

MOLINOS MINEROS DE TRADICIÓN ANDINA

Mario R. de Nigris¹ y Octavio Puche Riart²

¹La Capital de Mar del Plata 2127, 4400, Salta, Argentina. torohumeante@yahoo.com

²ETSI Minas, Universidad Politécnica de Madrid, Ríos Rosas 21, 28003 Madrid, España. octavio.puche@upm.es

RESUMEN

El presente trabajo contiene aportes para la clasificación tipológica de los molinos mineros utilizados en los Andes precolombinos. Se apoya en las descripciones que nos han legado los arqueólogos, ingenieros de minas, cronistas españoles, etc., con referencias a evidencias arqueológicas y etnográficas presentes en Cobres, Incahuasi, Rosario de Coyahuaima, Capillitas, Andalgalá y Tacuil (Argentina); Zapar (Chile); Porco y Potosí (Bolivia); así como en Santiago de Tulpo (Perú), etc. Es necesario destacar que la temática abordada contribuye al conocimiento de los molinos mineros y constituye un aspecto apenas divulgado del patrimonio minero andino.

PALABRAS CLAVE: Minería, molinos, herramientas, triturar, minerales.

ABSTRACT

This paper contains contributions on the typological classification of the Pre-Columbian Andean mining mills. It is based on the descriptions of archaeologists, mining engineers, Spanish chroniclers, etc., with references to archaeological and ethnographic evidences present in Cobres, Incahuasi, Rosario de Coyahuaima, Capillitas, Andalgalá and Tacuil (Argentina); Zapar (Chile); Porco and Potosi (Bolivia); as well as in Santiago de Tulpo (Peru), etc. It is necessary to emphasize that the topics treated contribute to the knowledge of the mining mills and constitutes a non well known aspect of the Andean mining heritage.

KEY WORDS: Mining, mills, tools, grinding, minerals.

Recibido: 11 de junio, 2012 • Aceptado: 11 de julio, 2012

INTRODUCCIÓN

Los antropólogos y arqueólogos que trabajan en los Andes han utilizado con frecuencia un mismo nombre para aludir a todo un conjunto de artefactos que han señalado como molinos mineros de origen precolombino. En este sentido, nuestro objetivo es proponer la utilización de un nombre específico y presentar una argumentación que ponga en evidencia una distinción tipológica, a partir tanto de rasgos de diseño como de diferencias funcionales, que utilizamos para clasificar a los aparatos en cuestión. Cabe mencionar que el mineral, tal como se extrae de la mina, usualmente se somete en sus inmediaciones a un proceso de fragmentación por medios mecánicos. Así en una primera etapa se le tritura, para reducir su tamaño hasta un volumen previamente establecido, por lo general fragmentos de dimensiones superiores a 25 mm, con objeto de facilitar su traslado y procesamiento en los hornos. En otras aplicaciones se le muele, o reduce a polvo (harina) con el pro-

pósito de liberar a las partículas de las especies contenidas (mena y ganga) o simplemente para una utilización adecuada del material extraído. Es que los minerales y rocas no sólo se emplean en metalurgia, sino que pueden servir también como pigmentos, mordientes, medicinas, venenos, etc. Por otro lado, la molienda se clasifica según se utilice agua o no en: seca (<2% de agua), semi-húmeda (2-20% de agua) y húmeda (30-300% de agua). Al respecto cuando se procesa mineral en presencia de agua se puede formar un barro liviano llamado pulpa, lamas, etc. En cuanto a la carga, o cantidad de mineral, que se utiliza para alimentar un molino, esta debe ser la óptima (máximo posible). Ya que con poca carga, se pierde capacidad y gastan inútilmente los elementos de molienda; mientras que con demasiada no es posible procesar todo el mineral. Para finalizar cabe tener presente que los elementos de molienda siempre involucran una parte inmóvil o fija (molinos) y otra móvil (manos, percutores, moledores, volanderas, etc.) accionada mediante el trabajo de una o más personas.

MOLINOS POR PERCUSIÓN

Mortero

El cuerpo que hace de parte fija del mortero consiste simplemente en una roca dura, dotada con una o múltiples superficies cóncavas, de mayor o menor profundidad, donde se realiza la molienda (Figs. 1, 2 y 3). De acuerdo con Babot (2006) para la localidad de Antofagasta de la Sierra, Puna Meridional argentina, la antigüedad de este tipo de artefacto está datada entre el 3400 a.C. y el 1200 a.C. y su uso en minería se remontaría al Período Temprano (200 a.C.-650 d.C.) y ha perdurado durante todo el periodo hispánico y republicano hasta nuestros días (Fig. 4).

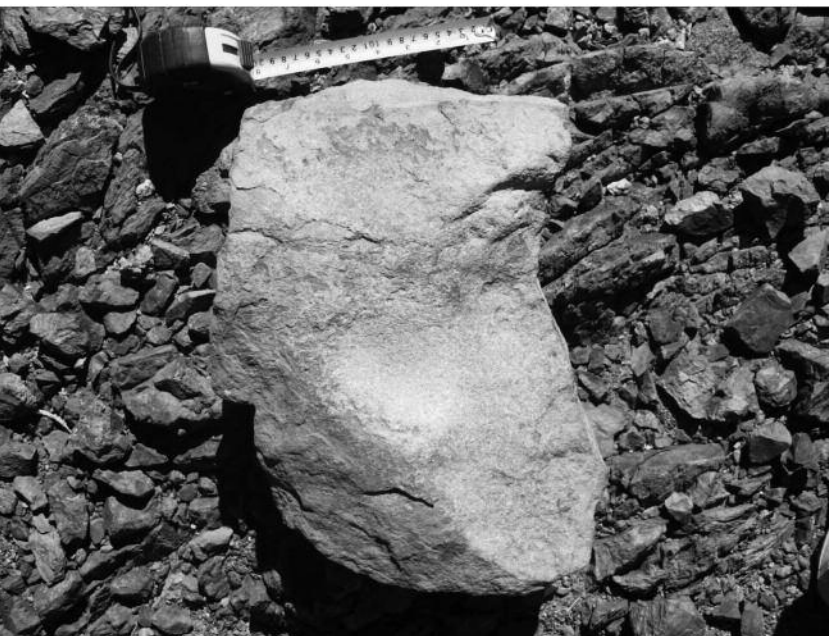


Figura 1. Elemento fijo de un mortero, de 0,39 m de longitud hallado (23°39' 017'' S, 66°17' 537'' W) por uno de los autores del artículo, De Nigris (2009) próximo a las escorias de las huayras (guayras) de Cobres (Salta, Argentina) a 3624 m de altitud.

Para el caso vale la siguiente cita: “Los morteros excavados en piedras sueltas abundan sobremanera y su tamaño varía desde los diminutos de 0,04m de diámetro hasta alcanzar las dimensiones máximas de los excavados en rocas fijas. Por lo común, en estos últimos, la piedra se deja externamente en estado natural y probablemente se usaron semienterrados, porque de los ejemplares que conozco ninguno se asienta naturalmente, los ejemplares pequeños, en cambio, han sido cuidadosamente alisados en la base a fin de darles un asiento perfecto”. (De Aparicio, 1925: 121-122).

Completa el conjunto, como elemento móvil de este



Figura 2. Mortero hallado en Porco (Bolivia), foto tomada de Van Buren (2004).

Esquema Mortero



Figura 3. Esquema representando el uso de un mortero.



Figura 4.-Molienda en mortero, minería artesanal del oro en las minas de Chinandonga, Nicaragua (Cortesía José Antonio Espi).

artefacto, un guijarro¹ que hace las veces de un martillo o machacador. Según agrega González (2004): “los martillos no necesitarían mango ni ser formatizados especialmente. Bastaría con que fueran de una roca dura, que pudieran ser asidos, y que contaran con un

¹ Denominado ‘qollota’, voz quechua designa a una bola de piedra que sirve para triturar dentro de un mortero lítico con hoyo (Gutiérrez, 2006).

peso en torno al par de kilos². Con el trabajo repetido, la superficie de trabajo de la roca de base se iría ahuecando para formar la cavidad de lo que se denomina mortero. Al respecto, Craddock (1995:157) advirtió que con depresiones de más de 10cm aumentan considerablemente los riesgos de machacarse la mano de apoyo. Donan (1994) reportó experimentos de molienda efectuados partiendo con 150 kg de calcopirita, utilizando morteros y martillos de piedra. Según se comentó, se podrían reducir los trozos de mineral a un tamaño que pasaba una malla de 1 cm a razón de 8 kg por hora”. Nosotros pensamos que la profundidad del hueco no condiciona su seguridad, este se relaciona más con la morfología de la mano de mortero.

Tacana

El término tacana designa a un tipo particular de mortero cuya parte fija presenta un hoyo o taza, que es una especie de cavidad circular, con forma de campana invertida, horadada sobre un afloramiento rocoso o roca grande (Figs. 5 y 6). Dichas hendiduras se encuentran aisladas o conformando grupos con una distribución irregular. Por otro lado la parte móvil del artefacto está igualmente hecha de piedra y se denomina percutor o machacador.

Tacana es un término de origen cacano o kakán, lenguaje extinto de los indios diaguitas o paziocas (650 d.C.-1480 d.C.) del que no se conserva un diccionario. Sin embargo en quechua ‘taca’ significa golpe, choque (Bravo, 1993) y ‘takana’ se dice del objeto que sirve de base para golpear o majar algo (Gutiérrez, 2006); según Tödter *et al.* (2002) significa machacar y de acuerdo con De Llanos (1611: 84): “El nombre de tacana se dice de ‘tacani’, que en general es ‘golpear’. Y así lo mismo es tacana de machacado” por lo que pudiese haber habido un trasiego cultural, recordemos que hay una fusión entre las culturas diaguita e inca en el siglo XV. El tipo de mortero al que alude se encuentra distribuido a lo largo de los Andes, al menos desde el centro hasta al norte de Argentina y Chile. De acuerdo con Babot (2006) para la localidad de Antofagasta de la Sierra, Puna Meridional argentina, su antigüedad esta datada entre el 1200 a. C. y el 900 d.C. Además también aparece en Norteamérica donde está ampliamente distribuido por el oeste árido de los Estados Unidos de América, país en el que se le conoce con la denominación de ‘bedrock mill’.



Figura 5. Mujer utilizando una tacana, (no minera) foto cortesía del Southwest Museum (USA).



Figura 6. Esquema representando el uso de dicho mortero fijo.

Sobre este molino Ambrosetti (1904: 180) escribió: “No creo que siempre hayan usado los viejos calchaquíes³ estos (...) para triturar y pulverizar los minerales que iban a fundir; supongo, con el Dr. Ameghino, como ya lo apuntó hace algunos años, que debieron recurrir a los numerosos morteros que se hallan esparcidos en gran número sobre las rocas en toda la región, los que ya es sabido empleaban principalmente para majar su maíz y demás sustancias alimenticias”. En cuanto a las características de una tacana, De Aparicio (1925: 120-121) nos ha dejado una descripción: “Morteros.-En primer término, debemos mencionar los morteros fijos excavados directamente en las rocas más o menos lisas que afloran en la superficie del suelo. Restos de esta clase abundan en toda la región montañosa de nuestro país desde Mendoza y San Luis hasta la Puna de Atacama (...) la forma de estos morteros responde siempre a un tipo general cupuliforme, de boca circular. Aunque en número muy escaso se encuentran también morteros con boca elíptica. Las dimensiones, en cambio, varían al

² Aunque los hay de muchas formas, tamaños y pesos.

³ Se refiere a los indios calchaquíes, es decir a la cultura Santa María del Período Tardío (850 d.C. -1480 d.C.) parcialidad de los indios diaguitas (González A, 1979a). Incorporados compulsivamente al Tawantinsuyu o Imperio Incaico, lograron mantener cierta autonomía, durante el Período Imperial (1480 d.C.-1535 d.C.), posteriormente recuperaron y sostuvieron hasta 1667 su independencia.

infinito, he efectuado numerosísimas mediciones siendo las medidas máximas 0,25m para el diámetro de la boca y 0,5m para la profundidad”.

Conana

El mortero denominado a veces conana representa hasta cierto punto una variante portátil de la versión anterior. Conana es un término de origen cacano o kakán, lenguaje extinto de los indios diaguitas. En quechua ‘qhonana’ significa mortero cilíndrico, un sinónimo de ‘musk’a’ y de ‘maran’ (Gutiérrez, 2006).

De acuerdo con Winckler (2006: 54): “La cona o conana se ha descrito también como un instrumento compuesto por dos piedras complementarias, de tal modo que la mano actúa dentro de la concavidad con un movimiento vertical, machacando por percusión (para desmenuzar granos, frutos, huesos)”, a lo que nosotros agregamos, o trozos de una mena mineral. En este el cuerpo que hace de parte fija es un recipiente labrado en piedra que ha sido bien formateado, y se encuentra en los yacimientos arqueológicos con diferentes formas y tamaños. Al respecto la forma del recipiente de piedra condiciona a la del elemento móvil del aparato. Denominado percutor o machacador, este puede ser un simple guijarro redondeado o debe ser una roca dura y alargada dotada con un extremo de base curva. En contexto minero destacar la conana encontrada en Cobres (Argentina). De acuerdo con Boman (1908) este mortero habría sido utilizado para triturar minerales durante el Imperio Incaico o Período Imperial (Figs. 7 y 8).



Figura 7. Elemento que hace de parte inmóvil de una conana hallado en Cobres (Argentina), foto tomada de Boman (1908).

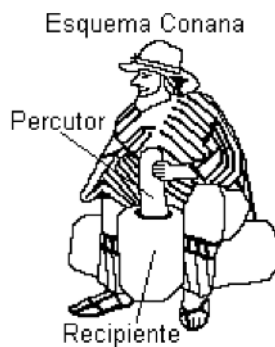


Figura 8. Dibujo representando el uso de una conana.

Yunque

Palabra española de origen latino (incus, incude), trozo grande de hierro sobre el cual los herreros realizan la forja, superficie plana que recibe el golpe del martillo. En la América andina se comparte el término con un tipo de mortero prehispánico utilizado por aquellas fechas, en él una laja gruesa hace de parte fija, esta

es una roca dura y plana cuya superficie activa sirve para trabajar los metales o para triturar mineral (Figs. 9 y 10).



Figura 9. Esquema de martillado en un yunque.



Figura 10. Laja que hace de parte inmóvil de un yunque de 0.84m de longitud, perteneciente a la colección que resguarda el Museo de la Escuela de Cobres procedente del poblado precolombino de El Antigal.

La descripción de este tipo de morteros se realiza a partir de una pieza procedente del poblado precolombino de El Antigal, Argentina (23°37'894''S, 66°15'559''W; 3499 m de altitud), cuyo hallazgo fue realizado por uno de los autores de este artículo (De Nigris, 2009). Este habría sido construido por indios emparentados con los atacamas durante el Período Tardío y su uso ha perdurado hasta nuestros días (Figs. 11 y 12).

Por otro lado, el elemento móvil del artefacto puede ser tanto un simple guijarro redondeado como un martillo de piedra hecho a partir de una roca formateada (Fig. 13). Según narra el inca Garcilaso de la Vega (1609-1613: 123) los indios: “*Servíanse para yunque de unas piedras durísimas, de color entre verde y amarillo; aplanaban y alisaban unas con otras; teníanlas en gran estima porque eran muy raras. No supieron hacer martillos con cabo de palo; labraban con unos instrumentos que hacen de cobre y latón, mezclado uno con otro; son*



Figura 11. Molienda de minerales en un yunque, esquema ilustrando su uso actual. En la época hispánica el percutor de piedra acabó por lo general siendo sustituido por un martillo.



Figura 12. Esquema representado el uso de un yunque con martillo de piedra.

de forma de dado, las esquinas muertas; unos son grandes, cuanto pueden abarcar con la mano para los golpes mayores; otros hay medianos y otros chicos y otros perlongados, para martillar en cóncavo; si traen aquellos sus martillos en la mano para golpear con ellos como si fueran guijarros”.

Molino quebrantador

El cuerpo que hace de elemento fijo del molino consiste en una base o roca gruesa, pesada y dura cuya superficie cóncava sirve de mesa de molienda. La parte móvil de este artefacto es un pesado bolón de piedra dotada de tenacidad que trabaja a modo de martillo por gravedad e impacto directo, para fragmentar o quebrantar a los minerales por percusión. Hemos identificado uno de estos molinos en El Antigal, Salta, Argentina (Período Tardío) (Figs. 13 y 14).

MOLINOS POR PRESIÓN

Batán

La parte fija del batán es una base o mesa de molienda, de mayores dimensiones que la del caso anterior, cuya superficie activa ha sido esculpida previamente para alisarla. Otra innovación introducida en este aparato es el reemplazo del percutor por un moedor como elemento móvil. Este último es un bloque pesado y preferiblemente alargado de roca natural dura dotado con una cara tallada en forma de media luna que permi-

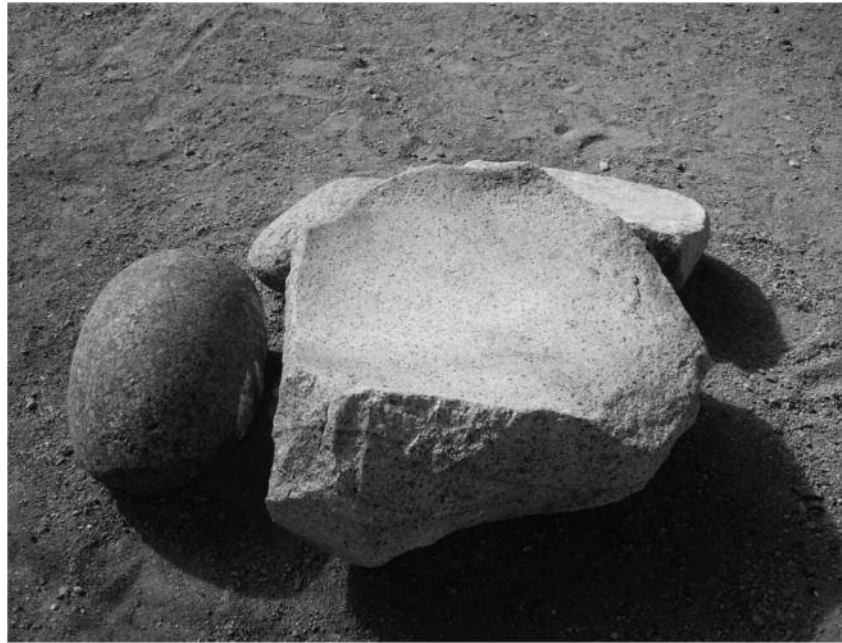


Figura 13. Molino quebrantador compuesto por una base de aproximadamente 0,67m de longitud y un martillo, procedentes de El Antigal, Argentina, foto tomada de De Nigris (2009).



Figura 14. Esquema de un molino quebrantador.

te mecerlo con facilidad, mediante un rítmico movimiento, sobre la superficie activa de la base para que por efecto de su peso y golpe triture a la mena mineral.

Probablemente el término batán sea deformación de la voz quechua ‘maran’ que significa piedra de forma rectangular utilizada para moler. El elemento activo o moedor del artefacto se llama ‘tunaw’ o ‘tunawa’ (Gutiérrez, 2006). El término hispano ‘batán’ desconocemos si está inmbricado al anterior; pero como sea, éste posee múltiples acepciones en el Perú, donde se utiliza para aludir a todo tipo de molino de piedra. En Argentina sin embargo hace referencia a una roca de superficie alisada, base o solera, sobre la que se mueve un moedor, maray o quimbalete. También se dice de la muela o parte móvil de un maray o quimbalete. Por otro lado el batán es denominado maray por algunos autores como Caletti y Marchioli (2007), etc. Mientras que en España se designa batán a un molino de piones de pequeño tamaño, surgido en Europa durante la Edad Media, con el propósito de abatanar o tundir, transformar unos tejidos de lana abiertos en otros más tupidos, mediante una sección de golpes aplicados por sus mazos

en el interior de una pileta con agua. Se construía con maderos y lo movía la fuerza del agua mediante una rueda hidráulica colocada en posición vertical (rueda romana o vitruviana). Nosotros restringimos el uso de este término en los Andes para designar solamente al molino de piedra concreto que tratamos en esta sección.

Para definir dicha tipología partimos de ejemplares de este molino encontrados en el poblado minero de Incahuasi (Argentina), distrito aurífero, según González (1979b) probablemente fue explotado por el Imperio Incaico (Período Imperial) (Figs. 15 y 16). El mismo, actualmente se utiliza en el Perú para procesar alimentos.



Figura 15. Batán encontrado en el poblado minero de Incahuasi (Argentina). Foto tomada de Caletti & Marchioli (2007).

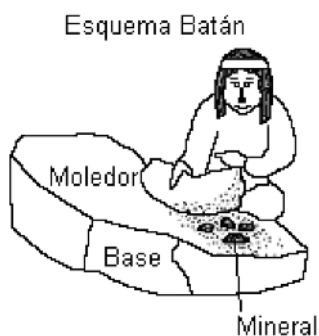


Figura 16. Esquema de un batán.

Maray

En quechua 'maray', 'muchca' o 'marán' significa piedra de moler o mortero (Wise, 2008). Se dice de cualquier bolón de piedra que se mece sobre los minerales para fragmentarlos por presión. El plural de 'maray' es 'marays' (Ambrosetti, 1904), o 'marayes' (Barba, 1640; Boman, 1908).

El maray es un aparato de presión por vaivén, cuya parte móvil consiste en un pesado bolón de roca natural

dura y perenne de forma más o menos redondeada conocido como 'voladora' o piedra voladera. Este es básicamente un moledor o triturador al que se le orada un agujero para poder insertarle un madero⁴ a modo de clavo de agarre. El aparato es puesto en funcionamiento por un operario llamado 'moledor' que trabaja siempre sentado, disponiéndose a veces sobre un asiento construido con piedras. Y con la ayuda de sus piernas y manos imprime un movimiento ascendente y descendente al bolón logrando que al balancearse con su peso y golpe vaya desmenuzando el mineral. El elemento fijo del maray es una base de piedra denominada solera la cual puede ubicarse o no dentro de una taza, cubeta, batea, mushca o pileta de molienda circular construida también con piedras (De Nigris, 2010). De acuerdo con Larco Hoyle (1938): "La operación de la molienda la ejecutan individuos llamados 'moledores', quienes ponen en movimiento el chungo o masa triturante valiéndose de sus pies, y aguantando la presión del chungo, a veces de gran tamaño, sobre el espaldar de piedra en que apoya sus espaldas (...) Algunas veces se acondicionan al chungo cuerdas o sogas resistentes, sujetas a argollas, tiradas y soltadas sucesivamente por los moledores (...) El agua penetra por una acequia (...) especialmente construida para el efecto, en cantidad suficiente para evitar rebasamientos⁵. El cerco de piedras al que hemos aludido antes resulta extremadamente útil en la operación de deslame, o sea, ir librando al mineral de sus impurezas menos pesadas. Cuando la molienda ha tornado el agua más o menos densa, se abre la tapa de desfogue para que se escape, a fin de cargar de nuevo el molinete. Esta carga consiste en echarle mayor cantidad de mineral para continuar la operación, que va repitiéndose con sus respectivos deslames, hasta que se ha terminado de moler". Hoyle denominó molinete primitivo a este artefacto y señaló su procedencia en la cultura Moche o Mochica (100 d.C.-800 d.C.) de la costa norte del Perú, aunque ha perdurado hasta nuestros días (Figs. 17 y 18).



Figura 17. Marays etnográficos utilizados para procesar minerales auríferos en Santiago de Tulpo (Perú), foto tomada por Larco Hoyle (1938).

⁴ Lo que a veces puede facilitar asirlo mediante cuerdas.

⁵ Rebasamientos.



Figura 18. Esquema del maray tomado de De Nigris (2010).

Caletti y Juárez (2010) aportan la distinción de una variante, que hasta cierto punto ofrece movilidad, designada como maray de batea con reborde. Se trata de un dispositivo que reemplaza a la taza fija por una batea o fuente portátil labrada en piedra. En palabras de los autores: “Notoriamente chico en sus dimensiones, el maray de batea con reborde es casi exclusivamente para el trabajo de una sola persona sin necesidad de que se esté removiendo el mineral debido a que el reborde actúa como barrera para que el mineral no se caiga. No obstante el rinde óptimo para una jornada de doce horas estaría dado por un turno de tres personas. Este maray se encuentra cerca de la Iglesia de Rosario de Collaguaima en la provincia de Jujuy” (Caletti y Juárez, 2010: 4)

Quimbalete

El quimbalete (‘quin’, podría venir del quechua ‘kiñu’ agujero) se distingue del maray porque cuenta con otro sistema de fijación para la palanca que se utiliza al activarlo y porque su o sus operarios siempre deben trabajar de pie. El elemento móvil o ‘voladora’ de este artefacto está provisto con una palanca fija y una base convexa, que le permite funcionar como un balancín cuyo vaivén hace posible triturar la mena. La granulometría o ‘tamaño de entrada’ del mineral a moler oscila desde 5 a 10 cm de diámetro. El quimbalete tritura o muele tanto en un medio seco (molienda seca) como mojado (molienda húmeda). Pero con la molienda húmeda la trituración da un producto más homogéneo al tiempo que se minimiza o evita la aparición del polvo en el aire. Según Veiga *et al.* (2006): “Quimbaletes represent a significant improvement over hand-operated mortar and pestle mills which grind only about 20 kg per man/day to <0.5mm. A large quim-

balete can crush 45 to 90 kg per man/hour. Depending on quimbalete design and length of milling, can grind to 100% less than 0.1 mm”. Su rendimiento depende del tipo de mineral y granulometría prevista, siendo de 250-3000kg/8 horas con roca dura y 400-700kg/8 horas en rocas semiduras.

En el noroeste de Argentina se hallaron algunos quimbaletes prehispánicos como el de los indios calchaquíes (Período Tardío) de Tacuil (Santoni, 1987) en Salta o el del pucara⁶ incaico (Período Imperial) de Andalgalá en Catamarca. En sus versiones más antiguas, es un bolón de roca dura tallado en una sola pieza; actualmente a veces incluso se hace de hierro y hormigón: “Steel quimbaletes are made of a sheet metal box mounted on a shallowly curved 1 cm plate, and rocked on top of a flat steel base. The box is filled with concrete or stones and rocked by a handle attached to the end” (Veiga *et al.*, 2006: 31).

Su tamaño y peso varían por lo general desde 0.85 a 1.50 m de altura y de 50 kg a 2000 kg (Priester *et al.*, 1993; Veiga *et al.*, 2006; De Nigris, 2010). Es impulsado por generalmente los pies y el peso de un operario parado en el travesaño o palanca fija, colocado sobre su extremo superior, o de otro modo, manualmente por una o dos personas mediante un dispositivo de palanca. La parte inmóvil de este aparato es también conocida como base, solera o artesa y sobre ella se tritura el mineral. Esta puede ser una roca plana que aflora en el terreno o estar construida ex profeso, asimismo el elemento móvil puede o no ubicarse dentro de una taza o pileta de molienda (De Nigris, 2010). El padre Álvaro Alonso Barba (1640), célebre minero y metalurgista radicado en Potosí (Bolivia), comentó al referirse a este molino: “En los asientos de minas de estas provincias, donde o la falta de agua o del dinero necesario para su fábrica, imposibilita a hacer los que llamamos Ingenios para moler los metales, son muy sabidos y usados dos modos de reducirlos a hacerlos harina con piedras, llaman al uno Trapiche⁷ y Alaray⁸ al otro. Consta cualquiera de ellos de dos piedras grandes y duras, llana la de abajo, que llaman solera, asentada a nivel sobre el plan⁹ de la tierra, en forma de rueda o queso entero (...) La de los marayes¹⁰ es como media luna, más ancha por la parte circular de abajo que por la llana de arriba, a que está atado fuertemente un palo de suficiente largueza, para que dos trabajadores asidos a sus extremos de una banda y otra, la alcen y bajen a los lados sin mucha fatiga, y con su peso y golpe se desmenuza el metal...no han de ser las soleras llanas, sino cóncavas, con capacidad bastante para que las volanderas de arriba puedan andar sin estorbo (Figs. 19, 20 y 21) . Entre agua por un estrecho caño, por lo más alto de la solera,

⁶ Fuerte militar de los indios que era construido con muros de piedra bola.

⁷ El trapiche (del latín ‘trapetum’) es el típico molino agrícola de tradición mediterránea.

⁸ En el Perú se denomina ‘alaray’ o ‘alaymosca’ a un tipo de roca (granito, andesita, cuarcita, diorita, gneis, etc.) pesada, dura y perenne que por sus características ha sido desde antaño frecuentemente seleccionada para confeccionar molinos de piedras.

⁹ Término utilizado en el altiplano-puna como sinónimo de superficie.

¹⁰ Entiéndase quimbaletes. En Bolivia, Chile y Argentina se denomina con frecuencia maray al quimbalete.

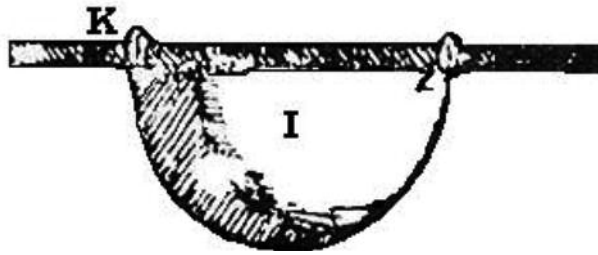


Figura 19. Dibujo de un quimbalete tomado de El Arte de Los Metales de Álvaro Alonso Barba (1640), aunque este autor lo denomina maray.

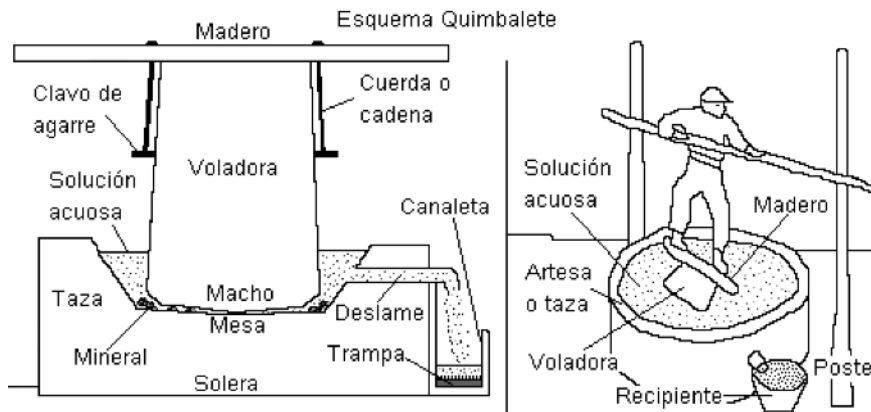


Figura 20. Esquema de un quimbalete. Modificado de De Nigris (2010).



Figura 21. Quimbalete en las minas de Otoca (Cu-Au), Nazca, Perú. (Cortesía Sandro Cacho).

en lo bajo estará el azogue necesario, y se ira echando el metal que hubiere de molerse. Lo machacado se mezclará con el azogue, lo demás convertido en sutil lama, saldrá por otro caño con el agua, y se recogerá y se beneficiará como queda dicho” (Barba, 1640: 119). El maray aunque se usa a principios de la época española su origen es precolombino, por su nombre y porque que no se conocen artilugios similares en contexto europeo, aunque hoy en día en Nicaragua una variante de este sea conocido como molino de los españoles (Fig. 22).

Aparte del referido, existe todo un conjunto de quimbaletes que también han sido descritos utilizando como rótulo el término maray. Por mencionar algunos de los que más han trascendido están los de Capillitas y Huasán (Argentina) citados por Ambrosetti (1904: 178-180) (Figs. 23 y 24): “Para triturar el mineral los indios usaron el Maray que el señor Lafone Quevedo nos describió por primera vez del lugar de Capillitas (...)

La muela o batán, dice que se halla derribada al lado de la solera, es de un gran canto rodado acanalado en varias partes, en unas para acomodar las palancas y las sogas con que estos se aseguraban, en otras para formar la superficie triturante del batán; ésta es convexa y consta de cuatro bordes con tres canaletas que los separan (...). Otro caso interesante es el que se halla en Huasán (Figs. 2 y 3) cerca de Andalgalá y en la costa de un arroyuelo (...) Este maray se diferencia del anterior en que la superficie de trituración es completamente pulida, sin estrias, y presenta en vez de ranuras, cuatro agujeros cerca de su borde superior: -dos en cada una de sus caras laterales. Estos agujeros son pocos profundos, más bien pequeños y su objeto parece haber sido el de alojar una grapa de metal para asegurar las varas que servían para imprimirle un movimiento oscilante sobre la conana. Esta clase de marays fue también empleada por los españoles para moler los metales, una vez instalados aquellos en la tierra, aprovechando así lo que la experiencia había enseñado a los indios”.

Pero sin duda, el caso más famoso es el del quimbalete de Cobres (Argentina); mismo

que fuera dado a conocer para la literatura arqueológica por Boman (1908) como ‘El maray de Cobres’. Por cierto, dicho autor acompañó la descripción del artefacto en cuestión con un par de dibujos en los que estilizó su figura, tal cual puede constatarse al comparar sus gráficos con las fotos que De Nigris (2009, 2010) tomó del mismo (Figs. 25 y 26). Además, cabe mencionar que a diferencia de lo que postuló Boman (1908: 541): “El maray es ciertamente obra de los indios prehistóricos”, el contexto arqueológico; incluso aquel en parte obser-

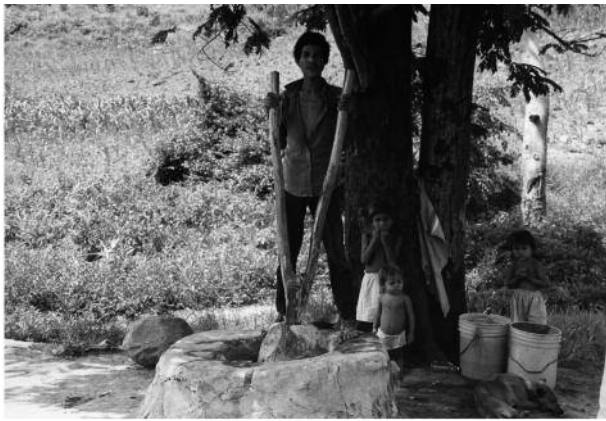


Figura 22. Variante de quimbalete actual, minas de Chinandonga, Nicaragua. (Cortesía José Antonio Espí).

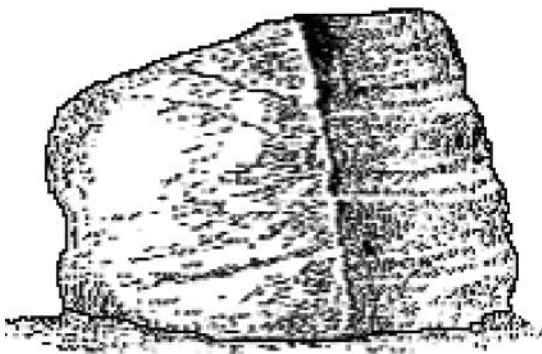


Figura 23. Voladora del quimbalete de Capillitas, dibujo realizado por Ten-Kate y tomado de Ambrosetti (1904).

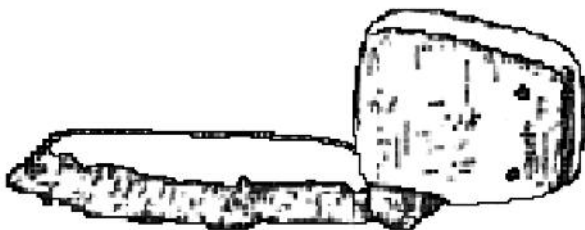


Figura 24. Quimbalete de Huasán según croquis de F. Voltmer. Modificado de Ambrosetti (1904).



Figura 25. Gráfico representando un quimbalete o 'maray' de Cobres (modificado de Boman, 1908, cortesía de los Ingenieros de Minas del Perú)

vado por el mismo Boman (1908: 541-542): “Por el contrario, la pared que rodea al maray de Cobres ha sido construida probablemente por los primeros españoles; su construcción no parece de origen indio (...) Las minas de Cobres han sido explotadas después de los indios autóctonos, por los españoles, que han dejado las ruinas de una misión, es decir de una estación para los religiosos que probablemente hacían trabajar a los indios para su provecho”. Así como los datos aportados por Becerra (1887: 15) “En este lugar se encuentra el famoso mineral antiguo de cobre que dio su nombre a San Antonio (de los Cobres) y de donde según toda probabilidad los españoles sacaron los metales para fabricar todas las campanas que todavía existen, tanto en los valles, cordilleras y campaña de Salta. Este mineral está situado en una loma baja muy ancha y toda su superficie está sembrada de rodados cobrizos y ferruginosos. Esta formado por tres ventarrones paralelo uno de otro y que dista entre uno de otro la distancia de 20 metros, son verticales con rumbo de Norte a Sud más o menos. Sobre las tres vetas se ve un manto del mismo metal que tendrá un grueso de 1 ½ metro y que se extiende sobre la loma donde se encuentran las tres vetas citadas. El trabajo que se concretaron hacer los españoles fue el de galería de 40 metros sobre el manto horizontal, y fuera de varios registros practicados en las vetas y actualmente aterrados. En el mismo lugar donde se encuentra este mineral y cerca de la casa del vecino Teodoro Cruz, existen las ruinas de los hornos y casas antiguas que construyeron en esos tiempos los españoles, rodeados de inmensas cantidades de escoria, la mayor parte con ley bastante de cobre todavía”. Junto a los detalles de confección, sugieren que se trata de un quimbalete de origen colonial; y que el taller de molienda funcionaba de manera semejante a los que actualmente se utilizan en el Perú. La parte móvil del quimbalete de Cobres consiste en una roca de granito irregularmente tallada, y sus dimensiones son las siguientes: 0.85 m de altura máxima, 0.80 m de ancho máximo, 0.46 m de espesor máximo. Antaño se emplazaba sobre una solera o piedra plana (en rigor un afloramiento de granito) dentro del taller de molienda.

Es oportuno recordar que Bomán (1908: 541-542) también aportó datos sobre otras muelas para triturar minerales: “Fuera de este maray, he visto en la puna otros que tienen formas análogas. Dos marayes se encuentran cerca de la iglesia de Rinconada y otro en Pompeya, a unos 10 Km. al sur de San Antonio de los Cobres. Conocemos dos más de la región diaguita: uno se encuentra en La Placilla, en la Sierra de las Capillitas, departamento de Andalgalá (provincia de Catamarca) y el otro en Huasan, cerca del pueblo de Andalgalá. El primero ha sido descrito por Lafone-Quevedo (189, p. 59) y luego por el Dr. Ten Kate (342, p. 332) que da una figura del mismo. El segundo Maray está mostrado por Ambrosetti (49, pág. 151 y 29, pág. 178 y 179) que reproduce también el dibujo de Ten Kate, del maray de Capillitas. A. Quiroga (295, p. 207) dice igualmente haber visto, en el departamento de Tinogasta (Catamarca), numerosos marayes que él llama conanas, y



Figura 26. Foto de la voladora o elemento móvil del 'maray' de Boman (1908), aparato que aún se conserva en Cobres.

D.S. Aguiar nos hace saber que hay también marayes en la provincia de San Juan”.

En nuestros días, la construcción y el uso de quimballetes, así como de los talleres de molienda en que operan, se dan siempre dentro del marco de la minería artesanal, mayormente para procesar minerales auríferos. Este hecho se enmarca en prácticas mineras locales o tradicionales andinas hoy en día consideradas como ineficientes y de trabajo intensivo. Las mismas están frecuentemente asociadas con impactos ambientales y sociales adversos por la utilización del cianuro o el mercurio y sus efectos sobre la salud de los trabajadores, señalándose que su importancia social y económica radica en el número de familias empleadas en regiones empobrecidas (Wotruba y Vasters, 2002; Valdivia y Sauri, 2004).

CONSIDERACIONES FINALES

Para realizar una eficaz aproximación a la tecnología de molienda antigua, como en cualquier otra rama de la ciencia, se requiere de un lenguaje técnico nutrido por conceptos claros que permitan avanzar con el desarrollo de una metodología de análisis en los cuales basar los modelos interpretativos. En esa línea, esta síntesis brinda un aporte que puede utilizarse para dejar atrás el enredo terminológico existente, ya que es frecuente la utilización de una misma denominación para designar a dos o más artefactos, generando confusiones que han bloqueado el progreso de las investigaciones en esta temática. Por esa razón, cuando intentamos determinar, para la totalidad del espacio andino, donde aparece la

versión más antigua de cada uno de los molinos aludidos, encontramos que faltan datos y los que hay no son suficientemente claros. Esto debido a la falta de una descripción detallada en el registro de cada artefacto agravada por el enredo de términos. Estudios, como los informes arqueológicos que se realizan en los distritos mineros andinos podrán encontrar en este resumen una guía que les ayude a interpretar y a denominar acertadamente a los vestigios de molinos mineros.

Es conveniente tener presente que si bien se puede identificar de manera sumaria a un objeto técnico a través de cierto fin práctico al cual responde, este puede tener más de un uso en el seno de una misma comunidad (Simondon, 2007). En ese sentido probablemente buena parte de los tipos de molinos manuales incluidos en estas notas no solamente han sido utilizados para triturar y moler minerales, sino que se han empleado en otros fines, por lo que en cada caso deberá prestarse especial atención al contexto arqueológico a la hora de interpretar que otros posibles usos se les daba (por ejemplo, un molino de uso alimentario puede ser idéntico a uno de uso minero).

En cuanto a la tecnología aplicada para la molturación de minerales queda sugerida una cadena evolutiva que, mediante algunas modificaciones, permitió a las culturas andinas dar el paso desde los molinos por percusión (mortero, tacana, conana, molino quebrantador), a los molinos por presión (batán, maray y quimballete) ganando tamaño y capacidad. Esto posibilitó procesar mayores volúmenes de rocas mineralizadas y aumentar la eficiencia de los procesos productivos. Además seguramente se aplicó durante épocas prehispánicas la metodología de molienda en seco (mortero, taca-

na, conana, yunque, molino quebrantador, batán, maray, quimbalete) y probablemente también la molienda húmeda (maray y quimbalete).

Con la llegada de los españoles aparece el machaqueo con objetos de hierro (martillos, almadenetas...) y la mecanización de la molienda, mediante el empleo de caballerías, energía hidráulica, etc. Nuevos métodos, de mayor rendimiento y capacidad, irán sustituyendo a las técnicas precolombinas, aunque todavía se emplean en nuestros días las técnicas más arcanas.

Añadimos un mapa de las principales localidades estudias (Fig. 27)



Figura 27. Mapa con la ubicación de los distritos mineros mencionados, ciudades y localidades de referencia.

BIBLIOGRAFÍA

Ambrosetti, J. 1904. El Bronce en la Región Calchaquí. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*. Tomo XI, p.163-189. Buenos Aires.

Angiorama, C. y Becerra, F. 2010. Antiguas evidencias de minería y metalurgia en Pozuelos, Santo Domingo y Coyahuayma (Puna de Jujuy, Argentina). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 15 (1), 81-104.

Barba, A. (1640) 1992. *Arte de los Metales en que se enseña el verdadero beneficio de los metales de oro y plata por azogue, el modo de fundirlos todos y como se han de refinar y apartar unos de otros*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

Becerra, A. 1887. *Excursión hecha desde la cuesta de Acay a las cordilleras poniente de la provincia con datos y detalles a las instrucciones sobre borateras*. Imprenta de El Nacional, Salta, 48 pp.

Boman, E. (1908) 1992. *Antigüedades de la Región Andina de la República Argentina y del Desierto de Atacama*. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy.

Bravo, A. 1993. *Quichismo en la toponimia de Salta*. Biblioteca de Textos Universitarios. Universidad Católica de Salta.

Caletti, S. y Marchioli A. 2007. *Informe de entrega de material arqueológico: crucifijo procedente de Mina Incahuasi*. Fase Exploración. Empresa Servicio Minero y Gestoría Ambiental para Cardero Argentina, San Fernando del Valle de Catamarca.

Caletti, S. y Juárez, C. 2010. *Generalidades del Proceso de Molienda en la Antigua Minería Surandina*. Informe, Club de la Minería, <http://www.google.com.ar/imgres?imgurl=http://www.miningclub.com>.

Costa, M., Alfonso, P. y Palacios, S. 2009. *Proceso de tratamiento para la recuperación de oro en el asentamiento minero artesanal de Misky, Perú*. II Congreso Internacional sobre Geología y Minería en la Ordenación del Territorio y en el Desarrollo, Utrillas, 231-242.

De Aparicio, F. 1925-27. Investigaciones Arqueológicas en la Región Serrana de la Provincia de Córdoba. *Physis*, VIII, 120 y ss.

De Llanos, G. (1611) 2009. *Diccionario y Maneras de Hablar que se Usan en las Minas y sus Labores en los Ingenios y Beneficios de los Metales*. Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas, Madrid.

De Nigris, M. 2009. *Arqueología, Minería y Metalurgia en la localidad de Cobres y sus alrededores (Periodos Prehispánico y Colonial)*. Tesis, Escuela de Antropología, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Salta, Salta.

De Nigris, M. 2010. *El Maray y el Quimbalete, muelas para triturar minerales*. XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Mendoza.

Fraresso, C. 2004. *El 'Sistema Técnico' de la Metalurgia de Transformación en la Cultura Mochica: Nuevas Perspectivas*. En Actas del Primer Congreso Internacional de Jóvenes Investigadores de la Cultura Mochica. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Garcilaso de la Vega, I. 1609-1613. *Primera Parte de los Comentarios Reales que tratan del origen de los Yncas, de su Idolatría, Leyes y Gobierno en paz y en guerra: de sus vidas y conquistas, y de todo lo que fue de aquel Imperio y su República, antes que los españoles pasaran a él*. Ed. en la oficina de Pedro Crasbeeck, Lisboa.

González A. 1979a. Dinámica Cultural del N.O. Argentino. Evolución e Historia en las Culturas del N.O. Argentino. En *Antiquitas. Boletín de la Asociación Amigos del Instituto de Arqueología*. Facultad de Historia y Letras de la Universidad del Salvador, Buenos Aires.

González A. 1979b. *Precolumbian metallurgy of Northwest Argentina. Historical development and cultural process*. En *Precolumbian Metallurgy of South America* (Ed. E. Benson). Dumbarton Oaks, Washington.

González L. 2004. *Bronces Sin Nombre: La Metalurgia Prehispánica En El Noroeste Argentino*. Ed. Fundación CEPPA, Buenos Aires.

Gutiérrez, D. 2006. *Diccionario Qheswa-Español Simi Taq*. Academia Mayor de la lengua Quechua, Gobierno Regional, Cusco.

Hentschel, T., Hruschka, F. y Priester, M. 2002. *Global Report on Artisanal & Small-Scale Mining*. International Institute of Environment and Development, London.

- Larco Hoyle, R. (1938) 2005. *Los Mochicas*. Fundación Telefónica, Lima.
- Priester, M., Hentschel, T. y Benthin, B. 1993. *Tools for Mining Techniques and Processes for Small Scale Mining*. Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien - GATE, a division of the Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Wiesbaden.
- Santoni, M. 1987. *Ficha Fotográfica*. Salta. (Manuscrito).
- Simondon, G. 2007. *El Modo de Existencia de los Objetos Técnicos*. Prometeo Libros, Buenos Aires.
- Tödter, C., Waters, W. y Zahn, C. 2002. *Diccionario Shimikutana Asirtachik Killka Inka-Castellano (Quechua del Pastaza)*. Instituto Lingüístico de Verano, Lima.
- Valdivia, S. y Sauri, Y. 2004. Inventarios de Ciclo de Vida del Oro, de actividades Mineras artesanales y de pequeña escala en el Perú. *Holística Revista de Ingeniería Industrial*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Van Buren, M. 2004. *Proyecto Arqueológico Porco-Potosí. La minería de la Plata en los Andes meridionales durante las épocas de los inkas y los españoles coloniales*. Colorado State University. Fort Collins. Disponible online: www.lamar.colostate.edu/~mvanbure/spanish%20index.htm
- Veiga, M., Metcalf, S., Baker, R., Klein, B., Davis, G., Bamber, A., Siegel, S. y Sigo, P. 2006. *Manual for Training Artisanal and Small-Scale Gold Miners*. Global Mercury Project. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Vienna.
- Winckler, G. 2006. *Diccionario de uso para la descripción de objetos líticos*. Buenos Aires. Disponible online: <http://www.winckler.com.ar/Diccionario.pdf>
- Wise, R. 2008. *Rimaycuna. Quechua de Huanuco*. Instituto Lingüístico de Verano, Lima.
- Wotruba, H. y Vasters, J. 2002. *Estudio para mejorar el proceso de quimbaleteo minimizando las pérdidas altas de mercurio*. Ed. Proyecto Gama, Huanca.