

# Desarrollo de estilos tecnológicos para la producción de esculturas ecuestres monumentales

Go to English version

DOI: 10.30763/Intervencion.310.v1n31.89.2025 · AÑO 16, NÚMERO 31: 47-76

Postulado: 31.01.2024 · Aceptado: 24.02.2025 · Publicado: 01.07.2025

## Jannen Contreras Vargas

Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRYM),  
Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México

[jannen\\_contreras\\_v@encrym.edu.mx](mailto:jannen_contreras_v@encrym.edu.mx) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-498>

Corrección de estilo por Alejandro Olmedo

## RESUMEN

Con base en información de archivos, fuentes historiográficas, bibliografía y caracterizaciones realizadas en proyectos profesionales de conservación —en particular, *El Caballito* (escultura ecuestre de Carlos IV ubicada en Ciudad de México), obra del escultor y arquitecto Manuel Tolsá—, este texto examina la evolución de los estilos tecnológicos empleados en la producción de esculturas ecuestres monumentales de aleaciones de cobre mediante la técnica de fundición a la cera perdida en Occidente, desde el Renacimiento hasta el siglo XIX. Analiza los orígenes de la cera perdida, la producción en partes, la consolidación de la fundición en una sola colada como estilo tecnológico dominante (1699 hasta inicios del siglo XIX) y, de forma breve, el inicio de la producción ensamblada en México y los Estados Unidos, así como el desarrollo de la soldadura, durante el siglo XIX. El objetivo es evitar suposiciones equivocadas que puedan afectar la evaluación, interpretación histórica y construcción de decisiones relacionadas de conservación-restauración para estas esculturas.

## PALABRAS CLAVE

estilo tecnológico, fundición, escultura ecuestre, cera perdida, Tolsá

## INTRODUCCIÓN

**G**racias a su gran escala y a su ubicación en espacios públicos, las esculturas ecuestres monumentales se integran al paisaje urbano y a la memoria colectiva, transmitiendo liderazgo y poderío. Su factura con aleaciones de cobre refuerza su permanencia y refleja la maestría de quienes, a lo largo de la historia, se especializaron en escultura y fundición.

El desconocimiento sobre la técnica de fabricación ha generado errores en la interpretación de la fundición escultórica, como cuando se afirmó que la escultura *El Caballito*, creada entre 1796 y 1803 por el escultor y arquitecto Manuel Tolsá (1755-1816) y situada hoy en la plaza epónima del Centro Histórico de la Ciudad de México, fue creada en partes, ensamblada y soldada (Delgado, en Ventura, 21 de marzo de 2016; Noticieros Televisa, 23 de enero de 2016). Esto contradecía lo sostenido durante más de dos siglos—incluso señalado en la placa de mármol de su pedestal—: la obra fue colada en una sola operación (*Gazeta de México*, 17 de septiembre de 1802; Uribe, 1990; Salazar, 1999).

El equipo interdisciplinario del INAH, encargado de su restauración entre el 2016 y el 2017, verificó mediante análisis materiales apoyados en el conocimiento de la historia de la tecnología que, en efecto, jinete y caballo se lograron en una sola colada (INAH, 2017; Contreras, 2021; Contreras y García, 2022).

Este trabajo busca aportar información que contribuya a la comprensión de la escultura ecuestre monumental en aleaciones de cobre. Mediante el análisis de los estilos tecnológicos—modos de producción considerados adecuados en sus contextos temporales y culturales—, examina la evolución de la fundición a la cera perdida en Occidente, desde el Renacimiento hasta el siglo XIX,<sup>1</sup> periodo que cuenta con limitada disponibilidad de información en comparación con la escultura monumental contemporánea.

Inicia con la descripción de la metodología y las herramientas conceptuales de la antropología de la tecnología utilizadas para analizar la producción de esculturas ecuestres monumentales. Luego, con base en casos de estudio, información documental y caracterizaciones materiales obtenidas en proyectos de restauración, analiza los orígenes de la técnica, desde la producción en partes, hasta la consolidación de la fundición en una sola colada como estilo tecnológico dominante entre 1699 e inicios del siglo XIX, abordando brevemente el inicio de la producción ensamblada

<sup>1</sup> Gran parte del contenido del presente texto se desprende del trabajo de tesis denominado *Metodología para la construcción de decisiones de restauración* (Contreras, 2021).

en México y Estados Unidos y el surgimiento de la soldadura en el siglo XIX.

El objetivo es evitar suposiciones equivocadas que puedan afectar la evaluación, la interpretación histórica y la construcción de decisiones relacionadas de conservación-restauración.

## METODOLOGÍA

Esta investigación surgió buscando comprender la manufactura de esculturas ecuestres monumentales en aleaciones de cobre, con base en el análisis hecho para *El Caballito*; en esa indagación se utilizaron herramientas conceptuales de la antropología de la tecnología para analizar la producción escultórica en su contexto y reconocer innovación, especialización, organización laboral y economía asociadas.<sup>2</sup>

El primero de esos conceptos fue el de *decisión tecnológica*, entendida como una respuesta a lo materialmente posible y socialmente deseable en un tiempo y espacio específicos (Schulze, 2008, p. 68), de tal manera que la tradición, la experiencia y los contextos físicos y culturales fueron los determinantes de esas decisiones (Lemonnier, 1993, p. 3; Sillar y Tite, 2000, p. 9).

Para entender la producción se analizó también la *cadena operativa (chaîne opératoire)*, una herramienta heurística que permite descomponer la secuencia de actividades necesarias para transformar la materia prima hasta obtener el objeto terminado. Su estudio revela patrones en la producción en distintos momentos y lugares, lo que facilita la identificación de similitudes tecnológicas (Cresswell, 1976, p. 6; Schulze, 2008).

El último concepto, *estilo tecnológico*, ayudó a explorar cómo un grupo humano concibe, produce y utiliza objetos según sus prácticas y representaciones (Lemonnier, 2011, p. 299). Definido como el “modo de hacer” característico de una época y contexto, está influido por el *habitus*, entendido como el conjunto de disposiciones socialmente adquiridas que estructuran la vida social (Bourdieu, 1977; Sanhueza, 2006). A diferencia del concepto de *estilo*, usado para la clasificación tipológica y temporal de objetos, el estilo tecnológico subraya la elección entre opciones igualmente viables, generando variaciones isocréticas que se aprenden y transmiten socialmente (Sackett, 1990; Dobres, 1999; Lemonnier, 1992).

<sup>2</sup> Véanse los trabajos de Leroi-Gourhan (1964), Mauss (1967), Lemonnier (1986, 1992, 2011), González-Ruibal (2003), Dobres (2006), Sanhueza (2006) y Schulze (2008).

Integrando el análisis por medio de estas herramientas conceptuales y de fuentes documentales — incluida la revisión de archivos hecha entre el 2018 y el 2019—,<sup>3</sup> la consulta con un fundidor con más de 70 años de experiencia en fundición artística,<sup>4</sup> información material como el espesor de sus paredes o la ausencia de ensamblajes —que se logró durante la restauración, hecha entre el 2016 y el 2017—, se confirmó que *El Caballito* —jinete y caballo— se realizó en una sola colada.

De acuerdo con lo anterior, con la historiografía y bibliografía existentes, y con énfasis en las caracterizaciones de materiales y técnicas de producción obtenidas en proyectos de restauración, el presente texto incluye información de esculturas ecuestres monumentales que abarca desde el *Marco Aurelio* romano hasta algunas posteriores a *El Caballito*, con la finalidad de identificar patrones y aspectos tecnológicos como la composición de los materiales y las técnicas de manufactura.

### **¿CÓMO SE PRODUCÍAN LAS ESCULTURAS ECUESTRES MONUMENTALES?**

En esta sección se presentan los resultados del análisis realizado. Para ello, se sigue la cronología propuesta por Giubbini y Sborgi (1987 [1973]), permitiendo datar el desarrollo de los estilos tecnológicos de la escultura ecuestre monumental en aleaciones de cobre.

Las figuras incluidas en esta sección: 2, 3, 5 y 10, son tablas que reúnen información relativa a esculturas ecuestres desde el *Marco Aurelio* citado hasta la obra de Tolsá que nos ocupa, más otras del siglo XIX, y que detallan las fechas de creación, los autores y fundidores, las técnicas empleadas en su manufactura así como datos acerca de la composición de aleaciones, métodos de fundición, innovaciones estructurales y restauraciones documentadas, junto con referencias históricas que contribuyen al análisis de la evolución técnica y material de estas obras.

<sup>3</sup> Archivos de las Reales Academias de Bellas Artes de San Fernando en Madrid, y de San Carlos en Valencia, así como el Archivo Histórico del Reino de Valencia y la Biblioteca Nacional de España, fueron consultados para investigar el proceso de adquisición de materiales y la posible formación de Manuel Tolsá en el trabajo en metales dentro de las academias, junto con la comparación con obras similares.

<sup>4</sup> Ernesto Contreras Ballesteros, a quien se consultó de 2013 a 2024.

**Fundición, colado y vaciado a la cera perdida**

Para la *fundición*, *colado* y *vaciado* —términos sinónimos, que se usan de modo indistinto— se aprovechan altas temperaturas para fundir el metal y vaciarlo —colararlo— en el interior de un molde; es decir, un material que tiene forma en hueco —en negativo—. Al solidificar, el metal retiene la forma en positivo.

Los primeros moldes se hicieron de arena —*fundición a la arena*—; otros, más duraderos, con piedra o barro cocido, para lograr objetos con una superficie modelada y otra lisa. Después, hace unos 4 000 años, en el extremo Oriente y en Egipto, se desarrolló el proceso de la cera perdida, cuando el empleo de un molde de dos formas huecas permitió producir objetos más complejos, con dos superficies moldeadas. Esos moldes se lograron al recubrir con barro elementos de cera, logrando otros, que permitieron la eliminación posterior de la cera por fundición y quemado, dejando el espacio en negativo, para rellenar con el metal líquido (Mattusch, 2014; Arminjon y Bilimoff, 1998).

El uso de núcleos y de moldes de piezas fue determinante para el desarrollo de la técnica de fundición. En un principio, el modelo —positivo— de cera era macizo, lo que resultaba en esculturas metálicas igualmente macizas, limitando su uso a obras de pequeño formato; a este método se le denominó *fundición plena*. El empleo de núcleos de barro permitió reducir el peso y la cantidad de metal necesario, lo que dio origen al llamado *bronce hueco*. Esa técnica, conocida como *cera perdida directa*, implica la pérdida del modelo original cuando se pierde la cera —es decir, cada obra así producida es única—, y, si la fundición falla, se necesita empezar el proceso desde cero (Mattusch 2014, p. 81; Baudry 2011).

Posteriormente se desarrolló la técnica de fundición a la cera perdida indirecta, cuya principal ventaja es que el modelo original no se destruye —de ahí el nombre de *modelo ahorrado*—. Para preservarlo, se usa un molde de piezas desmontables, que permite hacer ajustes y correcciones, reduciendo así las posibilidades de error. Con esta técnica se pueden producir por separado las distintas partes, ya sea uniendo las piezas metálicas coladas por separado, utilizando ensambles, clavos, goznes o rellenos complementarios, o creando un segundo modelo de cera, en el que se ensamblan las secciones, empleado para producir un nuevo molde en el que se vierte el metal fundido.

En la fundición indirecta el interior de la figura se rellena con un núcleo de tierra, diseñado para mantener la estructura durante la colada, y se retira cuando se tiene la obra en metal, por lo que tiene que ser poco compacto. Esa técnica —usada en las antiguas

Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Grecia y Roma para crear obras de gran tamaño— permitió mayor flexibilidad y, así, la producción de piezas complejas y monumentales, preservando el modelo original para ajustes o futuras reproducciones.

Ambas técnicas, directa e indirecta, se ilustran en la figura 1 y, como puede verse, en ambas es necesario colocar el sistema de colada sobre el modelo de cera; esto es, un conjunto de tubos de cera estratégicamente dispuestos para lograr que el metal fundido rellene todo el molde sin bloqueos. Se compone de: a) la entrada del metal líquido, b) la salida de la cera fundida y c) la salida de los gases y vapores producto del quemado de la cera y de la fusión del metal. Por su forma, también se la conoce como *árbol*. El modelo de cera y el sistema de colada, o árbol, se recubren juntos con el molde de fundición: una capa refractaria reforzada para resistir la presión del metal fundido.

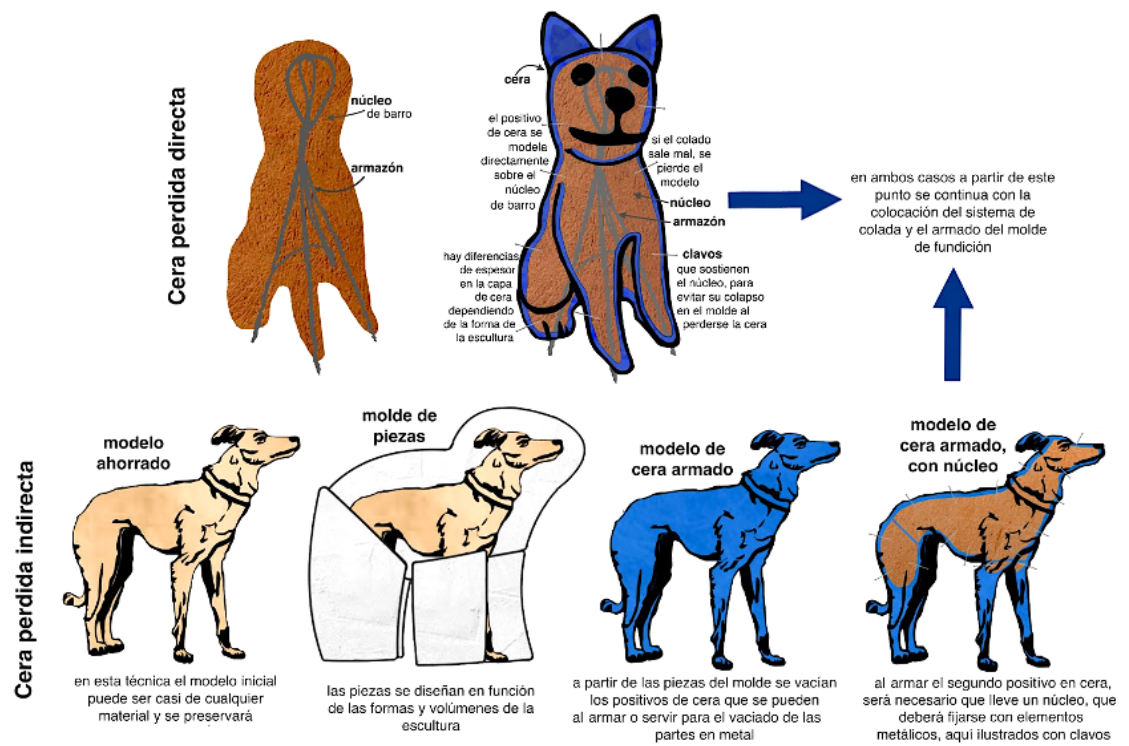


Figura 1. Comparativa de las técnicas de fundición: arriba, cera perdida directa, en la que el modelo de cera se recubre directamente con un molde cerámico para su fundición; abajo, cera perdida indirecta, que con un molde de piezas permite generar un nuevo modelo que se recubre del molde cerámico, en el que se vaciará el metal líquido (Dibujos: cortesía de la autora).

**Esculturas ecuestres monumentales hechas en partes**

La factura en partes es el primer estilo tecnológico para la producción de esculturas ecuestres monumentales abordado en este texto.<sup>5</sup>

Cuando se habla de este tema, siempre se menciona la estatua del emperador romano Marco Aurelio, en Roma, una de muchas en su tiempo, pero la única que se ha conservado hasta nuestros días.

Quienes elaboraban esculturas en la Roma antigua vertían metal líquido en las zonas a unir, lo cual requería que estuvieran calientes tanto las superficies como el metal de aporte, puesto que el metal líquido no se une a un metal frío (McCreight, 2004, p. 67). Esto se lograba calentando las superficies directamente sobre el fuego o con cañas, pero el proceso no lograba soldaduras firmes, sino discontinuas e imperfectas, como las que se ven en el *Marco Aurelio*. Esto es porque el calor alcanzado no permitía que el metal líquido mojara y uniera correctamente las superficies; además, seguramente tuvieron numerosas reparaciones a lo largo de su historia (Melucco 1992, p. 116).

En la figura 2 se resume información a propósito de la cronología y la producción de la pieza, como acerca del uso de moldes de piezas.

Escultura	Fecha	Escultor	Fundidor	Factura
<i>Marco Aurelio</i> , Roma	Alrededor 170 d. C	Se desconoce		Cera perdida y moldes de piezas para cada sección, diecisiete partes para el jinete: cabeza, brazos, piernas y secciones de mantos. Quince piezas para el caballo: ocho para el cuerpo patas y cola, más hocico y cuello. Secciones unidas por ensamble (Melucco, 1992, p. 116; Marabelli, 1991; Schenker, 2003).

Figura 2. Datos de producción de la escultura ecuestre monumental de Marco Aurelio, de Roma.

Con la caída del Imperio Romano de Occidente (476 d.C.) también decayó la metalurgia occidental. Sólo al final de la Edad Media se recuperaron técnicas de fundición artística para producir las puertas de bronce de las catedrales europeas, gracias al trabajo de personas expertas en fundición, influidas por las técnicas del Medio Oriente y, desde 1453, por la migración de aquellas quienes, tras la caída del Imperio Romano de Oriente, dejaron Bizancio (Corredor, 1997).

<sup>5</sup> Previo a la cera perdida, las esculturas metálicas se producían mediante la técnica de *sphyrelaton*, que consiste en láminas de bronce o cobre martilladas sobre un núcleo de madera, ensambladas y remachadas entre sí.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Durante el Renacimiento, la aparición de una pequeña pero poderosa clase de *condottieri*<sup>6</sup> en la República veneciana revivió el interés por las grandes estatuas ecuestres y por la cera perdida. Entre los aprendices de Lorenzo Ghiberti (1378-1455) para producir las puertas del Baptisterio de Florencia estaba un joven apodado Donatello (1386-1466), que más tarde modeló y fundió la estatua del *condottiero* Gattamelata. Ésta fue la primera estatua ecuestre fundida a escala natural tras la caída del Imperio Romano de Occidente, lograda gracias al molde de piezas (Schenker, 2003).

Las esculturas ecuestres se posicionaron como evidencia de poder en los territorios de la hoy Italia, y después fueron solicitadas en otros lugares. Su exportación a Francia y España por parte de escultores como Giambologna y Pietro Tacca se facilitó porque fueron hechas en partes, manteniendo un peso relativamente bajo.

En la figura 3 se presentan esculturas ecuestres monumentales europeas hechas en partes y ensambladas, entre 1444 y 1642: el Gattamelata de Donatello en Padua, el Bartolomeo Colleoni de Verrocchio en Venecia y las estatuas de los monarcas españoles Felipe III y Felipe IV en Madrid.

Escultura	Fecha	Escultor	Fundidor	Factura
Gattamelata, Padua	1444 y 1453	Donatello (1386-1466).		El registro de cuentas del banquero Giovanni Orsato, que detalla las cantidades de cobre y estaño llevadas de Venecia a Padua para fundir la estatua. afirma que fue fundida en partes (Fémelat, 2013, p.142).
Bartolomeo Colleoni, Venecia.	1479-1496	Andrea del Verrocchio (1435-1488).	Alessandro Leopardi (1466-1512).	Verrocchio logró que su caballo levantara la pata delantera izquierda del caballo, sin colocarle un apoyo (Fémelat 2013, p. 143). Tras su muerte Alessandro Leopardi hizo la fundición y los trabajos de terminado, colocando la estatua en 1496. Fue restaurada de modo profesional, desde 1999 por el (World Monuments Fund, 2014). Como puede verse en la figura 4, se compone de 16 partes ensambladas en posiciones precisas y soldaduras por metal vertido –vaciados complementarios-. El jinete pesa 1,300 kilos, el caballo pesa ~5 toneladas. Su aleación es ternaria: cobre, estaño y plomo, y en las soldaduras: cobre, estaño, plomo y entre 3 y 13.2% zinc. La adición del zinc fue intencional (Morigi y Ridolfi, 2008, p. 4-5).

<sup>6</sup> Soldados mercenarios, capitanes de fortuna que desempeñaron una importante función en los acontecimientos militares y políticos de Italia en los siglos XIV, XV y XVI (García, 2015, p. 38).

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Cósimo I, Florencia	Inaugurada en 1594	Jean Boulogne/ Giambologna/ Juan de Bologna (1529- 1608).	Antonio Susini (1558- 1624), y 2 fundidores de cañones.	Las obras del escultor Giambologna son reconocidas por el manejo del bronce y del molde de piezas. El fundidor Antonio Susini ejecutó gran parte de las operaciones para la fundición. El modelo en su tamaño final estuvo listo en 1591. Los moldes fueron dispuestos en una fosa y empacados con tierra para protegerlos de la presión del metal en el colado. El caballo fue fundido en una sola colada en septiembre de 1592, el jinete en 1594. La composición de la capa (parte analizada) es de 89% de cobre, un 10% de estaño y trazas de plomo, lo que concuerda con la descripción de <i>bronzó bombardá</i> o metal de cañón, una aleación de cobre con entre 8 y 12% de estaño (Bewer, 1996).
Ferdinando I de Medici, Florencia	1602-1608	Giambologna (1529-1608) y Pietro Tacca (1577-1640)		No se tiene información sobre sus secciones. Si bien tuvo una intervención respetuosa en 1996, no se reportan análisis materiales o de técnica de factura (Francini, 1996). Se fundió con el bronce de los cañones capturados por los Caballeros de la Orden Militar de San Esteban en los actuales Túnez y Argelia, como se señala en la cincha del caballo: <i>De 'metalli rapiti al fero Tracce</i> (De los metales tomados al fiero tracio).
Enrique IV, París	Inaugurada en 1614	Giambologna (1529-1608) y Pietro Tacca (1577-1640)		Fue elaborada por Giambologna y terminada por Pietro Tacca tras la muerte del primero. Fue inaugurada en 1614. Entonces Giambologna y el rey Enrique IV habían muerto, pero logró aclamación internacional por ser la primera de su tipo colocada en Francia (Barraclough, 1999). Fue derribada en 1792 durante la Revolución francesa, pero fue repuesta –producida en otro estilo tecnológico– en 1818.
Felipe III, Madrid	Inaugurada en 1616	Giambologna (1529-1608) y Pietro Tacca (1577-1640).	Pietro Tacca (1577-1640).  Antonio Guidi (¿?-¿?).	La fundición se hizo a la cera perdida en Florencia, en piezas que se trasladaron y armaron en Madrid. No se tiene una relación de sus secciones, pues no se ha hecho la investigación necesaria en un proceso de restauración profesional (Barrio y García, 2009). La escultura se ilustra en la figura 5.
Felipe IV, Madrid	Inaugurada en 1642	Pietro Tacca (1577-1640).	Pietro Tacca (1577-1640)  Ferdinando Tacca (1619-1686).	La estatua se hizo en partes. Caballo: cabeza y cuello; pecho y cincha; lomo y cuartos traseros, cabeza, orejas, crenchas, y freno. Al pecho se une cada una de las patas delanteras y las crines derechas. La cincha a las patas traseras, y la cincha oculta la unión de las dos piezas que forman el cuerpo del caballo. Rey: cabeza, tórax, al que se unen los brazos, abdomen con silla y muslos, y las dos piernas unidas, además: banda de general, espada, bengala y riendas. En 1640 se embarcó a España y en 1842 fue inaugurada en Madrid (Matilla 1997, p. 25-26; Barrio y García 2009, p. 289). La escultura de Felipe IV se ilustra en la figura 6.

Figura 3. Datos de producción de esculturas ecuestres monumentales producidas en Italia en partes y ensambladas.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Figura 4. Esquema de las partes que conforman el caballo de la estatua ecuestre de Bartolomeo Colleoni (Fuente: World Monuments Fund. (2014). Restoration of the Bartolomeo Colleoni Monument. <https://www.wmf.org/content/restoration-bartolomeo-colleoni-monument>).

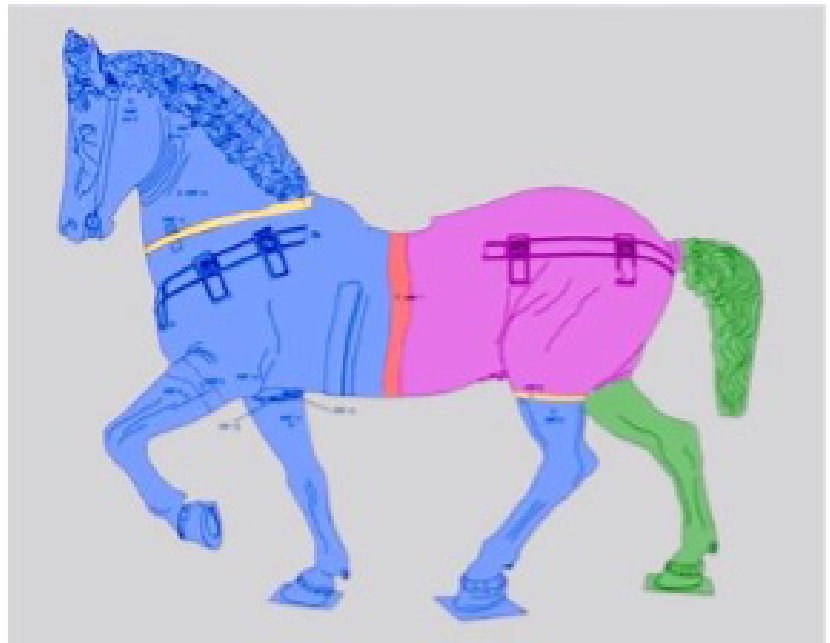


Figura 5. Felipe III: estatua ecuestre de Giambologna, fundida por Pietro Tacca. Aleación de cobre a la cera perdida. 1616. Plaza Mayor de Madrid (Fotografía: cortesía de la autora, 2019).



Figura 6. Felipe IV: estatua ecuestre de Pietro Tacca. Aleación de cobre a la cera perdida. 1642. Frente al Palacio Real, Madrid (Fotografía: cortesía de la autora, 2019).

Es muy importante considerar que esas esculturas cuentan con soldaduras similares a las del *Marco Aurelio*, rellenos que permiten homogeneizar las superficies, logrando continuidad y fortaleciendo los ensambles mecánicos.

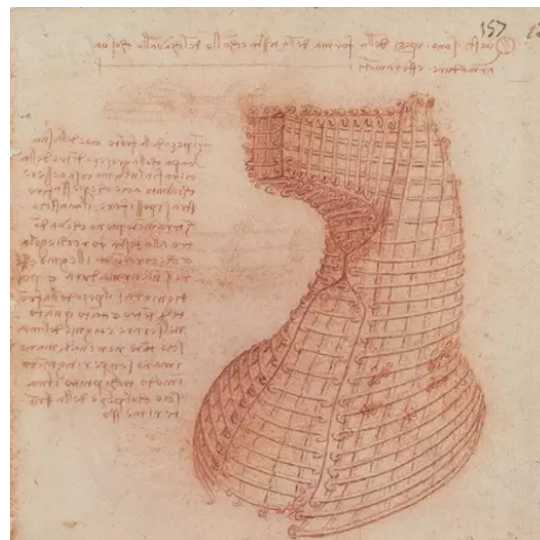
### Esculturas ecuestres monumentales hechas en una sola colada

El segundo estilo tecnológico por abordar corresponde a las esculturas ecuestres hechas en una sola colada, cuya idea comenzó en el taller de Andrea del Verrocchio, en Florencia, con su famoso aprendiz: Leonardo Da Vinci (1452-1519), quien propuso cambios en la forma de producir estatuas ecuestres monumentales.

En 1482 Da Vinci recibió el encargo de Ludovico Sforza, duque de Milán, para producir su estatua ecuestre, que, con 7.3 m de altura, sería la más grande del mundo. Leonardo trabajó en ella durante los siguientes 17 años, planeando fundirla mediante un nuevo proceso indirecto en una sola colada, con el que buscaba eliminar los rastros de uniones, que, de acuerdo con él, eran desfigurantes y estropeaban las estatuas hechas en varias piezas (Fémelat, 2013; Bewer, 1996).

En el segundo cuaderno de Madrid, en la Biblioteca Nacional de España, se pueden consultar sus notas para la fundición, que en 34 páginas reflejan el conocimiento tecnológico de la época. El método era complejo: un molde externo, reforzado —como puede verse en la figura 7— hecho a partir del modelo de arcilla, se recubre internamente con cera o arcilla de alfarero y dentro se hace un contramolde de arcilla refractaria; se retira la capa de cera o arcilla, se cuecen los moldes y se colocan para el colado del metal líquido (Fémelat, 2013).

Figura 7. Dibujo del molde reforzado para la cabeza del caballo, Códice Madrid II (folio 157r) (Fuente: Google Arts and Culture, <https://artsandculture.google.com/story/OAXhq8B37bafVg?hl=es>).



## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Sin embargo, la obra para Sforza nunca se completó. En 1499, cuando el modelo de arcilla a escala real —*Il Cavallo*— y los moldes necesarios estaban completos, las tropas francesas tomaron Milán en la Guerra italiana. Esto obligó al duque a utilizar en la fabricación de cañones y municiones el bronce dispuesto para la escultura. Durante el conflicto, los moldes se perdieron y los arqueros de las tropas francesas utilizaron el modelo como blanco para prácticas de tiro, destruyéndolo (Fémelat, 2013).

La primera estatua ecuestre monumental hecha en una sola colada —jinete y caballo— fue el *Luis XIV* de 1699, de François Girardon (1628-1715), fundida por Jean Balthazar Keller (1638-1702). Aunque inspirado en la forma descrita por Da Vinci, Keller resolvió de forma distinta la fundición de jinete y caballo en conjunto. Se dice que tenía casi 6.5 m y que se emplearon 36 toneladas de metal (Desmas 2014, p. 234). Siguiendo el formato de las tablas previas, la figura 8 presenta información sobre esa escultura ecuestre, que marcó el desarrollo de este estilo tecnológico.

Estatua	Fecha	Escultor	Fundidor	Factura
Luis XIV, París	Modelo de yeso desde 1685.  Fundida en 1692 inaugurada en 1699.	Francois Girardon (1628-1715).	Johan o Jean Balthazar Keller (1638-1702).	La primera escultura ecuestre monumental hecha en una sola colada. Representó a Luis XIV con un signo de mando en la diestra. Comenzó a desarrollarse en el otoño de 1685. Keller empleó una aleación especial, conocida como <i>bronce Keller</i> , cuya composición se asoció al éxito de la fundición. Los acabados tomaron casi siete años. Fue derribada en 1792 durante la Revolución francesa (Jollet, 2016; Batissier, 1846, p. 59). Su pie izquierdo se conserva en el Museo Carnavalet en París (Welter, 2014, p. 98).

Figura 8. Datos de producción de la escultura ecuestre monumental de Luis XIV, la primera hecha en una sola colada desde la que se desarrolló este estilo tecnológico.

Gracias a los documentos escritos se sabe que este tipo de producción perduró desde ese momento y aun hasta inicios del siglo XIX, apenas con modificaciones. El arquitecto Germain Boffrand (1667-1754), que participó en el proceso, hizo una excelente descripción de la fundición de la estatua de Luis XIV en su tratado, publicado en 1743.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> *Description de ce qui a été pratiqué pour fondre en bronze d'un seul jet la figure equestre de Louis XIV: élevée par la ville de Paris dans la place de Louis le Grand, en mil six cens quatre-vingt-dix-neuf: ouvrage françois et latin, enrichi de planches en taille-douce.*

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Estatua	Fecha	Escultor	Fundidor	Factura
Luis XV, Burdeos	1731- 1738 y 1739  1743	Jean-Baptiste Lemoine II (1704-1778)	Hermanos Varin, Pierre Varin (1678- 1753)  (Desmas 2014: 235; Champy- Vinas 2019).	Fundida en una sola colada (jinete y caballo). En 1735 se completó el modelo. Se hicieron intentos fallidos de fundición en 1738 y 1739, en 1741 se logró una fundición exitosa, se requirieron 2 años de acabados, para inaugurar en 1743 (Schenker, 2003, p. 211; Champy-Vinas, 2019).  Fue derribada en 1792 durante la Revolución francesa.

Figura 9. Datos de producción de la escultura ecuestre monumental de Luis XV.

Los grabados que se integraron a la *Encyclopédie* de Diderot y d'Alembert, publicada en 1771,<sup>8</sup> son una copia casi exacta de los de Boffrand. Más adelante, la producción de la estatua de Luis XV de Jean-Baptiste Lemoine II (1704-1778) fue retratada por el pintor y grabador Jean Louis-Simon Lempereur (1728-1807), jefe del ayuntamiento parisino. Sus notas y dibujos fueron editados y publicados por el grabador y coleccionista Jean-Pierre Mariette (1694-1768) en 1768<sup>9</sup>. Estos documentos posibilitaron otras esculturas ecuestres monumentales hechas en una sola colada, *d'un seul jet* (Schenker, 2003, p. 212; Desmas 2014, p. 235; Desmas 2017, marzo 24; Desmas 2017, marzo 31).

El contexto material y cultural de la época propició que las estatuas ecuestres monumentales se convirtieran en una especialidad francesa (Fémelat, 2013, p. 148). Como las obras hechas en una sola colada eran notablemente más pesadas que las hechas en partes, fue más sencillo que los escultores y fundidores franceses se trasladaran a otros países para realizar el modelado y la fundición. Sólo en Lisboa y la Ciudad de México se lograron sin participación de artífices franceses. En la figura 10 se incluyen esculturas ecuestres monumentales hechas entre 1753 y 1790 en diferentes ciudades europeas: Federico V, de Jacques François Joseph Saly y Pierre Gor; José I, de Joaquim Machado de Castro y Bartolomeu da Costa; Pedro el Grande, de Étienne Maurice Falconet, sin fundidor estable, y Gustavo II Adolfo, de Pierre-Hubert L'Archevêque y Gerhard Meyer.

<sup>8</sup> *Bronze, Sculpture Fonte des Statues Équestres.*

<sup>9</sup> *Description des travaux qui ont précédé, accompagné et suivi la fonte en bronze d'un seul jet de la statue équestre de Louis XV le Bien-Aimé. Dressée sur les mémoires de M. Lempereur, ancien echevin.*

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Escultura	Producción	Escultor	Fundidor	Factura
Federico V Copenhague	1753-1771	Jacques François Joseph Saly (1718-1776)	Pierre Gor (1720-1773)	En febrero de 1764 estuvo listo el modelo de yeso. Se coló el 2 de marzo de 1768 con 300 invitados como testigos. Se colaron 18 toneladas de metal. Los acabados requirieron más de 3 mil rellenos y parches, y continuaron hasta 1770. La escultura fue inaugurada el 1 de agosto de 1771 (Lebon, 2012a).
José I, Lisboa	~1770-1775	Joaquim Machado de Castro (1731- 1822)	Bartolomeu da Costa (1731-1801)	La primera escultura ecuestre monumental fundida en una sola colada en la que no participaron artífices franceses, pero con base en los tratados de Boffrand y de Lempereur-Mariette. Se logró una fundición tan exitosa, en octubre de 1774, que sólo requirieron 7 meses de acabados (Desmas, 2014, p. 239; Gomes 2017, p. 612). Su composición aproximada es de 81% de cobre; 14% zinc; 2,6% de plomo; y 2,4% de estaño (Matteini, <i>et al.</i> , 2016, p. 81).
Pedro el Grande, San Petersburgo	1770-1782	Étienne Maurice Falconet (1716-1791)	Sin fundidor permanente: Benoit Ersmann (¿?- ¿?), (Lebón, 2012a),  Emelian Khailov (¿?- ¿?)  Abraham Sandoz (¿?-¿?) (Schenker, 2003).	Se intentó que fuera fundida en una sola colada, su diseño en corveta, la terquedad de Falconet y la falta de un fundidor permanente dificultaron las operaciones. Ersmann preparó el núcleo y el armazón, retocó el modelo de cera; colocó el sistema de colada y preparó el molde de fundición, pero fue despedido antes del colado. En 1775, con casi 20 toneladas de carga de horno, durante el vaciado el molde de fundición se rompió y causó un incendio, Emelian Khailov, maestro fundidor de artillería, sofocó el fuego, pero la fundición fue inservible desde el nivel del brazo del jinete hacia arriba. En 1777 se hizo la segunda fundición complementaria que tuvo errores menores. Los acabados fueron hechos por el relojero suizo Abraham Sandoz. Fue inaugurada en 1782 (Schenker, 2003; Lebon, 2012b, p.137).
Gustavo II Adolfo, Estocolmo	1772-1790	Pierre-Hubert L'Archevêque (1721-1778)	Gerhard Meyer (1704- 1784)  Charles Adam (¿?-¿?)	El fundidor Gerhard Meyer buscó hacer la fundición colando la escultura completa: caballo, jinete y peana en una sola operación. El resultado fue una catástrofe. Por cinco años el cincelador Charles Adam y dos asistentes tuvieron que hacer miles de reparaciones (Cederlund, 2011, p.114). Tras 17 años de manufactura, el monumento fue inaugurado en 1790 (Duffey, 1982, p.60), más de 11 años después de la muerte del escultor.

Figura 10. Datos de producción de otras importantes esculturas ecuestres monumentales hechas por fundición a la cera perdida en una sola colada en Europa.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Figura 11. José I: estatua ecuestre de Joaquim Machado de Castro. Aleación de cobre a la cera perdida. 1774. Plaza del Comercio de Lisboa (Fotografía: cortesía de la autora, 2022).



### ***Estatuas ecuestres en América***

Aunque hubo proyectos para emplazar en el continente americano estatuas ecuestres en metal, la primera, hecha en Inglaterra, se transportó a Nueva York. Retrataba al rey inglés Jorge III sobre un caballo rampante, fue obra de Joseph Wilton (Kauffmann, 1902, p. 114), hecha en partes, de plomo y dorada con hoja, cuyo peso, se dice, era de 1 800 kg aproximadamente, y casi un metro (tres pies) más alta que el natural (Ruppert, 2014).

Fue dedicada el 21 de agosto de 1770 y, tras la declaración de independencia de ese país, el 9 de julio de 1776, derribada (Kauffmann 1902, p. 114). Aunque se cuenta que se convirtió en balas, se han ido desenterrando algunas partes, como la cabeza del monarca y una parte de la cola de su caballo, hoy situadas en la Sociedad Histórica de Nueva York (Ramírez, 2005).

**Carlos IV, El Caballito**

Su técnica de factura se confirmó plenamente durante el proyecto de restauración, desarrollado entre el 2016 y el 2017, gracias a características como el gran espesor de las paredes metálicas, la imposibilidad de realizar soldaduras en paredes tan gruesas con la tecnología disponible, la ausencia de ensamblajes —excepto parches para defectos de fundición, el colado secundario de la crin y el cierre del hueco de la grupa empleado para extraer el núcleo—, verificada incluso mediante radiografías, el conocimiento de los procesos de producción y de la historia de la tecnología (INAH, 2017) e información detallada en el presupuesto que Tolsá envió al virrey.

Un trabajo posterior empleó los resultados del proyecto de restauración para entender su cadena operativa de producción. Para ello también se empleó información material, histórica y tecnológica tanto bibliohemerográfica —la fundición en una sola colada está documentada principalmente en las descripciones de la *Gazeta de México*, *El Diario de Madrid* y *Los tres siglos de Mejico durante el gobierno español hasta la entrada del ejército trigarante*—, como de documentos de archivo, los tratados de Boffrand y Lempereur-Mariette y la *Encyclopédie* de Diderot y d'Alembert —la técnica descrita coincide con las evidencias materiales observadas—. El análisis documental de obras similares, junto con la consulta a Ernesto Contreras Ballesteros, fundidor con más de 70 años de experiencia en estatuaria de aleaciones de cobre, fueron centrales para la investigación (Contreras, 2021).

Aunque no hay evidencia de que Tolsá llevara a la Nueva España los documentos de Boffrand, Lempereur-Mariette o de la obra de Diderot y D'Alembert (Alcántar y Soriano, 2014, p. 39), en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando habría tenido contacto con los modelos hechos para los concursos de las estatuas ecuestres de Felipe V y Carlos III (Martin, 1994, p. 15 y 16), que, aunque no llegaron al metal, pudieron brindarle la oportunidad de estudiarlos y, junto con el calderero y fundidor de campanas Salvador de la Vega, de recrear la cadena operativa de producción de escultura ecuestre monumental en una sola colada (Contreras, 2021, p. 198).

La figura 12 presenta la información sobre la estatua ecuestre de Carlos IV en la Ciudad de México, esculpida entre 1796 y 1803 por el escultor Manuel Tolsá y el fundidor Salvador de la Vega, la única producida en una sola colada —jinete y caballo— en el continente americano.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Escultura	Fecha	Escultor	Fundidor	Factura
Carlos IV, Ciudad de México	1796-1803	Manuel Tolsá (1757-1816)	Salvador de la Vega (¿?-¿?) y el propio Manuel Tolsá (1757-1816)	Fundida en una sola colada (jinete y caballo). Su aleación se compone de cobre (87.5-93.5%), plomo (4-8%), estaño (1-3%), zinc (~1%), principalmente. Tolsá tuvo que superar que piratas robaran parte del metal, y por fortuna los frecuentes temblores no dañaron el molde mientras esperaba el zinc. El colado fue tan bueno que sólo fueron necesarios 14 meses para sus acabados. Su coloración se logró con un acabado pictórico verde, como describió Alejandro de Humboldt. Se identificó que el color negro más reciente eran capas de asfalto, cera y hollín. Fue dañada en 2013 y restaurada entre 2016 y 2017 (INAH, 2017).

Figura 12. Datos de producción de la escultura ecuestre monumental de Carlos IV, El Caballito.

La figura 13 ilustra la secuencia de pasos en la producción de esculturas mediante la técnica de cera perdida indirecta en una sola colada. Desde el diseño y selección de materiales hasta la fundición, acabados y colocación, refleja el proceso creativo y técnico detrás de esas obras.

En la época de producción de *El Caballito* era internacionalmente sabido que se culpaba a la terquedad y fanfarronería de Maurice Falconet por la falla en la fundición y el incendio que retrasó la culminación de la escultura de Pedro El Grande por casi una década, por hacer demasiado delgadas sus paredes (Schenker, 2003, p. 235). Eso explica que en la escultura de Tolsá y De la Vega se encuentre un espesor promedio de alrededor de una pulgada, e incluso secciones de mayor grosor, como en los pliegues de la capa del rey (INAH, 2017), buscando asegurar el éxito de la fundición,<sup>10</sup> que fue tan buena que los acabados tomaron sólo 14 meses.

Tales aciertos en la producción de la obra caracterizaron a Tolsá, De la Vega y su equipo, que no contaban con antecedente de fundición artística monumental, cuando fundidores mucho más experimentados tuvieron problemas con esas empresas. Obtuvieron una de las mejores fundiciones de todas las que fueron hechas en este estilo tecnológico entre el final del siglo xvii y el inicio del xix, pues sólo la estatua ecuestre de José I, en Lisboa, se concluyó en menor tiempo —poco más de 7 meses—, a pesar de que tampoco contó con artífices franceses y de que sus creadores carecían de experiencia previa en fundiciones de este tipo. El propio escultor,

<sup>10</sup> El político francés Charles-Jean Lafolie (1780-1824) explicó que el fundidor prefería dar mayor espesor a la fundición para facilitar la entrada del metal en todas las partes del molde (Lafolie, 1819, p. 143).

Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

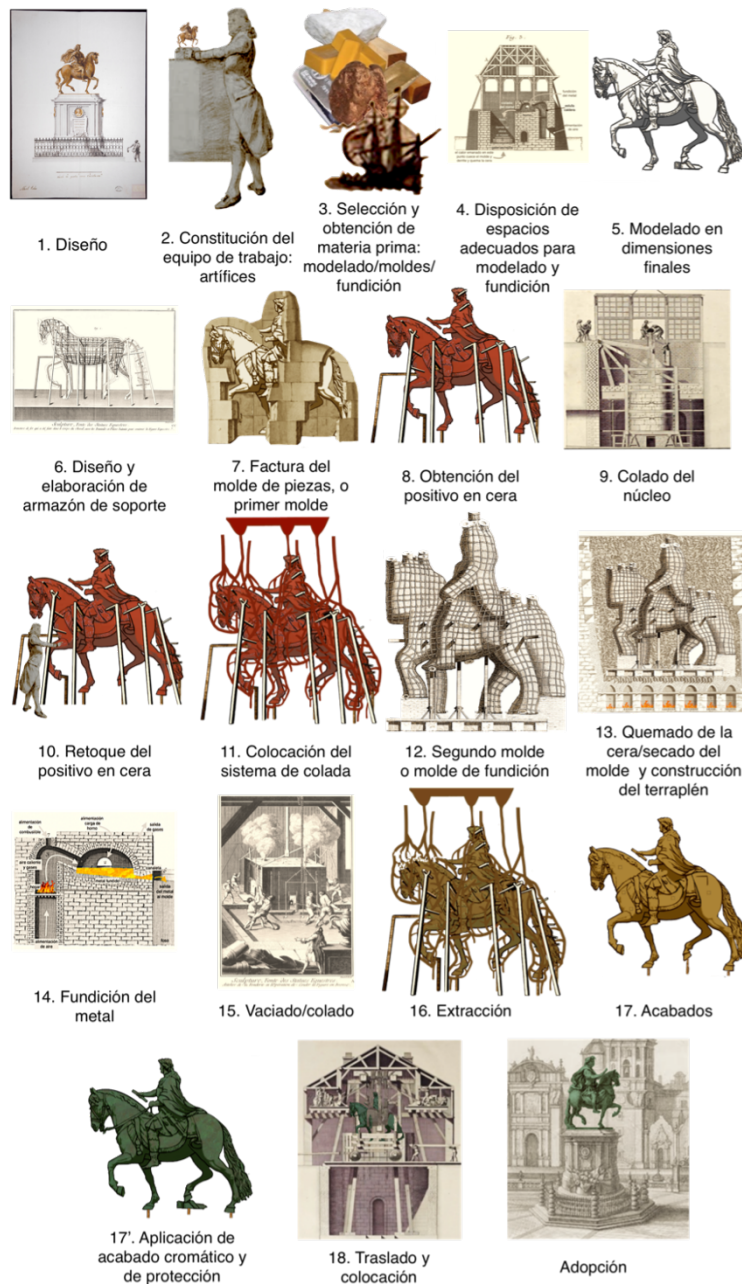


Figura 13. Esquema del proceso de producción de esculturas mediante la técnica de cera perdida indirecta en una sola colada, ilustrando su cadena operativa: 1. Diseño; 2. Constitución del equipo de trabajo: artífices; 3. Selección y obtención de materia prima: modelado, moldes y fundición; 4. Disposición de espacios adecuados para modelado y fundición; 5. Modelado en dimensiones finales; 6. Diseño y elaboración de armazón de soporte; 7. Molde de piezas o primer molde; 8. Obtención del positivo en cera; 9. Colado del núcleo; 10. Retoque de positivo en cera; 11. Colocación de sistema de colada; 12. Segundo molde o molde de olla; 13. Quemado de la cera y secado del molde; 14. Fundición del metal; 15. Vaciado y colado; 16. Extracción; 17. Acabados, incluyendo aplicación de acabado cromático y de protección; 18. Traslado y colocación.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025



Figura 14. Estatua ecuestre de Carlos IV de Manuel Tolsá. Aleación de cobre a la cera perdida. 1803. Plaza Tolsá. Ciudad de México. Caballo y jinete corresponden a una misma operación de colado. A la izquierda, vista general; a la derecha se ilustra el colado en una sola operación, en verde la sección lograda en una sola colada, en blanco los elementos que fueron agregados, incluido el colado complementario de las crines, la peana y adornos. (Fotografías: Francisco Kochen, 2017; cortesía: INAH, 2017; imagen de la derecha modificada por la autora).

Machado de Castro, indicó que trabajaron basándose en referencias escritas y en la experiencia del ingeniero militar Bartolomeu da Costa (1731-1801), fundidor de cañones.

*El Caballito* estuvo a punto de ser destruida, como algunos de sus pares franceses, pues a sólo siete años de su inauguración, ante el cuestionado gobierno de Fernando VII y la intervención francesa en España, estallaron guerras independentistas en toda América Latina, Entonces la efigie de un rey español no fue bien vista y los esfuerzos se dirigieron a la fundición de armas. Al propio Tolsá se le indicó aprovechar las instalaciones en las que se fundió *El Caballito* para producir cañones (Alcántar y Soriano, 2014).

Sin embargo, por lo menos se produjo una escultura ecuestre monumental en una sola colada: en París, durante La Restauración, François-Frédéric Lemot (1771-1827) emuló y repuso la destruida obra de Pietro Tacca que representaba a Enrique IV, cuyos datos se incluyen en la figura 15.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Escultura	Fecha	Escultor	Fundidor	Factura
Enrique IV París	1818	François- Frédéric Lemot (1771- 1827).	Piggiani, y Jaquet (Babelon, 2008).	Es una reposición hecha en una sola colada de la destruida durante la Revolución francesa. La infraestructura parecía insuficiente para fundir la aleación de Keller, así que hicieron muchos cambios, que de todas formas no les permitieron una fundición correcta: El cuerpo del rey tenía varios huecos y el núcleo cayó al abdomen del caballo dejando en su lugar sólo arena vitrificada mezclada con bronce. Debíó tener numerosas y costosas reparaciones. Fue colocada en 1818 (Daly, 1842; Babelon, 2008).

Figura 15. Datos de producción de la escultura ecuestre monumental de Enrique IV.

Tras las independencias, las economías de los países americanos no estaban en condiciones de producir esculturas monumentales. La de Antonio López de Santa Anna, dictador de México, fue una excepción, y aunque es escasa la información sobre esta escultura, se dice que se hizo en bronce y que tuvo 3 metros de altura (De la Garza, 2011). Para su producción, el empresario José Rafael Oropeza contrató al escultor español Salustiano Veza (Zárate, 2003, p. 420). Fue fundida el 5 de marzo de 1844 por José López, de quien no se tiene más información. El periódico *El Siglo Diez y Nueve* del 13 de marzo de 1844 destacó que era la primera vez que un mexicano ejecutaba una obra notable de fundición para un monumento público. Sin embargo, Santa Anna acabó por ser más indeseable que el rey español: en 1844 la pieza fue derribada por primera vez, y recolocada en la Plaza del Volador dos años después, en 1855 fue, finalmente, destruida (Díaz, 1971).

**Formas de producción posteriores: ensambles y soldaduras**

La primera estatua ecuestre hecha en Estados Unidos de América fue la de la hoy controvertida efigie del general Andrew Jackson, del escultor Clark Mills (1815-1883) y el fundidor Carl Ludwig Richter, inaugurada el 8 de enero de 1853. Hecha en 17 partes por fundición a la arena, se ensambló por medios mecánicos (Martner, 2011, p. 417; Colletta, 2011, p. 6).

En la segunda mitad del siglo XIX en América Latina se aprovechó la carga didáctica que el pensamiento liberal burgués dio a los monumentos públicos: la *epidemia de estatuomanía* (Ramírez y García, 2018) fue tal que requirió la compra de esculturas a Italia, Francia y España para llenar los espacios urbanos.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

En México, se proyectaron varias esculturas ecuestres: el escultor catalán Manuel Vilar i Roca (1812-1860) produciría la de José de Iturbide. En los presupuestos se establecía la posibilidad de que “el señor López” —posiblemente el mismo que habría fundido la de Antonio López de Santa Anna— o que Got Bontemps y compañía (Báez, 2003), quienes eran fundidores de hierro (Silíceo, 1857, p. 80) se encargaran de la fundición. A pesar de sus esfuerzos, el proyecto quedó sólo en bocetos y fue cancelado definitivamente en 1860 por órdenes del presidente Miguel Miramón (Espinosa, 2015). Miguel Noreña (1843-1894) también pensó en ejecutar una, de Vicente Guerrero (1868), que tampoco logró llevar al metal (Ramírez y García, 2018).

El gobierno de Porfirio Díaz apoyó la formación del extraordinario escultor Jesús Fructuoso Contreras Chávez (1866-1902) en los talleres de fundición parisinos, para reducir la importación de escultura desde Europa y establecer la Fundición Artística Mexicana en 1892 (Cruz, 2018; Ramírez y García, 2018). Las obras de grandes dimensiones de Contreras se elaboraron en partes, aprovechando uniones mecánicas (López Arriaga, comunicación personal, 2024): no se fundieron en una sola colada.

Figura 16. Vista posterior de uno de los relieves de Jesús F. Contreras para la Exposición Universal de París de 1889, hoy en el Museo de Aguascalientes. Aunque no se trata de una escultura ecuestre, en esta obra la producción se facilitó colando secciones y empleando uniones mecánicas (Fotografía: cortesía de Marcela López, 2017).



La tecnología que permitió soldar espesores grandes, como la autógena o el arco eléctrico, estuvo disponible hasta finales del siglo XIX (IARC, 1997, p. 146; Cary y Helzer 2004). En 1836 Humphry Davy (1778-1829) y Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) descubrieron el acetileno, y Henry LeChatelier (1850-1936) descubrió

la combustión conjunta de oxígeno y acetileno que permitió el desarrollo del respectivo soplete para soldar, pero ya era fin de siglo: 1895 (Malone 1918: 479, 482).

El siglo xx ya contó comercialmente con sistemas portables de oxiacetileno. Por su parte, en 1890 Nikolay Nikolayevich Benardos (1842-1905) y Stanislaw Olszewski (1852-1898) inventaron los elementos que, tiempo después, permitieron contar con la soldadura de arco de carbón, o, coloquialmente, de carbones, antecedente de la soldadura por arco eléctrico (WeldingHistory, s. f.)

### CONCLUSIONES

El desarrollo de la técnica de fundición a la cera perdida para la representación de líderes en esculturas ecuestres monumentales se observa, primero, con las hechas en partes, producto del trabajo de artífices como Donatello, Pietro Tacca y Giambologna, que se difundió desde Italia hacia diversos puntos de Europa. Más tarde, a finales del siglo xviii, la influencia del proyecto Sforza, de Leonardo, impulsó el desarrollo de la fundición monumental en una sola colada, que, con base en la replicación de la técnica de producción de la escultura ecuestre de Luis XIV, de François Girardon y Baltazar Keller —difundida por artífices franceses que se establecieron por largos periodos allí donde se producirían las estatuas ecuestres—, se consolidó como estilo tecnológico.

Aunque la fundición monumental en una sola colada ha sido reemplazada por técnicas más simples y accesibles, como la unión mecánica o las soldaduras oxiacetilénica y eléctrica, constituyó durante más de un siglo (1699-1818) el estándar para la producción de esculturas ecuestres monumentales.

Fundamental para el proyecto de restauración —realizada entre 2016-2017—, el análisis concluyó —a partir de estudios estructurales, radiografías, análisis documentales y consulta con un experto fundidor— que esta escultura se produjo en una sola colada y, así, corrigió afirmaciones incorrectas según las cuales se habría realizado en partes. Al reconstruir su cadena operativa considerando fuentes materiales, bibliografía y tratados como los de Boffrand y Lempereur-Mariette, y de Diderot y d'Alembert, se propone que, si bien no hay evidencia de que Tolsá trajera estos documentos a la Nueva España, en cierto momento debió tener contacto con alguno o algunos de éstos para que, junto con Salvador de la Vega, replicara la producción en una sola colada, casi de forma tan exitosa como la estatua de José I en Lisboa, y a diferencia de la problemática producción de la escultura de Pedro el Grande.

El estudio integral de esculturas ecuestres monumentales hechas en aleaciones de cobre permite identificar avances tecnológicos, transformaciones estilísticas y la maestría técnica alcanzada en distintos periodos de la historia, y comprender los contextos culturales que dieron origen a estas obras. Lo desarrollado en este texto muestra la importancia de la restauración tanto para la preservación material, como para entender los estilos tecnológicos de producción, la historia de la tecnología y las particularidades de cada obra. Elementos que ayudan a definir de mejor manera los criterios y la construcción de decisiones para su estudio y conservación-restauración.

### REFERENCIAS

Alcántar, I. y Soriano, M. (2014). *Arte y guerra: Manuel Tolsá artista y fundador de cañones, 1808-1814* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].

Arminjon, C. y Bilimoff, M. (1998). *L'art du métal: vocabulaire*. Éditions du Patrimoine.

Babelon, J. P. (2008). La statue d'Henri IV sur le Pont-Neuf. *Monuments et Mémoires de la Fondation Eugène Piot*, 87, 217-239.

Báez, E. (2003). *Guía del Archivo de la Antigua Academia de San Carlos, 1781-1910*. Instituto de Investigaciones Estéticas-Universidad Nacional Autónoma de México.

Barracough, M. (1999). *Sovereigns and Soldiers on Horseback: Bronze Equestrian Monuments from Ancient Rome to Our Times*. Ipswich Press.

Barrio, J. y García, M. (2009). Esculturas de metal en el casco histórico de Madrid: historia de su conservación y restauración en el paisaje de una ciudad. En J. Barrio Martín y E. Cano Díaz (Eds.), *MetalEspaña'08: Congreso de conservación y restauración del patrimonio metálico* (pp. 286-300). Universidad Autónoma de Madrid.

Batissier, L. (1846). *Histoire de Paris et de ses monuments*. Furne.

Baudry, M. T. (2011). *Sculpture, méthode et vocabulaire* (7.<sup>a</sup> ed.). Éditions du Patrimoine, Centre des Monuments Nationaux.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Bewer, F. G. (1996). *A study of the technology of Renaissance bronze statuettes* [Tesis doctoral, University of London].

Boffrand, G. (1743). *Description de ce qui a été pratiqué pour fondre en bronze d'un seul jet la figure équestre de Louis XIV: élevée par la ville de Paris dans la place de Louis le Grand, en mil six cens quatre-vingt-dix-neuf: ouvrage françois et latin, enrichi de planches en taille-douce*. Chez Guillaume Cavelier. [https://archive.org/details/gri\\_33125010863229](https://archive.org/details/gri_33125010863229)

Bourdieu, P. (1977). *Outline of a theory of practice* (R. Nice, Trad.). Cambridge University Press. (Trabajo original publicado en 1972.)

Cary, H. B., y Helzer, S. (2004). *Modern welding technology* (6.ª ed.). Pearson.

Champy-Vinas, C. (21 de noviembre de 2019). *Jean-Baptiste Lemoyne (1704-1778): un sculpteur du roi au temps des Lumières* [Conferencia]. Musée des Arts Décoratifs de Bordeaux. <https://madd-bordeaux.fr/sites/madd/files/2020-05/documents/Jeu%20di%20novembre%20Lemoyne.pdf>

Cederlund, J. (2011). Two royal monuments in Stockholm. En C. Chastel-Rousseau (Ed.), *Reading the Royal Monument in Eighteenth-century Europe*. Ashgate.

Colletta, J. P. (2011). "The Workman of C. Mills": Carl Ludwig Richter and the Statue of Andrew Jackson in Lafayette Park. *Washington History*, 23, 2-35.

Contreras, J. (2021). *Metodología para la construcción de decisiones de restauración. La escultura "El Caballito"* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid].

Contreras, J. y García, Á. (2022). El Caballito y la escultura en aleaciones de cobre como documento tecnológico. En F. Unikel Santoncini y P. Díaz Cayeros (Eds.), *Intervenciones y escultura virreinal: Historia e interpretación* (pp. 201-227). Instituto de Investigaciones Estéticas-Universidad Nacional Autónoma de México.

Corredor, J. A. (1997). *Técnicas de fundición artística*. Universidad de Granada.

Cresswell, R. (1976). Avant-propos. *Techniques et Culture*, 1.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Cruz, G. (2018). *Jesús F. Contreras Chávez*. Instituto de Investigaciones Históricas, Políticas, Económicas y Sociales. <https://institutohistorico.org/jesus-f-contreras-chavez>

Daly, C. (1842). Historical sketch on the use of bronze in works of art. *American Railroad Journal and Mechanics' Magazine*, 14, 15-20. [https://archive.org/details/5088829\\_14/page/n23/mode/2up](https://archive.org/details/5088829_14/page/n23/mode/2up)

Desmas, A. L. (31 de marzo de 2017). *The Hand of Louis XV: How did an impressive symbol of royal power survive the French Revolution?* Getty Iris. <https://blogs.getty.edu/iris/the-hand-of-louis-xv>

Desmas, A. L. (24 de marzo de 2017). *The Epic Creation of a Last Masterpiece*. Getty Iris. <https://blogs.getty.edu/iris/the-epic-creation-of-a-last-masterpiece>

Desmas, A. L. (2014). Boffrand's and Mariette's descriptions of the castings of Louis XIV and Louis XV on horseback. En D. Bourgarit, J. Bassett, F. Bewer, G. Bresc-Bautier, P. Malgoures y G. Scherf (eds.), *French Bronze Sculpture, Materials and Techniques 16th-18th Century*. Archetype Books.

Díaz y de Ovando, C. (1971). México en 1970 en la imaginación de 1844. *Revista de la Universidad de México*, 2.

Diderot, D., y Le Rond d'Alembert, J. B. (1771). Sculpture: Fonte des statues équestres. En *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* (vol. 8, Plates). Académie Royale de Paris y Société Royale de Londres. <https://www.loc.gov/item/04021811/>

Dobres, M. A. (1999). Technology's links and chaînes: The processual unfolding of technique and technician. En M. A. Dobres y C. Hoffman (eds.), *The Social Dynamics of Technology: Practice, Politics, and World Views* (pp. 124-146). Smithsonian Institution Press.

Duffey, A. E. (1982). *The equestrian state: A study of its history and the problems associated with its creation* [Tesis doctoral, University of Pretoria].

Espinosa, A. (2015). La renovación de la Real Academia de San Carlos: Manuel Vilar y Pelegrín Clavé. *Terranova: Revista de Cultura, Crítica y Curiosidades*. <http://terranoa.blogspot.com/2015/03/la-renovacion-de-la-real-academia-de.html>

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Fémelat, A. (2013). Donatello, creator of the modern public equestrian monument. En M. Bormand y B. Paolozzi (eds.), *The Springtime of the Renaissance: Sculpture and the arts in Florence, 1400-1460* (pp. 141-149). Mandragora.

Francini, C. (1996). Restauro del monumento equestre di Ferdinando I de' Medici in piazza SS. Annunziata. *Quaderni di Restauro*, 1, 38-43. Tipografia del Comune di Firenze.

García Jurado, R. (2015). Maquiavelo y los condottieri. *Estudios Políticos (México)*, 32, 37-58. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-16162014000200003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16162014000200003)

*Gazeta de México*. (1802). T. XI, 18. Publicada el 17 de septiembre de 1802. <https://hemerotecadigital.bne.es/hd/viewer?oid=0004549573&page=6>

Giubbini, G. y Sborgi, F. (1987 [1973]). Escultura. En C. Maltese (Coord.), *Las técnicas artísticas* (10.<sup>a</sup> ed.). Cátedra.

Gomes, J. (2017). A estátua equestre de D. José I e o legado pombalino na reconstrução de Lisboa. *Anais do V Encontro Internacional UFES/ Université Paris-Est Seção*, 11-14 de septiembre.

Garza Becerra, L. A. de la. (2011). El entierro de una pata y otras historias santannistas. *Estudios Políticos*, 9(21), 103-126. <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484903e.2010.21>

IARC. (1997). Welding, historical perspectives and process description. *IARC Monographs* (vol. 49). International Agency for Research on Cancer.

INAH. (2017). *Proyecto de intervención para la conservación y restauración de la escultura ecuestre de Carlos IV y su pedestal*. Archivo CNCPC.

Jollet, E. (2016). The monument to Louis XIV at the Place Vendôme (1699) as a technical achievement: A question of interest. *Art History*, 39(2), 318-339. <https://doi.org/10.1111/1467-8365.12240>

Kauffmann, S. H. (1902). Equestrian statuary in Washington. *Records of the Columbia Historical Society, Washington, D. C.*, 5, 112-138. <https://www.jstor.org/stable/40066798>

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Lafolie, C. J. (1819). *Mémoires historiques relatifs à l'élévation de la seconde statue équestre de Henri IV sur le terre-plein du Pont-Neuf à Paris, avec des gravures à l'eau-forte représentant l'ancienne et la nouvelle statue; Dédiés au Roi par M. Ch. J. Lafolie, conservateur des monuments publics de paris*. Normant.

Lebon, É. (2012). *Faire, fonte au sable-fonte à cire perdue: histoire d'une rivalité*. Institut National d'Histoire de l'Art/Éditions Ophrys.

Lebon, É. (2012a). *Le fondeur et le sculpteur: Technique du bronze et histoire de l'art*. Publications de l'Institut National d'Histoire de l'Art.

Lemonnier, P. (2011). Technology. En N. Thieberger (Ed.), *The Oxford Handbook of Linguistic Fieldwork*. Oxford University Press.

Lemonnier, P. (Ed.) (1993). *Technological Choices: Transformation in Material Cultures Since the Neolithic*. Routledge.

Lemonnier, P. (1992). *Elements for an Anthropology of Technology*. Museum of Anthropology, University of Michigan.

Malone, G. B. (1918). Oxy-acetylene welding. *Professional Memoirs, Corps of Engineers, United States Army, and Engineer Department at Large*, 10(52), 476-484. <https://www.jstor.org/stable/44535272>

Marabelli, M. (1991). The monument of Marcus Aurelius: Research and conservation. En D. A. Scott, J. Podany y B. B. Considine (Eds.), *Ancient & Historic Metals: Conservation and Scientific Research, Proceedings of a Symposium Organized by the J. Paul Getty Museum and the Getty Conservation Institute, November 1991* (pp. 1-20). Getty Conservation Institute.

Martín, J. J. (1994). La escultura neoclásica en la Academia de San Fernando: siglo XVIII. En *Experiencia y presencia neoclásicas: Congreso Nacional de Historia de la Arquitectura y del Arte, La Coruña, 9-12 abril 1991* (pp. 13-24). Universidad de Coruña.

Martner, J. (2011). *The Grove Encyclopedia of American Art* (vol. 1). Oxford University Press.

Matilla, J. M. (1997). *El Caballo de Bronce: la estatua ecuestre de Felipe IV. Arte y técnica al servicio de la monarquía*. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Matteini, M. J., J. Delgado, R. Fontinha y A. Elena, A. (2016). Conservation and restoration of the Don José I monument in Lisbon, Portugal. Part II: Metal components. *Restoration of Buildings and Monuments*, 22(2-3), 81-87.

Mattusch, C. C. (2014). *Enduring Bronze: Ancient Art, Modern Views*. Getty Publications.

McCreight, T. (2004). *Complete Metalsmith*. Brynmorgen Press.

Melucco, A. (1992). The equestrian statue of Marcus Aurelius. En *The Art of the Conservator* (pp. 108-121). British Museum Press.

Morigi, L. y Ridolfi, S. (2008). Study of the quaternary alloys in the cast of the equestrian statue of Bartolomeo Colleoni by Andrea del Verrocchio (Venice 1480) availing of EDXRF systems. En *9th International Conference on NDT of Art, Jerusalem, 25-30 Mayo 2008* (pp. 1-9). <https://www.ndt.net/article/art2008/papers/187MorigiRidolfi.pdf>

Noticieros Televisa. (2016). Los secretos de 'El Caballito' de Tolsá. Recuperado el 06 de febrero de 2020. <https://noticieros.televisa.com/archivo/mexico/secretos-el-caballito-tolsa1>

Ramírez, J. S. (2005). A history of the New-York Historical Society. *The Magazine Antiques*, 167, 138-145.

Ramírez, L. y García, M. A. (2018). Jesús F. Contreras, escultor finisecular: entre la patria chica, el nacionalismo y el cosmopolitismo. *Secuencia*, 102, 53-66. <https://doi.org/10.18234/secuencia.v0i102.1547>

Ruppert, R. (2014). *The Statue of George III*. Journal of the American Revolution. <https://allthingsliberty.com/2014/09/the-statue-of-george-iii>

Sackett, J. R. (1990). Style and ethnicity in archaeology: The case for isochrestism. En M. Conkey y C. Hastorf (Eds.), *The Uses of Style in Archaeology* (pp. 32-43). Cambridge University Press.

Salazar, E. (1999). *Los trotes del Caballito: Una historia para la historia*. Diana.

## Intervención

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

Sanhueza, R., L. (2006). El concepto de *estilo tecnológico* y su aplicación a la problemática de las sociedades alfareras tempranas de Chile central. En D. Jackson, D. Salazar y A. Troncoso, *Puentes hacia el pasado: reflexiones teóricas en arqueología* (pp. 53-66). LOM.

Schenker, A. M. (2003). *The Bronze Horseman: Falconet's Monument to Peter the Great*. Yale University Press.

Schulze, N. (2008). *El proceso de producción metalúrgica en su contexto cultural: los cascabeles de cobre del Templo Mayor de Tenochtitlán* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información.

Siliceo, M. (1857). *Memoria de la Secretaría de Estado y del Despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República mexicana, escrita por el ministro del ramo, C. Manuel Siliceo, para dar cuenta con ella al Soberano Congreso Constitucional*. Imprenta de Vicente García Torres.

Sillar, W. y Tite, M. (2000). The challenge of “technological choices” for materials science approaches in archaeology. *Archaeometry*, 42(1), 2–20.

Uribe, E. (1990). *Tolsá: hombre de la Ilustración*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

Ventura, Á. (21 de marzo de 2016). Detectan otros riesgos en El Caballito. *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/cultura/patrimonio/2016/03/21/detectan-otros-riesgos-en-el-caballito>

WeldingHistory (s. f.). *A History of Welding*. <http://weldinghistory.org/wh-folder/folder/wh1800.html>

Welter, J. M. (2014). Keller and his alloy: Copper, some zinc and a bit of tin. En *French Bronze Sculpture, Materials and Techniques 16th-18th Century*. Archetype Books.

World Monuments Fund. (2014). *Restoration of the Bartolomeo Colleoni Monument*. <https://www.wmf.org/content/restoration-bartolomeo-colleoni-monument>

Zárate, V. (2003). El papel de la escultura conmemorativa en el proceso de construcción nacional y su reflejo en la Ciudad de México en el siglo XIX. *Historia Mexicana*, 53(2), 417-446. El Colegio de México.

## Intervención

---

ENERO-JUNIO 2025  
JANUARY-JUNE 2025

### SOBRE LA AUTORA

#### Jannen Contreras Vargas

Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRYM),  
Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México

[jannen\\_contreras\\_v@encrym.edu.mx](mailto:jannen_contreras_v@encrym.edu.mx)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-4985>

Licenciada en Restauración de Bienes Muebles (ENCRYM, México); maestra en Ciencias, Conservación Forense (Universidad de Lincoln, Reino Unido); doctora en Estudios del Mundo Antiguo (Universidad Autónoma de Madrid [UAM], España). Docente en la ENCRYM desde 2001. Su labor se centra en las metodologías de entendimiento y resolución de los problemas que enfrentan las herencias culturales, especialmente las de naturaleza metálica. Coordinó el proyecto de restauración de *El Caballito* y fue parte del equipo de restauración de *La Minerva*, Guadalajara, México. Desde 2015 organiza el seminario y los congresos de conservación de campanas en México.