

Estudio arqueométrico de piezas metálicas provenientes del museo Inka-UNSAAC

Paula Olivera¹, Alcides López^{1,2}, José Solís^{1,2}, Carmen Gutiérrez³, Julio Santiago^{1,4,*}

¹ Dirección de Investigación y Desarrollo, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

² Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería, Av. Túpac Amaru S/N, Lima 25, Perú

³ Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Av. de la Cultura 733, Cusco, Perú

⁴ Facultad de Química e Ing. Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Venezuela S/N, Lima 1, Perú

Resumen

Se presenta un estudio arqueométrico de piezas metálicas, prendedores (*tupus*), encontrados en la fortaleza de Sacsayhuaman, Cusco – Perú, pertenecientes a la cultura Inca. Los análisis por metalografía, difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X de estas piezas revelan que los *tupus* estudiados no presentan la misma tecnología de preparación ni la misma composición elemental. Todas las piezas están constituidas de cobre, elemento mayoritario, combinado con As o Pb. Algunas de ellas presentan una capa superficial de oro y/o plata.

Abstract

An archaeometric study on metallic pieces, i.e. pins (*tupus*), is presented. These pieces were found in excavation of Sacsayhuaman fortress, Cusco - Peru, from the Inca culture. Metallographic, X-ray diffraction and X-ray fluorescence analysis of these pieces reveal that pins presents neither the same technology of preparation nor the same elemental composition. All the pieces are constituted of copper as major element, combined with As or Pb. Some of them have a superficial layer of gold and/or silver.

1. Introducción

Recientemente se está dando un nuevo impulso a los trabajos de excavación alrededor de la ciudad del Cusco. A dos kilómetros hacia el norte, se encuentra la ciudadela de Sacsayhuamán en donde se están encontrando numerosos vestigios Inca. El Instituto Nacional de Cultura ha reportado, solamente en la zona posterior de la ciudadela, el hallazgo de cerca de 20000 piezas arqueológicas, entre los que figuran cerámicos, piezas metálicas, textiles, etc.

El Museo Inka, de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, posee una importante colección de pinturas, relieves escultóricos de madera y piezas arqueológicas (cerámicas y metálicas) del Cusco y de la costa peruana, entre otros artefactos.

Hasta el momento no hay estudios analíticos sistemáticos de las piezas arqueológicas que se encuentran en este museo. Igualmente, no hay un registro cualitativo ni cuantitativo de los metales presentes en las piezas metálicas.

Solo se cuenta con crónicas históricas o tradiciones orales sobre la composición química de los objetos metálicos de este museo. Se puede citar a cronistas como Garcilazo de la Vega, Diego Cieza de León, Bernabé Cobo, Huamán Poma de Ayala y otros que mencionan supuestos componentes de los artefactos metálicos. Además las investigaciones realizadas por arqueólogos y antropólogos están basadas en la tradición oral y en comparaciones semejantes ya existentes en otras zonas.

En este trabajo se presentan los resultados de los análisis realizados sobre tres prendedores, *tupus* en quechua, que fueron encontrados dentro de fardos funerarios perteneciente a la cultura Inca.

2. Experimental

Las muestras analizadas corresponden a la colección de las obras de arte metálicas del Museo Inka - UNSAAC. Estas piezas fueron

* Correspondencia autor: jsantiago@ipen.gob.pe

encontradas en excavaciones procedentes del complejo arqueológico de Sacsayhuamán, conjuntamente con otros objetos arqueológicos como cerámicos, prendas de vestir y osamenta humana. Las excavaciones fueron realizadas por los Arqueólogos Luis Barreda Murillo y Manuel Chávez Ballón el año de 1945. Las muestras son partes fraccionadas de tupus.

2.1 Estudio metalográfico

Las piezas de estudio fueron soportadas en cilindros de resina epóxica y se pulieron con lijas de 600, 1000, 2000 0 y alúmina de 5000 mesh. Luego fueron atacados con ácido clorhídrico al 3% y observados con un microscopio óptico de luz a 30 X, de acuerdo con los procedimientos convencionales [1].

2.2 Fluorescencia de rayos X

Las muestras fueron analizadas dos veces; la primera, luego de una limpieza superficial simple y, la segunda después de una limpieza más profunda que implicó el retiro de la capa superficial corroída.

Para el análisis por Fluorescencia de Rayos X (FRX) la muestra fue expuesta superficialmente a la radiación proveniente de una fuente anular de Cd-109 provocando la emisión de fotones de rayos X característicos de los elementos presentes en ella. La adquisición de datos se efectuó en un sistema de espectrometría de rayos X, constituido principalmente por un detector de alta resolución, de Si(Li) marca ORTEC Modelo SLP 10190 (Resolución 190 eV para 5.89 keV) y un Analizador Multicanal PCAII The Nucleus. La evaluación de espectros e identificación de los elementos presentes en las muestras se utilizó el Software Quantitative X Ray Analysis System (QXAS) proporcionado por el Organismo Internacional de Energía Atómica. Se aplicó el método de sensibilidad elemental para la determinación cuantitativa.

2.3 Difracción de rayos X

Las estructuras cristalinas de las muestras fueron caracterizadas por difracción de rayos X (DRX) usando un difractómetro Miniflex II (Rigaku) con radiación CuK_α operado con 30 kV y 15 mA y un filtro de Ni. Para la identificación de las fases cristalinas se usó el programa Match juntamente con los patrones

de difracción PDF-2 del International Centre for Diffraction Data.

3. Resultados y Discusión

La Figura 1 muestra las piezas metálicas recibidas. En este trabajo se presenta los resultados obtenidos con las piezas 1, 3 y 6.

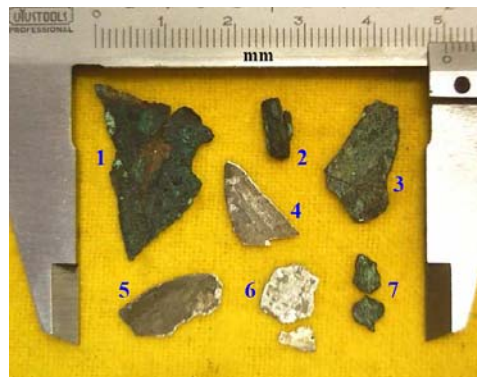


Figura 1. Conjunto de piezas recibidas para su estudio.

3.1 Estudio metalográfico

La pieza N° 1 presenta al microscopio óptico una aparente aleación trifásica, con granos claros, anaranjados y grises, Figura 2. Se observa igualmente, el alargamiento de los granos en una dirección, lo que es propio de metales deformados ya sea por compresión, estiramiento o doblado en frío [1].

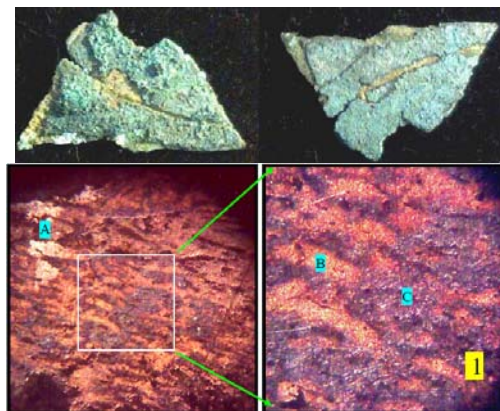


Figura 2. Pieza N° 1, mostrando ambas caras y metalografías poniendo de manifiesto granos alargados.

La pieza N° 3 presenta al microscopio óptico zonas discontinuas que corresponde al borde, Figura 3, izquierda. La discontinuidad observada se debe a los efectos de la corrosión superficial. En la Figura 3, derecha, se observa en la zona media granos regulares

y espacios intergranulares típicos de un metal fundido y de enfriamiento lento, en la que no se ha practicado deformación alguna.

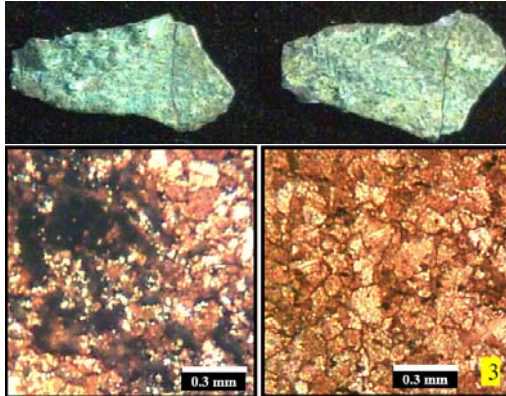


Figura 3. Pieza N° 3, metalografías mostrando zonas discontinuas sobre los bordes (izquierda) y granos regulares en el centro de la pieza (derecha).

La pieza N° 6 presenta un aspecto metálico claro, constituido casi completamente por una estructura laminar curvada y fina, fácilmente exfoliable y con algunos precipitados oscuros, quebradizo a la flexión, Figura 4.

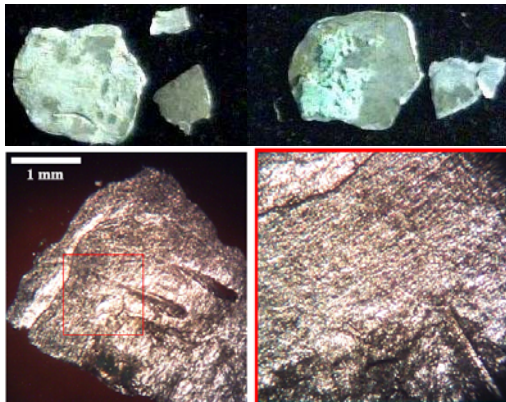


Figura 4. Pieza N° 6. Vista panorámica de la muestra pulida y metalografías con su ampliación.

3.2 Análisis por FRX

La pieza N° 1 está constituido principalmente por cobre y arsénico, Figura 5a. Es curioso encontrar este tipo de aleación en piezas metálicas encontradas en esta región. Incluso, los tupus procedentes de Machu Picchu no presentaron arsénico en su composición [2]. Estas aleaciones fueron muy utilizadas por los Sicanes (900 - 1100 D.C.). Por ejemplo, en las excavaciones de la Huaca del Pueblo

Batán Grande se encontró instrumentos de cobre arsenical [3-5].

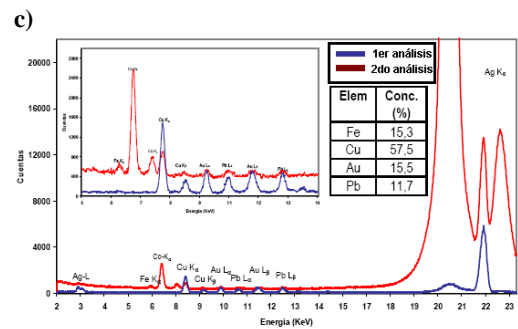
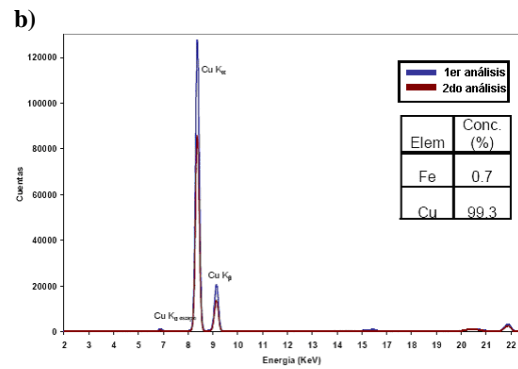
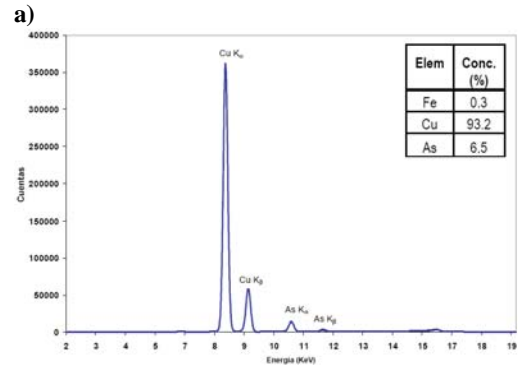


Figura 5. Espectro FRX de las piezas a) 1, b) 3 y c) 6.

La Pieza N° 3 está constituida básicamente de cobre, Figura 5b, mientras que la pieza N° 6 presenta cobre, oro, plomo y plata el primer análisis, Figura 5c. En el segundo análisis, luego de una limpieza profunda de la superficie se encontraron todos los elementos encontrados en el primer análisis, a la excepción de la plata. Esto indicaría que las piezas tuvieron un bañado de plata, el mismo que se ha retirado con la limpieza realizada.

3.3 Análisis por DRX

El difractograma de la pieza N° 1 presenta muchas coincidencias con el compuesto

CuO, y en menor proporción con cobre metálico. Igualmente, se observan picos, aunque con baja intensidad relativa, correspondiente al Cu₂O, Figura 6a.

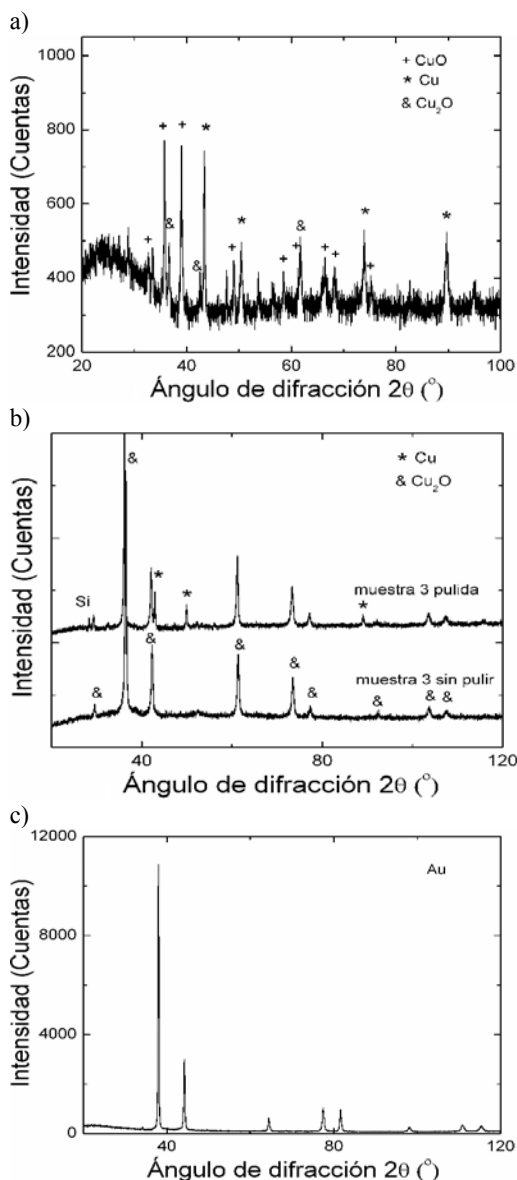


Figura 6. Espectros de difracción de rayos X de las piezas a) 1, b) 3, y c) 6.

La pieza N° 3 presentó inicialmente coincidencias correspondientes a la fase cristalina Cu₂O, mientras que después de pulirla se observa principalmente Cu, Figura 6b.

La pieza N° 6 presenta picos correspondientes al oro, Figura 6c, aunque la

ausencia de plata no se puede descartar pues los parámetros de red de ambos metales son idénticos. Los datos obtenidos por FRX y DRX sugieren que esta pieza está constituida principalmente de cobre y se encuentra revestida por una capa de oro, combinada con una pequeña proporción de plata.

4. Conclusiones

Los análisis por metalografía, DRX y FRX de prendedores inca estudiados revelan que estos no presentan la misma tecnología de preparación ni la misma composición elemental. Todas las piezas están constituidas de cobre como elemento mayoritario, combinado con As o Pb. Algunas de ellas presentan una capa superficial de oro y plata.

5. Agradecimientos

Al museo Inka de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco por facilitarnos las muestras de estudio.

6. Bibliografía

- [1] Kuzmin B, Samojotski A. Metalurgia, metalografía y materiales de construcción. Edit. MIR Moscú 1986.
- [2] Gordon R, Knopf R. Late horizon silver, copper, and tin from Machu Picchu, Peru. *Journal of Archaeological Science*. 2007; 34: 38-47.
- [3] Hocquenghem A, Vetter L. Las puntas y rejas prehispánicas de metal en los Andes y su continuidad hasta el presente. *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*. 2005; 34 (2): 141-159.
- [4] Shimada I, Montenegro J. El Poder y la Naturaleza de la Élite Sicán: Una mirada a la Tumba de Huaca Loro, Batán Grande. *Boletín de Lima*. 2003; 15(90): 67-96.
- [5] Vetter L, Carcedo P, Cutida S, Montoya E. Estudio descriptivo, metalográfico y químico de las puntas de aleación de cobre de la tumba de un señor de la Élite Sicán, Lambayeque - Perú, empleando técnicas de microscopía óptica y análisis por activación neutrónica. *Revista Española de Antropología Americana*. 1997; 27: 23-28.