



# El uso del cobre arsenical en las culturas prehispánicas del norte del Perú

LUISA VETTER PARODI

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

**FIGURA 1:** Mapa del Perú con la localización del sitio Batán Grande de la cultura Sicán.

**Abstract:** The complexity of copper - arsenic alloy complexity used in Central Andean Area has stimulated detailed studies. We have found that people in the area were using a very sophisticated technology about which we still have questions. This paper presents advances made on these studies and deals with their significance to other metallurgical technologies within the central and northern Andes.

**L**a aleación binaria cobre arsenical fue muy utilizada por varias culturas de la costa norte del Perú, Ecuador y México desde el período del Horizonte Medio hasta la llegada de los españoles. Algunos investigadores como Lechtman (1976, 1981) y Shimada (Shimada, Epstein y Craig, 1982; 1983; Shimada y Merkel, 1991, Shimada 1994) se han interesado en su estudio. Innumerables piezas de cobre arsenical como naipes o hachas moneda e instrumentos para agricultura, entre otras cosas, han sido hallados en grandes cantidades en tumbas excavadas por arqueólogos y en excavaciones clandestinas.

Uno de estos hallazgos corresponde a una tumba de la cultura Sicán (700 a 1375) ubicada en Huaca Loro en Batán Grande, valle medio del río La Leche, costa norte del Perú (Véase Figura 1) excavada por Shimada entre los años 1991 y 1992. Esta tumba perteneció a un señor de la élite Sicán del período comprendido entre los 900 y 1100 d. C. En su interior se hallaron aproximadamente 1.2 toneladas de objetos de metales de aleaciones binarias (Cu-As) y ternarias (Au-Ag-Cu), madera, piedras semipreciosas, spondylus princeps, entre otros. Dentro de los objetos de metal se encontraron 489 puntas de aleaciones de cobre semejantes a implementos agrícolas (Shimada, 1992, 1995; Shimada y Merkel, 1993).

Este trabajo trata sobre el estudio de las 489 puntas de aleación de cobre encontradas en la tumba del señor de la élite Sicán. Se realizó para contes-

## Agradecimientos:

Deseo agradecer a Paloma Carcedo e Izumi Shimada por alentarme a realizar este trabajo, a Eduardo Montoya y Sócrates Cutipa por el apoyo técnico en la investigación y a José Bauer por los dibujos.

tar algunas preguntas como: de qué manera fueron elaboradas?, fue el uso del arsénico intencional?, con qué fin se fabricaron?, se distribuyeron a otras áreas vecinas? Para responder estos interrogantes, se hizo un análisis descriptivo, físico y morfológico de las 489 piezas, el estudio metalográfico y de microdureza de una de estas piezas, análisis químicos multielemental y cuantitativo de 12 de las 489 puntas y de 4 puntas muy similares pertenecientes al Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú cuya procedencia es Batán Grande.

## Material y métodos

Las puntas fueron halladas en el nivel 3 de la tumba, se encontraban distribuidas en 15 atados colocados a lo largo de las paredes de la cámara central, asociados a viruta metálica y a una 'caja' central que contenía piezas de oro y tumbaga (aleación ternaria de Cu-Au-Ag).

Los atados están compuestos por 28 a 31 piezas, a excepción del atado B-11 (2406) que consta de 59 puntas. Los objetos presentan una pátina de corrosión estable o activa de colores verdes y azulados, cuando la pátina es lisa. De las 489 piezas 10 terminan en punta (V), mientras que el resto terminan en punta roma de 1 cm. de ancho aproximadamente. En ambos lados de las piezas se encuentran pliegues o acanaladuras y surcos de diferentes tamaños.

A cada pieza se le realizó un examen microscópico como primera aproximación a su estudio. Se midió la masa, el largo total y neto de la punta, el diámetro de la boca, el ancho y espesor, y se describió el grado de corrosión y el acabado (Véase Figura 2).

Para determinar la composición química elemental de las piezas, se efectuaron análisis cuantitativos mediante la técnica de activación neutrónica. Se seleccionaron 12 piezas que agrupaban las características físicas, de acabado y grado de corrosión presentes en el total de los objetos y las 4 puntas (Véanse fotos 1 y 2) pertenecientes al Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú. Las muestras se tomaron en el límite entre el receptáculo y la punta propiamente dicha, ya que esta zona es la de mayor espesor, con una ubicación central y debería de tener una composición química elemental comparable para todas las piezas estudiadas (Véase Figura 3).

Para el análisis por activación neutrónica se seleccionaron muestras con masas entre 2.0 mg y 2.5 mg. Estas se lavaron con HCl 0.6 M, se enjuagaron con agua destilada y etanol y se secaron con papel absorbente bajo lámpara infrarroja, para retirar posible contaminación superficial. Cada muestra - junto con un comparador de alambre de zirconio y otro de cobre, cada uno de 0.25 mm de diámetro, que se enrollaron para obtener una geometría semejante a la de la muestra - se envolvió en pequeños sobres de



Figura 2: Medidas tomadas en las piezas

papel de aluminio y se irradió durante 6 horas bajo un flujo térmico nominal de  $7.8 \times 10^{13}$  n/cm<sup>2</sup>s y una relación de flujos convencionales térmico a epitérmico de  $f=28$ . Las actividades inducidas en las muestras y comparadores se midieron dos veces, después de 4 y 14 días de decaimiento, utilizando un detector de HPGe de 15 % de eficiencia relativa y 1.8 keV de resolución para el fotopico de 1332.5 keV del <sup>60</sup>Co. Las concentraciones se calcularon según el método de estandarización k sub cero [ $k_0$ ]. Este análisis lo realizó el químico Eduardo Montoya en el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

Los análisis metalográfico y de microdureza sólo se realizaron a una pieza debido a su carácter destructivo [Véase Foto 3]. Se escogió el objeto con el menor grado de corrosión, y de este se obtuvieron 13 probetas aproximadamente cúbicas de 1 cm de arista que se numeraron como 1, 2, ..., 10, 10T, OL<sup>1</sup> y OT [Véase Figura 4]. Las primeras 11 probetas se sometieron a procesos de recocido a diferentes temperaturas y tiempos [Véase tabla 1], con la finalidad de observar la temperatura a la que se produce la recristalización, la temperatura a la que se elimina la estructura dendrítica y la presencia de otras fases.



Foto 1: Piezas de Sicán usadas para el análisis químico

Foto 2: Piezas del museo de Arqueología, Antropología e Historia del Perú usadas para el análisis químico





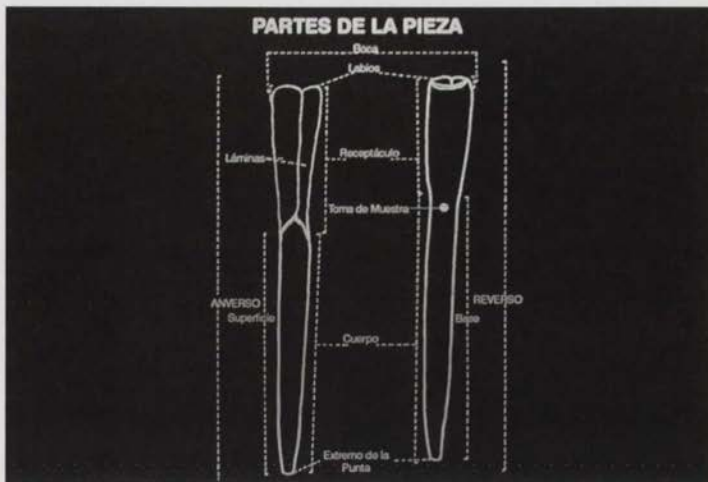


Figura 3: Partes de la pieza y lugar donde se tomó la muestra

Los tiempos de recocido se definieron observando las probetas al microscopio cada 30 minutos hasta determinar el momento de recrystalización y de determinación de la estructura dendrítica. Las probetas 10 y 10T permanecieron sólo 15 minutos por su rápida recrystalización. La probeta 10 fue calentada nuevamente para observar el crecimiento del grano. Luego del enfriamiento cada probeta fue briqueteada con resina transoptica para facilitar el análisis metalográfico. Las briquetas fueron adecuadamente pulidas, luego se atacaron con soluciones diluidas al 10 % de dicromato de potasio y cloruro férrico. Finalmente se observaron mediante un microscopio óptico con luz reflejada de platina invertida. El tamaño del grano en las probetas LO y OT, que no se recocieron, se estimó por comparación de la pieza en estudio con un patrón de la norma ASTM E-112.

El análisis de microdureza<sup>2</sup> se utilizó para obtener información sobre la resistencia y tenacidad de los objetos en estudio. Sólo las probetas OL y OT, que conservan la estructura original, se sometieron a dicho análisis. También se analizó un patrón de aleación y manufactura similar a los materiales en estudio, con propósitos de comparación. Las pruebas se realizaron empleando un microdurómetro Vickers con una carga de 100 gramos.

1 (OL = probeta sin tratamiento de recocido, sección longitudinal; OT = probeta sin tratamiento de recocido, sección transversal)

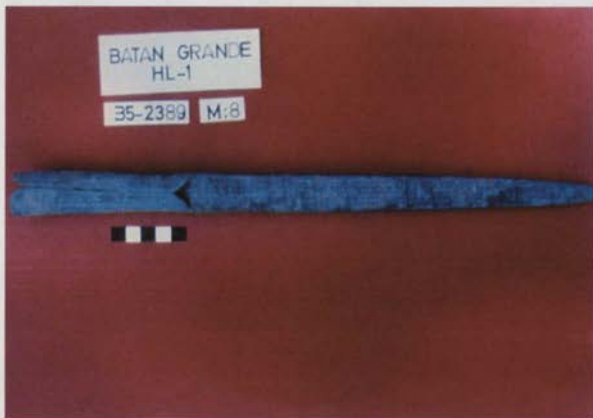


Foto 3: Pieza utilizada para el análisis metalográfico

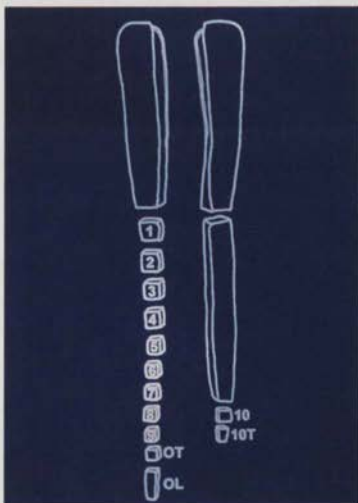


Figura 4: Probetas para estudio metalográfico

Probeta No.	T (°C)	t (h)	Condiciones de Enfriamiento	Obs.
1	100	2.00	Al ambiente	
2	200	2.00	Al ambiente	
3	300	2.00	Al ambiente	
4	400	2.00	Al ambiente	
5	500	2.00	Al ambiente	
6	600	0.50	Al ambiente	
7	700	1.50	Al ambiente	
8	800	1.50	Al ambiente	
9	900	1.50	Al ambiente	
10	1000	0.25	Al ambiente	
10	1000	1.25	Al ambiente	(*)
10T	1000	0.25	En agua	

(\*) Segundo calentamiento.

**TABLA 1:** Tratamientos térmicos efectuados sobre las probetas indicadas en la figura 7

## Resultados

En general, se observa que la pieza se compone de una solución sólida rica en cobre donde el segundo elemento importante es el As. Presenta evidencia de segregación dendrítica junto con granos equiaxiales, poligonales, maclas de recocido y líneas de deslizamiento. El tamaño de grano varía entre 0.045 y 0.025 mm, y la microdureza se encuentra entre 113 HV\* (OT, sección borde) y 143 HV (OL, sección punta); los resultados del patrón para el análisis de microdureza se encuentran en 151 HV.

## DISCUSION

Los resultados de los análisis químicos, comparables con los obtenidos por Lechtman (1981), indican un contenido promedio de As de  $[2.67 \pm 0.81]\%$ , con una variabilidad que va desde 1.35% a 4.45%. Estos se presentan en la Tabla 2, donde las muestras numeradas del 1 al 12 corresponden a las excavadas por Shimada, y las del 13 al 16 pertenecen al Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú. Como se indicó antes, el cobre y arsénico forman una solución sólida ya que la proporción en peso del arsénico en la aleación es menor al 8% (Hansen, 1958). La concurrencia simultánea de una composición aproximadamente constante y una proporción adecuada de arsénico, desde el punto de vista metalúrgico, apoyan la hipótesis de que el As fue utilizado intencionalmente y su contenido en las aleaciones controlado. Esta intencionalidad demuestra que los metalurgistas sabían las ventajas que ofrecía el arsénico al alearse con el cobre, tales como resistencia, dureza, maleabilidad y facilidad para el fundido (Shimada, Epstein y Craig, 1982, 1983; Shimada y Merkel, 1991) y

2 Los análisis metalográficos y de microdureza fueron realizados por el Ingg. Sócrates Cutipa en el Laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

\* Dureza Vickers



que aprendieron a integrarlo al proceso de fundición evitando que éste se volatilice por completo (Epstein y Shimada, 1983; Shimada y Merkel, 1991). Según los estudios realizados por Shimada y su equipo, el arsénico proviene de la arsenopirita (FeAsS), presente en las minas de Cerro Mellizos, ubicadas cerca a los centros de fundición (Merkel, Shimada, Swann y Doonan, 1994).

Los resultados de la metalografía realizada a una de las piezas en estudio muestran que se trata de un objeto trabajado a partir de un lingote, cuya forma parece haber sido muy similar a la pieza acabada. Lechtman (1976, 1981) menciona un grupo de lingotes de cobre pertenecientes a la Costa Norte, con un alto porcentaje de arsénico (2.37%-3.19%) y de plata (5.51%-6.62%), que dan una idea de la forma que pudieron tener los lingotes con los que se fabricaron las piezas en estudio, pero la aleación ternaria con que se hicieron indica que fueron usados para otros fines. El lingote a partir del cual se hizo la pieza, quizás tuvo forma de barra con un largo aproximado de 20 a 25cm; si se tiene en cuenta que para fabricar el receptáculo se tuvo que adelgazar parte de la barra hasta lograr las láminas delgadas que lo conforman, y el otro extremo para formar la punta, así la barra fue estirada a base de forja y recalentamientos sucesivos hasta obtener su tamaño actual (Vetter, 1993; Vetter, et al., en prensa).

Teniendo en cuenta los resultados metalográficos y las características físicas de las piezas se puede indicar una aproximación de la manufactura del receptáculo. Este es siempre 1/3 del largo total de la pieza y el diámetro de la boca es constante en los grupos. Según estos datos, se piensa que el lingote tuvo una mayor deformación plástica en uno de sus extremos hasta llegar a formar una lámina delgada que abarcase 1/3 del total de la pieza. Posiblemente al tener esta lámina la forma de un triángulo trunco, se procedió a colocar una vara de madera u otro material que hace las veces de «alma» en el medio de la lámina. Luego se procedió a doblar la lámina por medio de forja hasta unir sus extremos obteniendo la forma del receptáculo, después la vara se retiró (Véase Figura 5). La fotomicrografía del receptáculo indica la dirección horizontal que se siguió en la deformación (Véase Foto 4).

Actualmente, la mejor forma de trabajar una pieza de metal procedente de un vaciado es recociéndola hasta eliminar su estructura dendrítica, que dificulta el proceso metalúrgico. Este paso no se llevó a cabo durante el proceso de elaboración de las piezas de Sicán puesto que las metalografías muestran dicha estructura. El proceso que se siguió al tener el lingote fue reducirlo a base de forja y recalentamientos sucesivos; esto se observa por la presencia de líneas de deslizamiento, granos poligonales y maclas de recocido vistas bajo el microscopio (Vetter, 1993; Vetter et al., en prensa). La deformación plástica de la pieza no fue satisfactoria, ya que el recocido de recristalización que se debe dar luego de la forja no fue completo, uniforme y triaxial. Se observa bajo microscopio que la estructura de la pieza se compone de granos poligonales maclados con líneas de deslizamiento, gra-



Foto 4: Fotomicrografía del receptáculo (100x)

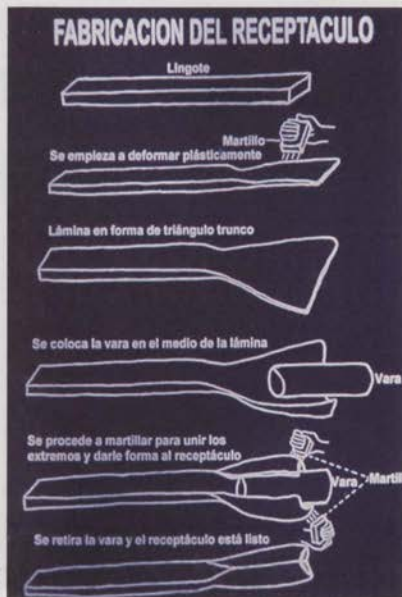


Figura 5: Fabricación del receptáculo

nos equiaxiales maclados con líneas de deslizamiento y estructura dendrítica. Esta deficiencia del recocido de recristalización quizás se presentó porque es difícil calcular con base en tanteos la temperatura exacta que se debe aplicar a la pieza después de haber sido deformada plásticamente. El esquema de un proceso metalúrgico actual y el que parece haberse realizado en Sicán se presentan en las figuras 6 y 7.

A pesar de lo anterior, supieron mantener el grano fino cuya ventaja es dar mayor resistencia mecánica al objeto. Según las fotomicrografías de las probetas OL y OT (Véanse Fotos 5 y 6), se observa que hubo un cierto control de la deformación y temperatura (verificadas en el laboratorio donde se observó que no llegaron a más de 600 grados centígrados, ya que las dendritas recién desaparecen a partir de los 700 grados centígrados) para que los granos no aumenten de tamaño evitando que la pieza pierda su resistencia mecánica (Vetter, 1993; Vetter et al., en prensa).

MUESTRA	Cu (%)	As (%)	Ag (%)	Sb (%)	Se (%)	Au (%)
1	97.42	1.98	0.048	0.015	0.0063	0.0044
2	97.18	2.73	0.035	0.015	0.0055	0.0047
3	97.52	2.57	0.039	0.022	0.0041	0.0023
4	97.17	2.37	0.021	0.007	0.0134	0.0049
5	96.68	3.06	0.103	0.027	0.0089	0.0030
6	95.42	4.45	0.017	0.005	0.0063	0.0016
7	96.76	2.62	0.065	0.035	0.0056	0.0052
8	97.61	1.48	0.057	0.034	0.0046	0.0028
9	97.36	1.35	0.050	0.006	0.0100	0.0025
10	97.30	2.50	0.034	0.013	0.0076	0.0028
11	95.86	3.59	0.038	0.012	0.0095	0.0122
12	95.98	3.26	0.034	0.014	0.0051	0.0044
13	96.62	3.24	0.151	0.285	0.0131	0.0058
14	97.32	1.74	0.037	0.004	*	0.0027
15	96.43	2.62	0.030	0.007	*	0.0023
16	96.42	3.22	0.131	0.375	*	0.0063

TABLA 2: Composición química de las piezas obtenida mediante análisis por activación neutrónica

Los resultados del análisis de microdureza indican que la pieza llega a un máximo de 143 HV y un patrón con aleación y tratamiento muy similar a la pieza a estudio tiene un máximo de 151 HV. Estos resultados indican que los pobladores de Sicán desarrollaron una tecnología para hacer resistente mecánicamente el metal. Lechtman (1981) realizó estudios metalográficos y de microdureza a una de las piezas de cobre arsenical excavadas por Bennett en 1939 en el sitio Lambayeque Uno, en el valle de

### PROCESO DE METALURGIA FISICA ACTUAL

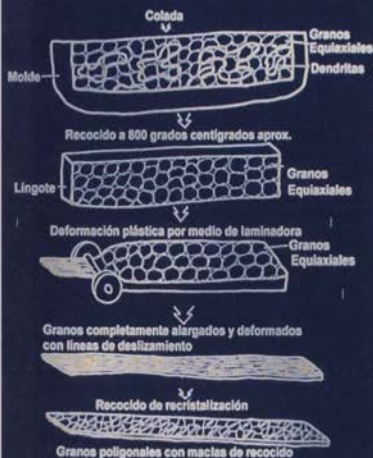


Figura 6: Proceso de metalurgia física actual

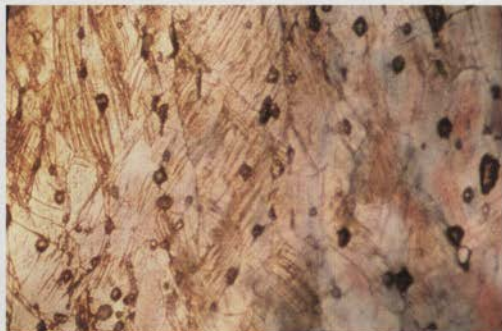
### POSIBLE PROCESO DE LA METALURGIA FISICA SICAN



Figura 7: Posible proceso de metalurgia física Sicán



**Foto 5:** Fotomicrografía de la probeta OL ( punta interna, 200x)



Lambayeque. Los resultados obtenidos son muy similares a los de este estudio.

Si tomamos en cuenta que en la región de Lambayeque durante más de 1500 años existió una de tradición metalúrgica, es posible imaginar que los orfebres Sicán aprendieron que para que el metal no se quiebre por la forja continua, necesita de recalentamientos sucesivos que permiten el retorno del material a un estado libre de tensiones por medio de la aplicación de calor. Este aprendizaje debe haberles costado tiempo y esfuerzo, varias piezas estudiadas muestran rajaduras en la zona del receptáculo compuesta por una lámina delgada, la cual fue hecha a base de una continua forja. Esto se explicaría si tomamos en cuenta que quizás el orfebre no calculó bien el momento de aplicar los recalentamientos y es por eso que la lámina se encuentra rajada.

La superficie de las piezas presenta acanaladuras y surcos, y al observarlas bajo el microscopio se notan líneas de deslizamiento. Estas dos evidencias indicarían que las piezas no recibieron un acabado final, el pulimento, cuyo objetivo es desaparecer los desperfectos de la superficie. En Cerro de los Cementerios, Batán Grande, entre 1978 y 1980 Shimada y su equipo encontraron implementos para pulir, como greda y carbonato de calcio (Shimada, Epstein y Craig, 1982, 1983; Epstein y Shimada, 1983; Shimada y Merkel, 1991). Aunque esos materiales son utilizados para pulir metales más suaves, es difícil pensar que no tuviesen acceso a materiales adecuados para pulir piezas de aleación de cobre. Esto podría indicar que las piezas no valen por su manufactura sino por la cantidad de material que éstas representan.



**Foto 6:** Fotomicrografía de la probeta OT ( lado izquierdo interno, 200x)

En ninguna de las 489 piezas se hallaron huellas de uso, los bordes del cuerpo se mantienen rectos y no presentan hendiduras o estrías propias del material gastado. Lechtman (1979, 1981, 1988) también nos informa que las piezas por ellos analizadas pertenecientes al Museo Nacional Bruning y al Museo Arqueológico de la Universidad Nacional de Trujillo, UNT) no tienen huellas de uso. Teniendo en cuenta esto se puede pensar que las piezas se fabricaron para uso exclusivamente funerario como una forma de acumulación del material como símbolo de poder y riqueza. Carcedo y Shimada comentan sobre los objetos de cobre hallados en Huaca Menor: «Consider the labor and material investment necessary to produce the 500 kg. of copper artifacts interred in the Huaca Menor tomb. Most, if not the overwhelming majority, of these artifacts, show no evidence of use. Many are also poorly crafted and it seems likely that they were made rapidly for the exclusive purpose of interment as offerings» (1985:64).

Piezas morfológicamente similares a los objetos de estudio han sido descritas por otros investigadores. Entre ellos se encuentra Bennett quien excavó 38 tumbas en el sitio Lambayeque Uno en 1939. Al describir los objetos de metal Bennett menciona lo siguiente: «Almost every grave contained copper in some form. Outstanding is a group of agricultural implements. These

Foto 7: Piezas del Museo Nacional Bruning





*are heavy, wedge-shaped tools with a hollow socket, slit along one side, for hafting. Below the socket the tool is rectangular in cross-section, gradually tapering to the wedge blade... Another tool somewhat like the above is also probably an agricultural implement. It is a long with a hollow hafting socket at one end». (1939:104, en Lechtman 1981:88-89).*

Lechtman realizó análisis químicos a una de las piezas excavadas por Bennett en Lambayeque Uno y encontró que contenía 1.47% de As, cantidad similar a lo hallado en este trabajo. Lechtman también ha realizado análisis de piezas procedentes del Museo Nacional Bruning, identificadas por ella como implementos de agricultura. El porcentaje de arsénico varía entre 0.45% y 4.11%. (1979, 1981)

Pedersen describe dos artefactos de labranza de cobre encontrados entre los objetos pertenecientes al ajuar funerario de la tumba de Huaca Menor en Batán Grande: «Artefacto de labranza: Largo total 140 mm. Base en forma de embudo de 42 mm de diámetro de boca y 94 mm de profundidad con pared de 3 mm de espesor, longitudinalmente seccionada para ser ajustada a un cabo de madera. Cuerpo de sección rectangular de 24 mm por 31 mm en su base, terminando en forma de cuña de 28 mm de ancho con filo recto cortante. Peso total 450 gramos. Artefacto de labranza: Largo total

Foto 8: Piezas del Museo Arqueológico de la Universidad Nacional de Trujillo



252 mm. Base en forma de embudo de 29 mm de diámetro de boca y 96 mm de profundidad con pared de 1 mm de espesor, longitudinalmente seccionada para ser ajustada a un cabo de madera. Cuerpo de sección rectangular de 17 mm 19 mm en su base, terminando en forma de cuña de 26 mm de ancho con filo semicircular cortante. En cada uno de sus planos laterales lleva una hilera de incisiones formando figuras antropomorfas vistas de frente, yuxtapuestas y separadas por líneas horizontales dobles. Peso total 540 gramos.» (1976:63-64).

Piezas similares a las de estudio y a las de otros investigadores han sido encontradas en el Museo Nacional Bruning (Véase Foto 7) cuya procedencia conocida es Lambayeque; y en el Museo Arqueológico de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT) procedentes de Chan-Chan (Véase Foto 8). Mayer (1992) nos informa de 4 implementos similares en las piezas a estudio halladas en La Compañía, Tola B, Tumba «Cacique Guayas» en Ecuador. Según los análisis realizados a estas piezas se les describe como bronce arsenicales, y se refiere a que este tipo de objetos se han ubicado como unidos en paquetes en tumbas del norte del Perú.

Según los estudios realizados por Shimada (1981, 1985), Shimada y Montenegro (1993) y Hosler, Lechtman y Holm (1990) se han producido contactos entre la costa norte del Perú y Ecuador. Estos contactos son evidenciados por el *Spondylus Princeps* hallados en las tumbas de Batán Grande, el cual se encuentra desde Baja California hasta la Puntilla de Santa Elena en Ecuador (Marcos, 1986) y por los objetos de cobre que se han encontrado en las tumbas de la zona de Ecuador (Mayer, 1992). Estos objetos, tales como naipes e implementos agrícolas hechos de aleación de cobre arsenical, no sólo aparecen en las costas del norte del Perú y en Ecuador sino también en la zona oeste de México. Según Hosler, Lechtman y Holm (1990) se produjeron contactos entre estas tres zonas por vía marítima para intercambiar objetos y posiblemente conocimientos sobre minería y metalurgia.

Una de las piezas del Museo Arqueológico de Trujillo UNT ha sido encontrada con un palo de madera introducido en el receptáculo; esto nos da una idea de la forma en que estas piezas fueron usadas, es decir, tuvieron como complemento un palo de madera para facilitar su uso como posible implemento agrícola (Véase Foto 9). Pedersen (1976) y Lechtman (1979) también sugieren esto.

Como se ha dicho en párrafos anteriores, las piezas no muestran un acabado final. Se notan acanaladuras y surcos, ya que las piezas no tenían las exigencias utilitarias de un implemento agrícola, sino, apenas, la de ser representación de tal en la composición de una ofrenda funeraria. Para poder elaborar tal cantidad de kilos de piezas fue necesario contar con una mano de obra muy grande. No sólo para la manufactura de la pieza sino también en la extracción de los minerales y la fundición de éstos para convertirlos en metales.

**Foto 9:** Pieza del Museo Arqueológico de Trujillo con un palo introducido en el receptáculo



El peso total de las piezas es de aproximadamente 250 kilogramos, pero también hay que tomar en cuenta los naipes de cobre arsenical que se encontraron en uno de los nichos de la tumba. En 1986 (Shimada, 1987; Shimada y Merkel, 1991) se repitió el proceso de fundición tratando que las condiciones fueron lo más parecidas a la de esos tiempos. El resultado de este experimento fue que en un horno al día se logró obtener de 300 a 600 gramos de metal. Teniendo en cuenta que cada taller tiene como promedio 4 hornos y sólo parece factible que se puedan usar 2 hornos a la vez, por lo limitado del espacio, (se usan 2 hornos primero y luego los otros dos, en total se usa una vez cada horno al día) tenemos que de un taller al día se logran sacar un promedio de: 2 kilogramos de metal, es decir, 4 lingotes, de donde se obtendrán 4 puntas, ya que cada punta tiene un peso aproximado de 450 gramos.

Se sabe que Cerro de los Cementerios no es el único lugar donde se ha encontrado talleres de fundición, también se hallan en Cerro Sajino, Huaca del Pueblo Batán Grande, Cerro Jotoro, Huaca Julupe y algunos lugares más dentro de la zona del valle de La Leche (Shimada, Epstein y Craig, 1982, 1983; Epstein y Shimada, 1983; Shimada 1987; Shimada y Merkel, 1991). Los lingotes habrían pasado luego a los talleres artesanales donde se necesitó de mucha mano de obra para la manufactura de las piezas, no sólo de las puntas sino también de los naipes.

Teniendo en cuenta lo anterior se podría pensar que el individuo principal de la tumba de Huaca Loro tuvo un inmenso poder político, económico y social. El poder político se refleja en la movilización de miles de personas para la fabricación de los objetos de cobre que pudieron haber sido hechos para pagar impuestos al estado cuyo destino fuese como ofrenda funeraria al Señor de la élite Sicán (no estamos hablando de los objetos de oro, plata y tumbaga, pero se les debe tomar en cuenta). El poder económico se basa en la acumulación de bienes (objetos de metal, piedras semipreciosas,

Spondylus y Conus, etc.) que se observan en la tumba. En lo social se observan estatus marcados representados en las diferencias entre las ofrendas funerarias que contenían las tumbas excavadas por Shimada y su equipo en la zona.

Según Shimada y Merkel: «*In contrast to the tombs of Middle Sicán elite, graves found near the smelting workshops in sector III -presumably interring Chimú and Inka metallurgists- are poor with respect to the quality and quantity of grave offerings. Subfloor burials in nearby metalworking shops, however, are clearly better endowed. Overall, those engaged in the busy, dirty and physically taxing work of smelting appear to have had lower social status than did metalworkers.*» (1991:86).

Como se ha mencionado en la cita anterior, las tumbas de la gente dedicada a la fundición tenían ofrendas muy pobres en comparación de la tumba de los orfebres que han ocupado un estatus social más alto por lo que se les considera artesanos expertos en el arte de la manufactura de objetos de metal. Como contraste se menciona la tumba del Señor de la élite quien acumuló una gran cantidad de ofrendas funerarias.

## Bibliografía

- CARCEDO, P. e I. SHIMADA. 1985. Behind the Golden Mask: Sicán Gold Artifacts from Batán Grande, Perú. En *The Art of Precolumbian Gold* : 61-75. Boston : The Jan Mitchell Collection.
- EPSTEIN, S. e I. SHIMADA. 1983. *Metalurgia de Sicán. Una Reconstrucción de la Producción de la Aleación de Cobre en El Cerro de los Cementerios, Perú*. Beitrage zur Allgemeinen und Vergleichenden Archaologie : 379-430. Bonn : Deutschen Archaologischen Instituts, Band 5.
- HANSEN, Max. 1958. *Constitution of Binary Alloys*. Metallurgy and Metallurgical Engineering Series. McGraw-Hill Book Company. Segunda Edición.
- HOSLER, D., H. LECHTMAN y O. HOLM. 1990. *Axe-Money and their relatives*. Washington D .C. : Dumbarton Oaks Research Library and Collection.
- LECHTMAN, Heather. 1976. *A Metallurgical Site Survey in the Peruvian Andes*. Journal of Field Archaeology, Vol.3, N.1:1-42.
- LECHTMAN, Heather. 1979. Issues in Andean Metallurgy. En: *Pre-Columbian Metallurgy of South America* : 1-40, E.P. Berson (Ed). Washington, D.C.
- LECHTMAN, Heather . 1981. Copper-Arsenic Bronzes from the North Coast of Perú. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol.376:31:77-122, December.
- LECHTMAN, Heather . 1988. Traditions and Styles in Central Andean Metalworking. En *The Beginning of the Use of Metals and Alloys* : 344-378, Robert Maddin (ed). Massachusetts Institute of Technology .
- MARCOS, Jorge. 1986. Intercambio a la Larga Distancia en América: El Caso del Spondylus. En *Arqueología de la Costa Ecuatoriana: Nuevos Enfoques*. Jorge Marcos (Ed). ESPOL. Guayaquil.
- MAYER, Eugen. 1992. *Armas y Herramientas de Metal Prehispánicas en Ecuador*. AVA-Materialien 47. Verlag Philipp von Zabern - Mainz am Rhein.
- MERKEL J., I. SHIMADA, C. SWANN y R. DOONAN. 1994. Investigation of Prehistoric Copper Production at Batan Grande, Peru: Interpretation of the Analytical data for ore samples. En *Archaeometry of Pre-Columbian Sites and Artifacts*. : 199-227. D.A. Scott y P. Meyers (ed). The Getty Conservation Institute. Marina del Rey.
- PEDERSEN, Asbjorn. 1976. El Ajuar Funerario de la Tumba de la Huaca Menor de Batán Grande, Lambayeque, Perú. *Actas del 41 Congreso Internacional de Americanistas* 2:60-73. México.



SHIMADA, Izumi. 1981. Temples of Time: The Ancient Burial and Religious Center of Batán Grande, Perú. En *Archaeology* 34 (5): 37-45.

SHIMADA, Izumi. 1985. La Cultura Sicán: Caracterización Arqueológica. En *Presencia Histórica de Lambayeque* : 76-133. Eric Mendoza (comp). Lima: DESA S.A.

SHIMADA, Izumi. 1987. Aspectos Tecnológicos y Productivos de la Metalurgia Sicán, Costa Norte del Perú. *Gaceta Arqueológica Andina*, INDEA. Año 4, N.13: 15-21, Lima.

SHIMADA, Izumi. 1992. Sicán Elite Tombs an Their Broader Implications. IAMS, # 8, Dec., Londres.

SHIMADA, Izumi. 1994. Pre-Hispanic Metallurgy and Mining in the Andes: Recent Advances and Future Tasks. En *In Quest of Mineral Wealth: Aboriginal and Colonial Mining and Metallurgy in Spanish America*. Alan K. Craig y Robert C. West. [Ed].

SHIMADA, Izumi. 1995. *Cultura Sicán. Dios, Riqueza y Poder en la Costa Norte del Perú*. Fundación del Banco Continental para el Fomento de la Educación y la Cultura. Lima : Edubanco.

SHIMADA, I., S.EPSTEIN y A. CRAIG. 1982. Batán Grande: A Prehistoric Metallurgical Center in Perú. En *Science* 216: 952-959.

SHIMADA, I., S.EPSTEIN y A. CRAIG. 1983. The Metallurgical Process in Ancient North Perú. En *Archaeology* 36 (5): 38-45.

SHIMADA I. y J. MERKEL. 1991. Copper-Alloy Metallurgy in Ancient Perú. En *Scientific American*, Vol. 265,1, July : 80-86.

SHIMADA I. y J. MERKEL. 1993. A Sicán Tomb in Perú. *Minerva*, 4(1): 18-25. London.

SHIMADA I. y J. MONTENEGRO. 1993. El Poder y la Naturaleza de la Elite Sicán: Una Mirada a la Tumba de Huaca Loro, Batán Grande. *Boletín de Lima*, # 90 : 67-96. Lima.

VETTER, Luisa. 1993. *Análisis de las Puntas de aleación de cobre de la Tumba de un Señor de la Elite Sicán, Batán Grande, Lambayeque, Perú*. Memoria de Bachillerato, Especialidad de Arqueología. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú.

VETTER, L, P. CARCEDO, S. CUTIPA y E. MONTOYA. S.f. 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. En *Revista Española de Antropología Americana*, 27 : 23-28. Servicio de Publicaciones. Madrid : Universidad Complutense.