

Caracterización elemental de artefactos metálicos arqueológicos rescatados de los sitios Higueras 1 sector sudoeste y Esquivilca sector B de la costa centro sur de Lima

Paula Olivera^{1,*}, Álvaro Acevedo², Luisa Vetter³

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

² Facultad de Ciencias Sociales E.P. de Arqueología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Venezuela cdra. 34 Lima

³ Pontificia Universidad Católica del Perú, Programa de Estudios Andinos

Resumen

Un grupo de 70 piezas metálicas, procedentes del Proyecto de Rescate Arqueológico Loop Costa, han sido analizadas utilizando métodos no destructivos de análisis por Fluorescencia de rayos X, con el fin de caracterizar la composición química elemental de estos objetos, encontrándose que estas piezas son aleaciones basados en cobre, material que utilizaron para fabricar sus utensilios metálicos aleándolos con otros metales que diferenciaban a cada lugar, en Esquivilca sector B trabajaron con aleaciones cobre-estaño y cobre, mientras en Higueras 1 sector sudoeste trabajaron con cobre-antimonio y cobre-arsénico. Asimismo, algunas piezas presentan un material adherido en el que se ha encontrado azufre y mercurio lo que nos induce a pensar que en Higueras 1 sector sudoeste se utilizaba estos minerales como pigmentos sobre piezas de metal.

Palabras clave: Arqueometría, Metales arqueológicos, Fluorescencia de Rayos X

Elemental characterization of metal artifacts recovered from archaeological sites Higueras 1 sector west and Sector B and Esquivilca south central coast of Lima

Abstract

A group of 70 metal artifacts from the Archaeological Rescue Project Loop Costa have been analyzed using non-destructive methods of analysis by X-ray fluorescence, in order to characterize them and to determine the chemical elemental composition of these objects, finding that these pieces are copper alloys, material used to manufacture their distinct metal utensils in every place. In Esquivilca Sector B copper-tin alloys and copper were used and in Higueras 1 Southwest Sector, copper-antimony and arsenic alloys. Also some parts have an adhered material which contains sulfur and mercury, which leads us to think that in Higueras 1 Sector South West, pigments of these minerals were used on metal parts.

Keywords: Archaeometry, Archaeological metals, X-ray Fluorescence

1. Introducción

El Proyecto de Rescate Arqueológico es un procedimiento de excavación parcial o total de sitios arqueológicos afectados por la ejecución de proyectos de desarrollo y producción, los mismos que han sido involucrados con los Proyectos de Evaluación Arqueológica y Plan de Manejo Arqueológico. Los Rescates Arqueológicos conllevan necesariamente a la liberación del área donde se realizan y deben ser previamente aprobados por el Ministerio de Cultura. En este caso, debido a los trabajos de ampliación del gaseoducto de Camisea entre Pampa Melchorita y Lima, en la zona de Cañete y Chilca, los sitios arqueológicos

Higueras 1 sector sudoeste y Esquivilca sector B, han tenido que ser intervenidos con el fin de rescatar los materiales encontrados en dichos sitios arqueológicos. Un grupo de 70 piezas metálicas procedentes del Proyecto de Rescate Arqueológico Loop Costa han sido analizadas utilizando métodos no destructivos con el fin de caracterizarlos e intentar conocer la composición química elemental de estos objetos, de manera que nos proporcione una idea acerca del tipo de material que utilizaron para fabricar sus objetos de uso personal y de tipo utilitario [1].

* Correspondencia autor: polivera@ipen.gob.pe

La Fluorescencia de Rayos X es una técnica analítica multielemental que en los últimos tiempos ha venido cobrando importancia debido a su gran sensibilidad para detectar y diferenciar la presencia de elementos químicos a muy bajas concentraciones, convirtiéndose en la actualidad en una herramienta muy poderosa para el estudio de materiales mediante métodos no destructivos [2].

2. Procedimiento experimental

2.1 Selección de muestras

En primera instancia se seleccionaron 50 piezas metálicas que habían sido poco afectadas por la corrosión y las inclusiones de sal y arena en gran parte del cuerpo. Entre las piezas más recurrentes para el análisis destacan los tupus, anzuelos, agujas y pinzas. Posteriormente, para corroborar la presencia de algunos elementos como el As, Sn y Sb se seleccionaron 20 piezas adicionales con los mismos criterios de las muestras anteriores.

2.2 Preparación de la muestra

A cada una de las piezas se le sometió a una limpieza profunda en la zona de irradiación (o de análisis) con un hisopo impregnado en una solución de ácido clorhídrico al 10 %, con el fin de retirar las capas de polvo y óxidos formados por el tiempo de permanencia en el entorno rescatado, enjuagado con abundante agua de caño, el enjuague final se hizo con agua bidestilada y secado con alcohol etílico p.a., tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Proceso de limpieza de la muestra.

2.3 Irradiación y medición de rayos X

Se irradiaron dos o tres puntos de cada muestra para verificar si su composición era

homogénea, utilizando 2 fuentes radiactivas anulares, como fuente de excitación, Cd-109 y Am-241, ambos de 25 mCi (Figura 2). La adquisición de datos se llevó a cabo con sendos sistemas de espectrometría de alta resolución para rayos X; el primero, constituido principalmente por un detector semiconductor de Si (Li) marca CANBERRA Modelo SL 30165 (Resolución: 165 eV para 5.89 keV) y un Analizador Multicanal PCAII The Nucleus; y el segundo, constituido por un detector de Ge planar marca EURYSIS MESURES Modelo EGX 100-10-R y un Analizador Multicanal EAGLE Plus marca CANBERRA con Genie 2000, respectivamente. Para la identificación de partículas sólidas adheridas sobre algunas de las piezas se utilizó el sistema de FRX Epsilon 5, el mismo que cuenta con tubo de rayos X de Gd con un set de blancos secundarios. Para los análisis se aplicó métodos no destructivos a fin de preservar las piezas estudiadas.



Figura 2. Geometría de irradiación.

2.4 Evaluación de espectros y determinación cuantitativa

La evaluación de los espectros, identificación de los elementos presentes en las muestras y la cuantificación de las mismas se hizo utilizando el Software Quantitative X Ray Analysis System (QXAS), proporcionado por el Organismo Internacional de Energía Atómica. Se aplicó el método de sensibilidad elemental del programa IAEA-AXIL-QXAS para la cuantificación de los elementos [3, 4, 5].

En las Figuras 3, 4, 5 y 6 se presentan los espectros de las muestras más características.

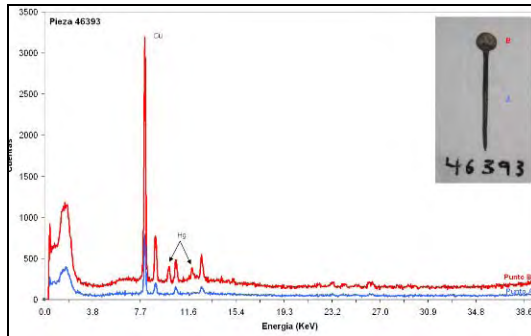


Figura 3. Tupu con rastros de pigmento en la cabeza más no en el vástago.

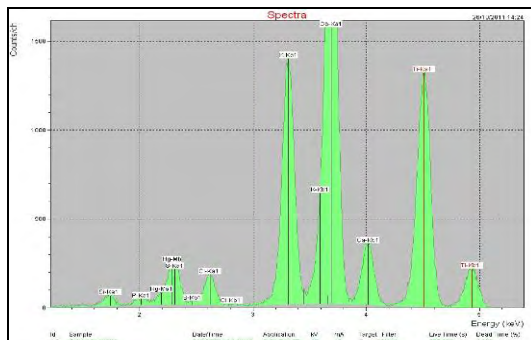


Figura 4. Identificación del material adherido a la cabeza del tupu de la Figura 3.

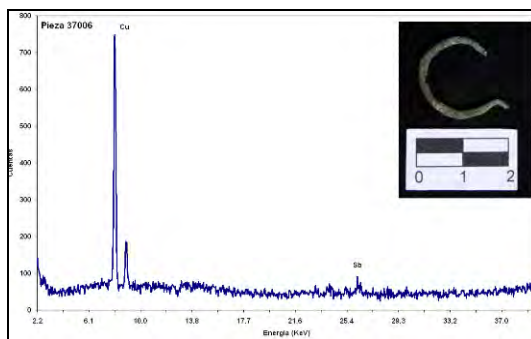


Figura 5. Pieza de cobre con antimonio.

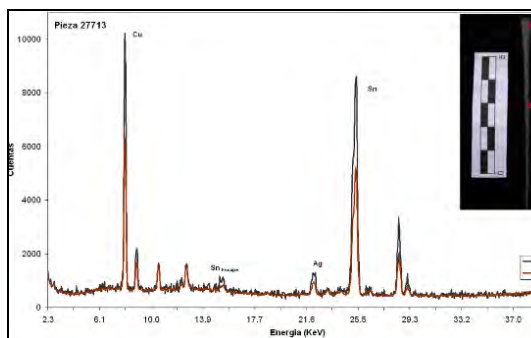


Figura 6. Aguja de cobre-estaño-plata.

3. Discusión de resultados

Revisando detenidamente los resultados obtenidos en las 70 muestras, se puede observar que en las piezas analizadas procedentes del sitio Higueras 1 Sector Suroeste, no existe la presencia de estaño. Asimismo, durante los análisis se identificó piezas confeccionadas solo de cobre, así como aleaciones binarias de cobre-plata y cobre-arsénico, entre las más resaltantes. La Tabla 1 resume los resultados obtenidos.

Tabla 1. Las aleaciones más representativas que se ha encontrado en los objetos analizados [6,7].

Sitio	Aleación	Objeto
Higueras 1 Sector Suroeste	Cobre – Plata	Tupu
		Aguja (rolado)
		Tupus (cabeza semicircular)
		Tupu (cabeza cuadrangular)
		Pinza (forma ovoide)
	Cobre - Plata - Arsénico - Oro	Lamina con borde redondo
	Cobre – Antimonio	Tupu con cabeza de diferentes formas
		Anzuelo
	Cobre – Mercurio – Azufre	Escoria
		Tupus con costra de color anaranjado
	Cobre – Mercurio	Anzuelo
		Tupu con cabeza triangular
Cobre – Mercurio – Arsénico	Anzuelo	
	Tupu con costra de color anaranjado	
Cobre – Arsénico	Tupu	
	Aguja	
	Pinza	
	Tupu	
	Fragmento de forma cúbica	
Esquivilca B	Cobre – Plata	Tupu con cabeza cónica
		Placa con grapas
	Cobre – Estaño	Tupu con cabeza en forma de clavo
	Cobre - Plata y Estroncio	Disco
Cobre	Aguja	
	Pinza	

La identificación de azufre y mercurio está relacionada a la presencia de partículas

sólidas o escorias adheridas a algunas de las piezas analizadas. Para el caso de Esquivilca Sector B, no se observa la presencia de arsénico, mercurio ni azufre en ninguna pieza, pero sí la presencia de estaño. La diferencia en la composición química elemental en las distintas piezas de cada uno de los sitios evaluados podría estar relacionada con la función del asentamiento y/o al uso de cada objeto. Es evidente que en el sitio Higuera 1 Sector Suroeste utilizaban sus adornos personales decorados de color anaranjado rojizo, no así en Esquivilca Sector B donde no se ha detectado azufre ni mercurio.

En la Figura 4 se puede observar que el material adherido a la cabeza del tupo presenta Si, P, S, Hg, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn, Sr y W en su composición, propio de la tierra o material de entorno; la presencia del cloro puede deberse al HCl que se utilizó para la limpieza de la zona a irradiar. La presencia de S y Hg en el material adherido, nos lleva a pensar que se ha utilizado un pigmento a base de sulfuro de mercurio para la decoración del objeto, para confirmar esta presunción es necesario realizar un análisis por Difracción de Rayos X, microanálisis EDX o Microscopia Electrónica de Barrido y Transmisión [8].

4. Conclusiones

Todas las piezas analizadas son aleaciones basadas en cobre, material que utilizaron para fabricar sus objetos y que mezclaron con otros metales que hicieron posible poder ser diferenciados en cada lugar, en Esquivilca Sector B trabajaron con aleaciones cobre-estaño y/o cobre-arsénico; y en Higuera 1 sector sudoeste cobre-antimonio, cobre-arsénico y cobre-plata. Así también, la presencia de azufre y mercurio en algunas de las piezas de Higuera 1 sector sudoeste nos sugiere que se utilizaba estos minerales como pigmentos sobre piezas de metal.

5. Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la Lic. Lucia Balbuena, Gerente General de Trashumantes S.A.C. responsable del Proyecto de Rescate por habernos permitido estudiar las piezas recuperadas, que nos ayudarán a entender la metalurgia de la antigua costa sur del Perú.

6. Bibliografía

- [1]. Vetter L, Portocarrero P. La Arqueometalurgia en el Perú. *Arqueología y Sociedad*. 2004; 15:219-238.
- [2]. Van Grieken R., Markowicz A. *Handbook of X-Ray Spectrometry*. 2nd Edition. New York: Marcel Dekker, Inc. 2002.
- [3]. International Atomic Energy Agency. *Quantitative X ray analysis system User's Manual and Guide to X Ray Fluorescence Technique*. Computer Manual Series No. 21. Vienna: Austria; 2009.
- [4]. Vetter L, Petrick S, Olivera P. Técnicas nucleares en el estudio de piezas de oro de Morro de Étén. En: Instituto Peruano de Energía Nuclear. *Informe Científico Tecnológico 2009*. Lima: IPEN. 2010. p. 60-66.
- [5]. Olivera P, Portocarrero P. Descifrando algunas piezas de metal de la colección Versteylen mediante el uso de técnicas analíticas nucleares. En: Instituto Peruano de Energía Nuclear. *Informe Científico Tecnológico 2009*. Lima: IPEN. 2010. p. 67-71.
- [6]. Heather Lechtman. El bronce y el horizonte medio. *Boletín del Museo de Oro*. 1996 julio-diciembre; 41:3-26.
- [7]. Vetter L, Villacorta, L. La Arqueometalurgia de la costa central del Perú: Una perspectiva desde la colección del Museo de Sitio Arturo Jiménez Borja-Puruchuco. *Baessler Archiv*. 2001; 49:193-210.
- [8]. López A, Olivera P. Caracterización de pigmentos aplicados en material arqueológico de la Cultura Chíncha por Fluorescencia de Rayos X y Microscopia Electrónica de Transmisión. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 2007; 73(1):3-17.