

Acristalamiento Isotérmico de protección para vidrieras

Parte II: ventajas, inconvenientes, instalación y conclusiones

Fernando Cortés Pizano
Mayo 2000

Ventajas e inconvenientes del Acristalamiento Isotérmico

Las ventajas que ofrece el Acristalamiento Isotérmico son numerosas. Estas son, de forma resumida, las principales:

- Dada la ausencia de presión del viento y el contacto con el agua de lluvia y los contaminantes ambientales, la red de plomo de los paneles se conserva mucho mejor, se prolonga su existencia, no necesita estar en perfecto estado de conservación para poder seguir cumpliendo su función y por tanto los paneles no necesitan ser reemplomados regularmente.
- Las fracturas en el vidrio no necesitan ya ser reparadas mediante los tradicionales plomos de fractura, pudiendo ser pegadas con resinas epoxi especiales.
- Las resinas sintéticas utilizadas como consolidantes o para las reintegraciones de pinturas perdidas, pueden ser aplicadas tanto por la cara interior como exterior del vidrio.
- La vidriera deja de funcionar como barrea divisoria entre el exterior e interior del edificio, lo que la aísla de las condiciones climáticas exteriores, vinculándola al clima del interior, en general mucho más estable, constante y menos contaminado. Se evita de esta manera la influencia negativa de los contaminantes ambientales y los bruscos contrastes de temperatura y humedad relativa entre el exterior y el interior, los cuales son la principal causa de la formación de agua de condensación sobre el vidrio original. Esto permite controlar más fácilmente las posibles oscilaciones de temperatura y humedad relativa ambiente en las inmediaciones de la vidriera.
- La influencia negativa de los rayos UV e IR procedentes de las radiaciones solares puede así mismo ser más fácilmente controlada mediante el uso de vidrios provistos de filtros, allí donde sea necesario.
- Se reduce considerablemente el riesgo de deterioro mecánico como consecuencia de impactos por vandalismo, granizo, etc. u otros factores procedentes del exterior, tales como, explosiones, vibraciones, etc.
- El uso del nuevo acristalamiento, junto con la aplicación de marcos laterales de refuerzo en los paneles, da una mayor estabilidad a los paneles, lo que permite, en casos concretos, prescindir de las barras horizontales de sujeción, usadas históricamente para dar mayor estabilidad a los paneles una vez instalados y compensar los empujes del viento. No obstante, por motivos deontológicos, como en el caso de que estas barras sean materiales originales y por tanto tengan un valor histórico, es conveniente su reutilización. Los mismos argumentos éticos son aplicables al uso de las mallas de

protección, las cuales, si bien al perder su función principal dejan de ser necesarias, son sin embargo, en muchos casos, un elemento histórico intrínseco de la vidriera.

- Una vez la vidriera ha sido desmontada, el vano de la misma puede ser cerrado inmediatamente y de forma definitiva mediante este sistema de acristalamiento, eliminando de esta manera las presiones de tiempo a que se ven sometidos los restauradores para concluir su intervención, lo que repercute en una mejoría en la calidad de la misma.
- El nuevo sistema facilita y acelera el desmontaje futuro de la vidriera entera o de algunos de sus paneles en caso de ser necesario por motivos de restauración, limpieza, guerra, exposición, estudio, etc. El hecho de que los paneles ya no sean fijados a la piedra mediante mortero es sin duda uno de los grandes avances de este sistema, que permite además la visión completa de los mismos, sin las pérdidas de visión laterales ocasionadas por los recubrimientos de mortero.
- En el caso de las iglesias que utilicen sistemas de calefacción, el nuevo sistema permite un cierto ahorro de energía en el interior del edificio al crear un sistema herméticamente cerrado. Este permite además un cierto aislamiento sonoro del exterior.
- El cerramiento de todos los vanos del edificio mediante este sistema permite una conservación pasiva y preventiva mucho más eficaz y más cercana a condiciones museísticas. De ahí que este sistema sea también conocido como Acristalamiento Museístico.
- La protección que ofrece este sistema permite una restauración mucho menos agresiva, prolongando de esta manera el tiempo transcurrido entre las distintas intervenciones en la vidriera.

Por otro lado, este sistema presenta también algunas desventajas menores, las cuales son principalmente de tipo estético y ético:

- Algunos historiadores del arte y expertos en la materia han llegado a criticar el hecho de que el cerramiento del vano de la vidriera mediante nuevas láminas de vidrio puede alterar la imagen exterior tradicional del edificio, especialmente si el vidrio utilizado no es antirreflectante, esto es, si actúa como un espejo, o si es totalmente opaco (*Ilustración 11*). Esto es especialmente importante en monumentos con un gran valor histórico, como es el caso de la mayoría de las iglesias, catedrales y monasterios donde se hallan las vidrieras. La solución más efectiva es por lo tanto utilizar vidrios antirreflectantes y transparentes, los cuales, si bien es verdad que son más caros, respetan la visión exterior de la vidriera y la integridad del edificio (*ver Parte I, Ilustración 2*).
- Por otra parte, también se ha criticado el necesario desplazamiento que ha de sufrir la vidriera unos centímetros hacia el interior, argumentando que el cambio en su ubicación original es una alteración no permisible. Si bien es cierto que esta alteración, necesaria según el sistema actual, supone un cambio en la ubicación original de la vidriera, ésta es mínima, de unos 6 a 8 cm, y por otro lado, las posibles alteraciones estéticas producidas en la apreciación de la vidriera desde el interior del edificio son prácticamente imperceptibles para la gran mayoría de los visitantes del templo y no impiden en absoluto el disfrute de la obra de arte.

Construcción y funcionamiento

Como ya hemos mencionado anteriormente, el llamado "Acristalamiento Isotérmico", consiste en desplazar la vidriera original unos centímetros hacia el interior del edificio, colocando los nuevos vidrios de protección en el emplazamiento original de la vidriera y creando de esta manera una cámara de ventilación natural que crea una corriente de aire procedente del interior del edificio (*Ilustración 12*). Para poder llevar a cabo este sistema, es necesario realizar una serie de transformaciones en los elementos originales de la vidriera, tanto en los paneles como en el sistema constructivo de bastidores.

La primera transformación, y la más importante, es la realizada en los bastidores o barras metálicas horizontales donde apoyan los paneles de las lancetas (*Ilustraciones 13 a 18*). Con el nuevo acristalamiento, los bastidores deben soportar el peso total del nuevo sistema. Los vidrios de protección, de la misma medida que los paneles originales, se instalan en el lugar original de estos, sellados a la piedra con mortero de cal y a los bastidores con masilla y una lámina suelta de acero inoxidable que atraviesa los tornillos de apoyo. Para que los paneles emplomados desplazados hacia el interior tengan un punto de apoyo es necesario incorporar a los bastidores unos nuevos tornillos por la cara interior. Estos tornillos, de unos 12 a 15 cm de longitud, pueden ir sujetos de varias formas: perforando los bastidores originales, soldados a ellos o sujetos mediante abrazaderas. El material más comúnmente utilizado y más recomendable para estos tornillos, y en general para todas las nuevas piezas metálicas añadidas, es acero inoxidable.

En este punto, es importante recordar que tanto los bastidores como los otros elementos metálicos que cumplen una función constructiva, de refuerzo o sujeción, tales como las barras de sujeción, las trabillas y las mallas metálicas, forman parte intrínseca de la vidriera y por lo tanto tienen a menudo un gran valor histórico. Por ello, siempre que su estado lo permita, deberíamos intentar restaurarlas y reutilizadas. Normalmente es necesario llevar a cabo en todos estos elementos un tratamiento de limpieza y protección contra la oxidación.

Para poder fijar y corregir la distancia entre el vidrio de protección y los paneles originales se utilizan, tanto por la cara interior como exterior de los paneles, dos láminas sueltas de acero inoxidable algo más anchas que éstos y de unos 3 mm de grosor y 4 ó 5 cm de alto (*ver Parte I, Ilustración 8*). Estas láminas tienen la función de inmovilizar los dos paneles que coinciden a la altura de los bastidores por encima y por debajo de los nuevos tornillos, sustituyendo de esta manera los tradicionales pasadores o trabillas por unas sencillas tuercas en los tornillos. Sobre el mismo tornillo y pegado al bastidor se coloca otra de estas láminas para fijar las láminas de vidrio de protección.

Para facilitar la salida hacia el exterior de la posible agua de condensación formada sobre el vidrio de protección por la cara interior es necesaria otra transformación en el sistema original que consiste en colocar entre las láminas de vidrio inferiores y la piedra en la base de la vidriera, unas láminas de plomo de 1 mm de grosor. Estas láminas recogen el agua de condensación y la canalizan hacia el exterior mediante unos estrechos tubos metálicos perforados en la parte central inferior de los paneles

Para el vidrio de protección puede utilizarse una sencilla lámina de vidrio flotado de 6 mm o un vidrio laminado, esto es dos vidrios de unos 3 mm de grosor reforzados entre sí mediante una fina lámina de material plástico. La elección de uno u otro dependerá en cualquier caso de la proximidad de la vidriera a la calle y por lo tanto del posible riesgo de impactos desde el exterior. En cualquier caso hemos de procurar que el vidrio utilizado sea, en la medida de lo posible, transparente, translúcido, incoloro y no reflectante, a fin de que permita la visión de la vidriera desde el exterior. Las láminas del vidrio de protección se emploman por los bordes con un plomo en “U” para evitar el contacto con la piedra y por lo tanto que el vidrio se dañe.

Es recomendable dividir las láminas de gran tamaño situadas en la tracería, con formas más complicadas como trilóbulos o cuatrilóbulos, en varias piezas emplomadas siguiendo siempre el motivo original del panel, a fin de evitar posibles tensiones y fracturas en el vidrio de protección.

Uno de los aspectos más importantes en todo este sistema es que la distancia entre el panel original y el de protección sea la adecuada para así forzar una ventilación natural en la cámara interior y crear una corriente ascendente de aire procedente del interior del edificio, que evite la formación de condensaciones y la deposición de partículas de polvo sobre el vidrio original. Esta distancia la podemos regular desplazando ligeramente los paneles hacia dentro o hacia afuera a lo largo de los tornillos y fijándolos en su nueva posición mediante las láminas sueltas y los tornillos. Normalmente se considera que una distancia entre el vidrio de protección y la vidriera original de 4 a 8 cm es la más adecuada, si bien esta depende en cada caso de una serie de factores como el tipo de construcción, perfiles de la piedra, altura de la vidriera, orientación en el edificio, condiciones climáticas, etc. Del correcto funcionamiento de este sistema de ventilación natural depende en gran medida el éxito de cualquier acristalamiento.

Las transformaciones que es necesario realizar en los paneles originales son algo más sencillas. En primer lugar, los paneles originales son reforzados mediante unos marcos de bronce o latón en forma de “U” y de 1mm de grosor, a fin de proporcionarles una mayor estabilidad en su nuevo emplazamiento. En segundo lugar, sobre los marcos laterales de los paneles que van en contacto con la piedra, ya sea en la tracería, los maineles o en los sillares del muro, se sueldan unas finas láminas de plomo de menos de 1mm de grosor. Estas láminas se sellan a las molduras de la piedra mediante una simple presión para evitar la entrada de luz y crear una cámara de ventilación prácticamente cerrada que permita una correcta circulación ascendente de aire procedente del interior (*ver Parte I, Ilustración 8*). Para ello es necesario dejar abiertas, esto es, separadas de la piedra, las láminas de plomo en la parte superior e inferior de los paneles.

Dado que los vanos de la tracería carecen de bastidores, los paneles originales van anclados a la piedra mediante unos tornillos que atraviesan las mencionadas láminas de plomo sobre los marcos en unos cuantos puntos de sujeción. Al igual que en los paneles de las lancetas, estas láminas se dejarán también abiertas en la parte superior e inferior de los paneles, a fin de permitir la circulación de aire ascendente por la cámara.

Conclusiones

A pesar de todas las indicaciones proporcionadas, a menudo en la realidad los sistemas constructivos de cada vidriera difieren ligeramente entre sí y es posible que en cada nueva intervención tengamos que alterar y adaptar el sistema de acristalamiento de protección descrito a la nueva construcción de la vidriera en restauración.

Un sistema de acristalamiento de protección, si bien es indudable que ofrece muchas ventajas, también puede tener efectos muy perjudiciales si su instalación o funcionamiento no son los correctos. Así por ejemplo, una cámara cerrada sin ventilación puede fomentar el riesgo de condensaciones y por lo tanto acelerar el ataque químico del vidrio, plomo y capas pictóricas (*Ilustraciones 19, 20 y 21*). Un aspecto muy importante de este ataque químico es el deterioro biológico. En una cámara cerrada y sin ventilación se crea un microclima muy favorable para el desarrollo de distintas especies de microorganismos, especialmente hongos, cuyo ataque químico sobre el vidrio ha sido ya suficientemente demostrado por varios autores.

Así pues, incluso cuando el nuevo sistema de acristalamiento funcione correctamente con la vidriera ya restaurada e instalada, es necesario un seguimiento periódico del mismo. Es importante controlar si se producen condensaciones sobre el vidrio original, a qué horas, con qué frecuencia y cuánto tiempo permanecen antes de haberse secado, en cuyo caso tendremos que variar la distancia entre los vidrios de protección y los paneles originales, esto es, el ancho de la cámara de ventilación. También es importante, si bien en la realidad no siempre es practicable por falta de medios económicos, el controlar si la velocidad del aire ascendente en la cámara de ventilación es suficiente o por el contrario es demasiado débil.

Por último, no hemos nunca de olvidar que si bien el acristalamiento completo de un edificio histórico crea un sistema hipotéticamente cerrado, todo edificio necesita una ventilación, esto es, un intercambio constante de aire entre el interior y el exterior. Ya desde los principios de la arquitectura gótica, los arquitectos previeron esta necesidad y practicaron unas aberturas detrás de las claves de las bóvedas con este fin, las cuales deben permanecer siempre abiertas y funcionando correctamente. Esta medida es especialmente importante en edificios históricos que contengan obras de arte.

Bibliografía sobre acristalamientos de protección

- BACHER, E., *Aussenschutzverglasung*, en “CVMA News Letters” 27 (1978), pp. 6-8.
- BERCKMANS, W. Y CAEN, J., *Het behoud van historische glasramen: buitenbeglazing als conservatorische ingreep*, en “Monumenten & Landschappen”, 15 Jaargang, nr. 6, noviembre - diciembre 1996, pp. 18-24.
- JÜTTE, B. A. H. G., *Protective Glazing: results of measurements at Gouda*, pp. 28-31.
- KONRAD, B. ET ALII, *Schutzverglasung*, en “Historische Glasmalerei: Schutzverglasung, Bestandssicherung, Weiterbildung”, Ed. Leipzig, 1999, pp. 18-37.
- NEWTON, R. G., *Conservation of Medieval Windows (Isothermal Glazing)*, en “Conservation in Archaeology and the applied Arts”, Conferencia IIC, Estocolmo (1975a), pp. 111-114.
- NEWTON, R. G., *Results from the Isothermal Window at Sheffield*, en CVMA News Letter, 15 (1975b), pp. 5-7.
- NEWTON, R. G., “*Ventilation*” when windows have external protection, en “CVMA News Letters” 15 (1975c), sección 2.2, 7.
- NEWTON, R. G., *Protective Glazings. Results from the externally ventilated windows at York Minster*, en “CVMA News Letters” 16 (1975d), pp. 4-10.
- NEWTON, R. G., *Experimental studies of the protection of medieval windows using external glazing*, en “Verres et Réfractaires”, 30, nr. 1 (1976), pp. 80-86. Actes du IXe. Colloque International du CVMA, París, 8-12 Sept. 1975.
- NEWTON, R. G., *Externally ventilated 10 mm Cavity*, en “CVMA News Letters” 24 (1977), pp. 4-6.
- NEWTON, R. G., *External Protective Glazing*, en “CVMA News Letters” 28 (1978a), pp. 1-4.
- NEWTON, R. G., *A General Discussion of the Scientific Aspects of External Protective Glazing (Aussenschutzverglasung)*, en “CVMA News Letter” 28 (1978b), pp. 1-4.
- NEWTON, R. G., *A study of conditions in five ventilated double windows in cathedrals*, in Preprints of the Contributions to the IIC Congress “Conservation within Historic Buildings”, Viena, 7-13 Sept. 1980, pp. 89-92.
- OIDTMANN, S., *Die Schutzverglasung - eine wirksame Schutzmassnahme gegen die korrosion an wertvollen Glasmalereien*. Tesis doctoral, T.U. Eindhoven, 1994.
- SCHUECKER, G., BAUER, W. P. EN BACHER, E., *Diskussionsbeitrag zum Thema Aussenschutzverglasung*, en “CVMA News Letter” 28 (1978), pp. 4-5.

Índice de Ilustraciones

PARTE II:

- Ilustración 11. Iglesia de Santa María del Mar, Barcelona, lado noreste. Vidrieras del s. XIX y XX. Acristalamiento exterior con función de simple protección mecánica compuesto por vidrios opacos que impiden la visión de las vidrieras y alteran la imagen exterior del edificio. La tracería se ha dejado totalmente desprotegida.
- Ilustración 12. Corte transversal del llamado Acristalamiento Isotérmico de protección (Imagen: Warner Berckmans y Joost Caen, 1996).

- Ilustración 13. Corte transversal de distintas opciones de intervención en los bastidores, propuestas como resultado del proyecto llevado a cabo por el Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Alemania (Imagen: Bernd Konrad, 1999).
- Ilustración 14. Corte transversal de distintas opciones de intervención en los bastidores, propuestas como resultado del proyecto llevado a cabo por el Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Alemania (Imagen: Bernd Konrad, 1999).
- Ilustración 15. Corte transversal de distintas opciones de intervención en los bastidores, propuestas como resultado del proyecto llevado a cabo por el Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Alemania (Imagen: Bernd Konrad, 1999).
- Ilustración 16. Corte transversal de distintas opciones de intervención en los bastidores, propuestas como resultado del proyecto llevado a cabo por el Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Alemania (Imagen: Bernd Konrad, 1999).
- Ilustración 17. Corte transversal de distintas opciones de intervención en los bastidores, propuestas como resultado del proyecto llevado a cabo por el Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Alemania (Imagen: Bernd Konrad, 1999).
- Ilustración 18. Corte transversal de distintas opciones de intervención en los bastidores, propuestas como resultado del proyecto llevado a cabo por el Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Alemania (Imagen: Bernd Konrad, 1999).
- Ilustración 19. Iglesia del Monasterio de Pedralbes, cara norte. Roseta del siglo XIV. Acristalamiento exterior herméticamente sellado, sin ventilación y formado por grandes vidrios opacos que anulan totalmente la visión de la vidriera y no respetan el trazado de la tracería. Se aprecian las serias pérdidas producidas en los vidrios de protección como consecuencia de impactos desde el exterior.
- Ilustración 20. Iglesia del Monasterio de Pedralbes, cara norte. Vidriera del siglo XIX. Acristalamiento exterior con una problemática idéntica al de la figura anterior (*Ilustración 19*). El color marrón de los vidrios de protección es debido a la oxidación de bastidores y mallas metálicas. El color blanco de la red de plomo es debido a la oxidación del mismo como consecuencia de las altas humedades a las que ha estado expuesta la vidriera al no disponer de ventilación.
- Ilustración 21. Iglesia del Monasterio de Pedralbes, cara norte. Vidriera del s. XIV con muchos añadidos del XVII y XX. Acristalamiento de protección mediante doblaje de los paneles. Este sistema, absolutamente inaceptable, consiste en adherir el nuevo vidrio de protección, del mismo tamaño que el panel original, a la cara exterior de la red de plomo mediante unos puntos de silicona, sellarlo herméticamente por los laterales, también con silicona e introducir el panel resultante en la piedra, sellándolo con mortero.

Agradecimientos

Quisiera agradecer al Profesor Joost Caen de la Koninklijke Academie voor Schone Kunsten de Amberes (Bélgica), a Warner Berckmans y al Dr. Bernd Konrad del Arbeitstelle für Glasmalereiforschung des CVMA de Postdam (Alemania), por la amable cesión de algunas de las imágenes aparecidas en este artículo.

Artículo publicado en "R&R", n° 43, Agosto 2000, pp. 70-75.