

# PETROGRAFÍA CERÁMICA APLICADA AL ESTUDIO DE LA METALURGIA EN EL NOROESTE ARGENTINO PREHISPÁNICO

## CERAMIC PETROGRAPHY APPLIED TO THE STUDY OF METALURGY IN THE PREHISPANIC ARGENTINE NORTHWEST

Geraldine Gluzman<sup>1</sup> y E. Beatriz Maisonnave<sup>2,3</sup>

La producción de cerámicas metalúrgicas prehispánicas en el Noroeste de Argentina ha sido un tema poco abordado desde los estudios arqueometalúrgicos tradicionales. Sin embargo, estas cerámicas, principalmente moldes y crisoles, constituyeron insumos indispensables de la tecnología más compleja llevada a cabo por las sociedades prehispánicas del área, como lo fue la producción de bienes metálicos. Evaluadas en ciertos aspectos específicos, poco se ha indagado acerca de la caracterización de sus pastas cerámicas. En este artículo presentamos un análisis de cerámicas metalúrgicas de sitios arqueológicos a partir de estudios petrográficos. La muestra, compuesta de 10 ejemplares, posee cerámicas del área valliserrana, cubriendo desde la provincia de Jujuy hasta la provincia de San Juan, enriqueciendo el análisis con descripciones de piezas provenientes de otras regiones del noroeste argentino así como del Norte de Chile. En esta primera etapa de comparación regional, los resultados indican que la morfología de las cerámicas metalúrgicas posee una importante similitud en formas y proporciones, mientras que la petrografía cerámica da cuenta de una amplia variabilidad en tamaño y naturaleza de inclusiones, grado de porosidad y porcentaje de matriz, reflejando decisiones tecnológicas influidas por la geología local y constreñidas por el uso como insumos productivos.

**Palabras claves:** cerámicas metalúrgicas, Noroeste Argentino, análisis de pastas, petrografía cerámica, decisiones tecnológicas.

*Pre-Hispanic production of metallurgical ceramics in Northwest Argentina has been a subject little discussed in traditional archaeometallurgical studies. Nevertheless, these ceramics, mainly molds and crucibles, were indispensable inputs of the most complex technology carried out by the pre-Hispanic societies of the area, as was the production of metallic goods. Although they have been analyzed in certain specific aspects, little research has been done on the characterization of their ceramic fabric. In this paper, we present an analysis of metallurgical ceramics from archaeological sites in the area through petrographic procedures. The sample, composed of ten specimens, contains ceramics from the Valliserrana area, covering from the province of Jujuy up to the province of San Juan. The analysis is enriched with descriptions of objects from other regions of Northwest Argentina as well as from the North of Chile. In this first stage towards a regional comparison, the results indicate that, at a regional level, the morphology of metallurgical ceramics shows an important similarity in forms and proportions, while the ceramic petrography accounts for a wide range of variability in terms of size and nature of inclusions, degree of porosity, and percentage of matrix, reflecting technological decisions, which were influenced by local geology and constrained by use as production inputs.*

**Key words:** Metallurgical ceramics, Northwestern Argentina, fabric description, ceramic petrography, technological decisions.

### Metalurgia e Insumos de Producción: Las Cerámicas Metalúrgicas

Los Andes Meridionales fueron, en tiempos prehispánicos, foco de un desarrollo técnico y estilístico de una tradición metalúrgica específica en el contexto andino (González 2007). En particular, el área comprendida por el actual Noroeste Argentino

(NOA) fue escenario de la experimentación con metales, principalmente de base de cobre y bronce al menos dos milenios antes de la llegada de los españoles. El mayor desarrollo de esta tecnología tuvo lugar en la región valliserrana donde la producción de bienes metálicos ganó sofisticación técnica y expresiva, especialmente durante el periodo de los Desarrollos Regionales (ca. 900-1400 AD),

<sup>1</sup> Instituto de las Culturas (IDECU), CONICET - Museo Etnográfico "J. B. Ambrosetti", Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. ggluzman@gmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. beatriz@gl.fcen.uba.ar

<sup>3</sup> CONICET - Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGEBA). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

y continuó bajo la incorporación de la región al imperio inca durante la primera mitad del siglo XV. Durante el primero, gran parte de la producción estuvo destinada a piezas altamente decoradas, tales como hachas, placas (a veces de más de 40 cm de diámetro) y grandes campanas de sección oval (entre 10 y 32 cm de altura) (A.R. González 1992; González 2007; Lechtman y González 1991). Durante el segundo, fueron incorporados nuevos modelos de objetos metálicos, como los *tumi*, las mazas estrelladas, los *topu* y los *liwi* (González 2004), aunque la producción local se mantuvo vigente. Piezas de menor porte, como instrumentos (entre otros, cinceles, punzones) y adornos personales (entre otros, aros, pulseras) también fueron manufacturados. Subyació una organización de la producción sustentada en la especialización artesanal, tal como queda evidenciada en el estudio de algunos talleres del área, como Rincón Chico (RCh), Tilcara (González 2004; Otero 2013; entre otros) y centros especializados de extracción de metal de cobre como el caso de Quillay (Spina et al. 2017), sobre los que luego se volverá. Esta producción fue a la par de los procesos de complejidad social, ya que se ha propuesto que las placas, las campanas ovales y algunas de las hachas formarían parte de una trilogía de objetos que fue parte sustancial de la parafernalia que acompañaba al ceremonialismo religioso de las sociedades tardías de la región (González 1983). Esto no significa que la elaboración especializada de objetos metálicos estuviera desvinculada de las actividades domésticas, tal como fuera planteado para RCh 15 por Tarragó (2007).

Uno de los insumos necesarios para la elaboración de las piezas de metal son los contenedores metalúrgicos. Si bien se conocen algunos escasos ejemplares de refractarios fabricados en piedra para el NOA (Ambrosetti 1904; Mayer 1986; Sacchero 1974-1976), la facilidad en darle forma a la arcilla y la flexibilidad de modificar sus propiedades llevó a su uso más frecuente para este fin, característica también registrada en el Viejo Mundo (Freestone 1989). En este trabajo nos centraremos en aquellos contenedores cerámicos del área<sup>1</sup>. Las cerámicas metalúrgicas típicas de momentos prehispánicos en el NOA, periodo que incluye el de Desarrollos Regionales e Inca y que será nuestro foco de atención, han sido clasificadas de acuerdo a criterios morfológicos y funcionales en tres tipos principales:

(a) Moldes, artefactos donde el metal fundido era vertido y solidificado en una forma deseada. Podían ser abiertos o cerrados, dependiendo del tipo y la complejidad de la pieza a lograr. Un subgrupo de moldes es el de aquellos vinculados a la producción mediante cera perdida. Para la región de estudio,

los moldes hallados pertenecen al repertorio local, así como al estilo incaico. Los moldes muestran patrones de fragmentación diferencial en el registro arqueológico de acuerdo al tipo particular.

(b) Crisoles, contenedores empleados en tareas de fundición de menas metálicas, minerales, preparación de aleaciones y refundición de objetos en desuso o rotos. Poseen bocas ovaladas o circulares, paredes gruesas y usualmente una altura levemente menor en relación con el diámetro de la boca. De morfología tronco-cónica y bases indiferenciadas, estas piezas presentaron, en algunas ocasiones, sistemas de sujeción cerca de su borde con canales perimetrales internos o externos.

(c) Piezas intermedias, grupo cerámico compuesto por dos partes, cucharas y tapones, que funcionaron a modo de difusor del metal líquido desde los crisoles hacia los moldes. Las cucharas, contenedores con forma similar a los crisoles, poseían un orificio en su base mientras que los tapones eran empleados para abrir o cerrar esa perforación y de este modo dosificar la colada y transportarla hacia los moldes. Las cucharas se encuentran mejor preservadas que los crisoles, posiblemente porque los últimos fueron expuestos en forma directa al fuego y por ende sus bases no tienden a conservarse.

Si bien solo en casos excepcionales se han hallado piezas enteras o parcialmente enteras, todas ellas fueron hechas por levantamiento y modelado a mano. También comparten una característica principal que es la aplicación de un polvo blanco que cubre la mayoría de sus superficies. Análisis de difracción de Rayos X (DRX), de composición elemental (EDS) y espectroscopia de absorción infrarroja (IR) mostraron que esta sustancia es fosfato de calcio, obtenido a partir de ceniza de hueso calcinado (Angiorama 2004; Gluzman et al. 2009; L. González 1992, 1997; Niemeyer 1981; Pradell et al. 2011; Raffino et al. 1996; entre otros). Probablemente fue utilizado como capa de separación, para asegurar superficies lisas, poca interacción entre la cerámica y el metal, y para prolongar la vida útil de las piezas (González 1997).

La morfología de cada tipo sugiere un diseño sofisticado capaz de resistir el choque térmico, con paredes gruesas y muy porosas para facilitar el traspaso de gases. La producción de las cerámicas metalúrgicas requirió conocimientos “mixtos”, debido a su naturaleza cerámica, pero con una funcionalidad dirigida hacia la obtención de objetos metálicos. Aunque se presentan en el registro arqueológico altamente fragmentadas, constituyen la evidencia arqueometalúrgica más abundante y

pueden ser claros indicadores de procesamiento de metal (Tite et al. 1985; Tylecote 1982).

Tradicionalmente en los estudios de arqueometalurgia del NOA, las piezas terminadas fueron el principal medio de análisis, realizándose estudios de composición química tan tempranamente como inicios de la década de 1880 (Moreno 1881). Durante la década de 1990, sin embargo, se dio comienzo al examen de diversos subproductos (escorias, gotas de fundición) en contextos de producción. Algunos sitios, siendo RCh 15 el caso más acabado (L. González 1992, 1997), comenzaron a ser intensivamente excavados y sus evidencias de producción aportaron importante conocimiento acerca de la modalidad de manufactura de metales (véase también para otros casos Angiorama 1995; Tarragó y González 1998). El corpus de información logrado en el sitio 15, ubicado en el valle de Yocavil (provincia de Catamarca), permitió reconocer que allí se llevaron a cabo tareas especializadas en la manufactura de una variedad de piezas de metal para el periodo en estudio (entre otros, L. González 1992, 2004). En este contexto, se dio comienzo a la caracterización formal y tecnológica de las cerámicas metalúrgicas (Baldini 1991; Earle 1994; L. González 1992; Scattolin y Williams 1992; Tarragó y González 1998), empleando estudios especializados de laboratorio como DRX y EDS.

Más recientemente, en el marco del Proyecto Arqueológico Yocavil se continuó con una investigación sistemática centrada en los materiales refractarios de RCh que incluyó una rigurosa clasificación morfológica y funcional de ellos, su comparación con otros materiales refractarios hallados en diversas regiones del NOA (Gluzman 2011), evaluación de mecanismos para la sujeción de los crisoles (Gluzman 2011; González y Gluzman 2009), y aplicación de estudios técnicos específicos sobre estos materiales que incrementaron la comprensión de sus características técnicas y funcionales: SEM-EDS sobre las adherencias de metal en las superficies de las cerámicas metalúrgicas (González y Gluzman 2007); DRX en la sustancia blanca que recubre las piezas refractarias (Gluzman y Buono 2007; Gluzman et al. 2009; González 1997); espectroscopía Mössbauer y DRX para estudiar los rangos de temperatura para cada tipo de refractario (Pradell et al. 2011) y de variación de vitrificación mediante SEM (Hein et al. 2018). Sin embargo, existe una amplia distribución espacial de contenedores refractarios a nivel regional cuyo estudio permitirá profundizar el conocimiento sobre los procesos productivos en sentido diacrónico y sincrónico.

Llamativamente la aplicación de la petrografía, técnica analítica empleada en forma exitosa en

el estudio de la cerámica del NOA prehispánico (Cremonte 1994; Cremonte y Pereyra Domingorena 2013; Cremonte et al. 2007; entre otros), al campo de la metalurgia ha sido escaso. Si bien desde la década de 1980, Cremonte (1983-85) ha demostrado que los cortes delgados son un procedimiento muy eficiente para describir y caracterizar las propiedades materiales y las técnicas de manufactura de las cerámicas arqueológicas, solo se han publicado los siguientes análisis sobre cerámicas metalúrgicas. Castellanos (2017) dio a conocer el hallazgo de prácticamente una treintena de refractarios cerámicos y líticos del bajo del sitio tardío de Tacuil (provincia de Salta). Dos cerámicas metalúrgicas fueron analizadas petrográficamente por la autora mediante cortes delgados. Gluzman (2017a) expuso los datos de 10 cortes petrográficos de RCh 15. Spina y Gluzman (2017) presentaron los resultados petrográficos de tres fragmentos de cerámicas metalúrgicas procedentes del sitio inca de Quillay (provincia de Catamarca), enclave especializado en la producción metalúrgica que funcionó durante ese periodo, y los compararon con cerámica Belén y Santamariana de la misma localidad. A nivel de Los Andes meridionales destacamos los análisis petrográficos realizados sobre dos crisoles y dos moldes de la localidad de Los Nogales (Valle de Aconcagua, Chile Central), sitio de carácter doméstico que funcionó entre el periodo Intermedio Tardío (aproximadamente 1300-1400 AD) hasta el Inca y donde fueron hallados restos de moldes y crisoles junto a escoria y fragmentos de piezas metálicas (Plaza 2013). Para sitios tardíos de la desembocadura del Valle de Camarones (Región de Tarapacá, Norte de Chile), se efectuaron estudios petrográficos sobre seis moldes (Schiappacasse y Niemeyer 1989).

Frente a lo expuesto, el objetivo de este trabajo es presentar el análisis petrográfico de un conjunto de 10 contenedores metalúrgicos del NOA, estableciendo comparaciones en las soluciones técnicas ejecutadas y evaluando la selección de los antiplásticos en función de los requisitos de performance de cada tipo de pieza. Del mismo modo, se busca comparar los elementos observados en cortes petrográficos de diversos sitios del NOA y Norte de Chile según tipo de pieza, cronología y procedencia con el fin de encontrar respuestas tecnológicas similares o dispares, espacial y temporalmente, e identificar los métodos utilizados en la preparación de los objetos y sus materias primas, observar rastros de empleo que den cuenta de sus propiedades térmicas y mecánicas y discutir el nivel de especialización artesanal y de la organización sociopolítica que pudo influir en la secuencia de producción. Entendemos por

especialización artesanal a un tipo de organización de la producción caracterizada por la elaboración relativamente regular de productos en cantidades superiores a las necesarias para el consumo de la unidad social de producción, la cual estaría a cargo de individuos con una dedicación significativa de tiempo en esa tarea y, por lo tanto, al menos parcialmente liberados de obligaciones relacionadas con la subsistencia del grupo, y que manejan un acceso restringido a la tecnología específica, conocimiento, habilidad y materias primas. Dada la maestría de una importante cantidad de los bienes de metal del área en momentos prehispánicos, es probable que su producción haya requerido de una serie de operaciones técnicas y de conocimientos específicos, tanto tecnológicos como estilísticos, que solo pudieron haber sido satisfechos por especialistas, al menos de tiempo parcial. Un modo de evaluar la especialización de la producción es a través de la estandarización, que, de acuerdo con Rice (1981), supone una reducción de variedad en la conducta y en el producto. Puede haber estandarización en la utilización de materias primas, en los métodos de fabricación (producción en masa, rutinización), en las formas, tamaños, colores de los productos, lo cual conlleva a un alto grado de regularidad en la fabricación de los bienes producidos (Costin 1991). Este trabajo busca acercarse al tema a través del reconocimiento de las pautas que guiaron la selección de las materias primas empleadas en la producción de las cerámicas metalúrgicas a través de la aplicación de la petrografía cerámica, herramienta ideal para comprender la selección de los materiales de la pasta, ahondar el conocimiento del éxito de la producción de bienes de metal y dar inicio a la comparación de muestras a nivel regional.

### **Petrografía Cerámica: Metodología y Muestras**

La petrografía cerámica proporciona tres tipos de datos (Riederer 2004:143) aplicables a nuestro interés de estudio: ofrece información precisa y detallada sobre la composición mineralógica del componente de grano grueso (antiplásticos); permite determinar el porcentaje y distribución del mismo en la pasta cerámica, así como el número, tamaño y forma de los poros; y colabora con la estimación e inferencia de la temperatura de cocción mediante la observación de las transformaciones de minerales a altas temperaturas. Aspectos tales como la naturaleza de las inclusiones (definidos como los clastos de tamaño superior a 0,02 mm), el porcentaje de arcilla de la matriz y las técnicas de modelado ayudan a identificar las características únicas y compartidas entre los grupos morfológicos, trazar inferencias funcionales sobre

las mismas y determinar variaciones regionales. Dos fueron las principales propiedades cerámicas que buscamos analizar mediante secciones delgadas: la caracterización de la composición mineralógica y la estructura de la pasta (Riederer 2004), las cuales pueden estar influenciadas por decisiones sociales y por la geología local.

Para llevar a cabo los objetivos propuestos las muestras arqueológicas estudiadas fueron examinadas a ojo desnudo y con lupa binocular estereoscópica (Olympus SZ40), seleccionando los planos orientados de modo perpendicular a las superficies interna y externa de las piezas para la realización de los respectivos cortes delgados<sup>2</sup>. Las secciones delgadas se estudiaron mediante microscopio petrográfico de polarización (Olympus BX41 y Leitz Laborlux) y microscopio estereoscópico de polarización (Leica Wild M3Z), efectuando estudios cualitativos y semi cuantitativos e identificando el lado interno y el lado externo de la muestra en cada sección delgada. A nivel microscópico los principales aspectos a considerar fueron: la naturaleza, el tipo de distribución (homogénea, heterogénea) y porcentaje de inclusiones; la presencia de grumos arcillosos contemplando forma, tamaño, naturaleza y similitudes con la pasta base; tipo de poros, consignando distribución, forma, tamaño, conexión entre ellos, distinguiendo entre *bloating pores* (resultado de deformación de la matriz a altas temperaturas) y los generados por amasado; el tipo de matriz. Se realizaron observaciones de las secciones trabajando con diferentes aumentos (objetivos de 3,5x, 10x y 25x) y alternando el uso del analizador. Las proporciones de cada tipo de inclusión, de la matriz y de los poros se cuantificaron por estimación visual, utilizando gráficos comparativos (Folk et al. 1970; González 2008; Terry y Chilingar 1955). Se midieron los diámetros máximos, tanto de las cavidades como de las inclusiones, observando sus formas y disposición a fin de establecer su distribución en la pasta cerámica. Se evaluó la orientación de las inclusiones en las muestras y también la esfericidad y redondez de los clastos (Orton et al. 1997) para observar el desgaste de las inclusiones. A fin de registrar todos los parámetros observados y facilitar estudios comparativos, se realizaron fichas individuales para cada muestra. Los fondos de pasta fueron descriptos siguiendo la clasificación propuesta por Cremonte y Pereyra Domingorena (2013).

Tres aspectos principales fueron analizados: la caracterización de la composición mineralógica (inclusiones, porcentaje y distribución), la estructura de la pasta (cantidad, tamaño y forma de los poros, tipo de arcilla) y alteraciones por uso.

Las muestras, que ascienden a 10 ejemplares, cubren un área regional amplia, desde la provincia de Jujuy al

norte hasta la de San Juan al sur, y están asignadas a los momentos prehispánicos tardíos (siglos X a XVI), temporalidad que abarca, como fuera dicho, tanto el periodo de Desarrollos Regionales como el Inca. Una excepción es el sector Retambay de Potrero-Chaquiago, de ocupación incaica en forma exclusiva (Williams 2000). Dentro de la diversidad de categorías de las piezas estudiadas se encuentran fragmentos de moldes, incluyendo una boca de colada de molde complejo, bordes de posibles crisoles y cuerpo de una pieza intermedia. El fragmento de un borde con canal perimetral interno no es posible de asignar fehacientemente como de crisol o cuchara debido a no disponer parte del cuerpo del mismo (Gluzman 2017b:Figura 1). La Figura 1 muestra la ubicación de los sitios, junto a otros mencionados luego en el cuerpo del texto. La Tabla 1 resume el tipo de objeto, su procedencia, tipo de contexto arqueológico y cronología estimada. La Figura 2 presenta en escala cada uno de los fragmentos revisados.

Un fragmento de molde de instrumento procedente de Huacalera (M1) forma parte de las colecciones

del Museo Etnográfico “Juan Bautista Ambrosetti” de Buenos Aires (colección Casanova, número catálogo 28293) y no hay precisiones acerca de sus condiciones de hallazgo. Se conocen pequeñas campanas dobladas y con badajo de este sitio, que fueron asignadas a inicios del periodo de Desarrollos Regionales (ca. 1100-1280 DC) (Gudemos 1998). El molde de disco del sitio conglomerado de Tilcara (M2), que abarca 9 hectáreas y cuenta con 500 unidades constructivas, se encontró dentro de la unidad habitacional 1, en el recinto 3.2, cuyas diversas estructuras estuvieron destinadas al trabajo artesanal y espacio habitacional (Tarragó y González 1998). Los diversos fechados contextualizan temporalmente a esta unidad desde mediados del periodo Tardío hasta fines del momento incaico (Otero y Ochoa 2011). Junto a este fragmento se registraron varios trozos de arcilla modelada pertenecientes a moldes de cera perdida, así como un fragmento de cobre nativo, una gota de cobre y cincel de cobre (Otero 2013).



Figura 1. Mapa del Noroeste argentino, indicando procedencia de las muestras de estudio y de otros sitios mencionados con evidencia de cerámicas metalúrgicas en los Andes del Sur: 1. Huacalera, 2. Tilcara, 3. Rincón Chico, 4. Potrero-Chaquiago, 5. área de Jáchal; 6. Tacuil, 7. Campo de Carrizal, 8. Quillay, 9. Los Nogales, 10. valle de Camarones.

*Map of Northwestern Argentina showing the provenience of the samples of study and other mentioned sites with evidence of metallurgical ceramics in the Southern Andes: 1. Huacalera, 2. Tilcara, 3. Rincón Chico, 4. Potrero-Chaquiago, 5. Jáchal area; 6. Tacuil, 7. Campo de Carrizal, 8. Quillay, 9. Los Nogales, 10. Camarones Valley.*

Tabla 1. Síntesis de procedencia, tipo de contexto arqueológico y cronología estimada de las muestras analizadas.

*Synthesis of provenience, type of archaeological context and estimated chronology of the samples of study.*

Provincia	Sitio	Procedencia	Cronología	Tipo de cerámica
Jujuy	Huacalera - M1	Colección Casanova, Museo Etnográfico "J. B. Ambrosetti" (1922), N° 28293	Momentos tardíos	Fragmento de molde de útil
	Tilcara - M2	Excavación - UH1, R3.2 Excavado por M. Tarragó (1992)	Momentos tardíos	Fragmento de molde de disco
Catamarca	Potrero Chaquiago, sector Retambay M4 a M7	Excavación -Ro A/D Niv. 3- Montículo Oriental Excavado por L. González (2008)	Momentos tardíos	Fragmento indeterminado, ¿de parte de molde?
		Excavación -IX- Montículo Cuad. 1 N° 24 Excavado por V. Williams (1990)	Inca	Fragmento de crisol
		Excavación - IX- Montículo Cuad. 1 N° 18 Excavado por V. Williams (1990)	Inca	Fragmento de cuchara
		Excavación - X- 2 Sup. Excavado por V. Williams (1992)	Inca	Fragmento de molde
San Juan	Alrededores de Jáchal M8 a M10	Donación particular	Momentos tardíos	Fragmento de molde complejo de útiles
			Momentos tardíos	Boca de colada
			Momentos tardíos	Borde con canal perimetral



Figura 2. Cerámicas metalúrgicas sometidas a cortes petrográficos.

*Metallurgical ceramics subjected to petrographic analysis.*

La pieza indeterminada de RCh es del sitio 15 (M3), que constituye uno de los talleres metalúrgicos más intensamente excavados en los Andes del Sur (Tarragó 2007). De acuerdo a 16 fechados radiocarbónicos, este espacio operó entre el siglo X y la llegada europea. Se han hallado gran cantidad de evidencias arqueometalúrgicas, incluyendo restos de estructuras de combustión y de metales, minerales, diversos tipos de escorias y más de

400 fragmentos de refractarios que dan cuenta de una significativa escala de producción. Sus estudios han permitido generar una comprensión sin precedentes de la metalurgia prehispánica en los Andes (González 2004; Tarragó 2007). El fragmento pertenece al Montículo Oriental, que operó durante los momentos tardíos. En contraste con RCh, la evidencia metalúrgica en Tilcara (escorias, fragmentos de minerales y de metales) es

espacialmente dispersa e incluso forman parte de ajuares funerarios.

Las cuatro muestras de Potrero-Chaquiago (M4 a M7), sitio inca de 4,3 ha ubicado en el departamento de Andalgalá, forman parte de los hallazgos realizados por la Dra. Verónica Williams en dos temporadas de trabajos de campo (1990 y 1992), en el sector Retambay, asociado a contextos de elite. Por otra parte, los tres fragmentos de San Juan (M8 a M10) fueron obtenidos mediante un poblador local que aseguró que se encontraron en las cercanías de la ciudad de Jáchal. En diversas áreas de esa provincia, Salvador Debenedetti hizo importantes hallazgos de piezas cerámicas metalúrgicas asignables a los momentos prehispánicos tardíos. La comparación de estas piezas con aquellas publicadas por Debenedetti (1917) muestran semejanzas morfológicas y las tres son parte del repertorio de estos insumos cerámicos en el área.

Si bien reconocemos la disparidad de las muestras por área, consideramos que es un paso inicial para establecer comparaciones más sólidas a largo plazo. Es por tal motivo que enriqueceremos el análisis incorporando otras muestras de RCh (Gluzman 2017a), Quillay (Spina y Gluzman 2017), así como aquella información procedente de la lectura bibliográfica (Castellanos 2017; Plaza 2013; entre otros).

## Presentación de los Resultados

### Huacalera, fragmento de molde de útil - M1

Fragmento de molde cerámico de 12 cm de largo en su longitud máxima, con acabado de superficie alisado. Posee una textura de la matriz porosa, con rastros de uso (pátina de óxido de cobre próxima al borde y termoalteración en sectores) y presencia de sustancia blanca en áreas discretas del interior de la cavidad de vaciado (Figura 2.1).

Petrográficamente se caracterizó una pasta gruesa, bimodal y de porosidad alta, reconociéndose numerosas cavidades de formas variadas y tamaños no uniformes. La matriz es abundante y muestra estructura pseudolepidoblástica y microgranosa.

Se observa gran proporción de inclusiones que corresponden a cristaloclastos angulosos/subangulosos, litoclastos y escasos vitroclastos. Los cristaloclastos más abundantes son de cuarzo (Q), que aparecen fracturados y con extinción fragmentosa. En menor proporción se identificaron fragmentos de: plagioclasa (Pg), algunos con textura mirmequítica; microclino (Mi) perfitico; laminillas de biotita y micas con evidencias de desvolatilización (Bi), turmalina (T), anfíbol castaño (Anf), apatito (Ap) y opacos (Op). Se identificaron litoclastos metamórficos de composición granítica (LM), integrados por granos de cuarzo con

contactos suturados y microclino perfitico, y fragmentos subredondeados de pastas volcánicas ácidas (LV) con texturas felsíticas y esferulíticas (Figura 3.1).

### Tilcara, fragmento de molde de disco - M2

Es un molde circular de 3,5 cm de espesor tallado en roca piroclástica, con acabado de superficie del tipo pulido en parte interna y canteado en lado externo. Posee un canal de entrada del metal, que connota que es parte de un molde bivalvo, con un borde delgado y rastros de uso (Figura 2.2). Se trata de impregnación de óxidos de cobre en cavidad de vaciado. Un análisis de composición química mediante EDS realizado por las autoras permitió identificar que es cobre sin alea.

El análisis petrográfico reveló que se trata de una toba vítrea, poco soldada y de porosidad moderada a baja, con gran proporción de vitroclastos, reconociéndose fragmentos de vidrio (V) y pómez (P), y escasos cristaloclastos angulosos de cuarzo (Q), plagioclasa (Pg), laminillas de biotita (Bi) y clinopiroxeno (Px) (Figura 3.2).

### RCh 15, fragmento indeterminado, ¿parte de molde? - M3

Posible fragmento de molde delgado con evidencia de quemado en uno de sus lados, interpretado como parte interna. Se observa un surco simple donde se localiza la evidencia de exposición al fuego (Figura 3.3a). El fragmento posee un acabado de superficie alisado y la textura de la pasta es porosa (Figura 2.3).

A partir del análisis petrográfico se reconoció una pasta media con abundante matriz de estructura criptofilitosa y de porosidad intermedia, con cavidades de formas y tamaños no uniformes.

Las inclusiones son abundantes. Se observaron principalmente cristaloclastos y vitroclastos, mientras que los litoclastos son escasos, identificándose fragmentos subredondeados de pastas volcánicas intermedias a ácidas (LV) con texturas felsíticas, hialopiliticas y vítreas, y en menor proporción litoclastos plutónicos (LP) formados por agregados de cuarzo y muscovita.

Los cristaloclastos identificados corresponden por orden de abundancia a fragmentos de: cuarzo (Q) subhedral, angulosos/subangulosos; plagioclasa (Pg) en tablillas angulosas zonales, laminillas de muscovita (Mv) y biotita (Bi), escasos fragmentos de clinopiroxeno (Px) y anfíbol hornblenda (Anf). Los vitroclastos corresponden a fragmentos pumíceos (P) (Figura 3.3b).

### Potrero-Chaquiago, fragmento de crisol - M4

Son tres pequeños fragmentos que corresponden a una misma pieza que fue clasificada como crisol. El

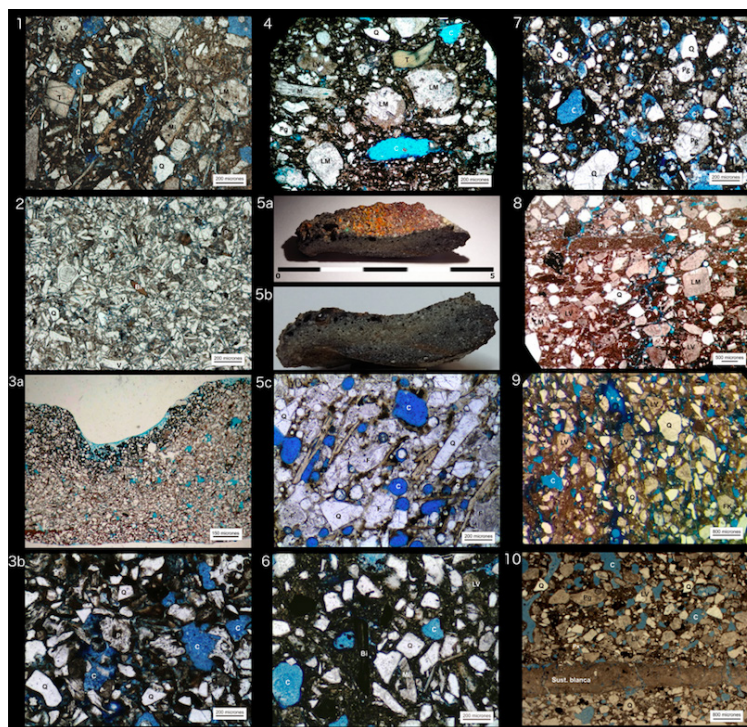


Figura 3. Microfotografías de las cerámicas estudiadas, sin analizador interpuesto. La secuencia numérica corresponde a la numeración de las muestras. Se incluye aspecto general en microscopio estereoscópico de la M3 (3a) y detalles macroscópicos de M5 (5a y 5b).

*Microphotographs of the studied samples, without analyzer (plane-polarized light). The numerical sequence corresponds to the numbering of the samples. A stereoscopic microscope general appearance of M3 (3a) and macroscopic details of M5 (5a and 5b) are included.*

acabado de la superficie tiene un importante alisado y la textura de la pasta es compacta (Figura 2.4).

El examen petrográfico dio cuenta de una pasta gruesa, bimodal, con fondo de estructura pseudolepidoblástica y microgranosa, de porosidad intermedia, con cavidades de formas alargadas y groseramente subparalelas, que alcanzan hasta 2 mm de tamaño.

Se observa una alta proporción de cristaloclastos y litoclastos. Los primeros corresponden, por orden de abundancia, a fragmentos angulosos de plagioclasa (Pg), laminillas de biotita (Bi) y muscovita (Mv) con disposición subparalela, cuarzo (Q) con inclusiones fluidas y extinción homogénea a ondulosa, microclino (Mi) peritítico, escasa turmalina (T) y apatito (Ap).

Los litoclastos tienen entre 0,3 y 2 mm de tamaño. Se identificaron fragmentos irregulares a subredondeados de pastas volcánicas ácidas (LV) con texturas felsíticas, y en menor proporción, metamorfitas de composición granítica (LM), con mosaicos de pequeños cristales de cuarzo (Figura 3, 4).

Se reconocieron posibles grumos arcillosos subredondeados, de entre 0,1 y 0,8 mm de diámetro máximo.

### Potrero-Chaquiago, fragmento de cuchara - M5

Este fragmento pertenece al cuerpo de una cuchara. Presenta un acabado de superficie alisado, capa de apatita en sus dos lados y su textura de la pasta es compacta. Posee importantes rastros de uso: presencia de óxidos de cobre, hierro y malaquita de diseminación residual, parte interna con brillo vítreo, aspecto vitrificado y *bloating pores* (Figura 2.5 y Figura 3.5a y 3.5b).

Petrográficamente se caracterizó una pasta media con escasa matriz de estructura criptofilitosa y porosidad alta. En el borde externo las cavidades muestran gran variación de tamaño (0,06 - 1 mm) y diseño irregular, mientras que en el borde interno son subredondeadas y de tamaño más uniforme (~ 0,5 mm).

Presenta alta proporción de inclusiones, entre las que predominan los cristaloclastos, con tamaños entre 0,3 y 1 mm, mientras que los litoclastos son más escasos, observándose fragmentos subredondeados (entre 0,8 - 0,5 mm) de volcanitas ácidas (LV) y metamorfitas (LM) de composición granítica.

Se identificaron cristaloclastos de cuarzo (Q) fracturados, micas (M) con evidencias de desvolatilización y feldespatos (F) plagioclasa y feldespato potásico de



difícil identificación debido a que muestran aspecto corroído en sus líneas de clivajes, maclas y bordes difusos, con rebordes vítreos en los que se observan burbujas subcirculares, características que se interpretan como evidencias de fusión (Figura 3.5c).

#### **Potrero-Chaquiago, fragmento de molde con incisiones decorativas - M6**

Es un pequeño fragmento de borde de molde con incisiones decorativas no identificables. El acabado de superficie es del tipo alisado y la textura de la pasta es compacta. Posee rastros de sustancia blanca en sus superficies (Figura 2.6).

Mediante el examen petrográfico se caracterizó una pasta media, bimodal, de estructura de fondo pseudolepidoblástica y microgranosa con porosidad intermedia, en la que se observan cavidades alargadas y groseramente subparalelas de hasta 1 mm de tamaño.

Presenta alta proporción de inclusiones, con cristaloclastos de 0,3 a 1,3 mm de tamaño y litoclastos de 0,2 a 0,5 mm. Se identificaron fragmentos de cuarzo (Q), plagioclasa (Pg), microclino (Mi), biotita (Bi), piroxeno (Px), anfíbol hornblenda (Anf) y escasa titanita (Ti). Los litoclastos corresponden a fragmentos de volcanitas ácidas (LV), de metamorfitas graníticas (LM) y escasos vitroclastos pumíceos (P) (Figura 3.6).

#### **Potrero-Chaquiago, fragmento de molde de *tumi* - M7**

Es un fragmento de molde correspondiente a un *tumi* o cuchillo semilunar, pieza de carácter incaico. El acabado de superficie es alisado con aplicación de capa de sustancia blanca. La textura de la pasta es porosa y muy desgranable. Posee rastros de uso, como vitrificación y termoalteración en sectores (Figura 2.7).

Petrográficamente se aprecia una pasta gruesa con abundante matriz de estructura microgranosa, en la que se observan cambios de coloración de tonos marrones a negro, de porosidad intermedia a alta, con cavidades de variadas formas y tamaños (entre 0,15 y 1,3 mm) que en ocasiones se interconectan, generando canalículos. Como inclusiones se identifican cristaloclastos de tamaño relativamente uniforme (0,5 - 0,6 mm) y litoclastos de volcanitas ácidas (LV) y metamorfitas (LM), tanto angulosos como subredondeados y de variados tamaños (0,6 a 5 mm de dimensión máxima). Entre los cristaloclastos se reconocieron fragmentos de cuarzo (Q), plagioclasa (Pg) y piroxeno (Px). Se observan escasos grumos arcillosos (1,3 mm) (Figura 3.7).

#### **Alrededores de Jáchal, fragmento de molde de dos implementos - M8**

Es un fragmento de molde muy macizo, donde se observa al menos dos cavidades de vaciado de objetos

delgados que podrían tratarse de útiles. Otro rasgo diagnóstico que permite considerarlo como cerámica refractaria es la abundante capa de sustancia blanquecina en sus superficies, sobre todo en el área de contacto con el metal. Posee un acabado de la superficie del tipo alisado y una textura de pasta porosa. La superficie del fragmento está muy erosionada, lo cual estimamos se debe a su hallazgo en superficie (Figura 2.8).

El examen petrográfico permitió distinguir una pasta gruesa, bimodal y poco porosa, con abundante matriz de estructura criptofilitosa y microgranosa.

Se observan abundantes inclusiones de 0,3 a 2 mm de tamaño, entre los que predominan los cristaloclastos sobre los litoclastos. Se reconocen fragmentos de cuarzo (Q), plagioclasa (Pg), feldespato potásico (FK) y más escasos de biotita (Bi), piroxeno (Px) y epidoto (Ep). Los líticos muestran gran diversidad; se identificaron fragmentos de: volcanitas intermedias y ácidas (LV) de grano fino y con texturas de desvitrificación, metamorfitas tanto graníticas (LM) como pizarras/filitas (P/F), además de fragmentos de areniscas finas (Ar). Se reconocen escasas inclusiones arcillosas de forma subredondeada (0,5 a 3 mm) (Figura 3.8).

#### **Alrededores de Jáchal, fragmento de boca de colada - M9**

Se trata de un fragmento de molde complejo al ser prácticamente la mitad de una boca de colada. Por ella ingresaba el metal a la cavidad de vaciado. Se han encontrado pocos ejemplares de este sector de los moldes, existiendo en RCh 40 fragmentos. La superficie, de acabado alisado, posee escasos restos de sustancia blanca. La textura de la pasta es compacta (Figura 2.9).

Petrográficamente se observó una pasta media de porosidad intermedia a baja, con cavidades (0,2 a 1,3 mm) interconectadas y disposición subparalela. La matriz es abundante y muestra estructura criptofilitosa y microgranosa.

Se observa alta proporción de inclusiones de 0,15 a 0,7 mm de tamaño, entre las cuales se reconocen abundantes cristaloclastos de cuarzo (Q), plagioclasa (Pg), feldespato potásico (FK), laminillas de biotita (Bi) y muscovita (Mv), anfíbol (Anf) y más escasos de piroxeno (Px), turmalina (T), apatito (Ap) y epidoto (Ep). Los líticos también son abundantes y de variada composición, identificándose fragmentos de volcanitas intermedias y ácidas (LV), metamorfitas tanto graníticas (LM) como pizarras/filitas (P/F) y fragmentos de areniscas finas (Ar) (Figura 3.9).

#### **Alrededores de Jáchal, fragmento de crisol o cuchara en porción de su borde con canal perimetral - M10**

Este fragmento constituye un borde de crisol o de cuchara en el sector del borde, sin presentar elementos diagnósticos del cuerpo (base con -o sin-

orificio). Posee canal perimetral interno, característica compartida además por crisoles y cucharas. Tiene rastros de sustancia blanca. La superficie se alisó y la textura de la pasta es compacta y habría sido sometida a altas temperaturas (Figura 2.10).

La evaluación petrográfica mostró una pasta gruesa, bimodal, con abundante matriz de estructura criptofilitosa y microgranosa. Posee porosidad intermedia a alta, con cavidades de forma y tamaño no uniformes (0,4 a 1,6 mm).

Las inclusiones son abundantes y de tamaños entre 0,5 a 1,3 mm, reconociéndose cristaloclastos de cuarzo (Q), plagioclasa (Pg), feldespato potásico perfitico (FK) y más escasos de anfíbol (Anf) y piroxeno (Px). Los litoclastos muestran gran variedad composicional, observándose fragmentos de metamorfitas graníticas (LM) y de pizarras/filitas (P/F) y más escasos de volcanitas intermedias y ácidas (LV).

A un mm de distancia de la superficie interna de la pieza se observó una capa delgada que se identificó como fosfato de calcio, en la que se distinguen sectores que muestran diseños compatibles con estructuras óseas de tipo Havers, y escasos fragmentos de cuarzo (Q), plagioclasa (Pg) y opacos dispersos (Figura 3.10).

La Tabla 2 da cuenta de las principales características de las muestras de estudio de acuerdo a porosidad, cantidad de matriz, tipo de grano y naturaleza de inclusiones, con estimación semi-cuantitativa de los antiplásticos, matriz y poros. Si bien la muestra M2

es una roca piroclástica se ha asimilado a la descripción de una cerámica a los fines del cuadro comparativo.

## Discusiones

Reconocida la composición mineralógica del componente de grano grueso estableceremos comparaciones para reconocer decisiones culturales en la elaboración de la pasta, motivaciones funcionales en los procesos de elaboración y cómo pudo influir la base regional de los recursos, además de evaluar la temperatura de cocción mediante la observación de las transformaciones de minerales a alta temperatura, y otros rasgos tecnológicos involucrados. A estos datos los examinaremos con los limitados estudios petrográficos y de pasta de otras cerámicas metalúrgicas que se conocen para el área. Primero compararemos los cortes de Potrero-Chaquiago, alrededores de Jáchal y RCh (Gluzman 2017a) en términos intrasitio. Si bien reconocemos que a partir de un número tan reducido de ejemplares no es posible extraer conclusiones generales, consideramos que es un primer paso para evaluar las características de las muestras.

### Potrero-Chaquiago, comparaciones petrográficas de los cortes

Como fuera señalado, los cuatro fragmentos pertenecen a un sector acotado del sitio de Potrero-

Tabla 2. Caracterización de las muestras de estudio de acuerdo a porosidad, cantidad de matriz, tipo de grano y naturaleza de inclusiones. *Characterization of the samples of study according to porosity, amount of matrix, type of grain and nature of inclusions.*

	Huacalera	Tilcara	R Ch		Potrero-Cachiago			Jáchal			
Atributos	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8	Muestra 9	Muestra 10	
Porosidad	Proporción	Intermedia (20%)	Baja (<10%)	Baja (10%)	Baja (10%)	Alta (25-30%)	Baja (10%)	Intermedia (20%)	Baja (10%)	Alta (25 - 30%)	
	Forma	Irregulares, interconectados	Irregulares	Irregulares	Irregulares alargados	Circulares/subcirculares	Irregulares	Irregulares	Interconectados (canalículos)	Interconectados subparalelos	Alargados a subcirculares
	Inferencia de producción	Amasado	- - -	Amasado	Amasado	Amasado y bloating pores	Amasado	Amasado	Amasado	Amasado	Amasado
Matriz	Abundante (30%)	Escasa (10%)	Intermedia (20%)	Abundante (40%)	Escasa (10%)	Abundante (40-45%)	Abundante (40%)	Abundante (40-45%)	Abundante (40%)	Abundante (30%)	
Grano	Grueso Bimodal	Fino	Fino a medio	Grueso Bimodal	Medio	Medio Bimodal	Grueso	Grueso Bimodal	Medio	Grueso Bimodal	
	%	50%	80%	60%	50%	60%	40-45%	40%	45-50%	40%	50%
Variabilidad	Alta	Menor variedad	Menor variedad	Alta	Menor variedad	Alta	Menor variedad	Alta	Alta	Alta	
Inclusiones	Cristales	Q, Pg, FK, Bi, Mu, Anf, Turm	Escasos (10%) Q, Pg, Bi, Px	Q, Pg, FK, Bi, Mu	Abundantes Pg, Q, FK, Bi, Mu, Turm, Ap	Q, FK, Pg, Bi	Q, Pg, FK, Bi, Px, Anf, Ti	Q, Pg, Px, Bi	Abundantes Q, Pg, Mi, Bi, Px, Ep	Abundantes Q, Pg, FK, Bi, Mu, Anf, Px, Turm, Ap y Ep	Abundantes Q, Pg, FK, Bi, Px, Anf
	Líticos	Abundantes Volc. félsicas y metamorfitas graníticas	No se observan	Escasos Volcanitas félsicas	Abundantes	Escasos	Abundantes	Abundantes	Abundantes	Abundantes	Abundantes
Vitroclastos	Escasos	Abundantes (70%)	Abundantes	Volcanitas félsicas y metamorfitas de composición granítica			Volcanitas félsicas, sedimentitas finas, metamorfitas graníticas y pizarras/filitas			Muy escasos (<3%)	
Gros/bolas arcillosas	Ausentes	Ausentes	Escasos	Escasos	No se observan	Escasos	Escasos	Escasos		Escasos	

Chaquiago, Retambay, asociado a un contexto de elite dada la presencia de sectores arquitectónicos como plazas y plataformas de relevancia desde el punto de vista administrativo, político y religioso y de conjuntos cerámicos finos y áreas destinadas a la preparación de comida en gran escala y metalurgia (Williams et al. 2005). Los análisis efectuados en las muestras destacan una alta diversidad de materias primas empleadas y pastas elaboradas, lo cual implica un bajo grado de homogeneidad. Tres de las piezas son algún tipo de molde y entre éstas no hay un cruce de rasgos distintivos que permitan agruparse en función a su objetivo específico. Proponemos como hipótesis que se pudo haber dado un bajo grado de estandarización de producción de cerámicas metalúrgicas, contemplando que, si bien el número de piezas es bajo, temporalmente se circunscriben todas ellas al periodo Inca. La Tabla 3 condensa la información mencionada.

La región presenta las características geológicas propias de Sierras Pampeanas septentrionales, con grandes bloques de basamento cristalino alargados en sentido NE - SO y levantados por fallas inversas, que forman el sistema serrano del Aconquija, Ovejería - Capillitas y Belén. Estos bloques están compuestos por rocas metamórficas (pizarras, filitas) y plutónicas precámbricas y paleozoicas. En las partes bajas y en los valles intermontanos se exponen sedimentitas fluviales cenozoicas de la Fm. Hualfin y secuencias volcanosedimentarias del Complejo

Volcánico Farallón Negro (Seggiaro et al. 2014). Al pie de estas sierras se encuentran extensos depósitos fluviales y eólicos cuaternarios.

Al cotejar los antiplásticos empleados en estas piezas con la geología local, destacamos que guardan relación con las unidades litológicas descritas.

### Alrededores de Jáchal, comparaciones petrográficas de los cortes

Como hemos hecho mención, los materiales del área de Jáchal son de superficie y con un contexto poco definido. La muestra es variada en lo que hace a las categorías de cerámicas puesto que dos son moldes y uno parte de una cuchara o crisol. Sin embargo, en este caso hay una menor diversidad de materias primas utilizadas y tipos de pastas empleados, con un alto grado de homogeneidad. Realizar cortes delgados de los materiales refractarios hallados por Debenedetti será una excelente opción a futuro para ampliar la muestra. La Tabla 4 resume lo explicitado.

La geología de la región se caracteriza por importantes depósitos sedimentarios paleozoicos y del cenozoico que forman grandes fajas serranas de rumbo norte-sur. Al este de Jáchal se reconocen las espesas calizas ordovícicas de la Fm. San Juan que forman el cordón de Huaco, las volcanitas intermedias a ácidas pérmicas y triásicas del Grupo Áspero que forman

Tabla 3. Comparación de atributos petrográficos de muestras de Potrero-Chaquiago.

*Comparison of petrographic attributes of Potrero-Chaquiago samples.*

Atributos	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7
Porosidad	Baja	Alta	Baja	Intermedia a alta
	Amasado	Amasado y <i>bloating pores</i>	Amasado	Amasado
Matriz	Abundante	Escasa	Abundante	Abundante
Grano	Grueso. Bimodal	Medio	Medio. Bimodal	Grueso
Inclusiones	Mayor variedad	Menor variedad	Mayor variedad	Menor variedad
	Q, Pg, FK, Bi, Mu	Q, FK, Pg, Bi	Q, Pg, FK, Bi, Px	Q, Pg, Px
	Líticos	Volcanitas ácidas y metamorfitas de composición granítica		
Grogs/bolas arcillosas	Escasos	No se observan	Escasos	Escasos

Tabla 4. Comparación de atributos petrográficos de muestras de área de Jáchal.

*Comparison of petrographic attributes of Jáchal area samples.*

Atributos	Muestra 8	Muestra 9	Muestra 10
Porosidad	Baja	Intermedia a baja	Intermedia a alta
	Amasado	Amasado	
Matriz	Abundante	Abundante	Abundante
Grano	Grueso. Bimodal	Medio	Grueso. Bimodal
	Mayor variedad	Mayor variedad	Menor variedad
Inclusiones	Q, Pg, Fk	Q, Pg, FK, Bi, Mu, Anf	Q, Pg, Fk
	Bi, Px y Epid	Px, Turm, Ap y Epid	Anf y Px
	Líticos	Volc. intermedias y ácidas, metamorfitas, sedimentitas	
Grogs/bolas arcillosas	Escasos	Escasos	No se observan

la Sierra Negra y sedimentitas con intercalaciones tobáceas de la Fm. El Corral de edad terciaria, mientras que las sedimentitas clásticas silíceas y devónicas de la Formación Yerba Loca, del Grupo Tucunuco y las Formaciones Talacasto y Punta Negra forman las sierras que se ubican al oeste. Al SE, en cercanías de Niquivil se exponen sedimentitas cenozoicas de la Formación La Pareja, que contienen fragmentos de metamorfitas del basamento cristalino de la Sierra de Valle Fértil. En el valle de Jáchal se disponen depósitos aluviales y lacustres cuaternarios (Furque 1979).

Al analizar los antiplásticos presentes en las piezas estudiadas y su diversidad, se observa coherencia con la variada litología del área.

Del mismo modo, se observan similitudes en el tipo de pasta y de selección de antiplásticos de cerámicas no metalúrgicas registradas en zonas aledañas, como es el caso del sitio Tambería de Guadacol (sur de la provincia de La Rioja) donde el estilo Sanagasta/Angualasto se caracteriza por la diversidad de rocas y minerales empleados: litoclastos volcánicos (andesitas, riolitas, basaltos), plutónicos (granitos), sedimentarios (lutitas, limolitas, areniscas) y metamórficos (filitas, esquistos, pizarras), junto con importante cantidad de inclusiones arcillosas y tiesto molido (Carosio 2017).

### RCh, comparaciones petrográficas de los cortes

Además del fragmento analizado en este trabajo, mencionamos otros 10 cortes del sitio (Gluzman 2017a) para aumentar la muestra comparativa.

De acuerdo al tipo de material analizado, los ejemplares de RCh se dividen en: dos crisoles (muestra 4 y 10), un crisol tipo cuchara (muestra 9), dos moldes (muestra 6 y 7), un molde del tipo lingotera (muestra 3) y del tipo boca de colada (muestra 8) y distintos tipos de indeterminados (muestra 1, 2, 5). La Tabla 5 sintetiza la importante homogeneidad de atributos, característica que cruza espacios productivos y temporalidades intrasitio, así como tipos.

En el área se reconoce basamento precámbrico integrado por rocas metamórficas y plutonitas subordinadas, que constituyen las Sierras del Cajón y Aconquija, y los depósitos sedimentarios continentales del Grupo Santa María, de edad Terciario Superior.

Los antiplásticos observados en las piezas estudiadas son casi exclusivamente de origen volcánico, y podrían correlacionarse con el Miembro superior de la F. Andalhuala que integra el Grupo Santa María, formado por sedimentitas con intercalaciones de bancos de toba cinerítica, que se expone en las quebradas de la margen oriental del Río Santa María y en cercanías de la localidad del mismo nombre (Ruiz Huidobro 1972).

### Rasgos tecno-funcionales y cambios por temperatura

Dentro de las alteraciones en la pasta por sometimiento a altas temperaturas observamos distintos grados, algunas de ellas visibles macroscópicamente. Por un lado, destacamos variaciones de color en la pieza, connotando gradientes de temperatura desde el área de contacto con el metal y condiciones de

Tabla 5. Comparación de atributos petrográficos de muestras de Rincón Chico.

*Comparison of petrographic attributes of Rincón Chico samples.*

Atributos	Muestra 3 (esta publicación)	Muestras comparativas, datos reformulados de Gluzman (2017)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porosidad	Intermedia	Intermedia/alta		Baja	Intermedia	Intermedia/alta		Baja	Intermedia	Intermedia/alta
	Amasado			Amasado y bloating pores			Amasado		Amasado y bloating pores	
Matriz	Intermedia	Escasa	Intermedia		Escasa					
Grano	Fino/medio	Fino/medio	Medio		Fino/medio			Medio	Fino/medio	Medio
	Vidrio, plagioclasa, cuarzo, biotita									
	Feldespato potásico									
Inclusiones	Cristales	Muscovita	-	Muscovita			-	Muscovita		
	Escasos anfíboles y piroxenos									
	Líticos	Escasos líticos de volcanitas intermedias a ácidas								
Grogs/bolas arcillosas	Ausente		Posible			Ausente				

atmósfera durante el uso de los objetos. Esto se ve claramente en el tumi (M7). También visibles a ojo desnudo, se destacan *bloating pores* que dan cuenta de extremas temperaturas a las que esa área fue sometida. Este fenómeno se da también en el molde de Huacalera (M1) y la cuchara de Potrero-Chaquiago (M5).

A nivel microscópico se destacan alteraciones en la fracción gruesa de las inclusiones que inciden en la textura general de la pieza. Con el aumento de la temperatura, ciertos cristales comienzan a fundirse, como el caso de los feldespatos potásicos. Como consecuencia, la interconexión entre ellos aumenta, reduciéndose la porosidad original de la pieza. Sin embargo, los gases presentes en la matriz se expanden y se forman vesículas redondeadas (*bloating pores*) que son resultado de alteraciones estructurales de los cristales. Del mismo modo, frente a altas temperaturas los granos del cuarzo se fracturan. Este fenómeno junto al derretimiento de los feldespatos estaría indicando temperaturas por encima de los 1.100°C (Plaza 2013).

Contraparte de estos efectos por cambios en la temperatura, los líticos volcánicos permanecieron inertes durante la producción, debido a su alto punto de fusión, y pudieron estabilizar mecánicamente la pieza (Hein et al. 2007). Estos mecanismos termo-mecánicos pueden observarse claramente en M5. El cuarzo, por su parte, mejora la conductividad térmica ya que ante altas temperaturas hay un cambio de volumen, por procesos de dilatación y contracción que deja fracturas alrededor del cristal, pero funde a temperaturas muy superiores (Allegretta et al. 2014). Las microfracturas contribuyen a su vez a aumentar la porosidad, que mejora las propiedades térmicas. Otros modos de crear poros fueron a través de una mezcla incompleta y compresión limitada de arcillas, favorecida también por la naturaleza bimodal de las pastas. En ningún caso se registró evidencias indirectas del empleo de lana, paja u otro elemento orgánico que haya sido empleado a fin de generar mayor porosidad, tal como se da en cerámicas metalúrgicas de diversos lugares de Europa durante la edad de Bronce, como en el área mediterránea (Evely et al. 2012, entre otros) y de Cercano Oriente (Thornton y Rehren 2009; entre otros) y que se ha visto etnográficamente entre plateros peruanos quienes agregan pelo de animal o algodón a la pasta cerámica (Carcedo 1997). Los poros generados, resultado de la elaboración de la pieza, tienden a ser irregulares y subredondeados, muy distintos a los ya mencionados *bloating pores* próximos a las áreas en contacto con el metal de forma regular y circular. En efecto, cuando se generan altas temperaturas y se producen los *bloating pores*, hay una tendencia bimodal de poros, ubicándose estos próximos a las áreas mayormente expuestas a temperaturas elevadas.

Hemos mencionado la presencia de una línea delgada de revestimiento blanquecino encontrada próximo al borde interno del crisol de San Juan que interpretamos como evidencia de reutilización, lo cual daría cuenta de una pared original a la que se aplicó luego una capa de matriz de características similares. Las paredes internas de los crisoles habrían estado en contacto con sustancias a altas temperaturas, soportando la reacción entre los álcalis del combustible y la pasta sumado al contacto con el metal y los fundentes (González 2004). Macroscópicamente hemos detectado previamente esta modalidad de reciclar los crisoles en su borde con canales perimetrales internos para casos de RCh 15 (Gluzman 2011). Otro modo de extender la vida útil en cerámicas metalúrgicas fue a partir de la reiteración del revestimiento blanco, capa sobre capa.

### Comparaciones de pastas de cerámicas metalúrgicas a nivel regional

Dos moldes de Tacuil fueron sometidos a análisis petrográficos por Castellanos (2017). En ambos casos se registra una matriz intermedia (47,15% y 64,81%, respectivamente), con relativamente baja porosidad (10,13% y 5,18% respectivamente). Aquella con menor porcentaje de matriz constituye el valor más bajo dentro del conjunto analizado (24 ejemplares de cerámicas no metalúrgicas). En ambos casos se detectaron inclusiones de cuarzo, feldespatos, biotita y muscovita. Feldespatos alterados, líticos metamórficos (en porcentajes mayores al 5%) y cuarzos de origen metamórfico también distinguen a estas cerámicas de aquellas no metalúrgicas. En uno de los cortes, además, se observaron fragmentos pumíceos pero en baja proporción (0,74%). Asimismo, comparten no poseer tiesto molido, así como una importante cantidad de cuarzo en relación con las otras cerámicas analizadas (Castellanos 2017). Ni clastos líticos graníticos ni volcánicos fueron registrados.

Tres fragmentos de Quillay (dos bordes con canal perimetral externo y un tapón de cuchara) muestran pastas con una escasa matriz arcillosa de coloración homogénea (19%-25%) y con una porosidad alta de entre 19% y 25%. Poseen una elevada proporción de antiplásticos de grano grueso, entre 51% y 62%, y pobre selección de inclusiones, con gran presencia de granitos (alrededor del 15%), cuarzos (entre 8% y 16%), feldespatos (entre 7% y 16%) y vidrio volcánico (4% al 10%) (Spina y Gluzman 2017). No hay inclusiones de tiesto molido y las micas son escasas, conformando menos del 1% de los antiplásticos. Las tres muestras son heterogéneas entre sí, ya que tienen una importante diversidad de minerales secundarios

que, si bien se presentan en bajos porcentajes, dan cuenta o bien del uso de fuentes geológicas alternativas o de mezclas de fuentes (Spina y Gluzman 2017). Comparaciones con cortes petrográficos sobre cerámicas de estilos Belén, Santa María y toscó indeterminado aportan información adicional de sus características particulares, independientemente de las diferencias señaladas, ya que poseen una matriz arcillosa entre 70% a 90% y porosidad baja a moderada (Spina y Gluzman 2017).

Los análisis petrográficos realizados en Los Nogales indican la presencia de matrices diferentes para moldes y crisoles, compartiendo grandes cantidades de inclusiones (50-45%), porosidad que incluye *bloating pores* (15-20%) con una cantidad relativamente pequeña de arcilla (35%), siendo las inclusiones más abundantes fragmentos de rocas ígneas de origen local. La principal diferencia entre moldes y crisoles consiste en la presencia de ceniza de hueso molido como agregado en los primeros, que evita grietas durante el secado, mejora la trabajabilidad y aumenta la resistencia a altas temperaturas, favoreciendo que sus pastas friables se transformaran en recipientes fuertes y relativamente flexibles (Plaza 2013). Esta característica no fue registrada previamente para el área, aunque guarda relación con el uso previamente mencionado de apatita como revestimiento de las cerámicas a nivel regional. Por otro lado, los análisis de los moldes hallados en el Valle de Camarones dan cuenta de objetos macroscópicamente con signos intensos de vitrificación, escoriación y deformación de las paredes y que registran microscópicamente estar conformados por granos finos de ceniza volcánica riolítica con escasos minerales de cuarzo, plagioclasa, biotita y anfíboles (Schiappacasse y Niemeyer 1989). Análisis realizados mediante lupa binocular sobre pastas de moldes y crisoles procedentes del sitio Campo de Carrizal (Azampay, Belén, Catamarca), asignado a momentos tardíos dan cuenta de agregados finos a muy finos, densos a muy densos, consistentes en cuarzo, minerales félsicos y mica dorada para los moldes mientras que los crisoles poseen inclusiones más gruesas, con escasa selección y una composición más variada, incluyendo litoclastos no identificados (Zagorodny et al. 2015).

### Conclusiones

El análisis petrográfico permitió abordar diferentes aspectos de las cerámicas metalúrgicas, tales como la caracterización de la tecnología de producción, uso y propiedades refractarias y mecánicas. Estos aspectos dan cuenta de la organización de la producción de bienes de metal, por lo que se busca,

dentro de las posibilidades ofrecidas por las muestras de estudio y bibliografía disponible, discutir el grado de especialización artesanal.

Los recipientes metalúrgicos requirieron una buena resistencia al choque térmico para soportar el calentamiento y enfriamiento repetidos sin fracturarse y también una baja permeabilidad para que el contenido no se filtrase a través de las paredes (Rye 1981). Para lograr dicha resistencia la elaboración de las vasijas requería contemplar la porosidad, la naturaleza de las inclusiones minerales, la expansión térmica, es decir el grado en que la matriz de arcilla y las inclusiones se expanden en el calentamiento, y finalmente la forma (Rye 1981).

Cruzando las diversas categorías, se destaca un espesor uniforme de la pared y la ausencia de ángulos agudos o cambios en la dirección, que minimizan la presencia de quebraduras por gradientes térmicos (Rye 1981; Tylecote 1980). Las cucharas poseen fondos redondeados y contornos simples, mientras que el espesor de las paredes varía respecto al tamaño de la pieza. Por su parte, los moldes tienden a tener paredes también gruesas y formas sencillas adaptadas a la forma del objeto a fundir.

A nivel regional, hemos visto que mientras la morfología de las cerámicas muestra una importante similitud y una tendencia general a ser piezas con paredes gruesas (Gluzman 2017b), la petrografía cerámica, tanto la publicada por otros autores como la realizada para esta contribución, señala una amplia variedad en tamaño y naturaleza de inclusiones, grado de porosidad, porcentaje de matriz, relacionados al acceso diferencial de recursos naturales y decisiones culturales, constreñidas por el uso como insumos productivos.

Uno de los objetos fue directamente labrado en una roca piroclástica (M2), siendo éste el primer análisis petrográfico realizado sobre un contenedor metalúrgico de esta naturaleza. Los restantes, cerámicos, comparten ciertos rasgos muy generales en relación con cerámicas no técnicas: alta porosidad, bajo porcentaje de la matriz cerámica y abundancia de antiplásticos. Todos, no obstante, dan cuenta de una configuración estructural tendiente a objetos relativamente livianos y muy porosos que facilitaban los cambios bruscos de temperatura.

También se reconoció la presencia escasa o ausencia total de tiesto molido, aunque no siempre fue fácil distinguirlo de la matriz, o de bolas arcillosas resultado del tipo de amasado (Whitbread 1986). Esta selección quizá se deba a que su coeficiente de expansión térmica es similar a la matriz sin generar expansión térmica diferencial para evitar fracturas durante su uso (Tite et al. 2001). Asimismo, los ejemplares comparten la ausencia de poros logrados a través del empleo de materiales orgánicos quemados

durante su primera cocción y destinados a aumentar la resistencia por cambios bruscos de temperatura.

Tanto en Tilcara como en RCh hubo uso de rocas piroclásticas, pero empleadas de forma diferencial. En las cerámicas de RCh la incorporación de vidrio altamente vesicular a la pasta cerámica constituyó un modo “natural” de crear porosidad, a partir del agregado de ceniza volcánica suelta en una matriz pobremente arcillosa. En este caso, para mejorar la resistencia al choque térmico, fueron seleccionados en forma reiterativa y consciente antiplásticos de una morfología porosa que contribuyen a la disipación de energía y de composición refractaria. A nivel regional, si bien el vidrio volcánico se encuentra presente en las cerámicas metalúrgicas, no constituye un material predominante, con excepción de los moldes de la desembocadura del Valle de Camarones, los cuales presentan una notable uniformidad en el uso de su fuente de aprovisionamiento. Schiappacasse y Niemeyer (1989) consideran que allí debió existir una considerable actividad metalúrgica y que la falta de crisoles y estructuras de combustión del tipo *huayra* lleva a sostener que el metal fundido era vaciado en moldes para obtener láminas y barras.

Destacamos algunos aspectos relativos a inclusiones observadas en otros fragmentos. En lo que hace a la presencia de granos de cuarzo en forma abundante y relativamente gruesos vimos como éstos contribuyen a evitar que el cuerpo cerámico se encogiera o distorsionara excesivamente durante su exposición al fuego, a la vez que la red de microgrietas aumentaría la tenacidad y la resistencia al choque térmico (Martín-Torres et al. 2008).

Las diferencias en la caracterización de las pastas en cada sitio es lo que las une, en contraste a lo visto en RCh, con importante uniformidad. Hemos ya hecho mención a las dificultades de evaluación de estos rasgos en Potrero-Chaquiago y alrededores de Jáchal por el reducido número de muestras.

Contemplando las muestras del área de los Andes meridionales, por el momento no se reconocen diferencias tecnológicas vistas petrográficamente entre momentos pre-inca e inca, fortaleciendo la hipótesis de una tecnofactura local empleada a fines estatales, que fuera enunciada a través del diseño morfológico de las cerámicas metalúrgicas.

Por su parte, y considerando las categorías antes mencionadas (crisoles, moldes y cucharas), en el presente estudio petrográfico no se encontró un criterio único en la selección de los antiplásticos, por lo que no observamos un cruce entre rasgos tecnológicos específicos para cada categoría. Esto se hace evidente al comparar las muestras de RCh entre sí como en su conjunto a nivel regional. Por el contrario, las cerámicas en Los Nogales y en Campo de Carrizal muestran diferencias entre

moldes y crisoles, lo cual para el primer caso se ha propuesto una intencionalidad dirigida a maximizar la tecnología puesta en marcha (Plaza 2013). En RCh los antiplásticos empleados son muy homogéneos y mayoritariamente constituidos por vidrio volcánico, lo cual puede obedecer al uso de una única fuente de aprovisionamiento particular empleada con éxito por varias generaciones por artesanos especializados, mientras que en las otras muestras de estudio hay mayor variabilidad y el vidrio es un participante menor. La uniformidad observada para los ejemplares del valle de Camarones también podría ser explicada por el uso de fuentes locales (Schiappacasse y Niemeyer 1989). Si bien los restantes casos de este estudio son más difíciles de evaluar, dada la cantidad más limitada de muestras, la baja uniformidad de criterios de selección de fuentes podría responder a contextos con una producción con menor grado de especialización de estos insumos.

En todos los casos, no obstante, la producción de las cerámicas metalúrgicas fue realizada a partir de la selección de recursos geológicos locales, sobre la base de propiedades físicas imprescindibles para la ejecución de sus tareas como insumo de la producción de objetos metálicos, tales como la trabajabilidad, la contracción y la dureza de las cerámicas (Rice 1987), la resistencia a los cambios térmicos y el sometimiento a temperaturas superiores a los 880°-1.050°C para fundir aleaciones de cobre o cobre, respectivamente.

El estudio holístico de los refractarios es de interés para aumentar nuestro conocimiento sobre la organización de la producción, especialización artesanal y relaciones entre ceramistas y productores de metales. En este trabajo hemos indagado la caracterización de sus pastas cerámicas. Un paso importante a futuro es aumentar en número la muestra y comparar estos resultados con los de cerámicas no metalúrgicas para delinear la interacción tecnológica entre sí y cómo se organizó la economía cerámica, logrando así una comprensión más completa de las sociedades prehispánicas del área.

*Agradecimientos:* A Sonia Quenardelle y Stella Poma por su ayuda en la identificación petrográfica, a David Killck por sus conocimientos en la materia en la etapa inicial de esta investigación, a Verónica Williams que aportó las piezas de Potrero-Chaquiago, al personal de la sección de arqueología del Museo Etnográfico “J.B. Ambrosetti” que nos facilitó el estudio de la pieza de Huacalera, a Lucas Pereyra Domingorena por proporcionar el microscopio petrográfico en momentos preliminares de este estudio. A Beatriz Cremonte por la consulta bibliográfica. A los evaluadores, cuyas sugerencias enriquecieron la versión final de este artículo. De todos modos, lo expresado es de nuestra entera responsabilidad.

## Referencias Citadas

- Allegretta, I., G. Eramo, D. Pinto y A. Hein 2014. The effect of temper on the thermal conductivity of traditional ceramics: nature, percentage and granulometry. *Thermochimica Acta* 581:100-109.
- Ambrosetti, J.B. 1904. El bronce en la región calchaquí. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 11:163-312.
- Angiorama, C. 1995. La metalurgia del período Formativo: el proceso de producción de objetos de metal en Condorhuasi-Alamito. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 16:237-260.
- Angiorama, C. 2004. Acerca de incas y metales en Humahuaca. Producción metalúrgica en Los Amarillos en tiempos del Tawantinsuyu. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 29:39-58.
- Baldini, L. 1991. Molinos I. El uso de metales en la transición a Desarrollos Regionales en el valle Calchaquí. *Shincal* 3:37.
- Carcedo, P. 1997. La plata y su transformación en el arte precolombino. En *Plata y Plateros del Perú*, editado por J. Torres della Pina y V. Mujica, pp. 19-117. Patronato de la Plata, Lima.
- Carosio, S. 2017. Cadena operativa y tradición tecnológica cerámica durante Desarrollos Regionales en el extremo sur del Noroeste argentino (ca. 1200-1470 AD): un aporte desde el estilo tecnológico Sanagasta/Angualasto del sitio Tambería de Guandacol (Provincia de La Rioja). *Intersecciones en Antropología* 18:181-195.
- Castellanos, C. 2017. *Territorialidades, Interacciones y Materialidades en las Quebradas Altas del Calchaquí Medio (Salta), durante los Siglos XI a XVII*. Tesis para optar al grado de Doctor en Arqueología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Costin, C.L. 1991. Craft specialization: issues in defining, documenting, and explaining the organization of production. En *Archaeological Method and Theory*, editado por M. Schiffer, vol. 3, pp. 1-56. University of Arizona Press, Tucson.
- Cremonte, M.B. 1983-85. Alcances y objetivos de los estudios tecnológicos en la cerámica arqueológica. *Anales de Arqueología y Etnografía* 38-40:179-217.
- Cremonte, M.B. 1994. Las pastas cerámicas de Potrero Chaquiago, (Catamarca). Producción y movilidad social. *Revista Arqueología* 4:133-164.
- Cremonte, M.B., I. Botto, A. M. Díaz, R. Viña y M.E. Canafoglia 2007. Vasijas Yavi-Chicha: distribución y variabilidad a través del estudio de sus pastas. *Actas del 16° Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Tomo II, 189-194. Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy.
- Cremonte, M.B. y L. Pereyra Domingorena 2013. *Atlas de Pastas Cerámicas Arqueológicas. Petrografía de Estilos Alfareros del NOA*. Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy.
- Debenedetti, S. 1917. *Investigaciones Arqueológicas en los Valles Preandinos de la Provincia de San Juan*. Publicaciones Sección Antropología 15, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Earle, T. 1994. Wealth finance in the Inka empire: evidence from the Calchaqui valley, Argentina. *American Antiquity* 59 (3):443-460.
- Evely, D., A. Hein y E. Nodarou 2012. Crucibles from Palaikastro, East Crete: insights into metallurgical technology in the Aegean Late Bronze Age. *Journal of Archaeological Science* 39:1821-1836.
- Folk, R., P. Andrews y D. Lewis 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 13:937-968.
- Freestone, I. 1989. Refractory materials and their procurement. En *Old World Archaeometallurgy*, editado por A. Hauptmann, E. Pernicka y G. Wagner, pp. 155-162. Deutsches Bergbau-Museum, Bochum.
- Furque, G. 1979. *Descripción Geológica de la Hoja 18 C, Jáchal (Provincia de San Juan)*. Servicio Geológico Nacional, Boletín 164, Buenos Aires.
- Gluzman, G. 2011. *Producción Metalúrgica y Dinámica Social en el Noroeste Argentino (Siglos XIII a XVII)*. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Antropológicas, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Gluzman, G. 2017a. Caracterización morfológica y funcional de moldes y crisoles del sitio 15 de Rincón Chico, provincia de Catamarca. En *Investigaciones Arqueométricas: Técnicas y Procesos*, editado por A. Rocchietti, F. Ribero y D. Reinoso, pp. 77-89. Editorial Aspha, Buenos Aires.
- Gluzman, G. 2017b. Una tecnología olvidada. Las cerámicas metalúrgicas en el Noroeste argentino prehispánico. Una revisión desde los estudios arqueometalúrgicos. *Intersecciones en Antropología* 18:19-30.
- Gluzman, G. y H. Buono 2007. Caracterización de moldes y crisoles procedentes del valle de Yocavil. En *Metodologías Científicas Aplicadas al Estudio de Bienes Culturales*, editado por A. Pifferetti y R. Bolmaro, pp. 156-166. Universidad Nacional de Rosario, Rosario.
- Gluzman, G., L. González, M. Martín-Torres y C. Odrisola Lloret 2009. Technical ceramics and metallurgical secrets: the case of prehispanic Rincón Chico workshop (NW Argentina). Poster presentado en el *10° European Meeting on Ancient Ceramics*, Londres.
- González, A.R. 1983. Nota sobre religión y culto en el noroeste argentino prehispánico. *Baessler Archiv, Neue Folge* 31:219-282.
- González, A.R. 1992. *Las Placas Metálicas de los Andes del Sur*. Kommission für Allgemeine und Vergleichende Archäologie-Zabern 46, Berlín.
- González, L. 1992. Fundir es morir un poco. Restos de actividades metalúrgicas en el valle de Santa María, Pcia. De Catamarca. *Palimpsesto, Revista de Arqueología* 2:51-70.
- González, L. 1997. Cuerpos ardientes. Interacción andina y tecnología metalúrgica. *Estudios Atacameños* 14:175-188.
- González, L. 2004. *Bronces sin Nombre. La Metalurgia Prehispánica en el Noroeste Argentino*. Ediciones Fundación CEPPA, Buenos Aires.
- González, L. 2007. Tradición tecnológica y tradición expresiva en la metalurgia prehispánica del Noroeste argentino. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 12 (2):33-48.
- González, L. y G. Gluzman 2007. Nuevas evidencias del taller metalúrgico prehispánico de Rincón Chico 15 (prov. de Catamarca). En *Metodologías Científicas Aplicadas al Estudio de Bienes Culturales*, editado por A. Pifferetti y R. Bolmaro, pp. 41-50. Universidad Nacional de Rosario, Rosario.
- González, L. y G. Gluzman 2009. Agárrame si puedes. Métodos de sujeción de crisoles en el taller metalúrgico prehispánico



- del sitio 15 de Rincón Chico. *Anuario de Arqueología* 1 (1):139-152.
- González, P. 2008. Textura de los cuerpos ígneos. En *Geología de los Cuerpos Ígneos*, editado por E. Llambías, pp.171-197. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires.
- Gudemos, M. 1998. Campanas arqueológicas de metal del Noroeste Argentino. *Anales Museo de América* 6:111-135.
- Hein, A., G. Gluzman y V. Kilikoglou 2018. Pre-Columbian metallurgy – Pyrotechnical ceramics from the pre-Hispanic Northwestern Argentina (Andean area). *Journal of Archaeological Science: Reports* 21:1163-1170.
- Hein, A., V. Kilikoglou y V. Kassianidou 2007. Chemical and mineralogical examination of metallurgical ceramics from a Late Bronze Age copper smelting site in Cyprus. *Journal of Archaeological Science* 34:141-154.
- Lechtman, H. y A.R. González 1991. Análisis técnico de una campana de bronce estañífero de la cultura Santa María, Noroeste argentino. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 5:81-85.
- Martinón-Torres M., I. Freestone, A. Hunt y T. Rehren 2008. Mass-produced mullite crucibles in medieval Europe: manufacture and material properties. *Journal of the American Ceramic Society* 91:2071-2074.
- Mayer, E. 1986. *Armas y Herramientas de Metal Prehispánicas en Argentina y Chile*. Kommission für Allgemeine und Vergleichende Archäologie, Band 38, Munich.
- Moreno, F. 1881. Antropología y arqueología. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 12:193-207.
- Niemeyer, H. 1981. Dos tipos de crisoles prehispánicos del Norte Chico, Chile. *Boletín del Museo Arqueológico de La Serena* 17:92-109.
- Orton, C., P. Tyers y A. Vince 1997. *La Cerámica en Arqueología*. Crítica, Barcelona.
- Otero, C. 2013. *Producción, Uso y Circulación de Bienes en el Pucará de Tilcara (Quebrada de Humahuaca, Jujuy)*. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Antropológicas, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Otero, C. y P. Ochoa 2011. Primeras aproximaciones a la materialización del tiempo y las prácticas productivas especializadas en el área de Tilcara. *Estudios Sociales del NOA* 11:101-123.
- Plaza, M.T. 2013. *Metallurgical Traditions under Inka Rule: A Technological Study of Metals and Ceramics from the Aconcagua Valley in Central Chile*. Tesis para optar al grado de Magister en Tecnología y Análisis de Materiales Arqueológicos, Institute of Archaeology, University College, Londres.
- Pradell, T., L. González y G. Gluzman 2011. Estudios técnicos de materiales refractarios del Noroeste Argentino. En *Actas 3er Congreso Argentino y 2do Aatinoamericano de Arqueometría, La arqueometría en Argentina y Latinoamérica*, editado por S. Bertolino, R. Cattaneo y A. Izeta, pp. 85-90. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Raffino, R., R. Iturriza, A. Iacona, A. Capparelli, D. Gobbo, V. Montes y R. Vázquez 1996. Quillay: centro metalúrgico Inka en el Noroeste argentino. *Tawantinsuyu* 2:59-69.
- Rice, P. 1987. *Pottery Analysis. A Sourcebook*. University of Chicago Press, Chicago.
- Rice, P. 1981. Evolution of specialized pottery production: a trial model. *Current Anthropology* 22:219-240.
- Riederer J. 2004. Thin section microscopy applied to the study of archaeological ceramics. *Hyperfine Interactions* 154:143-158.
- Rye, O. 1981. *Pottery Technology: Principles and Reconstruction*. Manuals on Archaeology, 4, Taraxacum, Washington D.C.
- Ruiz Huidobro, O. 1972. *Descripción Geológica de la Hoja 11e Santa María (Provincias de Catamarca y Tucumán)*. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 134, Buenos Aires.
- Sacchero, P. 1974-1976. Prospección arqueológica en el Valle del Río Blanco, Jáchal (Prov. de San Juan). *Anales de Arqueología y Etnología* 29-31:37-66.
- Scattolin, M.C. y V. Williams 1992. Actividades minero metalúrgicas en el Noroeste argentino. Nuevas evidencias y su significación. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines* 21 (1):59-88.
- Schiappacasse, V. y H. Niemeyer 1989. Avances y sugerencias para el conocimiento de la prehistoria tardía de la desembocadura del valle de Camarones (Región Tarapacá). *Chungara Revista de antropología Chilena* 22:63-84.
- Seggiaro, R., P. Caffè, R. Becchio, C. Galli, M. Arnosio y G. Da Poian 2014. Evolución tectónica andina entre las sierras de Huallfin, Capillitas y extremo sur de Aconquija, provincia de Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 71 (4):500-512.
- Spina, J. y G. Gluzman 2017. Hacia una comprensión regional de las cerámicas metalúrgicas. Caracterización morfológica y funcional de moldes y crisoles de dos sitios del noroeste argentino En *Investigaciones Arqueométricas: Técnicas y Procesos*, editado por A. Rocchietti, F. Ribero y D. Reinoso, pp. 91-104. Editorial Aspha, Buenos Aires.
- Spina, J., M. Giovannetti y E. Ferraris 2017. Interrogantes de la metalurgia prehispánica andina: nuevas propuestas desde los hornos de Quillay (Catamarca, Argentina). *Chungara Revista de Antropología Chilena* 49 (3):327-342.
- Tarragó, M.N. 2007. Ámbitos domésticos y de producción artesanal en el noroeste argentino prehispánico. *Intersecciones en Antropología* 8:15-26.
- Tarragó, M. y L.R. González 1998. La producción metalúrgica prehispánica en el asentamiento de Tilcara (Prov. de Jujuy). Estudios preliminares sobre nuevas evidencias. En *Los Desarrollos Locales y sus Territorios. Arqueología del NOA*, editado por M. Cremonese, pp. 179-198. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy.
- Terry, R. y G. Chilingar 1955. Summary of "Concerning some additional aids in studying sedimentary formations" by M.S. Shvetsov. *Journal of Sedimentary Petrography* 25:229-234.
- Thornton, C. y T. Rehren 2009. A truly refractory crucible from fourth millennium Tepe Hissar, Northeast Iran. *Journal of Archaeological Science* 36 (12):2700-2712.
- Tite, M., I. Freestone, N. Meeks y P. Craddock 1985. The examination of refractory ceramics from metal-production and metalworking sites. En *The Archaeologist and the Laboratory*, editado por P. Phillips, pp. 50-55. Research Report 58, Council for British Archaeology, Londres.
- Tite, M., V. Kilikoglou y G. Vekinis 2001. Strength, toughness and thermal shock resistance of ancient ceramics, and their influence on technological choice. *Archaeometry* 43 (3):301-324.
- Tylecote, R. 1980. Furnaces, crucibles and slags. En *The Coming of the Age of Iron*, editado por T. Wertime y J. Muhly, pp. 183-228. Yale University Press, New Haven y Londres.
- Tylecote, R. 1982. Metallurgical crucibles and crucible slags. En *Archaeological Ceramics*, editado por J. Olin y A. Franklin, pp. 231-243. Smithsonian Institution Press, Washington DC.

Whitbread, I. 1986. The characterisation of argillaceous inclusions in ceramic thin sections. *Archaeometry* 28:79-88.

Williams, V. 2000. El Imperio Inka en la provincia de Catamarca. *Intersecciones en Antropología* 1:55-78.

Williams, V., M.P. Villegas, M.S. Gheggi y M.G. Chaparro 2005. Hospitalidad e intercambio en los valles mesotermiales del Noroeste Argentino. En *Encuentros: Identidad, Poder y*

*Manejo de Espacios Públicos*, editado por P. Kaulicke y T. Dillehay, pp. 335-373. Boletín de Arqueología de la Pontificia Universidad Católica del Perú 9, Lima.

Zagorodny N., C. Angiorama, M.F. Becerra y M.J. Pérez Pieroni 2015. Evidencias de actividades metalúrgicas en el sitio Campo de Carrizal (Belén, Catamarca). *Intersecciones en Antropología* 16:439-450.

### Notas

<sup>1</sup> Sin embargo, una de las muestras, tal como será posteriormente detallado, es de naturaleza pétreo, pero dado que fue inicialmente caracterizada como elaborada en cerámica fue incorporada en este análisis. Lejos de considerarlo un inconveniente, se pensó como un caso de aprendizaje en el

estudio de los insumos productivos arqueometalúrgicos.

<sup>2</sup> Las muestras fueron impregnadas con un consolidante de color azul, destinado a un mejor reconocimiento de las cavidades o poros, tanto en la matriz como en las propias inclusiones, favoreciendo su cuantificación.