

# Estudio diagnóstico del estado de conservación de las campanas históricas de la Iglesia de San José (Puerto Real, Cádiz)

Antonio J. Sánchez Fernández

**Resumen**—El diagnóstico del estado de conservación de las campanas históricas requiere una metodología de trabajo para el conocimiento de los objetos histórico-artísticos. De esta forma, exponemos los factores de alteración y los mecanismos y productos de corrosión que afectan a dichos bienes.

**Palabras Claves**— Conservación-Restauración, Diagnóstico, Metales, Corrosión.



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente texto trata de estructurar la metodología de estudio para el diagnóstico del estado de conservación de las campanas históricas de la Iglesia de San José de Puerto Real, Cádiz. El estudio del caso práctico cuenta con un apartado meramente teórico que establece el programa de estudios científicos previos a la actuación.

La composición mixta de materiales que constituye la estructura y su historia material son un reflejo de la complejidad de factores que afectan a estos bienes.

## 2 CONTEXTO HISTÓRICO-ARTÍSTICO

La antigua Iglesia de Jesús, María y José, hoy Centro Cultural “Iglesia de San José”, se ubica en el centro histórico de Puerto Real. Es un edificio religioso de corte neoclasicista (1740/1794), proyectado por Torcuato Cayón de la Vega, y fue continuada por Torcuato Díaz de Benjumea. El templo tiene una planta de salón, de tres naves con cúpula. La nave central se cubre con bóveda de cañón.

Las naves laterales son de bóvedas de arista. En el crucero se eleva una media naranja que está rematada por una linterna octogonal.

El exterior del templo está realizado en piedra ostionera enfoscada y encalada. La decoración se organiza a partir de un cuerpo de doble altura ornamentado por cuatro pilastras toscanas sobre las que corre una doble cornisa.

La torre tiene dos cuerpos rematados por cornisas y cubiertos por un chapitel bulboso.

Está inscrito como Bien de Interés Cultural (BIC) en la categoría jurídica de Monumento [1].

Se conservan las dos campanas pero no *in situ*, sino expuestas dentro del Centro. Una de ellas porta inscripción que testimonia fecha y pertenencia. La otra es probablemente una reutilización, pues es del s. XX.

## 3 ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

### 3.1. Previsión de estudios científico-analíticos

Para el conocimiento profundo de las campanas, se precisa una serie de estudios previos que contribuirán a determinar los datos para un adecuado análisis.

Los métodos de examen físico facilitarán aspectos respecto a: las técnicas de elaboración de las obras, el estado de conservación o las capas de corrosión. Se recurrirá a los siguientes procedimientos:

- Estudios gammagráficos.
- Estudios de la densidad y porosidad.
- Documentación macro y microfotográfica.

Los estudios analíticos caracterizarán los elementos y compuestos constituyentes, la técnica de elaboración, las distintas capas de corrosión formadas en superficie y su estado de conservación. Se dispondrán de las siguientes técnicas:

- Análisis químico sustancias inorgánicas (Espectrometría infrarroja FTIR).
  - Determinación de las sales solubles.
  - Análisis de concreciones y capas de corrosión (por fluorescencia de rayos X).
  - Estudio metalográfico (conocimiento de los elementos y compuestos constituyentes).
- Microscopía electrónica de barrido SEM y EDAX.



Fig. 1 y 2. Campanas de la Iglesia San José. Izquierda, pieza original. Derecha, obra del s. XX.



Fig. 3. Detalle de la decoración zoomórfica de la corona o asa. Se observan distintas capas de corrosión y cloruros activos.

- FT-IR. Espectrometría de Infrarrojo por Transformada de Fourier.
- Difracción de rayos X DRX (análisis mineralógico-cristalográfico).
- e. Fluorescencia RX dispersiva y no dispersiva. (Caracterización química cualitativa y cuantitativa).
- f. Estudio mediambiental (microclimático y luminotécnico).

### 3.2. Datos técnicos

Se conservan los yugos de madera (*Quercus sp.*), los tirantes de hierro y las copas de bronce. Probablemente, una aleación de cobre que tradicionalmente contenía un 20% aproximadamente de estaño [2].

La primitiva (Fig. 1), mide 45,5 cm de diámetro en el hombro, 75,5 cm el pie y 80,3 cm de altura. Tiene dos inscripciones: en el tercio, "AÑO DE 1773"; en el medio, "ES DE LA YGLERIA DE SEÑOR SAN JOSH DE LA VIYA DE PUERTO R(EAL)". Existen también dos relieves: una cruz y la figura de San José. La corona es zoomórfica.

La segunda campana (Fig. 2) mide 38,5 cm de diámetro en el hombro, 72,5 cm el pie y 82,5 cm de altura. Tiene varias inscripciones en el medio: "959-B"; "MOISES DIEZ PALENCIA AÑO 1911"; "SANTIAGO APÓSTOL". Tiene relieves en forma de guirnaldas y un crucificado. El hombro está decorado con motivos vegetales.

### 3.3. Estado de conservación

Las alteraciones que presentan las campanas son producto de un conjunto de agentes medioambientales.

Por otro lado, se considera pátina noble, por su estabilidad y uniformidad, tanto a los óxidos (cuprita y tenorita), como a los carbonatos (azurita y malaquita).

Así, se puede considerar pátina, no sólo a un recubri-

miento superficial, sino todo un conjunto de efectos del proceso de envejecimiento de los materiales [3].

Es fundamental distinguir entre aquellos compuestos que participan en los procesos cíclicos de corrosión (cloruros activos) y aquellos que no participan, bien por su localización en las capas superiores de los productos de corrosión, o bien por su naturaleza química. En definitiva, los cloruros activos están situados bajo las diferentes capas de corrosión cuyas características dependen del metal y de su propia estructura (espesor, porosidad, agrietamientos, etc.) [4].

Se detectó presencia de cloruros de forma local en las coronas de las campanas y en el tercio inferior de las mismas. Esta alteración se produce cuando se combina el cobre con el ion  $Cl^-$ , formando: cloruro cúprico, cloruros básicos de cobre, etc. Se detectan por su color verde pálido característico y aspecto pulverulento. Esto se debe a que proceden de ambientes costeros, ricos en estos iones.

Al estar en contacto con la superficie metálica del cobre, las soluciones de cloruros ocasionan procesos de co-



Fig. 3. Detalle de los relieves decorativos. Morfología de patologías en escorrentía.



Fig. 4. Detalle del cierre de los tirantes de hierro.

rosión electroquímica, que dan por resultado la formación de atacamita ( $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ ) y nantokita ( $\text{CuCl}$ ). Tanto la atacamita como la nantokita (de color blanquecino y textura harinosa) son productos de corrosión activos, es decir, que continúan promoviendo procesos de corrosión. Los cloruros de cobre atraen la humedad del ambiente y reaccionan con el agua para formar óxidos de cobre (cuprita y tenorita) y  $\text{HCl}$  [5]. El ácido clorhídrico disuelve el metal sano que se encuentra debajo de las capas de productos de corrosión, para formar nuevamente cloruros de cobre. Éstos atraen la humedad, se disuelven, forman óxidos de cobre y ácido clorhídrico; y así el proceso de corrosión se hace cíclico, hasta la completa destrucción del metal.

Podemos observar también otro tipo de alteración en la superficie del metal: picaduras o cráteres. Son debidas a la acción atmósfera-metal, y a los depósitos que favorecen los procesos químicos que dan lugar al "efecto pila". La exposición al ambiente urbano las expone a las deyecciones de aves (compuestos del amoníaco y ácido úrico). Además, son higroscópicas por lo que alargan la presencia de humedad. Es lo que sucede en las zonas de cloruros en forma de escorrentía (Fig. 3).

El oxígeno ha atacado sin dificultad al hierro en presencia de la humedad, produciendo hidróxidos férricos y ferrosos (*orín*). Los iones  $\text{Fe}^{2+}$  perdidos por el metal en combinación con iones  $\text{Cl}^-$  presentes en el entorno dan como resultado cloruro de hierro ( $\text{FeCl}_2$ -  $\text{FeCl}_3$ ) o bien oxiclорuro de hierro ( $\text{FeOCl}$ ) [6]. Estos procesos suelen dar comienzo en discontinuidades, huecos y grietas donde se alojan los cloruros y/o se forman pilas de aireación diferencial. En un ambiente rico en  $\text{ClNa}$ , el metal se comporta como un conjunto de células galvánicas. Las áreas anódicas se disuelven para formar  $\text{FeCl}_2$ , mientras que las catódicas se hacen alcalinas por la formación de  $\text{NaOH}$ . Este es un proceso cíclico, de forma que la estabilidad queda condicionada por la eliminación total de los cloruros del objeto.

De esta manera, se observa una desintegración del material perdiendo su forma original (Fig. 4) y un característico aumento de volumen que ha fracturado la madera.

Además, existen zonas de contacto directo entre el hierro y el bronce (Fig. 2) que ha producido una corrosión galvánica al ser dos metales de diferente potencial electroquímico y haberse encontrado en un ambiente húmedo y salino que ha actuado como electrolito.

En los yugos se observan fendas, fracturas y la acción biológica de hongos, favorecida por la presencia de productos de corrosión, además de ataque xilófago.

#### 4. CONCLUSIONES

El correcto diagnóstico de nuestras piezas sólo vendrá a partir del conocimiento profundo de las causas y consecuencias de los factores de alteración. Este conocimiento debe depender de la acción interdisciplinar entre las diferentes profesiones relacionadas con el patrimonio.

#### REFERENCIAS

- [1] Real Decreto 3012/1980, de 4 de diciembre, por el que se declara monumento histórico-artístico, de carácter nacional, la iglesia de San José, en Puerto Real (Cádiz). Publicado en el Boletín Oficial del Estado, núm. 23 de 27 de enero de 1981, p. 1918.
- [2] A. Alonso Barba, *Arte de los metales, en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por azogue. El modo de fundirlos todos, y como se han de refinar, y apartar unos de otros* (facsimil). Editorial MAXTOR, Valladolid, p. 62, 2003.
- [3] A. Escalera Ureña, "Problemas de superficie en metales arqueológicos". *Actas del I Congreso de Conservación de Bienes Culturales. Comité español del ICOM*, Sevilla, p.267, 1976.
- [4] R. Bertholon y C. Relier, "Los metales arqueológicos" (trad. José M<sup>a</sup> Alonso) Capítulo V de M.C. Berducou (coordinad.), *La Conservation en archéologie*. Ed. Masson, Paris, p.210, 1990.
- [5] VV AA., "Outdoor bronze statues: analysis of metal and surface samples". *Studies in Conservation* n<sup>o</sup> 41, p. 214, Abril, 1996.
- [6] C. Fernández Ibáñez, "La alteración del hierro por sales. Ayer y hoy. Problemas y soluciones", en VVAA, *La conservación del material arqueológico subacuático*, Santoña, p. 283, 1998.



**Antonio J. Sánchez Fernández.** Ldo. en Bellas Artes (especialidad en 'conservación-restauración de obras de arte') por la Universidad de Sevilla y posee el DEA por la misma. Ha realizado intervenciones en distintas tipologías de bienes culturales, muebles e inmuebles, con ejemplos tanto en ámbito arqueológico (*Acinipo*, Ronda) como en bienes artísticos (*Capilla del Carmen*, Cádiz). Ha participado en equipos profesionales para el estudio y documentación del *Teatro Romano* de Málaga, las pinturas murales de los *Baños de Dña. María de Padilla* (Real Alcázar de Sevilla) o en la intervención en de la iglesia del *Sto. Cristo de la Salud* (Málaga) para el IAPH, entre otras. Es además autor de diversos artículos en revistas especializadas y ha participado como ponente en congresos, siendo en la actualidad doctorando por la Universidad de Sevilla.