalizados a precios asequibles, por lo que la elección del equipo más adecuado a nuestras necesidades no tendría que ser un problema. Lo ideal sería contar con instrumentos de registro continuo, para poder seguir la evolución de estos parámetros a lo largo de todas las horas del día y del tiempo que dure la exposición. Este tipo de registro puede poner de manifiesto, por ejemplo, la influencia del ciclo de iluminación. Cuando carezcamos de estos instrumentos, debemos asegurarnos al menos de que las mediciones se realizan a intervalos regulares y en los momentos del día que consideremos más representativos de las condiciones generales. Generalmente, el horario y frecuencia de las mediciones depende de la disponibilidad horaria del personal encargado, que suele coincidir con el de apertura al público. En este caso, conviene realizarlas un poco antes de abrir, a media jornada y al cierre. También es recomendable negociar con los vigilantes nocturnos la toma de datos en algún momento de la noche. Las tomas deben efectuarse en la sala y en el interior de las vitrinas, sobre todo cuando se trate de vitrinas aclimatadas, para comprobar su comportamiento.

En cualquier caso, los objetivos del programa que diseñemos deben ceñirse, en todo momento, a las características de los instrumentos con que cuente el museo y a la disponibilidad del personal que vaya a realizar las mediciones.

Monitorización de los niveles de iluminación

El nivel de iluminancia en las salas es un valor medio calculable a partir del sumatorio de distintos puntos de medición a lo largo de la sala (Herráez, 1989). La elección de estos puntos se hace tras dividir la sala en sectores, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\text{Índice sala} = \frac{L \times W}{H \times (L + W)}$$

donde L es la longitud de la sala, W el ancho y H la altura. Si el índice obtenido es inferior a 1 dividiremos la sala en 4 sectores; si está entre 1 y 2, en 9 sectores; entre 2 y 3, en 16 y si es superior a 3, en 25 sectores. Todos los puntos de medición deben estar situados a la misma altura, entre 1 y 1.1/2 m.

Para realizar la medición nos colocamos en el punto elegido, de frente a los focos, con el luxómetro algo separado de nuestro cuerpo y su célula fotoeléctrica totalmente horizontal y dirigida hacia el techo.

El procedimiento para tomar los niveles de iluminancia en el interior de las vitrinas varía en función de si los objetos están colocados en un plano horizontal o vertical. En el primer caso, los niveles se toman sobre el punto de la superficie del objeto que esté más próximo a las luces. La célula fotoeléctrica se coloca paralelamente a la base de la vitrina. Cuando los objetos estén distribuidos en varios planos horizontales, se tomarán puntos de referencia en cada uno de ellos.

En el segundo caso, se divide el plano de exposición en tres sectores: superior, medio y base, y se toman medidas en cada uno, orientando la célula fotoeléctrica paralelamente al plano de exposición.

Los datos obtenidos pueden archivarse en forma de tablas, para facilitar su consulta o posterior informatización.

La medición de las radiaciones ultravioletas sólo es necesaria hacerla en aquellos sectores o vitrinas que contengan objetos fotosensibles. Podemos proceder tomando como referencia un punto sobre su superficie o directamente bajo las lámparas que tengan filtros, para comprobar que éstos están funcionando adecuadamente.

Monitorización de la temperatura y la humedad relativa

En las salas de exposición permanente, la medición de la temperatura y de la humedad relativa tiene que ser continua si queremos determinar cómo afectan al ambiente de las salas las variaciones climáticas externas y el flujo de visitantes. Hoy, los termohigrógrafos son los instrumentos de registro continuo de uso más generalizado, porque su precio es barato y se consigue a través de distintos distribuidores. Sin embargo, empiezan a verse desplazados por los sistemas digitales que, aunque algo caros, son más precisos, ahorran trabajo y exigen poco en mantenimiento.

En las salas de exposición temporal, por el contrario, bastará con disponer del equipo básico para comprobar que se cumplen los requisitos establecidos en los protocolos de préstamos.

Mantenimiento de los sistemas de control ambiental

Es aconsejable que el conservador o técnico a cargo de los fondos expuestos lleve un registro del mantenimiento de los sistemas de control ambiental. En este registro se recogerá información del sistema de iluminación en las salas y en las vitrinas, del sistema de monitorización y de control ambiental:

■ *Iluminación de las salas:*

tipo de lámparas, vida media, última fecha de recambio y fecha prevista para nuevo recambio. Nunca debemos esperar a que una lámpara se agote para cambiarla, es preferible hacerlo antes, para prevenir una disminución en su rendimiento y cualquier comportamiento irregular.

■ *iluminación de las vitrinas:*

tipo de lámparas, vida media, última fecha de recambio y fecha prevista para el próximo, tipo de filtros ultravioletas, dónde están situados, última fecha de recambio y fecha prevista para el próximo.

■ *sistemas de monitorización:*

características de los instrumentos, número de ítems, fecha de calibración, fecha prevista para su revisión, reposición de elementos gastados (fecha y descripción), incidencias.

■ *sistemas de control ambiental:*

características de los sistemas implantados, número de ítems, revisiones rutinarias de su funcionamiento, última fecha de acondicionamiento del gel de sílice y fecha prevista para el próximo, reposición de elementos dañados (fecha o descripción), fechas previstas para cambiar los filtros de partículas, lim-

pieza, otras incidencias.

Inspección de los fondos expuestos

Conviene inspeccionar los fondos en exposición una vez al mes, como mínimo. Esta inspección consiste en recorrer las salas observando, con detenimiento, los objetos allí expuestos para detectar si el nivel de polvo es excesivo o presentan alguna señal de degradación o ataque biológico. No es necesario usar una lupa o iluminación especial ya que, si llegamos a detectar o sospechar que está ocurriendo algo, retiraremos la pieza de su vitrina o soporte para someterla a un examen más exhaustivo en el laboratorio.

Es importante también instruir al personal que realiza las labores de vigilancia, mantenimiento o guía, sobre las amenazas que pueden cernirse sobre los fondos expuestos (ataque biológico, corrosión, sustracción, cambios de color o tamaño o acciones vandálicas), para que puedan alertar al conservador o técnico responsable de cualquier cambio observado.

Prevención de ataques biológicos

En las salas de exposición debe prestarse una atención especial a la prevención de posibles focos de actividad biológica (en los falsos techos, bajo los muebles, en rincones oscuros). Esta ha de fundamentarse en una buena higiene, inspecciones rutinarias y en el mantenimiento de unos niveles de temperatura y humedad relativa poco favorables a la proliferación de la actividad biológica.

Cualquier estrategia de prevención y control de ataque biológico debe quedar recogida en un plan general de control y erradicación de microorganismo para que sea efectiva.

Seguridad de las salas de exposición

La seguridad de los fondos expuestos tendría que ser una de las prioridades de cualquier exposición, ya sea temporal o permanente. Estos objetos, en ocasiones irremplazables, corren mayores riesgos de ser gravemente dañados, ver disminuido su valor o desaparecer, debido al fuego, vandalismo, robo o desastres naturales, que los guardados en el almacén. Sin embargo, no se necesita disponer de un gran presupuesto para garantizar sus protección; basta con la aplicación de las normas de seguridad básicas, la instalación de los sistemas de alarma y extinción de incendios obligatorios y las revisiones periódicas de la instalación eléctrica y de los sistemas mecánicos.

La seguridad en las salas de exposición debe plantearse a dos niveles: en la propia sala y en las vitrinas.

La seguridad en las salas

El sistema de seguridad más extendido sigue siendo el de los vigilantes de sala. Este es capaz de responder con rapidez y eficacia a múltiples problemas desde recordar a un visitante cuáles son las normas de conducta en el museo, hasta detectar un conato de incendio y dar la alarma.

Su mayor inconveniente se deriva de la falta de incentivos que tienen las tareas de vigilancia, por rutinarias y aburridas, lo cual termina por influir en el grado de rendimiento de los trabajadores.

Los vigilantes también pueden plantear un problema de seguridad en sí mismo. Está estadísticamente comprobado que la mayor parte de los robos producidos en los museos han sido planeados por algún miembro de su personal o con su colaboración.

El establecimiento de unas normas de seguridad, a cumplir por los visitantes y el personal del museo, puede facilitar su labor. Las normas elementales que deben seguirse en cualquier museo son:

- prohibir fumar, comer o beber, salvo en las áreas expresamente destinadas a este fin;
- impedir la entrada a las salas de bolsos o maletas mayores que una simple cartera de mano;
- no permitir el paso de objetos que puedan ser usados para atentar contra el mobiliario o las colecciones, tales como paraguas o latas de refresco;
- organizar el recorrido de forma que las entradas y las salidas sean a través de un mostrador de control.

El uso de vigilantes y la aplicación de normas de seguridad pueden resultar inútiles, si el diseño

de la exposición no se hace conforme a unos principios básicos de seguridad. Los materiales usados deben ser resistentes al fuego y al agua, no emitir humos al arder, resistir a golpes, sacudidas y vibraciones continuas, y duraderos. Así mismo el diseño debe favorecer la visualización de las vitrinas y de objetos, desde cualquier punto de la sala y evitar la creación de zonas escondidas o en penumbra.

La seguridad en las vitrinas

El diseño de cualquier vitrina debe realizarse atendiendo a las siguientes normas elementales de seguridad, porque la buena conservación de los fondos expuestos va a depender de ello.

En primer lugar, los materiales usados en su construcción deben ser, en lo posible, resistentes a los impactos, al fuego y a la humedad, y mostrarse químicamente estables y duraderos. Las consecuencias de usar materiales que no se ajusten a estas características ya se ha explicado ampliamente en los capítulos dos y cinco.

Su estructura debe estar bien equilibrada, para aguantar vibraciones, sacudidas y golpes sin caer o derrunbarse. Pegar la nariz a los cristales, dar puntapiés a las bases, tomarlas como apoyo para escribir son todavía acciones corrientes en nuestros museos, por más que estén prohibidas.

El acceso a su interior debe ser sencillo, cómodo y no interferir con los objetos. Un acceso así puede hacer la vida de los conservadores o técnicos responsables de los fondos expuestos mucho más fácil. Además, los dispositivos de cierre no deben ser evidentes, para prevenir los intentos de robo y actos de vandalismo.

No pueden tener resquicios, huecos o espacios abiertos por donde puedan introducirse elementos extraños (papeles, golosinas), extraerse los objetos del interior o hacer palanca para forzar las cerraduras.

Nunca debe exponerse objetos pequeños o de gran valor fuera de una vitrina, salvo que sus dimensiones, forma o peso hagan imposible su sustracción.

Por último, conviene probar cualquier vitrina nueva y someterla a distintas pruebas de resistencia antes de ponerla en uso, sea comprada o construida por el museo, con el objeto de comprobar si existe algún fallo en su diseño y disponer del tiempo suficiente para subsanarlo. Aparte de las pruebas de envejecimiento ya descritas, también debería verificarse su hermeticidad, grado de calentamiento interno y funcionamiento de los sistemas de control microclimáticos, si los hubiera. Un método sencillo para comprobar el grado de hermeticidad de una vitrina es llenarla de vapor de agua y medir el tiempo que éste tarda en disiparse. Un higrómetro colocado en el interior de la vitrina y otro en el exterior, nos indicarán cuándo se ha producido esto. Este método es muy poco preciso, pero nos puede dar una idea aproximada del comportamiento de la vitrina. Además, está al alcance de cualquier museo. El grado de calentamiento interno y el funcionamiento de los sistemas de control climático pueden comprobarse con cualquiera de los instrumentos de medición descritos (véase capítulo 2).

Desgraciadamente, los peligros más frecuentes a los que están sometidos los fondos expuestos son producto del desconocimiento o del rechazo por parte del personal del museo de las normas más elementales de manipulación de los fondos. Todavía es frecuente ver durante el montaje de las exposiciones a los distintos operarios (pintores, electricistas, carpinteros) dando los últimos retoques a una sala o vitrina con los objetos que se van a exponer sin ningún desprotegidos.

APÉNDICE 1

Instrucciones para el uso de psicómetros giratorios

1. Compruebe que el depósito del agua destilada está lleno antes de usarlo.
2. Haga girar el instrumento por encima de la cabeza del operario con un movimiento de la muñeca y lo más separado posible de su cuerpo, para evitar que la humedad corporal pueda interferir en la lectura, durante 30-45 segundos.
3. Lea la temperatura de ambos termómetros. Primero la del bulbo húmedo, porque es la que caerá más rápidamente una vez se detenga el movimiento, y luego la del bulbo seco. Anote la T del bulbo seco, la del bulbo húmedo y extraiga la diferencia entre ambas.
4. Busque la humedad relativa correspondiente a los datos obtenidos en la tabla de conversión. Esta tabla puede venir expresada en forma de regla o de gráfica de coordenadas cartesianas.
5. Tenga siempre una provisión de caperuzas limpias y agua destilada a mano.

APÉNDICE 2

Instrucciones para cambiar el gráfico de un termohigrógrafo

1. Apagar el aparato presionando el botón de OFF.
2. Abrir la rejilla o cápsula protectora y separar los marcadores.
3. Desenroscar el botón superior del tambor y extraerlo.
4. Quitar el sujetador de la gráfica y sacarla.
5. Colocar la nueva gráfica, asegurándonos de que ambos marcadores están sobre la misma línea vertical que indica la hora en que se colocó.
6. Seguir nuevamente todos los pasos pero a la inversa.
7. Calibrar antes de volver a encenderlo presionando el botón de 1, 7 ó 30 días, según el período de medición que nos interese.

APÉNDICE 3

Instrucciones para el manejo de luxómetros y medidores de radiación ultravioleta

1. Leer atentamente las instrucciones de su funcionamiento antes de usarlo. Si algo no nos queda claro, debemos ponernos en contacto con el suministrador o fabricante.
2. Asegurarnos de que el aparato mide la luz directamente en las unidades estipuladas (lux o $\mu\text{W}/\text{lumen}$) o, cuando no sea así, de conocer las fórmulas de conversión apropiadas.
3. Comprobar que las pilas tienen suficiente carga antes de realizar cualquier medición.
4. Manejar los aparatos con cuidado y precisión, evitando apresuramientos que puedan conllevar golpear la célula de medición o bloquearla con el cuerpo u cualquier otro objeto.
5. Los datos observados deben ser anotados inmediatamente. Es conveniente que las mediciones sean realizadas por dos personas: una que maneja el aparato y otra que apunta las lecturas que le dan. También deberá indicarse junto a estos datos dónde se recogieron, la fecha y la hora.
6. Tras su uso, los aparatos deben volverse a guardar en su estuche para evitar que el polvo los dañe. Además, conviene tenerlos guardados en un armario con llave para evitar su manipulación indebida.

APÉNDICE 4

Acondicionamiento del gel de sílice

El gel de sílice puede adquirirse acondicionado a una humedad relativa ya determinada (generalmente del 50%) o ya desecado. En este último caso tendremos que añadir humedad hasta que alcance la humedad requerida. También, procederemos así cuando queramos añadir o quitar agua a una cantidad de gel ya en uso o queramos acondicionarlo a una humedad distinta del 50%.

Cuatro son los pasos a seguir para acondicionar el gel de sílice:

1. *Desecarlo.* Antes de usarse, el gel debe extraérsele la humedad. Esto se consigue colocándolo en una bandeja con poco fondo (2 cm de profundidad) y en un horno a 120°C durante 12 horas como mínimo. Cuando lo hayamos desecado deberemos colocarlo en recipientes metálicos herméticos y dejarlo enfriar.
2. *Determinar la cantidad de gel necesaria.* Es muy importante la cantidad exacta de gel que necesitamos para amortiguar un determinado volumen de aire; su exactitud determinará la efectividad del amortiguamiento. La medida estándar es de 20 kg de gel por m^3 para mantenerlo en un nivel entre el 35%-65%. Las fórmulas a aplicar en este caso son las siguientes:

- Para calcular la masa de gel acondicionado que necesitamos:

volumen del recipiente (vitrina, o embalaje) en m^3 x 20

- Para calcular la masa de gel que debemos acondicionar:

$$\text{masa de gel desecado} = \frac{\text{masa de gel acondicionado}}{1+EMC}$$

- Para calcular el volumen que el gel acondicionado ocupará en el recipiente:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{masa de gel desecado (kg)}}{\text{densidad del gel (kg/l)}}$$

La densidad del gel suele ser aportada por el fabricante o puede consultarse la tabla confeccionada por el Canadian Conservation Institute (CCI)

3. *Pesarlo.* Las bolsas o contenedores del gel deben ser pesados antes.

4. *Añadirle humedad.* Hay varias formas de añadir humedad al gel:

- Introduciéndolo en cámaras de humidificación.
- Colocándolo en cámaras herméticas con un volumen determinado de agua o una solución salina.
- Mezclándolo con gel acondicionado.
- Insuflándole aire húmedo en un contenedor especial.

Aquí sólo explicaremos el segundo y el tercero por ser los más sencillos.

a) Consiste en introducir en una cámara hermética la cantidad de gel que deseamos acondicionar. El gel se extiende sobre una plataforma agujereada de 1 a 2 cm de espesor que se coloca encima de un recipiente conteniendo agua o una solución salina. En el caso de que usemos agua, la fórmula que debemos usar para calcular el volumen requerido es:

$$\text{masa de agua que se necesita} = \text{EMC} \times \text{masa de gel de sílice desecado}$$

El gel estará preparado cuando toda o gran parte del agua o solución se haya evaporado. Debemos pesar el gel regularmente para comprobar que está adquiriendo el peso que debe tener cuando esté acondicionado.

El uso de una solución salina es más complejo, pues primero deberemos determinar cuál es el compuesto salino que mantiene en solución un porcentaje de humedad relativa próximo al que nosotros necesitamos. Una vez elegido preparamos la solución dejando siempre cristales de sal no disueltos. El acondicionamiento debe durar aproximadamente una semana, durante la cual pesaremos cada cierto tiempo el gel para comprobar que está alcanzando el peso requerido.

b) Consiste en mezclar gel acondicionado a 50% con gel desecado en un recipiente hermético, hasta que este último se haya equilibrado con el primero. En primer lugar, debemos calcular la proporción de agua que necesitamos para acondicionar una cantidad determinada de gel desecado, y lo haremos de la manera siguiente:

$$\text{masa de gel desecado} = \frac{\text{masa de gel acondicionado}}{1 + \text{EMC}}$$

$$\text{masa de gel acondicionado necesaria} = \text{volumen de la vitrina o caja m}^3 \times 20$$

$$\text{volumen de agua necesario} = \text{masa de gel acondicionado necesaria} - \text{masa de gel desecado}$$

$$\text{masa de gel acondicionado al 50\%} = \frac{(\text{volumen de agua}) \times (1 + \text{EMC})}{\text{EMC}}$$

Para que el proceso de equilibrio entre ambos geles tenga lugar, una semana suele ser suficiente.

NOTAS

Capítulo 1

1. También se pueden usar guantes de plástico pero resultan muy incómodos porque impiden la transpiración y pueden ocasionar una sudoración abundante.
2. En varios de los expedientes de donación del museo, se recoge que la unión de fragmentos cerámicos había sido realizada por los donantes.

Capítulo 2

1. La región elástica es el margen de humedad relativa dentro del cual un material puede soportar tensiones mecánicas sin deformarse o romperse. Esta región es característica de cada tipo de materia orgánica e, incluso, como se ha comprobado para el caso de la madera, de cada especie. Así, por ejemplo, la madera de pino puede soportar tensiones mayores a una humedad relativa del 48% que a una del 5% o del 100%. Si los límites de humedad relativa impuestos por la región elástica se sobrepasan, los cambios dimensionales que se produzcan serán irreversibles (Erhardt, 1994: 32-38).
2. Un watio de luz azul tiene más lúmenes que un watio de luz roja.
3. Existen unos niveles estándar de Peak Particle Velocity (PPV), es decir nivel máximo de velocidad de una partícula, para construcciones históricas que están reconocidos internacionalmente.
4. En inglés Equilibrium Moisture Content.
5. Se considera como temperatura de la habitación 20°-22°C. Es una medida estándar.
6. Todas las sustancias de origen orgánico como la madera, piel, hueso, pelo, tienen la capacidad de actuar como bufferings frente al medio.
7. El coste inicial del gel se ve compensado por la posibilidad de acondicionarla a la humedad requerida y reutilizarla por un tiempo indefinido.
8. Su capacidad de absorber o emitir vapor de agua es mucho mayor que la de un gel normal pues combina un EMC y un Valor-M (la cantidad de agua en gr que es ganada o perdida por un kilogramo de gel cuando la humedad relativa cambia un 1%) elevados, con una histéresis (la dependencia que presenta una sustancia buffering de su estado previo mínima).
9. Muchos de estos sistemas pueden ser programados para que permitan ligeras variaciones estacionales en los niveles de temperatura y humedad, sin que afecten a las colecciones. Esto puede suponer no sólo un importante ahorro energético sino mayores niveles de confort para el visitante.
10. Al hacerlo así ya estamos controlando la incidencia de las radiaciones infrarrojas.
11. Una humedad relativa superior al 70% propicia el desarrollo de microorganismos, mohos, hongos e insectos.

Capítulo 3

1. Los guantes plásticos no suelen ser útiles para las tareas de limpieza porque dan mucho calor y hacen sudar las manos.
2. Cuando se haya remitido el aparato al fabricante para su calibración se anotará el nombre de la empresa.
3. Conservadora de Entomología del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife. Información oral.
4. Las obreras y los soldados tienen órganos sexuales de ambos sexos pero sin desarrollar. También hay castas de machos y hembras de alas cortas o sin alas que pueden reproducir a su propia casta o a la de soldados y obreras.
5. Senior Conservator del Horniman Museum. Información oral.
6. Ibidem

Capítulo 4

1. Las técnicas de elaboración del cristal anteriores a la Alta Edad Media no estaban muy desarrolladas, por lo que su estructura interna tiende a degradarse de forma natural.
2. Se trata de un copolímero de polipropileno y polietileno comercializado con el nombre de Coroplast.
3. Cuando se corta un árbol, su madera tiene que dejarse secar al aire libre hasta que pierda un 10-12% de su contenido en agua, de lo contrario las planchas que extraigamos pueden, luego deformarse o agrietarse.
4. En los vehículos del museo venimos utilizando con excelentes resultados láminas de gomaespuma de las que se pueden adquirir en cualquier comercio textil. Estas pueden forrarse con plástico, lo que permite limpiarlas con un paño húmedo después de cada uso.

Capítulo 5

1. Los materiales orgánicos hallados en zonas semi-sumergidos pueden exigir un almacenamiento con hasta el 100% de humedad relativa.
2. La ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias dispone en su artículo 67, punto 2 que los materiales obtenidos en una intervención arqueológica serán depositados en el Museo Arqueológico Insular.
3. Existen en el mercado unas cajas de cartón libre de ácido que llevan insertos filtros de carbono activado, más eficaces contra el polvo que las bolsas y cajas convencionales. No obstante, su precio las hace poco asequibles para la mayoría de los museos.
5. Las aves que anidan en los tejados y terrazas pueden ser una fuente indirecta de problemas, ya que sus nidos repletos de parásitos, piojos y excrementos sirven de refugio y alimento a insectos nocivos para las colecciones.

Capítulo 6

1. En este tipo de vitrina la contaminación de aire exterior se produce a través del cristal. Aquí éste tiene el grosor y densidad adecuada para que dicha contaminación quede reducida al mínimo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERE SÁNCHEZ, J. y MOLINA GARCÍA, J.; 1996. *Conservación preventiva en el Museo Nacional de Arte Romano*. XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Castellón, Tomo I: 43-50.
- ANON, 1991. The conservation assessment. A tool for planning, implementing and fundraising. Getty Conservation Institute and National Institute for the Conservation of Cultural Property.
- AROMÍ Y FOLCH, J.R. y ARGEMÍ Y TORRAS, M., 1996. *Control de actividad biológica con atmósferas de gas inerte. Adaptación de un prototipo de vitrina diseñada en The Getty Conservation Institute*. XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Castellón, Tomo I: 59-65.
- ASTRUP, E., 1987. *Is worth-while re-looking at salt solutions as buffers for humidity control of showcases?*. En: Grimstrol, K. (ed). Preactas del 8º Triennial Meeting of ICOM committee for Conservation. Sidney. Getty Conservation Institute, 3: 853-858.
- ASHLEY-SMITH, J.; UMNEY, N. & FORD, D. 1994. *Let's be honest-realistic environmental parameters for loaned objects*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation Practice, Theory and Research, IIC, Londres: 28-31.
- BACHMANN, KONSTANZE. 1992. Conservation concerns. A guide for collectors and curators. Washington, Smithsonian Institution Press.
- BACON, L. 1985. *Deterioration of objects in store and environmental control*. En: The Care of Ethnographic Material.
- BALLARD, M., 1992. *Emergency Planning*. En: Bachmann, K. (ed). Conservation concerns. A guide for collectors and curators. Washington, Smithsonian Institution Press.
- BAER N. & BANKS P., 1985. Indoor air pollution: effects on cultural and historic materials. *The International Journal of Museum Management and Intership*, 4:9-20.
- BARRETTE, B., 1985. The Egyptian Galleries at The Metropolitan Museum of Art. *Museum*, 146: 81-84.
- BELL, J. A., 1987. *Lighting in Historic Houses*. En: Lighting. A conference on lighting in Museums, Galleries and Historic Houses. The Museums Association, UKIC.
- BLACKSHAW, S. & DANIELS, U. D., 1979. The testing of material for use in storage and display in museums. *The Conservator*, 3:16-19.
- BOYCE, P., 1987. *Visual acuity, colour discrimination and light level*. En: Lighting. A conference on lighting in Museums, Galleries and Historic Houses. The Museums Association, UKIC: 50-57.
- BRADLEY, S., 1990. A guide to the storage, exhibition and handling of antiquities, ethnographia and pictorial art. Londres, Museo Británico.
- BRIBLECOMBE, P., 1992. *Biological materials as sources of air pollution in museums*. En: R. Entwistle et al (Eds.) Life after death. The practical conservation of Natural History collections. Londres, UKIC: 9-11.
- BROOKE CRADDOCK, A. 1992. *Construction materials for storage and exhibition*. En: Bachmann, C. (Ed). Conservation concerns. A guide for collectors and curators. Washington, Smithsonian Institution Press: 23-28.
- BROWN, J.P. 1994. *Hygrometric measurement in museums: calibration, accuracy, and the specification of relative humidity*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation Practice, Theory and Research. Londres, IIC: 39-43.
- BUYS, S. & OAKLEY, V., 1993. The conservation and restauration of ceramics. Londres, Butterworth.
- CASSAR, M. 1985. Checklist for the establishment of a microclimate. *The Conservator*, 9:14-17.
1985. Case design and climate control: a typological analysis. *Museum*, 146: 104-107.
1989. Choosing and using silica gel for localised protection in museums. En: Environmental Monitoring and Control. Scottish Society for Conservation and Restauration and The Museum Association: 30-46.
- COMPTROLER AND AUDITOR GENERAL, 1998. Management of The Collections of the English National Museums and Galleries. National Audir Office report, Londres, HMSO.
- CONSTAIN, C. 1994. Framework for preservation of Museum Collections. *CCI Newsletter*, 14: 1-3.
- CORNUET, R. 1985. *Traitement par irradiation gamma*. En Balout D. L. Et Roubet C. (ed). La momie de Ramsés II. Recherche sur les Civilisations, Paris.
- CRONYN, J. M., 1990. The elements of archaeological conservation. Routledge. Londres.
- DE GUICHEN, G., 1984. Climate in Museums. ICCROM, Roma.
- DOLLERY, D., 1994. *A methodology of preventive conservation for a large, expanding and mixed archaeological collection*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation. Practice, Theory and Research.

IIC, Londres: 69-62.

DUPAS, M.; SALIES, A. & DE WITTE, E. 1987. *The presence of soluble salts in Silica Gel*. En: Grimstol, K. (ed). Preactas del 8th Triennial Meeting of ICOM Committee for Conservation. Sidney, Getty Conservation Institute, Tomo 3: 875-879.

ERHARDT, D. & MECKLENBURG, M., 1994. *Relative Humidity re-examined*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation Practice, Theory and Research. IIC, Londres, 32-38.

FORD, B. L., 1992. Monitoring colour change in textiles on display. **Conservation News** 37(1): 1-11

FROST, M. 1991. *Planning for Preventive Conservation*. En: Lord, G. & Lord, B. (Eds.) Manual of Museum Planning. HMSO, Londres: 127-160.

GARCÍA MORALES, M., 1993. Informe preliminar sobre las condiciones climáticas en el Museo Arqueológico de Tenerife. *Eres Arqueología*, 1:63-78.

1995. Informe preliminar sobre los trabajos llevados a cabo en la cripta hallada en el Instituto Cabrera Pinto de La Laguna. *Investigaciones Arqueológicas* (5): 9-44.

GARCÍA MORALES, M., GARCÍA MARÍN, S., GONZÁLEZ GINOVÉS, L. Y RIVERO GONZÁLEZ, P., 1996. *Un nuevo tipo de embalaje para la colección del Museo Arqueológico de Tenerife*. XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Castellón Diputación de Castellón, 1.51-58.

GARCÍA MORALES, M.; CHINEA BRITO, C.D. y FARIÑAS GONZÁLEZ, J. (1999): *Developing a Collecting Strategy for Smaller Museums*. S. Knell (ed.) *Museums and the Future of Collecting*. Aldershot, Ashgate: 162-165.

GREEN, L., THICKETT, D. & KIBRYA, R., 1994. ECOS-a museum friendly paint? *Conservation News*, 53:16.

GROSJEAN, D. & PARMER, S., 1991. Removal of air pollutants mixtures from museum display cases. *Studies in Conservation* 36(3): 129-141.

HEBDITCH, M., 1981. *Opening address*. En: Archaeological Storage: 3-6.

HERRAEZ, J.A. Y RODRÍGUEZ LORITE, M.A., 1990. Manual para el uso de aparatos y toma de datos de las condiciones ambientales en museos. ICRBC, Madrid.

HILBERRY, J.D. & KALB WEINBERG, S. 1981 Museum Collections Storage. *Museum News* 59(5): 7-21.

1981 Museum Collections Storage. *Museum News* 59(6): 5-23.

1981 Museum Collections Storage. *Museum News* 59(7): 49-60.

HOLLINGER, W. K., 1994. *Microchamber papers used as preventive conservation material*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation Practice, Theory and Research. IIC, Londres: 212-216.

HOWIE, F. 1987. Safety in museums and galleries. Londres, Butterworth.

ISSETI, C.; MAGNINI, A. & NANNER, E., 1996. The application of vapour-permeable synthetic membrana to the climatic stabilization of museum showcases. *Studies in Conservation* 41(4): 229-240

JASTRZEBSKI, A. 1989. A humidifier for a museum. *Conservation News* 38: 10-11.

KAMBA, N. 1987. *A study of natural materials as RH buffers and application to a showcase*. En: Grimstol, K. (ed). Preactas del 8º Triennial Meeting of ICOM Committee for Conservation. Sidney, Getty Conservation Institute (3): 875-879.

KEENE, S., 1991. *Audits of care: A framework for collections condition surveys*. En: Norman, M. & Todd, V. Storage. UKIC, Londres: 6-16

1996. Managing Conservation in Museums. Butterworth/Heinemann, Londres.

LAFONTAINE, R. H., 1984. Silica Gel. *Technical Bulletin*, 10. CCI, Ottawa.

LANDI, S., 1985. The Textile Conservator's Manual. Londres, Butterworth.

LAMBERT, F. L.; DANIEL, V. & PREUSSER, F., 1992. The Rate of Absorption of Oxygen by Ageless TM: The Utility of an Oxygen Scavenger in Sealed Cases. *Studies in Conservation*, 37(4): 267-274.

LORD, G. & BARRY (ed) 1991. The Manual of Museum Planning. HMSO, Londres.

LLOYD, H. y MULLANY, T., 1994. *The impact of overvisiting: Methods of assessing the sustainable capacity of historic houses*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation Practice, Theory and Research. IIC, Londres.

MARCON, P.J. y STRANG, T.J.K., 1994. Cushion Dising Using the CCI Cushion Dising Calculatro and PadCAD. Special Publication, Ottawa, Canadian Conservation Institute.

MARZOL JAEN, M.V.; DORTA, P. y RODRÍGUEZ, P., 1991. *Variations temporelles et particularités de la température horaire dans la ville de Santa Cruz de Tenerife (Îles Canaries)*. En: Actes du Colloque de Fribourg, 11-13 de septembre 1991. Association Internationale de Climatologie: 43-53.

- MERVIN, R., 1994. The transport of paintings in microclimate display cases. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation. Practice, Theory and Research. Preactas de the contributions to Ottawa Congress. IIC, Londres: 185-189.
- MICHALSKY, S. 1987. *Damage to museum objects by visible radiation (light) and ultraviolet radiation (UV)*. En: Lighting. A conference on lighting in Museums, Galleries and Historic Houses. The Museums Association, UKIC: 3-16.
1992. *A control module for relative humidity in display case*. IIC Washington Congress.
1994. *A systematic approach to preservation: description and integration with other museums activities*. En: Preventive conservation. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Practice, Theory and Research. IIC, Londres: 8-11.
- MILES, c. e. 1986. Wood coatings for display and storage cases. *Studies in Conservation*, 31: 114-124.
- MONTERRAT, R. Y PORTA, E. 1994. Moviment d'objectes d'un museu. Formes de seguiment i control. *Museus Documentació*. Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura: 1-26
- NEWBY, H. 1987. *17 years of dehumidified showcases in the British Museum*. En: Grimstrol, K. (ed). Preactas del 8º Triennial Meeting of ICOM. committee for Conservation. Sidney. Getty Conservation Institute: 901-907.
- OAKLEY, V. 1994. The new glass galery at the Victoria and Albert Museum. *Conservation News*, 54: 6-7
- ORESZZCZYN, T.; CASSAR, M. & FERNÁNDEZ, K., 1994. *Comparative study of air- conditioned and non air-conditioned museums*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation Practice, Theory and Research. IIC, Londres: 144-148.
- ORGAN, R. M., 1956. The safe storage of unstable glass. *Museums Journal*, 56: 265-272.
- PADFIELD, T. 1982. *Trouble in store*. En: Science and Technology in the Service of Conservation: 24-27.
1985. A cooled display case. *Museum*, 146: 102-103.
- PINNIGER, D., 1989. Insect Pest in Museums. Londres, Institute of Archaeology Publications.
- PREUSSER, f. 1989. Development of a prototype storage and display case for The Royal Mummies in The Egyptian Museum in Cairo. Final Report. Draft for discussion. The Getty Conservation Institute (inédito).
- PORTA, E. Y ESCALERA, A. 1996. *La restauración de un Moai de la Isla de Pascua*. XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Diputación de Castellón. Castellón, 2: 937-940.
- PRICE, C. & BRIMBLECOMBE, P., 1994. *Preventing salt damage in porous materials*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation Practice, Theory and Research. IIC, Londres: 90-93.
- PYE, E., 1984. *Conservation and Storage: Archaeological Materials*. En: Thompson, J. (ed) Manual of Curatorship. Butterworths, Londres: 203-238.
- REGER, L & ROSE, C., 1994. *National support as a key to preventive conservation*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive conservation. Practice, theory and research. IIC, Londres: 17-20.
- ROMER, B., 1985. Show-cases modified for climate control. *Museum*, 146: 91-94.
- ROTHER, A. & METRO, B. 1985. Climate controlled show-cases for paintings. *Museum*, 146: 84-91.
- ROWLISON, E. B., 1996 (1979). *Rules for handling works of art*. En: S. Knell (ed). Care of Collections: 202-211.
- SAGE, J., 1992. *Environmental Control in Natural History Collections*. En: R. Entwistle et alliee (Eds.) Life after death. The practical conservation of Natural History collections. Londres, UKIC. 3-8.
- SANDWITH, H. & STANTON, S., 1984. The National Trust manual of Housekeeping. Londres, Penguin Books.
- SAUNDERS, D., 1987. *Experiments with flourescent lamps: teory and reality*. En: Lighting. A conference on lighting in Museums, Galleries and Historic Houses. The Museums Association - UKIC: 70-79.
- SCHLICHTING, C., 1994. Working with polyethylene foam and fluted plastic sheet. *CCI, Technical Bulletins*, 14.
- STANFORTH, S., 1987. *Problems with ultraviolet filters*. En: Lighting. A conference on lighting in Museums, Galleries and Historic Houses. The Museums Association - UKIC: 25-30.
- 1996 (1987). *Light and environmental measurement and control in National Trust Houses*. En: S. Knell (ed) Care of Collections: 117-122.
- STOLOV, N., 1979. *Conservation standards for works of arts in transit and on exhibition*. UNESCO, Paris.
1987. Conservation and exhibition. Packing, transport, storage and environmental considerations. Butterworths, Londres.
1994. The preservation of historic houses and sites: the interface of architectural restoration and collection /display conservation principles. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). Preventive Conservation Practice,

- Theory and Research. IIC, Londres: 116-122.
- 1996 (1987). Silica gel and related RH buffering materials conditioning and regeneration techniques. En S. Knell (ed) *Care of Collections*: 93-100. Londres, Routledge.
- THISTLE, P. 1996 (1990). *Visible Storage for the Small Museum*. En S. Knell (ed) *Care of Collections*: 187-196. Londres, Routledge.
- THOMSON, G., 1986. *The Museum Environment*. Butterworths, Londres.
- VAILLANT CALLOL, M. Y. VALENTÍN RODRIGO, N., 1996. Principios básicos de la conservación documental y causas de su deterioro. Ministerio de Educación y Cultura, Madrid.
- VALENTÍN RODRIGO, N., 1993. Comparative Analysis of Insect Control by Nitrogen, Argon and carbon Dioxide in Museums, Archive and Herbarium Collections. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 32: 263-278.
- VALENTOUR, C., 1992. Conservation survey. Anatomical and pathological collections. (inédito).
- VAN BALGOOY, M.A., 1990. Hands-on or Hands-off? The Management of Collections and Museum Education. *Curator*, 2: 125-129.
- VERNER, E. & HORGAN, J. C., 1979. *Museum Collection Storage*. UNESCO, Paris.
- WALLER, R., 1994. *Conservation risk assessment: a strategy for managing resources for preventive conservation*. En: Roy, A. & Smith, P. (ed). *Preventive conservation: Practice, Theory and Research*. IIC, Londres: 12-16.
- WALKER, K. & BACON, L., 1987. *A condition survey of specimens in the Horniman Museum: a progress report*. En: *Recent Advances in the Conservation and Analysis of Artefacts*. Summer School Press, Institute of Archaeology, Londres.
- WATKINSON, D., 1972. *First aid for finds*. Londres, UKIC.
- WILSON, M., 1987. *The Hampton site extension: lighting considerations*. En: *Lighting: A conference on lighting in Museums, Galleries and Historic Houses*. The Museums Association, UKIC: 85-88.
- WILSON, P., 1996. *The Clore Gallery for the Turner Collection at the Tate Gallery: lighting strategy and practice*. En: S. Knell (ed) *Care of Collections*: 123-128. Londres, Routledge.
- WILLIAMS, MICHAEL, 1996 (1986). *Fresh-air climate conditioning at the Arthur M. Sackler Museum*. En S. Knell (ed) *Care of Collections*: 105-116. Londres, Routledge.
- WILKINSON, M., 1987. *Lighting options: daylight and artificial lighting*. En: *Lighting: A conference on lighting in Museums, Galleries and Historic Houses*. The Museums Association, UKIC: 58-65.