

## Propuestas de conservación de azulejos a partir de su caracterización físico-química

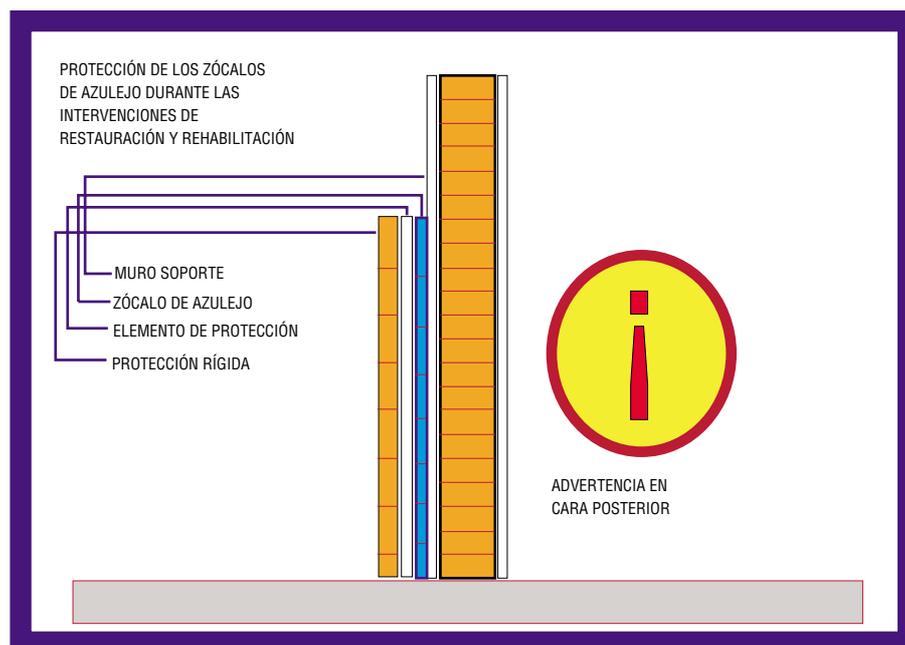


Figura 1. Esquema de propuesta de protección de un zócalo de azulejos

Vicente Flores-Alés  
Ángeles Herrera-Saavedra  
Ana Isabel Vázquez-Martínez

### Palabras clave

Cerámica / Azulejo / Vidriado / Sevilla

*Dpto. Construcciones Arquitectónicas II  
Universidad de Sevilla*

### Introducción

### Resumen

En este trabajo se plantea el análisis de posibilidades para la limpieza y restauración de piezas vidriadas de azulejería mediante el uso de determinados productos agresivos y la reproducción de vidriados o fijación para mejor conservación de las decoraciones, utilizadas con gran profusión en edificaciones de todo el área mediterránea española, sur de la Península y Portugal, alcanzando especial calidad y prestigio en la ciudad de Sevilla, conociéndose estas piezas comúnmente como "Cerámica o Azulejos de Triana".

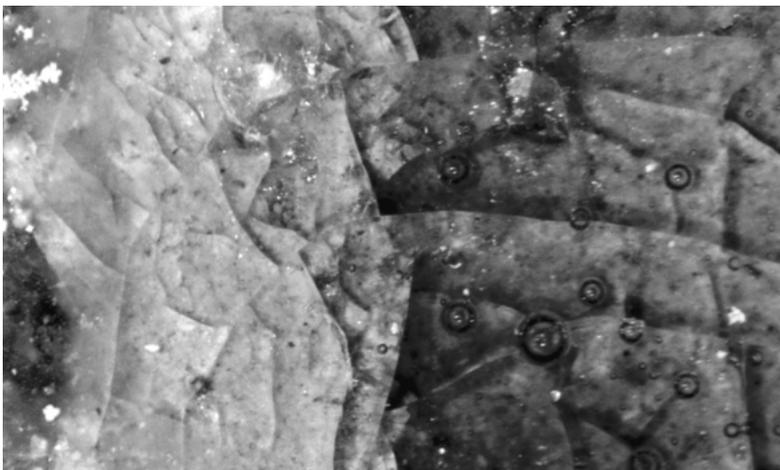
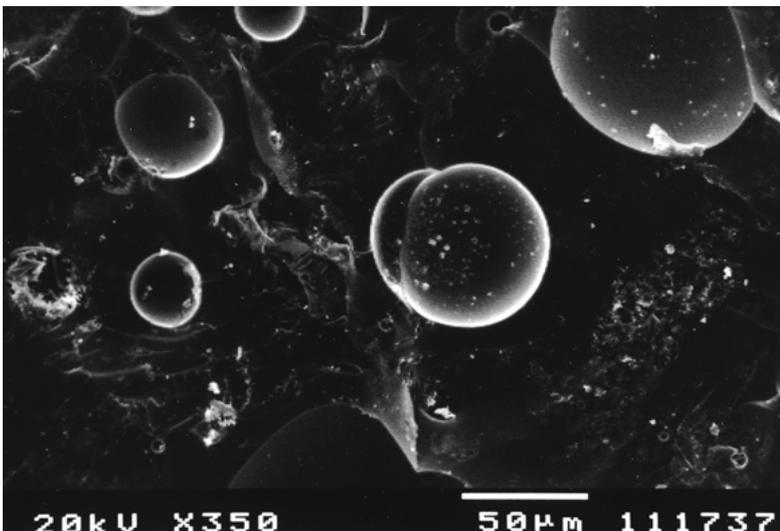
Las circunstancias que concurren en la evolución en el tiempo de este tipo de piezas hacen que, en condiciones normales, su durabilidad sea buena; ahora bien, su ubicación habitual en zonas de tránsito y cercanas al suelo favorecen la agresión por el simple uso así como por humedades procedentes del terreno. En cualquier caso, se ha comprobado que su estado de conservación está muy íntimamente ligado al tipo de técnica decorativa utilizada en las piezas, ya sea técnica de cuerda seca, de azulejo plano o de cuenca/arista, con un comportamiento significativamente peor en las piezas de cuerda seca

y planas que sufren un deterioro general más pronunciado, mientras que las piezas de cuenca sufren un desgaste en las zonas salientes de modo que se disminuye el deterioro general, al tiempo que se facilita la circulación del agua a través de las discontinuidades de la superficie impermeable que supone el vidriado. En este sentido, hay que considerar las migraciones y cristalizaciones de sales procedentes de los conglomerantes y arenas utilizados en los morteros de agarre, que generan tensiones en las interfaces pastas-vidriados y en los poros de estos últimos.

En aquellos casos en los que las piezas se han desmontado de su localización original, la falta de cuidado en la intervención y las irregulares condiciones de almacenamiento, en zonas húmedas y con las piezas amontonadas, producen en muchos casos deterioros superficiales y que los restos de mortero adherido a las piezas acaban por afectar aquellas otras con las que se encuentran en contacto, formándose depósitos o capas con cierto contenido en cemento u otros aglomerantes difíciles de eliminar y que producen el lógico deterioro de los vidriados, así como la pérdida del brillo característico de los mismos, esta circunstancia se da también en aquellos paramentos que se encuentran en edificios en obra

Figura 2. Fotomicrografía de burbujas de aire ocluidas en el seno del vidriado

Figura 3. Imagen tomada con lupa binocular de burbujas y craquelado



y que no son convenientemente protegidos. A este respecto resulta importante la disposición de un adecuado sistema de protección, así como de señales de advertencia en las caras posteriores del muro, ya que las obras a realizar en estancias colindantes pueden afectar a los paños cerámicos (Figura 1).

Este tipo de sustancias resultan difíciles de eliminar y generalmente se recurre a productos agresivos, generalmente ácidos por su capacidad para eliminar los conglomerantes, que, en el caso de no emplearse cuidadosamente y con el necesario control, pueden causar daños irreparables en los materiales. El empleo de productos alcalinos es más habitual para la eliminación de sustancias grasas y restos de determinados tipos de pinturas. Con el objeto de conocer el comportamiento de los recubrimientos, se sometieron a la succión continuada de agua, así como a la acción de disoluciones de ácido clorhídrico e hidróxido sódico de diversas concentraciones.

### Materiales y Métodos

Las muestras objeto de estudio constituyen un conjunto de piezas vidriadas de azulejería, cuya cronología se distribuye entre los siglos XVI a XX. Las técnicas de decoración son variadas, abarcando los tres grupos fundamentales: cuerda seca, arista o cuenca y plano pintado.

Los vidriados han sido descritos a partir de la observación con lupa binocular Nikon SMZ-2T microflex PFX dotada de equipo fotográfico. Además se realizó el estudio de cortes frescos sobre muestras decoradas con pigmentaciones diferentes mediante microscopía electrónica de barrido en microscopio Jeol, modelo JSM-5400, dotado de sistema de microanálisis por dispersión de rayos X Link ISIS, modelo Pentafet (Oxford), de este modo se estudiaron los desarrollos de las interfases pasta vidriado, así como las irregularidades de los recubrimientos.

Por último, y al objeto de analizar el comportamiento de las piezas frente a posibles técnicas de limpieza y reparación, se sometieron a procesos de succión de agua por ambas caras cuantificándose el grado de protección conferido por los vidriados. El ensayo de succión normalizado UNE 67-031 no resulta válido para este tipo de muestras por las características morfológicas, fracturas y espesores variables. Se diseñó un ensayo particular que hiciera posible la valoración de la impermeabilidad de los vidriados. La acción continuada del agua produce que la previsible capacidad protectora de las capas decorativas acabe por verse limitada, accediendo la humedad a las piezas a través de las discontinuidades y fisuras, lógicamente en aquellos casos en los que el vidriado permanece íntegro este efecto se ve muy atenuado.

También se trataron los recubrimientos decorativos con disoluciones ácidas a distintas concentraciones para valorar el posible daño causado por productos

de limpieza de bajo pH, describiéndose el comportamiento de los decorados en función de las zonas y los colores. De este modo se pueden aportar posibles métodos para la restauración de piezas deterioradas y en las que muchas veces, debido a un incorrecto almacenamiento se produce la formación de depósitos superficiales con cierto contenido en cemento y de difícil eliminación. Se prepararon disoluciones de ácido clorhídrico, por ser el más comúnmente empleado en este tipo de limpieza, e hidróxido sódico con concentraciones del 5%, 10% y 20%, analizándose mediante lupa binocular la respuesta de las distintas zonas de los azulejos, así como las diferencias entre los distintos colores.

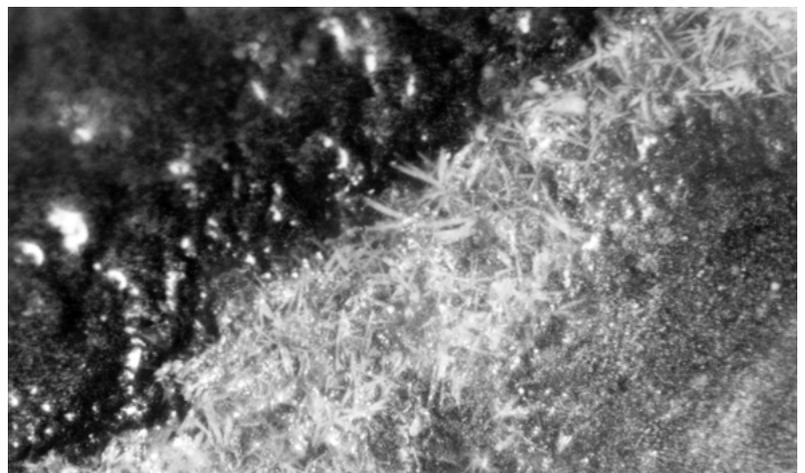
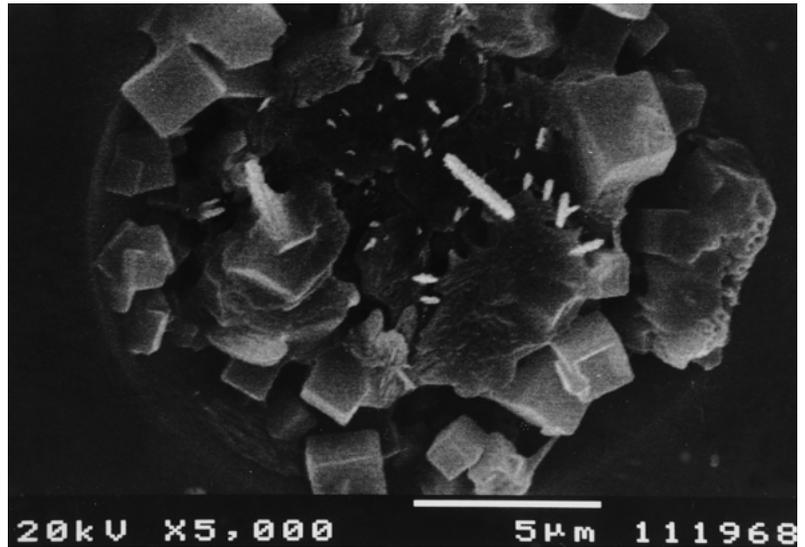
### Descripción de los vidriados

Los vidriados de las piezas objeto de estudio presentan dos características morfológicas definitorias propias de este tipo de elementos y que pueden afectar su conservación y su comportamiento frente a los productos de limpieza; de una parte la presencia de burbujas que, producidas en la pasta durante los procesos de calentamiento, han quedado ocluidas en el vidriado (Figura 2), y de otra parte los efectos de craquelado por tensiones diferenciales (Figura 3).

La presencia de burbujas produce una fragilización localizada en dichos puntos, lo que puede traducirse en pequeñas fracturas en forma de cráteres. Un efecto interesante es la cristalización de sales en el interior de los núcleos de aire. Dicho efecto es debido a la difusión de sales disueltas en agua, procedentes de los paramentos sobre los que están los azulejos, el agua se filtra a través del sistema poroso del bizcocho y llega a la interfase pasta-vidriado. Si el vidriado se encuentra compacto e íntegro las sales no tienen capacidad para aflorar y se puede producir la cristalización en las interfases con el consiguiente riesgo de debilitamiento mecánico. En aquellos casos en los que, como se ha indicado anteriormente, existen burbujas las sales pueden cristalizar en las mismas como subeflorescencias (Figura 4); el proceso expansivo que implica la cristalización también puede dar lugar a la fractura local de la capa. Otra situación observada es la que se da cuando el vidriado no se encuentra íntegro, bien por pérdida parcial, bien por desgaste o discontinuidad de las aristas, en esta situación el agua tiene capacidad de evaporarse desde la superficie con la formación de eflorescencias, en las piezas con discontinuidad en las aristas se produce el afloramiento de las sales localizado en la línea que separa las cuencas vidriadas (Flores, 1999) (Figura 5).

### Análisis físico

El hecho de que el uso de este tipo de piezas esté restringido a paramentos, elementos decorativos o techos, siempre vistos, hace que los ensayos físicos pierdan parte de su significación, y al no ser elemen-



tos portantes sus características mecánicas tienen como fin que las piezas no resulten excesivamente frágiles y tengan una suficiente resistencia frente a impactos, pero no es el caso que ocupa.

La morfología de las piezas estudiadas está en consonancia con la antigüedad de las mismas, las condiciones de almacenamiento y estado de conservación, por ello muchas aparecen rotas o al menos incompletas.

Se ha considerado oportuno valorar la capacidad de succión de agua a través de sus dos caras, con el fin de estimar el grado de impermeabilidad y protección que ofrece el recubrimiento a la pasta. Para ello hubo que recurrir al diseño de un ensayo particular, ya que el ensayo normalizado UNE requiere de muestras en las que se conozca la superficie de exposición al agua, dato del que no siempre se disponía debido a las fracturas de las piezas, y además el acceso del agua por los cantos de las piezas distorsionaba los resultados. El ensayo que se propuso era muy simple, basado en disponer las piezas sobre planchas de papel absorbente cuya zona inferior se encontraba sumergida en agua de modo que todo el papel se encuentre saturado y de este modo el agua acceda a los azulejos desde un único frente (Flores, 2001).

Figura 4. Sales de cloruro de sodio cristalizadas en el interior de un poro

Figura 5. Eflorescencias formadas en una arista

Los resultados obtenidos mostraban una sensible diferencia, con una succión mayor a través de la pasta durante la primera hora de exposición, después de veinticuatro horas, momento en que se consideraba la estabilización completa, los resultados eran similares para muchas de las piezas, con una cierta tendencia lógica a una mayor succión a través de la pasta; aunque se obtuvieron pequeños incrementos en algunos casos para la succión obtenida a través del vidriado, lo cual encuentra su justificación en un mayor grado de desgaste en las aristas de las piezas, lo que llega a dar lugar a una buena accesibilidad del agua a través de esas zonas. Un resumen de los resultados más significativos se presenta en la Tabla 1, en ella se presentan los valores obtenidos en función de que la succión se haya llevado a cabo a través de la pasta (P) o del vidriado (V) para determinados tramos de tiempo, así como la diferencia obtenido al final del ensayo.

**TABLA 1. Resultados de succión expresados en % en peso. Las muestras signadas como P corresponden a la succión a través de la pasta y las que aparecen como V a través del vidriado**

	1 min.	5 min.	60 min.	24h	Diferencia
1P	1.33	2.78	14.11	16.91	-0.47
1V	0.28	0.92	11.32	17.38	
2P	0.98	1.87	6.88	12.76	0.66
2V	0.34	0.95	7.72	12.10	
3P	2.55	9.94	19.67	20.65	8.37
3V	0.33	0.60	1.79	12.28	
4P	1.45	3.34	18.14	19.33	1.66
4V	0.30	1.65	15.78	17.76	
5P	2.54	9.87	19.81	20.50	0.32
5V	0.68	2.54	18.55	20.28	
6P	1.22	4.17	16.02	16.55	-0.83
6V	0.44	2.17	15.38	17.38	
7P	1.02	2.38	11.41	15.76	11.06
7V	0.37	0.57	2.58	4.70	
8P	1.45	3.64	17.95	18.54	-0.83
8V	0.54	1.77	17.45	19.37	
9P	1.03	3.13	18.56	21.05	0.02
9V	0.66	2.58	18.15	21.03	
10P	4.36	14.24	21.39	23.50	0.58
10V	0.07	0.92	15.68	22.92	

### Comportamiento frente a productos

Cuando se emplean productos para la limpieza de los vidriados, hay que considerar una composición química básica de los vidriados de óxidos de silicio y plomo, al margen de otros cationes base de los pigmentos utilizados para conseguir los distintos efectos y tonalidades. Igualmente hay que tener en cuenta las características químicas de las pastas con las que están fabricados los azulejos, ya que el tipo de materias primas empleadas en este tipo de piezas son ricas en carbonatos de calcio, lo que da lugar a que parte de este permanezca después de la cocción o que el óxido pueda sufrir un proceso de recarbonatación.

Respecto al comportamiento frente al ácido clorhídrico, con la concentración más baja (5%) los vidria-

dos no sufren ninguna alteración visible, manteniéndose la superficie húmeda durante aproximadamente quince minutos, momento a partir del cual se produce la desaparición. Sí se produce la lógica reacción de descomposición de los carbonatos sobre la pasta cerámica en aquellas zonas en las que se ha perdido el vidriado o en las aristas de intersección de colores, observándose la típica efervescencia; esta situación reviste especial peligrosidad debido a que la capa vidriada pierde adhesión con la pasta, con lo que es fácil su desprendimiento por una acción mecánica. Tan sólo se observa una pequeña alteración de color sobre las zonas decoradas en blanco, que experimentan un cierto amarilleamiento en torno a las zonas donde se produce la reacción sobre la pasta. Únicamente y sólo en algún caso, cuando se realizan nuevos aportes de la disolución y esta permanece mucho tiempo sobre la superficie acaba produciendo un pequeño surco sobre el vidriado.

Cuando se emplean disoluciones ácidas con una concentración del 10%, hay que recordar que un producto comercial muy utilizado en estos casos como es el conocido como "agua fuerte" o "salfumant" alcanza esta concentración de clorhídrico, se produce una alteración superficial del vidriado cuando el tiempo de exposición es excesivamente prolongado, cuando se elimina rápidamente no quedan restos. Por supuesto, se reproduce la reacción sobre la pasta, siendo en este caso más violenta que en el anterior; un dato importante y a tener en cuenta, por el daño inducido que supone, es el hecho de que también se llega a producir reacción a través de las fisuras propias del craquelado del vidriado, de manera que se produce un debilitamiento de la interfase y por tanto una mayor facilidad de fractura y pérdida.

La disolución de concentración más elevada llega en algunos a producir un leve efervescencia sobre el vidriado. El surco dejado es de mayor intensidad que al emplear concentraciones más bajas y en algunas piezas se observan alteraciones de color, como en el caso de las zonas donde ha actuado el ácido sobre el azul que toman un tono más verdoso y en el negro que aparecen manchas blanquecinas.

La aplicación de productos alcalinos se evaluó a partir de la acción continuada de hidróxido sódico, no dando lugar a alteración apreciable alguna de las superficies con lo que su uso como base para la eliminación de determinados productos orgánicos, grasas o pinturas no parece revestir, en principio, peligrosidad alguna.

### Posibilidades de actuación

La necesidad de garantizar la correcta conservación de las piezas puede plantear dos posibles soluciones. Una supone la consolidación y conservación de los materiales originales y otra implicaría la reposición de los que se han perdido (Consuegra, 1995).

En primer lugar es necesaria la completa documentación del elemento y de todas sus piezas. Si es necesario el desprendimiento de los azulejos, se puede realizar por procedimientos mecánicos y cuando exista riesgo de fractura vertiendo ácido diluido por la zona superior del elemento mediante la apertura de un regola, en este caso es necesaria una fijación previa a un soporte superpuesto de todas las piezas, es común el recurso a adhesivos con base nitrocelulósica.

En aquellos casos en los que el vidriado se ha perdido, las pastas silíceas se pueden consolidar mediante la aplicación de productos con silicato de etilo. Si se conservan restos parcialmente desprendidos estos se pueden fijar con adhesivos epoxídicos. Cuando no es necesario el desprendimiento de lascas la fijación se puede hacer también mediante copolímeros acrílicos aplicados por goteo o inyección, se debe procurar la mayor eficacia de los disolventes para garantizar la penetración a través de la interfase pasta-vidriado, también es importante la correcta dosificación del

disolvente en función de la porosidad del soporte. En estos casos se puede manifestar también una desgregación y pulvulencia en el bizcocho, situaciones en la que resulta necesaria la consolidación previa de este.

Las zonas totalmente perdidas se pueden reconstruir con escayolas sobre las que se puede reproducir los motivos decorativos siguiendo los criterios establecidos por los historiadores y responsables de la intervención. Cuando el porcentaje de pérdida no es relevante para la comprensión iconográfica se puede optar por no intervenir sobre las lagunas (Rallo, 1995)). Otra posibilidad, como es el recurso empleado en diversos elementos de la Cartuja de Santa María de las Cuevas de Sevilla, es la simple igualación con yeso de las zonas perdidas, de manera que desaparecen los desniveles que puedan propiciar los desprendimientos progresivos; con esta solución, el observado debe hacer por sí mismo una composición genérica de elemento original completo.

## Bibliografía

---

CONSUEGRA, S. y COL. (1995). *La recuperación de revestimientos del Real Monasterio de San Clemente de Sevilla*. Alicante: Asoc. de Ceramología, 1995

FLORES-ALÉS, V., HERRERA, A., GARCÍA, L. (1999). *Study of the interfaces in traditional glazed tiles used in sevilan building from XVI to XIX century*. Mineralogy of Ceramics: ancient and modern. Londres: EDITOR, 1999.

FLORES ALÉS, V y COL (2001). Posibilidades de limpieza y restauración de azulejos vidriados. *Protection and Conservation of the Cultural Heritage of the Mediterranean Cities, Actas.*, Sevilla: EDITOR, 2000, pp.241 - 242

RALLO GRAUSS, C. (1995). *Los azulejos del siglo XVI en el Monasterio de San Isidoro del Campo: su restauración*. Alicante :Asoc. de Ceramología, 1995