

# CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA DE AZULEJOS SEVILLANOS

*L. García Vázquez<sup>(1)</sup>, A. Herrera Saavedra<sup>(1)</sup>,  
P. Aparicio Fernández<sup>(2)</sup> y V. Flores Alés<sup>(1)</sup>*

## Resumen

El estudio e investigación que se presenta se corresponde a una caracterización realizada sobre piezas cerámicas vidriadas que, procedentes de distintos edificios de Sevilla, se encuentran almacenadas en la actualidad, en los Reales Alcázares de Sevilla. La metodología seguida ha consistido en el estudio de propiedades físicas determinantes del estado de conservación, análisis químico y mineralógico de las pastas y estudio por microscopía electrónica de las características de los vidriados e interfases. El estudio ha permitido establecer diferencias de acuerdo con la época de fabricación, así como con relación a la conservación de las piezas.

**Palabras clave:** azulejos, pastas cerámicas, pigmentos, vidriados.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Sevilla ha sido, a lo largo de la historia, importante foco de producción cerámica gracias a diferentes factores, como la accesibilidad a zonas ricas en los materiales base, las margas y arcillas de la cuenca del Guadalquivir, el aporte cultural que se produjo con la capitalidad de la ciudad hispalense durante el Imperio Almorávide (1147-1248) y el desarrollo de la ciudad durante la época medieval, siendo punto de partida, en épocas posteriores, de los barcos hacia América. Aspectos, todos ellos que favorecieron el florecimiento de la industria cerámica decorativa. Fruto de esta producción continuada a lo largo del tiempo se ha ido formando en uno de los edificios históricos de Sevilla, el Real Alcázar, un depósito que recoge piezas de diferentes construcciones de la ciudad. Estas piezas en su mayoría han sido sigladas, fichadas y catalogadas [1].

<sup>(1)</sup> Dpto. Construcciones Arquitectónicas II, E.U. Arquitectura Técnica, Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes, s/n. 41012 Sevilla.

<sup>(2)</sup> Dpto. Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Química, Avda. Reina Mercedes, s/n. 41012 Sevilla.

El desarrollo de los revestimientos cerámicos tiene su origen en el uso del ladrillo como elemento constructivo por los musulmanes que provoca la utilización de la cerámica para el embellecimiento de los paramentos a través de los alicatados. En Sevilla será a raíz de la conquista cristiana cuando su aplicación se generaliza por el impulso constructivo de la Iglesia y la Corona. Los usos fundamentales se encuentran en zócalos y pavimentos, aunque durante los siglos XVI-XVII se generaliza también su empleo en las techumbres.

La técnica del alicatado se produce con la formación de mosaicos con piezas monocromas de pequeño tamaño, con formas geométricas y embutidas unas junto a otras, sin separación de las mismas creando formas poligonales y estrelladas. Esta técnica necesitaba de medios y personal especializado y con gran pericia, lo que provocaba el encarecimiento del producto, y que dio lugar al rescate por parte de los olleros de la técnica de la cuerda seca, empleada ya anteriormente por los ceramistas califales en las vajillas domésticas. Esta técnica consiste en la elaboración de piezas de barro, de forma cuadrangular en las primeras etapas y rectangulares en épocas posteriores, donde se traza a pincel la temática decorativa con una materia grasa mezclada con manganeso. La línea dibujada con el producto graso evita la mezcla de colorantes.

El empleo de la cuerda seca se continuó hasta el s. XVI en que fue sustituida por la técnica de cuenca o arista. El procedimiento de fabricación de los azulejos de cuenca se basa en el empleo de una matriz o molde de madera que, con el motivo decorativo inscrito en negativo se aplica sobre la pieza de barro fresca; una vez cocida se le aplica el color sin que se mezclen gracias a las aristas. En ambas técnicas las piezas se policromaban en los siglos XVI-XVII con cinco colores básicos: el blanco, verde, el negro-morado, azul y melado. Sus formas más frecuentes eran las cuadradas, que en los zócalos se combinaban con las rectangulares, que igualmente se utilizaban para la decoración de las techumbres [2 y 3].

La otra técnica que está ampliamente representada en este almacén cerámico es la denominada plana o pintada, conocida por algunos como "*pisana*", ya que el introducido de la misma en la ciudad de Sevilla fue el artista italiano Francisco Niculoso, apodado "*El Pisano*". Con esta técnica decorativa el azulejo se pinta como si de un cuadro se tratara sobre un fondo base blanco compuesto de un esmalte de plomo y estaño. El azulejo pintado irá desplazando a las otras técnicas a lo largo del s. XVII. Los azulejos de cuerda seca y de arista no volverán a resurgir hasta fines del s. XIX en que se produzca una segunda edad de oro de la azulejería sevillana debido a la industrialización de los procesos de fabricación.

## 2. MATERIALES Y METODOLOGÍA

El estudio e investigación que se presenta se corresponde a una caracterización realizada sobre piezas cerámicas vidriadas que, procedentes de distintos edificios de Sevilla, se encuentran almacenadas en la actualidad en el depósito existente en los baños de D<sup>a</sup> María de Padilla, en los Reales Alcázares de Sevilla que, en su consideración

de edificio municipal, ha venido recibiendo restos de cierto valor llegados de distintas obras e intervenciones realizadas en la ciudad.

Dichas piezas están fechadas en un rango de cronología amplio, desde el s. XVI hasta mediados del s. XX, ya que se ha pretendido con este análisis preliminar estimar las similitudes y diferencias observadas en los azulejos de las distintas épocas.

Los estudios se han realizado en dos fases distintas. En la primera de ellas se estudiaron las piezas más antiguas, las que correspondían a los siglos XVI, XVII y XVIII, que son las piezas objeto del presente trabajo. En una segunda fase las piezas tratadas correspondieron a los siglos XIX y XX.

Las técnicas de decoración sobre las piezas abarcan los tres estilos clásicos para este tipo de materiales, "*cuerda seca*", "*arista*" y "*planos pintados*", con el fin, también, de valorar comparativamente las características. La técnica de decoración de cuerda seca, se encuentra principalmente en las piezas del siglo XVI y XVII, mientras que las piezas decoradas por las otras dos técnicas se pueden encontrar a lo largo de los demás siglos.

Las piezas, una vez datadas y dimensionadas, fueron sometidas a diversos estudios. Se realizaron ensayos físicos al objeto de verificar las condiciones de amasado y moldeado, así como el grado de protección que los vidriados confieren a las piezas. Los ensayos realizados consistieron en la determinación de la succión de agua por las piezas tanto en la parte del vidriado como en la pasta, haciendo posteriormente un estudio comparativo. Dicha valoración debido a la morfología irregular de las piezas debió realizarse a partir de un ensayo diseñado *ex profeso* mediante la difusión del agua través de un solo plano, utilizando para ello una torre de papel absorbente. Los resultados se expresaron en porcentaje debido a que las fracturas que presentan las piezas impedían una medida exacta de las superficies.

Otro punto del trabajo se centró en el estudio de las composiciones química y mineralógica de las pastas. Para realizar estos análisis se utilizaron las técnicas de fluorescencia de rayos-X, y difracción de rayos-X, mediante método de polvo. Los equipos utilizados para ello han sido un aparato de FRX modelo SRS3000 y un difractor Phillips PW1130/90.

Por último se realizó una toma de muestra de los vidriados con el fin de analizar los pigmentos y la evolución que habían sufrido las interfases pasta-vidriado durante la decoración y posterior cocción. Los colores más característicos de las piezas, y sobre los que se ha hecho especial incidencia, son el verde, el azul y el melado; aunque también se han podido estudiar otros menos abundantes como rosa, negro y amarillo. Igualmente se realizó un estudio óptico mediante lupa binocular Nikon SMZ-2T microflex PFX con equipo fotográfico adaptado para analizar las características morfológicas macroscópicas, defectos y diferencias de conservación de los vidriados en función del tipo de pieza y coloración de los pigmentos.

### 3. 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 elementos 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 tan sólo 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 toda la plancha se encontrase saturada y de este modo acceder a los azulejos desde un único frente, como se puede observar en la figura 1. 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.

### 4. ANÁLISIS ÓPTICO

A continuación se presentan las circunstancias más significativas observadas en las piezas y que se reproducen de modo general en ellas.

Los azulejos de cuenca, también llamados de arista, debido a la forma cóncava de las superficies que conforman los motivos decorativos y que son las que reciben los colores, tienden a desarrollar zonas más oscuras por acumulación de las fritas, presentándose en algunos casos en forma de manchas puntuales, posiblemente debido a las irregularidades en la superficie de la pasta. Del mismo modo en los colores más claros, y de forma especial en el blanco se ha observado como, a pesar de las aristas de separación que presentan los motivos decorativos, se produce la difusión parcial de

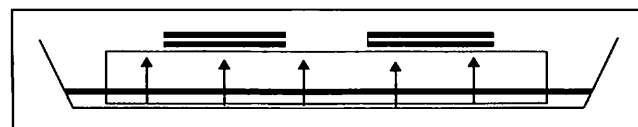


Figura 1. Diseño esquemático del ensayo seguido para determinar la succión a través de ambas caras.

los colores más oscuros, produciéndose un gradiente de tonalidad. El color blanco tiene también tendencia a presentar pequeñas manchas de colores variados producto de contaminaciones en la preparación del color y desarrollo de transformaciones químicas con la temperatura, que se manifiestan como transformaciones cromáticas.

Los colores verdes y melados presentan una textura similar, desarrollando una buena translucidez, en algunos casos inclusive transparencia, que le confiere un mayor brillo a la pieza, permitiendo mediante la observación con aumento ver la pasta a través del propio vidriado. Otra característica de estos colores es el desarrollo de burbujas en su interior, producto de la salida de gases generados durante la cocción por descomposición del carbonato de calcio, con el consiguiente desprendimiento de  $\text{CO}_2$ , la propia naturaleza del vidriado favorece la salida de los gases a través de estas zonas con preferencia sobre otras. Por contra, los colores azul y negro tienen un comportamiento sensiblemente diferente, con un aspecto mate y una menor transparencia.

Las discontinuidades del vidriado, bien producto de la técnica decorativo, como son las aristas, o producto del deterioro de las piezas, como son arañazos o pérdidas de recubrimiento, dan pie a la aparición de eflorescencias. La salida de las sales disueltas se ve impedida por la naturaleza vítrea y no porosa de la capa decorativa, ello hace que las sales se acumulen en la interfase o en las burbujas. Por lo tanto, en aquellos casos en los que aparecen discontinuidades o fracturas las sales aprovechan para cristalizar en superficie dando lugar a pequeñas manchas.

### 5. MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

El estudio por microscopía electrónica de barrido ha posibilitado describir las estructuras que han desarrollado los vidriados correspondientes. El primer dato que se puede extraer del análisis de las imágenes es el hecho de que las interfases de las piezas más antiguas presentan una mayor irregularidad, lo que se suele manifestar en el craquelado de las piezas, mientras que en las más modernas es casi lineal debido a una mejor prensado de la pasta cruda.

Tal y como se indicó con anterioridad, se observa la formación de canales debido a la salida del dióxido de carbono, este busca salida a través del sistema poroso del bizcocho y al llegar al vidriado encuentra una fase compacta, lo que hace que se genere una mayor porosidad en la interfase puesto que no siempre los gases son capaces de penetrar en la fase vítrea, cuando lo hacen forman dichas canalizaciones. Cuando no llegan a alcanzar el exterior aparecen las burbujas que se pueden ver en la figura y cuando sí lo consiguen se forman pequeños cráteres en la superficie.

La presencia de burbujas en el interior del recubrimiento vítreo da lugar a que, tal y como también se ha indicado, las sales que se difunden disueltas desde la pasta no lleguen a alcanzar el exterior cristalizando en el interior de los huecos. En el caso que se expone se aprecian cristales de sulfato y cloruros de sodio y de potasio.

Es generalizada la presencia de plomo empleado tradicionalmente en forma de óxido junto con la sílice para la consecución de los vidriados. Asimismo, en la práctica totalidad de las muestras se detecta otro elemento habitualmente empleado como es estaño, con la particularidad de que este aparece en zonas puntuales perfectamente definidas. En los diagramas obtenidos se pone de manifiesto la presencia de cationes específicos relacionados con determinados colores, así el verde presenta cobre, el ocre aluminio y potasio procedentes de las arcillas utilizadas en su elaboración, el negro manganeso y el blanco contenidos más elevados de estaño mientras que en otros casos, como son el azul o el amarillo, no se ha detectado ningún elemento que se pueda considerar responsable particular de determinadas coloraciones.

## 6. ANÁLISIS QUÍMICO Y MINERALÓGICO

Los resultados obtenidos a partir del análisis químico, tal y como era previsible, no ponen de manifiesto diferencias significativas entre las muestras, indistintamente de su época de fabricación y técnica de decoración.

Como aspectos más relevantes de la composición química de las pastas cabe señalar los elevados contenidos de calcio que presentan todas las muestras, estando estos en torno a 20-25%, con unos valores extremos de 15,61% y 30,94%. Esta situación es típica de las piezas de cerámica elaboradas con margas del Guadalquivir próximas a la ciudad de Sevilla. La pérdida por calcinación, aunque presenta una dispersión de valores muy grande, resulta en conjunto elevada, lo que, a la vista del análisis mineralógico, se puede asociar a un proceso de recarbonatación.

Es significativo también el contenido en plomo que, aún siendo bajo, aproximadamente un 0,3%, es considerable tratándose de una muestra cerámica. Esta presencia se asocia a la naturaleza del vidriado, con presencia de óxido de plomo, que ha podido difundirse hasta la pasta.

El análisis mineralógico, a diferencia del químico, sí discrimina las muestras con relación a su época de fabricación, no así respecto a la técnica decorativa. Resulta determinante en la distribución de la calcita y de los minerales de alta temperatura detectados, gehlenita y piroxenos en forma de diópsido. En las muestras datadas en los siglos XVI y XVII la proporción de los silicatos sintéticos es inferior a la de calcita, siendo insignificante la presencia de hematites, habiéndose estimado las temperaturas de cocción entre los 800 °C y 850 °C. Las muestras de los siglos XIX y XX, presentan un predominio de la gehlenita y el diópsido sobre la calcita, y en algunos casos del diópsido sobre la gehlenita, produciéndose un incremento en la formación de hematites y comenzando, en algunos casos, la transformación de los feldespatos sódico-potásicos en plagioclasas cálcicas.

En la tabla 1 se exponen los resultados de diez de las muestras representativas del resto. Estos se presentan con una valoración semicuantitativa.

**Tabla 1. (1) siglos XVI-XVII, (2) siglos XIX-XX, Q: cuarzo, C: calcita, G: gehlenita, D: diópsido, F: feldespato, P: plagioclasas, H: hematites.**

Muestra	Fases minerales	T° cocción
A (1)	Q=C=G>D>>F>>H	800-850 °C
B (1)	Q>C>>D>G=F>>>H	800 °C
C (1)	Q>C>D>G=F>>>H	800-850 °C
D (1)	Q=C=G>D>>F>>>H	800-850 °C
U (1)	Q>C>G>>F=D>>>H	800-850 °C
I (2)	Q>>G=D>C=P>>>H	> 850 °C
J (2)	Q=G>>C>D>H>F	> 850 °C
O (2)	Q=D>P>>D>>>H	900 °C
R (2)	Q>D>F>G	900 °C
W (2)	Q>C>D>F	800-850 °C

## 7. CONCLUSIONES

A partir del conjunto de resultados obtenidos se pueden establecer las siguientes conclusiones.

La protección conferida por los vidriados resulta eficaz mientras que estos se encuentran íntegros, una vez que comienzan a deteriorarse el grado de protección e impermeabilización se ve muy limitado ante la acción continuada del agua. Del mismo modo, las discontinuidades de los vidriados favorecen la transpiración y eliminación de agua, ello conlleva a su vez la formación de cristalizaciones salinas en dichas discontinuidades, formándose subflorescencias también en las burbujas ocluidas en los vidriados.

La facilidad para la oclusión de gases procedentes de las pastas en los vidriados está relacionada con el tipo de coloración, posiblemente debido a la densidad y viscosidad de las fritas, esta circunstancia contribuye a su vez a la aparición de tensiones entre ambas fases dando lugar al craquelado del vidriado.

La homogeneidad de los vidriados es variada, resultando mucho más regulares las interfases pasta-vidriado en las piezas más modernas, debido a la mayor tecnificación de los procesos de fabricación.

Los análisis químicos no presentan diferencias significativas en las piezas, mientras que la composición mineralógica si distingue significativamente entre las piezas más antiguas y las más modernas, pudiéndose establecer unos rangos en las temperaturas de cocción diferentes para ambos grupos de muestras.

## 8. AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA

Este trabajo se ha realizado dentro del convenio marco de colaboración Patronato del Real Alcázar de Sevilla-Universidad de Sevilla, Asimismo queremos mostrar nues-

tro agradecimiento al Instituto de Ciencia de los Materiales de Sevilla por la colaboración prestada.

Los autores queremos dedicar este trabajo a la memoria del que fuera concejal del Ayuntamiento de Sevilla D. Alberto Jiménez Becerril y a su esposa, asesinados en las inmediaciones del Real Alcázar el día que realizábamos la primera visita para seleccionar las piezas que se presentan en este trabajo.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Pleguezuelo, A. y col., 1995, Un depósito de azulejos históricos en los Reales Alcázares de Sevilla, *Aparejadores* **44**, 19-29.
- [2] Gestoso, J., 1903, *Historia de los barros vidriados sevillanos*, Sevilla.
- [3] Pleguezuelo, A., 1995, *Azulejo sevillano*, Padilla Libros, Sevilla.