

# CARACTERIZACIÓN DEL CAMPANARIO DE LA BASÍLICA SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS DE LA CIUDAD DE LA PLATA, PARA SU PUESTA EN VALOR.

Grammatico, Ricardo Anibal<sup>1-2</sup>; Di Maio, Juan Pablo<sup>1</sup>; Sarutti, José Luis<sup>1-2</sup>; Grau, Jorge Enrique<sup>1-2</sup>

(1) Área procesos Metalúrgicos LEMIT-CIC. 52 e/ 121 y 122, 1900 La Plata- [metalurgia@lemit.gov.ar](mailto:metalurgia@lemit.gov.ar)

(2) Facultad de Ingeniería UNLP. 1 y 47, 1900 La Plata.

**Palabras Clave:** Basílica, campanario, campana fisurada, soldadura

## RESUMEN

La Basílica Sagrado Corazón de Jesús sita en las calles 9 y 58 de la Ciudad de La Plata, fue construida entre fines del siglo XIX y principios del siglo XX (1898-1902), posee un campanario compuesto de 5 campanas (una principal y cuatro secundarias). Cada una de las cinco piezas está dedicada a alguna figura católica: al Sagrado Corazón de Jesús, a María Auxiliadora, a San José, a la Virgen del Carmen y a San Antonio de Padua. En 1961 se electrificó (automatizó) el sistema de sonido con la adquisición de un equipo importado de Francia de la firma "Les fils de G. Paccard". Con ese equipo, desde una botonera ubicada en la parte inferior de la torre, se pueden accionar dos mecanismos: el que las activa al voleo (las campanas chocan contra el badajo) y el del martillo (una palanca las golpea desde el exterior). Además, un carillón automático posibilita la ejecución de algunas composiciones musicales de la liturgia cristiana previamente configuradas. Las campanas fueron adquiridas a la Antigua fundición De Poli (prestigiosa fundición Italiana, sita en Udine, que fabrica campanas desde 1453) en el año 1898. Estando en la actualidad fisurada la campana principal. En el presente trabajo se caracterizaron las 5 campanas y especialmente los daños de la campana principal, a través de ensayos no destructivos como ser: tintas penetrantes (para poder cuantificar las fisuras visibles y las incipientes), medición de los espesores y determinación de la dureza del material (con un medidor de dureza portátil) y la composición química con una pistola portátil de haz de Rayos Equis. Todos estos estudios se hicieron para determinar la viabilidad de su reparación para la puesta en valor.

El objetivo del presente trabajo es, entonces, la caracterización del campanario de la Basílica Sagrado Corazón de Jesús y especialmente de la campana principal que se encuentra partida, para evaluar su reparabilidad.

## INTRODUCCIÓN

El campanario de la Basílica Sagrado Corazón de Jesús consta de 5 campanas musicales. Mirando hacia calle 57, la campana de la izquierda tiene un tamaño de 107 cm de diámetro, pesa alrededor de 730 Kg, Fa como nota musical. La campana de la derecha posee un diámetro de 80 cm, pesa alrededor de 300 Kg, sonando en La diesis. La central (partida) sonando en Mi con un diámetro de 114 cm y 880 Kg de peso, izquierda y atrás de 95 cm de 520 Kg, sonando en Sol natural y derecha y atrás de 85 cm de 350 Kg, sonando en La natural (según datos del catálogo del fundidor).

El diccionario de la Real Academia Española define al término “Campana” como: Instrumento metálico, generalmente en forma de copa invertida, que suena al ser golpeado con un badajo ó un martillo exterior [1]. Las campanas se construían de acuerdo con las necesidades de la zona a que van destinadas, requiriendo sonidos muy agudos cuando las poblaciones están dispersadas o graves en caso contrario, eran parte de la vida de los pueblos, debido a que se han utilizado con diversos fines tanto de carácter social como religioso. En lo social se han empleado para llamar a la población (por ejemplo para asistir a los concejos), comunicar noticias como el inicio de las fiestas patronales o transmitir alarma por haberse producido un incendio o cualquier otro hecho de consecuencias no deseadas. Entre los segundos sobresalen su uso para convocar a los actos litúrgicos o la oración individual, así como para comenzar alguna actividad como las procesiones o informar de la celebración de bautizos, funerales o de la administración de sacramentos a los enfermos, así como la muerte de algún vecino. Es muy frecuente, sobre todo en las de mayor tamaño, que tengan su propio nombre y que vayan firmadas por el maestro que las construyó [2].

Las campanas tuvieron en el pasado diversas formas y tamaños. Se describe también en la Biblia diversas aplicaciones de las campanas, pero todas ellas se refieren a pequeñas campanas que se podrían calificar como de mano [3]. Para muchos la aparición de la campana se debe a San Paulino de Nola, en el siglo V de nuestra era, si bien se han encontrado indicios en la prehistoria, la más antigua se encontró cerca de Babilonia y tiene cerca de 3000 años de antigüedad [4]. Las primeras campanas fundidas en bronce comienzan a aparecer en el siglo VIII, reemplazando a su predecesora del siglo anterior de fundición de hierro remachado cuya forma no era circular. Hasta el siglo XI las campanas eran de un tamaño pequeño 20 a 30 Centímetros de diámetro [4] y siendo a partir del siglo XIII cuando adquieren la configuración básica actual. Hasta esta época fueron de reducidas dimensiones para ir aumentando su tamaño, llegando a pesar hasta 216 Toneladas la Tzar Kolokol (1733) de Moscú (figura 1), ubicada en el Kremlin, en la actualidad está fisurada. La más grande fundida en Beijing (China) fue hecha en la dinastía Ming, alrededor del año 1400, pesando 46 toneladas y media en una aleación de bronce, conteniendo 15% de estaño y 1% de plomo. El sonido se escucha a 20 Km (dependiendo del viento) y alcanza los 120 dB [5]. En un principio se fundían en el lugar por los maestros campaneros, luego se instalaron en lugares fijos.

Para la elaboración del molde, el maestro campanero comienza preparando una base de ladrillo y sobre ella y con el mismo material y argamasa hace el núcleo del molde, que posteriormente dará origen al interior de la campana. Seguidamente recubre todo este núcleo con barro fino y sobre él pasa una plantilla o terraja de

madera y metal, cuyo perfil es el de la cara interior de la campana y se hace girar alrededor de un eje. De esta forma obtiene un molde con su cara exterior afinada y que se corresponde con lo que será la cara interior de la campana (noyo de la campana), para a continuación cubrirlo con una fina capa de ceniza mezclada en agua y algo de barro (figura 2). El objeto de esta fina capa es evitar que la siguiente que se va a dar, se adhiera al núcleo ya elaborado.



Figura 1: Campana Tzar Kolokol de Moscú.

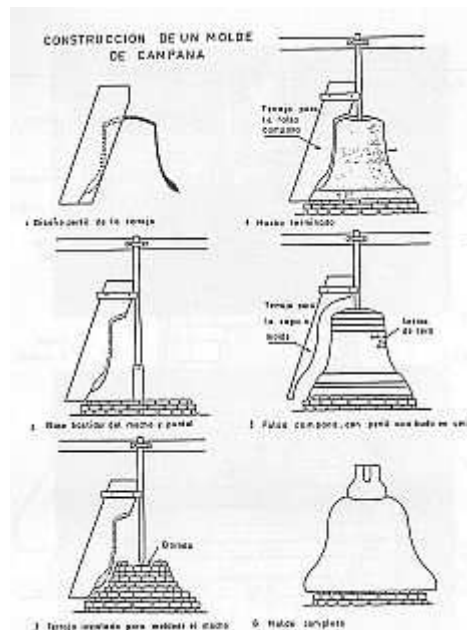


Figura 2: Elaboración del molde.

El siguiente paso consiste en extender sobre la superficie anterior una nueva capa, o falsa campana hecha con barro menos consistente, cuyo espesor se corresponderá con el grueso de la campana a fabricar. Sobre ella se pasa otra plantilla o terraja, cuyo perfil es el exterior de la campana que se desea obtener.

A continuación, el campanero cubre esta superficie, que va a ser la exterior de la campana, con una fina capa de sebo de vaca y cera con jabón. Sobre la misma se colocan las cruces, figuras e inscripciones que desea que lleve la campana en su superficie exterior, hechas con cera en moldes de madera de boj, para pasar a extender sobre esta superficie una nueva capa de barro mezclado con paja y estiércol de caballo, más bien gruesos que será el recubrimiento exterior del molde.

El maestro campanero deja el conjunto a secar durante varios días, al cabo de los cuales levanta con una grúa la cascara exterior de barro y destruye la capa central hecha con material menos consistente. Vuelve a colocar la capa exterior y obtiene de esta forma otro molde con el vaciado interior y forma de la campana deseada. Este conjunto se coloca en un foso excavado en el suelo que se rellena totalmente con tierra fina o arcilla, apisonándolo fuertemente con lo que queda el molde preparado para su fusión (figura 3) [6].



Figura 3: Antigua fundición de Poli.

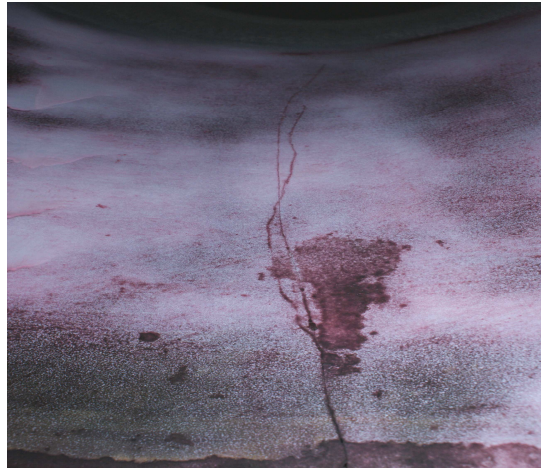


Figura 4: Fisura principal.

El texto más antiguo que se conoce sobre el método de cera perdida es del año 1100 DC, escrito por el Monje Thophilus Presbyter (1070-1125). También describe la fabricación de campanas y según este monje las campanas del siglo XII se hacían con un modelo de cebo en lugar de cera y el noyo cerámico se debía romper antes que el metal enfriara para evitar que la campana se fisure. Se indica las proporciones de cobre y estaño para producir la mejor sonoridad, la variación de formas y espesores para modificar el tono e incluso las relaciones entre conjunto de campanas (en función de su peso y diámetro) para obtener determinadas escalas [7]. El tamaño de la campana representaba el límite ó la capacidad máxima de la fundición. La duración de las campanas Europeas se estima en medio siglo y las composiciones más comunes de la época contenían aproximadamente 78% de cobre y 22% de estaño. Se evitó el uso de plomo y zinc, ya que afecta la calidad de sonido. Sin embargo, la literatura antigua indica una relación en peso como sigue: 79 partes de cobre, 23 partes de estaño y 6 partes de zinc, por un total de 108 partes. Otras fundiciones fueron más conservadoras e incluyeron sólo el 2% de zinc, con un 78% de cobre y 20% de estaño. El zinc se llamaba estaño indio y fue conocido en Europa después del siglo XII. A principios del siglo XII, se comprobó que el oro y la plata no mejoraron la calidad del sonido, en contra de la idea del tiempo. Estos metales nobles no se han detectado en los análisis de la antigua campana de bronce [8].

## EXPERIMENTAL

Se procedió a la caracterización de las campanas del campanario, en particular de la central, partida, midiendo los espesores de la misma y el diámetro. Se tomaron medidas de dureza Brinell, con un durómetro portátil en la zona de impacto del badajo y a 90° (zona interior) como así también en la fisura, tanto en la parte exterior como interior. Se realizó una evaluación de la integridad mediante el ensayo no destructivo de tintas penetrantes; para esto se limpió la superficie interior con un solvente, luego se aplicó la tinta, se la quitó con estopa embebida en solvente y se aplicó un revelador, extrayendo la tinta y revelando la fisura (figura 4). En la Tabla 1 se observa la composición química, como promedio de tres lecturas, del lado exterior de la campana y del lado interior, obtenida por una pistola portátil de Rayos X.

Tabla 1: Composición química de la campana fisurada.

Lectura	Cobre %	Estaño %	Zinc %	Plomo %	Antimonio %	Hierro %
1	66,93	29,48	0,983	1,70	0,383	0,40
2	67,39	28,88	1,04	1,94	0,349	0,50
3	67,31	28,72	1,11	1,88	0,372	-
Promedio	67,21	29,03	1,04	1,84	0,368	0,45

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó el perfil de espesores de la campana; en la zona de impacto del badajo (en la pollera) posee un espesor de 7 cm y 114 cm de diámetro y en la zona superior 3 cm de espesor. Se tomó dureza en distintas partes de la misma, en la zona de impacto del badajo la dureza fue de 280 HB, a 90° la dureza bajo hasta 140-160 HB (siempre del lado interior), presentando un promedio de dureza de 150 HB. A ambos lados de la fisura el promedio es de 270 HB. Dichos valores de dureza son superiores a los bronce normales, presentando un rango de 60 a 100 HB. Con respecto a las tintas penetrantes en la figura 4 se ve que tiene una fisura principal, recta, que sale al exterior y una fisura secundaria, solamente del lado interior. Iniciadas ambas en la zona donde golpea el badajo. El resto de la parte interior no está fisurada. En lo que respecta a la composición química, todas las campanas analizadas presentan una composición química similar, distinta de la clásica 78% de Cobre y 22% de Estaño de la literatura.

## CONCLUSIONES

La reparación de las campanas de la Basílica Sagrado Corazón de Jesús, La Plata, Argentina, se puede abordar desde dos puntos de vista.

-Desde el punto de vista metalúrgico, es posible reparar por soldadura en caliente la fisura principal del material para devolverle su continuidad metálica. La campana presenta una fisura, que debe ser reparada, debido a la fatiga proveniente del golpe del badajo, esfuerzos interiores de compresión (donde golpea el badajo) y exteriores de tracción. Se deberá hacer un bisel en X asimétrico removiendo material tanto del lado interior como exterior (preparación de los bordes) y precalentar la pieza. Para esto último se deberá aislar la campana con manta silico – aluminosa del lado exterior.

Se podrá utilizar cualquier proceso de soldadura en caliente como ser: alambre macizo ó semiautomática (GMAW), argón (GTAW) ó con electrodo revestido (SMAW). Se deberán hacer varias pasadas, tanto del lado interior como exterior, con limpieza por amoldado y cepillado entre pasadas. El proceso de mayor velocidad de deposición es el semiautomático (GMAW), se podría usar el electrodo ER CuSn-C (según AWS 5.7), el cual posee una composición de 7-9% de Sn; 0,2% Zn; resto cobre. Para el proceso manual SMAW se podría usar el electrodo E CuSn-C de la misma composición química del anterior (según AWS 5.6). Y en el caso del proceso GTAW, el de menor velocidad de deposición, se podría fundir las varillas del metal de aporte, con la misma composición química de la campana fisurada.

-Desde el punto de vista patrimonial, debido a que para preparar la junta para soldar se debe remover material tanto del lado interno como del externo, con lo cual se perdería una franja importante del sobre relieve y detalles de la misma del lado externo, los cuales fueron realizados as cast (utilizando la antigua técnica de la cera perdida) y siendo el carrillón contemporáneo de la Basílica, es recomendable reemplazar la campana fisurada por una nueva, preservando la campana fisurada como patrimonio histórico.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Pedro Ponzinibbio y al Arq. Roberto Delague por su valiosa ayuda.

## **REFERENCIAS**

[1] Diccionario Real Academia Española.

[2] Espasa. "Enciclopedia Universal". Campanas. Espasa Calpe. Madrid, España. 1958.

[3] Exodo XXVIII. Versículo 33.

[4] Thomas D. Rossing: "Acoustics of Bells". Van Nostrand Reinhold Company. New York; 1984, pag. 1-5.

[5] Wescot, W; "Bells and their music" Ed: G. Putman, New York, 1998, Cap. 2.

[6] *The Bell Tower* (vol. 57, no. 4: Jul-Aug 1999).

[7] Acciones dinámicas introducidas por las vibraciones de las campanas sobre las torres del campanario. Tesis Doctoral de Salvador Ivorra Chorro, Universidad Politécnica de Valencia: 2002.

[8] La restauración de antigua campanas de bronce. Parte 1: Ernesto Ponce I; José de la Vega. Escuela Universitaria de Ingeniería Mecánica. Universidad de Tarapacá. Casilla 6-D. Arica, Chile.