

Vitrina de conservación del esmalte denominado "Tríptico del Gran Capitán", del Museo de Bellas Artes de Granada

Proyecto y realización

Raniero Baglioni

*Conservador-Restaurador
de Obras de Arte
Sector Conservación Preventiva
Centro de Intervención del IAPH*

El esmalte conocido como "Tríptico del Gran Capitán" es una obra de principios del S.XVI atribuido a los hermanos Penicaud (Nardon o Leonardo y Johan). Se trata de un esmalte sobre cobre realizado en los talleres de Limoges. Está compuesta por seis piezas dispuestas en forma de tríptico. Las tres inferiores de formato rectangular representan de izquierda a derecha: "Cristo con la cruz a cuesta", "El Calvario" y "La Piedad" y las tres superiores, de formato también rectangular pero rematado en semicírculo, escenifican: "Los Infiernos enguyendo a los reprobos", "El Juicio Final" y "La entrada de los escogidos a la Ciudad Celeste".

Estado de conservación y alteraciones presentes

El tríptico perteneciente a los fondos del Museo de Bellas Artes de Granada, fue estudiado y restaurado en 1979 en el Instituto de Conservación y Restauración de

Bienes Culturales (ICRBC) de Madrid¹. Tras su intervención, fue devuelto al Museo recomendándose expresamente su exposición en una vitrina adecuada a fin de proporcionarle una estabilidad ambiental que garantizase su conservación y la validez de la actuación. Durante diez años la obra fue mantenida en su embalaje por no disponer de un sistema expositivo adecuado a



2. Vista frontal de la vitrina acabada

su características técnicas y conservativas. En 1992 la obra se exhibe en dos exposiciones (Toledo –Reyes y Mecenas– y Austria), a su regreso, fue guardada de forma provisional en una de las vitrinas existentes en el área privada del Museo. Este contenedor, si bien más idóneo que el embalaje precedente, no reunía las condiciones climáticas necesarias para su conservación. Pronto se detectaron la aparición de alteraciones que motivaron un control sistemático por parte del personal técnico del Museo. En síntesis, se reproducían nuevamente las alteraciones que motivaron la intervención precedente (1979), ya que en ningún momento se habían eliminado las causas de origen.

Por estos motivos la dirección del Museo solicita en 1993 al IAPH un asesoramiento técnico que defina la problemática concreta de esta obra, y sus posibles soluciones. Fruto del cual es el proyecto de vitrina que coordina y dirige este Instituto y que expongo en este artículo.

Las principales alteraciones detectadas coinciden plenamente con las expresadas en la bibliografía especializada² para esta tipología de objeto. Concretamente:

- Formación de una superficie higroscópica "Weeping".
- Microfisuración de la superficie asociada a la formación de microcráteres "Crizzling". Se caracteriza por la disminución de la transparencia y la formación de microfracturas.
- Descamación "Spalling". Aparición de levantamientos de los esmaltes en forma de escamas que acaban por desprenderse dando lugar a lagunas.

Las principales causas que dan origen a estas alteraciones las debemos buscar en:

- Defectos de técnica de fabricación.
- Diferencia de tensiones mecánicas.
- Ambiente de conservación no idóneo.
- Interacción físico-química entre el soporte de cobre y los componentes del esmalte.

Los estudios realizados hasta la fecha aconsejan eliminar la humedad presente en el esmalte mediante un secado controlado bajo vacío y proporcionar un medio ambiente estable. Se ha individuado como niveles óptimos para este tipo de obras un valor medio de humedad relativa (Hr) alrededor de 45 %, ya que se ha observado que los fenómenos de exudación comienzan a presentarse con una Hr del 50%, mientras que con valores inferiores al 40% la superficie del esmalte tiende a quebrarse produciendo descamación y pérdidas.

Justificación y necesidad de un sistema expositivo especial

Una obra de las características técnicas, físicas y conservativas tan compleja y peculiar como la que nos ocupa conlleva necesariamente tener en cuenta múltiples factores que determinen las mejores condiciones para su presentación al público, sobre todo, si tenemos en consideración su extrema sensibilidad a las variaciones higrométricas del ambiente circundante, requiriendo unas condiciones climáticas particulares que difieren de las del resto de la colección. Para poder exhibirla con plenas garantías es necesario construir un contenedor que mantenga unas condiciones climáticas adecuadas y constantes.

El Museo de Bellas Artes de Granada se encuentra en el antiguo Palacio de Carlos V en el interior del recinto de la Alhambra. El edificio se ubica sobre una colina al descubierto de todos los fenómenos meteorológicos. La sala donde se instalará el tríptico para su exposición al público está situada entre el patio circular interior y la cara externa situada al Oeste. Todo el Museo carece de cualquier sistema de climatización activa, por ello se procedió de forma preliminar y, a fin de determinar la evolución termohigrométrica de la sala del museo destinada a acoger la pieza, a evaluar la estabilidad/instabilidad de este ámbito estudiando las gráficas resultante (termohigrógrafo) de los últimos dos años. El estudio de estos datos puso de manifiesto que este espacio a lo largo del ciclo anual presenta unas variaciones de temperatura comprendidas entre 8°C y 30°C, mientras que los niveles de humedad relativa oscilan entre 65% del período invernal al 45 % del estival. Estas fuertes variaciones atribuibles a los cambios estacionales, también se detectan, en menor medida en la media diaria (día-noche) y semanal.

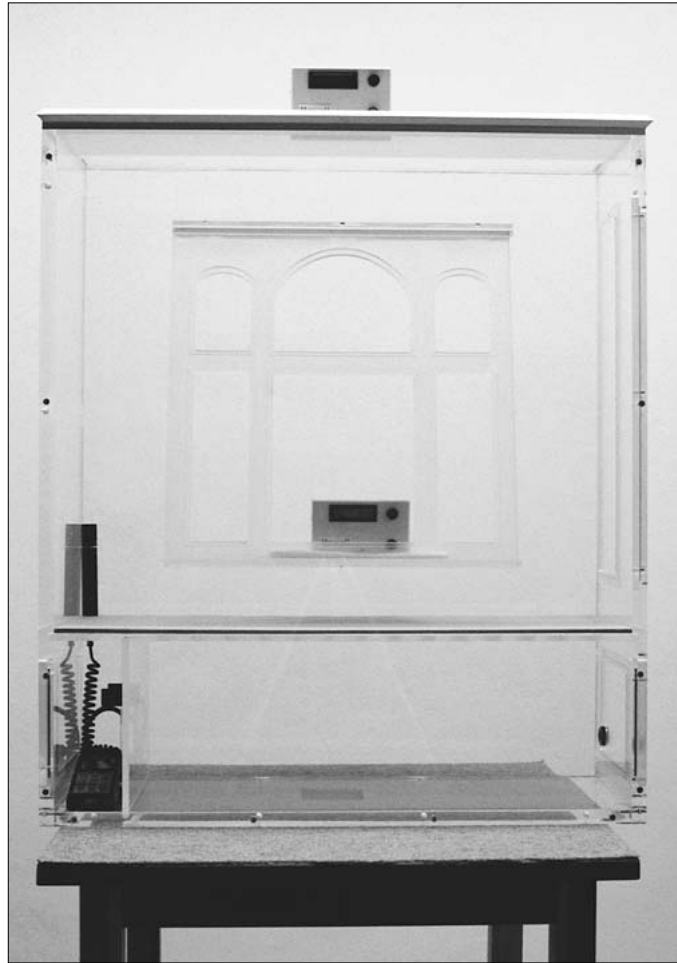
1. Véase informe del estado de conservación y proposición del tratamiento, tríptico del Gran Capitán, n° de Reg. A-3241. Firmado por M^a Paz Fernández-Bolaños Borrero. Estudio Analítico realizado por Salvador Rovira.

2. Véase bibliografía adjunta al presente artículo.



Es de hacer notar que tales variaciones termohigrométricas son atribuibles exclusivamente a factores naturales derivados de su entorno (condiciones del edificio y cambios estacionales), dado que el museo no está sometido por lo general a un gran flujo de visitantes que podrían alterar; con su presencia, el ambiente interior. En síntesis, el edificio en general, y más concretamente la sala donde se exhibirá esta pieza, no reúne de forma pasiva las condiciones ambientales idóneas para su exposición. Necesariamente se debería actuar de forma activa mediante la instalación de un complejo sistema de climatización. Como se ha comentado, el Museo se encuentra en el interior de un edificio histórico de tipo monumental, siendo por ello complejo y costoso la ejecución de aquellas acciones necesarias para mejorar los niveles conservativos de la colección de forma activa. Por el contrario, son fácilmente realizables aquellas acciones meramente pasivas encaminadas a optimizar las actuales condiciones, (ajuste del cierre de puertas y ventanas, filtrado y tamizado de la luz natural y en general aquellas medidas preventivas necesarias en un museo de esta naturaleza).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se plantea como única solución exponer esta pieza en el interior de una vitrina que actúe como contenedor estable de forma pasiva y que se adecue específicamente a su morfología, características técnicas y conservativas. Previamente se ha realizado una valoración de las vitrinas actualmente existentes en el comercio, con objeto de evaluar la conveniencia o no de diseñar una específica para esta obra o adquirir uno de los modelos en venta. Esta última solución se ha desechado por los siguientes motivos:



- En general estos contenedores están diseñados para pintura sobre tabla.
- Son pensados como cajas para exponer pinturas y no como vitrinas.
- El gel de sílice o "Art Sorb" se coloca en el reverso de la obra, con lo cual se corre el riesgo de crear un microclima más estable en el reverso que en el anverso de la pintura.
- No incluyen en su interior los actuales sistemas de medición y control de Hr. y T.

Por estos motivos se decidió realizar un prototipo de vitrina especialmente diseñada para esta pieza cuyo diseño y características técnicas fueron cotejados con físicos del Laboratorio de Física del Istituto Centrale del Restauro de Roma. En su diseño se ha tenido en cuenta aspectos tales como su estabilidad, seguridad, facilidad de control y mantenimiento, así como su estética a fin de que armonice con el montaje museográfico actual de esta sala. Además, se ha compatibilizado su función de vitrina de exposición permanente con la de contenedor-vitrina para exposiciones temporales.

Materiales empleados

Su estructura se compone de dos partes diferentes: la vitrina o caja y el soporte o base.

Caja. Los materiales con los que se podían haber construido la vitrina podían ser tres: cristal, vidrio y

3. Vista del lateral izquierdo, se aprecia las puertas de acceso a los compartimentos superiores e inferiores (esmalte y gel de sílice)

4. Vista frontal de la caja de la vitrina, se aprecia las tres secciones en que está subdividida

IDEA

polimetilmetacrilato (nombre comercial *plexiglass*). El cristal ha sido excluido por su gran peso específico. De hecho, el peso total de la caja oscilaría para las dimensiones determinadas para esta obra entre 200 y 250Kg. Este hecho por sí sólo hubiese significado dificultad de transporte, de ensamblado y de elevado coste. De igual forma, también se descartó el vidrio, pues si bien su peso es menor (entre 130-150Kg), presenta como inconveniente su fragilidad, su tonalidad verdosa, que en el espesor previsto (20 mm) habría suministrado un fuerte dominante verde que alteraría considerablemente el extraordinario cromatismo de la obra, y sería difícilmente evitable los reflejos intrínsecos al empleo de este material.

Por el contrario utilizando el polimetilmetacrilato de 20mm. de espesor se ha reducido considerablemente

el peso (90Kg). Además el uso de este material conlleva una serie de ventajas añadidas entre las que destacamos: no suministra reflejos coloreados, es un filtro anti-ultravioletas e infrarrojos, es resistente a los golpes, presenta óptimas propiedades mecánicas, térmicas y químicas, no se altera en presencia de gas (este factor permite el empleo de gases neutros, en los casos que sea necesario), la transmisión de la luz es del 92.5% del espectro visible, lo cual permite una perfecta visión del objeto expuesto cromáticamente hablando, la pérdida de transparencia después de 5 años de exposición al exterior es del 1% del valor de transmisión inicial, y por último es de reseñar su facilidad de trabajo con herramientas normales, así como el ensamblado de piezas mediante soldadura, encolado o atornillado.

Soporte. Al ser una pieza independiente que cumple una función de base de la vitrina, siempre y cuando le proporcione una estabilidad suficiente, puede estar realizada en cualquier material. En este caso se ha seleccionado el contrachapado de nogal de 20mm de espesor a fin de que se integre con el resto del mobiliario existente en la sala donde actualmente está expuesta.

Características técnicas de la vitrina

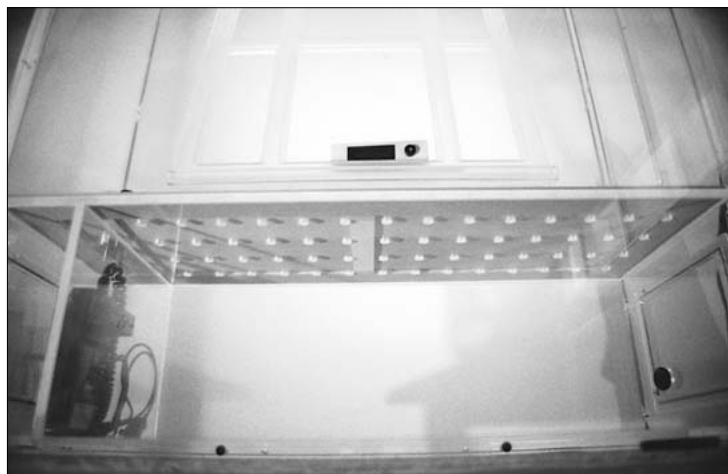
Las dimensiones y el volumen de la caja de la vitrina están calculados de manera proporcional al tamaño del objeto y a la cantidad de material "tampón" (Gel de sílice) necesario para estabilizarla a los niveles aconsejados anteriormente, según la fórmula y los estudios realizados por Garry Thomson³.

La vitrina es completamente hermética para garantizar la estabilidad microclimática interna necesaria, y evitar la penetración de polvo u otros materiales hacia el interior. La hermeticidad se ha conseguido con varios sistemas:

Las planchas que configuran el exterior de la vitrina de 20mm. están entre sí fijadas con tornillos de acero inoxidable que no atraviesan el espesor de la pared del contenedor. Aquellos que requieren por necesidad constructiva traspasar su espesor, como ocurre con los que sustentan el soporte inclinado donde se encuentra alojado el tríptico, están aislados del exterior mediante juntas tóricas. Todas las uniones de las planchas externas han sido soldadas con copolímeros expresamente seleccionados para conseguir su perfecta unión, en base a su estabilidad a la luz y a su fuerte resistencia mecánica a la tracción y a la compresión. También las puertas de comunicación de los compartimentos con el exterior están atornilladas, su hermeticidad ha sido conseguida, como en el caso anterior, mediante juntas tóricas.

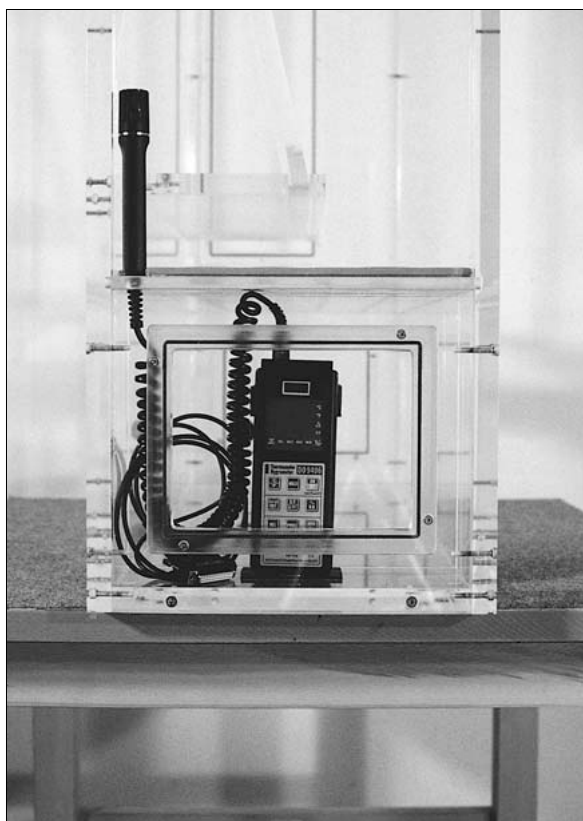
El espacio interno de la vitrina está subdividido en tres secciones diferentes que cumplen funciones diversas:

La primera de ellas destinada a alojar la obra de arte, incluye el soporte del tríptico. Este se realiza en plexiglass satinado y se dispone en un plano inclinado de 30° a fin de optimizar la iluminación cenital de la vitrina y proporcionar un plano de sostén de la obra. Este soporte discurre sobre dos guías con objeto de facili-

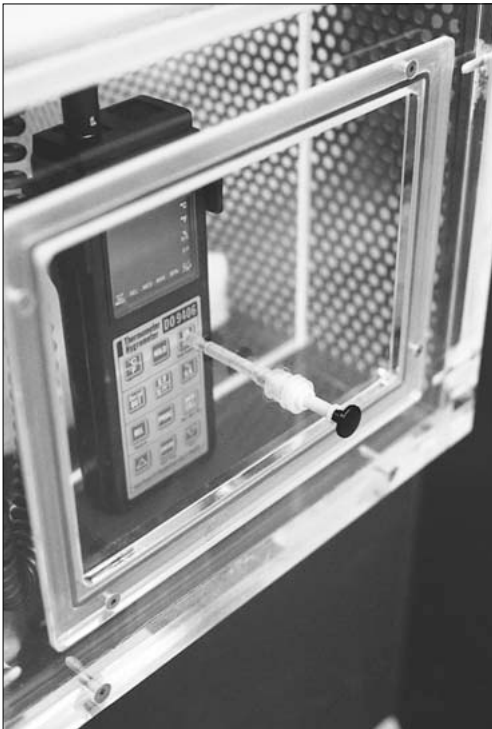


5. Detalle del plano perforado de comunicación entre los compartimentos superior e inferior

6. Detalle del aparato de control climático



3. Véase G. Thompon "Stabilization of RH in exhibition cases: Higromeric Half-Time". Studies in Conservation, vol. 22, nº 2 (1977) página p 85-102.



tar la manipulación o evacuación de la obra, que se realiza a través de una puerta de comunicación con el exterior existente en el lateral derecho.

La segunda, ubicada en la parte inferior alberga la cantidad de material tampón necesaria para estabilizar la vitrina a un valor de 45% de HR. Ambas secciones están en comunicación directa mediante una división realizada en metacrilato perforado cada dos centímetros. Con fines estéticos, esta subdivisión ha sido cubierta con un soporte inerte y exento revestido de una tela de trama abierta para facilitar el intercambio ambiental entre ellos. El recambio de gel de sílice se realiza mediante una puerta de comunicación con el exterior, ubicada también en el lateral derecho. Esta puerta ha sido equipada con una válvula de control de presión que permite, en el caso de que la vitrina viaje en avión, regular su presión interna en caso de despresurización de la cabina. Este sistema es el mismo que se encuentra instalado en los embalajes que utilizan la fuerzas armadas americana para el transporte en avión de aparatos de alta precisión.

La tercera sección aislada completamente del resto de la vitrina, está destinada a ubicar el sistema digitalizado de control del microclima interno (Hr. y T.). Está dotada de una puerta de comunicación con el exterior para facilitar la descarga de los datos ambientales y su posterior tratamiento informático. El aparato de control seleccionado para esta vitrina dispone de una fuente de energía autónoma (batería de 9 V), de una sonda de medición situada en la parte superior de la vitrina y de un "data logger" que permite la visión inmediata de los valores de temperatura, humedad relativa, gramo vapor (humedad específica), etc..., gracias a la presencia de un display digital. En la puerta se ha colocado un pulsador con objeto de facilitar su lectura desde el exterior sin necesidad de abrirla.



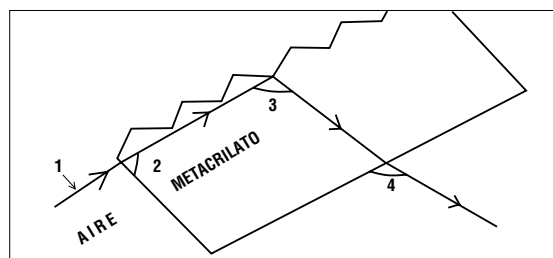
7. Detalle del pulsador externo

8. Detalle de la válvula de presión

Características técnicas del sistema de iluminación

La iluminación es un prototipo expresamente estudiado y diseñado para iluminar objetos expuestos en el interior de una vitrina con la fuente de emisión situada en el exterior: Se denomina "techo de luz". Su principal característica es que utiliza el mismo plano del techo de la vitrina como emisor de luz hacia el interior; de aquí su denominación. Está basado en el principio de la "guía de luz"⁴ y ha sido puesto a punto por el mismo equipo de técnicos.

Principio de funcionamiento



- 1 Haz incidente
- 2 Primera refracción
- 3 Reflexión total interna
- 4 Segunda refracción

El principio de este sistema de iluminación está basado en el transporte de la energía luminosa a través de un material ópticamente estable que presente el mayor índice de refracción posible a fin de poder utilizar el fenómeno de la reflexión interna total, obteniendo de esta forma unos ángulos de emisión elevados y una gran eficiencia luminosa.

La emisión de la luz hacia el interior de la vitrina se produce a través de unos micropismas dispuestos en sentido longi-

4. Sistema patentado en diciembre de 1992 por Fabio Armini, Físico del ICR, Roma, Rainiero Baglioni, Asesor en Conservación Restauración y Fabio De Sisti de la De Sisti Lighting, Roma, Italia.

tudinal al plano de metacrilato que configura el techo. Estos micropismas están impresos a control numérico con ángulos controlados sobre la superficie contraria a la de reflexión. Basándose en el principio de realizar ángulos tales que la reflexión interna total (caso particular del fenómeno de la refracción) permita la emisión de una parte del flujo luminoso sobre un eje perpendicular a la guía misma.

Este principio permite adquirir una mayor eficiencia de la que se obtendría introduciendo una superficie difusora en el interior del recorrido óptico (guía prismática 3M). Al igual que produce un haz de luz controlable en el ángulo de abertura tanto en sentido longitudinal como en transversal.

La luz visible transmitida presenta la misma curva espectrofotométrica que aquella introducida, o sea no existe aberración cromática en cuanto que el medio utilizado está constituido por metacrilato colado que tiene una curva de transmisión lineal en el campo visible, al igual que anula los componentes de ultravioleta y de infrarrojo.

Algunas de las ventajas derivadas del empleo de este tipo de iluminación las exponemos a continuación:

- Solucionar las exigencias conservativas de iluminación en cuanto que se elimina completamente la radiación ultravioleta (mecanismo de degradación imputable a la luz), y de consecuencia, disponer de la posibilidad de someter a las obras de arte a unos niveles de iluminación superiores a los normalizados a nivel internacional sin ocasionar daños en ellas.
- Anular la posibilidad de deslumbramiento ya sea primario o secundario⁵ gracias a la posibilidad de controlar el ángulo de emisión, lo que permitirá iluminar sólo al objeto que nos interesa y no al observador.
- Y por último, la utilización de fuentes luminosas halógenas frías, permite eliminar hasta 2/3 de la energía total irradiada, con esto se evitará no sólo la introducción de calor en el interior de la vitrina, sino también la eliminación del fenómeno de la deshumidificación localizada, que podría resultar dañina para algunos materiales que necesitan un equilibrio termohigrométrico perfectamente estable.

El diseño del plano del techo de la vitrina ha sido pensado para transportar grandes flujos luminosos, necesario para poder iluminar el tríptico que nos ocupa con unos niveles lumínicos adecuados a su conservación. Se ha empleado como fuente luminosa tres lám-

paras halógenas (3ª generación) de 100 wátios cada una de ellas colocadas en un portalámparas específicamente diseñado para esta vitrina que se ubica externamente en la parte superior de su reverso.

Discusión de los resultados obtenidos en la experimentación de la vitrina

Una vez ultimada la construcción de la vitrina se han realizado una serie de pruebas y comprobaciones técnico-científicas necesarias para comprobar la validez de las hipótesis físico-mecánicas formuladas en fase de proyecto. Las pruebas efectuadas han consistido:

- Estanqueidad del contenedor: Para ello se ha sometido a una presión (0,5 atm.) controlada constantemente por medios de manómetros durante un tiempo determinado de 24 horas. Los resultados han confirmado que la vitrina es perfectamente estanca y no presenta pérdidas de ningún tipo.
- Pruebas Termohigrométricas: Se han instalado tanto en el interior de la vitrina como en su exterior tres aparatos de adquisición automática de los parámetros microclimáticos durante un período de cinco meses. Cada uno de ellos está provisto de dos canales, uno para la temperatura y otro para la humedad relativa. En esta experimentación han sido programados para memorizar las mediciones cada 30 minutos.

La disposición de los sensores es consecuencia de la metodología microclimática utilizada que busca poner en evidencia el tipo de interacción del ambiente interno con el ambiente externo, las eventuales estratificaciones del aire y su mezcla debido a comportamientos térmicos diferenciados. Su disposición se especifica a continuación:

- Sonda nº1.** Externa a la vitrina, a una altura de 1,80m. del suelo.
- Sonda nº2.** Interna a la vitrina, dispuesta en la base del plano de comunicación entre el compartimento del material tampón y del contenedor de la obra.
- Sonda nº3.** Interna a la vitrina, dispuesta en el plano de sostén de la obra.

Con posterioridad se ha efectuado la elaboración de los datos registrados obteniendo una gráfica comparativa que ha puesto de manifiesto:

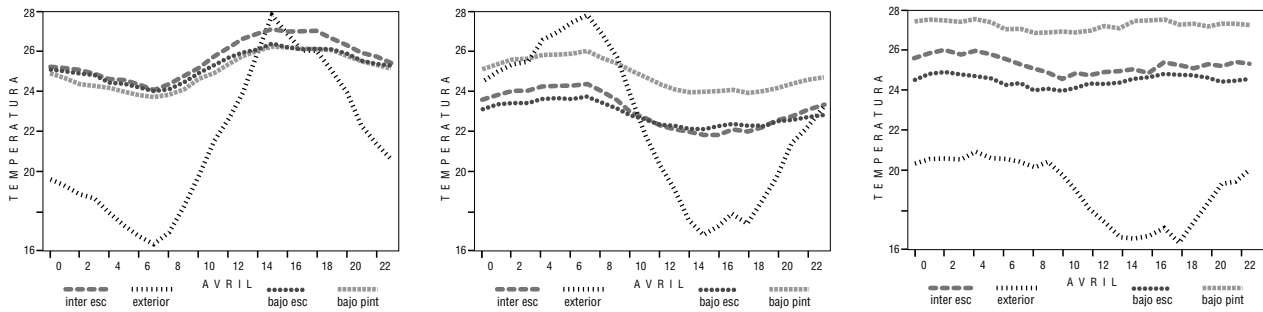
Sonda nº1	TEMPERATURA (°C)		H.R. (%)	
Externa	máximo	26,5	máximo	56
	mínimo	21	mínimo	41
	media	22,5	media	52,8
	Oscil. estand.	0,7	oscil. estand.	3,2
Sonda nº2	TEMPERATURA (°C)		H.R. (%)	
Interna	máximo	24,5	máximo	48
	mínimo	22	mínimo	47
	media	22,4	media	47,1
	oscil. estand.	0,3	oscil. estand.	0,3
Sonda nº3	TEMPERATURA (°C)		H.R. (%)	
Interna	máximo	22,6	máximo	47,8
	mínimo	22	mínimo	47
	media	22,3	media	47,3
	oscil. estand.	0,2	oscil. estand.	0,2

5. Se entiende por deslumbramiento primario al derivado de la propia fuente luminosa.

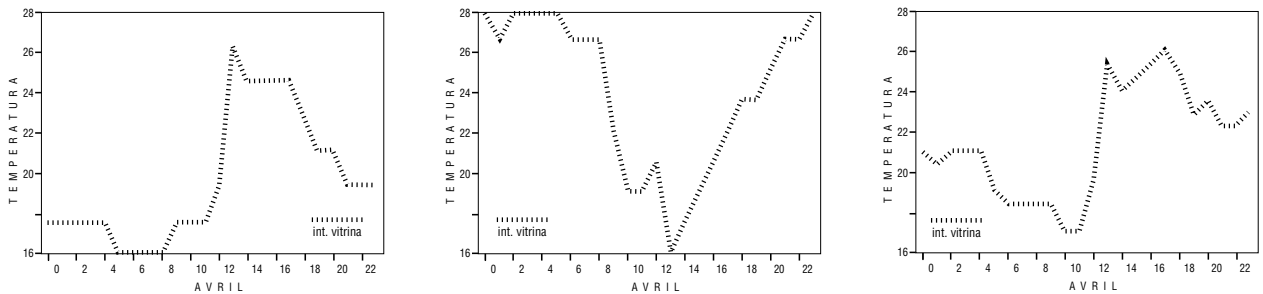
Se denomina deslumbramiento secundario al producido por la reflexión de la fuente luminosa por parte del objeto iluminado.

Las conclusiones que se pueden extraer son las siguientes:

IAPH SECTOR CLIMA Gráficas microclimáticas de las medidas diarias del interior de la vitrina



IAPH SECTOR CLIMA Gráficas microclimáticas de las medidas diarias del exterior de la vitrina



- La vitrina amortigua de manera efectiva los cambios térmicos externos-internos de manera lenta en el tiempo sin recibir ninguna influencia por parte de los períodos de encendido-apagado de la iluminación.
- La humedad relativa interna nunca varía más de un 0.5%. Este hecho es representativo de la hermeticidad de la vitrina, lo cual hace que no sea necesario abrirla con frecuencia para reacondicionar el gel de sílice.
- Por último, se puede afirmar que el sistema de iluminación no influye mínimamente en el buen comportamiento termohigrométrico del interior de la vitrina y, por tanto, no produce fenómenos de deshumidificación localizada, ni movimientos convectivos del aire derivados de los cambios térmicos producidos por la fuente de iluminación, porque ésta se encuentra externa a ella.
- Pruebas fotométricas, y control de las radiaciones emitidas por el sistema de iluminación. Las pruebas fotométricas realizadas han puesto de manifiesto que el sistema lumínico utilizado no afecta al estado de conservación de la obra contenida en la vitrina. Se han empleado los siguientes instrumentos de medición: luxmetro, ultra-viómetro y termo-colorímetro.

Con el luxmetro se ha medido la intensidad de luz emitida, siendo los niveles medios obtenidos de forma uniforme sobre la superficie de la obra de arte de 150lux. Estos niveles de iluminación responden plenamente a las normativas internacionales para la exposición de objetos de la tipología que nos ocupa.

Con el ultra-viómetro se ha evaluado la cantidad de radiación ultravioleta no visible que puede ser emitida, tanto por la fuente de iluminación de la vitrina como por la influencia de la iluminación circundante presente en el entorno. Las mediciones realizadas han demostrado que no existe presencia de radiación ultravioleta de ningún tipo en su interior. Este hecho se debe a las propiedades del material utilizado en su construcción, que como se ha comentado anteriormente actúa de filtro de las radiaciones ultravioletas e infrarroja.

Con el termo-colorímetro se ha medido la temperatura de color de la luz que recibe el tríptico. Se ha constatado que los valores obtenidos son de 3.100°K. (valor considerado ideal para observar una obra de arte). Este hecho hace que el cromatismo de la obra no sea interferido por las variaciones de temperatura de color procedentes de la fuente luminosa, pudiéndose apreciar correctamente tanto las tonalidades frías (azules) como las cálidas (rojos).

Conclusiones finales

La importancia de esta operación estriba en el hecho de poder exponer al público en una sala del Museo de Bellas Artes de Granada, con plena garantía para su conservación, una obra capital de este Museo como es el Tríptico del Gran Capitán. Gracias a los medios técnicos y científicos que tenemos a nuestra disposición se ha podido realizar un contenedor que cumpla tanto con la normas de conservación preventiva, como con los fines museológicos. De hecho conservar no significa descontextualizar la obra de arte sino buscar soluciones lógicas a problemas complejos.



9. Vista frontal de la vitrina durante las pruebas de control ambiental y del sistema de iluminación.

10. Detalle de la pruebas de emisión de radiaciones y de niveles de iluminación



Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a los compañeros Fabio Aramini, Carlo Cacace del ICR de Roma y a Fabio De Sisti de la empresa De Sisti Lighting, Roma, por su colaboración en las investigaciones y puesta a punto del sistema de iluminación y expositivo de esta pieza

A las empresas: De Sisti Lighting por la realización del prototipo de iluminación cedido desinteresadamente a este Instituto y a la empresa Entorno por la realización de la vitrina, en particular en la persona de Manuel Esperilla.

Al arquitecto Marcelo Martín por el diseño de la base de la vitrina, al igual que a los técnicos del Museo de Bellas Artes de Granada por las facilidades y atenciones recibida; y a María José González López jefa del departamento de tratamiento del IAPH para su colaboración.

Y por último al director del IAPH, Román Fernández-Baca Casares y al personal del Servicio de Instituciones de la Dirección General de Bienes Culturales por haber creído en esta aventura.

Bibliografía

A.A.V.V. *I supporti nelle Arti pittoriche. Storia, tecnica, restauro*. Ed. Mursia. 1991, p:301 - 313.

DANTI, C. BODDI, R. CRESCIOLI. A.: *Progetto e realizzazione del sistema espositivo per la conservazione di un rilievo del Museo Bardi in Firenze attribuito a Donatello*. Actas del Congreso de Pruebas no destructivas. Perugia 1990, p: IV/7.1 - IV/7.14

GONZÁLEZ M^a J. y BAGLIONI R. *Asesoramiento técnico sobre la problemática actual de conservación del tríptico denominado "del Gran Capitán", esmalte perteneciente a los fondos del Museo de Bellas Artes de Granada*. Informe Interno del IAPH. 1993.

S. HREGLICH, M. MARABELLI, P. SANTOPADRE e M. VERITÀ. *Il Corporale di Orvieto: Tecnica di fabbricazione, cuse di deterioramento e proposte di conservazione*. Actas del Congreso de Pruebas no destructivas. Perugia 1990, p: V/5.1 - V/5.11.

J. PHILIPPOT, G. BOSSIERE et B. BEILLARD. *Examen par microscopie electronique a balayage des alterations d'emaux pintes du XVIème siècle*. Actas del congreso de pruebas no destructivas. Perugia. 1990, p: v/5.1 - v/5.11

Rika SMITH, Janice H., Carlson and Richard M. NEWMAN. *An investigation into the deterioration of painted Limoges enamel plaques c. 1470-1530*. Studies in conservation, vol 32, N°3 1987.

F. ARAMINI. *Iluminación y estudios colorimétricos aplicados a la exposición del bien cultural*. Extraído de Un proyecto para la Capilla Real de Granada. Serie Cuaderno n° 1, p: 77-80.

A.A.V.V. *Museum-Vitrines*, N°146 Paris, 1985

M. BACCAREDDA BOY. *Materie plastiche ed elastomeri*. Quaderni di chimica applicata, a cura di E.Mariani. ED.Ambrosiana 1976. P: 156-167

M. C. BERDUCOU. *La conservation en Archéologie*. Ed. Masson. 1990.

J. CHAIMOWICZ. *Ondas luminosas, introducción a la tecnología optoelectrónica*. Ed.Paraninfo 1990 Madrid.E.

G. de GUICHEN. *Climat dans le Musée*. ICCROM. 1984.

HECHT, A.ZAJAC. *Optica*. Ed. Addison 1986

G. PAULILLI. *L' illuminazione ecologica*. Media Production, n° 64. 1995, p: 16-21.

P. RADI. *Il sistema d' illuminazione a Guide di Luce*. Luce, anno 32, n° 2, marzo/aprile. 19993, p: 68-72.

H. SAECHTLING. *Manuale delle materie plastiche* 3ª edizione. Tecniche Nuove, Milano 1986

N. STOLOW. *Conservation and Exhibitions*. Butterworths. 1987.

G. VANNUCCHI. *Ottica integrata e microottica*, vol I y 2. Ed. Pátron. 1982.

VILLAVECCHIA-EIGERMANN. *Nuovo dizionario di merceologia e chimica applicata*. Milano, 1975, p: 2528-2529.