

Estado de Conservación de la Fachada de la Iglesia de Santa Cruz (Sevilla)

/ M. LUISA RUIZ (1), PILAR ORTÍZ (1,*), ROCIO ORTÍZ (1), JOSE M. MARTÍN (1), M. AUXILIADORA VÁZQUEZ (2), M. AUXILIADORA GÓMEZ (3)

- (1) Dpto. de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad Pablo de Olavide. Carretera de Utrera km 1. 41013, Sevilla (España)
(2) Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química. Universidad de Sevilla, C/Profesor García González SN, 41071, Sevilla (España)
(3) Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Camino de los Descubrimientos s/n. 41092, Sevilla (España)

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo tiene como objetivo el análisis del estado de alteración de la Fachada principal de la Iglesia de Santa Cruz de Sevilla con el fin de conocer la influencia del entorno ambiental en el proceso de degradación de sus materiales y evaluar la eficacia de dos tratamientos de conservación, para disponer de los criterios necesarios que permitan adoptar medidas de protección capaces de paliar, en lo posible, el deterioro de los materiales.

La Iglesia de Santa Cruz de estilo barroco fue edificada entre 1665 y 1728. Su Fachada principal, objeto de este estudio, finalizó en 1926 según diseño neobarroco.

METODOLOGÍA Y MATERIALES.

La descripción de los indicadores de alteración de la Portada se ha realizado siguiendo los términos descritos por la norma italiana 1/88, el glosario español de términos de Ordaz y Esbert (1988), las recomendaciones de Martín (1990) y la actualización del ICOMOS (2008). Una vez definidos los daños se ha realizado el análisis de la extensión de las patologías mediante mapas de daños cartografiados con AutoCad 2007 y la ayuda de un medidor de distancias láser Leica, modelo Disto D5.

Para evaluar la eficacia de los tratamientos se han utilizado probetas obtenidas de la cantera de la Sierra de San Cristóbal del Puerto de Santa María (Cádiz) por sus características similares a las usadas en la construcción de la obra (Colao et al. 2010). Éstas se han impregnado de un tratamiento consolidante a base de ésteres de ácido silícico (Tegovakon V100) y un

hidrofugante a base de siloxano (Tegosivin D100).

La caracterización mineralógica y petrográfica se ha realizado mediante microscopio petrográfico Kyowa, microscopio electrónico JEOL JSM-6460 LV; difractor de rayos X Bruker modelo D8 Advance con anticátodo de Cu y rendija automática.

El sistema poroso ha sido caracterizado por inmersión en agua (Norma UNE-EN 1936:07) y succión capilar a presión atmosférica, completándose el estudio con la velocidad de propagación de ultrasonidos mediante un equipo marca PROETISA ETI-HO395 a 55 KHz, y la medición del color mediante colorímetro marca X-RITE Serie SP60.

El seguimiento de los ensayos se ha realizado mediante la observación de los indicadores de alteración, evaluación del color en superficie, control del peso y estudio de los productos de neoformación mediante difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido.

RESULTADOS.

La fachada principal de la Iglesia de Santa Cruz, construida con calcarenitas y calizas (Colao et al. 2010), se encuentra principalmente afectada por costras negras (Ortiz et al. 2010) que se extienden al 82% de la superficie. La colonización biológica (15%) aparece sobre todo en las zonas bajas debido a la alta humedad, mientras que las zonas con decoración y relieves presentan erosión que supone el 5% de la superficie total de la fachada (figura 1).

La roca utilizada en los ensayos es una biocalcarenita con cemento esparítico,

que se caracteriza por una porosidad abierta en torno al 16% y una velocidad de propagación de ultrasonidos en torno a 2,5 km/s. El coeficiente de absorción capilar que presentan esta roca tiene un valor de 24.9 kg/m² h^{1/2}.

Los ensayos de alteración acelerada se han diseñado en función de las patologías más frecuentes:

- Para el estudio de costras negras se ha realizado dos ensayos de yesificación, el primero (A1) por impregnación superficial con H₂SO₄ al 5% p/v, y el segundo (A2) según norma UNE-EN 13919:2003,
- Bioalteración por exposición a la intemperie, con adición de dos tipos de nutrientes, orgánico (B1) y abono de composición 11,6% aminoácidos libres, 3,5% N total, 11,5% materia orgánica (B2);
- Cristalización de sales por inmersión Na₂SO₄ (10% p/v), secado mediante lámpara de IR y lavado cada 4 ciclos.

Los resultados de variación de peso y color de los ensayos de alteración acelerada se recogen en la tabla 1.

Los ensayos de yesificación, A1 y A2, han generado la formación de yeso (CaSO₄·2H₂O) de acuerdo a los datos de SEM y DRX. Siendo más agresivo el tipo A1 con formación de una costra blanca apreciable a simple vista ($\Delta E \approx 9$) con hábito fundamentalmente acicular (figura 2). El tratamiento impermeabilizante es más resistente a estos ensayos, ya que el yeso no es apreciable hasta el ciclo 12^o frente a los demás tratamientos, en los que se observa desde el ciclo 3^o.

Los ensayos de bioalteración tipo B1 y B2 no presentan pérdidas de material

palabras clave: Durabilidad, Cristalización de Sales, Biodeterioro, Costra Negra, Conservación.

key words: Durability, Salt Crystallization, Biodeterioration, Black Crust, Conservation.

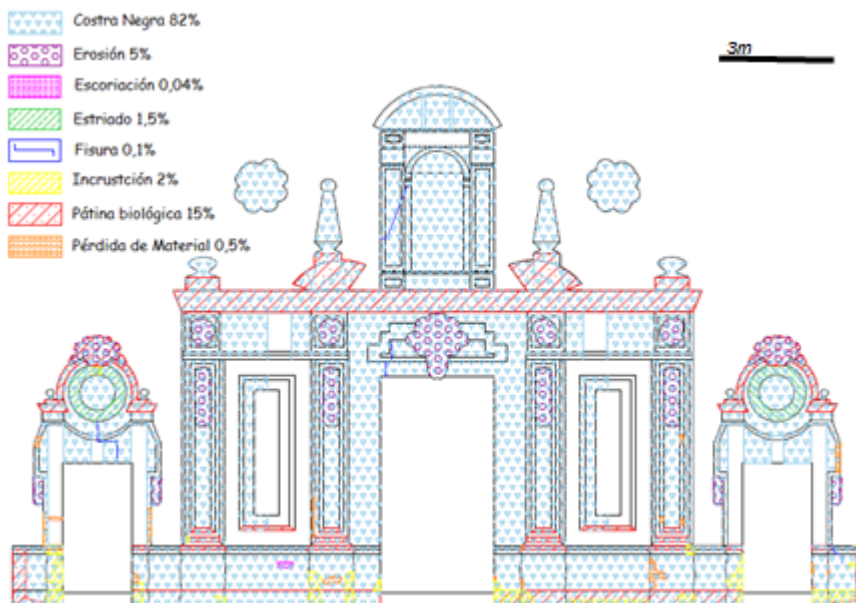


fig 1. Mapa de alteración de la Fachada principal de la Iglesia de Santa Cruz (Sevilla).

significativas (ΔP : -0,5; -2%) ni generación de pátinas oscuras (ΔE : 2-8) en probetas sin tratamiento y con consolidante. Sin embargo, las muestras con hidrofugante han sufrido una alteración cromática intensa (ΔE : 18-23) probablemente generada por la reacción entre los nutrientes y el tratamiento a base de siloxanos.

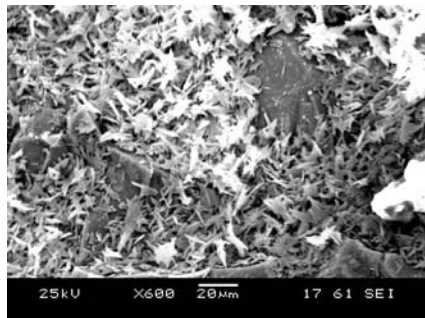


fig 2. Cristales de yeso con hábito acicular.

El ensayo de cristalización de sales (C1) ha provocado una fuerte disgregación, con la consecuente pérdida de peso en las muestras (ΔP : -1,-9) visibles desde el ciclo 9º y muy intenso al final del ensayo

(Figura 3). Este ensayo ha puesto de manifiesto la ineficacia del tratamiento consolidante con descensos del peso muy altos ($\approx 8\%$), probablemente ocasionado por cambios en la porosimetría del material que lo hacen más vulnerable.



fig 3. Estado de las muestras tras el último ciclo del ensayo (27º ciclo).

CONCLUSIONES.

La Fachada de la Iglesia de Santa Cruz está afectada principalmente por costras negras debido a la presencia de óxidos

de azufre y partículas en la atmósfera, emitidas por los vehículos que circulan desde hace muchos años a escasos metros de la misma.

Los tratamientos de conservación empleados paliar el proceso de formación de costras negras, siendo más recomendable la aplicación de impermeabilizantes a base de siloxanos ya que reducen también los fenómenos de erosión. Este tratamiento reacciona con los compuestos orgánicos generando una alteración cromática, por lo que no debe aplicarse en las zonas más húmedas ricas en biocostras, salvo que se haga en condiciones de mantenimiento preventivo asociado a un biocida.

AGRADECIMIENTOS.

Este estudio de vulnerabilidad de la fachada de la Iglesia de Santa Cruz (Sevilla) ha sido posible gracias en parte al Proyecto RIVUPH (HUM-6775, Proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía) y a la Beca de Iniciación a la Investigación del Ministerio de Educación de M.Luisa Ruíz.

REFERENCIAS.

CNR-ICR. (1990): *Alterazione macroscopiche dei materiali lapidei: Lessico. Normal 1/88*, 1-36.

Colao, F.; Fantoni, R.; Ortiz, P.; Vázquez, M. A.; Martín, J. M.; Ortiz, R.; Idris, N. (2010): *Quarry identification of historical building materials by means of laser induced breakdown spectroscopy, X-ray fluorescence and chemometric analysis. Spectrochimica Acta Part B* **65** (2010) 688-694

Martín, A. (1990): *Ensayos y experiencias de alteración en la conservación de obras de piedra de interés Histórico-Artístico. Ed. Fundación Ramón Areces. Madrid*, 609 pp.

NORMA UNE-EN 1936:2007. *Método de ensayo para piedra natural. Determinación de la densidad real y aparente y de la porosidad abierta y total.*

NORMA UNE-EN 13919:2003. *Método de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al envejecimiento por la acción de SO₂ en presencia de humedad.*

Ordaz, J. & Esbert, R.M. (1988): *Glosario de términos relacionados con el deterioro de las piedras de construcción. Materiales de Construcción, Madrid*, **38**, 209, 39-45.

Ortiz, P.; Ortiz, R.; Martín, J.M.; Vázquez, M.A.; Ctvrtnickova, T.; Mateo, M.P.; Nicolás, G. Gómez, (2010): *Characterization Of Crust And Deposits Found In Churches Of Seville. 8th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin.*

Código	$\chi \Delta P$			$\chi \Delta E$		
	ST	TI	TC	ST	TI	TC
A1	-1,15	0,11	-2,53	9,26	4,86	3,04
A2	-2,1	7,49	3,8	7,52	6,34	5,26
B1	-1,78	-0,92	-0,86	7,3	22,27	5,21
B2	-1,83	-1,32	-0,66	5,81	18,48	2,66
C1	-5,55	-1,74	-8,38	6,57	3,97	2,28

Tabla 1. Valores medios de variación de peso (ΔP) y color (ΔE) ST (Sin Tratamiento), TI (Tratamiento Impermeabilizante) y TC (Tratamiento Consolidante).