

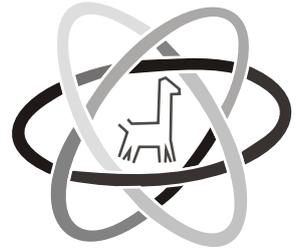
# La arqueometría en Argentina y Latinoamérica

Silvana Bertolino  
Roxana Cattáneo  
Andrés D. Izeta  
(editores)

2010







# La arqueometría en Argentina y Latinoamérica

Silvana Bertolino  
Roxana Cattáneo  
Andrés D. Izeta  
(editores)

2010



Permitida su reproducción, almacenamiento y distribución por cualquier medio, total o parcial, con el permiso previo y por escrito de los autores y/o editores. Se pueden reproducir párrafos citando al autor y editorial.

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

Primera edición: Diciembre de 2010

Bertolino, Silvana

La Arqueometría en Argentina y Latinoamérica / Silvana Bertolino; Roxana Cattaneo; Andrés Izeta. - 1a ed. - Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades, 2010.

382 p.; 29 x 20 cm.

ISBN 978-950-33-0849-3

1. Arqueología. 2. Arqueometría. I. Cattaneo, Roxana II. Izeta, Andrés III. Título  
CDD 930.1

Fecha de catalogación: 20/12/2010



Reconocimiento-Sin Obra Derivada CC BY-ND

Diseño de interior: Andrés D. Izeta (CONICET, Museo de Antropología, FFyH, UNC)

Diseño de Tapa: Agustín Massanet (Museo de Antropología, FFyH, UNC)

ISBN: 978-950-33-0849-3

Impreso en Argentina

Printed in Argentina

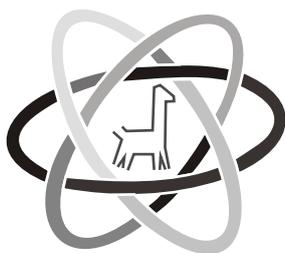
## ÍNDICE

Índice.....	5
Palabras iniciales.....	9
Listado de evaluadores.....	11
Una visión de la arqueometría en Argentina y Latinoamérica en el nuevo milenio. <i>Silvana Bertolino, Roxana Cattáneo y Andrés D. Izeta</i> .....	15
<b>SECCIÓN 1</b> .....	21
Caracterización petrográfica del conjunto cerámico del “Paradero 1” de Cañada Honda (Provincia de Buenos Aires) <i>Gabriel Eduardo Acuña</i> .....	23
Determinación de elementos traza en cerámicas arqueológicas del Lago Triful. Áreas de aprovisionamiento y circulación. <i>Verónica Aldazábal, Rita Plá y Rodrigo Ivernizzi</i> .....	29
Composición mineralógica y química y posible proveniencia de cerámica pre y post-hispánica del valle del Rio Copacabana, NO de Córdoba. <i>Silvana R.A. Bertolino, Udo Zimmermann, Victor Galván y Andrés Laguens</i> .....	35
Una nueva tecnología en Cazadores - Recolectores Transicionales de la Puna argentina. Caracterización de un recipiente con fibra vegetal. <i>María B. Cremonte, Irma L. Botto, María E. Canafoglia, Salomón Hoczman, María F. Rodríguez, Carlos A. Aschero y Delia Gazzoli</i> .....	43
Calcita secundaria postdeposicional en cerámicas arqueológicas Sanagasta (ca. AD 900 - AD 1200) e Inka (ca. AD 1480 - AD 1532): Identificación a través de MEB-EDS e implicancias para los análisis tecnológicos (Abaucán, Tinogasta, Catamarca, Argentina) <i>Guillermo A. De La Fuente y Alejo C. Carreras</i> .....	49
Sectorización del espacio, cerámica y cronología relativa. Análisis comparativos en un asentamiento agrícola multicomponente (Los Colorados, Catamarca) <i>Marco Giovannetti, María Cecilia Páez, Gregoria Cochero, Paula Espósito, G. Corrado, Josefina Spina y Fernando Franchetti</i> ....	55
Análise de fragmentos cerâmicos do Sambaqui do Bacanga (MA) através da técnica de Fluorescência de Raios X por Dispersão em Energia (ED-XRF) <i>Renato A. Ikeoka, Carlos R. Appoloni, Paulo S. Parreira, Fábio Lopes y Arkley M. Bandeira</i> .....	61
Aporte del análisis textural por porosimetría de mercurio a la caracterización de la cerámica ordinaria del sitio El Molino (Dpto. de Belén, Catamarca). <i>María Emilia Iucci, Cristina Volzone, Martín Morosi y Nora Zagorodny</i> .....	67
Valoración de atributos cerámicos para la evaluación de procesos de formación de sitios de tierras bajas del NOA <i>Mario G. Maldonado, L. del Valle Neder, Jimena Roldan y María M. Sampietro Vattuone</i> .....	73
Análisis petrográficos de la cerámica de Doncellas: Un nuevo aporte para el estudio del proceso de producción. <i>Martina Inés Pérez</i> .....	79
Estudios técnicos de materiales refractarios del Noroeste argentino. <i>Trinitat Pradell, Luis González y Geraldine Gluzman</i> .....	85
Análisis petrográfico de conjuntos cerámicos tardíos: un aporte a la identificación de estilos tecnológicos en el Valle del Bolsón (Belén, Catamarca) <i>Verónica Puente</i> .....	91
Variaciones en la composición química multielemental de materias primas cerámicas crudas y cocidas (Tinogasta, Catamarca, Argentina) <i>Norma Ratto y Rita Plá</i> .....	97

Petrografía de la cerámica arqueológica del Nordeste del Chubut (Patagonia Argentina). Primeros resultados. <i>Verónica Schuster</i> .....	103
Primeros análisis petrográficos de la cerámica del norte y oeste de La Pampa. <i>Alicia H. Tapia, Ana M. Aguerre y Patricia Solá</i> .....	109
<b>SECCIÓN 2</b> .....	117
Caracterización geoquímica de depósitos de obsidiana del centro de México con explotación prehispanica para estudios de procedencia de artefactos arqueológicos. <i>Denisse Argote Espino, Jesús Solé, Osvaldo Sterpone Canuto y Pedro López García</i> .....	119
¿Puntas de proyectil o cuchillos? Múltiples técnicas analíticas para una caracterización funcional de artefactos arqueológicos. <i>Pilar Babot, Roxana G. Cattáneo y Salomón Hocsman</i> .....	127
Los recursos líticos en el Sitio Y1SI de la localidad arqueológica Paso Mayor. <i>Cristina Bayón, Rodrigo Vecchi y Alejandra Pupio</i> .....	135
Relaciones entre variabilidad en la tecnología lítica y recursos faunísticos explotados en el Golfo de San Matías. Río Negro. <i>Marcelo Cardillo, Hernán Marani, Florencia Borella y Lucía Lípari</i> .....	141
Una Exploración de la variación métrica y morfológica en instrumentos de filo largo en Patagonia Meridional. <i>Marcelo Cardillo, Judith Charlin y Karen Borrazzo</i> .....	147
Fuentes primarias vs secundarias de aprovisionamiento lítico: Una comparación geoquímica (Pali Aike, Santa Cruz) <i>Judith Charlin y Massimo D’Orazio</i> .....	153
Caracterización de cuentas líticas provenientes del valle del Río Manso (Provincia de Río Negro) <i>Nicolás C. Ciarlo, Patricia Solá y Cristina Bellelli</i> .....	159
Estudio tecno-morfológico y análisis de procedencia de obsidianas recuperadas en el sitio formativo Tres Cruces I (Quebrada del Toro, Provincia de Salta, Argentina) <i>María Eugenia De Feo y María Celina Álvarez Soncini</i> .....	165
Acercamiento inicial a la variabilidad de afloramientos de vulcanitas en Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca, Puna Meridional Argentina) <i>Alejandra M. Elías, Pablo Tchilinguirian y Patricia Escola</i> .....	171
¿De dónde vienen?: Obsidianas de la localidad de Azampay (Dto. de Belén, Catamarca) <i>Marina Cecilia Flores y Martín Morosi</i> .....	177
Exame da sensibilidade analítica em sistemas PXRf para análises de obsidianas. <i>Galvão, T. D., Lopes, F. y Appoloni, C. R.</i> .....	183
Puntas de proyectil líticas de colección. Aportes para La arqueología de tierras bajas (Cuenca Tapia-Trancas, Tucumán, Argentina) <i>Jorge G. Martínez, Mario Caria, Eduardo Mauri y Cecilia Mercuri</i> .....	189
Relevamiento de la base regional de recursos líticos en las áreas de Santa Rosa de los Pastos Grandes y San Antonio de los Cobres, Puna de Salta. <i>Cecilia Mercuri</i> .....	197
Obsidianas: Huellas químicas en el bosque y la estepa de Norpatagonia Occidental. <i>Oscar Palacios, Cristina Vázquez y Adam Hajduk</i> .....	203
<b>SECCIÓN 3</b> .....	209
Utilización de recursos vegetales alimenticios en sitios arqueológicos de altura. El caso de Cueva de los Corrales 1 (El Infiernillo, Tafi del Valle, Tucumán, Argentina) <i>Guillermo A. Arreguez, C. Matías Gramajo Bühler y Nurit Oliszewski</i> .....	211
Rompiendo huesos para el puchero. Análisis de la fragmentación de un conjunto arqueofaunístico del Periodo Formativo del Valle de Yocavil. <i>Carlos R. Belotti López de Medina</i> .....	219

Estudio osteométrico de muestras arqueológicas de individuos subadultos de <i>Otaria flavescens</i> . Análisis del error intraobservador (EIO) <i>Florencia Borella, G. Lorena L'Heureux y Víctor Silva</i> .....	225
Fumando en la cocina. Determinación de contenidos por técnicas fisicoquímicas en dos pipas cerámicas del sitio Cardonal. <i>Ma. Fabiana Bugliani, C. Marilyn Calo y Ma. Cristina Scattolin</i> .....	231
Isótopos estables y manejo alimentario de camélidos durante el primer milenio A.D. en el valle de Ambato (Noroeste Argentino). <i>Andrés D. Izeta, Mariana Dantas, M. Gabriela Srur, M. Bernarda Marconetto y Andrés G. Laguens</i> .....	235
Donde hubo fuego ¿Cenizas quedan? Residuos de combustión en el sitio Piedras Blancas, Dpto. Ambato, Catamarca. <i>Henrik B. Lindskoug y Verónica A. Mors</i> .....	241
Restos vegetales de origen arqueológico e isótopos estables del carbono: Su posibilidad de uso en las reconstrucciones paleodietarias y paleoclimatológicas. <i>Augusto Tessone, Celeste Samec, Violeta Killian Galván y Héctor Panarello</i> .....	249
Estudios interdisciplinarios y la reconstrucción de eventos de mutilación dental en culturas prehispánicas de México. <i>Raúl Valadez Azúa, Mireya Montiel Mendoza, Gilberto Pérez Roldán y Carlos Serrano Sánchez</i> .....	255
<b>SECCIÓN 4</b> .....	261
Tecnología constructiva de anclas del siglo XVIII. Análisis de una pieza hallada en cercanías del naufragio Swift (1770), Puerto Deseado, Provincia de Santa Cruz. <i>Ciarlo, N. C., H. De Rosa, D. Elkin, H. Svoboda, D. Vainstub y L. Díaz Perdiguero</i> .....	263
Caracterización de componentes metálicos de textiles pertenecientes al patrimonio nacional. <i>S. B. Farina, G.S. Duffó, F. Marte, P. Villaronga y S. Di Lorenzo</i> .....	271
Análisis de termoalteración de un conjunto de clavos de un sitio arqueológico del barrio porteño de Floresta <i>Jésica L. Frustaci, Horacio M. De Rosa, María Florencia Caretti y María Clarisbel Lucchetta</i> .....	277
“¿Lo atamo con alambre?”. Caracterización de diversos tipos de alambres provenientes del puesto San Eduardo (La Pampa, comienzos del siglo XX) <i>C.G. Landa, H. M. De Rosa y E.G. Montanari</i> .....	281
<b>SECCIÓN 5</b> .....	287
Microvestigios e indicadores fisicoquímicos de actividades en un sitio arqueológico de cazadores recolectores pescadores. El sitio El Divisadero Monte 6 (General Lavalle, Buenos Aires) <i>Emilio Eugenio</i> .....	289
Determinaciones físico-químicas en suelos de los sitios Alamito (Campo de Pucará, Provincia de Catamarca) <i>Ma. Soledad Gianfrancisco, María Elena Puchulu y Patricia Cuenya</i> .....	295
Caracterización físico-química de sedimentos provenientes de fogones experimentales. <i>Débora M. Kligmann y Elena Díaz País</i> .....	303
Caracterización de materiales constructivos en tierra mediante estudios de laboratorio. <i>Gisela Spengler, Margarita Do Campo y Norma Ratto</i> .....	309
<b>SECCIÓN 6</b> .....	321
Identificación y análisis de pigmentos y pinturas en cerámicas arqueológicas Sanagasta (ca. AD 900 – AD 1200) e Inka (ca. AD 1480- AD 1532) a través de MEB-EDS y microespectroscopía de Raman (Abaucan, Tinogasta, Catamarca, Argentina) <i>Guillermo A. De La Fuente, Alejo C. Carreras, Juan Manuel Pérez Martínez, Sergio E. Martín y Alberto Riveros</i> .....	323
Cuantificación mineralógica de pigmentos pertenecientes a la Cultura Aguada mediante refinamiento Rietveld. <i>Víctor Galván, Silvana Bertolino, Gustavo Castellano, Andrés Laguens y Alberto Riveros</i> .....	331
Análisis arqueométrico de sustancias colorantes provenientes de contextos tempranos de las Sierras de Tandilia Oriental. <i>José Manuel Porto López y Diana Leonis Mazzanti</i> .....	337

<b>SECCIÓN 7</b> .....	343
Análisis arqueométrico de residuos en superficies cerámicas. <i>Verónica Judith Acevedo y Mariel Alejandra López</i> .....	345
Revalorizando las colecciones de textiles arqueológicos. Una mirada desde la conservación preventiva. <i>María José Fernández, María Julia Cardinal y Fernando D. Marte</i> .....	351
Biodeterioro en abrigos rocosos con arte rupestre del Sistema Serrano de Ventania (Provincia de Buenos Aires) <i>Patricia S. Guiamet, Fernando Oliva, Paola Lavin y Sandra G. Gómez de Saravia</i> .....	357
Tratamiento de metales arqueológicos con complejantes orgánicos. El caso de una medalla de la Plazoleta Bertole, Rosario, Santa Fe. <i>Adrián Ángel Pifferetti</i> .....	363
<b>SECCIÓN 8</b> .....	369
Análisis arqueométrico de las cuentas de vidrio de Pintoscayoc 1, Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. <i>López Mariel Alejandra</i> .....	371
Lógica difusa: un método de clasificación de materiales arqueológicos. <i>Pedro López García y Denisse Argote Espino</i> .....	377
Cálculo de capacidad de riego e infiltración en represas y surcos prehispánicos de Caspinchango (Provincia de Catamarca) <i>Sonia Lanzelotti y Marcelo Lamamí</i> .....	383
Criterios, técnicas y estrategias geoarqueológicas de prospección en zonas selváticas de piedemonte y tierras bajas del NOA. <i>Mario G. Maldonado, L. del Valle Neder, Jimena Roldan y María M. Sampietro Vattuone</i> .....	389
Índice de autores.....	397



# CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES CONSTRUCTIVOS EN TIERRA MEDIANTE ESTUDIOS DE LABORATORIO

Gisela Spengler<sup>1</sup>, Margarita Do Campo<sup>2</sup> y Norma Ratto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CONICET, Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, <sup>2</sup>CONICET, INGEIS, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, <sup>3</sup>Museo Etnográfico "J. B. Ambrosetti", Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, giselaspengler@yahoo.com.ar, marga@ingeis.uba.ar, nratto@ciudad.com.ar

---

## Resumen

Las arquitecturas en tierra suelen verse seriamente afectadas por el deterioro y colapso causados por el paso del tiempo y la acción de los agentes erosivos. Este fenómeno dificulta enormemente la identificación de estos vestigios a partir de su morfología, tamaño y características macroscópicas. Por esta razón se decidió realizar diversos ensayos analíticos (granulometría, contenidos de carbono y fósforo, difracción de rayos X, etc.) sobre materiales constructivos arqueológicos confeccionados en tierra procedentes de distintos sitios ubicados en el oeste de la provincia de La Rioja y en el sudoeste de la provincia de Catamarca. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de esta investigación, cuyo objetivo es avanzar en la caracterización de las distintas técnicas constructivas en tierra y tratar de definir parámetros que permitan su identificación en contextos arqueológicos. De esta manera se espera aproximarse a la comprensión de las decisiones tecnológicas involucradas en la selección de las materias primas para la preparación de las mezclas y en la manufactura de las distintas técnicas constructivas.

Palabras clave: materiales constructivos en tierra, granulometría, difracción de rayos X, arcillas, materia orgánica.

---

Los sistemas constructivos en tierra son tecnologías muy extendidas, desarrolladas tanto en el viejo mundo como en la América prehispánica desde épocas muy antiguas. En Sudamérica su presencia ha sido registrada al menos desde el Horizonte Temprano, tanto en construcciones de uso doméstico como en las obras monumentales [1]. Se denomina arquitectura en tierra a todas aquellas manifestaciones tecnológicas, arquitectónicas y urbanísticas que emplean tierra cruda<sup>1</sup> como principal material constructivo. Dentro de estos sistemas constructivos pueden distinguirse tres tipos: los sistemas monolíticos (tapia), las mamposterías (adobe y champas) y los sistemas mixtos o entramados (quincha, bahareque, etc.) [1,2].

Los sistemas monolíticos o tapias son sistemas

<sup>1</sup> Se habla de construcción con "tierra cruda" para marcar la diferencia con las "arquitecturas en cerámicos", otro sistema constructivo en donde se incluye al ladrillo cocido

constructivos macizos que se realizan apisonando tierra húmeda dentro de un encofrado de gran tamaño. Cada horma se construye de una sola vez y se van superponiendo en hiladas por medio de estructuras de andamiaje [3] Esta técnica ofrece buena resistencia mecánica y muy buena aislación térmica, dada la homogeneidad de la masa y los grandes espesores de los muros [3,4]. Sin embargo se trata de un trabajo constructivo muy costoso en tiempo y mano de obra, que requiere de la cooperación conjunta de grupos de personas que exceden la organización familiar [3]. Estudios sobre tapias modernas aseguran que la composición más adecuada para las mismas debería contener escasa cantidad de agua y materia orgánica [2], proporciones altas de arena (40 a 50%), escaso limo (5 a 25%) y contenidos intermedios de arcilla (20 a 35%) [3]. Datos semejantes surgen de estudios realizados sobre tapias prehispánicas de Campo del Pucará en Catamarca [5], las cuales

presentaron contenidos de arena entre 50 a 60 %, 14 a 20 % de limo y 26-28% de arcilla. Un patrón similar se determinó para diversas tapias históricas y subactuales en distintas zonas de Sudamérica [6] Otros investigadores difieren notoriamente sobre estos valores, y afirman que los tapias contienen proporciones mayores de arena (90%) y muy bajos contenidos de limo y arcilla (5% en cada caso) [2].

Por su parte, los sistemas de mamposterías en tierra consisten en la elevación de muros con bloques de tierra, ya sea cortados del mismo terreno (champas o tepes), o bien modelados en barro y secados al aire, denominados usualmente adobes [6, 2] La construcción con adobes permite realizar obras de ejecución más simple y rápida que el tapial, pero poco resistentes a la erosión provocada por el agua, tanto de lluvia como de la humedad ascendente. Este problema suele combatirse por medio de zócalos aislantes y mantenimiento permanente de los enlucidos [3] Trabajos etnográficos y estudios sobre construcciones modernas indican que la mezcla de barro de los adobes suele llevar más agua que las tapias (15 a 40%) e incluye abundantes agregados orgánicos a modo de estabilizantes (25 a 30%), especialmente fibras vegetales, pero también de origen animal como la bosta [2, 7]. Esta mixtura es llevada a un estado casi plástico que se mezcla enérgicamente y suele, en ocasiones, dejarse podrir algunos días para que la descomposición de los elementos orgánicos le otorguen coherencia interna a los bloques [3.] Estudios sobre adobes modernos aseguran que la composición más adecuada para confeccionarlos debería tener un predominio de arena (55 a 75%) y bajos porcentajes de limo (15 a 18%) y arcilla (10 a 30%) [5,2] Sin embargo, otros autores dan a conocer valores ligeramente distintos para los adobes, con proporciones intermedias de arena y limo (40% en cada caso) y porcentajes menores de arcilla (20%) [2].

En cuanto a los entramados, los mismos presentan gran diversidad de formas y técnicas. En líneas generales, consisten en una trama o armazón de elementos vegetales (madera, cañas, ramas, etc.) que se rellena y/o cubre de barro. Los entramados reciben distintos nombres según la técnica particular empleada, los materiales involucrados y la región geográfica (p.e. bahareque, paja embarrada, quinchá, etc.) [3,2] Además de servir para la confección de paramentos, esta técnica frecuentemente se utiliza para la cobertura de techumbres gracias a su ligereza.[3] La gran ventaja de esta técnica radica

en su simplicidad y rapidez, no obstante presenta baja resistencia mecánica y es frágil por definición. Proporciona además escaso aislamiento térmico, permite el desarrollo de parásitos en la trama vegetal y es fácilmente afectado por incendios y lluvias .[3] Es muy difícil reconocer esta tecnología en contextos arqueológicos puesto que raramente se conservan vestigios de las estructuras vegetales, sobre todo cuando se trata de techumbres. Cuando algún vestigio es observable en el registro se presenta a modo de concreciones de tierra con improntas de ramas [3] Estudios sobre materiales modernos indican que los entramados presentan elevadas cantidades de materia orgánica, altos porcentajes de arcilla, seguido por la fracción arena y limo en menor proporción [1]

### **Antecedentes**

En general, el reconocimiento de la evidencia arqueológica de construcciones en tierra ha sido siempre un problema en todo el mundo, puesto que su estado de conservación suele ser precario. De hecho, su identificación en el registro arqueológico suele asumirse por la existencia de montículos y escombros, pero sólo ocasionalmente es demostrada en forma fehaciente [8]. Esto ocurre puesto que las construcciones en tierra son extremadamente vulnerables ante las inclemencias climáticas, especialmente a la erosión pluvial [9]. En contextos arqueológicos se presentan como acumulaciones monticulares de tierra, que son muy difíciles de identificar a partir de su morfología, tamaño y características macroscópicas. No obstante, coincidimos con [8] cuando afirman que si bien las construcciones con tierra suelen ser las arquitecturas peor representadas del registro arqueológico, deben ser las más significativas en términos volumétricos.

Si bien existen numerosos estudios sobre la arquitectura arqueológica, la mayoría de ellos se centran en las construcciones en piedra [10]. Dicha situación ha llevado a subvalorar la presencia de estas técnicas en el pasado y a la vez resulta sobre representando el uso de la piedra para la construcción. Son tan escasas las investigaciones arqueológicas relativas a de las técnicas constructivas en tierra, tanto a nivel nacional como internacional, que suele emplearse de modo confuso la terminología específica (adobe, tapia, etc.), lo cual hace difícil realizar comparaciones entre diversos estudios [1,3]. También es notoria la escasez de estudios que empleen técnicas de laboratorio para la

caracterización de estos materiales constructivos.

Algunos autores han hecho referencia a la existencia de vestigios de arquitecturas en tierra a lo largo de toda la secuencia agroalfarera en el Noroeste Argentino, desde el período Temprano hasta momentos inkaicos e hispano-indígenas. El uso del adobe ha sido identificado para momentos tempranos para momentos tardíos, inkaicos e hispano-indígenas en la quebrada de Humahuaca [11], el valle Calchaquí [12], el valle de Abaucán [13,14] y en los valles de Famatina, Vinchina y Guandacol [15, 16, 17] Existen referencias de construcción con tapias desde los períodos Temprano y Medio en los valles de Abaucán, Ambato y Campo del Pucará (Catamarca) [13, 1, 18, 14]; y para épocas tardío-inkaicas en los valles del Jachal-Río Blanco (San Juan) y Guandacol (La Rioja) [19,20] Por último, los entramados solo han sido identificados ocasionalmente, por ejemplo en el noroeste sanjuanino y oeste riojano para momentos tempranos [19,20]. Por su parte, en épocas posthispánicas el uso de las técnicas de construcción en tierra fue mucho más frecuente, puesto que tanto el tapial como el adobe eran tecnologías de uso común y muy extendido durante la colonia [6].

Recientemente, los estudios analíticos de materiales constructivos han cobrado nuevo impulso a partir de enfoques geoarqueológicos [21,22,9], abordajes conservacionistas [23,7], sumado a la influencia de las perspectivas de la arqueología de la arquitectura [24,10,25,8]. Esta última línea de investigación ha otorgado gran importancia al estudio de las tecnologías constructivas y los tipos de aparejos [26] El examen de las técnicas y materiales constructivos suele abarcar el análisis de variables tanto de carácter formal como de tipo técnico y composicional. Las primeras involucran el estudio de la morfología y dimensiones de los distintos elementos constructivos para establecer tipologías con valor cronológico relativo [27] En cuanto a las variables técnicas, éstas incluyen estudios de composición y procedencia de los diversos materiales constructivos, morteros, enlucidos, etc. Estos trabajos se valen en gran medida del apoyo de estudios físico-químicos, mineralógicos y sedimentológicos. La utilización de este tipo de datos arqueométricos es fundamental a la hora de caracterizar las distintas técnicas constructivas.

Dentro de este último enfoque, el presente trabajo da a conocer los resultados preliminares de diversos ensayos analíticos (granulometría, contenidos

de carbono y fósforo, difracción de rayos X, etc.) realizados sobre materiales constructivos arqueológicos confeccionados en tierra. Estos materiales proceden de distintos sitios, tanto de épocas prehispánicas como posthispánicas, ubicados en el oeste de la provincia de La Rioja y en el sudoeste de provincia de Catamarca. El objetivo de esta investigación fue avanzar en la caracterización de las distintas técnicas constructivas en tierra intentando definir parámetros que permitan su determinación en contextos arqueológicos. De esta manera se espera también aproximarse a la comprensión de las decisiones tecnológicas involucradas en la selección de las materias primas para la preparación de las mezclas y en la manufactura de las distintas técnicas constructivas.

## Materiales y métodos

Las muestras bajo estudio proceden de diversas localidades en los valles de Abaucán (Catamarca), Vinchina y Famatina (La Rioja) (Figura 1). Las mismas corresponden también a diferentes períodos cronológicos abarcando materiales tanto de épocas prehispánicas -de los períodos Temprano, Medio, Tardío e Inka-, como de momentos históricos o posthispánicos en sentido global, incluyendo materiales de época colonial e independentistas, hasta contextos de uso subactuales. Las muestras son también representativas de distintas técnicas constructivas, entre las que se incluyen: tapias, adobes, entramados, revoques y morteros (Tabla 1). Los estudios de laboratorio fueron realizados en el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica<sup>2</sup>, en donde se analizaron 35 muestras de materiales constructivos en tierra. Los ensayos consistieron en: 1) determinación del color Munsell en seco; 2) estudios granulométricos; 3) análisis de los contenidos de materia orgánica; 4) determinación del fósforo disponible en sedimento; 5) análisis de difracción de rayos X para la identificación de los minerales presentes y sus proporciones relativas (tanto sobre la fracción <2µm como en la muestra total) y 6) determinación de la densidad de las muestras.

Para identificar la coloración del sedimento de cada una de las muestras de materiales constructivos se utilizó la Carta de Colores Munsell. También se realizaron análisis granulométricos (método Bouyoucos) con el fin de determinar, en forma

<sup>2</sup> INGEIS, UBA-CONICET

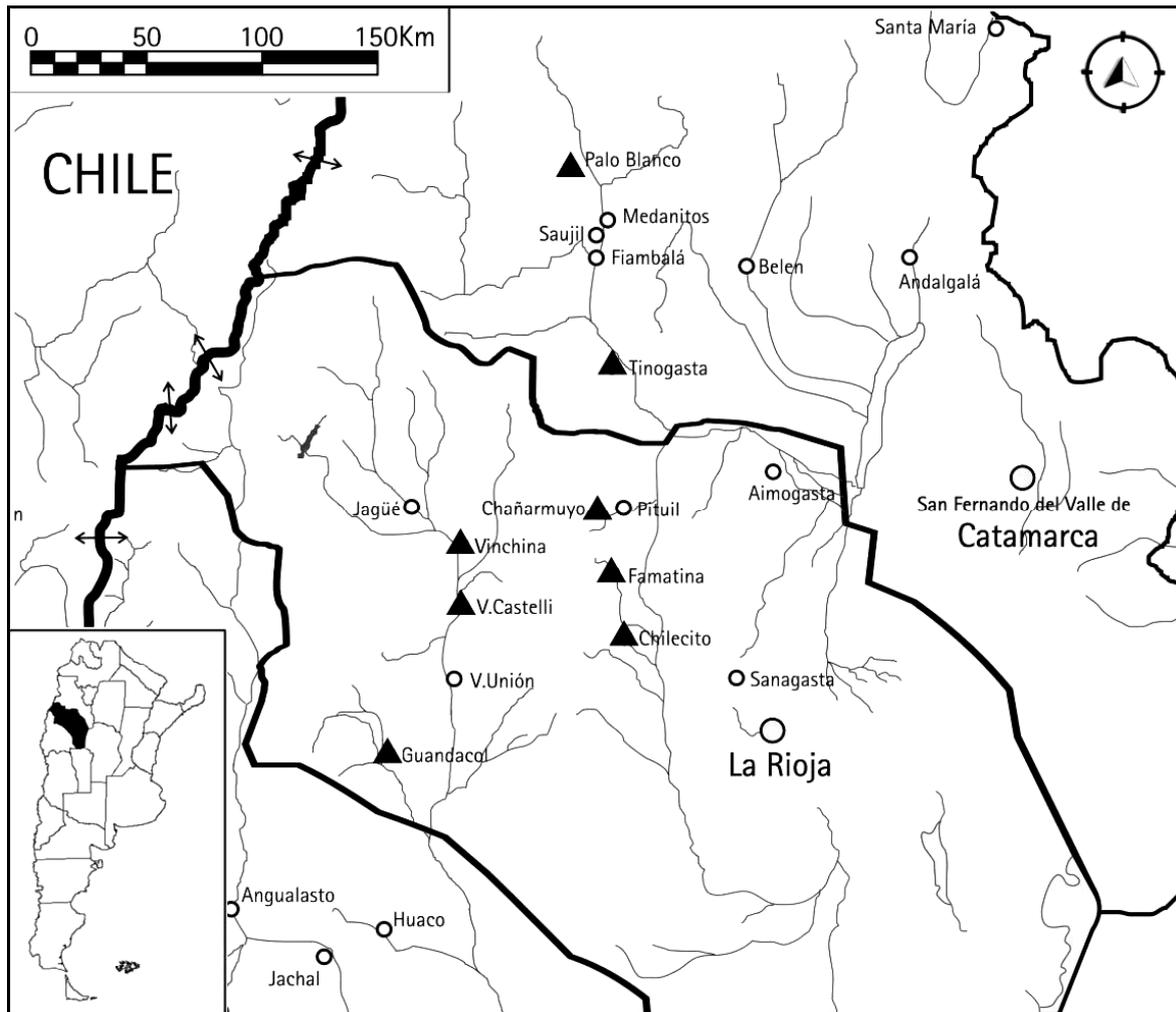


Figura 1. Mapa indicando las localidades en las que se tomaron muestras de materiales constructivos en tierra.

cuantitativa, la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño [28]

El contenido de materia orgánica se determinó por medio del método Walkley-Black, que cuantifica el carbono orgánico íntimamente ligado a la fracción mineral del suelo (COS), es decir, el porcentaje de humus de cada muestra [29] Por otro lado, se separaron y pesaron las fibras vegetales agregadas a fin de cuantificar el contenido de materia orgánica no humificada y que pudiera dar cuenta de agregados intencionales en las mezclas.

Por su parte, el contenido de fósforo disponible en suelo se estableció mediante el método de Kurtz y Bray I que estima las formas de fósforo disponible para las plantas [30] Se decidió realizar esta determinación dado que el contenido de fósforo suele ser un buen indicador de la presencia de bosta en los adobes [8]

Para los análisis de difracción de rayos X (DRX) se utilizó un difractómetro Philips PW 1390 equipado con goniómetro vertical y se empleó radiación de  $\text{Cu K}\alpha$ . Se determinó la composición mineralógica tanto de la fracción arcilla (21 muestras) como de la muestra total (8 muestras). Para analizar la fracción  $<2\mu\text{m}$  fue necesaria su separación previa, para lo cual se siguió la técnica propuesta por [31]. Tras una ligera molienda de las muestras se procedió a la eliminación de carbonatos aplicando solución de Morgan (buffer acetato de sodio-ácido acético) y agua oxigenada. Luego se procedió al lavado de las muestras con agua destilada mediante sucesivas decantaciones. A continuación se añadió un dispersante y la muestra se agitó por medios mecánicos hasta conseguir una perfecta dispersión. Luego se separó la fracción arcilla empleando una ultra centrifugación (Sigma 3K30). La mineralogía de esta fracción se determinó a partir de difractogramas sobre agregados orientados, los cuales se prepararon

Nro Muestra	Provincia	Sitio	Localización dentro del		Cronología	Técnica
				sitio		
1	Catamarca	Batungasta	A01		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
2	Catamarca	Batungasta	F08		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
3	Catamarca	Batungasta	G12		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
4	Catamarca	Batungasta	I04		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
5	Catamarca	Batungasta	I04		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
7	Catamarca	Batungasta	M01		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
8	Catamarca	Batungasta	M02		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
9	Catamarca	Batungasta	M05		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
10	Catamarca	Batungasta	N03a	Muro W	Tardío/Inka/Colonial	Adobe
11	Catamarca	Batungasta	N04		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
14	Catamarca	Batungasta	H10		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
15	Catamarca	Batungasta	G14		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
16	Catamarca	Palo Blanco	NH6 A1	esq SW	Temprano/Medio	Tapia
17	Catamarca	Palo Blanco	NH6 B1	esq SW	Temprano/Medio	Tapia
18	Catamarca	Palo Blanco	NH6 B1		Temprano/Medio	Tapia?
20	Catamarca	Palo Blanco	NH3 A2	esq SW	Temprano/Medio	Tapia
22	Catamarca	Palo Blanco	NH3 R9	13 A2 esq SW N3	Temprano/Medio	Tapia
23	Catamarca	Palo Blanco	NH3 R16-17,5		Temprano/Medio	Tapia
24	Catamarca	Palo Blanco	NH3 R16-17,5		Temprano/Medio	Tapia
25	Catamarca	Palo Blanco	NH1		Temprano/Medio	Adobe
26	Catamarca	Palo Blanco	NH6		Temprano/Medio	Revoque (impronta)
29	Catamarca	La Troya	V-Bath	07	Temprano/Tardío/Inka	Revoque (horno)
30	Catamarca	Batungasta	-		Tardío/Inka/Colonial	Adobe
40	La Rioja	Guandacol	-		Subactual	Adobe
41	La Rioja	Las Bateas	LB4		Independentista	Adobe
42	La Rioja	Guandacol	-		Tardío/Inka	Adobe
43	La Rioja	Capayán	Muro	ataque Esq SW	Colonial/Independentista	Adobe
44	La Rioja	Gualco 7	Muro	E	Tardío/Colonial	Adobe
45	La Rioja	Las Taperas	R3	Esq SE	Tardío/Inka	Adobe
46	La Rioja	Las Taperas	R3	Muro W	Tardío/Inka	Adobe
47	La Rioja	Guandacol	SA R8	Muro S	Tardío/Inka	Adobe
48	La Rioja	Gualco 7	Muro	E	Tardío/Colonial	Revoque
49	La Rioja	Gualco 7	Muro	E esq SE	Tardío/Colonial	Tapia
50	La Rioja	Parecitas 9	E1		Subactual	Quincha
51	La Rioja	La Cuestecilla	G6 R3	SB N2	Temprano/Medio	Quincha

Tabla 1. Listado y procedencia de las muestras de materiales constructivos en tierra bajo estudio

dejando secar a temperatura ambiente una suspensión de agua y arcilla depositada mediante pipeta sobre un portamuestras de vidrio. Se realizaron tres difractogramas: 1) sobre agregados orientados sin tratamiento, 2) sobre agregados orientados solvatados con etilenglicol durante 12 horas y 3) sobre agregados orientados calentados a 500°C durante 4 horas. Por su parte, la composición mineralógica de la muestra total por DRX se realizó mediante el método de polvo. Las muestras se molieron en un mortero de ágata y el polvo obtenido se colocó en el portamuestras, procurando no ejercer presiones que pudieran causar orientación preferencial [10]. Luego de la identificación de los grupos de filosilicatos presentes se realizó un análisis semicuantitativo para estimar las proporciones relativas de los minerales de arcilla en cada muestra

empleando los factores de intensidad mineral de.[31]

Por último, a fin de estimar el grado de compactación de los adobes, tapias y entramados se procedió a determinar su densidad. Para la determinación del volumen fue necesario extraer muestras relativamente coherentes de pequeño tamaño. Las mismas fueron pesadas en balanza de precisión e impregnadas en barniz acrílico para evitar que el agua penetre en los poros. Se sumergió a cada muestra en agua y se midió en cada caso el volumen de líquido desplazado.

### Resultados obtenidos

La coloración del sedimento presenta gran similitud en casi todas las muestras de sitios

Nro	Color Munsell	Granulometría				Materia Orgánica			Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
		% Arena	% Limo	% Arcilla	Textura	COS <sup>A</sup> (g/kg)	Agr.vegetal <sup>B</sup> (g/kg)	Fósforo <sup>D</sup> (ppm)	
1	7.5YR 7/4	20,10	49,70	30,20	franco arcillosa	7,12	0,73	5,70	1,69
2	7.5YR 7/4	30,30	55,40	14,30	franco limosa	6,70	0,14	-	2,10
3	10YR 7/4	72,80	22,90	4,30	arenosa franco	1,00	0,00	6,00	1,58
4	5YR 6/4	12,00	61,20	26,80	franco limosa	3,94	0,00	-	1,67
5	7.5YR 6/4	37,40	48,30	14,30	franco	5,40	0,78	5,00	1,75
7	7.5YR 6/4	40,20	41,00	18,80	franco	6,38	0,18	-	1,72
8	7.5YR 6/4	48,70	36,30	15,00	franco	5,53	0,18	-	1,81
9	7.5YR 6/4	49,33	30,53	20,13	franco	6,73	0,05	4,50	1,91
10	7.5YR 6/4	44,10	38,40	17,50	franco	6,88	0,30	-	1,71
11	7.5YR 6/4	27,50	67,50	5,00	franco limosa	8,04	0,07	1,60	1,69
14	7.5YR 6/4	37,83	42,03	20,13	franco	4,84	0,81	-	1,79
15	7.5YR 6/4 o 7/4	41,00	52,70	6,30	franco limosa	5,59	2,03	-	-
16	7.5YR 6/3	36,60	47,10	16,30	Franco	2,51	0,00	-	1,52
17	7.5YR 6/4	65,70	21,80	12,50	franco arenosa	2,12	0,00	-	1,59
18	7.5YR 7/3 o 7/4	7,00	64,20	28,80	franco arcillo limosa	3,25	0,00	-	1,24
20	7.5YR 6/4	61,60	27,10	11,30	franco arenosa	1,49	0,00	2,50	1,67
22	7.5YR 6/4	64,00	22,20	13,80	franco arenosa	2,12	0,00	2,10	1,74
23	7.5YR 6/4	62,40	26,30	11,30	franco arenosa	1,00	0,00	-	1,63
24	7.5YR 6/4	69,90	20,80	9,30	franco arenosa	1,22	0,00	-	1,52
25	7.5YR 6/4	52,50	31,20	16,30	franco arenosa	2,30	0,00	2,60	1,66
26	7.5YR 6/4	47,60	34,90	17,50	Franco	2,08	0,00	7,10	1,53
29	7.5YR 7/2	69,20	23,30	7,50	franco arenosa	1,00	0,00	-	1,63
30	7.5YR 6/4	40,50	37,00	22,50	Franco	3,44	0,00	-	1,73
40	7.5YR 6/4 o 6/3	22,80	53,40	23,80	franco limosa	4,42	0,69	1,30	1,69
41	10YR 7/3	19,40	56,80	23,80	franco limosa	4,92	0,53	3,40	1,21
42	7.5YR 6/4 o 7/4	34,10	50,90	15,00	franco limosa	4,37	0,05	2,80	1,72
43	2.5YR 7/3 o 7/4	26,30	64,90	8,80	franco limosa	26,64	0,26	80,20	1,80
44	10YR 5/4	41,00	47,70	11,30	Franco	2,84	0,00	15,70	1,66
45	7.5YR 6/4 o 6/3	31,60	50,90	17,50	franco limosa	10,93	1,87	7,20	1,57
46	7.5YR 6/4	35,90	45,30	18,80	Franco	9,23	0,00	3,20	1,69
47	7.5YR 6/4 o 6/3	27,40	50,10	22,50	franco limosa	3,88	0,00	3,70	1,77
48	2.5YR 7/4	44,30	43,20	12,50	Franco	3,67	0,00	16,30	1,99
49	10YR 5/4	43,90	43,60	12,50	Franco	6,31	0,00	12,90	-
50	7.5YR 6/4	56,40	23,60	20,00	franco arenosa franco arcillo	9,84	0,68	4,20	1,67
51	5YR 5/4	4,90	67,60	27,50	limosa	8,01	0,00	1,80	1,67

Tabla 2. Características físicas y químicas de las muestras analizadas: Color Munsell, granulometría, contenidos de Materia Orgánica y Densidad. <sup>A</sup>Carbono Orgánico en Suelos (por método Walkley-Black). <sup>B</sup>Elementos vegetales agregados. <sup>C</sup>Materia orgánica total es el resultado de suma de COS y vegetales agregados. <sup>D</sup>Fósforo en suelos (por método Kurtz y Bray I).

catamarqueños (castaño claro 7.5YR 6/4), situación que probablemente se deba a similitudes en la composición mineralógica de las materias primas, y a los contenidos de materia orgánica y óxidos de hierro adquiridos por meteorización. De hecho, las 23 muestras de Catamarca proceden de tres sitios ubicados sobre el valle de Abaucán. Por su parte, la coloración de las muestras riojanas son más variables, pero debemos contemplar en este caso que las mismas provienen de siete sitios diferentes ubicados en dos valles paralelos. Sin embargo, aun

así vemos cierta preponderancia del color 7.5YR 6/4, como en el caso de las muestras catamarqueñas.

Los análisis granulométricos (Tabla 2 y Figura 2) se realizaron a fin de determinar si existían patrones indicativos de decisiones tecnológicas en la preparación de las mezclas. Los resultados obtenidos indican que en ningún caso las muestras contienen más de un 30% de arcilla. A su vez, fue posible diferenciar, en líneas generales, a las tapias como más arenosas (60 a 70%) que los adobes y

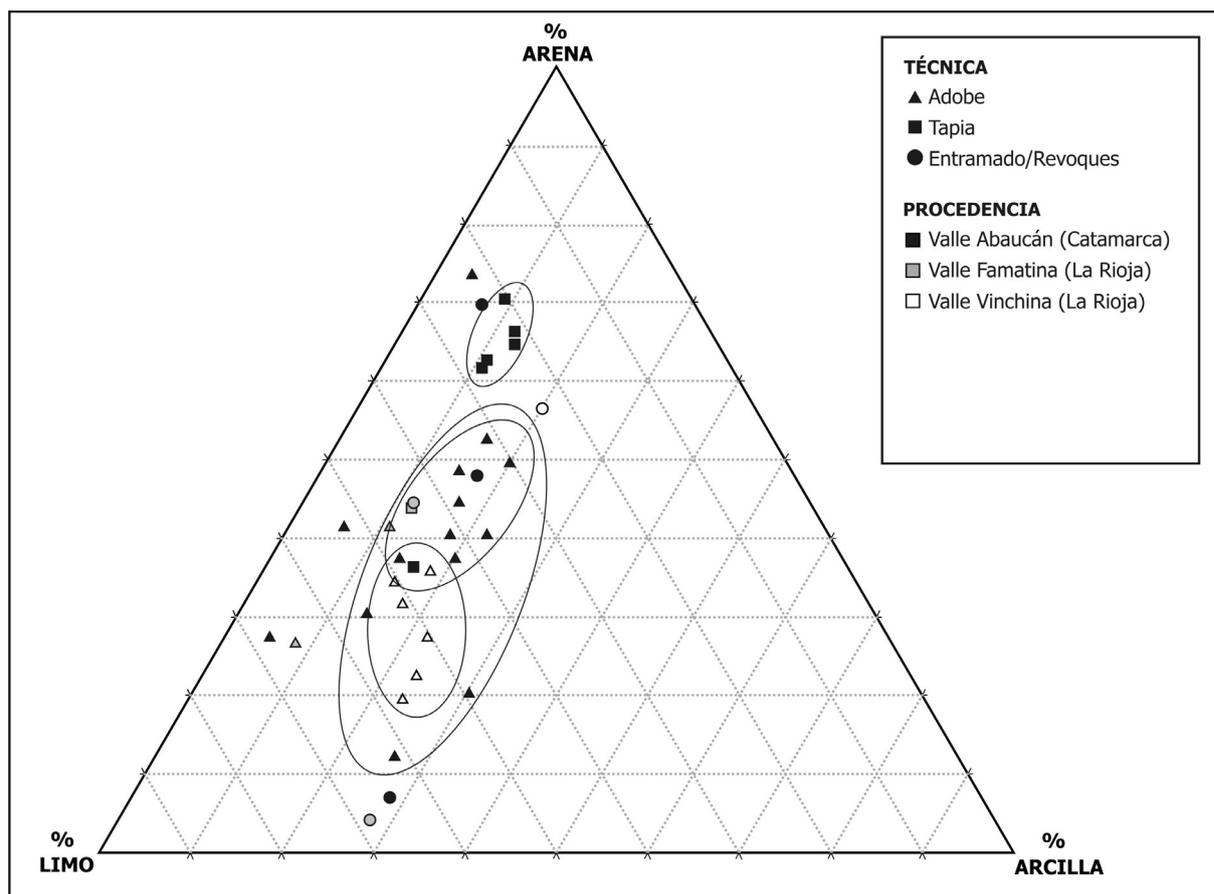


Figura 2. Gráfico triangular que sintetiza la granulometría de las muestras de materiales constructivos en tierra.

entramados. Las tapias presentaron proporciones de 20 a 30% de limo, y bajos contenidos de arcilla, entre 5 a 15%. Cabe aclarar que la mayoría de los tapias que evidencian estos patrones provienen del valle de Abaucán (Figura 2). Mientras tanto, otras dos muestras de tapia presentan una granulometría diferente: una del valle de Abaucán, que es mucho más limosa, y la restante del valle de Famatina que es levemente más arcillosa.

Los adobes, por su parte, mostraron una tendencia a contener entre 10 y 55% de arena, 30 a 65% de limo y 10 a 30% de fracción arcilla. Dentro de este agrupamiento, se distinguen dos grupos de adobes: el primero, presenta mayores proporciones de arena y proviene del valle de Abaucán; el segundo, procedente del valle de Vinchina, contiene mayor proporción de limo, y algo menos de arena. Los análisis realizados hasta el momento no han permitido identificar patrones característicos para entramados y revoques, dado que las texturas de estos materiales resultaron muy diferentes entre sí (Figura 2).

El contenido de carbono orgánico en suelos (COS)

en las tapias presentó valores inferiores al 5 %, mientras que en la mayoría de los adobes los valores oscilan entre 1 y 8 %. Sin embargo, tres muestras de adobe y una de entramado evidenciaron contenidos de carbono superiores (26,6; 10,9; 9,8 y 9,2 %, respectivamente). Por su parte, las fibras vegetales agregadas presentaron contenidos que varían entre 0 y 2 % en los adobes y tapias (Tabla 2 y Figura 3).

Casi todas las muestras presentaron bajos contenidos de fósforo, menos de 10 ppm, mientras que en cuatro casos alcanza valores cercanos a 15 ppm. En un solo caso se identificaron contenidos significativamente mayores de fósforo (80 ppm), en la misma muestra (43) que presentó elevadas concentraciones de carbono. Cabe aclarar que esta última corresponde a un adobe manufacturado en época histórica-subactual (Tabla 2).

De acuerdo a los análisis de DRX (método de polvo), las muestras de Catamarca están compuestas por cuarzo, plagioclasa, mica, hematita, en ocasiones acompañado por calcita, y con menor frecuencia se identificó heulandita y yeso. Las muestras de La Rioja consisten de cuarzo, plagioclasa,

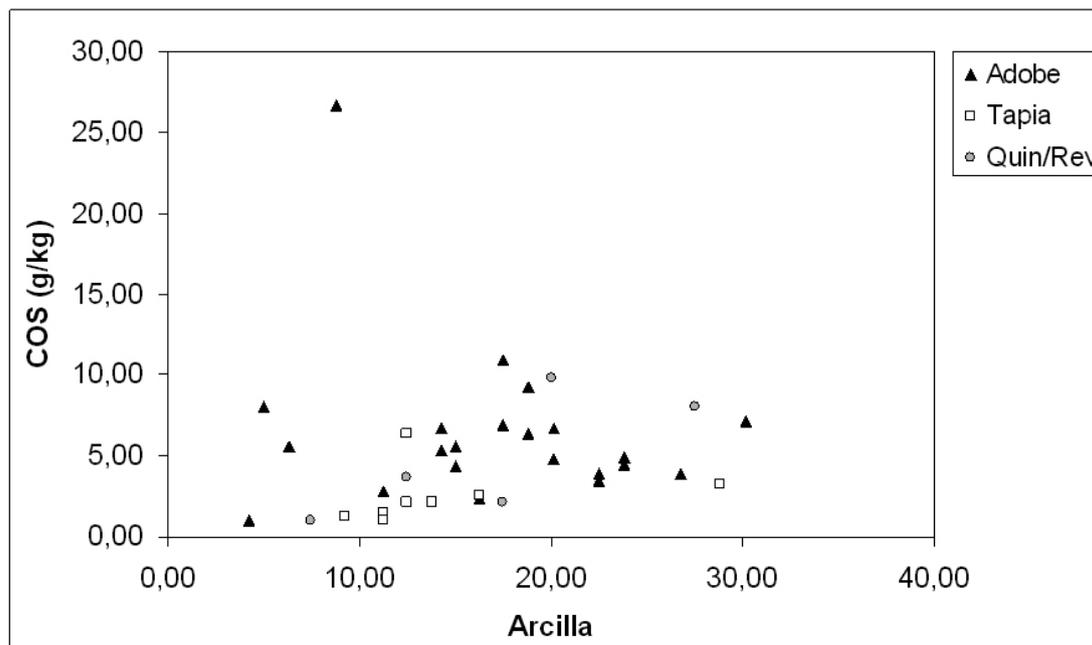


Figura 3. Gráficos de correlación entre % de arcilla y carbono orgánico en suelo (COS), según la técnica constructiva.

mica, hematita, con menor frecuencia contienen feldespato potásico, clorita, calcita, y en una sola muestra se identificó analcima. Todas las muestras contienen otros minerales del grupo de las arcillas cuya identificación se realizó sobre los agregados orientados de la fracción  $< 2\mu\text{m}$ .

El estudio de los agregados orientados mediante DRX indicó que la fracción arcilla de las muestras de Catamarca contienen illita-mica en abundancia, proporciones medias de esmectita (arcillas expandibles) y cantidades subordinadas de clorita y caolinita (esta última sólo en algunos casos). En cambio, las muestras de La Rioja contienen mayor proporción de illita-mica y esmectita en proporciones variables (Tabla 3).

Por último, los valores de densidad obtenidos oscilan entre 1,52 a 2,10  $\text{g/cm}^3$  (Tabla 2). Por el momento estos datos no permiten establecer diferencias significativas entre adobes, tapias y entramados. Para complementar estos ensayos, actualmente se están realizando cortes delgados de cada muestra a fin de analizar diferencias en estructura y porosidad por medio de microscopía óptica.

## Discusión

De este estudio se desprende que todos los materiales constructivos contienen porcentajes de arcilla inferiores al 30%, mientras que las proporciones relativas de limo y arena son variables.

Las tapias se mostraron más arenosas que los adobes y entramados. Por su parte, los suelos más comunes tanto en el oeste riojano como en el sudoeste catamarqueño son los entisoles, que se caracterizan por ser predominantemente arenosos, con texturas francas [32]. Este tipo de suelos suelen presentar muy bajos contenidos de materia orgánica, entre 0,1 y 3%, aunque la mayoría no supera el 1%. Esto ocurre a causa de los escasos niveles de precipitaciones, la baja disponibilidad de desechos vegetales y el predominio de texturas gruesas (arenosas) que impiden el desarrollo de procesos de humificación [33].

Los contenidos de materia orgánica de las tapias resultaron semejantes a los de los entisoles. En cambio, los adobes presentaron proporciones de materia orgánica entre 3,0 y 26,6%, claramente superiores a los valores típicos de los suelos de la región. De hecho, el adobe que contiene 26,6 % de COS presenta también un alto contenido de fósforo y un fuerte olor indicativo de la presencia de bosta. Los bajos contenidos de COS de las tapias, en comparación con los adobes, son consistentes con que estos últimos contienen menor proporción de arcilla, y la materia orgánica de los suelos se encuentra ligada preponderantemente a la fracción arcilla. Prueba de esto es la correlación positiva que se observa en el gráfico "% de arcilla-COS" (Figura 3). La excepción a esto es la muestra 43, que presenta un valor de COS notoriamente mayor (26,6 g/kg), a la vez que evidencia altos contenidos de fósforo.

Nro	Técnica	Procedencia	Illita-Mica	Esmectita	Clorita	Caolinita	Otros minerales presentes
1	Adobe	Catamarca	A	B	B	-	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita
3	Adobe	Catamarca	MA	M	-	-	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita.
4	Adobe	Catamarca	A	M	B	B	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita, Feldespato K
18	Tapia	Catamarca	A	M	B	M	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita, Feldespato K
23	Tapia	Catamarca	A	M	?	B	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita
24	Tapia	Catamarca	M	M	B	B	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita
25	Tapia	Catamarca	A	M	-	B	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita.
26	Revoque	Catamarca	A	M	?	B	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita
29	Revoque	Catamarca	MA	B	-	-	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita
30	Adobe	Catamarca	M	A	B	-	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita
40	Adobe	La Rioja	B	A	B	B	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita
41	Adobe	La Rioja	A	B	M	-	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita, Feldespato K
42	Adobe	La Rioja	M	M	B	?	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita.
43	Adobe	La Rioja	A	B	A	-	Cuarzo, Plagioclasa
44	Adobe	La Rioja	MA	M	M	B	Cuarzo, Plagioclasa.
45	Adobe	La Rioja	A	A	M	-	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita.
46	Adobe	La Rioja	M	A	B	-	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita
47	Adobe	La Rioja	MA	M	M	B	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita.
49	Tapia	La Rioja	A	B	A	B	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita.
50	Quincha	La Rioja	M	A	B	?	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita
51	Quincha	La Rioja	MA	M	B	-	Cuarzo, Plagioclasa, Hematita

Tabla 3. Proporciones relativas de los minerales de arcilla presentes en cada muestra. MA=Muy Abundante (100-75%), A=Abundante (75-50%), M=Medio (50-25%), B=Bajo (25-0%).

Estos dos datos indican que en la elaboración de este adobe subactual se empleó bosta. Tanto el agregado de materia orgánica y fibra vegetal en algunos adobes como la diferente composición granulométrica encontrada entre éstos y las tapias son probablemente el resultado de decisiones tecnológicas, antes que de la composición de los suelos. Cabe aclarar, sin embargo, que la materia prima utilizada para adobes y tapias podría provenir de los depósitos aluviales que se encuentran en los cauces de ríos y arroyos, cuya composición puede ser diferente a la de los suelos. De hecho, estudios etnográficos y arqueológicos han demostrado que las arquitecturas en tierra suelen ser manufacturadas dentro de los sitios o en las inmediaciones [8] y muy próximos a cursos permanentes de agua, puesto que el volumen de agua necesaria para manufactura estos materiales es muy alto.

De acuerdo a la bibliografía, el contenido de fósforo de los suelos de la zona oscila entre 2,5 y 50 ppm [33]. Casi todas las muestras presentaron contenidos de fósforo inferiores a 10 ppm, que de acuerdo a la clasificación de la Secretaría de Minería se deben considerar como niveles bajos. Cabe destacar que en tres casos se observaron niveles altos de fósforo (superiores al 14 ppm), uno de los cuales se interpretó como resultado de agregado de bosta a

la mezcla de los adobes (muestra 43).

Si bien se detectaron diferencias en la composición mineralógica entre las muestras provenientes de Catamarca y La Rioja, como la presencia o ausencia de feldespato potásico, éstas no deberían generar materiales constructivos en tierra con propiedades tecnológicas diferentes en estado crudo. Desde el punto de vista mineralógico, lo que más debería influenciar las propiedades de estos materiales constructivos sería la abundancia de arcillas, especialmente si son expansibles.

### Consideraciones finales

En el Noroeste Argentino las investigaciones sobre arquitectura prehispánica han dado mayor énfasis al trabajo en piedra, subvalorando la presencia de las construcciones en tierra en el registro arqueológico. Sin embargo, consideramos que el uso de la tierra cruda en el pasado indígena fue mucho más significativo de lo que hoy se reconoce para el Noroeste Argentino, tal como parece ocurrir en el resto del área andina para épocas prehispánicas.

La obtención de datos arqueométricos de materiales constructivos en tierra resulta de suma utilidad tanto para lograr su caracterización como para

comprender las decisiones tecnológicas involucradas en la selección de materias primas y en la preparación de las mezclas. Es así que, a partir de los estudios se evidenció la presencia de bosta en una de las muestras de adobe, y se determinó la elección de materiales más arenosos y con menor contenido orgánico para las tapias.

Consideramos que complementando estos estudios analíticos con datos morfológicos de los materiales de construcción y tipos de aparejos, junto con información contextual y cronológica, será posible avanzar en la comprensión de los cambios producidos en este tipo de arquitecturas, tanto a lo largo del tiempo como entre las diferentes zonas geográficas.

Quedan varias tareas pendientes. Está previsto estudiar cortes delgados de los materiales constructivos en tierra en microscopio óptico. Con ésta y otras técnicas se prevé avanzar en la determinación de propiedades físicas y mecánicas tales como: porosidad, grado de compactación, propiedades elásticas, resistencia a la flexión y a la presión, entre otras. También se prevé ampliar las muestras de cada una de las técnicas constructivas para obtener mejor representación de sus propiedades y características, como así también realizar análisis sobre muestras de probables materias primas colectadas en cada uno de los sitios bajo estudio.

## Referencias

1. REINDEL, M., 1999. Montañas en el desierto: La arquitectura monumental de la costa norte del Perú como reflejo de cambios sociales de las civilizaciones prehispánicas. *Bulletin Société Suisse des Americanistes* 63: 137-148.
2. SÁNCHEZ GARCÍA, Á., 1999. Las técnicas constructivas con tierra en la arqueología del país valenciano. *Quad.Preh.Arq.Cast.* 20: 161-188.
3. CHIAPPERO, R. y M. C. SUPISCHE, 2006. *Arquitectura en tierra cruda*. Nobuko. Buenos Aires.
4. MINKE, G., 2005. *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Forschungslabor für Experimentelles Bauen. Universidad de Kassel.
5. RIBOTTA, E., 1998. *Arquitectura en tierra: reflexiones sobre su estudio en la Arqueología del N.O.A. Mundo de Antes* 1: 149-163. Tucumán.
6. VIÑUALES, G., 1994. *Arquitecturas de tierra en Iberoamérica*. Habiterra. Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Buenos Aires.
7. AVRAMI, E., H. GUILLAUD y M. HARDY, 2008.

*Terra Literature Review. An Overview of Research in Earthen Architecture Conservation*. The Getty Conservation Institute, Los Ángeles.

8. NODAROU, E., C. FREDERICK y A. HEIN, 2008. An other mud(brick) in the wall: scientific analysis of Bronze Age construction materials from East Crete. *Journal of Archaeological Science* 35:2997-3015.
9. GOODMAN-ELGAR, M., 2008. The devolution of mudbrick: ethnoarchaeology of abandoned earthen dwellings in Bolivian Andes. *Journal of Archaeological Science* 35: 3057-3070.
10. DE LA TORRE LÓPEZ, M. J., 1995. Estudio de los materiales de construcción en La Alhambra. *Monográfica Arte y Arqueología* 28. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Universidad de Granada.
11. NIELSEN, A., 2006. Plazas para los antepasados: Descentralización y poder corporativo en las formaciones sociopolíticas preincaicas de los Andes circumpuneños. *Estudios Atacameños* 31: 63-89.
12. MAGADÁN, M., 1989. La arquitectura prehispánica del Noroeste Argentino: un cuadro de situación. *Summa-Temátika* 266-267: 62-79.
13. SEMPÉ, M.C., 1977. Las culturas agroalfareras prehispánicas del valle de Abaucán. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 11: 55-68. Buenos Aires.
14. RATTO, N., 2005. La arqueología del Bolsón de Fiambalá a través de los estudios de impacto (Dpto. Tinogasta, Catamarca, Argentina). *I Jornadas Internacionales Vestigios do Passado*. Biblioteca Municipal de Barcelos. MS.
15. BÁRCENA, R., P. CAHIZA, J. GARCÍA LLORCA y S. MARTÍN, 2008. *Arqueología del sitio inka de La Alcaparrosa, Parque Nacional San Guillermo, Provincia de San Juan, Argentina*. Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales -CONICET. Mendoza.
16. DE LA FUENTE, N., 1973. El yacimiento arqueológico de Guandacol, Provincia de La Rioja. *Revista del Instituto de Antropología* IV: 151-167. Córdoba.
17. SPENGLER, G. y A. CALLEGARI, 2010. Manifestaciones del Período Tardío (850-1480 DC) en el Noroeste Riojano. En: *Actas de las IV Jornadas Arqueológicas Cuyanas*. Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICET. Mendoza (en Prensa).
18. GORDILLO, I., 2004. *Arquitectos del rito. La construcción del espacio público en La Rinconada, Catamarca*. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 29: 111-161.
19. GAMBIER, M., 2000. *Prehistoria de San Juan*.

Ansilta Editora. San Juan.

20.SPENGLER, G., 2008. Construcciones del Pasado. Tradiciones constructivas y representaciones del pasado. Comparación entre la arquitectura vernácula y la arquitectura prehispánica del Noroeste Riojano. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas Orientación Arqueología. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. MS.

21.SHAHACK-GROSS, R., R. M. ALBERT y A. GILBOA, 2005. Geoarchaeology in an urban context: the uses of space in a Phoenician monumental buildings at Tel Dor (Israel). *Journal of Archaeological Science* 32: 1417-1431.

22.EMERY, V. y M. MORGENSTEIN, 2007. Portable EDXRF analysis of a mud brick necropolis enclosure: evidence of work organization, El Hibe, Middle Egypt. *Journal of Archaeological Science* 34:111-122.

23.MATERO, F., 2000. The conservation of an excavated past. En: I. Hodder (Ed.), *Towards reflexive method in archaeology: the example of Çatalöyük*. Monograph 28. British Institute of Archaeology at Ankara: 71-88.

24.BENDALA GALÁN, M., 1992. Materiales de construcción romanos: peculiaridades de Hispania. En: I. Roda (Ed.), *Ciencias, metodologías y técnicas aplicadas a la arqueología*, Barcelona: 215-226.

25.RIVERA TORRES, J. C. y E. MUÑOZ DÍAZ, 2005. Caracterización estructural de sistemas constructivos en tierra: El adobe. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil* 5(2): 135-148. Mayagüez.

26.AZKARATE GARAI-OLAUN, A., 2002. Intereses cognoscitivos y praxis social en Arqueología de la Arquitectura. *Arqueología de la Arquitectura* 1:57-71. Vitoria.

27.QUIRÓS CASTILLO, J. A., 1996. Indicadores cronológicos de ámbito local. *Cronotipología*

y mensiocronología. En: L. Caballero Zoreda y C. Escribano Velasco (Eds.), *Arqueología de la Arquitectura. El método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos*: 179-187. Valladolid. Burgos.

28.USDA (United States Department of Agricultura), 2006. Claves para la taxonomía de suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de los Recursos Naturales. Décima Edición. México.

29.SCHUMACHER, B., 2002. Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments. Ecological Risk Assessment Support Center. US. Environmental Protection Agency.

30.BOSCHETTI, G, C. QUINTERO; M. DÍAZ-ZORITA y M. BARRCO, 2003. Determinación del fósforo disponible en el suelo por el método de Bray. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 17.

31.MOORE, D. M. y R. C. REYNOLDS, 1997. X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. Oxford University Press, Oxford.

32.REGAIRAZ, C., 2000. Suelos de La Rioja. En: E. M. Abraham y F. Rodríguez M. (Eds.), *Catálogo de recursos humanos de información relacionada con la temática ambiental en la Región Andina Argentina. Características generales y estudios temáticos por provincia*, Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial, Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas, Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICET, Mendoza.

33.SECRETARÍA DE MINERÍA DE LA NACIÓN, 2001. Provincia de La Rioja - Suelos. En: *Establecimiento de Datos de Calidad Ambiental. Programa de Asistencia Técnica para el Desarrollo del Sector Minero Argentino*. Secretaría de Minería de La Nación. <http://www.mineria.gov.ar/estudios/dca/lrioja/f-2.asp>.

