

ANÁLISIS ARQUEOMETALÚRGICO EN PIEZAS COLONIALES DE LA COLECCIÓN BARBOSA-STERN¹

Luisa Vetter Parodi²

INTRODUCCIÓN

Para entender este trabajo empezaremos por definir arqueometalurgia, disciplina que se dedica al estudio de la metalurgia, precolombina en el caso de la zona andina. Se accede a su conocimiento aplicando métodos de análisis físico-químicos a los objetos metálicos y restos metalúrgicos proporcionados por el registro arqueológico. La composición de los materiales se determina mediante técnicas de espectrometría (emisión, absorción, activación neutrónica, fluorescencia de rayos X, difracción de rayos X, etc.), y su estructura, mediante radiología, microscopía óptica y electrónica. De esta manera es posible conocer las materias primas empleadas (minería) y su proceso de transformación en metales brutos (hornos metalúrgicos), la composición de metales y aleaciones y su obtención, los métodos de taller o técnicas de fabricación y, si fuera posible, su procedencia geográfica (Alcina Franch, 1998). Evidentemente, esto en una situación ideal, es decir, que los objetos procedan de una excavación arqueológica en donde se hayan planteado intereses en aspectos relacionados con la tecnología de los metales.

Si bien la palabra arqueometalurgia aduce al estudio de la metalurgia en un cierto periodo de tiempo, creemos que este término también puede ser usado cuando se trata de la metalurgia histórica. En este caso lo estamos usando para la caracterización de

¹ Este trabajo forma parte de la tesis presentada para optar el grado académico de Magíster en Historia en la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007.

² Pontificia Universidad Católica del Perú. E-mail: luchivetter@hotmail.com

piezas de metal procedentes de los siglos XVI y XVII de la Colonia en el Virreinato del Perú.

La arqueometalurgia es una disciplina joven que tiene alrededor de 20 años en el Perú. Si bien desde la década de 1960 se han realizado análisis metalográficos a piezas de metal precolombinas en el Perú, estos han sido esporádicos y poco profundos; con el transcurrir del tiempo han sido mayores los estudios en esta disciplina, aunque para el estudio de la metalurgia colonial los reportes son aún muy escasos.

Esta disciplina se basa en el trabajo interdisciplinario de arqueólogos, historiadores, físicos, químicos, ingenieros metalurgistas, geólogos, mineros, entre otros dedicados a las ramas afines. El arqueólogo o historiador, mediante sus investigaciones, aporta el material al profesional de las ciencias exactas para que se realicen los análisis necesarios. Estos se eligen luego de un intercambio de opinión entre ambos profesionales, y deberán resolver las preguntas que el arqueólogo o historiador hayan formulado como parte de su investigación (Vetter y Portocarrero, 2004).

Esta investigación se basa en el estudio de piezas de metal del Virreinato del Perú procedentes de la colección Barbosa-Stern en Lima, y que corresponden a los siglos XVI y XVII. Estas piezas fueron analizadas microestructuralmente para determinar composición, manufactura y estado de conservación. Como parte de este grupo de piezas se encuentra un objeto denominado picaflor, que según Paloma Carcedo (comunicación personal) es de estilo prehispánico, el cual fue elaborado en la Colonia posiblemente por plateros indígenas, a diferencia de las otras cuatro piezas que muestran un estilo netamente europeo. Por esta razón, centraremos nuestra atención en

comparar la manufactura del picaflor con los otros objetos, lo cual ayudará a definir las posibles similitudes o diferencias entre la manufactura de estos dos grupos de estilos: el indígena y el europeo.

LA COLECCIÓN BARBOSA-STERN

La Colección Barbosa-Stern se inició en 1966 bajo la dirección de los esposos Eduardo Barbosa Falconí y Silvia Stern Deutsch. El interés de ambos por el arte virreinal peruano los llevó a adquirir piezas de importancia artística o histórica documental para su investigación, restauración y conservación. Esta afición evitó que estas obras sean vendidas al extranjero o sean destruidas, como en el caso de la platería que usualmente es fundida. Esta colección cuenta con piezas que datan desde mediados del siglo XVI y se extienden hasta el XIX. Para los fines de este trabajo se analizaron las siguientes piezas: un cáliz, dos esquilones,³ un plato hondo y un picaflor. (Foto 1)



³ Campanas usadas en las misas.

Foto 1. Piezas de la colección Barbosa-Stern que fueron analizadas microestructuralmente.

ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL

Las piezas elegidas fueron analizadas por medio de diferentes técnicas para identificar su estructura interna, a partir de lo cual se puede inferir cómo fueron elaboradas, tanto su manufactura como la calidad de la aleación utilizada. Antes de proceder a su análisis, los objetos fueron fotografiados; luego se procedió a realizar un análisis macroscópico donde se constató el estado de conservación, dimensiones, peso y medidas de las piezas.

Al finalizar el examen macroscópico se realizaron los microscópicos, los cuales proporcionan una información abundante, donde es posible observar partes internas de los objetos difícilmente alterables a pesar del tiempo transcurrido. Estos análisis corresponden a microscopia óptica, microscopia electrónica de barrido (MEB) con espectroscopia de energía dispersa (EED) y radiografías.

Los análisis microscópicos fueron realizados en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, Sección Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú por el MSc. Ing. Jesús Ruiz Saavedra, con ayuda del técnico Santos Sigüenza.

RESULTADOS

a) El *cáliz* fue elaborado en base a una aleación de plata-cobre y está constituido por cuatro piezas unidas por enroscado (Foto 2). Aunque el resto de la pieza no fue analizada, la radiografía indica que la pieza del centro o vara es sólida, posiblemente vaciada; la parte de la copa quizás tuvo la misma forma de manufactura que la base .

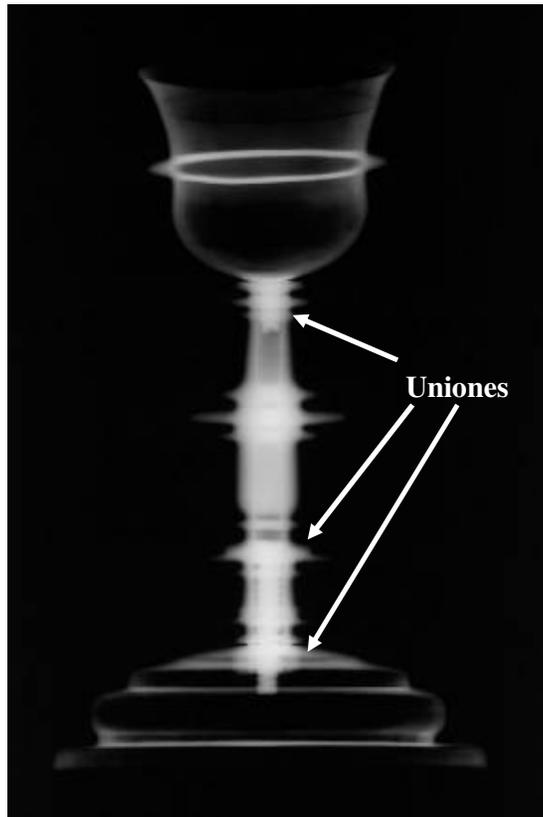


Foto 2. Radiografía: Evidencia de tipo de uniones mecánicas que tiene la pieza (225 kV x 2.5 minutos).

Sobre la manufactura de la pieza chica, esta corresponde a la vara o tallo del cáliz y fue elaborada en base a un molde, lo cual es evidente en la estructura dendrítica que resulta como consecuencia de un vaciado.

La pieza base fue elaborada con un molde, con la forma final que se observa en el objeto; esto se sustenta también en la evidencia de estructura dendrítica que resulta como consecuencia de un vaciado. Luego se procedió a realizar el orificio del medio, posiblemente con un punzón; en esta zona se observa deformación plástica por la elaboración del orificio y su pulido posterior (Foto 3 y 4).

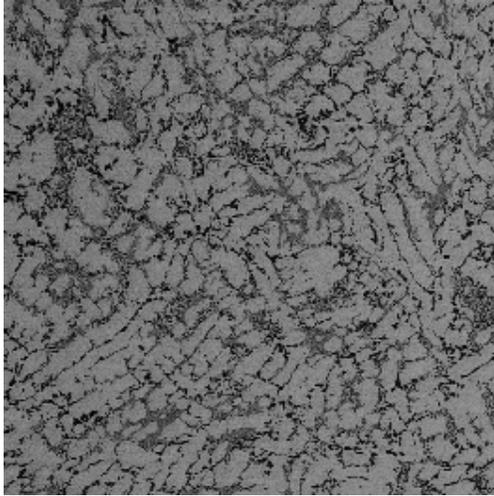


Foto 3. Microscopia electrónica en la pieza base, parte del orificio: Estructura dendrítica de vaciado. Estructura bifásica hipoeutéctica hacia la Ag. 100x (871,65 μm).

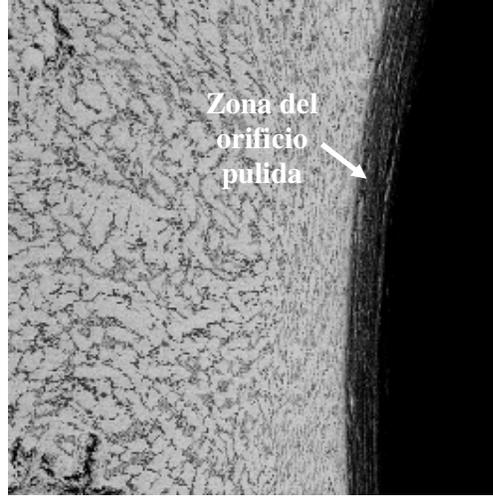


Foto 4. Microscopia electrónica en la pieza base, parte del orificio: Evidencia de deformación plástica hacia el lado del orificio, nótese el tratamiento posterior de pulido en el orificio. 90x.

b) Los *esquilones*, según la radiografía, están constituidos por seis piezas unidas mediante unión mecánica y metalúrgica vaciadas en un molde bivalvo y luego unidas. En el caso de la campana, ésta se compone de dos partes, las cuales han sido unidas por medio de unión metalúrgica o soldadura. El asa se compone igualmente de dos partes, las cuales se unen a la pieza central que sujeta la campana con éste y el badajo o lengüeta por medio de unión mecánica con un remache (Foto 5). En las fotomicrografías de la base de la campana se puede observar estructura dendrítica, típica de un vaciado (Foto 6), mientras que en las fotomicrografías del asa se presentan granos poligonales con maclas de recocido y líneas de deslizamiento (Foto 7); este tipo de estructura puede ser consecuencia de la elaboración del orificio donde se ha colocado el remache para unir el asa a la pieza central. Debido al tamaño reducido de la cámara de vacío del equipo, sólo se analizó por MEB y EED uno de los esquilones (a) en la parte del asa, lo que dio como composición química una aleación de plata-cobre.

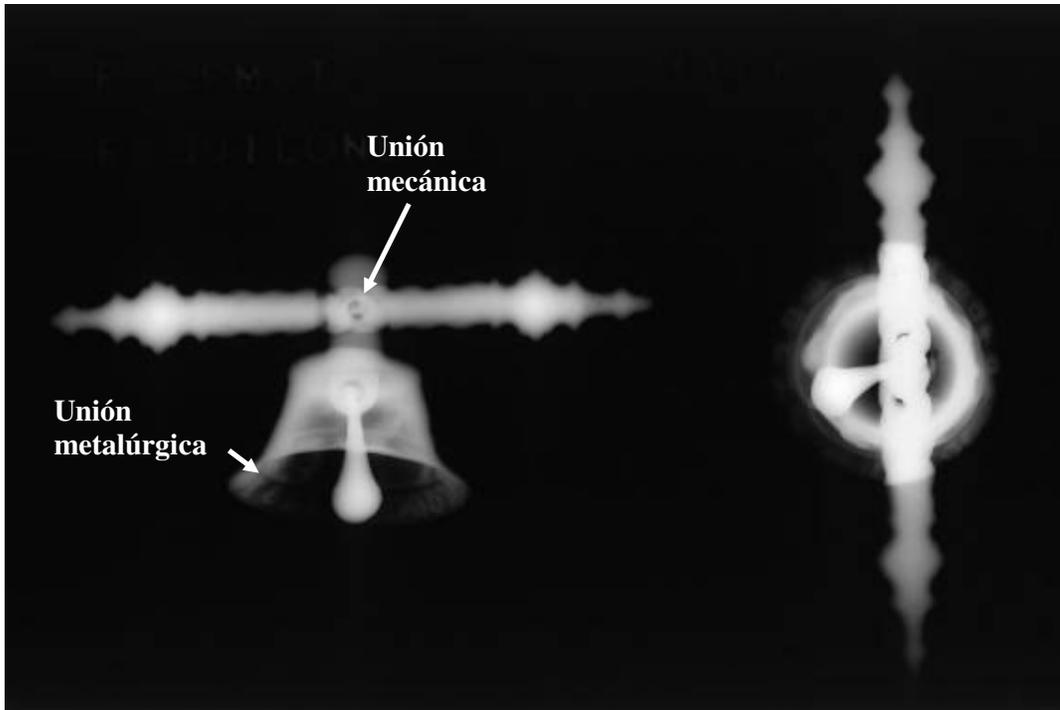


Foto 5. Radiografía: Evidencia de tipo de uniones mecánicas y metalúrgicas que tiene la pieza (225 kV x 2.5 minutos).

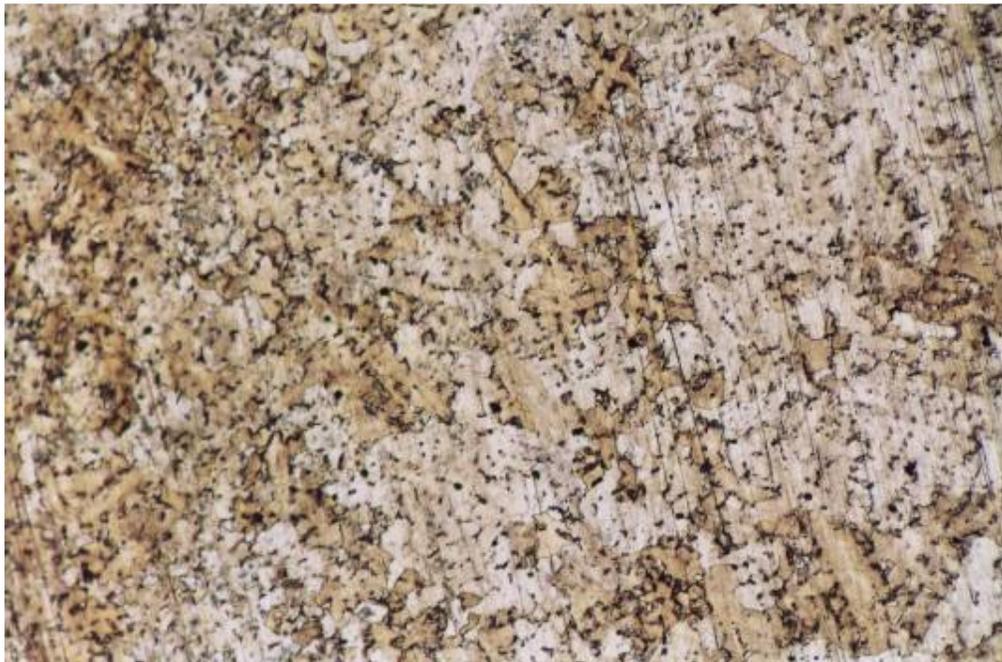


Foto 6. Microscopía óptica del esquilón (a), zona de la base de la campana: Estructura dendrítica de vaciado. 100x.

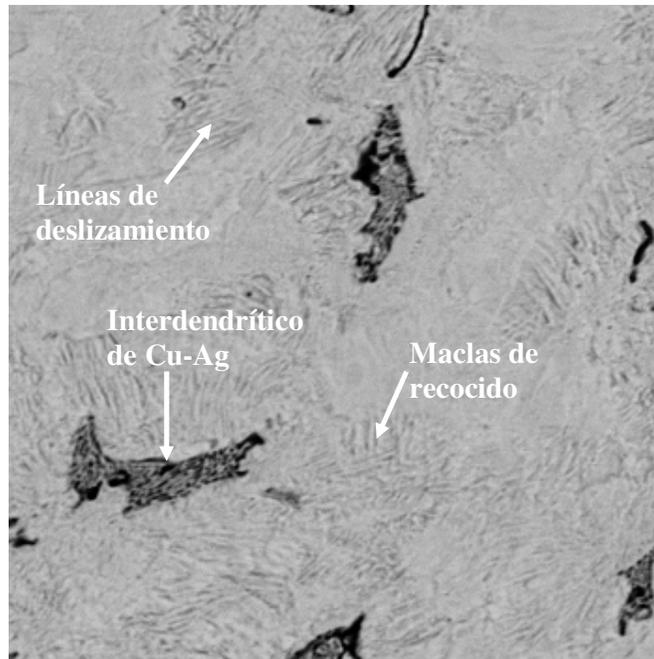


Foto 7. Microscopía electrónica del esquilón (a) en la parte del asa: Solución sólida de Ag. Se observa el eutéctico dentro del interdendrítico de Cu-Ag. 1000x (86,99 μ m).

c) El *plato hondo* fue confeccionado de una sola pieza, a la que se han unido las agarraderas por medio de unión mecánica o remaches (Foto 8); esta pieza fue confeccionada con la aleación plata-cobre.

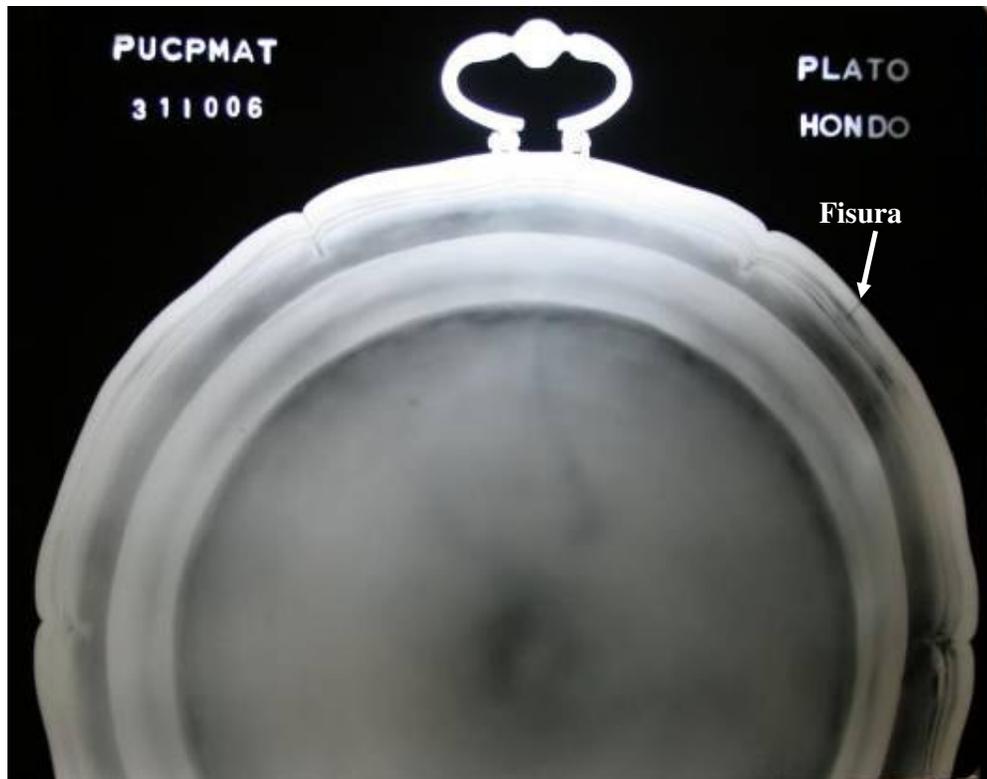


Foto 8. Radiografía: Evidencia de fisuras y unión mecánica con las agarraderas (125 kV x 2 minutos).

El plato habría sido vaciado y luego deformado plásticamente hasta lograr el recopado que se observa. Entre deformación y deformación recibió calentamientos intermedios para evitar que la pieza tenga fisuras (foto 9). Aunque en la inspección macroscópica y radiográfica se observa que el plato tiene algunas fisuras, esto no significa que hayan sido producto de la manufactura, pues podrían ser consecuencia del uso. Las muestras analizadas presentaron una característica importante; en un primer momento se las observó en el microscopio electrónico sin pulido ni ataque químico, siendo evidente una superficie con una cantidad mayor de plata. Pero al ser pulidas y atacadas químicamente para su observación en el microscopio óptico se ha podido ver que la superficie había perdido parte de su composición de plata y había ganado cobre. Esto podría significar que el plato fue deformado plásticamente con intermedios de calentamiento, como se menciona líneas arriba, lo que produjo un recubrimiento de la superficie por

enriquecimiento de la plata, la cual aflora al corroerse el cobre y ser retirado por el último desbaste mecánico que recibió.



Foto 9. Microscopia óptica: Solución sólida de Ag. Estructura bifásica hipoeutéctica hacia la Ag. Zona clara (Ag), zona rosada (Cu). 200x.

d) El *picaflor* de estilo precolombino fue elaborado por medio de cinco piezas unidas por unión mecánica y metalúrgica (Foto 10 y 11). Para su manufactura, se confeccionaron una serie de láminas por medio de deformación plástica seguida de recalentamientos sucesivos para evitar fisuras. La cabecita se elaboró por medio del embutido, hasta lograr la forma que se observa actualmente, y los ojos por repujado. El cuerpo ha sido manufacturado por medio de dos piezas, las cuales se unen por doblez (unión mecánica); mientras que el cuello se une a la cabeza y ésta al pico por medio de soldadura. El orificio que se encuentra en la cola fue perforado con un punzón, el cual no recibió ninguna pulida posterior; la aleación de la que se compone la pieza es plata-cobre.



Foto 10. Radiografía: Pieza vista de perfil. Evidencia de tipo de uniones mecánicas y metalúrgicas que tiene la pieza (125 kV x 2 minutos).



Foto 11. Radiografía: Pieza vista desde la base. Evidencia de tipo de uniones mecánicas y metalúrgicas que tiene la pieza (125 kV x 2 minutos).

El picaflor presenta una estructura poco limpia, es decir, se observa como parte de la microestructura inclusiones no metálicas y metálicas que indican que la fundición fue «sucia» (Foto 12). Estas inclusiones se producen cuando no hubo un refinamiento óptimo de la aleación, haciendo de esta manera que parte de la escoria producida en el proceso de fundición sea atrapada por la aleación. Este tipo de inclusiones han sido observadas en piezas analizadas en otros trabajos (Mathewson, 1915; Gordon, 1985: Rutledge y Gordon, 1987: Rovira, 1991: Lechtman, 1988: Cáceres et al., 1999: Carcedo y Vetter, 2002: Vetter, 2004, 2007a y 2007b; entre otros), realizadas con aleaciones de

cobre como las muestras analizadas en este trabajo y que proceden de la época prehispánica (inca).

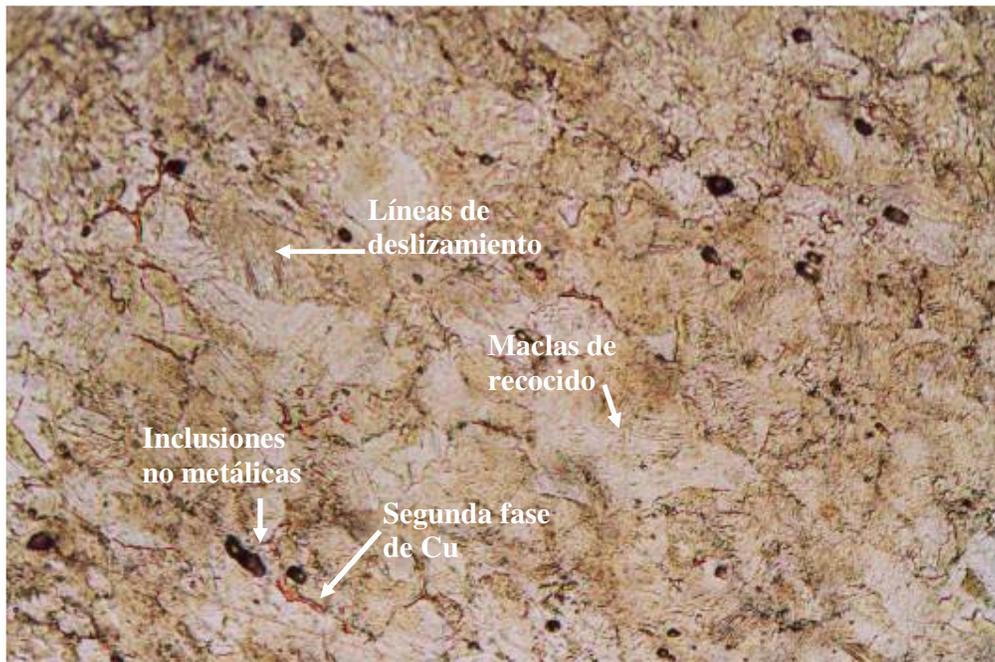


Foto 12. Microscopía óptica: Solución sólida de Ag. Evidencia de líneas de deslizamiento y maclas de recocido. Inclusiones no metálicas o segunda fase de Cu que indican la dirección de la deformación. 200x.

En cambio, las piezas de estilo europeo de la Colección Barbosa-Stern que pudieron ser analizadas por microscopía óptica y electrónica, muestran una microestructura más limpia. No se observan estas inclusiones no metálicas o metálicas.

DISCUSIÓN

El proceso de fundición de las aleaciones coloniales era más cuidadoso que el de las prehispánicas, siendo probablemente la tecnología la responsable de dicha diferencia. Hay que recordar que la fundición era responsabilidad de los metalurgistas, mas no de los orfebres. A pesar de esto, se puede ver en las fotomicrográficas de las piezas de ambos estilos que se sabía controlar la temperatura y la deformación plástica para evitar fisuras en los objetos. Algunas piezas presentan dichas fisuras, pero no estamos seguros

de que sean producto de una inadecuada elaboración de la pieza, también pudo deberse al uso de la misma. En las piezas coloniales, el uso durante varios siglos pudo haber dañado el objeto, produciendo las fisuras que hoy se observan.

El problema con las piezas coloniales es que existen muy pocos trabajos en los que se han analizado microestructuralmente objetos de esta época. En un trabajo anterior, hemos analizado *tupus* de la Colonia y la República, encontrando una microestructura igual de limpia de inclusiones que aquella de las piezas de la Colección Barbosa-Stern (Vetter, 2007b).

Una diferencia más que podemos resaltar entre los objetos de ambos estilos es que en aquella de estilo prehispánico no hubo cuidado de pulir el orificio del picaflor luego de que fuera elaborado, mientras que este detalle sí se puede observar en el cáliz.

COMENTARIO FINAL

El análisis microestructural de las piezas analizadas ha permitido aproximarnos a la tecnología usada tanto por los plateros indígenas cuanto por los europeos. La diferencia de herramientas no estableció una diferencia microestructural, pero ésta si existió en el proceso de fundición. Tanto las herramientas de los indígenas como las de los europeos sirvieron para crear las piezas de metal sin mermar su calidad.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer especialmente a la señora Silvia Stern de Barbosa y sus hijos, Aldo y Gabriel, que autorizaron gentilmente el análisis de las piezas de su colección particular. Asimismo, los comentarios de Carmen Salazar-Soler y Paloma Carcedo de Mufarech. De igual modo, al MSc. Jesús Ruiz Saavedra, Jefe del Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, Sección Ingeniería Mecánica de la PUCP y su asistente el señor Santos Sigüenza por realizar los análisis arqueométricos de las piezas. Finalmente, al señor Andrés Stern por sus oportunos comentarios.

BIBLIOGRAFÍA

Alcina Franch, José

1998 Diccionario de Arqueología. Madrid, Alianza Editorial, 955 p.

Carcedo, Paloma y Luisa Vetter

2002 Instrumentos utilizados para la fabricación de piezas de metal para el período inca. 50 Congreso Internacional de Americanistas, Varsovia, Polonia. Julio, 2000. En: *Baessler Archiv*. No. 50. pp. 47-66. Ethnologisches Museum de Berlín, Alemania.

Cáceres, P.; Carcedo, P.; Vetter, L.; Tantaleán, H.; Cutipa, S.; Calderón, F. y Ruiz, J.

1999 Uso del cobre y sus aleaciones durante el incanato en la zona de Cutimbo, Puno. En: *Trabajo presentado en el VI Encuentro de Historiadores de la Minería Latinoamericana*, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Agosto.

Colección Barbosa-Stern

www.barbosa-stern.org

Gordon, Robert

1985 Laboratory Evidence of the Use of Metal Tools at Machu Picchu (Peru) and Environs. En: *Journal of Archaeological Science*. 12, 311-327.

Lechtman, Heather

1988 Traditions and Styles in Central Andean Metalworking. En: *The beginning of the use of metals and alloys*. Edited by Robert Maddin. Massachusetts Institute of Technology, pp. 344-378.

Mathewson, C.H.

1915 A Metallographic Description of Some Ancient Peruvian Bronzes from Machu Picchu. En: *American Journal of Science*, (240): 525-616.

Rovira Llorens, Salvador

1991 Metales y Aleaciones en el Antiguo Perú. Evolución de la tecnología metalúrgica. En: *Los Incas y el Antiguo Perú. 3000 Años de Historia*. Tomo I. Centro Cultural de la Villa de Madrid. Pp. 82-97. Febrero – Abril.

Rutledge, J. y R. Gordon

1987 The Work of Metallurgical Artificers at Machu Picchu, Perú. En: *American Antiquity*, 52 (3): 578-594.

Vetter, Luisa

2007a *El papel de los plateros indígenas en la época colonial temprana del Virreinato del Perú*. Tesis de para optar el grado académico de Magíster. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. 275 p.

2007b La evolución del Tupu en forma y manufactura desde los Incas hasta el Siglo XIX. 51 Congreso Internacional de Americanistas, Santiago de Chile, Chile, julio, 2003. Simposio: Metalurgia en la América Antigua. En: *Metalurgia en la América Antigua. Teoría, arqueología y tecnología de los metales*

prehispánicos. Editor científico: Roberto Lleras. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República de Colombia y el Instituto Francés de Estudios Andinos, número 253 de la Serie "Travaux" de IFEA. pp. 101- 128.

2004 Las Piezas de Metal del Museo de Sitio Arturo Jiménez Borja – Puruchuco. En: *Puruchuco y la Sociedad de Lima: un homenaje a Arturo Jiménez Borja*. Editores: L. F. Villacorta, L. Vetter y C. Ausejo. pp.119-139. Lima.

Vetter, Luisa y Pilar Portocarrero

2004 La Arqueometalurgia en el Perú. En: *Arqueología y Sociedad*, Museo de Arqueología y Antropología, Centro Cultural de San Marcos, UNMSM, Lima, pp. 219-238