

De Re Metallica, 16, 2011 pp. 21-31

© Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero

ISSN: 1888-8615

EL USO DE LOS HORNOS PACHAMANCA Y GUAYRA PARA LA FUNDICIÓN EN LOS ANDES

Mario R. De Nigris¹ y Octavio Puche Riart²

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

²ETSI Minas, Ríos Rosas 21, 28003 Madrid. octavio.puche@upm.es

RESUMEN

El presente estudio ofrece una reseña sobre la tradición metalúrgica andina, discrimina al horno de pachamanca del horno guayra, así como de otros hornos, y trata sobre su uso para la fundición en los Andes. Se apoya en las descripciones aportadas por los cronistas españoles coloniales, arqueólogos, etc. Haciendo referencia a evidencias arqueológicas pertenecientes a los períodos prehispánicos y colonial que se presentan en los distritos mineros de Morococha (Huancavelica, Perú), Porco (Bolivia) y en algunos sitios del Noroeste de Argentina, etc. Cabe acotar que la temática abordada aporta al conocimiento de los hornos de fundición andinos y constituye una parte apenas divulgada del patrimonio minero.

PALABRAS CLAVE: Metalurgia, hornos, pachamanca, guayra, fundición.

ABSTRACT

The present paper offers a review of the Andean metallurgic tradition, distinguishing the pachamanca furnace from the guayra furnace, as well as from others furnaces, and it deals also with its use for the smelting in the Andes. It is based on the descriptions made by the colonial Spanish chroniclers, archaeologists, etc.; making reference to archaeological evidences pertaining to the pre-Hispanic and colonial periods that appear in the mining districts of Morococha (Huancavelica, Peru), Porco (Bolivia), and in some places of the Northwest of Argentina, etc. It is necessary to annotate that the thematic boarded contributes to the knowledge of the Andean furnaces and constitutes a part very little disclosed of the mining heritage.

KEY WORDS: Metallurgy, furnaces, pachamanca, guayra, smelting.

RESEÑA SOBRE LA METALURGIA ANDINA

El empleo, según datos arqueológicos, del oro nativo está registrado en el 2000 a.C. al Sureste del Perú, en Jiskairumoko, cuenca del lago Titicaca. Hacia el 700 a.C., se utilizaba en la sierra sur-central y costa norte del Perú; y con algo de posterioridad está atestiguado su uso desde el México central hasta el Norte de Chile y en menor grado en las Antillas (González, 1992b). La plata comienza a trabajarse en el Perú hacia el 200 a.C., los actuales México y Perú fueron sus dos grandes áreas productoras. La más importante mina de plata era tal vez la de Porco (Bolivia), aunque al parecer en Tarapacá (Chile) se trabajó una veta muy rica hasta la época de la conquista hispana, momento en que se dice fue tapada para ocultarla a los españoles y desde entonces nada se supo. El platino, aparece generalmente en aluviones asociado con otros metales pesados, como el oro, y pese a su carácter refractario (fundió a 1755° C) era sometido

a ciertos procesos metalúrgicos en la costa de las esmeraldas del Ecuador, desde el 200 a.C. Para el caso del cobre, existen algunos objetos hallados en contextos funerarios en Cupisnique (Perú) que fueron datados entre el 1500-1200 a.C. y en Kuntur Wasi (Perú) se recuperaron dos discos de cobre en un entorno adjudicado al 900 a.C. El cobre comienza a utilizarse entre el 1200 y el 800 a.C. en el altiplano de Bolivia (Wankarani, Chiripa) donde existía abundante en estado nativo y también en el Norte de Chile (Sánchez Montañés, 1988; De Nigris, 2009).

El invento del cobre arsenical¹ o aleación del cobre con arsénico y la aparición del bronce o aleación de cobre con estaño² ocurrió en el Noroeste de Argentina y de manera casi simultánea en la cultura Condorhuasi (entre el 100 y el 200 d.C.) (Fig. 1). La particularidad del proceso tecnológico evolutivo del Noroeste de Argentina viene dada porque allí en principio predominaron los artefactos elaborados con cobre arsenical

¹ Muchos de los arqueólogos que trabajan en los Andes han optado por denominarlo bronce lo que se presta a grandes confusiones. Según Lechtman (1976) los cobres arsenicales fueron muy utilizados en la costa norte del Perú desde el Horizonte Medio (550-1000) hasta la llegada de los españoles.

² Las aleaciones tienen un punto de fusión más bajo que los elementos individuales por lo que posibilitan trabajar con hornos que levantan temperaturas menores.



Figura 1. Crisol Condorhuasi-Alamito. Museo de la Escuela de Antropología, Universidad Nacional de Rosario (Argentina).

inclusive hasta los tiempos en los que existió la “cultura de la Aguada” (650-850 d.C.). Luego el cobre arsenical desaparece, siendo reemplazado por el bronce cuando existieron las “culturas Belén y Santa María” (850-1480 d.C.); también durante ese proceso cultural se desarrolló una tecnología que permitía obtener metal a partir de sulfuros y sulfoarseniuros de cobre (González, 1979a; Lechtman, 1979). En cuanto a la difusión de las tecnologías del cobre arsenical y del bronce, estas se habrían irradiado desde el Noroeste de Argentina hacia el resto del espacio andino (González, 1992b); aunque a mayor velocidad debió de hacerlo la del cobre arsenical. Se sabe que varios siglos después los atacameños elaboraban cobres arsenicales, luego habiendo caído bajo la órbita de Tiwanaku se les requirió aleaciones con estaño, elemento que no se encuentra en Atacama. Entre las basuras domésticas de algunos sitios habitacionales (660-995 d.C.) de San Pedro de Atacama (Chile) se han encontrado evidencias de bronce incluyendo fragmentos de lingoteras, pedazos de metal fundido además de restos de escorias, tal y como señala Berenguer Rodríguez (2000: 85): “Al parecer, el estaño y la tecnología para alearlo con el cobre venían de Argentina. Por lo menos así lo sugiere el frecuente hallazgo de objetos de la cultura Aguada en las tumbas de San Pedro, un grupo de señorios trasandinos con un alto desarrollo de la metalurgia del bronce”. El bronce junto al cobre; este último obtenido mayoritariamente a partir de menas de turquesa, malaquita, atacamita, crisocola, cobre nativo y otros minerales oxidados de cobre, era transportado por caravanas de llamas desde sus lugares de extracción en diversos puntos de la región de Atacama hasta San Pedro de Atacama y desde allí hacia Tiwanaku y sus centros regionales. Posteriormente la tecnología del bronce continuó difundiendo por el resto los Andes pero sin llegar a reemplazar completamente a la del cobre arsenical.

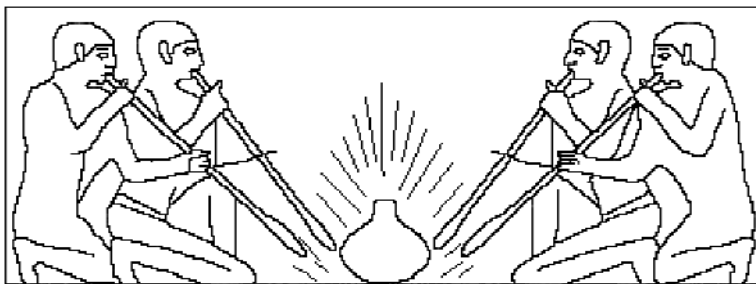


Figura 2. Reconstrucción a partir de la talla egipcia mencionada.



Figura 3. Horno mochica, tomado de Donnan (1998).

CAZUELAS HORNOS

Las primeras imágenes metalúrgicas que conocemos proceden de una talla pétrea de Egipto, en la época de la Vª dinastía, y se trata de una cazuela horno. Los operarios soplan por unas largas toberas tratando de elevar la temperatura al avivar la combustión del carbón vegetal (Fig. 2). Puede que están tratando de fundir cobre, pero también cabe la posibilidad de los metales preciosos. El punto de fusión del cobre es 1083°C, el del oro 1064°C y el de la plata 962°C. En el caso del cobre, la malaquita era la principal mena en la antigüedad, y a partir de ella, con una atmósfera reductora y con ayuda de fundentes, no haría falta más de 700-800°C para la obtención del metal.

Por otro lado en los Andes encontramos una representación prehispánica, en material cerámico, de una cazuela horno que aparece rodeada por cuatro sopladores, la misma pertenece a la cultura Moche de la costa norte del Perú, 300 a.C-700 d.C. (Fig. 3).

En Huaca Sialupe, a 22 km de Batán Grande (Perú), Izumi Shimanda halló un tipo de cazuela horno perteneciente a la cultura Chimú (950-1050 d. C.) (Fig. 4). En esencia se trata de una vasija parcialmente enterrada, de 0,5 m de alto por 0,4 m de base, que operaba con ventilación natural y por tobera levantando hasta 750°C, para procesar eficientemente 20 l de carga y elaborar cobre arsenical (Goldstein, 2007; Shimada *et al.*, 2007).

Afortunadamente de los primeros tiempos de la presencia española en México han llegado hasta el presente algunas ilustraciones de cazuelas horno que, si bien son propios de Mesoamérica, resultan

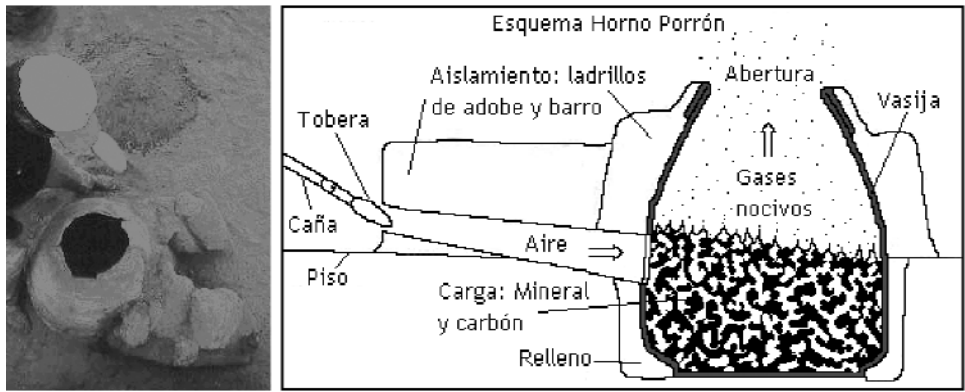


Figura 4. Horno porrón, foto tomada y esquema modificado de Goldstein (2007).

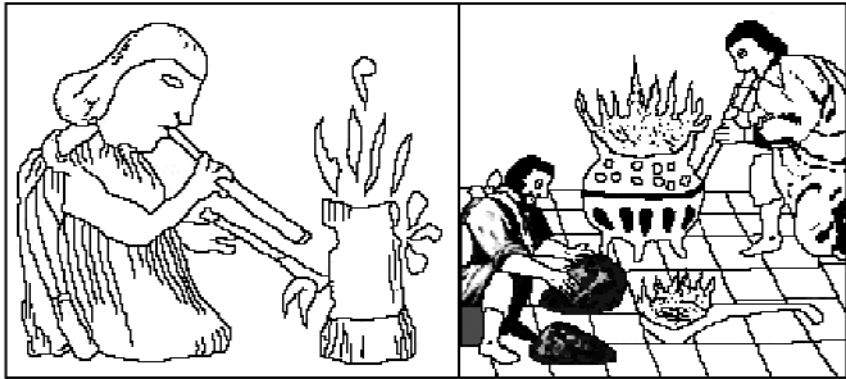


Figura 5. Cazuelas horno de la Nueva España, de diversos formatos representadas en el Mapa de Tloltzin y en el códice Florentino, véase el soplado con toberas.

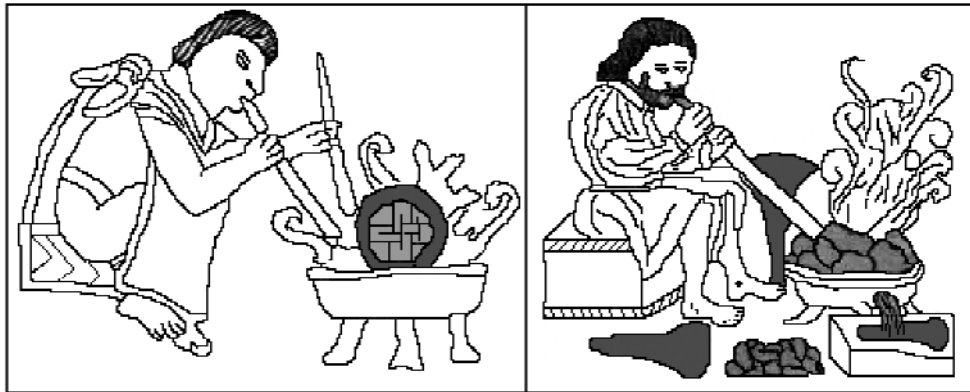


Figura 6. Crisoles, Códice Mendocino (h. 1520-30) y Códice Florentino (h. 1575-77).

de utilidad para la temática que abordamos en este trabajo (Fig. 5). Tal es el caso de la lámina II, figura 32 del Mapa Tloltzin (1^o mitad del siglo XVI), en donde según Grinberg (2004: 67) “se muestra a un fundidor arrodillado frente a un horno similar a los empleados en Sudamérica... al que llamaban guaira”. Mientras que en el códice Florentino, de Bernardino de Sahagún (h. 1575-77) “aparece otro tipo de horno, más parecido a un bracer³, que utiliza como sistema de aireación el soplado por medio de cañutos⁴” (Grinberg, 2004: 68).

Por otro lado según Grinberg (2004: 67-68) en el Códice Mendocino: “se ve a un fundidor agachado frente a un horno, soplando por medio de un cañuto y que sostiene en la otra mano un escorificador”. Este último, de acuerdo con la interpretación de la autora, pudo ser una simple rama verde que se utilizaba para retirar la escoria de la superficie del metal fundido. Para nosotros

esta imagen es de un crisol (Fig. 6). Cabe añadir que el cobre o el bronce fundido debían llevarse a un crisol para sufrir el pertinente proceso de afinado y una vez ya refinado se podía verter en los moldes de fundición, para obtener ornamentos, herramientas y armas. En este sentido en la figura 796, del códice Florentino se observa la representación de un fundidor colando metal, directamente a partir de un crisol, en un molde con forma de hacha (Fig. 6).

EL HORNO GUAYRA (HUAYRA)

Un caso particular de cazuelas horno fueron las guayras o guayrachinas andinas (del quechua “wayra”: viento, y “wayrachina”: donde se hace el viento) de las cuales existió una versión fija y otra portátil (Fig. 7). Se trata de un artificio concebido específicamente como

³ El término “brazo” significa carbón vegetal encendido, de donde deriva la palabra “bracer” usada para aludir a un artefacto confeccionado para alojar los carbones encendidos. Antaño los braceros pudieron mayoritariamente estar hechos de cerámica.
⁴ El término cañutos es un americanismo sinónimo de canutos, plural de canuto, y significa segmentos de cañas.

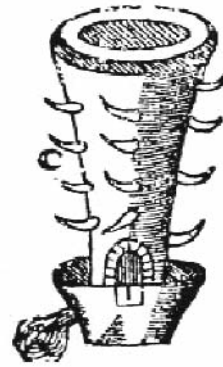


Figura 7. Dibujo de hornos guayras de Potosí, según el *Atlas of Sea Charts*, depositado en la Spanish Society de Nueva York, donde podemos apreciar la dimensión de estos hornos y su ubicación en las carenas de las cadenas montañosas y zonas bien aireadas. Y, a continuación, dibujo de una guayra portátil, según Alonso Barba (1640).

horno de fundición y está atestiguado su empleo histórico para fundir plata, cuyo punto de fusión baja notablemente con la adición de minerales de plomo, es el caso de la galena, denominada en algunas zonas andinas “soroche”.

La primera referencia de estos hornos se la debemos al historiador Cieza de León (1520-1554) quien pocos años después de la conquista del Perú, señala que en Potosí: “Para aprovecharse del metal hacen unas formas de barro, del talle y manera de una albahaquero en España, teniendo por muchas partes algunos agujeros o respiraderos. En estos tales ponían carbón y el metal encima y puestos por los cerros y laderas donde el viento tenía más fuerza, sacaban del plata, la cual apuraban y afinaban después con fuelles pequeños o con cañones con que soplaban.... Y de noche ay tantas dellas por todos los campos y collados que parecen luminarias. Y en tiempo que haze viento rezio, se saca plata en cantidad: quando el viento falta, por ninguna manera pueden sacar ninguna” (Cieza de León, 1553: cap. CIX). Años más tarde señala el cura Álvaro Alonso Barba (1569-1662) en el *Arte de los Metales* que: “Los naturales de esta tierra, como no alcanzaron el uso de nuestros fuelles usaron para las fundiciones los hornos que llaman guayras, y hoy los usan todavía en esta villa Imperial, y en otras partes... están llenos de agujeros por donde entra el aire cuando el viento sopla, tiempo en el que sólo pueden fundir... Pónense en lugares altos, y donde corra viento de ordinario” (Barba, 1640: 139).

Bernabé Cobo (1582-1657) escribe, en 1656, que los indios cernían (con un cedazo, tras la molienda) y lavaban (para separar la mena de la ganga) el mineral metálico, y que durante las noches cuando el viento era más fuerte lo echaban en la boca de los hornos de paredes agujereadas donde fundían su metal (Figs. 8 y 9). Agrega que, de cuando en cuando, limpiaban el horno y el fundidor lograba sacar un tejo de metal; además que estos tejuelos estaban constituidos por una aleación de no muy alta ley. Pero que tenían valor de cambio, ya que con ellos se compraba, vendía y se hacían tratos, y que en ciertos casos afinaban el tejo en hornos para refinar (los cuales

según Alonso Barba (1640: 136) eran denominados tocochimpos o tocochimpos). Mientras que Ulloa (1792), señala que los indios “no conocían otro beneficio que poner al fuego, en tiestos, el metal donde la plata era visible y abundante” de esto se comprende que a los hornos se les llamase “cayana” que en la lengua de los incas significa tiesto (Ulloa, 1792: 213). Ulloa menciona en los primeros tiempos de Potosí la existencia de 6.000 guayras ú hornillos “donde se fundía” (Ulloa, 1792: 210). Esta cifra, Ulloa tal vez la recoja del padre jesuita José Acosta (1540-1600), el cual escribe: “Había antiguamente en las laderas de Potosí, y por las cumbres y collados, más de seis mil guairas, que son aquellos hornillos donde se derrite el metal, puestos al modo de luminarias, que vellos arder de noche y dar lumbre tan lejos, y estar en sí hechos una ascua roja de fuego, era espectáculo agradable” (Acosta, 1590: Lib. IV, Cap. 9). Cuenta Gómez Suárez de Figueroa (1539-1616), apodado Inca Garcilaso de la Vega, en *Comentarios Reales*, las dificultades existentes para fundir la plata de Potosí: “en el Cerro Pequeño halló metal bajo, que casi todo o del todo era plomo, el cual mezclado con el metal de plata la hacía correr... Mezclaban estos dos metales por su cuenta y razón, que tantas libras del metal de plata, echaban tantas onzas del metal de plomo” (Garcilaso, 1609-1613: Lib. VIII, Cap. XXV). Según Garcilaso esto lo hacían los indios en las guayras y luego pasaban a afinar el metal en sus casas, pensamos que allí separarían la plata del plomo por copelación. Señala el oidor de la Audiencia de Lima Juan de Solórzano (1575-1655) en *Política Indiana*, que los indios de Porco ya practicaban la copelación antes de la llegada de los españoles (Solórzano, 1647, Lib. VI, Cap. 2).



Figura 8. Foto de una guayra portátil tomada a fines del siglo XIX, y foto de una guayra fija (Cohen, 2008).

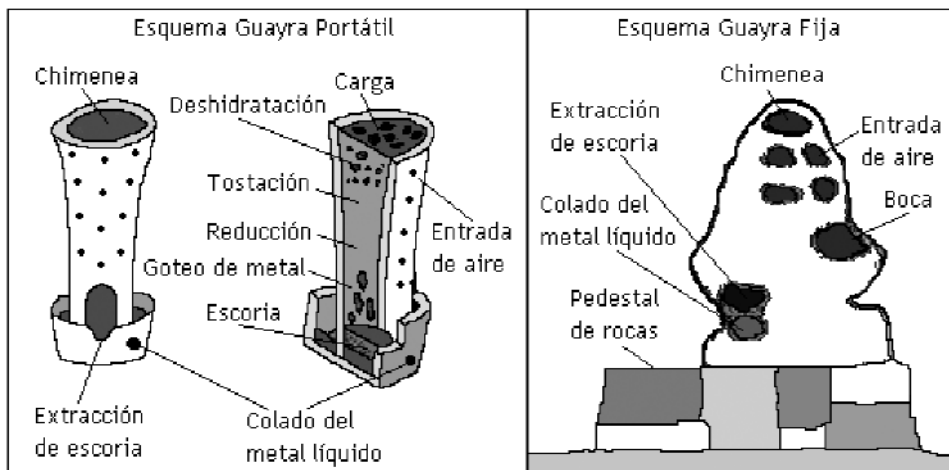


Figura 9. Esquema guayra portátil modificado de Grinberg y Palacios (1992); y esquema de guayra fija modificado de De Nigris (2009).

La aptitud de las guayras para fundir incluso complejos minerales de cobre fue sugerida por Alunni (2006), quien analizó un conjunto de muestras de escorias provenientes de los restos de guayras fijas emplazadas en San Bartolo (provincia del Loa, región de Antofagasta, comuna de San Pedro de Atacama, Chile). Dichos hornos metalúrgicos estaban en operación durante el siglo XVIII (Aldunate *et al.*, 2008), y según los experimentos realizados por Alunni (2006) debieron levantar una temperatura de 1125°C; además la autora comprobó que se utilizaba óxido de manganeso como fundente, un rasgo que informa se conoce sólo en los Andes y el Antiguo Egipto. Para Modesto Bargalló no hay dudas en el empleo de guayras para la fusión del cobre: *“los metales de plata y cobre, al salir de las guairas, eran sometidos a una nueva fusión, y luego se afinaban”* (Bargalló, 1954: 40).

Pero el hallazgo de restos de una guayra necesita confirmarse por evidencias arqueológicas en concordancia (Fig.-10). Según citan Van Buren *et al.* (2004): *“Cuando ya una huayrachina tiene demasiadas rajaduras por los frecuentes encendidos y exposición a los elementos, se la rompe en pedazos y se la descarta en algún lugar cercano. Los sitios donde en algún momento hubo huayrachinas, contienen rocas pequeñas que en su momento fueron usadas para hacer la base de estas huayrachinas o para construir un paravientos, trozos irregulares de las huayrachinas mismas (por lo general vitrificados y a veces con escoria pegada en su interior), pequeños grumos de escoria, ligeramente vidriosos, y trozos de carbón”*.

En ese sentido para la literatura arqueológica los restos de guayras fijas más célebres han sido las de Cobres (Argentina) referenciadas por Boman (1908): *“Las dos substrucciones de Huayras que examiné consisten en plataformas circulares de piedra de 1,50 m de diámetro, cubiertas de un montón de escorias, de culotes de cobre fundido, de cenizas y de fragmentos de terracota”* (Boman, 1908: 538-539).

Según el autor los fragmentos de terracota tenían 0,05 m de espesor y los más grandes con unos 0,15 m de longitud presentaban una superficie ligeramente convexa o cóncava, *esta última muy quemada*, por haber estado expuesta a un intenso calor. *“La forma de los fragmentos demuestra que provienen de grandes piezas de forma cilíndrica, con paredes muy gruesas y en cuyo interior ha habido un fuego que desarrollo una temperatura muy alta.”* (Boman, 1908: 539).

Poco más de un siglo después nosotros (De Nigris, 2009) prospectamos dichos vestigios; al aproximarnos observamos una escombrera con cantidad de fragmentos de escorias que se descolgaban desde la cima de la montaña (Fig.-11). En la cumbre había un montículo formado por escorias y en el piso numerosos fragmentos de crisocola (una mena de cobre oxidada), carbón, y piedras quemadas. Dos hoyos excavados en la cima de la montaña a los (23°39'006''S, 66°17'538''W) con una altitud de 3.628 m y (23°39'012''S, 66°17'540''W) con una altitud de 3.626 m, corresponden a los lugares en donde se emplazaban los hornos; los mismos están situados sobre el filo de un precipicio que recibe el impacto de una fuerte y fría corriente ascendente de aire. Por otro lado y de acuerdo al contexto arqueológico nos pareció que los mencionados vestigios tienen origen colonial y nos preguntamos si allí se utilizó un borato (ulexita) como fundente, ya que este se halla disponible en un yacimiento situado a menos de 10 km.



Figura 10. Escoria y restos de guayra de Porco (Bolivia), según Cohen (2008).

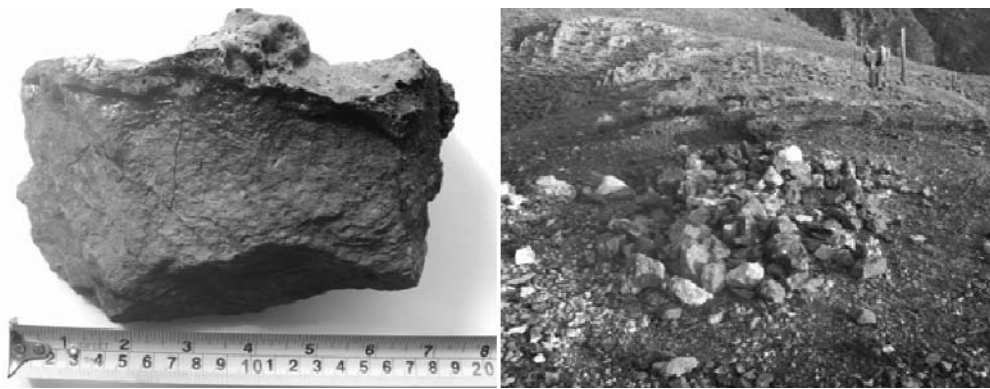


Figura 11. Escorias y restos de las guayras de Cobres, según De Nigris (2009).

UNA VIEJA HIPÓTESIS

Luis Capoché (1585), dueño de minas en Potosí narra *“Y por no tener uso de fuelles para hacer sus fundiciones, usaban estos indios del Perú unos cañones de cobre de tres palmos de largo que soplaban con la boca con trabajo”* (Capoché, 1558: 109-110). Los hornos que normalmente necesitaban ser soplados con toberas eran del tipo cazuela horno y hornos de solera. A continuación el autor hace alusión a un artefacto, no descrito por Alonso Barba y otros cronistas, cuando señala que para sus fundiciones, los mineros y metalúrgicos andinos, solían construir de piedras sueltas y directamente sobre el suelo un horno que tenía alrededor de dos palmos de alto (0,50 m): *“Y a las fundiciones que era menester más fuerza, aprovechábanse del mismo viento, haciendo en el campo, en las partes altas, unos hornillos de piedras sueltas, puestas unas sobre otras sin barro, huecas a manera de unas torrecillas, tan altas como dos palmos. Y ponían el metal con estiércol de sus ganados y alguna leña, por no tener carbón; e hiriendo el viento por las aberturas de las piedras se fundía el metal”* (Capoché, 1585: 110). Además Capoché (1585) escribe que el horno de piedras era un artefacto tradicional andino a partir del cual habían evolucionado, en cierta medida, las guayras durante el Período Colonial⁵: *“Y el tiempo que es maestro e inventor de las artes, enseñó a hacer de barro, por industria de Juan de Marroquí, natural de [blanco], unas formas de barro... que llamaron guayrachina o guaira, que hasta hoy conservan y usan... es tan alta como una vara... casi cuadrada, hueca, abierta por arriba; tiene hechos por sus cuatro lienzos o haces, aberturas o ventanillas por que por ellas haga más efecto el viento... viniendo disminuyendo de lo alto a lo bajo... esta firme, levantada del suelo sobre un asiento a manera de pedestal, vara y media a dos de*

alto para que la señoree más el viento, de donde parece llamarse guaira” (Capoché, 1585: 110). Como vemos, Capoché (1585) dice que las guayras eran unos hornos de barro de aproximadamente una vara de alto (0,83 m, aunque parece ser había mayores), que se levantaban firmes sobre el suelo encima de asientos o pedestales de rocas de hasta una vara y media a dos de alto (Fig. 12).

En cuanto al artefacto que describe como formado por acumulación de piedras sueltas, nos parece que tiene similitudes con los hornos de pachamanca actuales. El gran historiador hispano de la minería americana, el catalán Modesto Bargalló Ardévol (1894-1981) menciona este tipo de hornos para fundir metales (pensamos que galenas argentíferas) y habla de una construcción abovedada: *“con laboratorio cóncavo... y con capacidad para cuatro o cinco quintales de mineral. En él se fundían, sin fundente alguno, menas plomizas: enfriado el plomo de obra, se desmontaba la bóveda del horno y luego se separaba la masa”* (Bargalló, 1955: 93-94).

HORNOS DE SOLERA

Las primeras referencias que tenemos sobre hornos de solera (excavados en el suelo) proceden del Antiguo Egipto, durante el Calcolítico. El horno de fundición parece haber sido un pozo de alrededor de 0,75 m de profundidad y 0,3 m de diámetro, dotado con un pequeño muro de rocas de 0,25 m de altura y de una abertu-

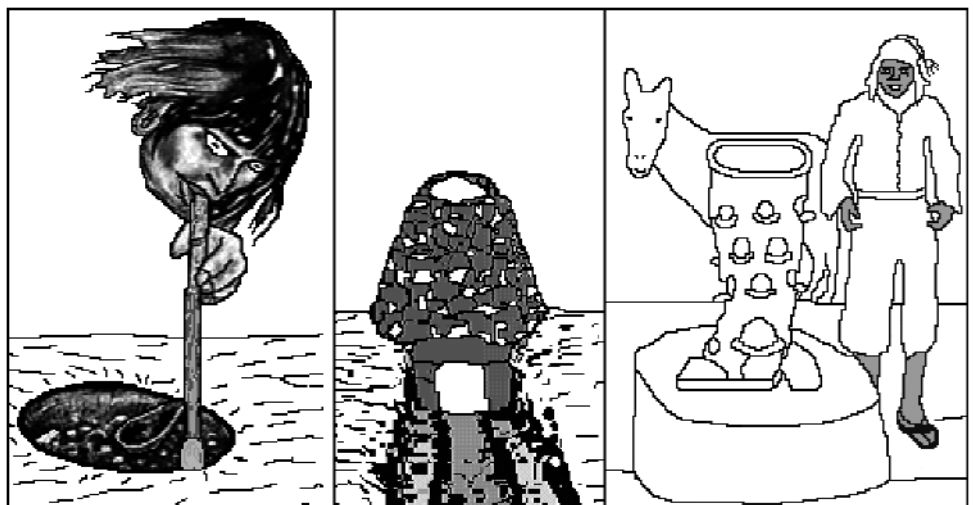


Figura 12. Interpretación de los hornos aludidos por Capoché (horno de solera, horno de piedras y guayra portátil).

⁵ Según se deduce de la siguiente cita: *“Como se vio rico el Marroquí se fue a Castilla y se casó en Sevilla, y puso por armas en un escudo que hizo pintar en el zaguán de su casa la guaira con muchos fuegos como inventor de ella; y siendo yo muchacho la miraba con otros, que no podíamos atinar que blasón fuese”* (Capoché, 1585: 110).



Figura 13. Horno de solera egipcio modificado de Stocks (2003).

ra para permitir el paso del viento. Excavado en la ladera de una colina o en un valle el horno estaba diseñado para funcionar aprovechando el viento, cuando lo había; o más frecuentemente mediante el uso de toberas. Se calcula que entregaba hasta 1 kg de cobre o 2 kg de bronce en cada cochura (Stocks, 2003; Gilmore, 2003) (Fig. 13).

En Batán Grande, (costa norte del Perú) Izumi Shimada encontró un horno de solera con forma de pera que adjudico a la cultura Sicán tardía (1100-1400 d.C.) (Fig. 14). Dicho horno tiene no más de 0,3 m de longitud, por 0,25 m de alto, y 0,25 m de profundidad, y una capacidad de carga que oscila de 1,5 a 3 l. Construido con arcilla refractaria, alcanzó temperaturas de 1000 a 1100° C; y procesaba minerales de cobre con arsénico. Estaba alineado en la dirección del viento y gracias a su fuerza se tornaba operable. Cuando no había viento se necesitaban hasta cuatro hombres soplando, durante tres horas, por medio de cañas, a las que se adosaba en un extremo una punta de material cerámico (Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, 2007).

Otro horno de solera (poco conocido) que era utilizado en el Perú prehispánico, fue documentado mediante una foto por Golder Associates (2003) y probablemente es el mismo que escuetamente referencia Alunni (2006) del siguiente modo: “Simple bowl furnace of the type used in the Central Andes, before and after smelting operation (courtesy of Prof. Heather Lechtman)” (Alunni, 2006: 68) (Fig. 15).

HORNOS DE CUBA

Para algunos autores, por evolución del horno de solera surgió el horno de cuba, cuando la estructura se elevó por encima del suelo o simplemente cuando éste adquirió una morfología más vertical. Es oportuno mencionar que dicho tipo de horno, muestra mayor capacidad de carga que su posible antecesor y es de suponer que presentaba un sistema de soplado desde la parte inferior (Fig. 16). Además resulta difícil encontrar sus restos arqueológicos, ya que probablemente se destruía y reedificaba tras cada cochura. Los vestigios más antiguos tal vez se correspondan con un grupo de hornos que funcionaba hacia el 2000 a.C. en Ayn Soukhna, cerca de Suez (Imperio Medio, de Egipto), los cuales tenía una altura que rondaba 1,20 m y utilizaban ventilación natural (Castel *et al.*, 2008). En el caso de los Andes, en Quillay (Catamarca, Argentina) tenemos un tipo de horno de cuba, aparentemente abovedado⁶, pero éste ha sido referenciado por Raffino *et al.* (1996) como una “huayra incaica⁷” (1480-1535 d.C.). Ubicado en los flancos y parte superior de cárcavas, a su alrededor la superficie estaba *virtualmente sembrada de escorias*, restos de cobre nativo incrustado en ganga y capas de carbón (en la base). El horno de Quillay se construía con adobe, tenía alrededor de 2,20 m de alto, 1m de diámetro, paredes de 0,1 m de espesor y utilizaba ventilación natural (Fig. 16).

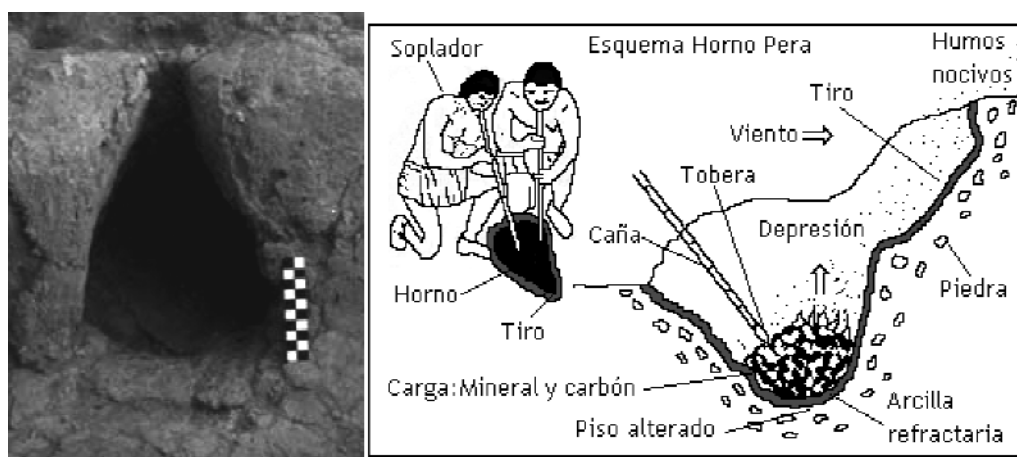


Figura 14. Horno pera, foto y esquema modificado del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (2007).

⁶ Si bien muchos hornos de cuba muestran un ligero abovedamiento en la parte superior, tal vez para forzar el tiro. Hasta donde conocemos la América prehispánica desconoció el principio de la bóveda, por lo que su uso para construir estructuras con ladrillos de adobe no sería posible. Esa y otras cuestiones nos hacen pensar que el caso del horno de Quillay requiere de nuevos estudios en el terreno, y por tanto queda todavía como hipotético.

⁷ Frecuentemente los arqueólogos han metido en el mismo lote a todo tipo de hornos, utilizando sin fundamento el término guayra/huayra como sinónimo de horno de fundición prehispánico.

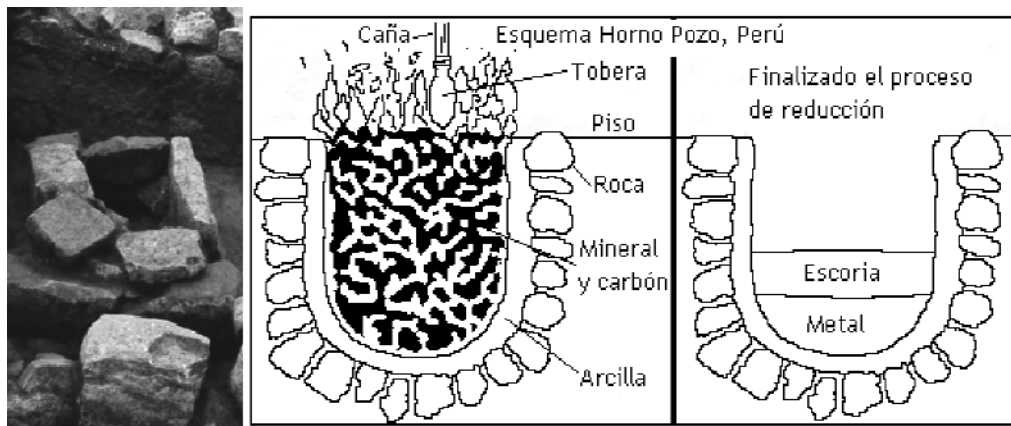


Figura 15. Horno de solera, foto tomada de Golder Associates (2003) y esquema modificado de Alunni (2006).

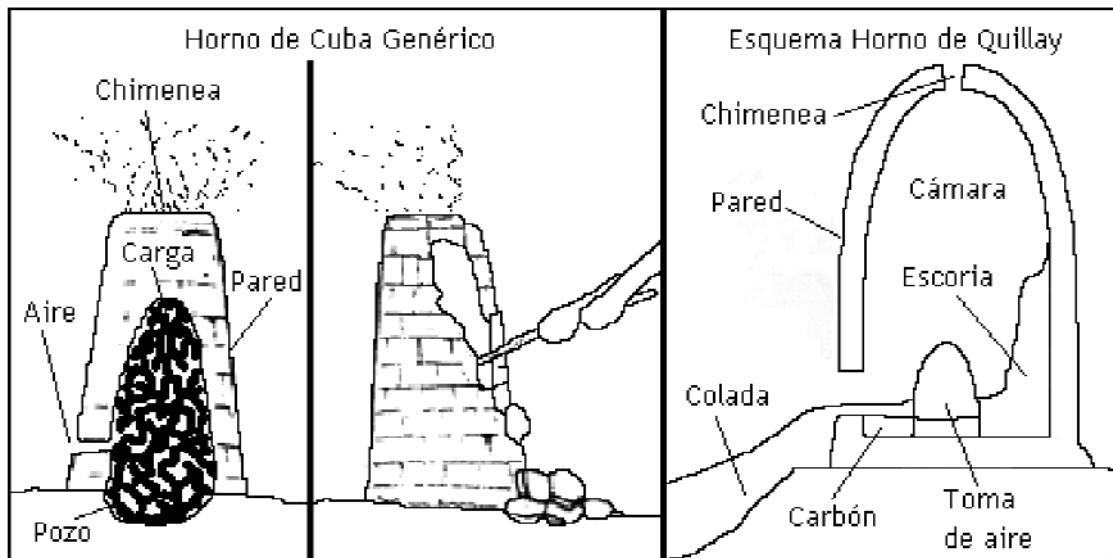


Figura 16. Horno de cuba prehistórico genérico modificado de un folleto anónimo del Museo Arqueológico Nacional de España; y reconstrucción de un horno de Quillay, tomado de Raffino et al. (1996: 63)⁸.

EL HORNO DE PACHAMANCA

El horno de pachamanca⁹ (del quechua “pachamanca”: olla de tierra) ha sido utilizado tanto para el procesamiento de comestibles como para la fundición (Fig. 17). Se diferencia de una solera porque presenta un desarrollo vertical por encima del suelo que la solera no posee; y aunque aparezca la palabra olla no es una cazuela horno, sino que se construye mediante una excavación circular en un suelo preferentemente arenoso. Tampoco muestra alguna de las típicas morfologías de los hornos de cuba. El hoyo sirve para recoger el fundido y tiene sus paredes estabilizadas por un cemento de piedras refractarias sobre el que se construye un edificio a modo de bóveda cerrada con piedras sueltas colocadas unas sobre otras. Los agujeros que quedan entre las piedras permiten que haga más efecto el viento, lo que favorece subir la temperatura. Una canaleta conecta con el pozo mediante una puerta abajo del edificio, por allí se introduce leña al hoyo. Esa puerta junto con

las aberturas que hay entre las piedras del edificio le otorga al horno un tiraje propio, posibilitando que al prender el fuego las llamas suban y abrasen toda la estructura. Cabe añadir que probablemente las dimensiones usuales del hoyo y edificio de este horno oscilan entre 0,5 a 1 m de diámetro por 0,5 a 0,7 m de altura y 0,5 m de profundidad.

En el Perú encontramos referencias como el informe redactado por el ingeniero de minas Velarde (1906): “La región de Huancavelica ha sido explotada desde hace muchos años por pequeños industriales que extraían minerales de plomo argentífero para beneficiarlos en hornitos de pachamanca, cuyos vestigios se encuentran en los alrededores de la región, especialmente junto a los pueblecitos de Huatllay y Huaichao” (Velarde, 1906: 3). El mismo autor señala que numerosas labores poco profundas y de tajo abierto en los afloramientos de las vetas manifestaban la explotación emprendida, añadiendo que se acostumbraba arrendar los citados hornos

⁸ Donde pone colada, nosotros suponemos que se refiere al sangrado de las escorias, el metal más denso quedaría al fondo del horno.

⁹ El término pachamanca deriva del quechua “pacha”: tierra y “manca”: olla; y no fue conocido por los cronistas coloniales porque se originó en el Perú republicano.

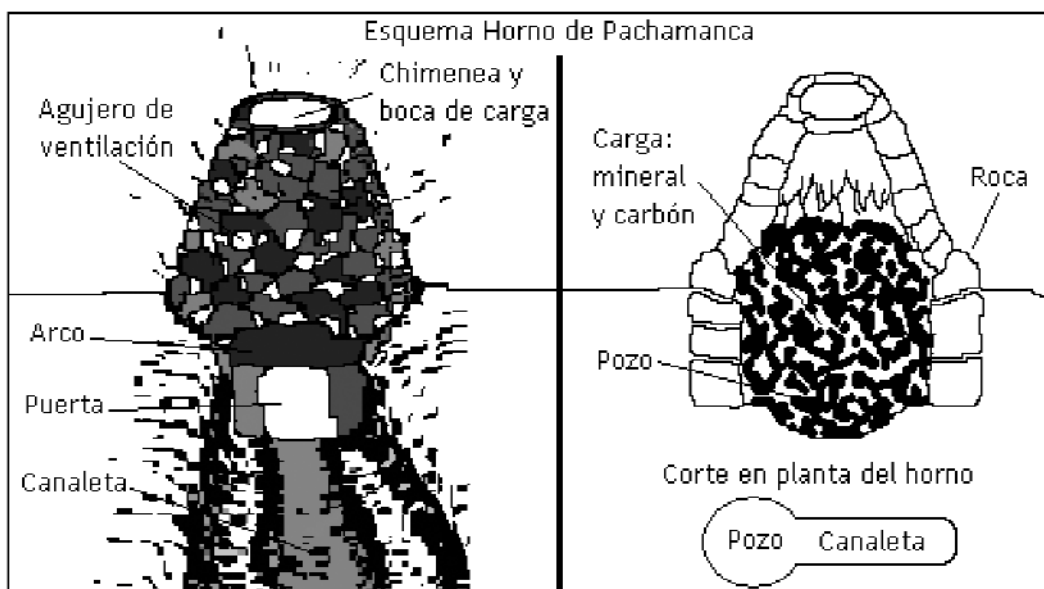


Figura 17. Horno de pachamanca modificado de De Nigris (2009) y De Nigris (2010).

pagando una merced que se deducía del valor de la plata obtenida. Dávalos y Lissón (1926) cita restos de fundiciones antiguas en hornos de pachamanca y escorias plumbíferas en la región de Yauli alrededor de Morococha (Perú). Mientras que Ponce (2007) afirma que Morococha es un distrito minero cuyas riquezas de plata y cobre parecen haber sido explotadas desde antes de la llegada de los españoles, y que documentos pertenecientes a los archivos de la Cerro de Pasco Corporation, señalan que durante la colonia, los minerales galena y “pavonada” (minerales de aspecto oscuro, a veces azulados) eran fundidos en hornos de pachamanca.

En Argentina tenemos citas que aluden a hornos de pachamanca, pero aquí notamos que estos han sido identificados a un determinado tipo de hornos guayra. Cronológicamente el primer caso que nos consta fue dado a conocer por Ambrosetti, el cual narra que: “*El Sr. D. Moisés Lozano, infatigable minero y cateador de minas de Salta, me ha comunicado que sobre los cerros en diversos puntos de esta Provincia halló restos de huayras, todas ellas de pequeño tamaño, un metro á lo más de diámetro, cuyas paredes eran de pirca de piedra¹⁰, una arenisca, y el fondo en forma de taza de una mezcla de ceniza y huesos machacados.*” (Ambrosetti, 1904: 188). Más reciente-

mente, González (2002) informa que encontró en Rincón Chico (Catamarca, Argentina) las bases de lo que él interpreta como hornos tipo guayra, pese a que certificamos la ausencia de material cerámico en su descripción. Consisten en cinco estructuras circulares de piedra de 0,5 m de diámetro, apoyadas sobre un sedimento que presenta signos de termoalteración. El autor comenta que gran cantidad de cantos rodados y trozos de rocas, que allí aparecen, muestran evidencias de haber estado sometidos a altas temperaturas, estimando que las estructuras habrían tenido una altitud de medio metro, forma semiesférica y que estaban construidas con piedras trabadas o tenían un mortero expeditivo que dejaba aberturas para permitir la circulación del viento. Cabe acotar que en este caso se trata de un sitio perteneciente al Período Tardío (850-1480 d.C.) que fue reutilizado durante el Período Imperial o Incaico (1480-1535 d.C.) (Fig. 18).

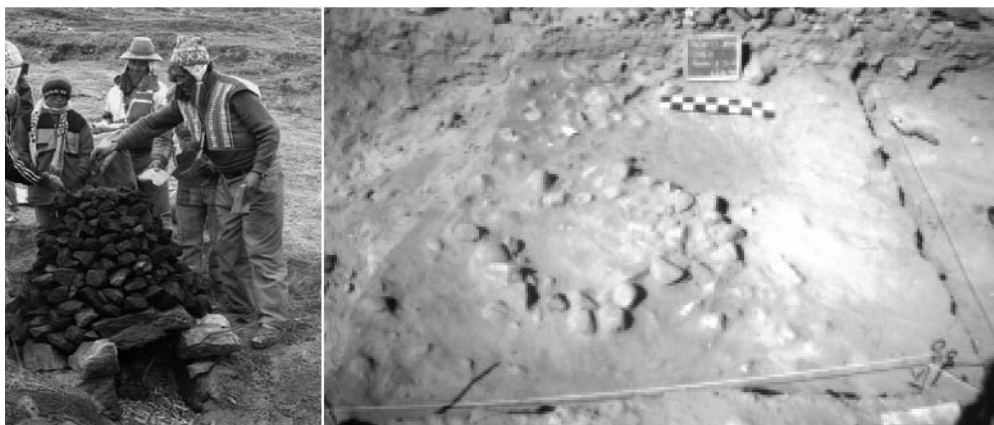


Figura 18. Horno de pachamanca etnográfico; y vestigios prehispánicos de un posible horno pachamanca encontrados en Rincón Chico (foto tomada de González, 2002).

¹⁰ Pirca en quechua significa pared, muro. Se trata de una pared construida con piedras apoyadas unas sobre otras y sin el uso de un mortero, pared de piedra en seco.

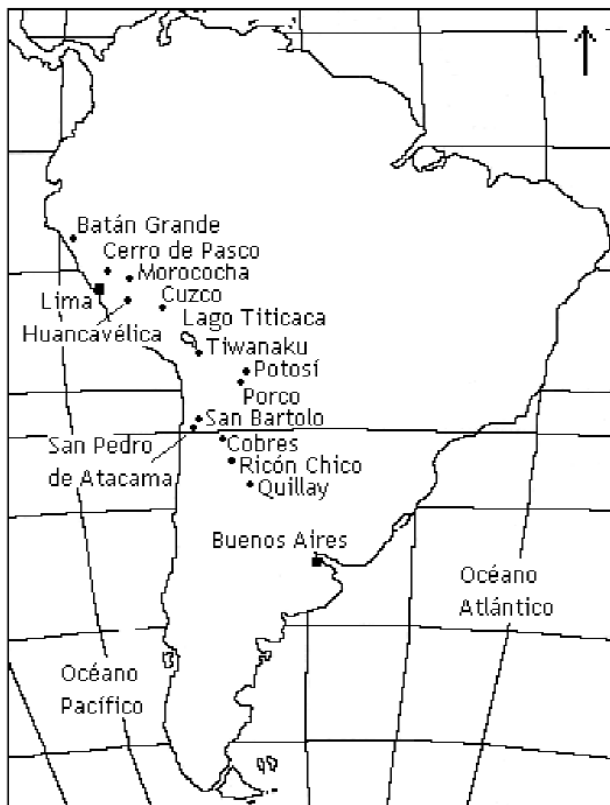


Figura 19. Mapa de Sudamérica con la ubicación de los yacimientos arqueometalúrgicos mencionados.

CONCLUSIONES

Tras analizar distintos tipos hornos andinos para fundir metales en distintas localidades de Sudamérica (Fig. 18), de las épocas colonial y anteriores, se pueden observar diversidad de tipologías, que nosotros hemos agrupado en: cazuelas horno (como es el caso de las guayras), soleras, hornos de cuba y hornos de pachamanca.

Como vemos en su descripción, esquema y vestigios los hornos de pachamanca son distintos a las guayras, las soleras y los de cuba, aunque pudieran tener algún elemento común con ellos. De acuerdo con los datos arqueológicos y las referencias aludidas, el horno de pachamanca fue diseñado para aprovechar al máximo las fuertes corrientes de viento que imperan en las laderas montañosas y se hacen presentes en algunos valles andinos; para tal propósito está dotado de un edificio construido con piedras sueltas y al igual que como sucede con el horno guayra estaría operable solo cuando soplaban el viento. También atendiendo al diseño nos parece plausible la consideración de Capoché (1585) de que el horno guayra evolucionó, al menos en parte, a partir del horno de pachamanca. Pero a diferencia del autor no podemos asegurar que dicho invento haya ocurrido durante el Período Colonial, ni que haya sido obra de un tal Juan de Marroquí como lo menciona. Aunque, hasta donde conocemos, aún no se han encontrado vestigios de hornos tipo guayras que mediante métodos de datación pertinentes (termoluminiscencia, paleomagnetismo) hayan probado pertenecer a los períodos prehistóricos.

La modalidad del uso del horno de pachamanca para la fundición, no se ajustaría en todo a la que se utiliza cuando se procura procesar comestibles en los hornos etnográficos con dicho nombre que pueden verse en el Perú.

Además por lo expresado resulta evidente la necesidad de construir modelos experimentales de los hornos guayra y de pachamanca para echar luz sobre algunos aspectos esenciales como: cuanta temperatura pueden levantar tomando en cuenta volumen y velocidad del viento, masa y minerales que pueden procesar, etc., de acuerdo a distintas tipologías de combustibles y empleo de fundentes.

Para finalizar el horno de pachamanca es un testimonio de una tecnología ancestral, simple y versátil a la que nos referimos previamente (De Nigris, 2009, 2010) y cuyo estudio, al igual que el de todos los hornos que mencionamos en este escrito, nos interesa ir completando y complejizando.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. 1590. *Historia Natural y moral de las Indias, en que se tratan las cosas notables del cielo, y elementos, metales, plantas, y animales dellas: y los ritos y ceremonias, leyes, y gobierno, y guerras de los Indios*. Imp. Casa de Juan de León, Sevilla.
- Ambrosetti, J. 1904. El Bronce en la Región Calchaquí. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*, XI.
- Aldunate del S., Castro V. y Varela V. 2008. San Bartolo y Cobiya: testimonios de un modo de vida minero en las tierras altas y la costa de Atacama. *Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas*, 35, 97-118.
- Alunni, A. 2006. *A Study Investigating Copper Smelting Remains From San Bartolo, Chile*. Submitted to the Department of Materials Science and Engineering in Partial Fulfillment of the requirements for the Degree of Bachelor of Science at the Massachusetts Institute of Technology. Boston.
- 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.
- Bargalló, M. 1955. *La Minería y la Metalurgia en la América Española durante la Época Colonial*. Fondo de Cultura Económica, México-Buenos Aires.
- Berenguer Rodríguez, J. 2000. *Tiwanaku Señores del Lago Sagrado*. Museo Chileno de Arte Precolombino. Santiago de Chile.
- 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. Jujuy.
- Capoché, L. (1585) 1959. *Relación General de la Villa Imperial de Potosí*. Biblioteca de Autores Españoles. Ediciones Atlas. Madrid.
- Castel, G., Tallet, P y Fluzin, Ph. 2008. La Métallurgie du cuivre au temps des pharaons. *Archéologia*, 460, 62-71.
- Cieza de León, P. 1553. *Primera parte de la Crónica del Perú, que trata de la demarcación de sus provincias, la descripción de ellas, las fundaciones de las nuevas ciudades, los ritos y costumbres de los Indios, con otras cosas extrañas dignas de saberse*. Imp. Casa de Martín Montesdeoca. Sevilla.

- Cobo, B. (1656) 1965. *Obras del Padre Bernabé Cobo*. Biblioteca de Autores Españoles. Ediciones Atlas. Madrid.
- Códice Mendocino: Manuscrito Azteca. (1520-30) 1925. Ed. Paso y Troncoso, México.
- Cohen, C. 2008. *Current day Bolivian silver production versus the archeological record: a scientific approach to understanding metallurgy past & present*. Tesis Doctoral (Power Point). Institute of Archaeology. London. <http://www.miningscotland.org/.../Claire%20Cohen%20presentation%20Edinburgh%202007.pdf>
- Dávalos y Lissón, P. 1926. *La primera centuria: causas geográficas, políticas y económicas que han detenido el progreso moral y material del Perú en el primer siglo de su vida independiente*. T. I. Librería e Imprenta Gil. Lima.
- De Nigris, M. 2009. *Arqueología, Minería y Metalurgia en la localidad de Cobres y sus alrededores (Periodos Prehispánico y Colonial)*. Tesis para optar por el título de Antropólogo, Escuela de Antropología, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Salta. Salta.
- De Nigris, M. 2010. El ancestral uso del horno de pachamanca para la fundición en los Andes. XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Mendoza.
- Donnan, C. 1998. Un cerámico Moche y la fundición prehispánica de metales. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 7, 9-18.
- 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 el*. Ed. en la oficina de Pedro Crasbeeck. Lisboa.
- Gilmore, G. 2003. *The Chemical Analysis of the Kahun Metals. In The Pyramid Builders of Ancient Egypt. A Modern Investigation of Pharaohs Workforce* (Ed. R. David). Routledge Taylor & Francis Group. New York.
- Golder Associates. 2003. *Proyecto Alto Chicama EIA*. Minera Barrick Misquichilca S.A. http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/estudios/chicama/archivos/Volumen_E_Fotografias.pdf.
- Goldstein, D. 2007. *Forest and Fires: a paleoethnobotanical assessment of the impact of Middle Sicán pyrotechnology on the dry tropical forest of the La Leche River Valley, Lambayeque, Peru. (950-1050 C.E.)*. Tesis doctoral, Department of Anthropology, Southern Illinois University. Carbondale.
- González, A. 1979a. La metalurgia precolombina del N.O. argentino, secuencia histórica y proceso cultural. En *Actas Jornadas del Noroeste*. Universidad del Salvador. Buenos Aires.
- González, A. 1992b. La metalurgia precolombina de Sudamérica y la búsqueda de los mecanismos de la evolución cultural. En *Prehistoria Sudamericana. Nuevas Perspectivas*. Taraxacum. Washington.
- González, L. 2002. Heredará el bronce. Incas y metalurgia en el Noroeste argentino. *Intersecciones en Antropología*, 3, 55-68.
- Grinberg, D. 2004. *¿Qué sabían de fundición los antiguos habitantes de Mesoamérica?* Parte I. Ingenierías. Vol. VII, Nº 22. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Grinberg, D. y Palacios, T. 1992. Hornos prehispánicos empleados en la reducción de minerales de plata. Universidad Nacional Autónoma de México. *Rev. Quipu*, IX, 121, 149-171.
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, 2007. *El hombre y los metales del Perú*. Fascículo I. L&L Editores SRL. San Isidro. Lima.
- Lechtman, H. 1976. A metallurgical site survey in the Peruvian Andes. *Journal of Field Archaeology*, 3, 1-42.
- Lechtman, H. 1979. Issues in Andean Metallurgy. En *Pre-Columbian Metallurgy of South America* (Ed. E. Benson). Dumbarton Oaks. Washington.
- Mapa Tloltzin. (1º mitad del siglo XVI) 1885. *Memoirs sur la peinture didactique et l'écriture figurative des ancient mexicains*. Ed. Aubin, Paris.
- Ponce, M. 2007. *Distrito de Morococha. Región Minera de Huancavelica, Prov. De Cerro de Pasco*. Alcaldía Distrital. <http://www.oroya.com.pe/morococha.html>.
- Raffino R., Iturriza R., Iácona A., Capparelli A., Gobbo D., Montes V. y Vázquez R. 1996. Quillay: Centro metalúrgico inka en el noroeste argentino. *Tawantinsuyu: una revista internacional de estudios inkas*. La Plata.
- Sahagún, Bernardino de (1575-77) 1975. *Florentine Codex: General History of Things of New Spain* (13 vols., 2ª ed. rev.). School of American Research. Salt Lake City.
- Sánchez Montañés, E. 1988. *Orfebrería Precolombina y Colonial*. Biblioteca Iberoamericana. Ed. Anaya S.A. Madrid.
- Solórzano y Pereira, J. (1647) 1776. *Política Indiana, dividida en seis libros en los que con gran distinción, y estudio, se trata de todo lo relativo al descubrimiento, descripción, adquisición y retención de las mismas Indias, y su Gobierno particular, así cerca de las personas de los Indios, y de sus Servicios, Tributos, Diezmos y Encomiendas, como de lo espiritual y eclesiástico cerca de su doctrina: Patronazgo Real, Iglesias, Prelados, etc., etc. Obra de sumo trabajo, importancia y utilidad, no solo para los de las provincias de las Indias, sino de las de España, y otras naciones (de cualquier profesión que sean) por la gran variedad de cosas que comprende, adornada de todas letras, y escrita con el método, claridad y lenguaje, que por ella parecerá, corregida é ilustrada, con notas por el Lic. D. Francisco Ramírez de Valenzuela*. Imp. Real de la Gaceta. Madrid.
- Stocks, D. 2003. *Experiments in Egyptian Archaeology. Stoneworking Technology in Ancient Egypt*. Routledge Taylor & Francis Group. New York.
- Ulloa, A. 1792. *Noticias Americanas. Entretenimientos Físico-Históricos sobre la América Meridional, y la Septentrional-Oriental. Comparación general de los territorios, climas y producciones en las tres especies vegetal, animal y mineral, con una relación particular de los indios de aquellos países, sus costumbres y usos, de las petrificaciones de cuerpos marinos, y de las antigüedades. Con un discurso sobre el idioma; y conjetura sobre el modo en que pasaron los primeros pobladores*. Imprenta Real. Madrid.
- Van Buren, M. et al. 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. <http://lamar.colostate.edu/~mvanbure/spanish%20index.htm>
- Velarde, C. (1906) 2008. *La Región Minera de Huancavelica, Distrito Huayllay, Prov. de Cerro de Pasco*. En Ministerio de Fomento. *Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú*, Nº 44. Imprenta y Librería Carlos Prince. Lima.

