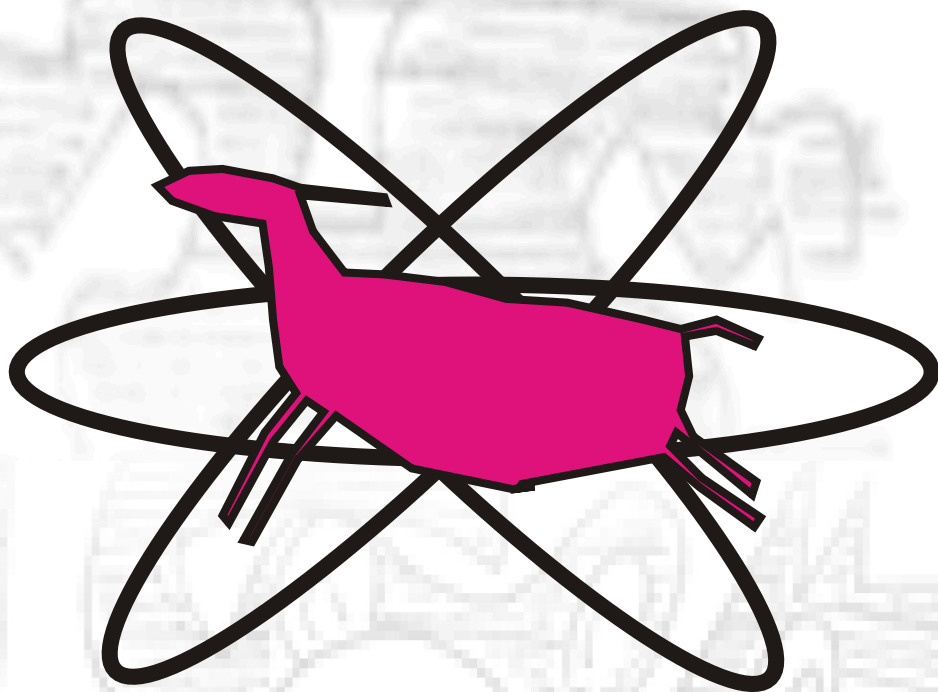


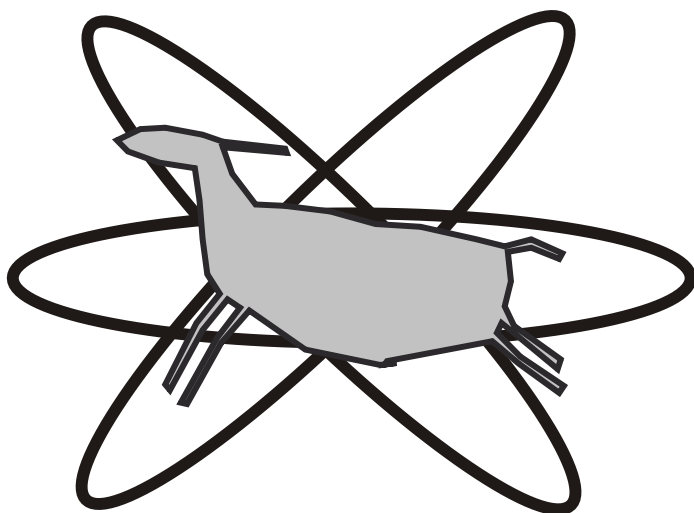
ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA



**2do. CONGRESO ARGENTINO
1ro. LATINOAMERICANO**

Comisión Nacional de Energía Atómica - Centro Atómico Constituyentes - 6 al 8 de junio de 2007

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA



**2do. CONGRESO ARGENTINO
1ro. LATINOAMERICANO**

VOLUMEN 1

**Editores: Oscar Martín Palacios
Cristina Vázquez
Tulio Palacios
Edgardo Cabanillas**

Arqueometría latinoamericana : Segundo Congreso Argentino y Primero Latinoamericano /

Tulio Palacios ... [et.al.]. - 1a ed. - Buenos Aires : Comisión Nacional de Energía Atómica - CNEA, 2009.

680 p. + DVD : il. ; 24x16 cm.

ISBN 978-987-1323-09-8

1. Arqueología. 2. Arqueometría. I. Tulio Palacios
CDD 930.1

Fecha de catalogación: 30/03/2009

Editores: Oscar Martín Palacios

Cristina Vázquez

Tulio Palacios

Edgardo Cabanillas

Diseño de Logotipo: Oscar Martín Palacios

Edición, Diseño, Armado y Cuidado de la Publicación: Cristina Alicia Delfino

Impresión: Talleres Gráficos Centro Atómico Constituyentes,
Comisión Nacional de Energía Atómica



Comisión Nacional
de Energía Atómica



UNSAM
Universidad Nacional
de San Martín

AGENCIA



Agencia Nacional de Promoción
Científica y Tecnológica

CONICET



Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas

Instituto Universitario Nacional del Arte Departamento de Artes Visuales "Pridiliano Pueyrredón"

Desde la Gente - Ediciones del Instituto Movilizador de Fondos Cooperativos
www.imfc.coop

ELECTRARGEN

PRÓLOGO

La realización de este evento reconoce como antecedente directo el primero, realizado en la ciudad de Rosario con notable éxito en calidad y cantidad de presentaciones. Esto comprometió a un grupo de asistentes a organizar el segundo con la intención de extenderlo a toda la región latinoamericana.

El objetivo principal que se fijó la nueva Comisión Organizadora fue brindar un ámbito de discusión para conocer los avances alcanzados en el campo del conocimiento donde se entrecruzan las ciencias exactas y las sociales. Subsidiariamente ofrecer a los asistentes un espacio de reflexión y diálogo para intercambiar experiencias, proponer y analizar metodologías dentro de las respectivas disciplinas.

Una de las etapas más importantes en el desarrollo de un evento, como el que tuvimos el honor y el agrado de organizar en el Centro Atómico Constituyentes de la Comisión Nacional de Energía Atómica desde el 6 al 8 de junio de 2007, es la publicación de los artículos presentados. Un libro de este tipo encierra de forma escrita y ordenada el potencial académico que se manifestó verbalmente en el momento de las exposiciones. Al mismo tiempo, libera el contenido del congreso y lo difunde.

El libro contiene 74 artículos devenidos cada uno de una exposición oral o de un poster presentado oportunamente durante los días del congreso. Si bien los autores son en su mayoría de nacionalidad argentina, encontramos la presencia de contribuciones de Uruguay, Brasil, México y Chile. Algunos colegas científicos latinoamericanos asistieron a las sesiones del Congreso de Arqueometría pero no enviaron sus trabajos.

La cantidad de artículos y su variedad de propuestas nos puso frente a la alternativa de dividir el libro en muchos capítulos o ser más genéricos y separarlo en unos pocos temáticos. Adoptamos esta última postura y diseñamos una estructura de 5 categorías generales. Dejamos en forma separada, de manera introductoria y por su contenido general, un artículo que versa sobre la historia de las ideas que construyeron la Arqueometría Americana.

La *Caracterización de materiales* ha sido, sin duda, el segmento que recibió la mayor cantidad de trabajos. En ellos se explicitan distintas técnicas

utilizadas para analizar una amplia diversidad de materiales, que incluyen la cerámica, los pigmentos, los metales, las rocas y otros.

En orden decreciente según la cantidad de trabajos sigue el capítulo *Prospección*, donde se exponen técnicas y modelos que auxilian tanto en la indagación sobre el uso del espacio cuanto en la determinación de hallazgos arqueológicos.

Estadística e informática incluyó técnicas electrónicas actuales mediante las cuales se cuantifican y analizan materiales arqueológicos, y se proponen modelos sobre el poblamiento humano en América.

Dentro de *Preservación y conservación* se presentaron trabajos que propician el estudio y cuidado de arte rupestre, esculturas, artefactos líticos prehistóricos e históricos en Brasil y Colombia

Por último y no menos importante es el capítulo de *Fauna*. Incluye estudios sobre fibras de camélidos, huesos de época histórica, moluscos e insectos.

De todos estos capítulos resulta un compendio amplio y útil a la hora de buscar soluciones a problemas investigativos de la Arqueometría en Latinoamérica.

Los organizadores nos habíamos propuesto la publicación en soporte papel desde mucho antes de la realización del evento. Sabíamos de las dificultades que surgirían para llevar a la tinta el producto científico de tantos autores procedentes de tan distintas disciplinas. Los obstáculos fueron tanto logísticos como económicos, ya que el gran contenido del libro exigió que se lo diseñara en dos tomos y por lo tanto la publicación resultó más onerosa. A pesar de todo, llegamos con bien al final del camino, y presentamos al mundo académico un libro de calidad, que representa el esfuerzo realizado a lo largo de dos años de trabajo.

Agradecemos a los autores por el empeño y precisión puestos en la escritura de sus artículos y por permitirnos, de esa forma, llevar al lector el fruto de su trabajo en los laboratorios y el campo.

Esperamos que esta publicación sea primero un aliciente para estimular la participación periódica en futuros encuentros tanto en el Congreso Argentino como en el Latinoamericano. En segundo término, que también aliente la escritura de las presentaciones como la forma ideal de dar permanencia y divulgación a sus investigaciones. Con el atrevimiento de quienes impulsamos estos acontecimientos culturales, esperamos contar con el aporte escrito creciente de todos los futuros participantes y confiamos en poder seguir publicándolo en beneficio de una forma interdisciplinaria de hacer ciencia.

CONTENIDOS

VOLUMEN 1

HISTORIOGRAFÍA

- 1 LA ARQUEOMETRÍA AMERICANA EN LA ACTUALIDAD: UN PEQUEÑO PASO PARA EL INVESTIGADOR, UN GRAN SALTO PARA LA DISCIPLINA**

Aixa Solange Vidal

15

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

- 2 CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO CERÁMICO EN EL SITIO BAJO LOS CARDONES (AMAICHA DEL VALLE, TUCUMÁN)**

María Florencia Becerra, Marco Giusta, Constanza Cattaneo, Carolina Somonte

27

- 3 CARACTERIZACIÓN DE PASTAS CERÁMICAS DE LA CULTURA AGUADA (CATAMARCA, ARGENTINA) MEDIANTE TÉCNICAS DE RAYOS X**

Silvana R.A. Bertolino, Víctor Galván Josa, Guillermo de la Fuente, Alejo C. Carreras, Andrés Laguens, José A. Riveros

35

- 4 ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LOS RECIPIENTES DEL SITIO CARDONAL**

Lucas Pereyra Domingorena

40

- 5 EL ROL DEL ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA EN ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS**

Rita R. Plá

47

- 6 ACELERADORES DE IONES PARA LA CARACTERIZACIÓN NO DESTRUCTIVA DE MATERIALES HISTÓRICOS**

José Luis Ruvalcaba Sil

53

- 7 ANÁLISIS DE IONOLUMINISCENCIA (IOL) PARA LA DETECCIÓN DE IONES EXÓGENOS EN RESTOS ÓSEOS ANTIGUOS Y SU RELACIÓN CON LA FASE ORGÁNICA**

Lourdes Couoh H., José Luis Ruvalcaba Sil

69

- 8 CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE CONJUNTOS CERÁMICOS. SITIO LOS VISCOS (BELÉN, CATAMARCA)**

Puente Verónica

76

- 9 CUANTIFICACIÓN DE RASTROS DE USO SOBRE MATERIALES LÍTICOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE VARIOGRAMA Y LA TÉCNICA RIMAPS**

Myrian Alvarez, Eduardo Favret, Néstor O. Fuentes, M. Vanina Dolce, Ana Forlano

82

- 10** MICROSCOPIA LASER CONFOCAL DE BARRIDO (*CLSM*) Y SOFTWARE DE RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES APLICADA AL ESTUDIO FUNCIONAL DE ARTEFACTOS LÍTICOS: UNA PERSPECTIVA CUANTITATIVA

G. Roxana Cattáneo, Pablo Meilán, Damián Gulich, Mario Garavaglia 89
- 11** ¿COMO DOS GOTAS DE AGUA?: ANALISIS PETROGRAFICO DE RECURSOS LÍTICOS DE LA MICROREGION ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PROV. DE CATAMARCA, PUNA MERIDIONAL ARGENTINA)

Alejandra M. Elías, Patricia S. Escola, Pablo Tchilinguirian 96
- 12** LAGUNA CAVI Y EL MEDANO: OBSIDIANAS EN CIRCULACION CARAVANERA

Patricia S. Escola, Michael D. Glascock, Maria Alejandra Korstanje, Natalia Sentinelli 103
- 13** PROCEDENCIA DE OBSIDIANAS DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS TARDÍOS Y TARDÍOS-INKAS DE ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PROV. DE CATAMARCA, PUNA MERIDIONAL ARGENTINA) A TRAVÉS DE XRF

Alejandra M. Elías, Daniel E. Olivera, Pablo Tchilinguirian, Michael Glascock, Patricia S. Escola 109
- 14** CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO LÍTICO EN EL SITIO BAJO LOS CARDONES (AMAICHA DEL VALLE, TUCUMÁN)

Flavia Germano, Luciana Chávez, Jimena Medina Chueca, Soledad Martínez, M. del Pilar Gómez Sánchez, Macarena Nieva, Pablo Navarro, Carolina Somonte 115
- 15** LAS VULCANITAS NEGRAS DE RINCÓN CHICO 2/87: CARACTERIZACIÓN POR ESPECTROMETRÍA DE RAYOS X

Oscar M. Palacios, Rene Van Grieten, Katleen Van Meel, Cristina Vázquez 127
- 16** ANÁLISIS TECNOLÓGICO Y FUNCIONAL DE ARTEFACTOS DE VIDRIO: RESULTADOS DE UN PROGRAMA EXPERIMENTAL

Hernán De Angelis, Adriana Lasa, María Estela Mansur, Lucas Sosa, Gustavo Valdez 134
- 17** EL USO DE SUSTANCIAS COLORANTES EN EL TRATAMIENTO DE PIELES

María Estela Mansur, Adriana Lasa, Diana Mazzanti 142
- 18** ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD EN LOS CONJUNTOS ARTEFACTUALES LÍTICOS CONFECCIONADOS EN ROCAS VOLCÁNICAS INFORMALMENTE DENOMINADAS 'LAJAS'

Susana Pérez 151
- 19** SITIO ARQUEOLOGICO URBANO. ESCUELA N°16 DE SAN MIGUEL DEL MONTE. PCIA. BS. AS. ENSAYOS TECNOLÓGICOS INTERDISCIPLINARIO

Nelly H. Prieto, Ana M. Cesio, Alberto N. Scian 157

20	EXPLORANDO LA VARIABILIDAD MÉTRICA Y MORFOLÓGICA DE LAS “PESAS LÍTICAS” RECUPERADAS EN EL SECTOR NORTE DE LA COSTA DEL GOLFO SAN MATÍAS	
	<i>Federico L. Scartascini, Marcelo Cardillo</i>	162
21	ADHESIVOS PARA ENMANGUE EN ARTEFACTOS LÍTICOS: DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EN ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PUNAMERIDIONAL ARGENTINA)	
	<i>M. del Pilar Babot, María C. Apella, Salomón Hocsman, Jorge G. Martínez, Carlos A. Aschero</i>	169
22	ANÁLISIS POR FT-IR DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN INSTRUMENTOS LÍTICOS PROVENIENTES DEL SITIO CUEVA DE LAS MANOS, CAPA 6, RÍO PINTURAS (SANTA CRUZ, ARGENTINA)	
	<i>Gabriela Roxana Cattáneo, Gastón Alejandro Guzmán, Claudia Viviana Di Lello, Cristina Marilin Calo, Ana M. Aguerre</i>	176
23	PIGMENTOS Y CUENTAS DE COLLAR HALLADOS EN CONTEXTOS FUNERARIOS DEL SITIO ESQUINA DE HUAJRA (QUEBRADA DE HUMAHUACA)	
	<i>María Beatriz Cremonte, Irma L. Botto, Raúl Viña</i>	183
24	COMPARACIÓN DE CUATRO MÉTODOS PARA MEDIR FÓSFORO EN SEDIMENTOS ARQUEOLÓGICOS	
	<i>Elena Díaz País, Débora M. Kligmann</i>	190
25	APORTES DE LA SEDIMENTOLOGÍA A LA ARQUEOLOGÍA: EL CASO DEL SITIO FIAMBALÁ 1 (PUNA MERIDIONAL CATAMARQUEÑA)	
	<i>Débora M. Kligmann, Norma Ratto</i>	199
26	QUÍMICA DEL SUELO: UN APORTE A LA TAFONOMÍA EN ANTOFAGASTA DE LA SIERRA	
	<i>Silvana Valeria Urquiza, Patricia Cuenya, Carlos Alberto Aschero</i>	209
27	PIGMENTOS MINERALES ARQUEOLÓGICOS Y FUENTES DE APROVISIONAMIENTO DEL SUDESTE BONAERENSE: ANÁLISIS ARQUEOMÉTRICO COMPARATIVO	
	<i>José M. Porto López, Diana Mazzanti</i>	215
28	DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FOSFATOS EN SUELOS Y SU APLICACIÓN ARQUEOLÓGICA	
	<i>Alberto Pérez, Pablo Chiarelli, Elizabeth Grillo</i>	221
29	ESTUDIO SOBRE BOTONES DE PELTRE HALLADOS EN LA CORBETA HMS SWIFT (1770)	
	<i>Horacio De Rosa, Nicolás C. Ciarlo, Hernán G. Svoboda</i>	227
30	ESTUDIO ANALÍTICO-ESTRUCTURAL DE UN ESPEJO ROMANO DE BRONCE DE ORIGEN ARQUEOLÓGICO	
	<i>L.A. Gil M.1, Adrián A. Pifferetti2, M.J. Feliu1, A. Santos3</i>	233

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

- 31** NUEVOS ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN ELEMENTAL DE PIEZAS METÁLICAS COLONIALES DEL NOROESTE ARGENTINO
Geraldine Gluzman, Luis R. González 239
- 32** DEGRADACIÓN DE LÍPIDOS POR IRRADIACIÓN CON LUZ ULTRAVIOLETA EN PRESENCIA DE ÁCIDO CARMÍNICO POR CROMATOGRAFÍA GASEOSA ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASA
Blanca A. Gómez, Marta S. Maier 245
- 33** APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL A LA ARQUEOMETALURGIA DEL NOROESTE ARGENTINO
Luis R. González, Geraldine A. Gluzman, Héctor D. Buono, Juan M. Estévez, Edgardo D. Cabanillas 252
- 34** ESTUDIO DE LA TEXTURA CRISTALINA EN MUESTRAS METÁLICAS PROVENIENTES DEL CEMENTERIO INDÍGENA DEL CERRO MESA, MALARGÜE, MENDOZA
Raul E. Bolmaro, Adrián A. Pifferetti 258
- 35** ARTEFACTOS METÁLICOS DE LAS INHUMACIONES DEL “CEMENTERIO INDÍGENA” DE BARADERO
Alicia Haydée Tapia, Carlos Landa, Horacio De Rosa, Emanuel Montanari 263
- 36** ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO DE CUCHARAS DEL NAUFRAGIO DE LA CORBETA BRITÁNICA HMS *SWIFT* (1770), PUERTO DESEADO (PROVINCIA DE SANTA CRUZ)
Nicolás C. Ciarlo, Horacio M. De Rosa 270

VOLUMEN 2

FAUNA

- 37** ARQUEOENTOMOLOGÍA: MÉTODOS DE RECUPERACIÓN EN PUEBLO PERDIDO DE LA QUEBRADA (PPQ)
Gabriel E. Acuña, Néstor Kriscautzky, Cristian S. Melian 293
- 38** ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE RESTOS ÓSEOS UTILIZADOS COMO COMBUSTIBLE
Matilde M. Lanza 299
- 39** MORFOMETRÍA DE MOLUSCOS ARQUEOLÓGICOS EN EL GOLFO SAN MATÍAS
Sonia Laura Lanzelotti 308
- 40** PAUTAS METODOLÓGICAS PARA EL ANÁLISIS OSTEOMÉTRICO DE LAMA GUANICOE
Gabriela Lorena L'Heureux 314

- 41** AL PELO: LA UTILIZACION DE FIBRAS DE CAMELIDOS, PARA LA CONFECCION DE MATERIALES TEXTILES. ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PUNA MERIDIONAL ARGENTINA)
Andrés Sebastián Romano 321
- 42** DETERMINACIÓN DE BIOTIPOS DE CANIDOS DOMÉSTICOS DEL MÉXICO PREHISPÁNICO
Raúl Valadez Azúa, Alicia Blanco Padilla, Bernardo Rodríguez Galicia 331

ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

- 43** ANÁLISE, PROCESSAMENTO E IMPRESSÃO DE IMAGEM DIGITALIZADA COM A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE CORES. Estudo de Caso *Réplica de Pintura em Aquarela*
Arnaldo de A. Araújo, Alexandre C. Leão, Luiz A. C. Souza 339
- 44** MÉTODOS DE ORDENACIÓN Y TÉCNICAS DE AGRUPAMIENTO APLICADAS A LOS RECIPIENTES CERÁMICOS: LAS VASIJAS DE LOS CEMENTERIOS DE LA FALDA OCCIDENTAL DE ACONQUIJA
María Fabiana Bugliani 345
- 45** TENDENCIAS OBSERVADAS EN LA VARIABILIDAD DE LOS RASPADORES DE NORTE Y SUR DE PATAGONIA. EXPLORANDO LAS INTERRELACIONES ENTRE FORMA, TAMAÑO E HISTORIA DE VIDA
Marcelo Cardillo, Judith Charlin 351
- 46** ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LOS CABEZALES LÍTICOS “COLA DE PESCADO” DEL URUGUAY
Carola Castiñeira, Marcelo Cardillo, Judith Charlin, Juan Carlos Fernicola, Jorge Baeza 360
- 47** TÉCNICAS DE MUESTREO DE DESECHOS DE TALLA LÍTICA: UN CASO DE ESTUDIO: *CAPA 2 PCZ -I, ANTOFAGASTA DE LA SIERRA PROV. CATAMARCA*
Jorge Funes Coronel, María Alejandra Schmitz 367
- 48** ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN MÉTRICA EN MORTEROS MÚLTIPLES DE EL SHINCAL DE QUIMIVIL, CATAMARCA
Marco Antonio Giovannetti, Paula Natalia González 374
- 49** ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD ARTEFACTUAL DE LA COSTA EN RELACIÓN CON OTRAS ÁREAS DE SANTA CRUZ
Analía Herrera, Alicia Castro 381
- 50** MODELOS DETERMINISTAS Y ESTOCÁSTICOS DE LA DISPERSIÓN HUMANA INICIAL EN AMÉRICA
José Luis Lanata, Luis Martino, Ana Osella 389

PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN

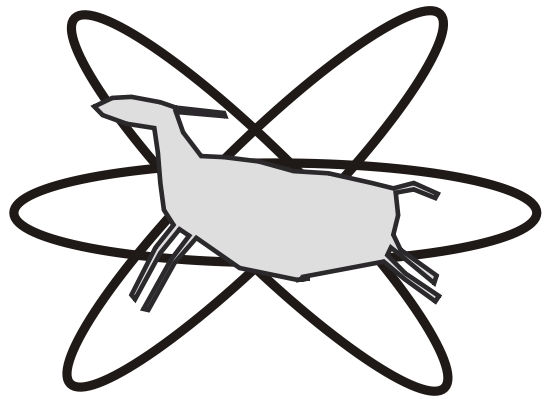
- 51** CONSERVACIÓN ARQUEOLÓGICA: IMPLICANCIAS Y POSIBILIDADES
Gabriela Ammirati 399
- 52** MONITOREO PARA LA CONSERVACIÓN DE ARTE RUPESTRE
Lorena Ferraro 405
- 53** CARACTERIZACIÓN DE AGENTES DEL DETERIORO DE LOS MONOLITOS DE PIEDRA ARENISCA DEL INFIERNITO - COLOMBIA
Ali Duran Öcal, Thomas Cramer, Siegfried Siegesmund 413
- 54** TOBA VOLCÁNICA COMO MATERIAL ARQUEOLÓGICO EN COLOMBIA. CARACTERIZACIÓN, CAUSAS DE LA DESCOMPOSICIÓN Y CONCEPTOS DE CONSERVACIÓN
Ali Duran Öcal, Siegfried Siegesmund 420
- 55** TRATAMIENTO DE CONSERVACIÓN EN PIEZAS DE HIERRO, RESERVA NATURAL OTAMENDI (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)
Mariana Romiti, Alberto Cimino 427
- 56** HISTÓRIA DA ARTE TÉCNICA: ESTUDO DE CASO DE UMA POSSÍVEL OBRA DE GAINSBOROUGH ENCONTRADA NO BRASIL
Alessandra Rosado, Luiz Antônio Cruz Souza 433
- 57** O PAPEL DA HISTORIA DA ARTE TÉCNICA E ARQUEOMETRIA NO PROCESSO DE AUTENTICAÇÃO DE OBRAS DE ARTE. UM ESTUDO PRELIMINAR
Alessandra Rosado, Luiz A.C. Souza, Yacy Ara Froner Gonçalves 438
- 58** CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DA ESCULTURA COLONIAL MINEIRA EM CEDRO: UM ESTUDO PRELIMINAR PARA ESTIMAR FLUTUAÇÕES PERMISSÍVEIS DE UMIDADE RELATIVA
Alessandra Rosado, Luiz Antônio Cruz Souza 445
- 59** A PRESERVAÇÃO DE SÍTIOS RUPESTRES NO AGRESTE DE PERNAMBUCO (BRASIL): UMA ANÁLISE PETROLÓGICA
Claristella Santos, Lucila Ester Prado Borges, Mariano Gorki, Sergio Pacheco Neves, Tania Andrade Lima 445

PROSPECCIÓN

- 60** APLICACIÓN DE GRP PARA EL ESTUDIO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE LOS TETELES DE OCOTITLA, TLAXCALA, MÉXICO
Denisse L. Argote Espino, René E. Chávez Segura, Pedro A. López García 459

61	PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN SAN IGNACIO MINÍ <i>V. Bongiovanni, N. Bonomo, M. de la Vega, L. Martino, A. Osella</i>	465
62	ANÁLISIS GEOQUÍMICOS EN UN SITIO ARQUEOLÓGICO DE TIERRAS BAJAS (TUCUMÁN-ARGENTINA) <i>Mario A. Caria, José M. Sayago</i>	471
63	PERSPECTIVAS ESPACIALES DESDE EL SITIO PEÑAS COLORADAS 3 CUMBRE (PC3 -C), ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, CATAMARCA <i>María Lorena Cohen</i>	477
64	DETECCIÓN DE SITIOS MAYAS DESDE EL ESPACIO EXTERIOR UTILIZANDO IMÁGENES DE RADAR <i>Pedro A. López García, Denisse L. Argote Espino</i>	488
65	DISTANCIAS Y ÁREAS DE INFLUENCIA EN EL ESPACIO INTRASITIO: POSIBILIDADES DE APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS EN LA MICROESCALA <i>Liliana M. Manzi</i>	494
66	DISTRIBUCIONES SIMULADAS <i>Liliana M. Manzi, Juan Bautista Belardi, Marcela Alejandra Maurell, Franco Román Herrera, Juan José Concetti</i>	501
67	PROSPECCIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL EJE VOLCÁNICO VILLARRICA-LANÍN (CENTRO SUR DE CHILE). APLICACIÓN DE NUEVAS ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y RESULTADOS <i>Doina Munita, Leonor Adán</i>	508
68	AVANCES EN EL PROYECTO DEL ACORAZADO ADMIRAL GRAF SPEE (MONTEVIDEO, URUGUAY) <i>Atilio Nasti</i>	515
69	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS EN LA TELEDETECCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS ARQUEOLÓGICAS (EL MOLLAR -TUCUMÁN) <i>Jimena Roldán, M. Marta Sampietro Vattuone, Liliana del Valle Neder</i>	523
70	IMÁGENES SATELITALES, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ESPACIAL DE LA ARQUITECTURA. EL CASO DE LA ALUMBRERA, PERÍODOS TARDÍO E INCAICO, PUNA DE CATAMARCA <i>Pedro Salminci, Daniel Olivera, Pablo Tchilinguirian</i>	529
71	EL SUELO COMO ARTEFACTO: UNA EXPERIENCIA DESDE EL NOA <i>María Marta Sampietro Vattuone</i>	538
72	PALEOAMBIENTES Y GEOARQUEOLOGÍA: SITIOS CORRAL GRANDE Y ARROYO LAS PITAS. ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PROV. DE CATAMARCA, PUNA MERIDIONAL ARGENTINA) <i>Pablo Tchilinguirian, Daniel Olivera</i>	544

en
Lone



HISTORIOGRAFÍA



LA ARQUEOMETRÍA AMERICANA EN LA ACTUALIDAD: UN PEQUEÑO PASO PARA EL INVESTIGADOR, UN GRAN SALTO PARA LA DISCIPLINA

Aixa Solange Vidal

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Prehistoria (España)
Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (Argentina)
aixa_vidal@yahoo.com.ar

RESUMEN

Pese a que en la actualidad la arqueometría no es una novedad en las publicaciones arqueológicas, sus principios fueron bastante humildes: sólo se incluía en los apéndices o en tablas al final de un artículo que escasas veces se explicaban. Cuando pasaban a formar parte de los objetivos del estudio, apenas cubrían temáticas como la identificación de materias primas y fuentes de origen, generalmente aportadas por geólogos.

Hace una década, los trabajos denominados arqueométricos en publicaciones arqueológicas sólo incluían análisis de pastas cerámicas y elementos traza de materias primas líticas.

Debido a la escasez de datos obtenidos y comparativos, fueron pocas las temáticas abarcadas, reduciéndose casi exclusivamente a las primeras etapas de la cadena productiva de estas tecnologías.

Hacia finales del milenio el panorama cambia por completo, introduciéndose nuevas variables y complejizando las que ya se estudiaban. Nuevos tipos de análisis hacen su aparición, reconociendo la aplicabilidad de las analíticas actuales a los materiales arqueológicos.

Por otro lado, el arqueólogo empieza a jugar un papel más activo dentro de todas las etapas del análisis, y los especialistas de otras disciplinas se vuelcan a considerar derivaciones arqueológicas de sus estudios, con lo cual se abre un nuevo espacio de diálogo y se amplían las posibilidades de conocer más profundamente los objetos que representan a la sociedad bajo análisis.

Estos factores, junto con el avance tecnológico, redundaron en un auge de los estudios arqueométricos, a tal punto que en la mayoría de las publicaciones y eventos arqueológicos es impensable no incluirla. Además de, por supuesto, las instancias de discusión de temáticas y métodos exclusivamente arqueométricos.

Presentamos aquí un estudio comparativo basado en los artículos aparecidos en los últimos diez años en tres publicaciones de amplia difusión: American Antiquity, Latin American Antiquity y Archaeometry. Rescatamos de ellas los artículos que aplican la arqueometría de manera exclusiva o preferencial, aplicados siempre a temáticas americanas, con algunas referencias a los estudios en el Viejo Mundo a manera de ilustración.

Si bien los cambios manifestados en esta década han sido enormes, la arqueometría aún tiene un largo camino para dejar de ser tablas y referencias, y pasar a discutir en pleno la participación de los materiales en la vida de las sociedades pretéritas.

INTRODUCCIÓN

Considerándolo en su sentido más amplio, “Arqueometría” es un término sintético que indica que cosas “antiguas” o fenómenos relacionados con ellas pueden ser medidos y cuantificados (Leute, 1987). La necesidad de este tratamiento cuantitativo es evidente si se piensa en las preguntas que se suelen formular a los restos materiales del pasado: ¿qué es?, ¿qué antigüedad tiene? Y, en el caso de los artefactos, ¿cómo fueron hechos? ¿Son de producción local o llegaron por intercambio? Quizás, incluso, si se tiene en cuenta una obra de arte de una cultura bien conocida, ¿quién lo hizo?

La arqueología siempre ha tratado con artefactos y desarrolló sus propios métodos en ocasiones con elementos tomados de otras disciplinas- para enfrentarse al estudio de la cultura material (Jones, 2004). Es posible contar artefactos, pesarlos y medirlos, y luego establecer tipologías para los keros, cencerros de bronce o hachas de mano. Se puede asignar una categoría a los diferentes modos de producción y descubrir la edad de un objeto o de dónde proviene. Se trata de discutir un simple unku o la historia completa de la fabricación textil. Incluso se puede tratar los restos humanos de la misma manera y someterlos a complejas analíticas para averiguar su historia de vida, dieta, enfermedades o desgastes en los huesos. Los arqueólogos cuentan con lenguajes complejos para describir objetos, métodos estadísticos para entender el cambio de la forma o la función, y técnicas muy sofisticadas para analizar, por ejemplo, los residuos lípidos de las vasijas, las marcas de uso de un lítico o la composición isotópica de un hueso.

Si bien su inclusión en los trabajos arqueológicos, al menos en el plano teórico, data de más de dos décadas, la arqueometría en América Latina era hasta hace poco apenas un pequeño apartado donde se incluían tablas de valores cuantitativos facilitados por los laboratorios de física, química o mecánica, integrados con mayor o menor acierto a la discusión de ciertos aspectos de la vida de las sociedades pretéritas. El campo de aplicación estaba bastante limitado, apenas sobrepasando los límites de la identificación de materias primas y fuentes de origen, dependiendo en gran medida de los ensayos e interpretaciones facilitados por geólogos.

En la actualidad las investigaciones arqueológicas no sólo apelan a los conocimientos de historia o antropología, sino igualmente a los de ciencia y tecnología (como botánica, metalurgia, mineralogía, etc.). La arqueometría ya forma parte ineludible de la mayoría de los proyectos arqueológicos reescribiendo viejas discusiones en torno a los grupos humanos del pasado.

La arqueometría es, sin duda, más antigua que su nombre: el término “arqueometría” fue acuñado antes de 1958 cuando en Oxford se bautizó una publicación periódica con esta denominación. Sin embargo, la aplicación de los métodos físicos al estudio de la cultura material se remonta al siglo XIX, y la química fue utilizada aún antes.

Los análisis químicos comenzaron alrededor de 1800 en vidrio, pigmentos y aleaciones metálicas usadas en armas y monedas. Hacia finales de siglo se contaba con una importante cantidad de resultados analíticos, que permitió identificar los elementos químicos de los materiales estudiados.

La física entró en este campo en 1896, cuando Roentgen utilizó rayos X para estudiar la absorción de los pigmentos de plomo en pinturas, con el fin de identificar su realización y también detectar falsificaciones. En el mismo año, el científico italiano Folgheraiter midió los momentos magnéticos en la cerámica etrusca. Sólo unos pocos años más tarde, en 1907, se fotografíó Stonehenge desde un aeroplano para su documentación y quizás también prospección. Y durante un relevamiento aéreo en la I Guerra Mundial, un piloto ruso señaló haber visto el arca de Noé en las estribaciones del Monte Ararat, en el borde de la entonces Turquía y Persia.

La prospección arqueológica desde el aire por medio de las irregularidades en los campos de cereales, el derretimiento de las capas glaciares y otros fenómenos naturales estaba bien desarrollada en la época de entreguerras. La segunda guerra mundial produjo un notable perfeccionamiento del reconocimiento aéreo que posteriormente se pudo utilizar para los fines pacíficos de la arqueología. El último gran salto fue realizado por Scollar en 1976 con el procesamiento de imágenes por computadora. Además de reducir notablemente el tiempo empleado en la evaluación, se pudo eliminar las deformaciones por el movimiento irregular de la aeronave, rectificar la “vertical” y usar las fotografías directamente como un mapa. Además, se podía mejorar el contraste con medios digitales (Leute, 1987).

A nivel del suelo, los detectores de minas de la II Guerra Mundial tuvieron poca utilidad. El primer mapeo de resistividad lo realizó en 1946 Atkinson, en Oxfordshire; Le Borgne trabajaba con la magnetividad del suelo a mediados de la década de 1950 y Aitken realizó la primera prospección magnética con el magnetómetro de protones en 1958. El radar de detección terrestre se introdujo a principios de la década de 1970.

Las técnicas de datación más antiguas son las del arqueomagnetismo propuestas por Thellier en 1936. A finales de 1940 se incorporaron muchas de las técnicas más exitosas, fundamentalmente el fechado radiocarbónico de Libby, la primera datación de potasio-argón y los métodos basados en el análisis de flúor y nitrógeno. Los fechados por termoluminiscencia se propusieron en 1953 pero los procesos exactos de medición recién se desarrollaron hacia 1970 y los resultados ajustados sólo son confiables unos 15 años más tarde. La racemización de aminoácidos y la hidratación de la obsidiana, los métodos de la química física, son más antiguos y datan de 1955 y 1960 respectivamente. El fechado por marcas de fisión se introdujo recién en 1962 y el ESR en 1967. El descubrimiento de la espectrometría de aceleración de masa (AMS) en 1980 mejoró notablemente el potencial del método radiocarbónico y permitió analizar muestras pequeñas de materiales que antes era imposible procesar. Además podía calibrarse con la dendrocronología, repercutiendo enormemente en los resultados de dataciones posteriores.

Si de la prospección y el fechado se desprende que el gran aporte de la física a la arqueología se produce en las últimas décadas del siglo pasado, lo mismo ocurre con los métodos de caracterización -como los análisis de isótopos y elementos traza-, quizás con la excepción de la microscopía óptica y algunos métodos basados en los rayos X. La razón de este retraso parece subyacer en la necesidad de que estas técnicas estén maduras en sus campos originarios antes de ser incorporadas a la arqueología, lo cual resulta en importantes demoras para su aplicación.

De hecho, los trabajos de cariz arqueométrico publicados sobre materiales americanos hasta mediados de la década de 1990 son casi sin excepción análisis de pastas cerámicas con algunos experimentos en el tema de las temperaturas de cocción- y elementos traza de materias primas líticas. De igual manera, las problemáticas sociales que permitían tratar los resultados obtenidos, en muchos casos poco relevantes debido a la carencia de valores de referencia, se veían forzosamente circunscriptos a las fuentes de materia prima y la etapa de obtención dentro del marco organizativo del ciclo de manufactura de instrumentos.

Poco a poco se abrió el rango de posibilidades y entra, como en todo proceso cultural, a jugar la variabilidad. Por un lado, se amplían los tipos de análisis que se consideran aplicables al registro arqueológico, ya que un cambio profundo en la visión del mismo nos permite ver a los objetos no sólo en su carácter de diferentes por pertenecer a culturas ya extintas, sino que también se reconoce que dichos artefactos comparten con sus equivalentes actuales propiedades innatas a su naturaleza. Este cambio ontológico propició sin lugar a dudas la proliferación de estudios provenientes de las ciencias de los materiales en objetos arqueológicos.

Por otro lado, se comenzó a reflexionar sobre el papel del analista en la interpretación de los resultados, haciendo hincapié en la necesidad no sólo de la interdisciplinariedad abogada por la ciencia en la actualidad sino también en la ineludible participación del arqueólogo en el proceso de ensayo. No es suficiente remitir muestras al laboratorio y sentarse a esperar los resultados. El propio investigador comienza a formar parte del análisis técnico para prevenir dificultades, sugerir modificaciones y, así, lograr una comprensión más profunda de los objetos que representan a la sociedad bajo análisis.

Estos factores, junto con el avance técnico-científico que pone a disposición del mundo científico una importante parafernalia de equipos y ensayos, redundó en incomparables beneficios para la interpretación arqueológica: el abanico de posibilidades se abrió enormemente y, en la actualidad, son pocos los eventos culturales en los que la arqueometría no tiene participación. Prueba de ello son las numerosas publicaciones que la incluyen, al igual que la

celebración de congresos y simposios específicos, tanto en los niveles nacionales como en los internacionales. Sin embargo, todavía es necesaria mucha reflexión para integrar los datos en crudo a nuestras interpretaciones sociales para que no sean una mera recopilación de valores y tablas estadísticas.

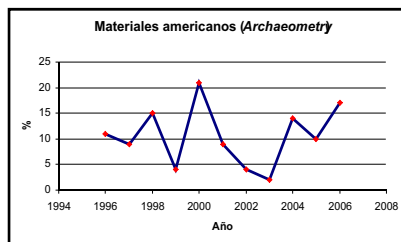
ESTUDIO DE CASOS

Con el objeto de observar los cambios introducidos en la aplicación de la arqueometría en las discusiones arqueológicas, y su retroalimentación con los intereses de esta disciplina en los diferentes momentos históricos y marcos teóricos, se propuso la revisión de los artículos aparecidos en la publicación por excelencia dentro del área de estudio: *Archaeometry*. Una vez recopilado el parámetro de análisis, se procedió a la revisión de dos revistas de arqueología americana de amplia difusión (*American Antiquity* y *Latin American Antiquity*), donde se seleccionaron y trabajaron solamente aquellos trabajos encuadrados metodológicamente dentro de la arqueometría.

Dentro de *Archaeometry* se consideraron todos los artículos aparecidos entre 1996 y 2006 inclusive (n=398 artículos); para el caso de *American Antiquity*, se revisaron los artículos publicados entre enero de 1995 y octubre de 2005 (n=352 artículos) y para *Latin American Antiquity*, los comprendidos entre marzo de 1995 y septiembre de 2005 (n=204 artículos).

Archaeometry

Esta publicación se tomó como referencia para el estudio general de los cambios surgidos en los estudios arqueométricos durante la última década. Se encaró la totalidad de los artículos publicados (a excepción de los comentarios sobre artículos), sin discriminar período ni región. Los parámetros de comparación se ajustaron a los materiales analizados, las disciplinas a las que corresponden las distintas técnicas utilizadas y a la problemática definida como objetivo del estudio. Si bien en los últimos cinco años se amplió enormemente el espectro de trabajos, sobre todo incorporando materiales nuevos, áreas hasta hace poco marginales dentro de los estudios arqueométricos (y arqueológicos en general) y períodos más recientes, es de notar la poca representatividad de los estudios de materiales americanos: sólo aparecen unos pocos trabajos de EE.UU., y los pueblos clásicos de Perú y México, junto a muy escasos artículos de otras regiones, que se suelen limitar a dataciones para discutir temáticas vinculadas fundamentalmente con la complejidad social. En la actualidad, se nota una tendencia a un alza en la presencia de cuestiones americanas, pero su representatividad ha sido siempre irregular.



American Archaeology y Latin American Archaeology

Si bien no representan plenamente el universo de las publicaciones americanas sobre estudios arqueológicos, se han tomado estas revistas especializadas debido a que son de amplia distribución y entre ambas cubren una variedad de temáticas y tipos de investigaciones bastante amplias. En este caso se tomaron solamente aquellos trabajos encuadrados metodológicamente dentro de la arqueometría. Si bien su presencia sigue siendo escasa, este tipo de investigaciones suman un porcentaje de representatividad en torno al 25% en la actualidad.

1.- Materiales analizados

Archaeometry

Abarca el estudio de una amplia gama de materiales, con gran diversificación; sin embargo, hay una predominancia casi sin alteraciones con apenas un pequeño descenso- de los estudios sobre cerámica y metal (40%), pero incluso en estos casos los materiales se diversifican un poco más, incluyendo hornos y pigmentos. En proporción mucho menor, pero siempre presente, aparecen los huesos humanos y el material lítico. También son frecuentes los

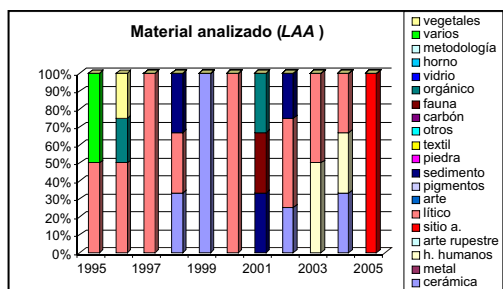
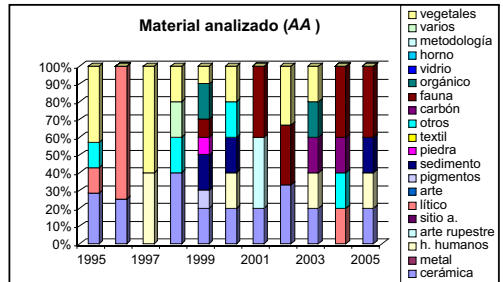
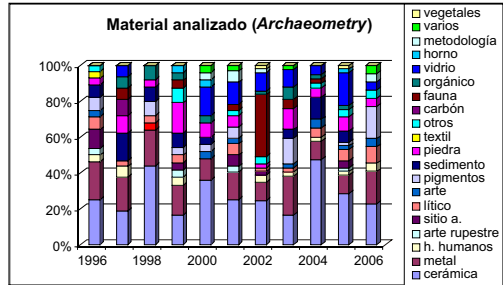
estudios sobre piedras como material de construcción y vidrio (en momentos protohistóricos e históricos). Hay una presencia constante de materiales orgánicos (no definidos o variados), al principio relacionados con las dataciones y luego otras temáticas (uso de cerámica, lítico, subsistencia, etc.). La fauna aparece escasamente, y limitada a estudios tafonómicos, con un auge en torno al 2002, cuando se publica un número especialmente dedicado a esta temática que hasta entonces no se incluía dentro del índice de la revista. Los escasos estudios metodológicos generales aparecen sólo en los últimos años, que además registran un aumento de los análisis múltiples sobre varios tipos de materiales. Aumenta asimismo el interés en nuevas formas de encarar viejos materiales (resinas, lípidos) y la incorporación de nuevos materiales (pinturas de caballete, materiales de épocas modernas y contemporáneas).

American Antiquity

Sorprende a primera vista la ausencia de estudios aplicados a materiales metálicos, en particular porque en *Archaeometry* se incluyen trabajos sobre piezas incas y mayas de este material. También aquí la cerámica es el material predominante, casi sin variación a lo largo de la década analizada. Debido a la escasez de publicaciones donde el peso de la analítica se centre en los estudios arqueométricos, la representatividad de materiales se ve polarizada en escasos artefactos. Durante la primera parte del período considerado (segunda mitad de la década de 1990) los estudios se limitaron a los materiales tradicionales: cerámica, restos vegetales, huesos humanos y material lítico (básicamente, estudios de procedencia y datación de obsidiana). La fauna empieza a cobrar importancia en la segunda parte del período, tanto en tejido óseo como tejidos blandos conservados. También en las publicaciones más recientes se diversifica el centro de interés de los estudios abarcando problemáticas diversas, como los sedimentos para los estudios paleoambientales, las resinas, el ámbar y otros productos de origen orgánico, al igual que la antracología para identificar tanto la datación tradicional como la utilización de los macrovegetales. Los estudios metodológicos vinculados a la aplicación de las ciencias duras son escasos pero se repiten periódicamente. Por último, cabe destacar la ausencia de algunos materiales bien representado en los estudios publicados en *Archaeometry* como el vidrio (aunque sí aparece en dicha publicación un trabajo sobre las cuentas de vidrio intercambiadas entre los Algonquinos en tiempos históricos) o las pinturas murales o de caballete. Ello no es de extrañar si consideramos que en líneas generales sólo aparecen trabajos vinculados a temáticas de la prehistoria americana.

Latin American Antiquity

Esta publicación sigue los mismos lineamientos de *American Antiquity* en cuanto a la representatividad de artículos de cariz arqueométrico. Debido a su bajo número, las temáticas parecen estar polarizadas, aunque es de notar, contra la tendencia que marcaba *Archaeometry*, la importancia de los estudios sobre materiales líticos, fundamentalmente estudios de obsidiana, como en el



caso anterior. Dichos estudios son casi materia obligada en todas las publicaciones, sólo ausentes en tres años. Más allá del material lítico y, en mucha menor medida, la cerámica, no hay mayores constantes dentro de la selección de materiales presentados que una inclinación hacia los de origen orgánico (macrorestos vegetales y fauna) y sedimentológicos.

2.- Análisis aplicados

Las propiedades físicas y mecánicas de la cultura material siempre han sido de gran interés para la arqueometría. De hecho, el desarrollo inicial de un enfoque arqueométrico o basado en los materiales dentro de la arqueología supuso la importación de expertos de las ciencias exactas, como la física y la química (Tite, 1972), la geología (Peacock, 1982) y la biología. El éxito de estos enfoques está ejemplificado por la útil traslación de técnicas de caracterización como la petrología a los problemas arqueológicos con frecuencia, con resultados espectaculares (Peacock, 1982). La utilización de técnicas provenientes de las ciencias físicas se ha incrementado con la adopción de métodos más refinados para la caracterización de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los artefactos (Henderson, 2000). Las estadísticas comparativas que presentamos a continuación agrupan en cuatro grandes grupos los análisis aplicados a los materiales arqueológicos. Aunque se han reducido a su mínima expresión análisis físicos, químicos, mecánicos, ópticos- provienen de diferentes variantes científicas, fundamentalmente la biología, geología, geomorfología, antropología, procesamiento digital, etc.

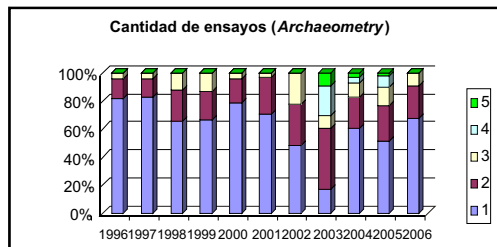
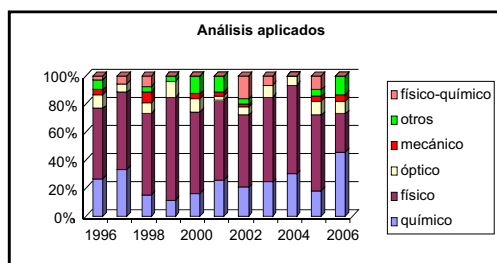
Archaeometry

Como es esperable, y debido al interés que la arqueología siempre ha demostrado por el aspecto temporal de la producción de la cultura material, los análisis físicos esencialmente los de datación, pero también los de caracterización- predominan dentro de las aplicaciones, aunque esta tendencia está disminuyendo gradualmente en la

actualidad con la incorporación de métodos más sofisticados provenientes de la química, la mecánica y los medios digitales de procesamiento. Los análisis químicos cobran un nuevo empuje con el interés en este siglo en la problemática del uso de los recipientes cerámicos a través del análisis de lípidos y otros restos orgánicos presentes en su superficie o poros externos, los restos adheridos a los líticos y a los elementos traza y las composiciones de los pigmentos. También ha repercutido en esta tendencia el mayor interés en la composición isotópica de los restos óseos (humanos o faunísticos) y los estudios de presencia/ausencia de elementos químicos determinados en los conjuntos sedimentológicos. Los análisis ópticos, de mayor o menor complejidad, siempre están presentes, y de hecho su representación sería aún más alta si consideramos que la práctica totalidad de los estudios involucran una etapa previa de observación para selección de especímenes, pero hemos eliminado esta etapa por considerarla ya protocolar dentro de estos análisis.

Como “otros” hemos considerado diferentes estudios vinculados fundamentalmente con la prospección, el registro y el procesamiento estadístico o de las nuevas tecnologías.

Donde sí se ha notado una modificación es en la cantidad de recursos utilizados dentro de cada investigación. Si hace más de una década era frecuente que se publicara la determinación de la(s) variable(s) de interés mediante una sola técnica o ensayo específico, en la actualidad apenas la mitad de los estudios se limitan a una técnica

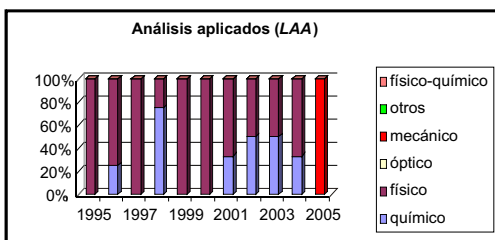
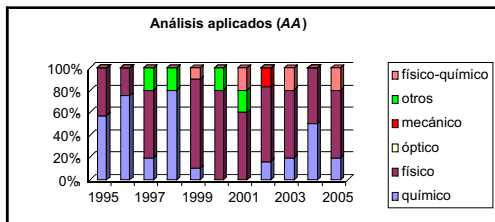


única de medición y es frecuente ya no sólo complementarla o cotejarla con otros estudios sino que se están llevando a cabo programas completos de investigación que abarcan el estudio desde varias aristas y combinan distintas propiedades de los artefactos y sus vinculaciones con entornos más amplios.

American Antiquity y Latin American Antiquity

Ambas publicaciones siguen la tendencia general, con un predominio muy notable de los análisis físicos, acompañados en ocasiones por algunos dentro del área de la química o estudios complejos dentro de ambas disciplinas. El tipo de ensayo aplicado no difiere, predominando las espectrometrías, análisis isotópicos y composicionales, NAA, etc., aunque sí cabe notar que, si bien se trata de combinar resultados, son pocas las publicaciones que incluyen la realización de más de un ensayo arqueométrico de alta tecnología, aunque siempre están muy bien complementados y en ocasiones son el único tipo de análisis que se presenta- con estudios arqueométricos que podríamos denominar de “bajo coste”, como observaciones composicionales a lupa binocular comparadas con un patrón petrográfico o evaluaciones de porosimetría mediante absorciones en atmósfera normal. Estos estudios han probado su eficacia desde hace tiempo, y no deberían desestimarse en favor de las portentosas maquinarias analíticas con que cuentan los laboratorios actuales. El foco de interés sigue posicionado en las propiedades de los artefactos, y conllevan la facilidad de ser poco o no destructivos y permitir el estudio de muestras de mucha mayor dimensión que en el caso de estudios más sofisticados.

Hay, además, una débil presencia de otros tipos de análisis, básicamente procesamiento digital de imágenes aplicados a la prospección y/o clasificación de sitios donde se evidencia una modificación de nuestra escala de análisis al abarcar ya no sólo el artefacto individual sino todo un paisaje o un sitio arqueológico, cambio muy notorio a escala mundial con el auge de la arqueología espacial-. Los análisis mecánicos siguen siendo prácticamente inexistentes, con sólo dos ejemplos en la última década dentro de las dos publicaciones, que, de hecho, corresponden a métodos mecánicos aplicados a la prospección paleoambiental más que a la aplicación de estos ensayos a las propiedades de los artefactos.



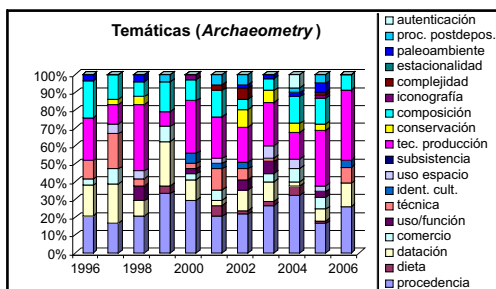
3.- Objetivos planteados

Consideramos aquí los objetivos últimos planteados por los autores de los diferentes artículos en cuanto a la aplicación de los análisis arqueológicos, divididos en grandes temáticas. Si bien todos ellos implican una etapa inicial que apunta a la caracterización de los artefactos, sitios o materiales en general, ya sea en su aspecto visual, físico, químico, mecánico, etc., en la mayoría de los trabajos se plantea un objetivo más amplio, interrelacionando los datos “duros” obtenidos con las prácticas sociales que les dieron origen o que estuvieron directamente vinculadas a ellos. Veremos que este supuesto, que sería el ideal dentro de la visión actual de la arqueometría -y de la arqueología en un plano más amplio- aún dista de ser general, y muchos trabajos siguen estando limitados en su aplicabilidad a las sociedades humanas pese a tener un importante valor analítico. No es sorprendente que en los estudios aplicados a materiales de procedencia americana al igual que los de las culturas africana que no han sido estudio tradicional de la arqueología- haya una mayor vinculación con la sociedad productora/usuario, llegando incluso a complementarlos con estudios de cariz etnoarqueológico,

debido en gran parte a las tendencias de formación académica y a una mayor participación del arqueólogo en la realización misma de los ensayos.

Archaeometry

Hay una gran cantidad de temáticas tratadas, con distinto grado de profundidad, tanto debido al número de tipos de materiales publicados como a las diferentes regiones y periodos que abarcan. Los tradicionales estudios de procedencia siguen presentes, si bien aplicándose técnicas de diversa complejidad, y en este caso en particular, combinaciones de varios



tipos de enfoques. El estudio de la tecnología de producción siempre ha sido una de las temáticas favoritas de los estudios arqueométricos. En la mayoría de los casos se intenta ver la complejidad del proceso de producción, la selección de materiales y técnicas, y el desarrollo de tecnologías auxiliares (como la fabricación de hornos cerámicos o metalúrgicos). Los análisis tendientes a la identificación composicional entrarían también dentro de este campo, pero a nivel teórico las conclusiones se limitan a la mera discusión de elementos. Aquellos artículos interesados en la función/el uso de los artefactos no son numerosos pero están presentes en casi todas las publicaciones, aplicados a diferentes materiales y periodos. Aún son escasos los trabajos donde se pasa a un segundo nivel y se aplican estos datos a la complejidad de las relaciones de producción, las interrelaciones entre los ejecutantes de las distintas etapas en la cadena operativa o la vinculación de la selección de las propiedades de estos materiales con los otros artefactos del posible contexto de utilización social.

En relación con la esfera social de la utilización de los artefactos aparecen algunos escasos artículos que encaran la iconografía y otras formas de identidad cultural, junto a diferentes aplicaciones (basadas en la dieta, en las características materiales de los ajueres, etc.) realizadas con el fin de determinar niveles de complejidad social.

La datación es una constante en todos los trabajos y su representación en el total de los artículos apenas ha disminuido a lo largo del tiempo, aunque se complejizaron y perfeccionaron grandemente las analíticas, permitiendo el estudio de materiales hace poco tiempo imposibles (como pequeñas muestras de pigmentos, cerámicas).

El comercio, íntimamente vinculado a los estudios de procedencia, es constante y en la actualidad abarca regiones antes marginales dentro de los estudios arqueométricos.

Existe en los estudios de origen europeo un renovado interés en los análisis vinculados con la conservación y autenticación de piezas arqueológicas y artísticas, una preocupación prácticamente nula en las publicaciones americanas, aunque comparte con ellas el interés en las alteraciones postdeposicionales, que en cierta medida, estarían vinculadas. Este interés en las colecciones se debe en parte a la participación de grandes museos en la actividad arqueométrica, como en el caso del British Museum o las instituciones italianas.

Tenemos, además, artículos cuyos objetivos están identificados como “técnica”: se refieren a los de cariz metodológico, donde se ponen a prueba nuevos métodos o diferentes aplicaciones de estudios ya probados en otros materiales o temáticas.

En una escala mayor, aparecen escasa pero constantemente estudios regionales ya sea para la identificación de sitios arqueológicos domésticos, de enterratorio, de extracción de materias primas- o para estudios de uso del espacio o paleoambientales. Asimismo, podríamos incluir los de subsistencia interesados en la problemática del desarrollo agrícola. Tras el auge de los estudios espaciales, disminuye notablemente su importancia.

American Antiquity

Exceptuando las cuestiones vinculadas con la autenticación y conservación, las temáticas presentadas son similares, con un cambio, empero, en el énfasis que presentan.

Los análisis de procedencia no son tan dominantes en esta publicación y están casi sin excepción vinculados al estudio del comercio en el pasado. Asimismo, no hay estudios por el mero hecho de establecer la composición de los distintos artefactos, sino que esta temática se encuentra siempre como un paso previo para el tratamiento de cuestiones vinculadas al comercio o el uso social de la cultura material.

El auge de los estudios sobre tecnología de producción de los diferentes artefactos se da en torno al año 2000, al igual que los encaminados a la diferenciación de uso/función de los objetos, básicamente a través de los residuos encontrados en ellos.

Las dataciones son infaltables en casi todas las publicaciones y abarcan desde las técnicas simples de C14 hasta los métodos más recientes de datación óptica digitalizada.

Los estudios de paleoambiente son escasos en los últimos años, pero avanzan los de uso del espacio, con temáticas tan diferentes como poblamiento del continente americano o expansión de la frontera agrícola y agotamiento del ambiente. Directamente asociado con ello y con la complejización de los estudios de restos vegetales, en la actualidad se centra el interés en la estacionalidad en el uso de los sitios.

En los últimos años se toma la cuestión de la complejidad social, sumada a la búsqueda de marcas de identidad cultural que constituye una temática ya tradicional durante la última década de esta publicación.

Los trabajos relacionados con cuestiones metodológicas también están presentes en forma regular a lo largo de la década observada.

Latin American Antiquity

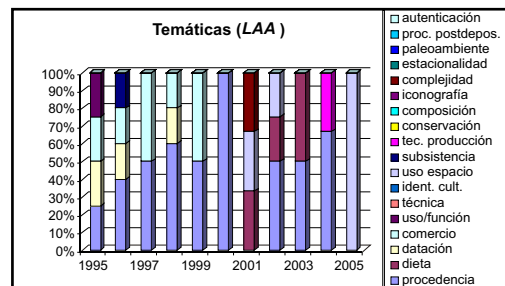
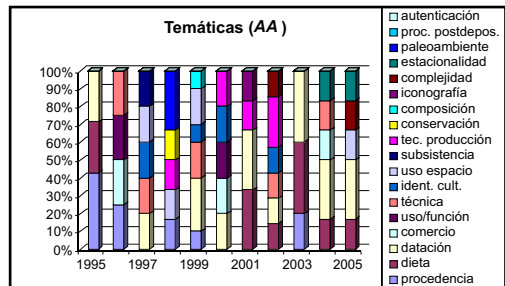
Pese a su similitud con la publicación de la que deriva, y a que también en *American Antiquity* se incluyen trabajos de ésta zona, consideramos interesante destacar algunas particularidades.

Ante todo hay que recordar que esta publicación incluye pocos artículos por número; en consecuencia, los que aplican la arqueometría se limitan en el mejor de los casos a tres artículos en el mismo año, condicionando de gran manera la evaluación de temáticas.

Los estudios de procedencia aparecen casi sin excepción dominando el campo de análisis, y abarcan estudios de caracterización cerámica y de elementos traza de obsidias, aunque también hay algún artículo aislado sobre la procedencia de restos de origen vegetal.

La problemática del comercio, al igual que los trabajos sobre dataciones, completan las problemáticas tratadas durante la primera mitad del período considerado, mientras que desde el año 2001 las reemplaza un renovado interés por la dieta, vinculada en gran medida a la introducción de las prácticas agroganaderas. Asociado a estos trabajos, están los que se focalizan en el uso del espacio y la explotación de los recursos.

Además de estas problemáticas que se repiten ineludiblemente dentro de cada lustro, hay



estudios escasos de iconografía, subsistencia, complejidad social y técnicas de producción, donde en general se integran estudios realizados en diversidad de materiales.

CONCLUSIONES

Las estadísticas son siempre buenas compañeras de la arqueometría, incluso cuando el análisis se centra en la metodología misma. Las comparaciones que se presentaron a lo largo de esta discusión muestran una participación cada vez mayor de la arqueometría dentro de la variedad de temas que pone sobre el tapete la arqueología en la actualidad. Una vez que se logró un mínimo acuerdo sobre cuestiones más o menos simples (en este campo, la datación sería un excelente ejemplo) nos vamos adentrando en problemáticas más “humanas”, llegando a un cuestionamiento de las relaciones entre los grupos humanos y su entorno, donde, en oposición al panorama que parecían plantear los renovados marcos teóricos de hace dos décadas (Trigger, 1989), el auge de la esfera social en los estudios arqueológicos incorpora ineludiblemente un mayor trabajo sobre el artefacto, ya que es la prueba tangible plausible de ser medida con técnicas de las ciencias de los materiales, biología, óptica, etc.- sobre la que se pueden construir las argumentaciones sociales sobre el pasado humano.

Esta integración es aún un tanto reciente, si bien en la arqueología americana está mayormente incorporada, pero la tendencia parece firme y está reforzada por el interés que los nuevos programas de formación académica muestran en la interdisciplinariedad y la incorporación de los estudios sobre materiales dentro de todos los niveles de discusión y análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Henderson, J.

2000 *The Science and Archaeology of Materials: an Investigation of Inorganic Materials*. Routledge. Londres.

Jones, A.

2004 Archaeometry and Materiality: Materials-based Analysis in Theory and Practice. *Archaeometry* 46(3): 327-338.

Leute, U.

1987 *Archaeometry. An Introduction to Physical Methods in Archaeology and the History of Art*. Weinheim. Nueva York.

Peacock, D.

1982 *Pottery in the Roman World: an Ethnoarchaeological Approach*. Longman. Londres.

Tite, M.

1972 *Methods of Physical Examination in Archaeology*. Seminar Press. Londres.

Trigger, B.

1989 *A History of Archaeological Thought*. Cambridge University Press. Cambridge.

Corpus utilizado para los casos de estudio

American Antiquity

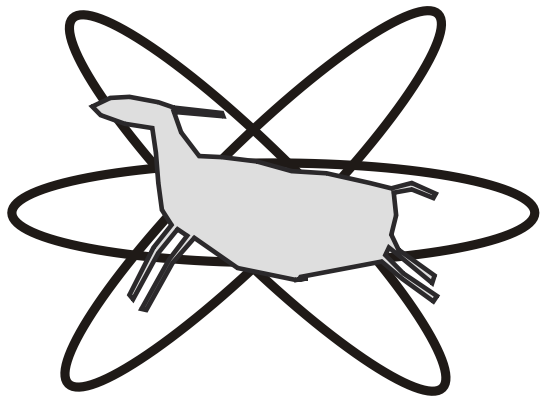
del N° 60 (1), enero 1995 al N° 70 (4), octubre 2005

Archeometry

del N° 38 (1), 1996 al N° 48 (2), 2006

Latin American Antiquity

del N° 6 (1), marzo 1995 al N° 16 (3), septiembre 2005



CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES



CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO CERÁMICO EN EL SITIO BAJO LOS CARDONES (AMAICHA DEL VALLE, TUCUMÁN)

María Florencia Becerra¹; Marco Giusta²; Constanza Cattaneo² y Carolina Somonte¹

¹ Instituto de Arqueología y Museo. Facultad de Ciencias Naturales e IML (UNT)

florenciabecerra@gmail.com y carolinasomonte@gmail.com

² Facultad de Ciencias Naturales e IML (UNT)

giustamarco@yahoo.com.ar y conti_catta@yahoo.com.ar

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo presentar la caracterización de un conjunto cerámico procedente de una estructura monticular, asociada a un contexto mortuario, y de un recinto habitacional del sitio arqueológico agro-pastoril temprano Bajo Los Cardones, Amaicha del Valle (Dpto. Taí del Valle, Tucumán). Esta caracterización pretende establecer, a partir de un análisis comparativo, de qué manera los procesos de formación culturales y naturales han afectado la conformación final de los conjuntos cerámicos del montículo y del recinto.

El sitio Bajo Los Cardones forma parte de un yacimiento arqueológico mayor, compuesto por numerosos sitios de diferentes temporalidades que van desde el 9000 al 700 años AP. En este trabajo se presentan los resultados del análisis cuali-cuantitativo del material cerámico proveniente de las excavaciones arqueológicas de un sector de este sitio compuesto por un recinto circular (E7) de 5m de diámetro, para el cual se han establecido tres niveles de ocupación, al que se adosa un montículo (M2) de aproximadamente 4m de diámetro para el cual no fue factible establecer claramente niveles de ocupación. El análisis próximo de los cimientos del recinto en función de la base del montículo permitirá establecer una relación arquitectónica clara entre ambas estructuras.

Se analizó la totalidad de la muestra compuesta por fragmentos cerámicos recuperados durante la excavación de estas dos unidades. Se tuvieron en cuenta atributos tecnológicos, morfológicos, estilísticos y funcionales que permitieron clasificarlos en subconjuntos, dentro de los cuales se contemplaron tareas de remontaje en los casos que esto fue posible.

Además, se consideró una de las alteraciones típicas de suelos áridos y semiáridos (costras calcáreas) propia del ambiente en que se ubica este sitio, con el objeto de evaluar el modo en que afectó al conjunto cerámico analizado, y establecer si las alteraciones detectadas en los tiestos, se debieron a procesos pre o post depositacionales.

En el caso particular de fragmentos de bordes y bases, su análisis apuntó a la reconstrucción de formas y dimensiones de vasijas a partir de la medición de su arco en base a la tabla de círculos concéntricos y al establecimiento del número mínimo de individuos.

Los datos obtenidos en las diferentes instancias de análisis permitieron reconocer por un lado cierta variabilidad estilística en la composición de los conjuntos cerámicos provenientes de ambas unidades. Además, se determinó la densidad diferencial de estos conjuntos, mostrándose mayor en el montículo que en el recinto. Esta información invitó a discutir de manera paralela a los procesos de formación, el uso diferencial de los espacios y su resignificación durante los distintos niveles de ocupación de los mismos.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan los resultados del análisis de los fragmentos cerámicos procedentes de las primeras excavaciones realizadas en la estructura 7 (E7) y en el montículo 2 adosado a ésta (M2) del sitio Bajo Los Cardones, Amaicha del Valle. El objetivo es realizar una primera aproximación a la diversidad que presenta el repertorio cerámico de este sitio. Esta caracterización pretende establecer, a partir del análisis comparativo, de qué manera los procesos de formación culturales y naturales han afectado la conformación final de estos conjuntos cerámicos.

EL SITIO Y SU ENTORNO

El sitio arqueológico Bajo Los Cardones (BLC) está ubicado en la localidad de Los Cardones (Dpto. Tafi del Valle, Tucumán), a una altura de 2475 msnm sobre un gran abanico aluvial que cruza la quebrada de Amaicha.

El área constituye un importante paso natural ubicado entre ambientes ecológicamente diferentes: al oeste, el Valle de Santa María o Yocavil (monte) y al este, el Valle de Tafi (pastizal) y la selva oriental del Aconquija.

La zona presenta un ambiente semiárido con predominio de una vegetación típica de monte y prepuna (Perea 1991). Una alteración típica de Amaicha del Valle relacionada con este tipo de ambientes es la formación de calcretes (CaCO_3) que, una vez que llueve, se disuelven y precipitan sobre los clastos del abanico aluvial así como a los artefactos líticos y cerámicos. García Salemi y Durando (1985) postulan que esta alteración es producto de las condiciones climáticas actuales, las que se manifiestan sin mayores cambios desde hace 1500 años.

El sitio BLC está conformado por estructuras circulares y subcirculares de diferentes dimensiones y también por montículos que se encuentran asociados a las mismas o bien, aislados. Las excavaciones de E7 y M2 se llevaron a cabo hasta llegar a la capa estéril. En el caso de E7, se excavó cerca del 36% del recinto, mientras que en M2, el 78%. Ambos espacios presentan diferentes episodios de construcción y transformación, vinculados a distintos momentos de ocupación. En el caso de E7, las excavaciones evidenciaron la presencia de dos pequeños muros internos conformados por bloques de menores dimensiones que los de la pared del recinto mayor. Los cimientos de estos muros están por encima de los niveles asociados a la primera ocupación. Posteriormente estos muros colapsaron y por encima se detectó la tercera y última ocupación del recinto.

Con respecto a M2, las últimas excavaciones revelaron que debajo de éste existió una construcción previa, conformada por una estructura subcircular (aproximadamente 2 m de diámetro) adosada al recinto circular mayor E7 (Chiappe Sánchez, 2007).

En el interior del recinto menor se encontraron dos enterratorios asociados, uno primario con ajuar- y otro secundario (ver Figura 1).

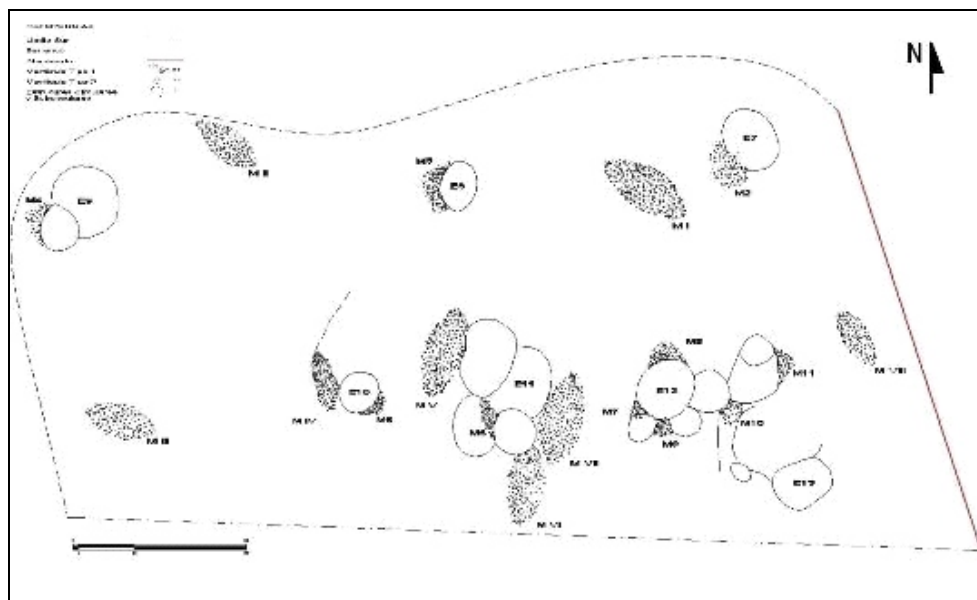


Figura 1. Plano del sector NO del sitio arqueológico Bajo Los Cardones

Respecto de la cronología del sitio, están en proceso los fechados correspondientes. Sin embargo, el contexto artefactual lítico y cerámico, sumado a la arquitectura del sitio, daría la pauta de la presencia de grupos agro-alfareros del Formativo.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

El análisis macroscópico de los conjuntos cerámicos tuvo en cuenta una serie de variables que incluyen la sección de la pieza a la que corresponden los fragmentos, dimensiones, tratamiento de superficie, atributos decorativos, tipo de pasta, inclusiones, atmósfera de cocción, y alteraciones de origen natural y antrópico.

Los datos registrados fueron volcados a una planilla de Excel en la cual se realizó el tratamiento estadístico y la correlación de variables, tanto cuantitativas como cualitativas.

Debido a la alta fragmentación de la muestra, los tiestos fueron agrupados en tres rangos de tamaños: 0 y 2 cm.; 2 y 4 cm.; y 4 cm. o mayores.

En cuanto al análisis de las pastas, se tuvieron en cuenta tres categorías según el tamaño de las inclusiones: Fina (< 0,5 mm.), Media (0,5 a 1 mm.) y Gruesa (> 1 mm.). También se consideró el tipo de inclusiones, diferenciándose entre mineral, orgánico y tiesto molido. Por otro lado, dentro de los procesos naturales y antrópicos se contemplaron variables tales como la presencia de CaCO₃, y diferentes tipos de alteraciones (termoalteración, meteorización, raíces, redondeado, etc.).

Por último se llevaron a cabo tareas de remontaje en los casos en que fue posible. Cabe destacar que el alto grado de fragmentación que presentaban las secciones más diagnósticas de las piezas (bordes, bases, apéndices, etc.) no permitió aproximar formas y dimensiones confiables de las mismas¹.

RESULTADOS

El conjunto del material analizado incluye un total de 2114 fragmentos cerámicos, de los cuales 612 corresponden a E7 y 1502 a M2. En las tablas 1 y 2 se detalla la distribución de los fragmentos por niveles.

Estructura 7					
Nivel/Sección Pieza	Apéndice	base	borde	FND	Total general
Nivel 1	-	-	11	312	323
Nivel 2	1	-	8	132	141
Nivel 3	-	-	1	88	89
Nivel 4	-	1	-	24	25
Nivel 5	-	-	-	3	3
Nivel B1 ²	-	-	3	8	11
Nivel B2	-	-	-	14	14
Nivel B3	-	-	1	3	4
Nivel B4	-	-	-	2	2
Total general	1	1	24	586	612

Tabla 1. Distribución de fragmentos cerámicos por nivel en E7

1 Teniendo en cuenta el análisis realizado por Núñez Regueiro (1984), consideramos que para la reconstrucción aproximada de vasijas utilizando la tabla de círculos concéntricos, los bordes deben tener como mínimo 30° de arco (aproximadamente el 17% del total de la circunferencia) y 5 cm. de longitud. En nuestro caso, ningún borde supera el 10% de arco.

2 Los niveles B1, B2, B3 y B4 corresponden a niveles naturales distribuidos de manera diferencial dentro del nivel artificial 3 de E7.

Montículo 2								
Nivel/Sección Pieza	apéndice	Asa	asa/borde	base	borde	borde/cuello y asa	FND	Total general
Nivel 0	-	-	-	-	1	-	55	56
Nivel 1	-	1	1	1	12	-	287	302
Nivel 2	1	-	-	-	19	-	354	374
Nivel 3	1	1	-	-	11	1	192	206
Nivel 4	1	-	-	-	8	-	187	196
Nivel 5	1	-	-	-	9	-	141	151
Nivel 6	-	2	-	-	7	-	160	169
Nivel 7	-	-	1	-	2	-	45	48
Total general	4	4	2	1	69	1	1421	1502

Tabla 2. Distribución de fragmentos cerámicos por nivel en M2

La muestra cerámica se presenta muy fragmentada, encontrándose la mayor cantidad de fragmentos en el rango de tamaño que va de 2 a 4 cm.

En E7, la mayoría de los fragmentos (95,7%) corresponde a secciones no diferenciadas del cuerpo de la pieza (FND), mientras que el resto (4,3%) son secciones diagnósticas (bordes, bases y apéndices). En M2, la representación de las secciones de las piezas es similar: 94,6% de fragmentos no diferenciados y 5,4% de secciones diagnósticas.

En un único caso las tareas de remontaje permitieron reconstruir parcialmente una pequeña vasija en forma de olla. Presenta el borde casi completo, el cuello y parte del cuerpo. Fue remontada a partir de cuatro fragmentos, dos de ellos pertenecen al nivel 2 de la cuadrícula A14 y los otros dos al nivel 3 de la cuadrícula A13. La boca tiene un diámetro de 8,3 cm. y la sección del cuerpo tiene un ancho de 12 cm. Presenta un punto de inflexión a los 1,9 cm. desde el borde, a partir del cual el diámetro se ensancha. Conserva un fragmento de asa adherido al labio y la marca donde ésta se adheriría al cuerpo. Se encuentra muy afectada por la meteorización y sólo ciertas partes conservan aún su pulido intacto. Una de estas partes presenta un orificio bien regular (que podría haber sido usado para reparar la vasija, aunque presenta sólo uno). Presenta un sector que sobresale del cuerpo, decorado con incisiones de puntos que se ubican formando una media luna. Tiene una pasta fina, cocida en un ambiente reductor.

Otros de los atributos que fueron utilizados para esta caracterización fueron el ambiente de cocción y el tipo de pasta. Para caracterizar el ambiente y tipo de cocción se consideraron tres variables: atmósfera oxidante completa, oxidante incompleta y reductora. Siguiendo a López (1999-2001), se registraron como oxidantes completos aquellos fragmentos que no presentaban núcleo de cocción, y como oxidantes incompletos los que sí presentaban. Esta clasificación nos resulta operativa en esta primera caracterización, sin embargo hay que tener en cuenta que, además de una atmósfera que no fue totalmente oxidante, también influyen otros factores como la presencia de materia orgánica en la pasta y una temperatura de cocción no tan alta como para borrarlo (López op. cit.:137). Además debemos mencionar que en algunos casos, el núcleo de cocción puede estar en una porción de la pieza y en otra no.

En M2 existe una similitud en la cantidad de fragmentos cocidos en ambiente de oxidación completa e incompleta (41% y 43 % respectivamente), a diferencia de E7 donde predominó la oxidación completa (63%). A pesar de esta diferencia, el análisis indica que en ambas muestras hay una predominancia de ambientes oxidantes en detrimento del ambiente reductor.

Como puede verse en la Figura 2, los fragmentos cocidos en un ambiente reductor son mayormente de pasta fina a diferencia de los oxidantes, que presentan una pasta media y gruesa. Esto podría indicar una mayor utilización de recipientes “ordinarios”, aunque al poseer una pasta menos compacta, éstos pudieron romperse con mayor facilidad que los “finos” generando una mayor cantidad de fragmentos. Además debemos tener en cuenta los diferentes usos a los que podrían haber estado destinados unos y otros recipientes, generándose una destrucción y descarte diferenciales en relación a estas actividades.

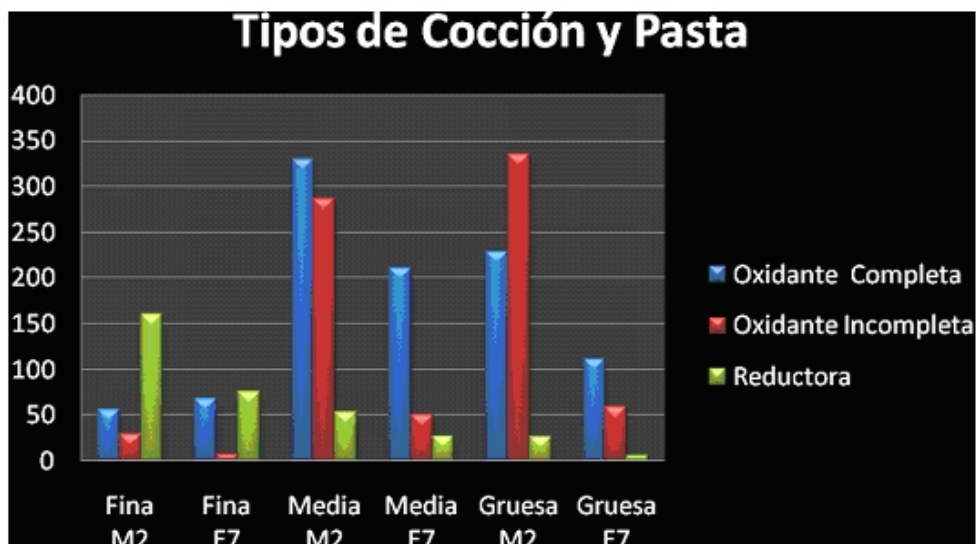


Figura 2. Relación y comparación entre atmósfera de cocción y tipo de pasta en E7 y M2

En la Figura 3 se presentan proporciones de tratamientos superficiales y decorativos. En relación a los tratamientos de superficie es el alisado (29% en E7 y 60% en M2) el que se manifiesta en mayor cantidad en ambos casos, seguido por los fragmentos pulidos (7,5% en E7 y 14,5% en M2). Los porcentajes menores se encuentran representados por el bruñido y el engobe en el caso de E7, y el engobe en el caso de M2. Por su parte, no son muchos los fragmentos que presentan algún tipo de atributo decorativo (1,8 % en E7 y 2,7 % en M2), estando presentes sólo las variables: grabado, inciso y pintado.

Esta proporción de tratamientos superficiales y atributos decorativos manifestada en M2 continúa en el material cerámico procedente de los niveles inferiores (excavados durante la campaña 2007), constituyendo el alisado el tratamiento predominante en detrimento del resto (Chiappe Sánchez, 2007).

Las considerables proporciones de fragmentos sin ningún tipo de tratamiento superficial ni atributo decorativo pueden explicarse en el marco de la importancia de los procesos de meteorización. En este sentido, se ha observado que un gran porcentaje de estos fragmentos se encuentran altamente meteorizados (76% en E7 y un 83% en M2), por lo que cabe la posibilidad de que originalmente hayan tenido algún tipo de tratamiento superficial o decorativo que se perdió debido a estos procesos post-depositacionales.

Se observaron ciertas similitudes entre algunos fragmentos negros incisos de M2 y algunos recuperados en la estructura 61 (recinto) del sitio El Remate, Amaicha del Valle, que son atribuidos a fases tempranas de Ciénaga (Cohen *et al.*, 2000). A pesar de esto, consideramos que los fragmentos recuperados tanto en E7 como en M2, no exhiben decoraciones diagnósticas que permitan establecer algún tipo de filiación certera con un estilo cerámico ya definido. Esto está determinado también por el reducido tamaño de los fragmentos, lo cual no permite ver una continuidad en los diseños decorativos.

Por último, se analizaron ciertos atributos que podrían brindar información acerca de los diferentes procesos, tanto naturales como culturales, que habrían afectado a estos conjuntos cerámicos. Obsérvese en la Figura 4 la alta proporción de fragmentos meteorizados. En E7 esta cantidad va disminuyendo gradualmente en función de los niveles. Es probable que los fragmentos recuperados de los niveles inferiores hayan quedado depositados más rápido que los de los niveles superiores. Por el contrario, en M2 no se ve una disminución progresiva de los fragmentos meteorizados en relación a los niveles excavados. Una de las posibilidades es

que los fragmentos hayan sido depositados en el montículo cuando ya se encontraban meteorizados producto de una exposición prolongada fuera de él.

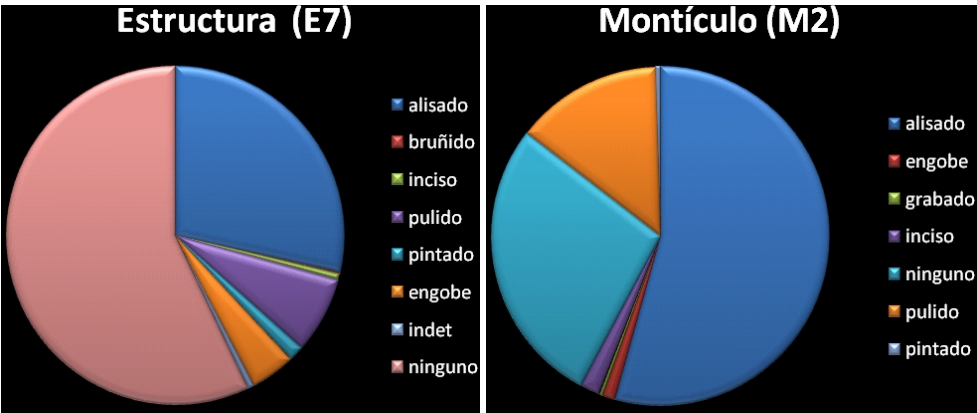


Figura 3. Proporción de tratamientos superficiales y atributos decorativos

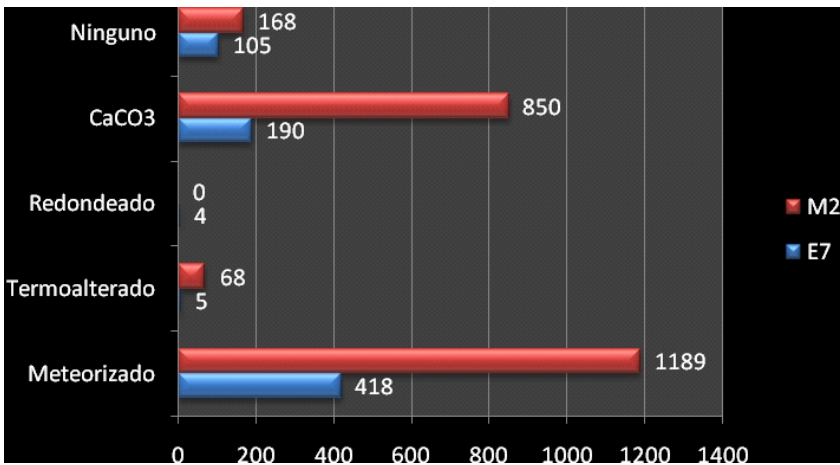


Figura 4. Procesos naturales y culturales que afectaron a la muestra

Por otro lado resulta significativa dentro del conjunto analizado la cantidad de fragmentos que tienen en su superficie CaCO_3 que afectan diferencialmente a la muestra, presentándose en algunos casos como una capa de considerable espesor y en otros, sólo como una película fina.

Los CaCO_3 están presentes tanto en las superficies externas como internas de los fragmentos, y además en algunos casos se encuentran adheridos a las fracturas, lo que indica que se formaron una vez que la pieza se destruyó.

En relación al grado de redondez de los fragmentos, sólo en E7 se encontraron algunos relativamente redondeados. Tres de ellos, muy pequeños, podrían haber adquirido esta forma mediante procesos erosivos, mientras que sólo uno podría haber sido producto de una reutilización para la confección de una “ficha”, artefacto común en otros contextos prehispánicos del Noroeste argentino (v.gr. Williams, 1991).

En cuanto a la termoalteración, en E7 son muy pocos los fragmentos que muestran signos de exposición al fuego, lo que concuerda con el hecho de que no se encontraron, en las áreas

excavadas, estructuras de combustión. Por el contrario, la termoalteración se encuentra más representada en M2, donde la evidencia disponible hasta el momento indica la ausencia de fogones, por lo que estos fragmentos habrían estado sometidos a altas temperaturas fuera del montículo y re-depositados allí.

Por último, debemos mencionar que tanto en E7 como en M2 se observaron una buena cantidad de fragmentos que presentaban improntas o raíces adheridas. En algunos casos las improntas o raíces se presentan junto a los CaCO_3 , en donde las primeras se formaron posteriormente, rompiendo la capa de carbonatos.

CONCLUSIONES

Durante este trabajo se intentó caracterizar y comparar de manera preliminar los conjuntos cerámicos provenientes del sitio Bajo Los Cardones siguiendo cuatro ejes principales. En primer lugar nos centramos en los diferentes tipos de fragmentos hallados, presentándose en ambas estructuras una mayor proporción de fragmentos no diferenciados. En segundo lugar se analizaron los tipos de pasta vinculados a los ambientes en que estos fragmentos fueron cocidos. Tanto en M2 como en E7 la pasta predominante fue la media y gruesa, con una cocción mayoritariamente en ambientes oxidantes (completos e incompletos). El tercer eje se vincula con los tratamientos superficiales y las decoraciones que se aplicaron sobre las piezas, lo cual no constituyó en ninguno de los dos conjuntos una proporción significativa de la muestra. En ninguna de las dos estructuras, los atributos decorativos permitieron establecer relaciones con conjuntos estilísticos conocidos.

Por último se analizaron los atributos que podían dar una pauta de los factores que actuaron sobre estos conjuntos, tanto de orden antrópico como natural. En este sentido, se vio que los fenómenos naturales, como la meteorización y la formación de CaCO_3 , son los que afectaron en mayor medida ambas muestras.

Para un futuro, se considera importante incorporar otros tipos de análisis sobre estos mismos materiales, ampliando los conocimientos que tenemos hasta el momento, ya que esta temática no ha tenido mucha consideración aun dentro de la arqueología de Amaicha. Uno de los temas pendientes es la procedencia de las arcillas de estos conjuntos, acerca de lo cual no se tiene conocimiento hasta el momento.

Por otra parte sería relevante realizar un análisis integral con el resto de los materiales recuperados en ambos contextos, lo que permitiría ampliar la visión sobre las actividades que se desarrollaron en este sector del sitio.

Sería interesante también extender las investigaciones en Bajo Los Cardones y hacia otros sitios residenciales formativos de Amaicha del Valle, ya que la mayor parte de lo que se conoce sobre este momento proviene (exceptuando el sitio El Remate -Cohen *et al.*, 2000 y Aschero y Ribotta, 2004) de sitios vinculados a la producción de artefactos líticos (Somonte *et al.*, 2004, Hocsman *et al.*, 2003 y Somonte, 2005) y del análisis de piezas cerámicas de colecciones privadas, provenientes de contextos especiales o funerarios (Scattolin, 2006).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aschero, C. y E. Ribotta

2004 Usos del espacio, tiempo y funebria en El Remate (Los Zazos, Amaicha del Valle, Tucumán) En: *Paisajes y Procesos Sociales en Tafí. Una mirada interdisciplinaria desde el Valle (Tucumán, Argentina)*. Libro del Taller Investigando en Tafí: Una puesta al día.

Chiappe Sánchez, N.R.

2007 *Sobre la construcción social de la muerte. Las prácticas funerarias en un sitio agroalfarero temprano: Bajo Los Cardones -Amaicha del Valle, Tucumán-*. Trabajo final de la Carrera de Arqueología. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. MS.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

- Cohen, M., S.M. López Campeny y S. Urquiza
2000 *De Remate. La antigua vida cotidiana en el valle de Amaicha*. Trabajo Inédito depositado en la Biblioteca del Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán.
- García Salemi, M. y P. Durando
1985 Sobre cronologías y paleoclimas en la Quebrada de Amaicha. *Revista del CERST* Tomo 2. Centro de Estudios de Regiones Secas Tucumán-Catamarca.
- Hocsman S., Somonte, M.P. Babot y A. Martel
2003 Análisis de materiales líticos de un sitio cantera-taller del área valliserrana del NOA: Campo Blanco (Tucumán). En: *Cuadernos de Arqueología* N° 20: 325-350. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. U.N.Ju. Jujuy.
- López, M.A.
1999-2001 Los núcleos de cocción en las pastas cerámicas arqueológicas, indicadores y variables relacionados con algunos aspectos de la secuencia de producción. En: *Revista Xama* 12-14: 133-149. Mendoza.
- Núñez Regueiro, V.
1984 Problemas en torno al análisis, descripción y comparación de la cerámica arqueológica. En: *Boletín Informativo de la Asociación Venezolana de Arqueología*, N° 3: 1-18. Venezuela.
- Perea, M.C.
1991 *Análisis de prioridades para la Conservación en el Valle del río Santa María, Tucumán, Sector Oriental*. Tesis de licenciatura inédita. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
- Scattolin, M.C.
2006 Contornos y confines del universo iconográfico precalchaquí del Valle de Santa María. En: *Estudios Atacameños* N° 32: 119-139. Chile.
- Somonte, C.
2005 Uso del espacio y producción lítica en Amaicha del Valle, Dpto. Taquí del Valle, Tucumán. En: *Revista Intersecciones en Antropología* 6: 43-58. Olavarría.
- Somonte C., S. Hocsman, A. Martel y M.P. Babot
2004 Procesos de formación en un sitio cantera-taller: Campo Blanco (Tucumán-Argentina). En *Revista Chungara, Revista de Antropología chilena*. Volumen especial, Tomo II: 983-996. Universidad Nacional de Tarapaca, Arica, Chile.
- Williams, V.
1991 La cerámica como indicador de áreas de actividad a través del análisis de los procesos de formación de sitios. En: *Shincal* 3: 86-103. Publicación Especial del X Congreso Nacional de Arqueología Argentina. San Fernando del Valle de Catamarca.



CARACTERIZACIÓN DE PASTAS CERÁMICAS DE LA CULTURA AGUADA (CATAMARCA, ARGENTINA) MEDIANTE TÉCNICAS DE RAYOS X

Silvana R.A. Bertolino^{1,5}, Victor Galván Josa¹, Guillermo de la Fuente²,
Alejo C. Carreras^{3,5}, Andrés Laguens^{4,5}, José A. Riveros^{1,5}

1 FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

2 Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca, Argentina

3 INTEQUI, Universidad Nacional de San Luis, Argentina

4 Museo de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades

5 CONICET, Argentina, bertolin@famaf.unc.edu.ar

RESUMEN

Se aplicaron técnicas analíticas de SEM, EPMA y XRD, al estudio de las pastas de piezas arqueológicas de la cultura Aguada de los estilos Ambato y Portezuelo (Catamarca, Argentina) para contribuir al conocimiento de la tecnología y de las posibles materias primas empleadas en la producción de este tipo de cerámica y verificar si las diferencias encontradas en estos estilos se ven también reflejadas en otros aspectos.

Las imágenes de SEM combinadas con XRD muestran que hay una marcada diferencia entre las muestras de estos dos estilos; las de Portezuelo están casi completamente fundidas, vitrificadas y muy vesiculadas mientras que en las de Ambato es en general, posible diferenciar las láminas de arcilla que la componen aunque algunos pequeños sectores estén vitificados. En ambos casos se observan fases nuevas en agregados de pequeñas partículas.

Químicamente son parecidas aunque las de Portezuelo suelen contener algo más de calcio que las de Ambato. las muestras de Portezuelo contienen cuarzo, escasos filosilicatos, plagioclasa, eventualmente gehlenita, hematita y espinelos que indican temperaturas de cocción entre 900-1000°C. En Ambato los filosilicatos y plagioclasa son más abundantes, contienen tridymita, espinelos y la gehlenita está ausente.

INTRODUCCIÓN

Los estudios arqueométricos de cerámica arqueológica se han intensificado en los últimos años en la Argentina. En particular, aquellos que aplican diversas técnicas de rayos x están siendo actualmente implementados, combinando herramientas arqueológicas, geológicas y físicas. La difracción de rayos x (XRD) permite identificar minerales y evaluar posibles cambios de fases por cocción, en tanto que la microscopía electrónica de barrido (SEM) brinda información topográfica, textural y de contraste químico (\bar{Z}) y el microanálisis con sonda de electrones (EPMA) y la fluorescencia de rayos x (XRF) datos sobre la composición química cualitativa y cuantitativa de pigmentos y pastas, tanto de la matriz como del antiplástico. Estos análisis aportan a la resolución de problemas arqueológicos como: proveniencia de materias primas, caracterización de materiales cerámicos, técnicas empleadas por los antiguos artesanos [1-4], planteados en estudios de tecnología de producción y en la interpretación de los contextos sociales, políticos, económicos y culturales como así también de la evolución de las sociedades antiguas como así también de las interacciones regionales y entre sitios.

El presente trabajo es una contribución en este sentido y tiene por objeto el estudio de las pastas de tiestos de la cultura Aguada Ambato y Portezuelo, que poseen rasgos decorativos distintivos, para dilucidar aspectos tecnológicos de su manufactura (materiales empleados, temperaturas de cocción, etc.) y verificar si las diferencias encontradas en estos estilos se ven también reflejadas en otros aspectos.

Las culturas Aguada Ambato y Portezuelo Entre los años 300 y 1000 DC, en el noroeste de Argentina se desarrolló un proceso de cambio social relevante que implicó además, nuevas relaciones entre las personas, su cultura material y la naturaleza. Comenzó un proceso creciente de complejización social y económica, que dio como resultado una nueva organiza-

ción, denominada arqueológicamente como cultura Aguada.

Los últimos estudios indican que este proceso se inició en el valle de Ambato, alrededor del año 100 de la Era cristiana. Esta cultura tuvo una dispersión geográfica amplia, abarcando varias provincias de la región andina de Argentina, con manifestaciones regionales muy características en cada zona. En el valle de Ambato, tiene un estilo propio conocido como “Aguada Ambato”, materializado en una cerámica con un alto grado de desarrollo tecnológico y artístico, que la identifica más allá del ámbito geográfico del valle [5-6], con las clases Aguada Negro inciso y Aguada Negro grabado; la cerámica ordinaria incluye dos clases, lisa y pintada tricolor [7-9]. La cerámica Aguada Ambato se encuentra en regiones fuera del Valle, asociada a otros estilos regionales, hecho que no ocurre a la inversa.

En el área de Portezuelo, en la salida del valle de Ambato, también predomina el estilo Aguada (ca. 600-900 AD), y se conoce como “Aguada Portezuelo”, con una gran variación y complejidad en las técnicas de manufactura [10-13]. Es característica su marcada policromía; los motivos son elaborados en negativo y positivo; los colores utilizados en su decoración oscilan entre el borravino -o rojo púrpura-, rojizo, negro y amarillo, siendo éste último color, único entre las cerámicas arqueológicas del Noroeste Argentino [12], presentando también pinturas pre- y postcocción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron las pastas de muestras pertenecientes a Aguada Ambato del tipo tricolor (B53), negro sobre rojo (B54) y con pintura blanca (B52 y B7) procedentes del sitio Piedras Blancas (ca. 600-1000 AD) en el valle de Ambato (Figura 1), y muestras de Aguada Portezuelo, del tipo policromo y tricolor con fondo blanco (G1, G2, A11, A12) del sitio Portezuelo (ca. 1000 AD) en el valle de Catamarca (Figura 1).

La microscopía electrónica, se realizó sobre cortes transversales y fracturas frescas de los tiestos, con un microscopio LEO 1450VP que tiene acoplado espectrómetros EDS (EDAX) pertenecientes al Laboratorio de Microscopía Electrónica y Microanálisis (LABMEM) de la Universidad Nacional de San Luis. Se trabajó con un potencial de 20 keV y corrientes de ~0,5 nA. Las muestras fueron metalizadas con Au o C y se obtuvieron imágenes de electrones secundarios (SEI), retrodifundidos (BEI) y de rayos X (XRI). También se utilizó para análisis semicuantitativos el espectrómetro EDS.

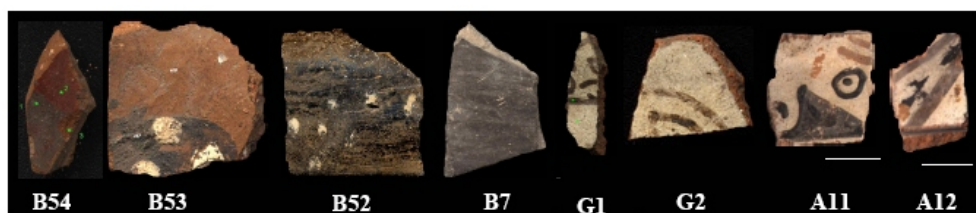


Figura 1. Muestras Analizadas del estilo Ambato (B54, B53, B52 y B7) y Portezuelo (G1, G2, A11 y A12)

La difracción de rayos x se efectuó sobre muestras totales del cuerpo de los tiestos previa eliminación de las superficies pintadas o recubiertas, en preparados sin orientar, en un difractómetro Philips PW 3830, con tubo de Cu KO, monocromador de silicio, a 40kV y 30mA, barrido por pasos de 0.02° 2 θ , y una velocidad de barrido de ~1° por minuto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto en las muestras de Portezuelo como en las de Ambato se observa la presencia de agregados irregulares de partículas muy pequeñas, eventualmente inferiores a 200nm, en las paredes de las vesículas (Figura 2) o formando parte de la matriz (Figura 4) cuya composición es variable, pero siempre con alto contenido de oxígeno (posiblemente sean óxidos), contrastando con las composiciones de las pastas.

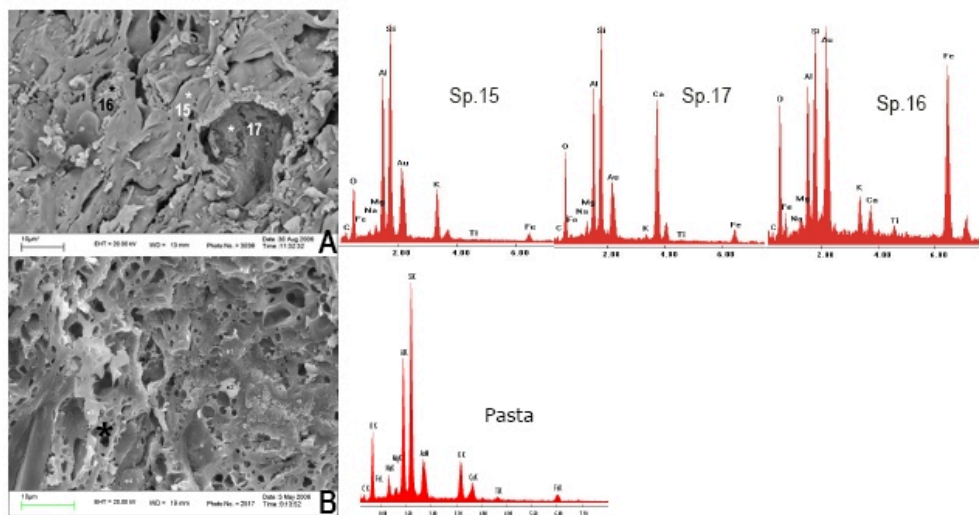


Figura 2. Imágenes BEI y espectros de Aguada Portezuelo. Se observan texturas vítreas con abundantes canaliculos y burbujas y nuevas fases formadas. Los espectros Sp. 16 y 17 corresponderían a hematita y gehlenita respectivamente

Las muestras de Portezuelo presentan texturas vítreas, están casi completamente fundidas y muy vesiculadas con abundantes burbujas y canaliculos provocados por los escapes de gases al fundirse la pasta (Figura 2). En los poros se distinguen materiales de grano muy fino compuestos por Ca, Fe o Si (Fig. 2A, esp. 16 y 17) y que se interpretan como nuevas fases producto de la reacción de los componentes minerales con la temperatura. El material fundido, generalmente contiene cierta proporción de Ca superior a la observada en las pastas de Ambato.

En los difractogramas (Figura 3) se observa la baja intensidad de las reflexiones de las micas y feldespatos, la presencia de nuevas fases de alta temperatura como: varios tipos de espinel (Al y Mg), hematita, gehlenita y otras fases de Ca y Si no identificadas por estar en proporciones menores. La gehlenita es un aluminosilicato de calcio que se forma por reacción a partir de mezclas de arcilla (pasta) con calcita a temperaturas entre 850-900°C y 1050°C, por encima de la cual reacciona y pasa a formar anortita (5).

Estas características parecen indicar que habrían alcanzado y eventualmente superado los 900-1000°C en la cocción de las piezas. La presencia de gehlenita y de Ca en las pastas podría ser un indicio de que la materia prima utilizada contenía algo de calcita que sirve de fundente en mezclas cerámicas contribuyendo a la vitrificación (6) y a la formación de vesículas al liberar CO₂. En una de estas muestras (A11) las láminas de arcilla persisten en la pasta y pueden individualizarse muy bien por SEM; las micas tienen reflexiones de XRD de intensidad media y las texturas generales no muestran el mismo grado de vitrificación que las demás. Esta muestra habría sido cocida a una temperatura algo menor.

En las piezas de Ambato las texturas vítreas no son tan frecuentes e incluso es posible identificar las partículas laminares de arcilla que conforman la pasta (Figura 4). Suelen encontrarse algunas áreas fundidas y vesiculadas (Figura 4A, esp. 1) pero lo más característico es individualizar las láminas y otros componentes junto con agregados pulverulentos microgranulares cuyas composiciones determinadas por EDS corresponden a Fe (hematita), Ca, y Si (Fig. 4B y C, esp. 42). En los diagramas de XRD (Fig. 3) las reflexiones de las micas están aún bien definidas y con una intensidad moderada a alta (excepto la muestra B52 en la que es muy baja), al igual que los feldespatos; se han identificado dióxido y hornblenda como accesorios, que se estima componían también la materia prima. Se observa asimismo, la presencia, aunque

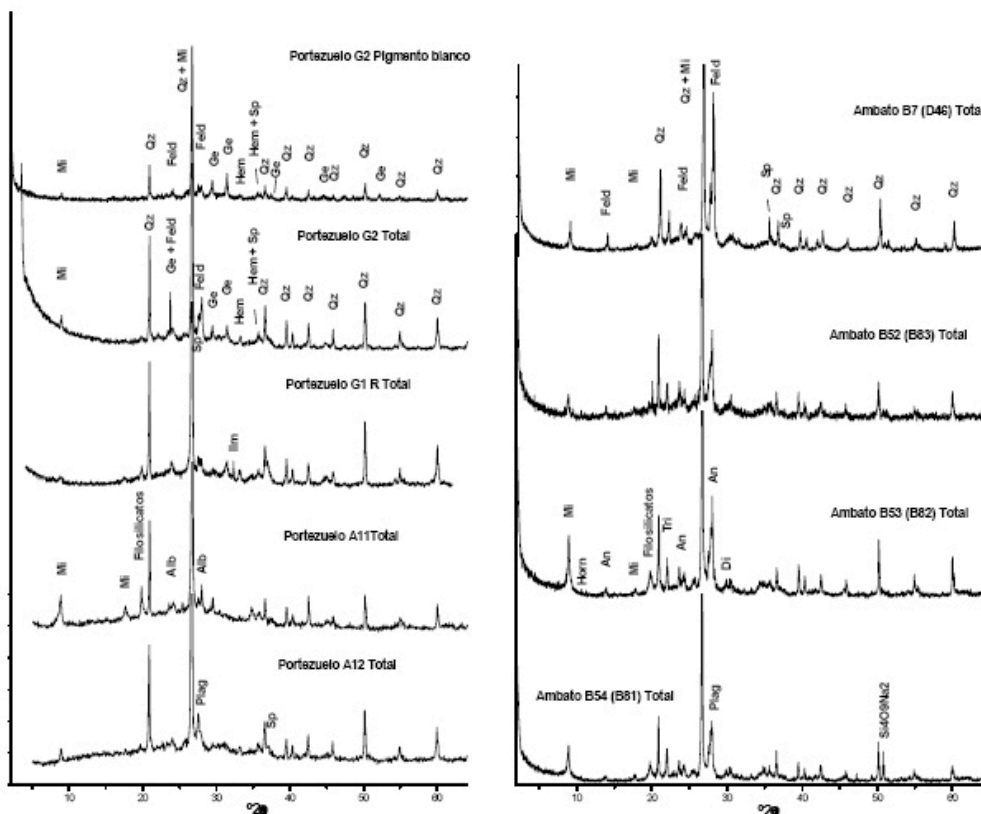


Figura 3. Difractogramas de polvo de muestras totales sin orientar de tiestos de Portezuelo (A) y Ambato (B). Qz: Cuarzo, Mi: micas, Ge: gehlenita, Feld: feldespatos, Plag: plagioclasas, Alb: albita, Ilm: ilmenita, Hem: hematina, Di: diópsido, Tri: tridymita, Sp: espinelo, Horn: hornblenda

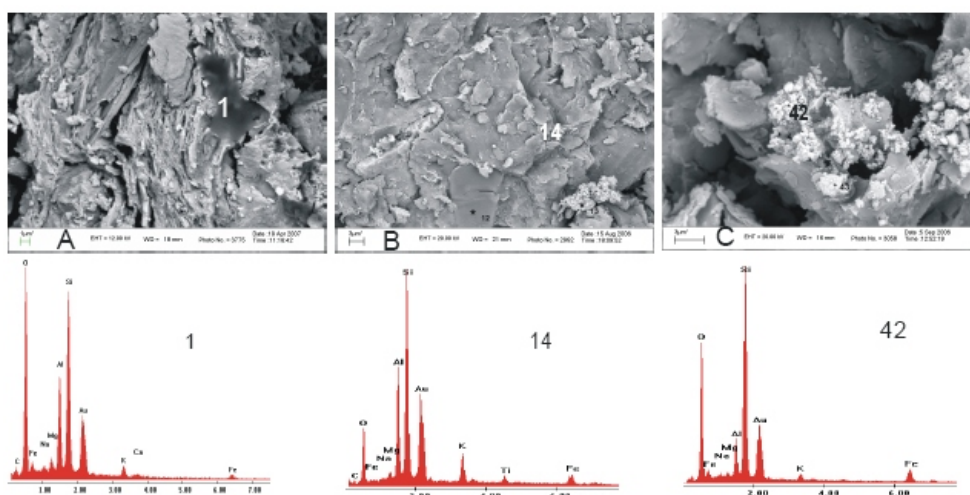


Figura 4. Imágenes BEI y espectros de Aguada Ambato. A, muestra B53; B y C muestra B54. Se observan zonas parcialmente fundidas (A), presencia de láminas de arcilla (B) y también la presencia de fases en formación (B y C)

incipiente, de nuevas fases como espinelos de Al y Mg y de Mn, Fe y Ti. En los espectros de EDS de las pastas el Ca está ausente o en muy bajas proporciones. Las piezas de Ambato, muestran diversos grados de cocción.

Es posible que estas muestras no hayan llegado a los rangos de temperatura de las de Portezuelo. Sin embargo, considerando que la presencia de calcita en el crudo actúa como fundente disminuyendo las temperaturas de vitrificación de mezclas con componentes como cuarzo, feldspatos y filosilicatos y existiendo la sospecha de que esto ocurre en los tiestos de Portezuelo y no en los de Ambato, se plantea la posibilidad de que las temperaturas máximas alcanzadas en Ambato sean próximas a las de Portezuelo ya que en ambos casos encontramos fases nuevas en grupos irregulares de pequeñas partículas muchas inferiores a 200nm formadas por los procesos de cocción (Figura 2A y 4B y C).

CONCLUSIONES

El estudio comparativo realizado con técnicas de rayos X permitió verificar diferencias entre Aguada Ambato y Portezuelo dentro del grupo de muestras analizadas, que reflejan aspectos tecnológicos como: temperaturas de cocción, materias primas y tipos de pigmentos utilizados. Estas diferencias son notorias tanto en las texturas observadas por SEM como en la mineralogía y se suman a las diferencias encontradas en el estudio de los pigmentos de las muestras [4].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Druc, I.C. (Ed.). [1]
2001 En: Druc, I. (Ed.), *Achaology and clays*. British Archaeological Report International Series 942, Oxford, pp. iii-vi.
- Bertolino, S.R.A y M. Fabra. [2]
2003 *Applied Clay Science*, Vol. 24 (1-2): 21-34.
- De La Fuente, G.A., N. Kristcautzky, G. Toselli y A. Riveros. [3]
2005 *Estudios Atacameños* N° 30: 61-78.
- Bertolino, S., E. Barrionuevo, G. De la Fuente, A. Carreras, A. Laguens y J. Riveros. [4]
(En prensa). *Caracterización de piezas cerámica de la cultura Aguada (Catamarca, Argentina) mediante técnicas de rayos x*. X Seminario de Análisis por Técnicas de Rayos X SARX2006. Arica, Chile. 6p.
- Fabra, M. [5]
En prensa (2001). *Revista Estudios Atacameños*, Chile,
- Laguens A. y M.S. Juez. [6]
1999 XIII Congr. Nac. *Arqueología Argentina*, Córdoba, Actas, t.I: 489-504.
- Laguens, A. [7]
2005 *Relaciones Soc. Arg. de Antropología*, t. XXIX, pp. 137-162.
- Laguens, A. y M. Bonnin. [8]
2005 En: *La Cultura de la Aguada y sus expresiones regionlaes*, EUDELAR, Universidad Nacional de La Rioja, La Rioja, pp. 23-34.
- Perez Gollan, J. A. M. Bonnin, A. Laguens, S. Assandri, L. Federici, M. Gudemos, J. Hierling y S. Juez. *Shincal* [9]
2000 IV, U.N.Ca.
- Kusch, M. F. [10]
1991 En: Podesta, M., M.I.H. Llosas y S. Renard de Coquet (Eds.). *El Arte Rupestre en la Arqueología Contemporánea*. FECIC, Buenos Aires: pp. 14-24.
- Kusch, M. F. [11]
1996-97 *Estructura y diseño en la cerámica Portezuelo*. *Shincal* 6: 241-248.
- González, A.R. [12]
1998 *Arte Precolombino. Cultura La Aguada. Arqueología y sus diseños*. Filme Ediciones Valero.
- Cremonte, M.B., M. Baldini y I.L. Botto. [13]
2003 *Intersecciones en Antropología* 4: 3-16.



ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LOS RECIPIENTES DEL SITIO CARDONAL

Lucas Pereyra Domingorena

Museo Etnográfico, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires
lucasdomingorena@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer los resultados de los análisis petrográficos realizados al material cerámico del sitio arqueológico Cardonal, con el fin de lograr su caracterización. Cardonal se encuentra al sur del valle del Cajón (Catamarca) al pie de un paso natural entre dos importantes áreas de interacción del noroeste argentino como son la puna y los valles. La caracterización petrográfica del material cerámico permitió determinar la utilización de diferentes tipos de arcillas y arenas como inclusiones no plásticas para la elaboración de las vasijas. Así también se pudo constatar que ciertos estilos tecnológicos provienen de tradiciones que se desarrollaron en las yungas, la otra gran área de la región. Esto se pudo cotejar por comparaciones con materiales provenientes de esa área. Este trabajo efectúa un aporte a los estudios relacionados con 'las maneras de hacer' objetos, como así también a comprender y modelar la interacción entre las comunidades aldeanas del los primeros siglos de la era, que habitaron el noroeste argentino.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer los resultados de los análisis petrográficos realizados al material cerámico del sitio arqueológico Cardonal, con el fin de lograr su caracterización. Cardonal se encuentra al sur del valle del Cajón (Catamarca) al pie de un paso natural entre dos importantes áreas de interacción del noroeste argentino como son la puna y los valles. La caracterización petrográfica del material cerámico permitió determinar las manufacturas locales y las alóctonas, ya que la mineralogía de los recipientes presenta diferencias claras. De esta forma se pudo constatar que el estilo tecnológico Vaquerías conforma un conjunto uniforme. Este trabajo efectúa un aporte a los estudios relacionados con 'las maneras de hacer' objetos, como así también para intentar comprender y modelar la interacción entre las comunidades aldeanas del los primeros siglos de la era, que habitaron el noroeste argentino.

A mediados de los años 50' la arqueóloga Ann Shepard (1985[1956]) propuso aplicar los análisis petrográficos al estudio de la cerámica arqueológica, con el fin de determinar las tradiciones tecnológicas locales y los materiales inusuales para la región de estudio. Con estudios a gran escala y el cruzamiento de datos se podría localizar áreas de producción de estas vasijas inusuales, ofreciendo así otra variable de inferencia a la estilística-morfológica, utilizada habitualmente en arqueología (Stoltman, 1999). En algunos casos este tipo de estudios permite la localización de las fuentes de materias primas utilizadas para la confección de los recipientes cerámicos (Bruhns *et. al.*, 1994). En Argentina el uso de los análisis petrográficos en la cerámica arqueológica también han tenido como objetivo identificar patrones productivos propios de las áreas estudiadas, así como las posibles vinculaciones con otras áreas y como posibles rasgos de la identidad social (Cremonte, 1996, 2001; Cremonte y Solís, 1998).

NUESTROS ESTUDIOS

Dada la cantidad de información que se puede extraer de este tipo de estudios, se encaró el análisis petrográfico de los recipientes cerámicos recientemente hallados en las excavaciones realizadas en las Estructuras 1, 2 y 3 del Núcleo Habitacional 1 del sitio Cardonal (Figura 1).

En un trabajo anterior (Scattolin *et. al.*, 2007) se presentó la reconstrucción de forma de los recipientes cerámicos hallados en la Estructura 2, pudiendo se hablar de un número mínimo de vasijas (NMV) de siete recipientes. Estos corresponden a dos cántaros toscos; una vasija

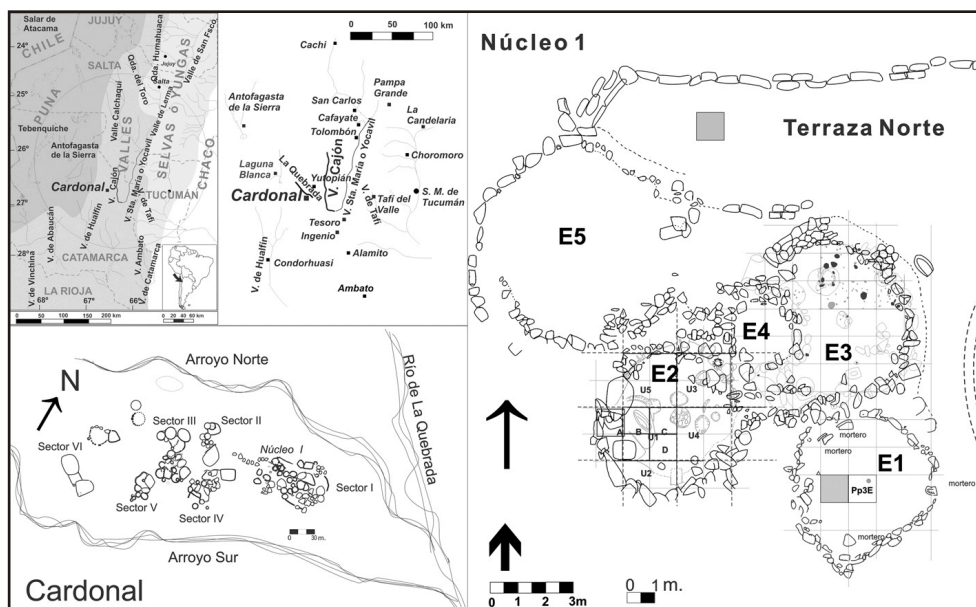


Figura 1. Ubicación, plano y estructuras excavadas del Sitio Cardonal

efigie modelada e incisa que representa un 'quirquincho'; un cuenco liso pulido entre rojo oscuro y negro; una vasija restringida con cuerpo globular, pulida, de base semiplana y pasta amarillenta, con un pequeño modelado en el cuerpo; un botellón pulido incompleto de color amarillento; y un fragmento de recipiente abierto de estilo Vaquerías policromo con borde engrosado.

Posteriormente excavaciones en la Estructura 3 permitieron reconstruir un NMV de tres recipientes, correspondiente a una olla boca lateral, un fragmento de un recipiente cerrado que presenta un modelado antropomorfo en el cuello y un recipiente cerrado de estilo Vaquerías. Estos 12 recipientes constituyen la muestra analizada en este trabajo. Además se seleccionó un fragmento pulido con incisiones gruesas con surco en 'U' y un fragmento estilo Vaquerías policromo correspondientes a la E1 de Cardonal.

La presencia de materiales estilo Vaquerías policromo (Heredia *et. al.*, 1974, Korstanje, 1995, 1997), que en la literatura arqueológica es visto como un 'estilo viajero' y escaso, nos sugería que estos materiales no habían sido producidos localmente. Para contrastar esta idea teníamos que, en primer lugar caracterizar composicionalmente los materiales encontrados en las excavaciones y luego compararlos con la geología del área de estudio. Si la geología de las pastas y la geología área coinciden se puede inferir que la producción cerámica fue local.

Por otra parte, debíamos conocer si varios materiales que decorativamente llamamos Vaquerías procedentes de sitios arqueológicos cercanos a nuestra área de estudio conformaban un grupo homogéneo desde el punto de vista composicional. Por tal motivo se incorporaron varios fragmentos procedentes de recolección de superficie y excavación del sitio Bordo Marcial, de Tolombón y se comparó con material de La Ciénega, Tucumán (Cremonte, 1996).

Bordo Marcial se encuentra a un kilómetro al norte del sitio Cardonal, nuestro equipo realizó trabajos de excavación en el año 2006. El fragmento de Tolombón corresponde al N° 56-45, de la Expedición Lafón-Krapovickas de 1956, dicha colección se encuentra en el Depósito de Arqueología del Museo Etnográfico "Juan B. Ambrossetti", de la ciudad de Buenos Aires. Del catálogo N° 12 de dicho Depósito se desprende que la procedencia del fragmento es la siguiente: Cercanías de la Casa de Cruz, Trinchera IV Superficie. Con respecto al fragmento

de La Cienega se incorporó los datos de distribución modal de las variables composicionales proporcionados por Cremonte (1996).

MÉTODO Y RESULTADOS

El análisis petrográfico¹ se efectuó con un microscopio de polarización CARR ZEISS Jena Amplival pol. La descripción de los cortes delgados consistió en primer lugar, en la caracterización del fondo de pasta, textura y color. En segundo lugar se identificaron las inclusiones² mayores a 15µm (clasificándolas por cristaloclastos y litoclastos) y las cavidades, así como sus formas y tamaño. Por último, se observó la distribución modal de las inclusiones y las cavidades a través del Point Counter (con un conteo mínimo de 300 puntos).

Para el estudio comparativo de las pastas se seleccionaron 11 de las variables registradas por Point counter (escala de medida porcentual): Matriz³, Cuarzo, Feldespato potásico, Plagioclasas, Biotita, Muscovita, Seudomorfo de muscovita, Litoclastos graníticos⁴, Litoclastos graníticos alterados, Arenisca y Pizarra-Filita (Tabla 1).

Caso	Procedencia	Descripción	Matriz	Qz	Fk	Plag	Biot.	Musc.	SeuMus	Granito	G-Alt	Aren.	Piz-Fil.
1	Car. E2	V rest. pulida	93,00%	1,67%	0,33%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	Car. E1	F. Pulido inciso	69,00%	10,33%	4,00%	1,33%	3,33%	0,33%	0,00%	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	Car. E2	Cán. Tosco 1	57,67%	3,33%	3,00%	0,33%	1,00%	0,33%	0,00%	24,33%	0,00%	0,00%	0,00%
4	Car. E2	Cán. Tosco 2	58,00%	7,00%	2,67%	0,67%	1,00%	0,67%	0,00%	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	Car. E3	Olla b. lateral	55,67%	10,33%	4,00%	1,00%	3,67%	1,00%	0,00%	16,67%	0,00%	0,00%	0,00%
M6	Car. E3	Antropomorfo	66,77%	5,48%	1,29%	0,64%	0,00%	5,16%	6,45%	9,03%	9,04%	0,00%	0,00%
7	Car. E2	Bot. pulido	70,53%	3,97%	1,00%	0,33%	0,66%	0,33%	0,00%	18,87%	0,00%	0,00%	0,00%
8	Car. E2	V"quirquincho"	87,67%	4,00%	0,67%	0,33%	0,33%	0,33%	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%
9	Car. E2	Cueco	89,33%	0,67%	0,67%	0,33%	0,33%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
V1	Car. E2	Vaquerías	75,76%	5,45%	0,91%	0,91%	0,00%	0,30%	0,00%	0,00%	0,00%	2,42%	8,50%
V2	Car. E3	Vaquerías	84,44%	3,31%	0,33%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,65%	5,30%
V3	Car. E1	Vaquerías	72,18%	4,96%	0,00%	0,27%	0,27%	0,27%	0,00%	0,00%	0,00%	2,21%	11,85%
V4	Car r sup	Vaquerías	75,34%	3,34%	0,33%	0,00%	0,00%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%	10,67%
V5	B.M E18	Vaquerías	74,43%	5,68%	0,00%	0,57%	0,00%	0,28%	0,00%	0,00%	0,00%	3,41%	10,23%
V6	BM R sup.	Vaquerías	70,74%	5,68%	0,00%	0,85%	0,00%	0,28%	0,00%	0,00%	0,00%	3,97%	10,23%
V7	BM R sup.	Vaquerías	70,32%	6,95%	0,27%	0,53%	0,27%	0,27%	0,00%	0,00%	0,00%	3,47%	10,44%
V8	Tolombón	Vaquerías	74,57%	4,86%	0,29%	0,00%	0,00%	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	2,85%	11,43%
V10	La Ciénega	Vaquerías	72,32%	2,68%	0,00%	0,00%	2,68%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,68%	5,36%

Tabla 1. Casos y la distribución modal de las variables

Sobre los datos de estas variables se efectuó el análisis de conglomerados (Cluster Analysis) aplicando la técnica de pares agrupados a través de la medida de similitud Euclidiana, se aplicó el programa de PAST - PAleontological STatistics, ver. 1.67. Luego para corroborar e interpretar estos datos estadísticos se efectuó un análisis de componentes principales (ACP). El coeficiente de correlación cofenética (CCC) obtenido es de 0,895, indicando que el fenograma, resultado del CA, es una buena representación de la matriz de distancia, existiendo una mínima distorsión entra ambas. Para el ACP vemos que, el primer componente principal (70,241% de la variación) se conforma con los coeficientes que corresponden a las variables Matriz y Litoclastos Graníticos. El segundo componente principal (19,813% de la variación) se conforma con los coeficientes que corresponde a las variables Litoclastos de Pizarra-Filita, Litoclastos Graníticos y Matriz. Las similitudes y diferencias que presentan entre sí los 18 casos aquí estudiados se reflejan en el gráfico de componentes principales y en el fenograma de la Figura 2.

1 El análisis petrográfico se realizo a partir del libro *Mineralogía Óptica* de Paul F. Kerr (1965)

2 La clasificación granulométrica se realizó a partir de la escala de Wentworth.

3 La incorporación de la matriz se relaciona con la necesidad de dar cuenta de la variable que distingue a las pastas finas, al mismo tiempo es la que aglomera a las pastas intermedias.

4 En este caso de estudio esta denominación correspondería a las migmatitas de la Formación Chango Real (Turner 1973).

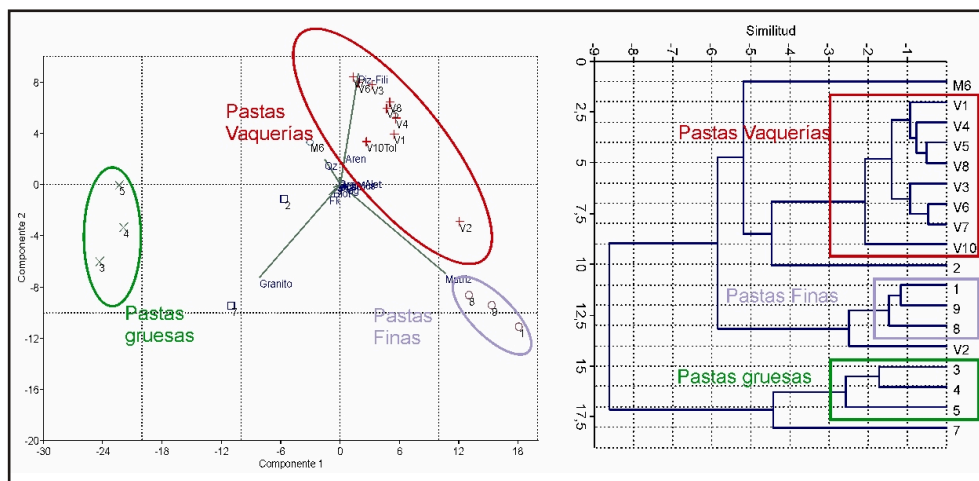


Figura 2. Gráfico de componente principal y fenograma

Los datos obtenidos a través de las pruebas estadísticas dieron como resultado la conformación de tres grandes conjuntos, un primer grupo cuya variable aglutinante es Litoclastos graníticos, un segundo grupo donde la variable aglutinante es Matriz y un tercer grupo cuya variable aglutinante es Litoclastos de Pizarra-Filita.

De esta manera se pudieron construir cinco tipos de pastas que coexistieron en el espacio residencial del sitio Cardonal, que a continuación describiremos.

Tipo 1 Cardonal Pasta Gruesa, es una pasta gruesa de textura pseudolepidoblástica y color castaño, en la matriz se observan microlaminillas de micas y microcristales cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas. Las inclusiones mayores a $15\mu\text{m}$, están representadas por cristoloclastos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas (con alteraciones de sericita y arcilla), láminas de biotita y muscovita. También se observan litoclastos graníticos de formas irregulares y angulosas. De forma escasa se registran trizas volcánicas, minerales opacos, turmalina, granate, anfíbol/piroxeno y litoclastos de roca sedimentaria (pelita). Las inclusiones no plásticas representan más del 35% de la pasta, teniendo dimensiones superiores a los 0,500mm por lo tanto su granulometría corresponde a una arena gruesa a muy gruesa. Las cavidades tienen formas irregulares, de tamaños mayores a 0,500 mm y representan alrededor del 7% de la pasta. Las piezas que están confeccionadas con esta pasta son los dos cántaros toscos de la E2 y la olla con boca lateral de la E3 del sitio Cardonal (Figura 3a.).

Tipo 2 Cardonal Pasta Intermedia A, es una pasta intermedia de textura pseudolepidoblástica y color castaño rojizo, en la matriz se observan microcristales de cuarzo y feldespato potásico redondeados y microlaminillas de biotita y muscovita. Las inclusiones mayores a $15\mu\text{m}$, están representadas por cristoloclastos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas angulosas y láminas de biotita. También se observan litoclastos graníticos. De forma escasa se registran trizas volcánicas y minerales opacos. Las inclusiones no plásticas representan alrededor del 25% de la pasta, en general tienen una granulometría correspondiente a arena (0,250 mm a 0,500 mm), aunque se observan algunos litoclastos mayores a 1,000 mm. Las cavidades tienen formas alargadas e irregulares, tamaños medianos y grandes y representan alrededor del 4% de la pasta. Las piezas que están confeccionadas son el botellón de la E2 y el fragmento pulido con incisiones gruesas de la E1, ambas del sitio Cardonal. (Figura 3b.).

Tipo 3 Cardonal Pasta Intermedia B, es una pasta de textura pseudolepidoblástica y color castaño oscuro, se observan en la matriz microlaminillas de biotita y muscovita y microcristales de cuarzo y feldespato potásico, este fuertemente alterado. Las inclusiones mayores a $15\mu\text{m}$ están representadas por litoclastos graníticos fuertemente alterados. Además se observan

crystaloclastos de cuarzo, muscovita y pseudomorfos de muscovita. En escasa proporción se han observado feldespato potásico alterado, turmalina y minerales opacos. Las inclusiones representan alrededor del 30% de la pasta, la granulometría varía entre arena y arena muy gruesa. Las cavidades tienen formas alargadas, irregulares y subredondeadas, representando alrededor del 5% de la pasta. La pieza que está confeccionada con esta pasta es el recipiente cerrado con modelado antropomorfo (Figura 3c.).

Tipo 4 Cardonal Pasta Fina, es una pasta fina de textura pseudolepidoblástica y color castaño, en la matriz se observan microcristales de cuarzo, plagioclasas, feldespato potásico y microclino con alteraciones de sericita y arcilla y microlaminillas de biotita y muscovita. Las inclusiones mayores a 15 μm están representadas por cristaloclastos de cuarzo, pero se han observado de manera muy escasa plagioclasas, feldespato potásico, turmalina, biotita, muscovita, trizas volcánicas, minerales opacos y litoclastos graníticos. Las inclusiones representan alrededor del 5% de la pasta, y en general su granulometría correspondiente a una arena muy fina (0,125 mm a 0,250 mm). Las cavidades tienen formas alargadas, irregulares y subredondeadas de tamaño mediano, representando alrededor del 5% de la pasta. Las piezas que están confeccionadas con esta pasta son la vasija restringida, la vasija esfige y el cuenco pulido, halladas en la E2 del sitio Cardonal (Figura 3d.).

Tipo 5 Pasta Vaquerías, en general es una pasta intermedia, con textura pseudolepidoblástica y algo microgranosa, de color castaño rojizo, en la matriz se puede distinguir microcristales y microlaminillas de biotita. Las inclusiones mayores a 15 μm están representadas por litoclastos de pizarras y filitas (rocas metamórficas), y arenisca (roca sedimentaria), Además se observan cristaloclastos de cuarzo y en forma escasa feldespato potásico, plagioclasas, biotita, muscovita, trizas volcánicas y minerales opacos. En promedio las inclusiones representan aproximadamente el 25% de la pasta, aunque hay casos que se alejan de este rango. Predominan los litoclastos metamórficos de formas tabulares y de granulometría de arena gruesa a muy gruesa. En tanto que los cristaloclastos tienen formas subangulosas y granulometría de arena a arena gruesa. Las cavidades representan el 6 % de la pasta aproximadamente y tiene formas alargadas, irregulares y tamaños mediano a grande (0,250 mm a mayores de 1,000 mm). Las piezas que conforman este grupo son todas las que decorativamente han sido clasificadas como Vaquerías (Figura 3e.)

En la visión microscópica de estos cortes se observó el típico engobe que caracteriza este estilo cerámico. El engobe se observa como una película color negra sin inclusiones, de unos 30 μm .

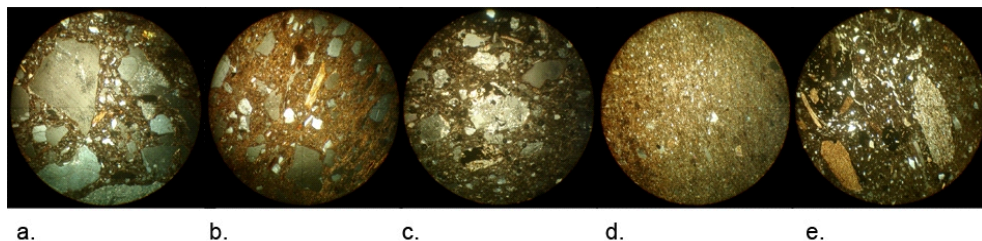


Figura 3. a. P. gruesa, b. P. intermedia, c. P. fina, d. P. alterada, e. P. Vaquerías.

CONSIDERACIONES FINALES

De lo descripto anteriormente se desprende que las inclusiones de los tipos Cardonal Pasta Gruesa, Cardonal Pasta Intermedia A y B, y al tipo Cardonal Pasta Fina corresponde a la litología del área de estudio. Por lo tanto podemos inferir que estos tipos de pastas corresponden a una manufactura local. Con respecto al tipo Cardonal Pasta Fina se puede decir que no presenta agregado de arena, en tanto que Cardonal Pasta Gruesa y Cardonal Pasta Intermedia A si presentan agregado de arenas en diferentes proporciones. El caso tipo Cardonal Pasta Intermedia B se trataría de otra arcilla, ya que se diferencia de los otros tipos porque presenta

litoclastos graníticos fuertemente alterados y abundantes pseudomorfos de muscovita.

Por otra parte los materiales estilo Vaquerías conforman un grupo homogéneo, separándose de las cerámicas locales de Cardonal por presentar inclusiones de arenisca y litoclastos metamórficos de pizarras y filitas. Además son idénticos a los fragmentos policromos de Las Cuevas y Cerro del Dique, en la quebrada del Toro, Salta (Cremonte, 1996: 269- 270). En el futuro se podrá incorporar materiales de otras áreas del noroeste argentino para contrastar dos hipótesis de procedencia que están en boga en la actualidad, por un lado que la producción tiene origen en el valle de Lerma y en el valle de Hualfín (Korstanje, 1995, 1997) y por otro lado, que la producción pudo haber tenido un origen en la quebrada del Toro (Cremonte, 1996). A partir de futuros estudios se podrá interpretar mejor la dinámica del intercambio entre las diferentes comunidades que habitaron el noroeste argentino en los primeros siglos de la era.

Por último quiero remarcar la importancia que los estudios petrográficos aplicados a la cerámica arqueológica, ya que permiten conocer los patrones de manufactura y las tradiciones alfareras que se desarrollaron en un lugar determinado y a su vez compararlas con otras que coexistieron en las regiones aledañas. De esta forma se podrá discutir con otras evidencias temas como el intercambio, la interacción social y la identidad de los grupos humanos que habitaron el noroeste argentino en los primeros siglos de la era.

AGRADECIMIENTOS

Los trabajos se financiaron con el PICT 2004 N° 20194. Brindó ayuda la Municipalidad de San José. Agradezco a Teresita Montenegro FCNyE-UBA, a Alba Díaz IGyM.UNJu. A Beatriz Cremonte, Cristina Scattolin y Fabiana Bugliani por su permanente apoyo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bruhns, K.O., J. Burtun y A. Rostoker

1994 La cerámica incisa en franjas rojas: evidencia de intercambio entre la sierra y el oriente en el Formativo Tardío del Ecuador. En: *Tecnología y organización de la producción de cerámica prehispánica en los andes*, editado por Izumi Shimada. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Cremonte, M.B.

1996 *Investigaciones arqueológicas en La Quebrada de La Ciénega. (Dpto. de Taft, Tucumán)*. Tesis Doctoral. UNLP. MS.

Cremonte, M.B.

2001 Las pastas cerámicas como una contribución a los estudios de identidad. En: *Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología* Tomo I: 199-210. Córdoba.

Cremonte, M.B. y N. Solis

1998 La cerámica del pucara de Volcán: variaciones locales y evidencia de interacción. En: *Los desarrollos locales y sus territorios. Arqueología del NOA y sur de Bolivia*, compilado por María Beatriz Cremonte. San Salvador de Jujuy.

Heredia, O.R., J.A. Pérez y A.R. González

1974 Antigüedad de la cerámica policroma en el Noroeste argentino. *Revista del Instituto de Antropología* V: 133-151. Córdoba.

Kerr, P.F.

1965 *Mineralogía Óptica*. McGraw-Hill Book Company, Inc.

Korstanje, A.

1995 Nuevas reflexiones en torno a Vaquerías, un estilo cerámico polémico. *Cuadernos* 5: 169-179.

Korstanje, A.

1997 Desempolvando antigüedades: consideraciones sobre el repertorio cerámico Vaquerías. *Mundo de Antes* 1: 69-120.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

Scattolin, M.C., L. Pereyra Domingorena, L. Cortés, M.F. Bugliani, C.M. Calo, A.D. Izeta y M. Lazzari,

2006 Cardonal: una aldea formativa entre los territorios de valles y puna. *Cuadernos FHyCS-UNJu* en prensa.

Scattolin, M.C., L. Cortés, C.M. Calo, L. Pereyra Domingorena y J. Izaguirre

2007 Una máscara prehispánica de cobre del valle del cajón, Catamarca, Argentina. *Revista arqueología XX*. Buenos aires. En prensa.

Shepard, A.

1985 [1956]. *Ceramic for the archaeologists*, Braun-Brumfield, Ann Arbor.

Stoltman, J.B.

1999 The Chaco-Chuska connection: in defence of Ann Shepard. En: *Pottery and People*, editado por James M. Skibo y Gary M. Feinman. The University of Utah Press. Salt Lake City.

Turner, J.C.M.

1973 Descripción geológica de la Hoja 11d, Laguna Blanca. *Boletín* 142. Servicio Nacional Minero Geológico. Buenos Aires.



EL ROL DEL ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA EN ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS

Rita R. Plá

Técnicas Analíticas Nucleares. Comisión Nacional de Energía Atómica
rpla@cae.cnea.gov.ar

RESUMEN

El análisis por activación neutrónica (AAN) es una técnica analítica nuclear basada en las transformaciones que ocurren en el núcleo de los átomos por interacción con neutrones y que dan origen a productos emisores de radiación gamma. A través de la caracterización y cuantificación de estas emisiones y teniendo en cuenta otras características del proceso, pueden calcularse las concentraciones de los elementos de interés presentes en la muestra. El AAN permite la determinación simultánea de un gran número de elementos con gran exactitud, precisión y sensibilidad, con límites de detección del orden de los $\mu\text{g/g}$ o inferiores. Requiere pequeñas cantidades de muestra y en general no es necesario un tratamiento previo al análisis salvo la limpieza y molienda de las muestras. Sus características lo han convertido en una técnica ampliamente utilizada en estudios arqueológicos y de bienes culturales que involucren la caracterización química de las muestras para la concreción de sus objetivos. Este trabajo presenta la experiencia del Grupo Técnicas Analíticas Nucleares de la Comisión Nacional de Energía Atómica, en la caracterización de cerámica arqueológica y ejemplos del trabajo de otros laboratorios latinoamericanos.

INTRODUCCIÓN

La caracterización química de piezas arqueológicas y de bienes del patrimonio cultural, como herramienta de resolución de distintas problemáticas, tiene actualmente un enfoque no destructivo, ya sea permitiendo un análisis de las piezas sin alterarlas, o a través de la toma de pequeñas cantidades de muestra que no afecten su integridad. El método analítico seleccionado para tal fin debe ser multielemental y no destructivo, suficientemente sensible para analizar elementos clave (tales como trazas) y cuando se busca agrupamientos por similitud química, tener incertidumbres relativas menores que la variabilidad esperada entre los distintos grupos de muestras o fuentes de materia prima.

Las técnicas analíticas nucleares y relacionadas, tales como análisis por activación neutrónica (AAN), fluorescencia de rayos X (FRX), emisión de rayos X/rayos γ inducida por protones (PIXE/PIGME), espectroscopía de plasma inducido con espectrometría de masas (ICP-MS), entre otras, cumplen con todos estos requisitos y su campo de aplicación permite su empleo en la resolución de diversos problemas tales como identificación del material, restauración y conservación de bienes culturales, resolución de cuestiones tecnológicas, clasificación de objetos, estudio de intercambio y procedencia, establecimiento de autenticidad de piezas o detección de fraudes.

En este trabajo se presenta una descripción de la técnica de análisis por activación neutrónica y sus aplicaciones a la caracterización química de piezas de interés cultural, con énfasis en el análisis de cerámica arqueológica, para el establecimiento de su procedencia.

ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA

Generalidades

El AAN se basa en las transformaciones nucleares que ocurren en la materia cuando los neutrones interactúan con ella. Como consecuencia de estas transformaciones, llamadas reacciones nucleares, se forman productos radiactivos emisores gamma, cuya medición permite la determinación de las concentraciones de los elementos químicos que los originaron y que están presentes en la muestra. El AAN es una técnica multielemental especialmente adecuada para trazas, con elevada sensibilidad y precisión e independiente de los efectos de matriz.

El análisis por activación neutrónica instrumental (AANI) es una técnica químicamente no destructiva que permite determinar cerca de 40 elementos químicos en una variedad de materiales, dependiendo, entre otras cosas, de las facilidades de irradiación, el equipamiento de medición y el tipo de matriz. Las muestras se envasan tal como se reciben o con una mínima preparación (limpieza, molienda, secado) y se irradian con neutrones. Se mide luego el espectro de radiación gamma de los productos radiactivos resultantes y se identifican y cuantifican los elementos químicos presentes en las muestras. Cuando se necesita menores límites de detección que los proporcionados por AANI, se utiliza el análisis por activación neutrónica radioquímica (AANR). Se separa el elemento o grupo de elementos de interés realizando separaciones radioquímicas sobre el material irradiado, para aumentar la sensibilidad eliminando interferencias y disminuyendo el fondo de medición. En algunos casos, los límites de detección pueden ser hasta tres veces menores que los de AANI (Tykot, 2004).

Elementos determinables por AAN

El número de elementos que pueden determinarse por AAN dependen, entre otros factores, de las facilidades de irradiación y de medición de laboratorio interviniente. Habitualmente el procedimiento de análisis implica la limpieza superficial de la muestra y su molienda, siendo necesario entre 100 y 150 mg de muestra para el análisis. La combinación de distintos tiempos de irradiación, decaimiento y medición permite determinar una variedad de elementos tales como Al, As, Ba, Ce, Co, Cr, Cs, Dy, Eu, Fe, Gd, Hf, K, La, Lu, Mg, Mn, Na, Nd, Rb, Sb, Sc, Sm, Sr, Ta, Tb, Th, Ti, U, V, Yb y Zn. Algunos elementos tales como H, B, C, N y Pb no pueden determinarse ya que no producen nucleidos adecuados para espectrometría gamma. Para la mayoría de los elementos la sensibilidad es inferior al $\mu\text{g/g}$ mientras que la precisión es quizá la mejor de todas las técnicas analíticas disponibles.

Aplicaciones

El objetivo de realizar una caracterización química puede estar relacionado con estudios de procedencia de piezas o de materias primas, determinación de rutas de intercambio, investigación de métodos de producción, la resolución de problemas de historia del arte o la autenticación de obras, sólo para citar algunos de los casos más comunes. La concreción de estos objetivos implica habitualmente la determinación de un gran número de parámetros sobre un elevado número de muestras, lo que genera matrices de datos de gran tamaño y la necesidad de emplear herramientas estadísticas avanzadas tales como análisis de correlación, de conglomerados, de componentes principales y de discriminantes, entre otras. En todos los casos, es esencial realizar previamente una etapa de validación de datos que asegure la calidad de los mismos.

Antes del desarrollo del AAN en la década del 50, la mayoría de los análisis químicos de material arqueológico, especialmente cerámicas, se realizaba por vía húmeda o por espectrometría de emisión (Speakman and Glascock, 2007). El AAN se impuso rápidamente y en las décadas siguientes, se convirtió en la técnica más ampliamente utilizada en estudios de caracterización y procedencia de una variedad de materiales arqueológicos e históricos entre los cuales se pueden mencionar basalto, granito, obsidiana, cuarcita, piedra caliza, mármol y otras matrices líticas, hueso, metales, vidrio, pigmentos, vidrios y cerámica y sus materias primas.

CARACTERIZACIÓN DE CERÁMICA ARQUEOLÓGICA

Dentro de los objetivos que puede tener un estudio de cerámica arqueológica, el establecimiento de su procedencia o de las rutas de intercambio es uno de los más importantes. La cerámica es un material heterogéneo que refleja la unión de diferentes fuentes de variación natural y cultural. En alfarería, el producto terminado involucra no sólo la adquisición de la arcilla, sino también del antiplástico, y en muchos casos, de pigmentos para decoración y de combustible para la cocción (Tykot, 2004). Las materias primas cerámicas pueden exhibir marcadas diferencias regionales permitiendo identificar lugares de aprovisionamiento bajo la

generalización de que la variabilidad intra-fuente es menor que aquella entre fuentes (Weigand *et al.*, 1977). El frecuente añadido de materiales antiplásticos a la arcilla para mejorar las condiciones de trabajo, hace que no sea fácil encontrar una buena correspondencia entre el perfil composicional de la cerámica y el de la fuente de aprovisionamiento de arcilla, pero el análisis de distintas fuentes permite interpretar la variabilidad de los datos cerámicos (Bishop *et al.*, 1982).

Ya fue mencionado que el AAN aporta información sobre un gran número de elementos químicos, por lo que es necesario saber cuáles de ellos son de utilidad para revolver el problema arqueológico planteado. En el momento de seleccionar los elementos útiles debe tenerse en cuenta su posible movilidad en el ambiente en que se recolecta el fragmento. Algunos elementos como los alcalinos, son más pasibles de sufrir procesos de concentración o de pérdida por lixiviado, por lo que de utilizárselos, debe tenerse en cuenta la posibilidad de que las muestras hayan estado expuestas a tales procesos. Los elementos con una gran diferenciación durante los procesos de formación de rocas ígneas, tales como las tierras raras, Cr, Th y Sc, proporcionan información de importancia para diferenciar la composición de las arcillas y por lo tanto de las cerámicas hechas con ellas. Los alcalinos y alcalino térreos (Na, K, Rb, Cs, Ca, Sr y Ba) están presentes en la composición de los feldespatos que constituyen los minerales más abundantes en la corteza terrestre. La razón Na/K es habitualmente un indicador de la abundancia relativa de plagioclasa y feldespato de potasio. El Ca puede indicar la presencia de calcita u otro compuesto de calcio. Los metales de transición (Mn, Fe, Co, etc.) se encuentran en mayores proporciones en sedimentos oxidados y pueden revelar la presencia de inclusiones de óxidos metálicos en la pasta cerámica (Rankama y Sahama, 1962).

Si bien la composición de la cerámica puede sufrir cambios por distintos procesos post-deposicionales o por la temperatura de cocción, esta variación no es demasiado significativa para los elementos habitualmente determinados por INAA. Ciertos elementos, especialmente los alcalinos, pueden disminuir por lixiviado por acción de la lluvia o las aguas subterráneas sobre la cerámica. Por el contrario, pueden existir mecanismos de absorción que lleven a un enriquecimiento, por ej. de Na o Ba a partir del aerosol marino. En cuanto a la temperatura de cocción, la utilizada en América (debajo de los 1000°C) no parece representar una fuente de alteración de los elementos habitualmente determinados por AANI (Bishop, 2003).

Una vez obtenidos los datos cuantitativos, su interpretación exige la aplicación de métodos estadísticos avanzados que revelen la existencia de una estructura con significado arqueológico, oculta en la matriz de datos. Si bien deben realizarse esfuerzos para comprender las fuentes de variación y su influencia en los datos de composición cerámica, y prestar atención a los procedimientos numéricos utilizados, es difícil poder realizar interpretaciones exactas, quedando abierta la puerta a explicaciones alternativas; por eso es esencial contar con una buena comunicación entre analistas y arqueólogos.

La aplicación del AANI al análisis de cerámica arqueológica está respaldada por numerosos artículos científicos y el reto actual consiste en obtener el máximo de información arqueológica a partir de una matriz de datos analíticos. Como consecuencia de esto, la búsqueda de explicaciones arqueológicas ya no consiste en averiguar si la cerámica es o no de origen local, sino adentrarse en el dominio del comportamiento humano y de la expresión simbólica de los antiguos alfareros (Bishop, 2003), lo cual requiere un esfuerzo interdisciplinario.

Análisis composicional de cerámica arqueológica en el Grupo Técnicas Analíticas Nucleares CNEA

El laboratorio de AAN, origen del Grupo Técnicas Analíticas Nucleares, se creó en 1963, cuando se realizó la primera determinación empleando esta técnica en Argentina.

La primera aplicación del AAN a matrices arqueológicas realizada por el Grupo TAN, en la década del 80, fue un estudio de cerámica peruana en colaboración con el Instituto Peruano de Energía Nuclear. Se analizaron tiestos de diferentes culturas, con el objetivo de investigar posibles relaciones entre ellos (Plá y Ratto, 2007). También durante esta década, se llevó a

cabo el análisis de tiestos y arcillas de La Ciénaga y Tafi (Tucumán, Argentina), empleando por primera vez técnicas numéricas para evaluación de datos (Cremonte *et al.*, 1991). El trabajo consistió en caracterización química de tiestos y muestras de arcilla, para testear la hipótesis previamente formulada de que la cerámica de La Ciénaga era de manufactura local utilizando arcilla del valle homónimo y que la de Tafi había sido elaborada con materias primas similares. Durante 1991, se trabajó en el análisis de tiestos y materias primas de la región de la Costa Central y otras adyacentes, en la provincia de Buenos Aires (Aldazábal *et al.*, 1993-1994) y se usaron métodos de análisis multivariado para evaluar similitudes entre muestras previamente agrupadas por métodos clásicos. Entre 1996 y 1999, el laboratorio participó en un proyecto coordinado de investigación del Organismo Internacional de Energía Atómica sobre Técnicas Analíticas Nucleares en Investigaciones Arqueológicas, en el que también tomaron parte laboratorios de Brasil, Chile, Cuba, México y Perú, con el apoyo del Laboratorio de Conservación Analítica del Instituto Smithsonian (USA). Dentro de este proyecto, el Grupo TAN colaboró con el Centro de Estudios Aplicados a la Energía Nuclear (CEADEN) de Cuba, en el análisis de cerámica aborigen del centro de Cuba (Padilla Álvarez y Celaya González, 2003, Padilla Álvarez *et al.*, 2003), analizando 141 muestras de cerámica aborigen de la región central de Cuba, correspondientes a sitios datados entre 1100 y 500 AP. También dentro de este programa, el Grupo comenzó a trabajar en estudios de procedencia de tiestos y materias primas de Chaschuil (Catamarca, Argentina), vinculadas a dos proyectos nacionales: Proyecto Arqueológico Chaschuil y Proyecto de Rescate Arqueológico Batungasta, con el objetivo de mejorar la comprensión de las relaciones sociales prehispánicas entre Puna (3500±200 msnm) y valle (1500 msnm). El área de muestreo incluyó la cuenca superior del río Chaschuil (Puna) y la inferior del Bolsón de Fiambalá (valle), especialmente dentro del área de dispersión del sitio arqueológico de Batungasta. Se analizaron 321 tiestos con y sin decoración, representando un período de 2000 años (195 procedentes de Chaschuil y 126 de Bolsón de Fiambalá) y 54 muestras de arcillas (9 de Puna y 45 de valle), determinando 22 elementos por AANI. La evaluación mediante análisis de factores (FA) de los resultados obtenidos, sumada a la información geomorfológica del área y de perfiles tecnológicos y a la evidencia arqueológica, permitió corroborar que el sitio arqueológico de Batungasta (valle) funcionó como centro de producción y distribución cerámica, para proveer a las instalaciones puneñas sobre las rutas de ascenso a los santuarios de altura de las altas cumbres (Plá y Ratto, 2003).

En el período 2002-2006, el análisis de muestras arqueológicas representó el 30% de los trabajos realizados por el grupo Técnicas Analíticas Nucleares y una gran parte de estas muestras correspondió a cerámicas del NO argentino, cuyos resultados se han volcado en una base de datos analíticos de uso interno del laboratorio. Actualmente se está coordinando y participando en el Proyecto OIEA ARCAL 8043 sobre “Uso de las técnicas analíticas nucleares y desarrollo de bases de datos para la caracterización y preservación de objetos del patrimonio cultural”, cuyo objetivo general es contribuir al estudio y preservación del patrimonio cultural nacional, proporcionando información analítica para su caracterización y contextualización, a través de la colaboración entre las facilidades disponibles en América Latina. Una de las metas de este proyecto, en el que también participan Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, México y Perú, es crear una base de datos analíticos, especialmente sobre cerámica y obsidiana arqueológicas, para contribuir a una mejor caracterización físico-química de estos bienes. Además se continúa trabajando en la caracterización de cerámica del NO argentino en relación a distintos proyectos nacionales y de la provincia de Buenos Aires y también se han comenzado a analizar muestras líticas de cuarcita y obsidiana.

CONCLUSIONES

A pesar de inconvenientes tales como las múltiples fuentes de variación de la composición cerámica, las limitaciones impuestas por el muestreo y la subjetiva aplicación del análisis multivariado, la aplicación del AAN a la caracterización de cerámica arqueológica ha

permitido resolver numerosos interrogantes arqueológicos. En 2007 se cumple el 50° aniversario de la primera aplicación del AAN a muestras arqueológicas (Sayre y Dodson, 1957). A partir de ese momento, el empleo de la técnica continuó creciendo y sólo como ejemplo, cabe mencionar que Archaeometry, desde su creación en 1958, ha publicado más de 100 trabajos sobre AAN y/o la interpretación de los datos generados por su aplicación (Speakman y Glascock, 2007).

Aún con la llegada y desarrollo de nuevas técnicas analíticas competitivas, el AAN sigue siendo una de las mejores opciones analíticas para la caracterización química de cerámica y otros materiales arqueológicos. Speakman y Glascock (2007) han estimado que durante los pasados 50 años, se han realizado más de 150 000 análisis de muestras de cerámica, obsidiana, metales y otras matrices y se considera que éste continuará jugando un rol fundamental en los estudios de caracterización de muestras arqueológicas y en la validación de nuevas técnicas analíticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldazábal, V., R.R. Plá y M. Moreno

1993-1994 “Análisis por activación neutrónica de cerámicas de la provincia de Buenos Aires”, Shincal, Escuela de Arqueología Universidad Nacional de Catamarca, **4**, 95-102.

Bishop, R.L., R.L. Rands, y G.R. Holley

1982 “Ceramic compositional analysis in archeological perspective”, in: *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol. 5 (Schiffer, M.D., Ed.), Academic Press, New York, 275-331.

Cremonte, M.B., N. Flegenheimer, R.R. Plá, I.M. Cohen y A.D. Gordon

1991 “Aplicación del método de análisis por activación neutrónica en cerámicas arqueológicas del noroeste de Argentina”, *Revista del Instituto de Geología y Minería*, **8**, 53-70.

Bishop, R.L.

2003 “Instrumental Neutron Activation Analysis of archaeological ceramics: progress and challenges”, in: *Nuclear analytical techniques in archaeological investigations*, Technical Report Series N° 416, International Atomic Energy Agency, Vienna, 35-44.

Padilla Álvarez, R. y M. Celaya González

2003 “Classification of the regional aboriginal ceramic production and distribution in the central region of Cuba based on INAA”, in: *Nuclear analytical techniques in archaeological investigations*, Technical Report Series no. 416, International Atomic Energy Agency, Vienna, 119-34

Padilla Álvarez, R., P.J.M. Van Espen, R.R. Plá, E. Montoya Rossi, R. Arrazcaeta Delgado, P.P. Torres y M. Celaya González

2003 “Compositional classification of archaeological pottery based on NAA and EPXMA”, *J. Trace and Microprobe Tech.*, **21** (4), 677-695.

Plá, R.R. y N. Ratto

2003 “Provenance archaeological studies of ceramic raw materials and artifacts using instrumental neutron activation analysis: the cases of Chaschuil and Bolsón de Fiambalá (Catamarca, Argentina)”, in: *Nuclear Analytical Techniques in Archaeological Investigation*, Technical Report Series N° 416, International Atomic Energy Agency, Vienna, 45-69.

Plá, R.R. y N. Ratto

2007 “Archaeometry at the Argentine National Atomic Energy Commission”, *Archaeometry*, **49** (2), 411-418.

Rankama, K. y T.G. Sahama

1962 *Geoquímica* (Aguilar, N.A., Ed.), Madrid.

Speakman, R.J. y M.D. Glascock

2007 "Acknowledging fifty years of neutron activation analysis in archaeology",
Archaeometry **49** (2), 179-183.

Tykot, R.H.

2004 "Scientific methods and applications to archaeological provenance studies",
Proceedings Int. School of Physics "Enrico Fermi". M. Martini, M. Milazzo and M.
Piacentini (Eds.), IOS Press, Amsterdam.

Weigand, P.C., G. Harbottle y E.V. Sayre

1977 "Turquoise sources and source analysis: Mesoamerica and the Sothwestern USA"
Exchange Systems in Prehistory (Earle, T.K., Ericson, J.E., Eds.), Academic Press, New
York, 15-34.



ACELERADORES DE IONES PARA LA CARACTERIZACIÓN NO DESTRUCTIVA DE MATERIALES HISTÓRICOS

José Luis Ruvalcaba Sil

Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, México sil@fisica.unam.mx

RESUMEN

El uso de los aceleradores de iones en México para la caracterización no destructiva de materiales históricos mediante las espectroscopías de Emisión de Rayos X Inducida por Partículas (PIXE) y Retrodispersión de Elástica de Rutherford (RBS), ha mostrado su eficacia para resolver cuestiones de procedencia, uso de materiales, tecnologías antiguas, intercambio, deterioro y autenticidad. Esta línea de investigación, ya consolidada tras al menos una década de labor, ha dado lugar al desarrollo de metodologías e infraestructuras experimentales específicas para el análisis de prácticamente cualquier tipo de materiales: metales, restos óseos, cerámicas y obsidianas, documentos y libros antiguos, jade, ámbar, lítica, etc.

En este trabajo se presentan las experiencias, algunas de las investigaciones recientes más notables, las perspectivas, y las infraestructuras existentes para llevar a cabo la caracterización de los materiales históricos del patrimonio cultural de México.

Se reconoce el apoyo de los proyectos de investigación UNAM PAPIIT IN403302 y CONACyT México U49839-R.

INTRODUCCIÓN

Las técnicas basadas en el uso de aceleradores de iones son herramientas muy poderosas para la caracterización de materiales en arte, la arqueología y la historia, y han demostrado ser de enorme utilidad para realizar estudios no destructivos y no invasivos de una gran diversidad de materiales y objetos. Se han analizado metales preciosos (oro, plata, bronce), hierro y sus escorias, cerámicas de las más diversas regiones y temporalidades, obsidianas y lítica, vidrios, piedras y materiales usados en la construcción de monumentos, pigmentos y fragmentos de pintura mural, pintura de caballete, documentos y libros antiguos (papel, pergamino, decoraciones, tintas), restos óseos y dentales, cabello y otros tejidos, textiles, etc. Por todo lo anterior se considera que estos métodos son muy versátiles. Asimismo, permiten abordar investigaciones sobre uso de materiales, tecnologías antiguas, autenticidad, origen y procedencia, relaciones culturales, áreas de influencia y de intercambio, fechamiento y cronologías relativas, aspectos de poblaciones como patologías y paleodietas, estudios de deterioro de objetos y materiales, así como de su conservación y restauración, muchos de estos han sido abordados en México en la última década.

Las principales dificultades que presenta el estudio de objetos y materiales históricos y artísticos son su heterogeneidad y el hecho que se desconoce su composición *a priori*. Sin embargo, estas dificultades son remontadas por la sensibilidad, versatilidad, rapidez y carácter multielemental de las técnicas de análisis basadas en los aceleradores de iones.

Si bien para uno de estos estudios se requiere de un equipo mayor y costoso como lo es el acelerador de iones y sistemas sofisticados de electrónica y vacío para producir un haz o rayo de iones ligeros positivos, cuando se cuenta con un laboratorio de esta naturaleza, y existen sistemas adecuados para estudios del patrimonio, los costos de los análisis pueden ser equiparables a los de técnicas estándar como difracción de rayos X o fluorescencia de rayos X. El ejemplo del Centre de Recherches des Musées de France, el cual cuenta con un acelerador de iones exclusivamente para el estudio de las colecciones francesas [1-4], pone en evidencia la conveniencia y el potencial de estos equipos y por ello se tienen en la actualidad diversos laboratorios que realizan este tipo de estudios [5-9]. En cuanto al área latinoamericana existen pocos laboratorios que han realizado este tipo de investigaciones [10]. No obstante, el uso de los aceleradores de iones para estudios del patrimonio cultural se ha desarrollado y consolida-

do en la última década con nuevas infraestructuras experimentales, metodologías propias y formación de grupos interdisciplinarios de investigación [11-12]. En este trabajo se presentan algunos aspectos de las técnicas basadas en el uso de aceleradores, así como los dispositivos experimentales y algunas aplicaciones que ponen en evidencia el potencial de estas metodologías.

INTERACCIONES DE UN HAZ DE IONES CON LA MATERIA

Los aceleradores de iones son sistemas que permiten producir iones, proporcionarles energía, y enfocarlos para producir el rayo o haz de iones. Para análisis, se emplean los iones más ligeros, como protones y helio, con energías que van desde 500 keV hasta 4 ó 5 MeV. Estos iones con dichas energías dan lugar a la emisión de radiaciones secundarias con una mayor probabilidad que iones más pesados y alcanzan un mayor profundidad de análisis. Son estas radiaciones secundarias las que utilizan las técnicas basadas en los aceleradores de iones.

Si consideramos que los átomos están formados por núcleos positivos y capas de electrones de carga eléctrica negativa, existe la interacción coulombiana de repulsión entre los iones positivos y los núcleos del átomo (Figura 1). Como consecuencia, la energía del ion incidente cambiará tras dicha interacción, esta repulsión puede describirse como una colisión elástica (en la que se conserva la energía), la cual permite establecer la identidad de los átomos a partir de la energía del ión tras la dispersión a un ángulo dado. Empleando detectores de partículas y midiendo la distribución de energías de los iones dispersados a un ángulo fijo se determina la identidad y la distribución de los átomos de la superficie hacia el interior del material. Este es el principio de la espectroscopia de Retrodispersión de Elástica de Partículas (RBS) [13].

Cuando la energía del haz de iones es suficientemente grande para vencer la repulsión del núcleo (barrera coulombiana), se produce una reacción nuclear que da como resultado la emisión de partículas y rayos gamma característicos del núcleo (PIGE) (Figura 1); todo ello

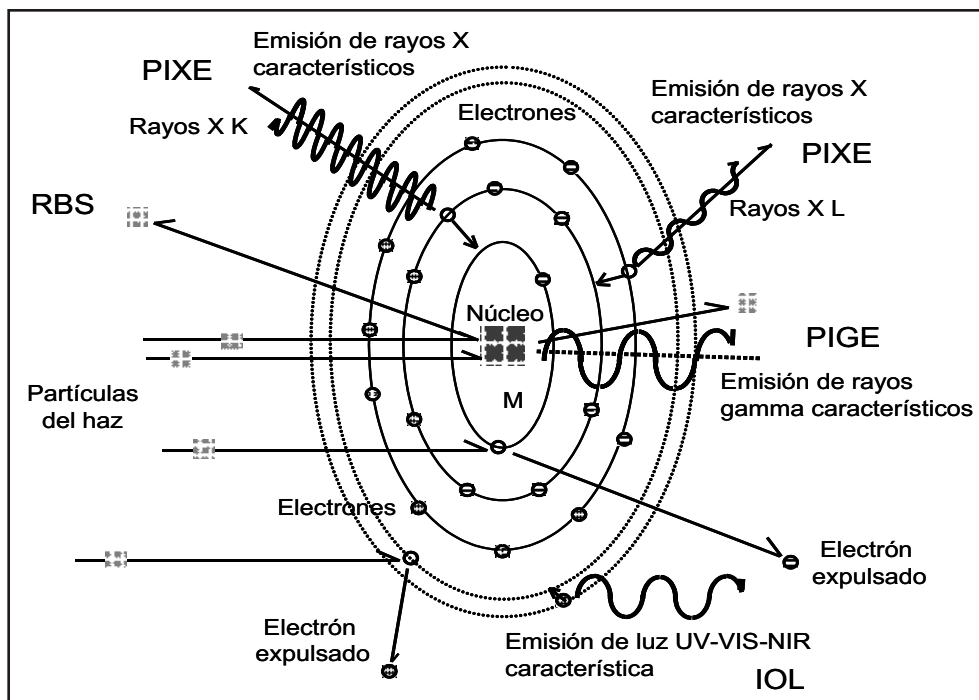


Figura 1. Esquema simplificado de las principales interacciones entre un haz de iones y un átomo

como consecuencia de una interacción inelástica que permite identificar algunos elementos ligeros específicos, los cuales son más susceptibles de llevar a cabo una reacción nuclear con haces de protones o helio [13]. En este caso se emplean detectores específicos para partículas y rayos gamma.

Por otra parte, los iones, al incidir sobre un material, producen la ionización de los átomos al expulsar electrones de las capas electrónicas (Figura 1). Durante un lapso de tiempo muy corto, los átomos se encuentran en un estado excitado y para volver a su estado de mínima energía, se producen transiciones de electrones de capas externas para ocupar las vacantes de los electrones expulsados. Dichas transiciones sólo pueden efectuarse entre ciertas capas electrónicas con la consecuente emisión de energía en forma de luz (ondas electromagnéticas) de longitudes de onda correspondientes a rayos X. Esto da lugar a la emisión de rayos X característicos de los átomos ionizados. El conjunto de los rayos X característicos y sus intensidades es captado en un detector sensible a los rayos X. Con base en dicha información es factible identificar a los átomos presentes en el material y determinar su concentración. Este fenómeno es la base de la técnica PIXE [14].

Finalmente, si la transición electrónica se produce en las capas externas del átomo se puede emitir luz en el intervalo del ultravioleta, visible e infrarrojo (Figura 1). Este fenómeno es la base de la ionoluminiscencia (IOL), muy útil para caracterizar materiales cristalinos y amorfos [15].

LAS TÉCNICAS DE HACES DE IONES: PIXE, RBS, IOL

De entre toda la gama de técnicas basadas en el uso de aceleradores, destacan para usos arqueométricos, las Espectroscopías de Emisión de Rayos X Inducida por Partículas (PIXE) y la de Retrodispersión Elástica de Partículas (RBS) [16-17]. Esto es debido a que éstas cuentan con una alta sensibilidad y rapidez, tienen un carácter multielemental y pueden considerarse como no destructivas. Asimismo, las aplicaciones de otras técnicas emergentes para estudio del patrimonio cultural, como es el caso de la Ionoluminiscencia (IOL) o también llamada la Emisión Luminiscente Inducida por Iones (IBIL) se ha desarrollado notablemente [15,18]. En este caso IOL proporciona información simultáneamente a PIXE y RBS de la estructura cristalina, impurezas específicas y compuestos químicos, sobre todo en el caso de minerales.

PIXE es probablemente la técnica más versátil y con mayor potencial de la gama de técnicas basadas en el uso de los aceleradores de iones. Usualmente se emplean haces de protones (H^+), y ocasionalmente helio, para fines analíticos. La sensibilidad de PIXE alcanza unos cuantos $\mu g/g$ (ppm) y su uso combinado con RBS permite complementar el análisis de elementos ligeros para abarcar en principio todos los elementos desde carbón hasta uranio. Las informaciones características de los elementos presentes en el material son registradas en detectores de manera simultánea, por esto son técnicas multielementales. Para realizar la irradiación y generar los espectros se requieren alrededor de tres minutos para materiales como metales, cerámicas y obsidianas, y hasta diez minutos para materiales biológicos. Dados los tiempos requeridos para análisis, comparados con otras técnicas, se considera que son rápidas. Además PIXE y RBS se pueden utilizar para la caracterización puntual de prácticamente cualquier tipo de material sin requerir la toma de muestra del objeto de estudio. Para casos específicos, como el de las cerámicas, sí es conveniente para homogeneizar el material y reducir el efecto de los granos de cristales del desengrasante o de las arcillas de origen. A pesar de que estas técnicas son ideales para el análisis de materiales inorgánicos, en algunos casos pueden ser utilizadas para el estudio de materiales orgánicos. Cabe señalar que no proporcionan información química de los compuestos, lo cual sí es factible con IOL cuando se observa la luminiscencia. No obstante, existen elementos característicos que al ser detectados permiten identificar los materiales, tal es el caso de los pigmentos y minerales. Las principales características y aspectos de las técnicas PIXE y RBS se detallan en las referencias [11,14]. Asimismo en la referencia [11] se presenta una breve comparación con otras espectroscopías de rayos X.

PROFUNDIDAD DE ANÁLISIS

Uno de los aspectos menos abordados en la literatura es la profundidad analizada por PIXE. Cuando el haz de protones penetra en el material pierde su energía paulatinamente por la interacción con las nubes de electrones hasta que los iones se detienen a una profundidad determinada. A la máxima penetración del haz medida de manera perpendicular a la superficie se le denomina el alcance. Es preciso resaltar que durante el proceso de pérdida de energía de los protones en el material, y por lo tanto de su desaceleración, se emite radiación. Toda partícula cargada eléctricamente acelerada o desacelerada la emite. Esta radiación por *Bremsstrahlung*, se produce de manera continua, de forma que dará lugar en los espectros a un fondo continuo que se superpone a las señales de rayos X característicos producidos por el material. Este fenómeno depende inversamente del cuadrado de la masa del ión que la produce, por lo que comparando con otras técnicas por rayos X como la microsonda de electrones de los microscopios electrónicos, se tiene un fondo muy reducido (aproximadamente 100 veces menor). Esta es una de las razones de los altos límites de detección de la técnica PIXE.

El alcance es una cantidad determinante para la penetración del haz de protones en un material y por lo tanto para la profundidad analizada. La energía usual del haz de protones es de 3 MeV, a la cual se produce un máximo de rayos X característicos de elementos mayores y de elementos menores y trazas del material. La Figura 2 muestra cálculos del alcance como función de la energía de un haz de protones para diversos materiales arqueométricos: vidrio, calcita (estuco), hueso, bronce (90% cobre, 10% estaño), plata (78% plata, 22% cobre), oro (75% oro 25% cobre). Se observa que el alcance para vidrio es similar al de materiales como obsidiana y

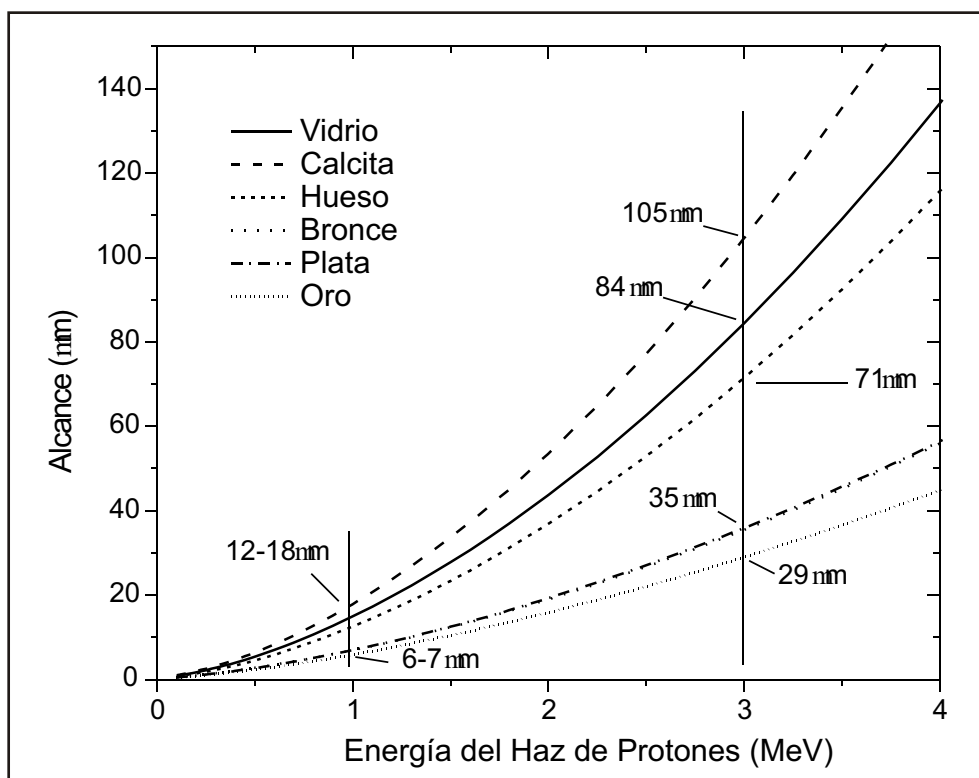


Figura 2. Alcance de protones en diversos materiales de interés arqueométrico: Vidrio, calcita (estuco), hueso, bronce (90% Cu, 10% Sn), plata (78% Ag, 22% Cu), oro (75% Au 25% Cu)

cerámica, así como el de hierro es similar al de bronce. La diferencia en la densidad de los materiales y la influencia de los elementos ligeros es evidente, ya que el alcance para vidrio, calcita y hueso es entre dos y tres veces mayor. Al disminuir la energía de 3 a 1 MeV el alcance pasa de entre 70 y 100 μm a 12 y 18 μm para los materiales más ligeros, mientras que para las aleaciones metálicas el cambio disminuye de entre 30 y 35 μm a 6 y 7 μm . Así, se concluye que una mayor energía garantiza una mayor penetración y un intervalo mayor de elementos excitados. Cabe señalar que para las energías típicas de análisis de 3 MeV, el alcance de los electrones de las microsondas de microscopía electrónica (EDS) es 10 veces menor al de PIXE, mientras que para fluorescencia de rayos X (XRF) la penetración de los rayos X de tubos y fuentes radioactivas típicas puede ser mayor al doble del de PIXE.

Los rayos X producidos a lo largo de la trayectoria del haz de protones desde la superficie hasta cuando se han detenido en el material son atenuados o absorbidos por el material mismo. La atenuación depende de la profundidad a la cual son producidos, de la densidad del material y es diferente para cada energía de los rayos X. En general, la atenuación de los rayos X en un material compuesto de elementos con mayor número atómico es mayor que la que se presenta con materiales conformados de elementos más ligeros [11].

Cuando uno se pregunta sobre la profundidad de un material a la que se produce el 90% de la absorción de los rayos X considerando una geometría de detección de 45° con respecto a la normal a la superficie, estaremos en posibilidad de establecer la profundidad analizada por la técnica PIXE y por otras espectroscopías basadas en rayos X (XRF, EDS), lo cual no necesariamente coincide con el alcance. Los resultados de dicho cálculo se muestran en la Figura 3 para rayos X K de elementos de interés arqueométrico como sodio (Na), silicio (Si), calcio (Ca), hierro (Fe), cobre (Cu), oro (Au - sólo en este caso Au-L α), estroncio (Sr), plata (Ag), estaño (Sn) y bario (Ba), en materiales de vidrio, calcita, hueso, hierro, bronce, plata y oro, como los descritos previamente (Figura 2).

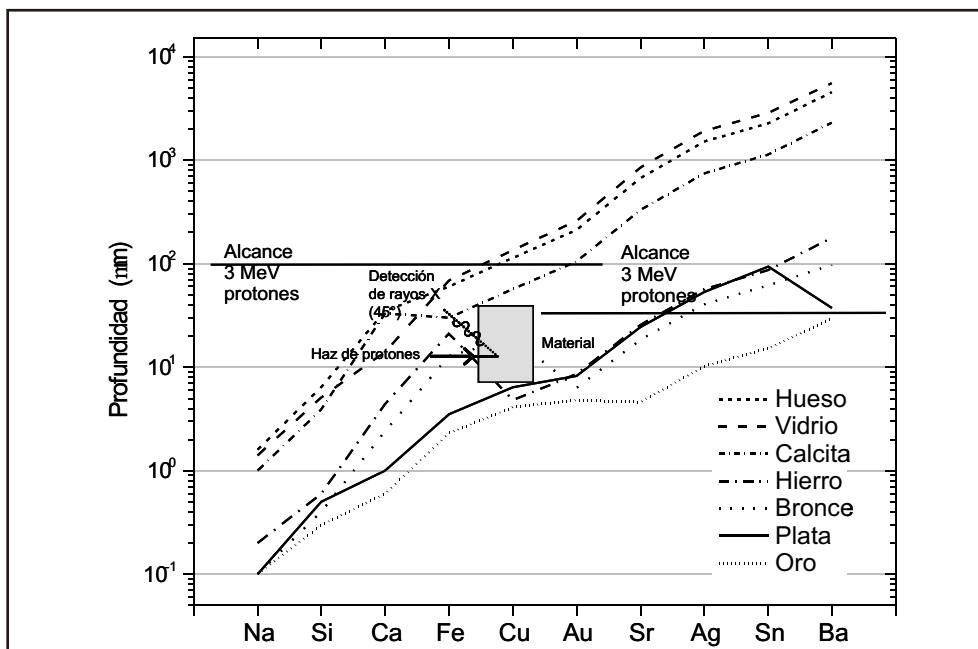


Figura 3. Profundidad a la cual se produce el 90% de la absorción de los rayos X en una geometría de detección de 45° con respecto a la normal a la superficie para Na, Si, Ca, Fe, Cu, Au, Sr, Ag, Sn y Ba, en materiales de vidrio, calcita, hueso, hierro, bronce, plata y oro. Se indica el alcance de un haz de protones de 3 MeV en dichos materiales

Se observa que conforme los elementos son más pesados, la profundidad a la cual se tiene el 90% de absorción de sus rayos X característicos aumenta. Al comparar con las absorciones de los diversos elementos en un mismo material es evidente que la información de composición no corresponde a una misma profundidad. Los rayos X de los elementos más ligeros como sodio (Na), proceden de profundidades menores a 2 μm para materiales ligeros y de menos de 0.2 μm para las aleaciones. Entre sodio y silicio (Si) existe una diferencia en la profundidad analizada de un factor mayor a 3, mientras que la diferencia entre sodio y calcio (Ca) es de un factor mayor a 10. Entre silicio y cobre (Cu) la diferencia en la profundidad es también de un factor 10, y una diferencia semejante existe entre cobre y estaño (Sn).

Entre los materiales más ligeros y los pesados existen diferencias en la profundidad que van de un factor 10 entre los elementos más ligeros (Na, Si) a casi 100 para los elementos más pesados (Sn, Ba). Esto implica que la información de la profundidad analizada a partir de rayos X de elementos más ligeros como sodio, carbón y oxígeno será muy superficial y no podrá ser representativa del objeto si el material no es homogéneo. A partir del hierro, los rayos X característicos proceden de profundidades mayores a 100 μm para los materiales ligeros, mientras que para las aleaciones metálicas esto corresponde a 10 μm . No obstante, a pesar de que los rayos X característicos de mayores energías pueden proceder de profundidades mayores a 100 μm , al comparar con los alcances de un haz de protones de MeV en cada uno los materiales se observa que para el caso de los materiales más ligeros el alcance no rebasa los 100 μm , mientras que para las aleaciones, éste no sobrepasa las 40 μm . En la Figura 3 se han señalado dichas cotas, lo cual deja claro que sólo a partir de hierro, los elementos más pesados pueden proporcionar información de una profundidad un poco menor al alcance del haz de protones en los materiales más usuales en arqueometría. Además debe considerarse que cuando se alcanzan las mayores profundidades, la energía de los protones ya es muy baja (<500 keV) y en general, la probabilidad de producir rayos X es ya muy pequeña, con lo cual su contribución es consecuentemente poco significativa al número total de rayos X emitidos. Finalmente en la Figura 3, se observa que los rayos X de calcio, hierro y cobre son notoriamente menos absorbidos en las aleaciones de bronce y hierro que en las de plata y oro. Esto es debido al efecto del frente de absorción del cobre y hierro, de energías ligeramente superiores a las de los rayos X de dichos elementos.

PERFILES DE CONCENTRACIÓN ELEMENTAL

Determinar la distribución de los elementos desde la superficie hacia el interior de los materiales es una de las cuestiones de relevancia en arqueometría, dada la natural heterogeneidad de los materiales.

RBS es particularmente útil para determinar estequiometrías de materiales sin usar materiales de referencia, establecer la distribución de la superficie hacia el interior, estudiar sistemas formados de capas de materiales, y contrastar la concentración de elementos pesados en materiales ligeros. Para fines arqueométricos, RBS resulta muy útil como técnica complementaria de PIXE para medir las concentraciones de elementos ligeros (como carbón y oxígeno) y para obtener los perfiles de concentraciones elementales, así como para verificar la homogeneidad en profundidad del material bajo estudio [3, 19-23]). Si bien para RBS los iones más utilizados para fines analíticos son las partícula alfa, o núcleos de helio, seguido de los protones. Para cuestiones de estudios no destructivo del patrimonio cultural, el haz de protones es más utilizado [11, 22, 23].

Por otra parte, PIXE puede ser utilizada para determinar la distribución de un elemento de su superficie hacia el interior, i.e. obtener el perfil de concentraciones. El método se denomina PIXE diferencial y se basa en cambiar la profundidad analizada y a partir de las consecuentes variaciones en los rayos X emitidos por el material determinar el perfil de concentraciones.

Existen varias maneras de modificar la profundidad analizada, por ejemplo cambiando la

energía del haz incidente, o el ión incidente, o bien la geometría de incidencia del haz al incrementar el ángulo de irradiación con respecto a la normal [24-25]. Usualmente se lleva al cabo el cambio en la energía de incidencia del haz de protones [26-31]. Cuando se modifica la energía, cambia el alcance, de manera que si se comienza a irradiar con una energía baja se obtiene información de una cierta profundidad (Figura 4). Al incrementarse la energía de incidencia aumenta la profundidad analizada y por lo tanto el espectro se modifica en función de la presencia, o la ausencia, o por una mayor o menor concentración de algún elemento. Así, el conjunto de intensidades de rayos X de los espectros en función de la energía contiene la información de la composición. Para resolver el sistema de ecuaciones pueden emplearse las razones de las señales de rayos X utilizando la composición de la extrema superficie y calculando los espectros PIXE esperados para una estructura de capas con composiciones diversas. Si bien este proceso puede ser complejo y está limitado por el alcance del haz de iones y las absorciones de los diversos rayos X en el material, en ocasiones basta observar como aumentan o disminuyen la intensidades de los elementos presentes para inferir de manera cualitativa la distribución de elementos en la superficie del material. Se trata de una metodología especial, en continuo desarrollo y con nuevas propuestas y alternativas, la cual puede ser utilizada para el estudio de superficies enriquecidas en algún elemento, como los dorados y plateados, objetos con estructura de capas como la pintura de caballete o escultura policroma, o con algún recubrimiento: patinas, barnices, capas de corrosión, etc..

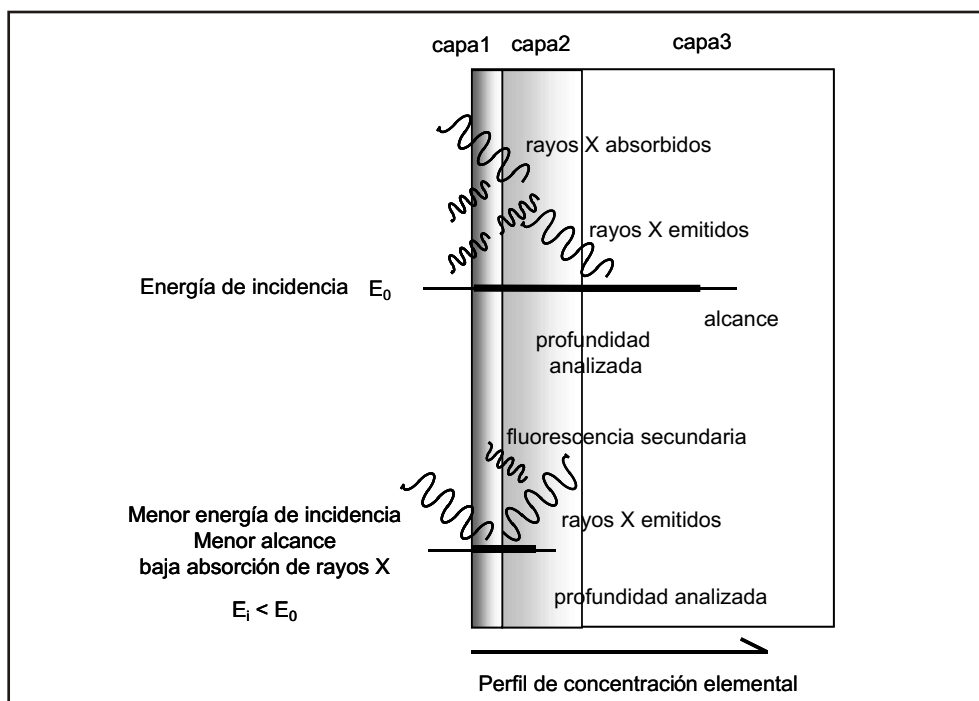


Figura 4. Esquema de la técnica de PIXE diferencial basado en el cambio de energía incidente del haz

EL SISTEMA DE HAZ EXTERNO DEL ACELERADOR PELLETRON

Para realizar un análisis mediante PIXE y RBS, la muestra u objeto bajo estudio pueden ser irradiados en una cámara al vacío o a la atmósfera con un haz externo. Los dispositivos experimentales más adecuados y con mayor potencial para estudios arqueométricos son los denominados de haz externo ya que no hay limitaciones en cuanto a la forma, tamaño, y

manejo del objeto de estudio [32]. Con los desarrollos actuales cada vez es más raro un estudio de una muestra en vacío para fines arqueométricos, pero éstos aún se realizan. Es de resaltar el hecho de que el análisis puntual (de una región de unos pocos milímetros de diámetro o de algunas decenas de micrómetros) denota el carácter no destructivo del método ya que no se requiere tomar muestra alguna del objeto y las condiciones de irradiación son tales que no se produce daño al objeto.

La Figura 5 muestra un diagrama de la milisonda del sistema de haz externo del acelerador Pelletron del Instituto de Física de la UNAM (IFUNAM). En el sistema de haz externo el haz de protones procedente de la línea de vacío del acelerador atraviesa una ventana delgada de un polímero o de un material ligero (kapton, aluminio), y se proyecta a la atmósfera. En los sistemas más desarrollados puede ser también de partículas alfa con una atmósfera local de helio [23]. El objeto bajo estudio se coloca delante del haz de manera que es irradiado en una región específica. El diámetro del haz puede medir de 250 μm hasta 4 mm en los sistemas de milisonda [7, 9]. La distancia entre la ventana de salida del haz y la superficie del sistema puede determinarse empleando un par de láseres que convergen en un punto (la región de irradiación), o un láser y una imagen de la superficie irradiada, con base en una calibración previa. Esta distancia determina la energía de incidencia del haz sobre el material y el diámetro de la región irradiada, ya que el haz es dispersado en su trayectoria por su interacción con el aire de la atmósfera y pierde parte de su energía. Con un sistema óptico de este tipo el error en la posición es mínimo y se puede garantizar que las irradiaciones se realizan siempre bajo las mismas condiciones.

En torno al objeto o muestra se ubican los detectores específicos para las diversas respuestas a la irradiación. Usualmente se cuenta con un par de detectores de rayos X, cada uno de ellos con

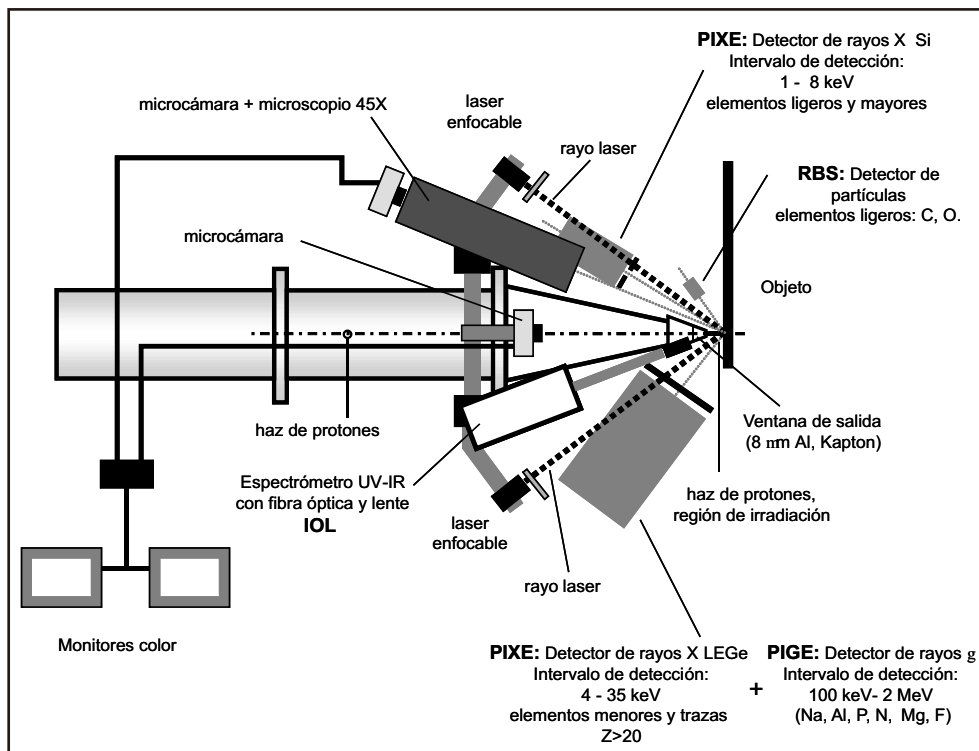


Figura 5. Diagrama de la milisonda del sistema de haz externo del acelerador Pelletron del IFUNAM

una eficiencia que ha sido optimizada para la detección de intervalos de energía de rayos X diferentes. En uno de ellos es posible captar los elementos mayoritarios ligeros de sodio a hierro mediante un flujo de gas helio que disminuye la atenuación de los rayos X en el aire, mientras que en el segundo detector se emplean absorbedores selectivos y no selectivos con el fin de atenuar a los elementos mayoritarios y captar los elementos menores, y trazas más pesados que el manganeso y hierro [7]. De esta manera en una sola irradiación se obtiene la información de la mayor parte de los elementos del material dentro de los límites de detección. Cada detector cuenta con un sistema electrónico independiente de manera que se obtienen los espectros respectivos simultáneamente. Al mismo tiempo, un tercer detector, en este caso de partículas, capta los protones dispersados para obtener el espectro RBS de los elementos ligeros.

El detector puede estar situado en un atmósfera local de helio o en una cápsula al vacío con una ventana para captar los iones dispersados. Si es necesario, un cuarto detector o el proceso de señales de rayos gamma da la posibilidad de captar otras señales características [11].

Recientemente se ha incluido un espectrómetro de luz con una fibra óptica al conjunto de detectores de manera que es factible captar simultáneamente la emisión luminiscente de los materiales, en particular de restos óseos, obsidianas, minerales, gemas y otros materiales [18].

Las Figuras 6 y 7 muestran las imágenes del sistema del haz externo del acelerador Pelletron del IFUNAM con sus diferentes partes y el proceso de irradiación de un vaso Maya.

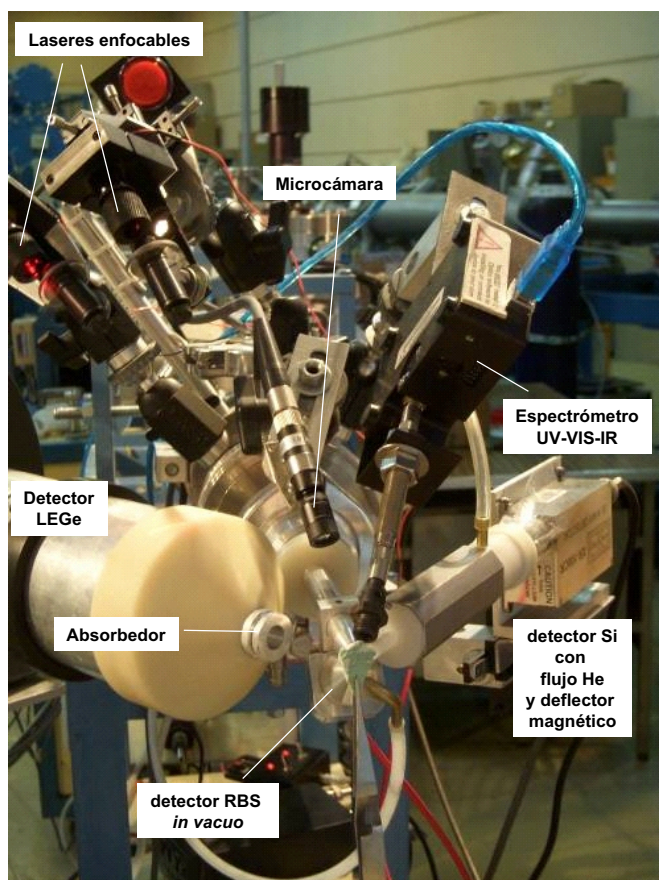


Figura 6. Imagen de la milisonda del sistema de haz externo del acelerador Pelletron del IFUNAM con sus diferentes componentes

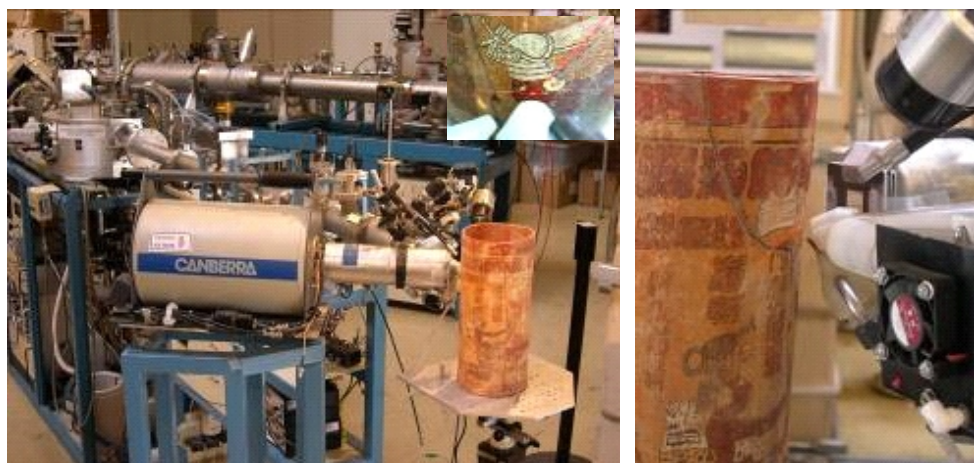


Figura 7. Irradiación de la superficie decorada de un vaso Maya con la milisonda del sistema de haz externo del acelerador Pelletron del IFUNAM

Es evidente el potencial de análisis de este sistema. En estos dispositivos se cuenta con una serie de microcámaras que permiten captar y registrar las imágenes del objeto y la región analizada durante la irradiación. Así como un microscopio de 45X para una observación detallada cuando es necesario. Esto es particularmente útil para el análisis de trazos de tintas o de pequeñas regiones.

El objeto de estudio se desplaza delante del haz mediante un soporte con movimiento XYZ manual o automático. La Figura 8 muestra los espectros que pueden obtenerse del análisis de una cerámica mediante dicho sistema con un haz de 3 MeV de protones y sus diversos detectores [33]. Es notoria la eficiencia específica y la complementariedad de cada detector de PIXE para elementos ligeros, intermedios y pesados, así como las señales de oxígeno (O) y silicio (Si) en el espectro de RBS. La señal de helio (He) es debida al flujo del detector de rayos X de elementos ligeros.

En la Figura 9 se muestra el análisis con el sistema descrito de un estofado de una pieza policromada colonial, mientras que en la Figura 10 se muestran el espectro de PIXE y RBS del dorado. En este último se observa la capa de oro, con la señal del bol de base, rica en silicio y oxígeno, sobre la cual se pegó la lámina metálica. Los espectros PIXE correspondientes muestran las señales de los elementos presentes en la aleación metálica, así como del bol, rico

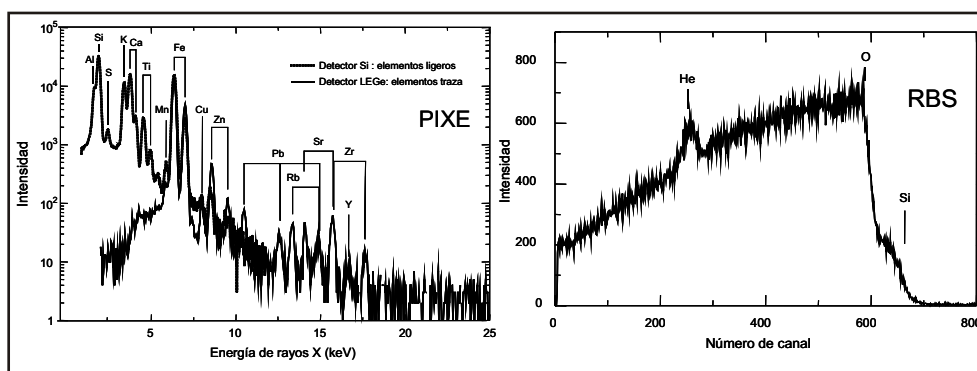


Figura 8. Espectros de PIXE y RBS de una cerámica, obtenidos con la milisonda del sistema de haz externo del acelerador Pelletron del IFUNAM. 3 MeV protones



Figura 9. Análisis una pieza estofada en regiones doradas con la milisonda del sistema de haz externo del acelerador Pelletron del IFUNAM. 3 MeV protones

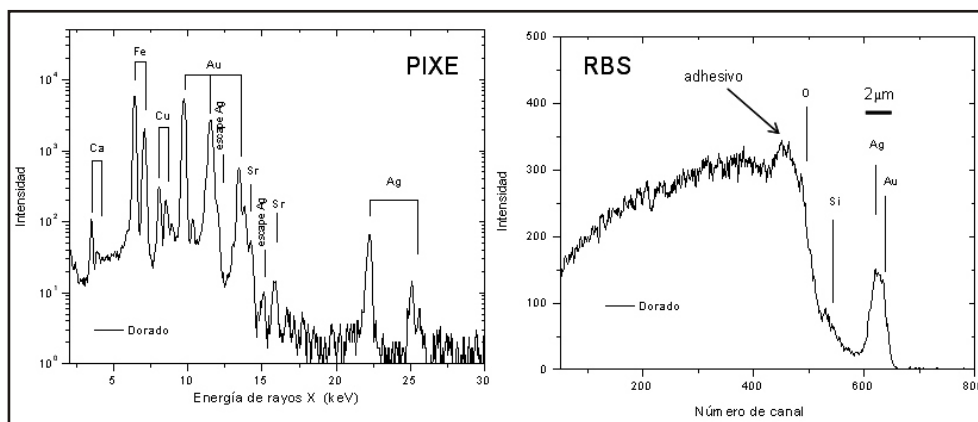


Figura 10. Espectros PIXE y RBS de una pieza estofada en regiones doradas con la milisonda del sistema de haz externo del acelerador Pelletron del IFUNAM. 3 MeV protones

en hierro. Nótese que gracias a RBS es posible distinguir y medir el espesor de la delgada lámina de decoración metálica ($2\ \mu\text{m}$ en promedio).

Finalmente la Figura 11 muestra el estudio de piedras verdes prehispánicas del Museo del Templo Mayor de Tenochtitlán. La finalidad de la investigación es identificar los minerales y la procedencia de los materiales utilizados, en particular de las piezas de jadeita. La emisión luminiscente a $570\ \text{nm}$ debida a Mn^{2+} fue solo observada para este mineral, mientras que las

serpentin y otras piedras verdes no la presentan [18]. Las emisiones que se observan a otras longitudes de onda (350nm, 700 nm) corresponden a otras impurezas en jadeita (Ce^{3+} , Ca^{2+}). En el caso de inclusiones blancas, se observaron emisiones debidas nuevamente a Mn^{2+} pero a 600nm, lo cual permite identificarlas como de calcita. Información equivalente sólo podría obtenerse con un análisis de microdifracción.

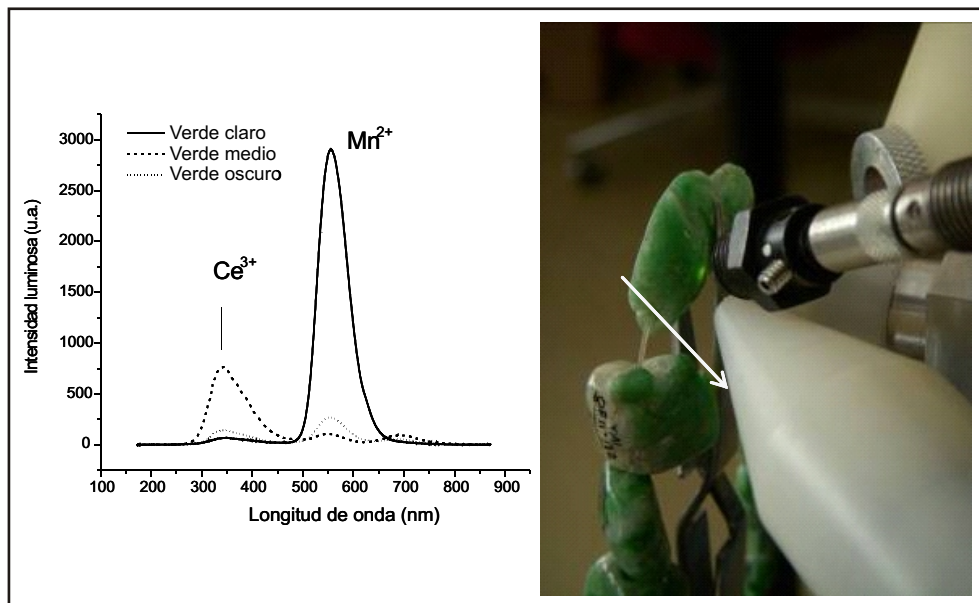


Figura 11. Espectros IOL de collar de piedras verdes Mexico, procedente de una de las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan. Se señala la emisión luminiscente verde (550 nm)

OBSERVACIONES FINALES

Existen una gran cantidad de estudios de materiales diversos por PIXE y RBS. Se presentan algunos ejemplos representativos de las investigaciones realizadas enfocadas a procedencia, uso de materiales, tecnologías, antiguas y análisis de materiales biológicos en las referencias [10-12]. Algunas investigaciones recientes sobre piezas prehispánicas de jade, artefactos metálicos de cobre dorado y plata, códices, daguerrotipos, libros antiguos, etc., realizados en México se detallan en [18, 33-45].

El uso de técnicas y aceleradores de iones tiene un enorme potencial. La combinación de PIXE y RBS, es notable y por su versatilidad, carácter no destructivo, multielemental y rapidez constituyen una herramienta poderosa cuando se cuenta con este tipo de laboratorios. IOL es una técnica novedosa que complementa significativamente a las técnicas mencionadas. Se pueden resolver una gran variedad de cuestiones sobre diversos materiales, y es factible realizar además de análisis puntuales, perfiles de concentración elementales y mapeos de composición elemental directamente sobre el objeto. Como todas las metodologías analíticas se tienen limitaciones intrínsecas a las técnicas y a los materiales estudiados, en particular para el estudio de materiales orgánicos, o bien en cuanto a la profundidad de análisis. A pesar de que se requiere del uso de equipos de alto costo de adquisición y mantenimiento, con la optimización de sus sistemas para llevar a cabo un número considerable de análisis, los costos se abatan y son semejantes a los de otras técnicas más usuales. El número grupos de investigación y de laboratorios para aplicaciones al patrimonio cultural e histórico ha crecido significativamente en la última de década. Quizás el mayor inconveniente que se presenta es el traslado del objeto de estudio al laboratorio para su análisis.

Por lo anterior, el desarrollo de metodologías de caracterización compatibles con las técnicas PIXE, RBS e IOL, estableciendo criterios de análisis general y global, empleando equipos portátiles (como XRF y espectroscopías como Raman o infrarroja) representa una alternativa metodológica *ad-hoc* para contar con información preliminar o diagnóstica y realizar un estudio exitoso con PIXE y RBS. De esta manera es posible llevar a cabo un primer estudio *in situ* de las colecciones para la elección de piezas representativas y objetos de particular interés para su estudio en el laboratorio, así como establecer estrategias óptimas de muestreo cuando sea necesario.

En toda investigación de esta naturaleza es necesaria la colaboración y de curadores, restauradores, arqueólogos, historiadores, físicos, químicos, y técnicos de diversa índole dentro de un marco de trabajo interdisciplinario.

AGRADECIMIENTOS

Los estudios de los materiales históricos y el desarrollo del haz externo del acelerador Pelletron ha sido el resultado de la colaboración de investigadores, estudiantes de licenciatura y posgrado, así como del apoyo constante de los técnicos Karim López, Francisco Jaimes, Juan Carlos Pineda y Juan Gabriel Morales. Estas investigaciones han sido apoyadas por los proyectos CONACyT J32159-U, U49839-R y PAPIIT IN403302 a lo largo de los últimos diez años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calligaro, T., J.C. Dran, H. Hamon, B. Moignard y J. Salomon [1]
1998 An external milli-beam for archaeometric applications on the AGLAE IBA facility of the Louvre museum, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 136/138, 339-343.
- Calligaro, T., J.C. Dran, E. Ioannidou, B. Moignard, L. Pichon y J. Salomon [2]
2000 Development of an external beam nuclear microprobe on the AGLAE facility of the Louvre museum, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 161/163, 328-333.
- Calligaro, T., J.C. Dran, B. Moignard, L. Pichon, J. Salomon y Ph. Walter [3]
2002 Ion beam analysis with external beams: recent set-up improvements, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 188, 135-140.
- Calligaro, T., J.C. Dran, J. Salomon y Ph. Walter [4]
2004 Review of accelerator gadgets for art and archaeology, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 226, 29-37.
- Ontalba Salamanca, C, F.J. Ager, M.D. Ynsa, B.M. Gómez Tubío, M.Á. Respaldiza, J. García López, F. Fernández-Gómez, M.L. de la Bandera y G.W. Grime [5]
2001 External microbeam set-up at the CNA (Sevilla) and its application to the study of Tartesian jewellery, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 181, 664-669.
- Grime, G.W., M.H. Abraham y M.A. Marsh [6]
2001 The new external beam facility of the Oxford scanning proton microprobe, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 181, 66-70.
- Massi, M., L. Giuntini, M. Chiari, N. Gelli y P-A. Mandò [7]
2002 The external beam microprobe facility in Florence: set-up and performance, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 190 (2002), 276.
- Enguita, O., M.T. Fernández-Jiménez, G. García, A. Climent-Font, T. Calderón, G.W. Grime [8]
2004 The new external microbeam facility at the 5 MV Tandem accelerator laboratory in Madrid: beam characterisation and first results, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 219-220, 384-388.

- Budnar, M., J. Simčič, Z. Rupnik, M. Uršič, P. Pelicon, J. Kolar y Strlič M [9]
- 2004 In-air PIXE set-up for automatic analysis of historical document inks, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 219-220, 41-47. [13] Tesmer J.R., Nastasi M. (eds.) 1995. *Handbook of Modern Ion Beam Materials Analysis*. Materials Research Society, Pittsburg.
- Ruvalcaba Sil, J.L. [10] [11] [12]
- 2005 PIXE Analysis of Pre-Hispanic Items from Ancient America en *X-rays in Archaeology* M. Uda, G. Demortier, I. Nakai coord., Springer, 2005, Dordrecht. p. 123-149. [10]
- 2008 *Las técnicas de origen nuclear: PIXE y RBS en La Ciencia y el Arte*. M.A. Egido y T. Calderón, coords. Instituto del Patrimonio Histórico Español. IPHE-CSIC, Madrid., 151-172. [11]
- 2004 *Los Aceleradores de Partículas y su Aplicaciones en Arqueología e Historia en La Experiencia Mexicana en Aceleradores de Partículas, Investigación y Beneficios en la Sociedad Mexicana*, Ma. de la Paz Ramos Lara, Coord. UNAM-Siglo XXI eds.; México. p. 181-202. [12]
- Tesmer, J.R. y M. Nastasi (eds.) [13]
- 1995 *Handbook of Modern Ion Beam Materials Analysis*. Materials Research Society, Pittsburg.
- Johansson, S.A.E., J.L. Campbell y K.G. Malmqvist [14]
- 1995 Particle-Induced X-ray Emission Spectrometry (PIXE). *Chemical Analysis: Series of monograph on analytical chemistry and its applications*, vol 133, J.D. Widefrodner series ed., John Wiley & Sons, New York.
- Calvo del Castillo, H., J.L. Ruvalcaba Sil y T. Calderón [15]
- 2007 Some new trends on Ionoluminescence in Minerals, *Journal of Analytical and Bioanalytical Chemistry* 387 (2007) 869:878.
- Respaldiza, M.A. y J. Gómez-Camacho (eds.) [16]
- 1997 *Applications of Ion Beam Analysis Techniques to Arts and Archaeometry*, Universidad de Sevilla.
- Dran, J.C., T. Calligaro y J. Salomon [17]
- 2000 Particle Induced X-ray Emission, en *Modern analytical Methods in Art and Archaeology*, E. Ciliberto and C. Spoto eds., *Chemical Analysis: Series of monograph on analytical chemistry and its applications*, vol. 155, J.D. Widefrodner series ed., John Wiley & Sons, New York, 135-166.
- Ruvalcaba Sil, J.L., L. Manzanilla, E. Melgar y R. Lozano Santa Cruz [18]
- 2008 PIXE and Ionoluminescence for Mesoamerican Jadeite Characterization, *X-ray Spectrometry* 37, 96-99
- Neelmeijer, C., W. Wagner y H.P. Schramm [19]
- 1996 Depth resolved ion beam analysis of objects of art, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 118, 338-345.
- Ruvalcaba Sil, J.L. y G. Demortier [20]
- 1996 Elemental concentration depth profile in ancient gold artifacts by ion beam scattering, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 113, 275-278.
- Demortier, G. y J.L. Ruvalcaba Sil [21]
- 2005 Quantitative ion beam analysis of complex gold-based artefacts, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 239, 1-15.
- Morelle, M., Y. El Masri, Ch. Heitz, R. Prieels, J. Van Mol, J.C. Dran, J. Salomon, T. Calligaro, M. Dubus [22]
- 2005 PIXE and RBS applied to cultural heritage objects: Complementarity and limitations, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 240, 600-605.

- Röhrs, S., T. Calligaro, F. Mathis, I. Ortega-Feliu, J. Salomon y P. Walter [23]
2006 Exploring advantages of ⁴He-PIXE analysis for layered objects in cultural heritage, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 249, 604-607.
- Weber, G., L. Martinot, D. Strivay, H.P. Garnir y P. George [24]
2005 Application of PIXE and PIGE under variable ion beam incident angle to several fields of archaeometry, X-Ray Spectrometry 34: 297300.
- Miranda, J., J. Rickards y R. Trejo-Luna [25]
2006 PIXE depth profiling using variation of detection angle Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 249, 394-396.
- Demortier G. y J.L. Ruvalcaba Sil [26]
1996 Differential PIXE analyses of Mesoamerican Jewelry Items. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 118, 352-358.
- Neelmeijer, C., I. Brissaud, T. Calligaro, G. Demortier, A. Hautojärvi, M. Mäder, L. Martinot, M. Schreiner, T. Tuurnala y G. Weber [27]
2000 Paintingsa Challenge for XRF and PIXE Analysis, X-Ray Spectrometry 29, 101110.
- Enguita, O., A. Climent-Font, G. García, I. Montero, M.E. Fedi, M. Chiari y F. Lucarelli [28]
2002 Characterization of metal threads using differential PIXE analysis. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 189, 328-333.
- Fedi, M. E., M. Chiari, L. Giuntini, F. Lucarelli, P.A. Mandò [29]
2002 The differential PIXE set-up at the Van de Graaff laboratory in Florence, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 189, 56-61.
- Grassi, N., A. Migliori, P.A. Mandò y H. Calvo del Castillo [30]
2005 Differential PIXE measurements for the stratigraphic analysis of the painting "Madonna dei fusi" by Leonardo da Vinci, X-Ray Spectrometry 34, 4, 306-309.
- Neelmeijer, C. y M. Mäder [31]
2002 The merits of particle induced X-ray emission in revealing painting techniques, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 189, 293-302.
- Mandò, P.A. [32]
2005 Nuclear physics and archaeometry, Nuclear Physics A 75 393c-408c.
- Güereca, G. y J.L. Ruvalcaba Sil [33]
2005 Improvements on Calcium Rich Materials Analysis by External Beam PIXE using Selective Absorbers, X-ray Spectrometry 34, 366-371.
- Ortiz Díaz, E., L. Lazos, J.L. Ruvalcaba y L. Bucio [34]
2004 Proyecto La Cerámica Prehispánica de Oaxaca: Un Enfoque Interdisciplinario en Libro Homenaje a Jaime Litvak, A. Benavides, L. Manzanilla y L. Mirabell, Coords., INAH, Colección Científica No. 458, México. p. 273-285.
- Martínez, C., J.L. Ruvalcaba, M.A. Ontalba y L. Manzanilla [35]
2002 Caracterización mediante Haces de Partículas: Estudios Interdisciplinarios de Pintura Mural Teotihuacana. XXIV Coloquio Internacional de Historia del Arte: Arte y Ciencia P. Krieger Ed. , Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM. 239-263.
- Monroy, F., P. Fournier, Z. Smit, J. Miranda, J.L. Ruvalcaba y J. de la Torre [36]
2005 Técnicas de manufactura de vidriados en mayólicas coloniales en Arqueometría, Técnicas Nucleares y Convencionales Aplicadas a la Investigación Arqueológica, R. Esparza y E. Cárdenas eds., El Colegio de Michoacán A.C., Zamora, 55-72.
- Calvo del Castillo, H., J.L. Ruvalcaba, T. Calderón, M.F. Salinas Nolasco, L.M. Mejía y K. Perdigón [37]
2008 Characterisation of an enamelled metallic object found in Guerrero Negro (Baja California) by PIXE and RBS techniques. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 266, 2311-2315.

- Contreras, J., J.L. Ruvalcaba Sil y J. Arenas Alatorre [38]
2007 Non destructive study of gilded copper artifacts from the Chichen-Itza Cenote. Particle Induced X-rays Emission and its Analytical Applications, PIXE 2007. Puebla, Mexico. UNAM. En CD. ISBN 978-970.32-5115-5
- Couoh, L., J.L. Ruvalcaba Sil [39]
2007 Proton beam characterisation of Bone remains from the Middle Mesoamerican Formative, Particle Induced X-rays Emission and its Analytical Applications, PIXE 2007 Puebla, Mexico. UNAM. En CD. ISBN 978-970.32-5115-5.
- Ruvalcaba Sil, J.L., S. Zetina, H. Calvo del Castillo, E. Arroyo, E. Hernández, M. Van der Meeren y L. Sotelo [40]
2008 The Grolier Codex: A Non Destructive Study of a Possible Maya Document using PIXE and RBS, Materials Issues in Art and Archaeology VIII, Materials Research Society Vol. 1047, Boston, USA. 299-306.
- Torres Montes, L., J.L. Ruvalcaba, D. Mendoza Anaya, M.Á Muñoz Collazo, F. Franco Velázquez y F. Sandoval Pérez [41]
2008 The reduction welding technique used in pre-Columbian time: Evidences from a silver ring from Incallajta, Bolivia, studied by microscopy, SEM-EDX and PIXE, Materials Issues in Art and Archaeology VIII, Materials Research Society Vol. 1047, Boston, USA. 205-216.
- Ruvalcaba Sil, J.L., L. Bucio, M.E. Marín y A. Velázquez [42]
2005 Estudio por XRD y haces de iones de teselas de un disco de turquesas del Templo Mayor de Tenochtitlán en La Ciencia de Materiales y su Impacto en la Arqueología. Vol II, Academia Mexicana de Ciencia de Materiales A.C., D. Mendoza, J. Arenas y V. Rodríguez coord., Ed. Lagares, México, p. 95-111
- Ortiz-Díaz, E. y J.L. Ruvalcaba Sil [43]
2007 An historical approach to a gold pendant: The study of different metallurgic techniques in ancient Oaxaca, Mexico, during the late postclassic period, 2nd International Conference on Archaeometallurgy in Europe, Associazione Italiana di Metallurgia, Milán. En CD. ISBN 88-85298-61-3.
- Torner Morales, L., J.L. Ruvalcaba Sil y C. González Tirado [44]
2006 FRX portátil y PIXE como Técnicas Complementarias para el Análisis de Libros Antiguos: Estudio de Guardas y Cantos Decorados, en La Ciencia de Materiales y su Impacto en la Arqueología, vol. III, Academia Mexicana de Ciencia de Materiales A.C., D. Mendoza, J. Arenas, V. Rodríguez y J.L. Ruvalcaba Sil coord., Ed. Lagares, México. p. 91-103.
- De la Torre Saucedo, A. y J.L. Ruvalcaba Sil [45]
2008 Non destructive study of daguerrotypes by simultaneous PIXE-RBS, en La Ciencia de Materiales y su Impacto en la Arqueología. Vol IV, Academia Mexicana de Ciencia de Materiales A.C., J. Arenas D. Mendoza, J.L. Ruvalcaba y V. Rodríguez coord., Ed. Lagares, México, p. 141-146.



ANÁLISIS DE IONOLUMINISCENCIA (IOL) PARA LA DETECCIÓN DE IONES EXÓGENOS EN RESTOS ÓSEOS ANTIGUOS Y SU RELACIÓN CON LA FASE ORGÁNICA

Lourdes Couoh H.¹, José Luis Ruvalcaba Sil²

1 Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México. loucouoh@gmail.com

2 Instituto de Física, UNAM, México. sil@fisica.unam.mx

RESUMEN

El hueso, aparte de ser una forma especializada de tejido conjuntivo, es el constituyente principal del esqueleto y resulta ser un material muy valioso cuando se estudia con interés arqueológico, debido a que puede proporcionar información sobre poblaciones ya desaparecidas.

El material óseo al ser depositado en un medio ambiente determinado reacciona y experimenta cambios a nivel físico y químico, tanto en sus componentes orgánicos como en los inorgánicos. Este proceso dinámico es lo que se conoce como diagénesis. Se considera que esta última es de origen multifactorial porque la acción de los elementos que determinan el nivel de conservación del hueso contribuye de manera conjunta y simultánea al estado final del mismo.

El inicio de la degradación colagénica comienza con la descomposición provocada por distintos organismos presentes en el contexto de entierro, los cuales son capaces de secretar distintas collagenasas y peptidasas dirigidas específicamente a la destrucción proteínica. Se debe considerar que cuando el colágeno sobrevive se debe a la asociación íntima que guarda con la fase mineral. Las alteraciones de esta última son determinadas en parte por la magnitud de disolución de la apatita del hueso, que puede ser causada por la acción del agua presente en el sedimento. Aunado a esto, una de las afectaciones importantes de la apatita que se puede usar como indicador de cambio diagenético es la inclusión de iones exógenos, debido a que la superficie mineral ósea es altamente reactiva, lo que la convierte en un buen absorbente de diferentes especies iónicas. Es por eso que los elementos presentes en la matriz de suelo pueden incorporarse a los huesos enterrados, observándose, por ejemplo, un incremento de flúor, carbonatos o elementos más pesados, con respecto a los que se muestran en huesos modernos. Esto puede relacionarse con el aumento de la cristalinidad que sufre el hueso arqueológico con respecto al hueso fresco. Como ya se mencionó la incorporación de iones exógenos afectará la estructura mineral y el tamaño de los cristales propios del hueso. Éstos pueden ser absorbidos por la superficie de la apatita o pueden ser intercambiados por iones de esta última. Lo que tendrá una repercusión directa en la conservación de la materia orgánica.

Tanto la caracterización de los iones exógenos como el conocimiento del nivel de incorporación que tienen sobre la estructura ósea, permitirán saber el tipo de degradación que ocasionan en la fase orgánica. Al mismo tiempo, esto permitirá tener un control más amplio respecto a las diferentes técnicas de fechamiento que se sirven del análisis proteínico remanente, como es el caso de la Retrodispersión Elástica de Partículas (RBS) [1] y la Calorimetría de Barrido Diferencial (DSC).

En esta investigación se analizan muestras óseas con distinto estado de conservación y con diferente antigüedad por medio de Ionoluminiscencia (IOL), que es una técnica no destructiva altamente sensible para identificar elementos incorporados a la matriz ósea a partir del espectro luminoso inducido por la irradiación con iones [2]. De manera complementaria y para establecer un estado de conservación más completo del hueso, se hizo uso de DSC y RBS para ver el contenido orgánico, así como de Difracción de Rayos X (DRX) para la fracción mineral.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se analizaron seis muestras de hueso humano con distinta cronología, procedencia y estado de conservación (Tabla 1).

Para los análisis por IOL y RBS se realizó un corte transversal de la porción media de cada hueso con la finalidad de hacer un análisis puntual en las regiones del periostio, centro y endostio. El corte se hizo con un disco de diamante adaptado a una herramienta rotatoria de alta velocidad (Dremel). El tamaño aproximado de cada muestra fue de 10 x 5 mm.

RBS es una técnica muy útil para medir las concentraciones de elementos ligeros, como el N y para verificar la homogeneidad en profundidad del material bajo estudio. El dispositivo experimental estuvo de acuerdo con el sistema descrito en [1,3]. Los experimentos se realizaron con el acelerador Pelletron del Instituto de Física de la UNAM. Se utilizó un haz de protones de 1.5 mm de diámetro de 4 MeV en vacío.

Por otra parte, el estudio por IOL sólo se llevo a cabo de manera puntual en la región centro de cada muestra. Se utilizó un dispositivo experimental de espectrómetro de fibra óptica y se irradió con un haz de protones tal y como se describe en la referencia [2].

Los análisis de DSC se realizaron en el equipo Netzsch STA 449 C Júpiter, en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Cada muestra ósea se pulverizó en un mortero de ágata. Posteriormente se colocó en el analizador térmico, aproximadamente, la cantidad de 20 mg. (±1) en un crisol de Platino-Rodio mientras que en el otro crisol se colocó la referencia (Alúmina). Con una atmósfera de aire dinámica y una rampa de calentamiento desde 10°C/min. desde temperatura ambiente hasta 1050°C. Para determinar el valor de entalpía (ΔH) se siguió el método que se utiliza en la referencia [4].

El análisis cualitativo y semicuantitativo de la fase mineral se realizó con un Difractómetro de Rayos X con geometría Bragg-Brentano (Bruker D8 Advance) en el Instituto de Física de la UNAM. Las muestras se molieron mecánicamente con un mortero de ágata para obtener un material policristalino y se colocaron en un portamuestra. Los especímenes se registraron en el intervalo angular 2θ desde 3° hasta 110° en un modo de barrido por etapas con un tamaño de paso de 0.05°C. Se utilizó una radiación monocromática de CuKα (λ = 1.5416 Å). El voltaje del tubo de rayos X fue de 40 Kv y la corriente de 30 mA. Para el análisis cualitativo de fases se utilizó el archivo de datos ICDD (International Centre of Diffraction Data). El patrón de referencia que corresponde a la hidroxiapatita de los restos óseos estudiados se encuentra registrada en la tarjeta 9-432 del archivo de datos de difracción de rayos X mientras que para la calcita corresponde la tarjeta 5-586.

Muestra	Hueso	Cronología (a.a.p)	Procedencia
M1	húmero	Contemporáneo (14)	Fac. Medicina. Depto. de Anatomía.
M2	peroné	Colonial (215)	Iglesia de la Soledad, D.F. 1980 Conjunto XIII Unidad 5-B
M3	radio	Colonial-contacto (454 ±23)	Los Olmos, Hidalgo, PGH W46 S11
M4	costilla	Posclásico Tardío (585±99)	SER Tlatelolco Pozo 23 Brocal. Ent.1 Ind. 3
M5	fémur	Clásico (1607±100)	El Cajón, Nayarit. Sitio: La Playa Tumba 19
M6	radio	Formativo Medio (2800±400)	Tixtla, Guerrero. Cala 4 Cepa N°1 Ent. Secundario No. 2.

Tabla 1. Restos óseos analizados en este estudio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados por IOL en general, se observan tres bandas centradas en 495 nm, 580 nm y 610 nm; con base en estudios previos es probable que la primera resulte de la activación de la materia orgánica, las dos restantes resultan de la activación luminiscente de los iones de Mn^{2+} en HAp y en $CaCO_3$ respectivamente [5-7].

Por otra parte, con excepción de M5 todos los termogramas resultantes de los experimentos con DSC presentan un pico endotérmico entre 40° y 120°C que corresponde a la pérdida de agua. Posteriormente se observa un pico exotérmico con una T_{max} a 350°C con un hombro a 440°C. Este proceso exotérmico inicia a los 230°C y finaliza completamente a los 550°C y corresponde a la degradación y combustión del colágeno, esto quiere decir que se da paso a la ruptura de moléculas en fragmentos más pequeños así como a su combustión total. El valor de T_{max} se emplea para caracterizar la estabilidad térmica del material analizado y corresponde al valor máximo de intensidad de flujo de calor de todo el proceso exotérmico. A partir del área bajo la curva de la señal exotérmica entre 230 y 550°C se obtuvo el valor de entalpía (ΔH) de la combustión del colágeno de todas las muestras analizadas.

En lo tocante a DRX (Figura 1) se encontró como fase mayoritaria a la hidroxiapatita $Ca_5(PO_4)_3OH$ y se detectó la presencia de carbonato de calcio en forma de calcita ($CaCO_3$) sólo en M6. Lo que indica un tipo de alteración en la matriz ósea, por ello se efectuó un análisis semicuantitativo considerando la intensidad de reflexión de cada fase. En el caso de la apatita (HAP) las reflexiones se sitúan en 25.5° y entre 31° y 34° 2 θ (Theta). Para este estudio se utilizó la que corresponde al 33%, es decir, la reflexión 0 0 2, que se ubica en 25.5° con respecto a la señal más fuerte de esta fase. La razón por la que no se utilizó la correspondiente al 100% fue porque las reflexiones están muy juntas y resulta difícil medir el área bajo la curva. En cuanto a la calcita, situada en 29.39° 2 θ , se utilizó la intensidad de reflexión 1 0 4 que corresponde al 100%.

En hueso seco actual, con una proporción de colágeno del 30% en peso, el cálculo teórico del cociente N/Ca es de 0.6, considerando la fórmula $C_4H_{5.7}O_{1.3}NS_{0.05}$. En cuatro de las seis muestras analizadas se pudo medir dicha razón por RBS. Los resultados de todos los experimentos se muestran en la Tabla 2.

La presencia de Mn en estos restos óseos resulta del proceso diagenético, que ocurre durante el tiempo en que el hueso permanece enterrado en una matriz de suelo específica, ya que no es incorporado en el tejido óseo durante la vida del sujeto por una cuestión biológica. Lo que se obtuvo por IOL indica que el Mn principalmente se presenta en forma de iones de Mn^{2+} . Por lo tanto, es muy probable que la mayor parte de dicho elemento se encuentre incorporado dentro del tejido mineral óseo debido a un proceso de intercambio iónico entre $Ca^{2+} \leftrightarrow Mn^{2+}$ [5-6].

La M1 por tratarse de un hueso contemporáneo, sin haber sido enterrado, se considera como un parámetro de buen estado de conservación ósea. El espectro de IOL que presenta está orientado a la banda correspondiente a la materia orgánica y no se detecta ningún componente adicional, lo que resulta lógico porque esta muestra no tuvo interacción con alguna matriz de suelo. Este resultado corresponde con el de DSC, el cual muestra el mayor valor de entalpía, es decir, tiene alto contenido colagénico. En este mismo sentido el cálculo de la razón N/Ca arrojado por RBS presenta una cantidad de 0.42, valor cercano al que se estima de manera teórica en hueso seco actual (0.6). Asimismo, se observó que el N se concentra mejor en la parte central de la muestra.

En cuanto al análisis de la porción mineral, M1 presenta el menor índice de cristalinidad (IC) de entre todas las demás muestras y no se observa otra fase cristalina aparte de la HAp. Un alto IC se puede considerar como una alteración importante para la interpretación de otros procesos diagenéticos. El caso extremo en el sentido opuesto es la M5, en la que es muy probable que los iones exógenos hayan contribuido de manera dinámica al aumento de

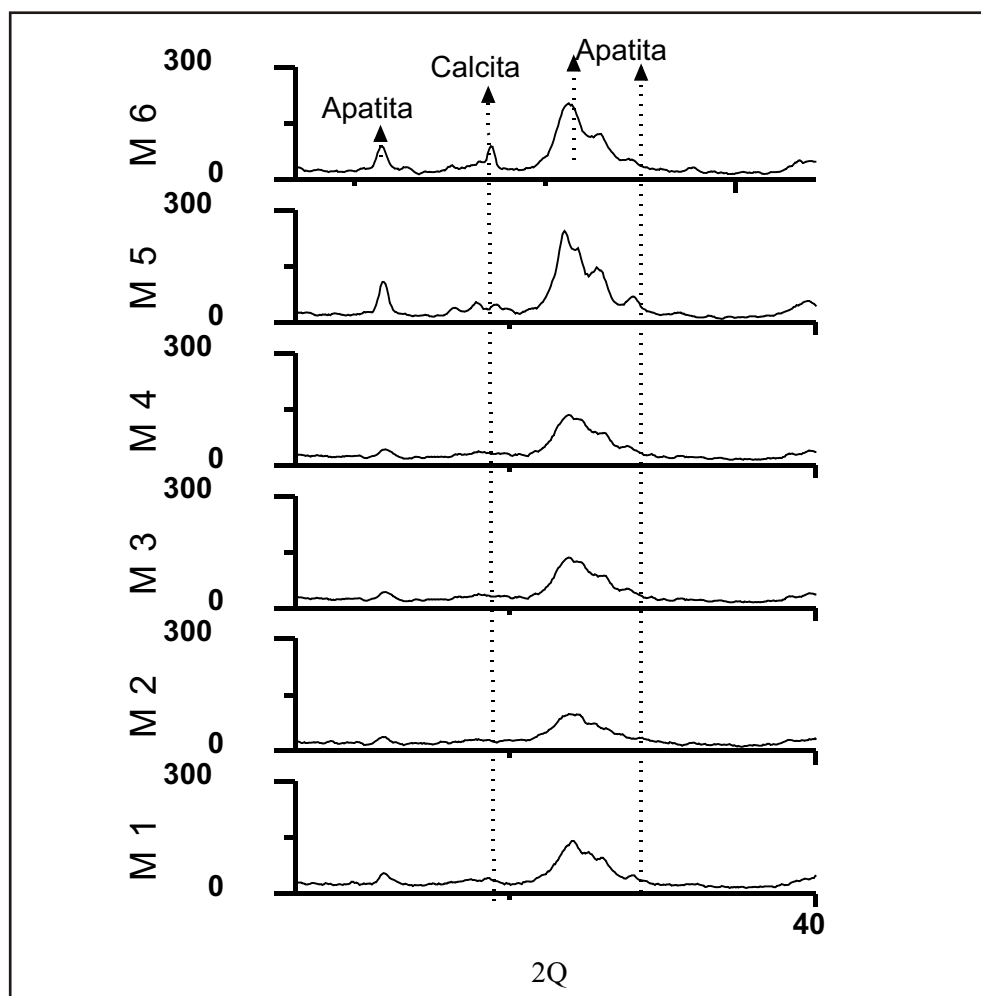


Figura 1. Difractogramas de los restos óseos analizados. Se señalan las reflexiones más intensas de la hidroxiapatita y de calcita

cristalinidad, de tal forma que su incorporación se haya dado en un nivel más profundo dentro de la estructura mineral, lo que tuvo como consecuencia una pérdida total de la fase orgánica. Esto queda claramente ilustrado por los resultados de todas las técnicas: presenta el nivel más alto de IC, la señal más intensa de Mn: HAp, así como la nula detección de material orgánico por medio de IOL, DSC y RBS, (Figuras 2, 3 y 4).

El resto de las muestras presenta luminiscencia con diferentes intensidades en 496 nm que es específica del material orgánico, la intensidad de estas señales concuerdan con las cantidades de N y con los valores de entalpía (Figura 2).

En el caso de M2 y M4 se observa una notable intensidad en la banda de 630nm (Mn:CaCO₃) ver Figura 2-, lo interesante es que en el análisis por DRX estas muestras no presentan la fase cristalina del carbonato de calcio. Por el contrario M6 es la única en que se observa por DRX la fase cristalina de CaCO₃; sin embargo, en el espectro de IOL se muestra una ligera activación luminiscente de este componente. De esto deducimos que es muy probable que como IOL fue un análisis puntual en la parte central del hueso, la incorporación de CaCO₃ no

Muestra	IOL		RBS	DSC	DRX		
	Banda (nm)/ Emisor	Intensidad (u.a.)	N/Ca	Entalpía ΔH (J/g)	Área HAp	Área Calcita	IC
M1	496 Orgánico	7	0.40 per 0.42 cen 0.38 end	-1915.7	50.12	-	0.36
M2	496 Orgánico	8	0.31 per 0.30 cen 0.33 end	-1596.9	35.54	-	0.93
	630 Mn:CaCO ₃	16					
M3	580 Mn:HAp	8	0.36 per 0.26 cen 0.24 end	-1534.3	54.45	-	1.7
	630 Mn:CaCO ₃	6.5					
M4	630 Mn:CaCO ₃	17.5	0.29 per 0.18 end	-1356.2	55.18	-	2.43
M5	580 Mn:HAp	170	-	-	124.24	-	2.98
M6	496 Orgánico	2.5	-	- 492	88.81	16.39	2.82
	630 Mn:CaCO ₃	3.5					

Nota: per:periostio, end: endostio, cen:zona intermedia

Tabla 2. Resultados generales de los análisis por IOL, RBS, DSC y DRX

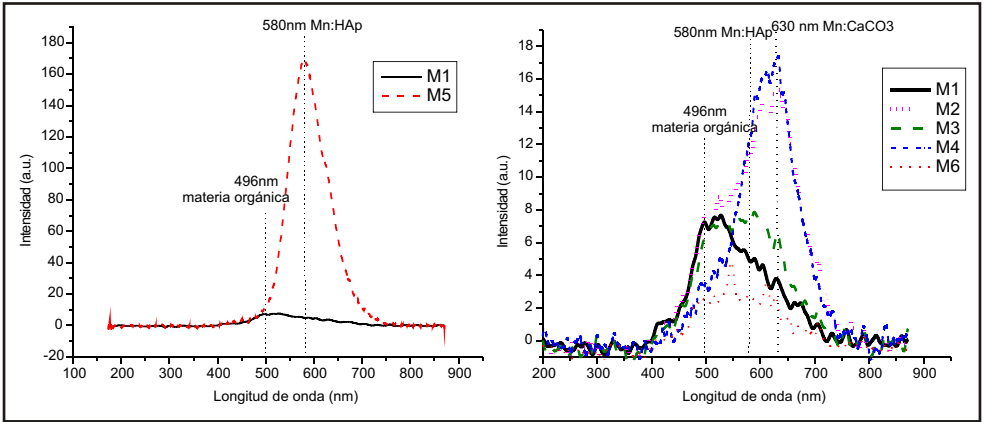


Figura 2. Espectros de Ionoluminiscencia de los restos óseos analizados. Se señalan las emisiones más intensas del Mn en hidroxiapatita (580 nm), de Mn en calcita (630 nm) y de la materia orgánica en hueso (496 nm)

se encuentre a nivel superficial del entramado mineral, lo que no se podría especificar con DRX ya que la muestra se homogeneizó para su análisis. De ahí que IOL se considere una técnica muy sensible ya que permite una evaluación en diferentes zonas y por lo tanto establecer la distribución de carbonatos y otros minerales [2,5].

Tanto los valores de entalpía (ΔH) Figura 3- como de la razón N/Ca -Figura 4- presentan un decaimiento exponencial de acuerdo con su cronología. Por lo que estas muestras pueden ser agregadas a las curvas de calibración establecidas para realizar fechamiento relativo [3-4,8]. En cuanto a la presencia de N en las regiones analizadas (periostio, centro y endostio) no se

encontró un patrón de mayor de concentración, debido probablemente a los diferentes estados de conservación y bajos contenidos de N, con excepción de M1 que si presenta una mayor concentración en el centro del hueso, menos deteriorado al estar menos expuesto.

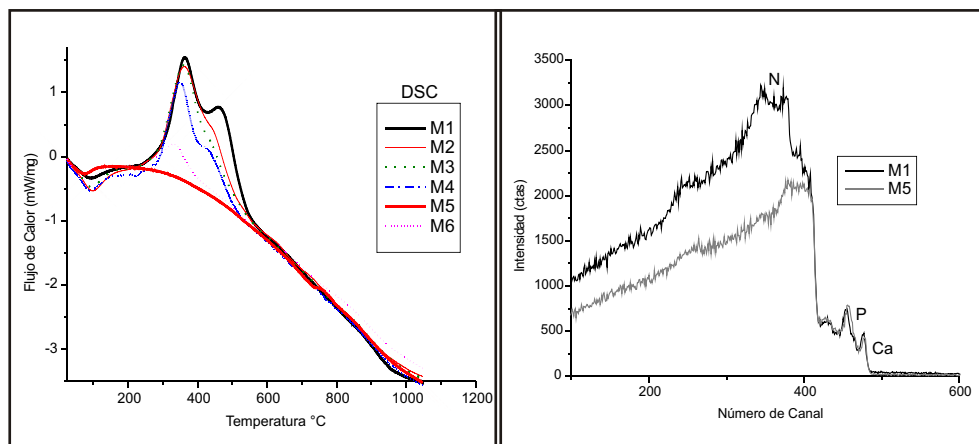


Figura 3. Resultados de los análisis de DSC de las muestras analizadas

Figura 4. Resultados de los análisis de RBS de los restos óseos analizados

CONCLUSIONES

El contar con dos muestras extremas de buen y mal estado de conservación (M1 y M5, respectivamente), permite tener un parámetro de comparación para establecer el potencial de las técnicas. La metodología empleada resultó adecuada para la caracterización de los restos óseos. Los resultados obtenidos por las diversas técnicas son congruentes y complementarios.

Por otro lado, se comprueba entonces que IOL es una técnica sensible que permite registrar la incorporación de elementos ajenos a la matriz ósea de manera puntual, lo que sólo sería posible por medio de micro difracción de RX. Aunado a lo anterior, se demostró que la presencia de calcita detectada por DRX podría encontrarse en un nivel superficial del entramado óseo al no corresponder con lo obtenido en el espectro de IOL.

Es importante seguir realizando estudios por técnicas complementarias, incluyendo PIXE [3] para poder determinar el papel que tienen los iones exógenos en la fase orgánica, así como la identificación de elementos activadores e inhibidores de los procesos luminiscentes pues la intensidad de esta señal, si bien es proporcional a la cantidad de la fases observadas puede ser inhibida por la presencia de otros elementos como Fe^{2+} .

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido apoyada por el proyecto Conacyt SEP-2004-C01-47652, y parcialmente por el proyecto Conacyt U49839-R. Los análisis por IOL y RBS se realizaron con apoyo de Karim López y Francisco Jaimes. Se agradece el apoyo del M. en C. José Ocotlán y Hugo Sánchez por los análisis de DSC y del M. en C. Manuel Aguilar por los estudios de XRD, así como al Dr. Lauro Bucio del IFUNAM por la discusión de los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ruvalcaba Sil, J.L. [1]

2008 " Las técnicas de origen nuclear: PIXE y RBS " en *La Ciencia y el Arte*, M.A. Egidio y T. Calderón, coords. Instituto del Patrimonio Histórico Español, . IPHE-CSIC, Madrid. p. 151-172.

- Calvo del Castillo, H., J.L. Ruvalcaba y T. Calderón [2]
 2007 *Journal of Analytical and Bioanalytical Chemistry* 387 869:878.
- Couoh L. y J.L. Ruvalcaba Sil [3]
 2007 *Proton beam characterisation of Bone remains from the Middle Mesoamerican Formative*, Particle Induced X-rays Emission and its Analytical Applications, PIXE, Puebla, Mexico. UNAM. Nov. 2007. Proceedings en CD. ISBN 978-970.32-5115-5.
- Lozano, L.F. [4]
 2002 *Estudio calorimétrico de colágena tipo I presente en hueso y su aplicación como técnica de análisis de restos óseos de interés arqueológico y paleontológico*, Tesis de Biología, Fac. Ciencias UNAM, México.
- Calvo del Castillo, H., J.L. Ruvalcaba Sil, M.A. Álvarez, P. Beneitez, M.A. Millán y T. Calderón [5]
 2006 *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 249 217-220.
- Spermann, D., St. Jankuhn, J. Vogty T. Butz [6]
 2000 *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 161-163 867-871.
- Bettiol A.A., C. Yang, G.P. Hawkes, D.N. Jamieson, K.G. Malmqvist y R. W. Day [7]
 1999 *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 158 299-305.
- Jang, H. [8]
 2000 *Residual aplicado en 7 sitios arqueológicos de la Cuenca de México (Establecimiento de la curva de calibración para el fechamiento por colágeno residual en la Cuenca de México)*, Tesis de Posgrado de Estudios Mesoamericanos, Fac. de Filosofía y Letras UNAM, México.



CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE CONJUNTOS CERÁMICOS. SITIO LOS VISCOS (BELÉN, CATAMARCA)

Puente Verónica

CONICET. PROHAL-UBA - vpuente78@yahoo.com.ar

RESUMEN

En el marco de las investigaciones sobre estilos tecnológicos y contextos de producción alfarera en el valle del Bolsón (26° 52' a 27° Latitud Sur; 66° 41' a 66° 49' de Longitud Oeste, Dpto. de Belén, Catamarca), se presentan los resultados obtenidos en la caracterización tecnológica del conjunto cerámico recuperado en el sitio arqueológico Los Viscos. Un alero de grandes dimensiones (380 m² de buen reparo), que presenta un rango temporal de ocupación que va de 350 A.C a 1360 D.C (Korstanje, 2005). Los resultados obtenidos hasta el momento, a través de distintas líneas de evidencia, plantean que el sitio posiblemente habría estado vinculado a actividades de tránsito y movilidad interregional (Korstanje y Wurschmidt, 1999).

El conjunto cerámico recuperado se compone de 150 fragmentos¹ obtenidos a través de recolección superficial y excavación estratigráfica. La caracterización tecnológica fue abordada en dos etapas de análisis. La primera de ellas, consistió en realizar un análisis macroscópico de las pastas cerámicas a través de lupa binocular de hasta 40x. Esta etapa permitió identificar que los fragmentos analizados presentaban variabilidad en las técnicas de manufactura. Esta diversidad puede responder a distintos factores: cronológicos, de procedencia, funcionales y/o ser producto de estilos tecnológicos diferenciados.

Teniendo en cuenta estos resultados, se seleccionaron fragmentos para ser analizados petrográficamente, con el fin de determinar la mineralogía del material antiplástico y las características texturales de la pasta. Esta herramienta analítica es implementada con el propósito de obtener un acercamiento más preciso sobre las técnicas de manufactura implementadas, y determinar si estas diferencias se vinculan con aspectos mineralógicos. Al mismo tiempo, la comparación con las características geológicas locales permitió realizar un acercamiento preliminar sobre la procedencia de los bienes cerámicos.

ABORDANDO LA CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA

En primer lugar, considerando las características de tratamientos de superficie, color y técnicas utilizadas para plasmar los diseños, el material recuperado fue clasificado en 4 conjuntos: gris pulido, pintado, alisado (fino y rugoso) y peinado. Cada uno de ellos constituye agrupamientos generales que presentan a su vez variabilidad interna.

Grupo alisado (43,84%): se diferencian 2 subgrupos principales.

a) *alisado rugoso* (40,41%): fragmentos que presentan, principalmente en la superficie externa, un tratamiento de superficie alisado de aspecto rugoso, donde puede palparse el material antiplástico presente en la pasta. Si bien, este último aspecto puede haberse incrementado debido a procesos postdeposicionales o por el uso que tuvo la pieza en el pasado, no hay evidencias de que estos fragmentos hayan recibido un tratamiento destinado a dejar la superficie de la pieza lisa y sin irregularidades. En algunos casos, la superficie interna presenta un tratamiento más parejo. El 51,56% de los fragmentos de este grupo presentan hollín en la superficie externa.

b) *alisado fino* (3,42%): fragmentos que presentan, en ambas superficies, un tratamiento de superficie alisado, en el que no se observan marcas o rugosidades dejadas por la herramienta utilizada. Los tiestos que integran este conjunto no presentan restos de hollín.

Grupo peinado (4,79%): fragmentos que presentan marcas incisas, generalmente en ambas

¹ El total representa la muestra contabilizada luego de las tareas de remontaje.

superficies, producto de la herramienta con la que se realizó el acabado superficial. Al tacto y a simple vista se observa el material antiplástico presente en la pasta. El 50 % de los fragmentos presentan hollín en su superficie externa.

Grupo gris pulido (36,30%): se incluyen fragmentos de color gris claro u oscuro, que presentan la superficie externa pulida, como así también, fragmentos en los que se combina el pulido con representaciones plásticas, realizadas por medio de incisiones. A partir de las tareas de remontaje se reconstruyeron segmentos de vasijas que combinan ambos tipos de fragmentos. Algunos ejemplares, presentan la superficie interna alisada y otros pulida. Considerando las características morfológicas, los motivos representados y las técnicas de representación, se identificaron 4 pucos de estilo Aguada y una pieza con representaciones similares al estilo Las Mercedes.

Grupo pintado (15,07%): fragmentos que en alguna de sus superficies se plasmaron representaciones plásticas mediante la técnica de pintado. Considerando el tratamiento de superficie, el color y los motivos representados, fue posible identificar que algunos fragmentos correspondían a unidades estilísticas vinculadas a diferentes períodos cronológicos: Aguada y Belén.

Caracterización macroscópica de las pastas

Las pastas cerámicas de toda la muestra bajo estudio, fueron analizadas con lupa binocular de hasta 40x. Los atributos observados fueron: matriz arcillosa (textura, porosidad), material antiplástico (naturaleza, tamaño, densidad, forma), fractura (resistente o quebradiza) y cocción. A partir de la observación directa en la lupa binocular, y considerando las características de la matriz y del material antiplástico, se identificaron de manera preliminar 21 grupos de pastas.

Esta diversidad puede ser expresada en tres grandes conjuntos, que reflejan elecciones técnicas diferenciales por parte de los alfareros en las etapas de selección y procesamiento de las materias primas, y en el amasado de la mezcla arcillosa:

Pastas finas. Se definen por la baja densidad de material antiplástico presente en la fracción arcilla (menor al 30%), y porque el tamaño predominante del antiplástico es menor a 0,7 mm. Este aspecto, junto con su forma principalmente redondeada, nos lleva a plantear la posibilidad de que este material haya estado presente naturalmente en la mezcla arcillosa utilizada por los alfareros para confeccionar las piezas (Rice, 1987: 410).

Con respecto a las características texturales, se diferencian fragmentos de textura compacta y de textura medianamente compacta. La fractura predominante es la resistente.

Pastas medianas. Corresponden a: 1) pastas poco densas (menor a 30%), donde predomina material antiplástico de un 1 mm, y 2) pastas densas (mayor a 30%), donde predomina material antiplástico de tamaño menor e igual a 1 mm.

Pastas gruesas. Se definen porque la cantidad de antiplástico en la fracción arcilla es superior al 30%, y porque predomina el antiplástico de tamaño mayor a 1 mm.

Las pastas medianas y gruesas, contienen antiplásticos de forma angulosa y en muchos casos también redondeadas. Generalmente, este aspecto es acompañado por la presencia de dos tamaños modales diferentes de dicho material. Esto puede ser el resultado de: a) que el alfarero haya agregado inclusiones minerales a la mezcla arcillosa original, o bien, b) que la mezcla original no haya sido sometida a un proceso de tamizado tan fino como en el caso de los ejemplares correspondientes a las pastas finas. Estas características influyen en la textura de las pasta (Shepard, 1957, Rice, 1987), aspecto que se ve reflejado en la predominancia de una matriz no compacta y de aspecto más poroso. Por otra parte, las pastas de estos dos grupos presentan una fractura menos resistente que las pastas finas.

Con respecto a las características de cocción, como puede observarse en la Figura 1, existe una relación diferencial entre los tipos de pastas. La mayoría de las *pastas finas* corresponden a

fragmentos de las piezas que fueron cocidas en atmósferas reductoras. Los fragmentos correspondientes a dos pucos Aguada y a la pieza de estilo Las Mercedes, fueron manufacturados con mezclas arcillosas que presentaban abundante material orgánico. Este elemento se observa calcinado y formando poros en la matriz arcillosa.

También integran el grupo de pastas finas, fragmentos correspondientes a piezas cocidas en atmósferas oxidante completa e incompleta. Dentro de este grupo se distinguen fragmentos de estilo Aguada pintado y Belén. Considerando el alcance de las observaciones realizadas con lupa binocular, notamos una gran similitud entre las pastas de fragmentos Aguada gris inciso y Aguada Pintado. Sin embargo, ambos grupos corresponden a fragmentos de cocción reductora y oxidante completa e incompleta-, respectivamente. Este aspecto, nos lleva a preguntarnos si es posible que ambos tipos de piezas hayan sido manufacturadas en el mismo alfar, pero hayan estado sometidas a condiciones de cocción diferentes, para lograr piezas de colores distintos. Esperamos que los análisis petrográficos nos orienten al respecto.

En relación a las pastas *medias* y *gruesas*, corresponden a fragmentos de piezas que fueron cocidas principalmente bajo atmósferas oxidante incompleta. El 16,21% de los fragmentos, presentan una pasta de color negro intenso y ambas superficies parecen haber sido quemadas. A su vez, en algunos casos, se conservan restos de hollín en la superficie externa. Dada estas características, consideramos que estos fragmentos fueron sometidos a condiciones de no oxidación (Shepard, 1957:214).

Análisis petrográfico

Considerando los resultados obtenidos a partir del análisis de pastas con lupa binocular, se seleccionó una muestra de 16 fragmentos -representativa de la diversidad señalada-, para ser analizada petrográficamente, a partir de cortes delgados. Este estudio fue realizado por el geólogo Eduardo Palamarczuk, utilizando un microscopio de polarización y una lupa binocular. Los atributos considerados fueron: inclusiones (naturaleza, frecuencia, tamaño, desgaste, selección y orientación); matriz (características y proporción); porosidad (proporción, forma y tamaño de poros y cavidades). En función de la asociación mineralógica petrográfica, se definió un ambiente de posible proveniencia de las inclusiones presentes (Tabla 1).

El propósito de este análisis fue obtener información más precisa sobre las técnicas de manufactura implementadas, y determinar si las diferencias identificadas en los modos de hacer, estaban vinculadas con diferencias mineralógicas que permitieran plantear -de manera preliminar- procedencias de origen diferente.

Entorno geológico: El valle del Bolsón presenta desde el punto de vista geológico, un ambiente típico de Sierras Pampeanas. El sitio los Viscos, por su ubicación, se vincula con dos formaciones litológicas de origen terciario, correspondientes al Grupo El Bolsón (Mioceno-Plioceno), representadas por un conjunto de sedimentos continentales con intercalación de origen volcánico: la Formación El Aspero y la Formación El Cajón (González Bonorino, 1950, Turner, 1973).

La Formación El Aspero (complejo volcánico), está integrada por una facie lávica y una facie intrusiva. En el valle predomina la facie lávica formada por brechas (andesita de color verde azulado, con numerosos fenocristales de anfíbol y plagioclasa), y tobas (plagioclasa básica, macladas, frescas, zonales; prismas de clinopiroxeno y de hornblenda).

La Formación El cajón (Araucanense) está integrada por un conjunto de elementos clásticos y

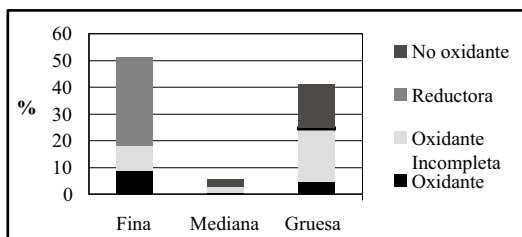


Figura 1. Relación entre categoría de pasta y tipo de cocción

volcánicos. Esta formación se superpone en concordancia sobre la formación anterior. En el valle predominan las areniscas arcósicas gruesas. El material constitutivo es mayormente granítico, con rodados de pizarra cuarzosa, gneiss milonítico, micacitas y andesita. Sedimento limoso micáceo y con vidrio funciona como cemento. También hay rodados de rocas volcánicas.

Resultados petrográficos

Las diferencias en densidad y tamaño del antiplástico observadas petrográficamente, corroboran la división establecida en la lupa binocular entre pastas finas, medianas y gruesas. Con el propósito de determinar si esta clasificación se vinculaba, a su vez, con diferencias mineralógicas, se realizó un análisis de *cluster* considerando la naturaleza y el porcentaje del material antiplástico presente en la pasta (calculados a partir del recuento de 245 puntos con un ocular grillado). Para la realización del test estadístico, se utilizó el coeficiente de distancia euclídea y la técnica de ligamiento promedio no ponderado. Los resultados obtenidos muestran dos grupos principales, diferenciados según el ambiente al que se encuentran vinculados los minerales y rocas presentes como antiplástico (Figura 2, Tabla 1).

Cluster A: está conformado por 11 pastas finas (2,3,10,4,11,14,12,13,8,5,9) y 1 mediana (1), que presentan los siguientes antiplásticos: cuarzo (algunos con extinción ondulante), plagioclasa, vidrio, mica (biotita, muscovita), feldespato potásico, anfíbol (hornblenda: cristales euhedrales y trazas), clastos metamórficos y rocas hipocristalinas. De esta manera, dada la naturaleza y porcentaje de los minerales y rocas presentes, estas pastas se asocian a ambientes principalmente volcánicos y metamórficos, y en menor medida graníticos.

Cluster B: está conformado por 3 pastas gruesas (15,16,7) y 1 mediana (6), que presentan los siguientes antiplásticos: cuarzo (algunos con extinción ondulante), plagioclasa, mica (biotita y muscovita), feldespato potásico (en algunos casos microclino) y clastos graníticos (algunos con evidencia de tectonismo). De esta manera, considerando la naturaleza de los minerales y clastos líticos presentes, estas pastas están vinculadas a ambientes principalmente graníticos y con algunas evidencias de tectonismo (Tabla 1). Todos los fragmentos que integran este conjunto presentan hollín en la superficie externa.

Por otra parte, fragmentos correspondientes a ambos grupos, presentan inclusiones de grumos de arcilla en diferentes proporciones (Tabla 1). Sólo los fragmentos 5, 11 y 12 presentan inclusiones de tiesto molido.

Las características mineralógicas de los fragmentos analizados (cluster A y B), presentan similitud con las características geológicas regionales, razón por la cual, no es posible rechazar el origen local de la alfarería recuperada en el sitio. Sin embargo, tampoco existen hasta el momento, elementos suficientes para asegurarlo. Dada la diversidad geológica regional, consideramos necesario vincular los resultados mineralógicos, con la información que será obtenida a través de futuros análisis físico-químicos y mineralógicos sobre sedimentos locales y conjuntos cerámicos.

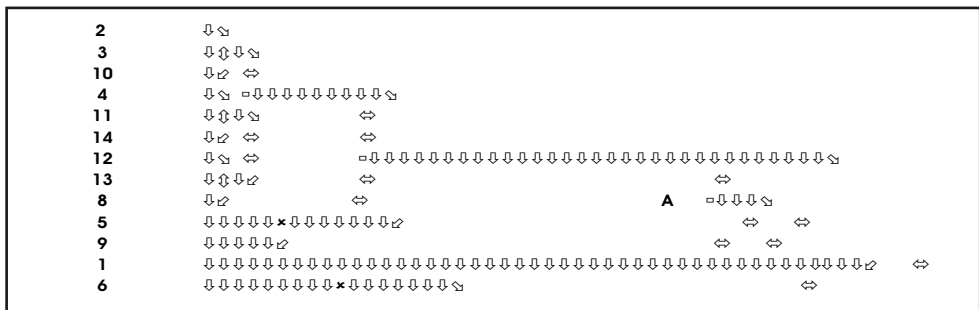


Figura 2. Análisis de cluster

Fg.	% Incl	% Po	%Matr	Qz	Plg	Vidr	Mica	FK	Anf	Px	T/G	Gr	Tu	C.M	C.G	R.Hp	Caract.
1	32,65	2,86	64,49	2,45	3,69	17	0,41	0,4	0,4					1,22	traza	6,94	alisado
2	6,53	3,26	90,21	0,82	1,22	2,9	0,82							0,82			Aguada G.PI
3	5,31	5,3	89,39	0,82	0,82	1,6	traza	0,41	traza					1,63			Aguada G.PI
4	10,44	4,42	85,44	1,61	1,61	5,2	0,8	traza	traza					0,4		0,8	Las Mercedes?
5	25,31	6,94	67,75	1,63	4,9	7,35	0,82		2,45	traza	2,45			1,63		4,08	Belén
6	27,85	5,1	67,05	4,32	2,35		10,2	1,57				traza	traza		9,41		hollín
7	32,12	6,09	61,79	5,69	1,63		1,22	6,5			1,63				15,5		hollín
8	13,07	2,31	84,62	3,46	0,77	3,1	1,92	1,15							2,31	0,38	Aguada G.PI
9	26,43	3,25	70,32	3,66	3,66	11	2,45	2,03						1,22		2,84	gris pulida
10	12,24	5,31	82,45	1,63	1,22		traza	0,82			6,53			1,63		0,41	Pintada
11	20,14	5,8	74,06	2,05	0,68	4,4	0,69	1,02	0,68		6,48			2,05		2,05	Belén
12	11,43	4,08	84,49	2,04	0,82	3,7	2,86	0,81			2,86			0,1		traza	Aguada P.
13	13,66	6,42	79,92	3,21	2,41	4	1,62	2						0,1		0,4	borde G.P
14	17,48	4,88	77,64	3,66	1,63	6,5	0,81	1,22			1,22			0,81		1,63	Aguada? G.PI
15	30,37	9,71	30,37	7,29	3,24		4,05	2,83			4,05				8,91		hollín
16	27,16	7,41	65,43	4,53	4,53		12,3	0,82			2,06				2,88		hollín

Tabla 1. Referencias: Fg.: fragmento; Incl.: inclusiones; Po: porosidad; Matr: matriz; Qz: cuarzo; Plg: plagioclasa; vidr: vidrio; FK: feldespato potásico; Anf: anfíbol; Px: piroxeno; T/G: tiesto/grumo de arcilla; Gr: granate; Tu: turmalina; C.M.: clastos metamórficos; C.G: clastos graníticos; R.Hp: rocas hipocristalinas; Caract.: características. GPI:gris pulido inciso; P:pintado; GP: gris pulido.

CONCLUSIONES

Los análisis macroscópicos y petrográficos permiten plantear diferencias en las técnicas de manufactura utilizadas en el conjunto cerámico recuperado en el sitio. Los contrastes en el tamaño, granulometría y densidad de las inclusiones, entre las pastas finas, medianas y gruesas, evidencian una selección diferencial por parte de los alfareros en las características de las mezclas (arcilla-antiplásticos) utilizadas en la producción. Si relacionamos este aspecto con las agrupaciones establecidas según las características externas de los fragmentos -tratamiento de superficie, color y técnica de representación-, observamos que las pastas finas son utilizadas en las piezas que presentan decoración incisa o pintada y tratamiento de superficie pulido o alisado fino (estilos Aguada, Las Mercedes y Belén) (Figura 3). En el mismo sentido, los fragmentos que corresponden a los grupos alisado grueso y peinado, se relacionan exclusivamente con las pastas medianas y gruesas, las cuales, en su mayoría, poseen hollín en la superficie externa.

Considerando las características de la textura de la pasta y la naturaleza, forma, tamaño, selección y desgaste de las inclusiones, es posible considerar que fragmentos correspondientes al estilo Aguada gris inciso y Aguada Pintado fueron manufacturados en el mismo alfar pero bajo condiciones de cocción diferentes. Además, el análisis de los cortes delgados, permitió corroborar la presencia de material orgánico calcinado en los fragmentos del grupo gris pulido.

En relación a la naturaleza del material antiplástico, la diferencia mineralógica principal se observa entre los fragmentos que poseen hollín en la superficie externa (cluster B), y los que no evidencian haber sido utilizados sobre el fuego (cluster A), que a su vez, corresponden principalmente, a piezas sobre las que se plasmaron representaciones estilísticas (incisas o

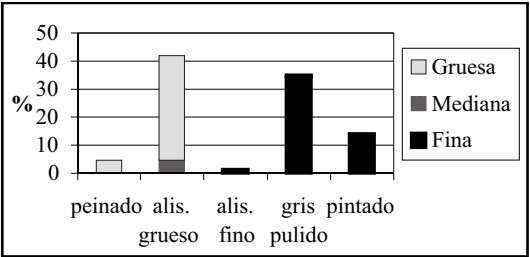


Figura 3. Relación entre características externas y pastas

pintadas). Los fragmentos del primer conjunto, se relacionan con ambientes graníticos y metamórficos, a diferencia de los del segundo grupo, que si bien, también se vinculan con ambientes metamórficos y graníticos, presentan cantidades considerables de vidrio volcánico y/o rocas hipocristalinas.

Si analizamos estas diferencias en perspectiva temporal -considerando la ubicación estratigráfica de los fragmentos y la presencia de estilos iconográficos vinculados a períodos cronológicos distintos-, observamos que este patrón se reproduce a lo largo del tiempo. Sin embargo, existen algunas diferencias tecnológicas que es pertinente señalar: si bien la cerámica de estilos Aguada y Las Mercedes, presentan pastas finas al igual que la cerámica Belén, esta última es mas densa (20-25%) que las primeras (5-17%), y a su vez, posee antiplásticos de mayor tamaño (Belén: 0,39 mm promedio; Aguada y Las Mercedes: 0,18 mm promedio). Por otra parte, en relación a los fragmentos que integran el cluster B, aunque presentan similitudes en la naturaleza del material antiplástico, existen diferencias en el tipo y tamaño de inclusiones predominantes. El fragmento 16 se diferencia del resto por presentar grandes (0,04-2,66 mm) y abundantes cristales de muscovita, que se observan claramente en ambas superficies del fragmento. Estas diferencias podrían ser producto de alfares diferentes.

Por último, dada la caracterización geológica regional, es posible plantear que las piezas fueron manufacturadas en el valle, sin embargo, hasta el momento no existen elementos suficientes para confirmarlo. Lo que sí es posible asegurar, es que las diferencias mineralógicas están marcando una selección diferencial por parte de los alfareros, en la utilización de fuentes de materias primas para elaborar piezas con funciones diferentes: a) antiplástico granítico y metamórfico, para piezas utilizadas sobre el fuego; b) antiplástico de origen volcánico vidrio y rocas hipocristalinas-, metamórfico y en menor medida granítico, para piezas que no serán utilizadas sobre el fuego. Como fue señalado, esta diferencia se vincula fuertemente con las características de las mezclas (arcilla-antiplásticos) utilizadas para la manufactura. En otras palabras, la diferencia en los modos de hacer identificada entre la cerámica fina y la cerámica gruesa a lo largo de la secuencia estratigráfica-, se corresponde a su vez, con diferencias en la composición mineralógica del material antiplástico utilizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

González Bonorino, F.

1950 *Geología y petrografía de las hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá)*. Buenos Aires, Ministerio de Industria y Comercio de la Nación.

Korstanje, M.A.

2005 *La organización del trabajo en torno a la producción de alimentos en sociedades agropastoriles formativas* (Pcia. de Catamarca, Rep. Argentina). Tesis Doctoral, F.C.N., U.N.T.

Korstanje, M.A. y A.E. Wurschmidt

1999 Producir y recolectar en los valles altos del NOA: "Los Viscos" como caso de estudio. En: *En los tres reinos: Prácticas de recolección en el cono sur de América*, editado por C. A. Aschero, M. A. Korstanje y P. M. Vuoto, pp. 151-160. Instituto de Arqueología y Museo, F.C.N. e I.M.L., U.N.T.

Orton C., P. Tyers y A. Vince

1997 *La Cerámica en Arqueología*. Barcelona, Crítica.

Rice, P.

1987 *Pottery analysis, a sourcebook*. Chicago & London, The University of Chicago Press.

Rye, O.

1981 *Pottery technology. Principles and reconstruction*. Manuals on archaeology, 4. Washington, Taraxacum Incorporated.

Shepard, A.

1957 *Ceramics for the archaeologist*. Washington, Carnegie Institution of Washington.

Turner, J.C.

1973 *Descripción geológica de la hoja 11d, Laguna Blanca Provincia de Catamarca*. Buenos Aires, Ministerio de Industria y minería.



CUANTIFICACIÓN DE RASTROS DE USO SOBRE MATERIALES LÍTICOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE VARIOGRAMA Y LA TÉCNICA RIMAPS

Myrian Alvarez¹, Eduardo Favret², Néstor O. Fuentes³,
M. Vanina Dolce⁴, Ana Forlano⁵

1 CADIC-CONICET, myrianalvarez@ciudad.com.ar

2 INTA, eafavret@cni.inta.gov.ar

3 CNEA, Nestor.Fuentes@cnea.gov.ar

4 UBA, mdolce@mecon.gov.ar

5 UNLP, aniforlano@yahoo.com.ar

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar los primeros resultados de la aplicación del método de variograma y la técnica RIMAPS al análisis y cuantificación de rastros de uso sobre materiales líticos resultantes del trabajo de cuero, hueso y madera.

El análisis funcional de base microscópica es un método que permite reconstruir los modos de uso de los artefactos arqueológicos a partir de la observación e identificación microscópica de los rastros presentes sobre distintas superficies. Constituye la única línea de trabajo independiente y confiable que posibilita definir sobre qué material trabajó un instrumento y qué movimiento realizó durante su empleo.

Sin embargo, una de las principales críticas que recibió este método se relaciona con el carácter cualitativo de las variables utilizadas para determinar el uso de los instrumentos.

Desde los '80 se propusieron diversas alternativas para cuantificar los rastros de utilización con escasos resultados.

Es por ello que comenzamos a desarrollar un proyecto orientado hacia el análisis y cuantificación de las transformaciones estructurales de las superficies de artefactos líticos mediante aplicación de dos nuevas formas de análisis de superficies, RIMAPS y variograma, las cuales se aplican sobre imágenes digitalizadas obtenidas a partir de un microscopio electrónico de barrido. La técnica RIMAPS (Rotated Image with Maximum Average Power Spectrum) consiste en obtener el valor máximo del espectro de potencia, empleando una de las integrales de la transformada doble de Fourier, como función del ángulo de rotación de la imagen que se desea analizar. De esta forma se puede determinar la orientación de las direcciones principales presentes en una superficie y detectar los patrones topográficos característicos que pueden asociarse a figuras geométricas simples. El método de variograma, en cambio, posibilita identificar las longitudes de escala que caracterizan a la topografía de una superficie a partir del gráfico de la varianza matemática de las alturas de la superficie como función del área de la ventana empleada para su observación.

Los patrones superficiales hallados mediante el empleo de RIMAPS establecen la dirección de aplicación en la que ha sido usado el material lítico para trabajar cuero, hueso o madera.

En forma complementaria, los resultados de los variogramas correspondientes permiten identificar las dimensiones típicas de los rastros dejados sobre la superficie y, en función de ellos, determinar qué elemento fue trabajado por el material lítico en estudio. Los resultados de la presente investigación permiten definir las primeras tendencias que posibilitarían cuantificar los patrones resultantes del trabajo sobre distintos materiales.

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos a lo largo de su historia han empleado distintos tipos de rocas para la manufactura de instrumentos. Es por ello que el análisis de las actividades en que fueron empleados los materiales líticos resulta un tema central en arqueología desde fines del siglo XIX. Pero fue en la ex Unión Soviética, donde a fines de los '50, Sergei Semenov y sus colaboradores sientan las bases para el desarrollo de una metodología sistemática para el análisis funcional de materiales arqueológicos (Semenov, 1964). Su contribución fundamental consistió en demostrar que los artefactos arqueológicos conservan rastros macro y

microscópicos de utilización, los que pueden identificarse y estudiarse mediante el empleo de un instrumento óptico adecuado. Este método recibió un fuerte impulso en los '80 y se aplicó con éxito a numerosos casos arqueológicos (entre otros, Keeley, 1980, Plisson, 1983, Mansur-Franchomme, 1983, Álvarez, 2003). En la actualidad constituye la única línea de trabajo independiente y confiable que posibilita definir sobre qué material trabajó un instrumento y qué movimiento realizó durante su empleo.

Sin embargo, una de las principales críticas que recibió este método se relaciona con el carácter cualitativo de las variables utilizadas para determinar el uso de los instrumentos basadas fundamentalmente en los aspectos visuales de los rastros de uso (Mansur, 1999). Esto impulsó a los investigadores a buscar métodos y criterios para su cuantificación y desde los '80 se propusieron diversas alternativas con distintos resultados (Beyries, 1988, Knuttsen, 1988, Grace, 1989, Vila y Gallart, 1993, Mansur y Srehnisky, 1997, Ibáñez y González, 2000 entre otros).

El problema principal es que la mayoría de los métodos de cuantificación basaban sus mediciones exclusivamente en la cantidad de luz reflejada y por lo tanto dependían de la técnica de iluminación empleada y de la estructura cristalina de la roca que presenta distintos grados de reflectividad (según su composición, granulometría, inclusiones) que distorsionan el resultado de las mediciones.

Es por ello que comenzamos a desarrollar un proyecto orientado hacia el análisis y cuantificación de las transformaciones estructurales de las superficies de artefactos líticos mediante aplicación de dos nuevas formas de análisis de superficies, RIMAPS y variograma, las cuales se aplican sobre imágenes digitalizadas obtenidas a partir de un microscopio electrónico de barrido ("scanning electron microscope", SEM).

En este trabajo se presentan los primeros resultados de la aplicación del método de variograma y la técnica RIMAPS al análisis y cuantificación de rastros de uso sobre materiales líticos resultantes del trabajo de cuero, hueso y madera. Los patrones superficiales hallados mediante el empleo de RIMAPS establecen la dirección de aplicación en la que ha sido usado el material lítico para trabajar cuero, hueso o madera. En forma complementaria, los resultados de los variogramas correspondientes permiten identificar las dimensiones típicas de los rastros dejados sobre la superficie y, en función de ellos, determinar qué elemento fue trabajado por el material lítico en estudio. Los resultados de la presente investigación permiten definir las primeras tendencias que posibilitarían cuantificar los patrones resultantes del trabajo sobre distintos materiales.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para llevar a cabo estos estudios se realizó un programa experimental en el que se utilizaron lascas de riolita para el procesamiento de los distintos recursos mediante acciones de raspado que implica la abrasión de una superficie mediante un movimiento bidireccional del artefacto y en la que el filo se desplaza en forma perpendicular a la dirección de la utilización. Se trabajó sobre hueso de vaca, madera de lenga y cuero de cordero.

Posteriormente se procedió a la observación de las muestras y a la captura de imágenes digitales mediante SEM. En cada uno de los casos se tomaron imágenes de las superficies que presentaban rastros de utilización y de la superficie de la roca sin trabajar. Con el fin de que las imágenes sean comparables fueron capturadas con aumentos similares. Las imágenes obtenidas fueron analizadas mediante la aplicación de RIMAPS y variograma.

La técnica RIMAPS (Rotated Image with Maximum Average Power Spectrum) (Fuentes *et al.*, 2001, Fuentes y Favret, 2002, Favret y Fuentes, 2003) consiste en obtener el valor máximo del espectro de potencia como función del ángulo de rotación de la imagen que se desea analizar. De esta forma se puede determinar la orientación de las direcciones principales presentes en una superficie y detectar los patrones topográficos característicos que pueden

asociarse a figuras geométricas simples. Para una mejor comprensión de los resultados del análisis mediante esta técnica, los valores obtenidos se representan mediante un gráfico polar que permite una inmediata identificación de las direcciones principales obtenidas a partir de las micrografías SEM digitalizadas. El método de variograma (Favret *et al.*, 2004 y 2006, Fuentes y Favret, 2006), en cambio, posibilita identificar las longitudes de escala que caracterizan a la topografía de una superficie a partir del gráfico doble logarítmico de la varianza matemática de las alturas de la superficie como función del área de la ventana empleada para su observación.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En las Figuras 1 a 4 se incluyen los resultados obtenidos mediante el análisis de imágenes correspondientes al uso de material lítico sobre hueso, madera y piel. En todos los casos el filo del elemento empleado se encuentra en el borde superior. Los resultados del análisis RIMAPS han sido normalizados para una rápida comparación de todos los casos.

La superficie lítica sin trabajar (Figura 1a) presenta múltiples direcciones debidas a su topografía irregular pero ninguna de ellas prevalece (Figura 1b). A medida que el artefacto lítico es empleado sobre distintos materiales aparecen, según la naturaleza del recurso que se trabaja, bloques de picos bien diferenciados. Estos bloques son la consecuencia directa de la combinación de la dirección en que el operador maneja el instrumento y el depósito que se forma como consecuencia de la disolución de una parte de la sílice superficial del artefacto y de los fragmentos orgánicos e inorgánicos del material trabajado (Figuras 1b, 2b, 3b, 4b).

Esta superposición de efectos provoca que en el caso del trabajo sobre madera aparezcan dos tipos de bloques de picos sin una forma definida y con anchos angulares del orden de 45°, los más pequeños, y de unos 130° los bloques grandes (Figura 2b). Por su parte, en el caso del hueso el número de bloques es mayor con un ancho angular de unos 80° y los picos están montados sobre una base triangular (Figura 3b). Por último, el trabajo sobre piel muestra una mayor cantidad de bloques con un ancho más pequeño que en los casos anteriores. En este caso el ancho angular es de 45° y los picos se montan sobre una base semicircular (Figura 4b).

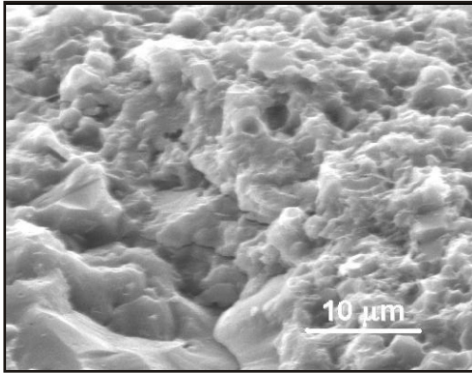
La aplicación del método de variograma ha permitido determinar cuáles son las longitudes de escala típicas de cada topografía en estudio. Así, en el caso de la superficie sin trabajar, las longitudes que inicialmente posee la misma son en general múltiplos de la longitud más pequeña detectada que es de 2.2582 μm (Figura 1c). A medida que el material lítico se emplea sobre madera, hueso o piel, las longitudes van aumentando y aparecen longitudes de escala que no estaban presentes en la superficie sin trabajar. Sin embargo, en todos los casos se mantiene la relación de múltiplos anteriormente mencionada.

El trabajo sobre madera mantiene en forma aproximada las longitudes presentes en la superficie antes de trabajarla e introduce las longitudes de 24.6811 μm (Figura 2c). Al trabajar sobre hueso aparece una longitud de 4.9075 μm que no respeta la relación de múltiplos de las longitudes de escala. Además, están presentes longitudes grandes de unos 32.1588 μm (Figura 3c). Por último, en el trabajo sobre piel las longitudes de escala más pequeñas son mayores que las correspondientes a los tres casos anteriormente comentados (Figura 4c).

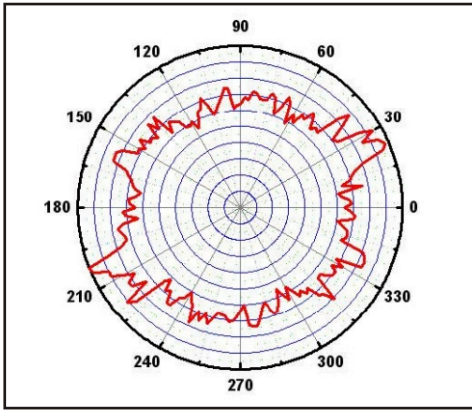
CONSIDERACIONES GENERALES

La aplicación simultánea de la técnica RIMAPS y el método de variograma ha permitido identificar las direcciones principales que determinan la topografía sobre materiales líticos que resulta de los rastros de su uso en madera, hueso y piel. Puede apreciarse que cada uno de los casos es perfectamente distinguible mediante los gráficos RIMAPS. Más aún, los variogramas respectivos permiten cuantificar las longitudes de escala típicas para cada trabajo realizado. En tal sentido se advierte cómo el trabajo sobre distintas superficies modifica las longitudes de escala que caracterizaban al artefacto lítico sin trabajar.

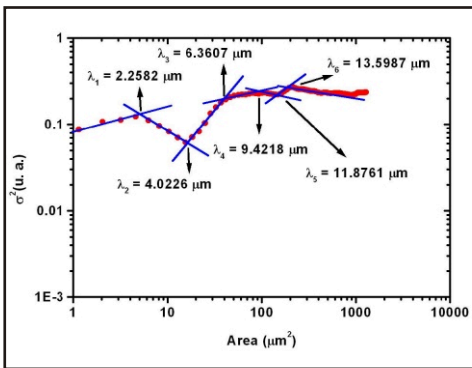
Estos resultados aunque aún preliminares tienen tres consecuencias importantes. En primer



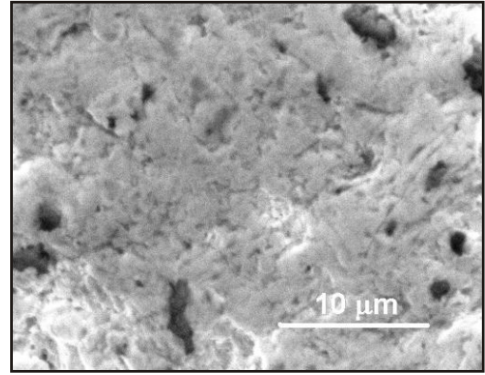
(a)



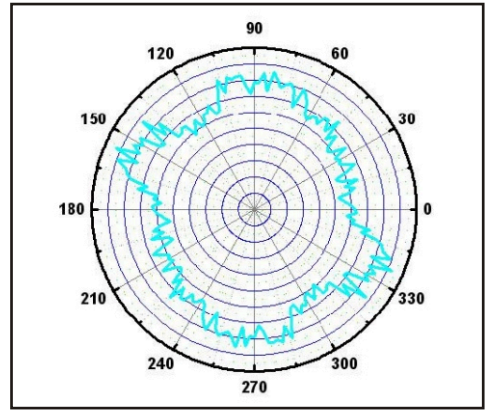
(b)



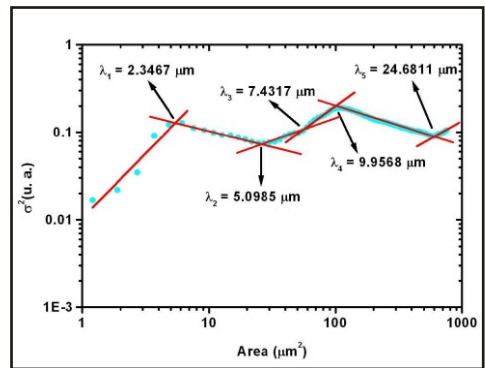
(c)



(a)



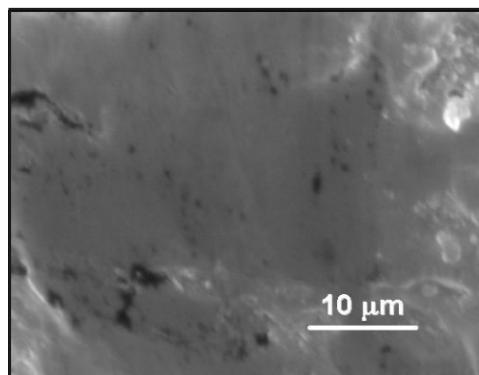
(b)



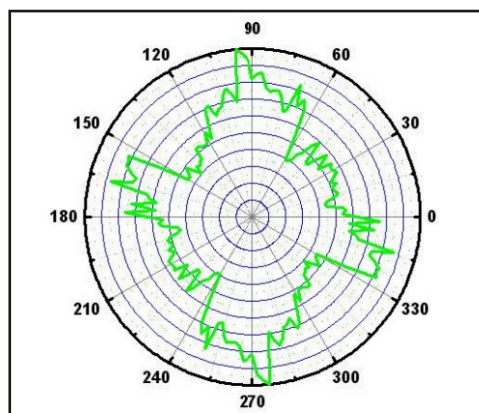
(c)

Figura 1. Superficie sin trabajar
(a) Imagen SEM
(b) Análisis RIMAPS
(c) Variograma

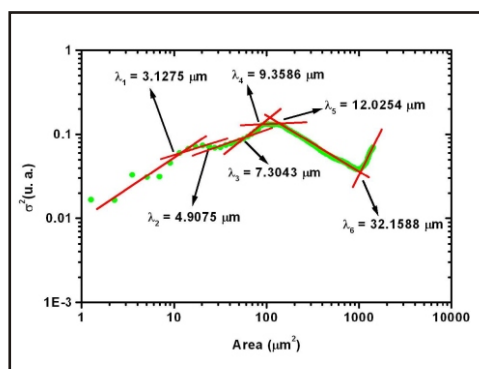
Figura 2. Superficie trabajada sobre madera
(a) Imagen SEM
(b) Análisis RIMAPS
(c) Variograma



(a)

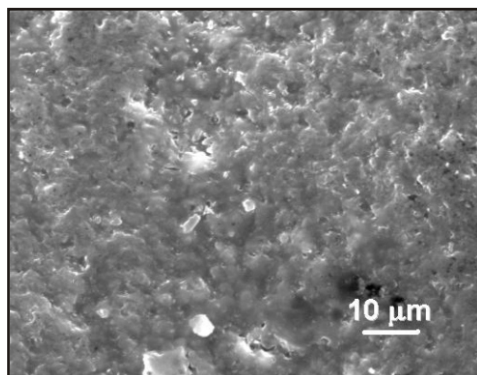


(b)

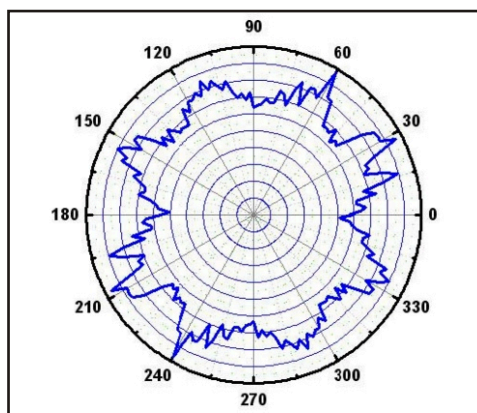


(c)

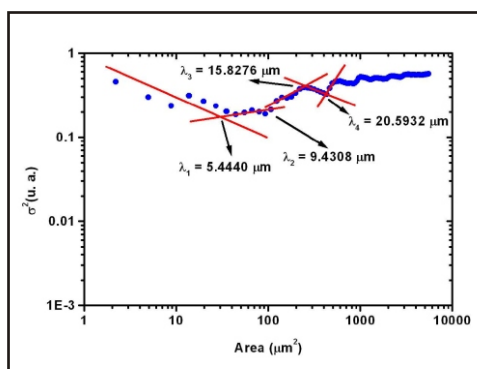
Figura 3. Superficie trabajada sobre hueso
(a) Imagen SEM
(b) Análisis RIMAPS
(c) Variograma



(a)



(b)



(c)

Figura 4. Superficie trabajada sobre piel
(a) Imagen SEM
(b) Análisis RIMAPS
(c) Variograma

lugar abren una interesante perspectiva para el estudio y la cuantificación de los rastros de uso sobre materiales líticos que deberá ampliarse a futuro sobre distintos tipos de rocas.

En segundo lugar, corrobora los modelos de formación de los rastros de uso y le da mayor sustento a las variables cualitativas que se utilizan habitualmente en el análisis funcional.

Estos análisis demuestran que los aspectos visuales característicos de cada material trabajado tienen un correlato mensurable a partir de distintos patrones topográficos.

En tercer lugar, estos trabajos ofrecen una vía de validación complementaria para evaluar la utilidad de la técnica de RIMAPS y el método de variogramas en el estudio y caracterización de superficies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez M.

2003 Organización tecnológica en el canal Beagle. El caso de Túnel 1 (Tierra del Fuego, Argentina). Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, UBA.

Favret, E.A. y N.O. Fuentes

2003 RIMAPS detection of underlying topography. *Practical Metallography*, 40 (11), 556-563.

Favret, E.A., N.O. Fuentes y M.R. Álvarez

2004 RIMAPS and Variogram Analyses of Microwear Traces in Experiments with Stone Tools”, *Microsc. Microanal.* 10 (Supp. 2) 968–969.

Favret, E.A., N.O. Fuentes y H.J.M. Morrás

2006 RIMAPS and Variogram Characterization of Soil Microstructure Patterns”, *Microsc. Microanal.* 12 (Supp. 2), 1688–689.

Fuentes, N.O., E.A Favret y R.A. Castillo Guerra

2001 RIMAPS technique: the fingerprint detection of surface damage. Unique, Unusual and New Techniques in Microscopy, Honorable Mention Award, (IMS/ASM). Indianapolis, Indiana. USA.

Fuentes, N.O., y E.A. Favret

2002 A New Surface Characterization Technique: RIMAPS (Rotated Image with Maximum Average Power Spectrum). *Journal of Microscopy* 206, 72-83 (2002).

Fuentes, N.O., y E.A. Favret

2006 Variogram characterization of length scales of topographic patterns. *Microsc. Microanal.* 12 (Supp. 2) 82-83.

Grace, R.

1989 Interpreting the function of stone tools: the quantification and computerization of microwear analysis. *BAR International Series* 474.

Ibáñez Estévez, J.J y J.E. Gonzalez Urquijo

2000 The quantification of use wear polish using image analysis. The recent archaeological approaches to the use-wear analysis and technical process. The first studies in Honor of S. A. Semenov. Instituto de Historia de la Cultura Material, Academia Rusia de Ciencias y Centro de Investigaciones Arqueológicas Sophia Antipolis CNRS. San Petesburgo.

Keeley, L.

1980 Experimental Determination of Stone Tool Uses: a Microwear Analysis. University of Chicago Press. Chicago

Knutsson, K.

1988 Making and using stone tools. The analysis of the lithic assemblages from Middle Neolithic sites flint in Västerbotten northern Sweden. *Societas Archaeologica Upsaliensis*. Uppsala.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

Mansur-Franchomme, M.E.

1983a Traces d'utilisation et technologie lithique: exemples de la Patagonie. Tesis de Doctorado. Université de Bordeaux I.

Mansur, M.E. y R. Srehnisky.

1997 El alisador basáltico de Shamakush I: microrrastros de uso mediante el análisis de imágenes digitalizadas. Relaciones XXI.

Semenov, S.A.

1964 Prehistoric Technology. Moonraker Press. Wiltshire.

Vila A. y F. Gallart

1993 Caracterización de los micropulidos de uso: ejemplo de aplicación del análisis de imágenes digitalizadas. Traces et fonction: les gestes retrouvés. Ed. por P. Anderson, S. Beyries, M. Otte y H. Plisson. ERAUL 50:459-476. Lieja.



MICROSCOPIA LASER CONFOCAL DE BARRIDO (CLSM) Y SOFTWARE DE RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES APLICADA AL ESTUDIO FUNCIONAL DE ARTEFACTOS LITICOS: UNA PERSPECTIVA CUANTITATIVA

G. Roxana Cattáneo¹, Pablo Meilán², Damián Gulich^{2,3}, Mario Garavaglia^{2,3}

¹ CONICET (Museo de Antropología- Universidad Nacional de Córdoba)/ UNLP
roxanacattaneo@gmail.com.

² CONICET/CIC. CIOp/Laboratorio de Procesamiento Láser
garavagliam@ciop.unlp.edu.ar; pfmeilan@ciop.unlp.edu.ar

³ UNLP. Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas. d_gulich@yahoo.com

RESUMEN

Desde hace más de una década los investigadores han implementado esfuerzos dirigidos a una caracterización objetiva de las microhuellas de uso en los filos de los instrumentos de piedra arqueológicos. En 2004, y utilizando las observaciones realizadas con el CLSM BioRad MRC600, para ser analizadas a través de software de reconocimiento de imágenes de desarrollo propio: "PHILOS" (Gulich y Lofeudo 2005) surge un programa para documentar cuantitativamente los rastros de uso en artefactos líticos experimentales que incluía una técnica no destructiva llamada Perfilometría Láser. Esta técnica óptica, acoplada con ese software apropiado, contribuyeron a mejorar la cuantificación y el reconocimiento de cambios en la topografía de los filos líticos lo que permitió una fácil medición de parámetros de "aspereza" a distintas escalas.

El primer objetivo a corto plazo fue lograr una caracterización de estándares de referencia cuantitativos y estadísticamente significativos de patrones de intensidad de uso a través del programa "ad hoc" PHILOS. Dicho software basa su análisis en distintos descriptores de segundo orden obtenidos en base a las matrices de Co-ocurrencia (GLCM o Gray Level Cooccurrence Matrix) construidas sobre todo el rango dinámico de cada imagen obtenida, es decir de 0 a 255. Como se propone el desarrollo de una nueva técnica de observación, descripción y análisis, en este trabajo se harán consideraciones sobre el ajuste metodológico y la conformación de bases de datos de imágenes obtenidas con la perfilometría láser asociada al CLSM.

Presentaremos los resultados de la evaluación de una de las bases mencionadas conformada por 120 imágenes experimentales de microhuellas de uso en filos líticos de instrumentos manufacturados en tobas vítreas silicificadas utilizados para actividades de raspado de hueso y cuero (secos y frescos) y madera (dura y blanda, ambas secas) y discutiremos su potencialidad para el análisis comparativo con casos arqueológicos.

INTRODUCCIÓN

Desde finales de los años setenta se instauró un debate acerca de si las identificaciones microscópicas tradicionales de micropulidos en filos de instrumentos de piedra arqueológicos eran subjetivas y si sufrían el sesgo de observación humana (ver discusión en Cattaneo *et al.*, 2006 e.p.). Luego de casi cuarenta años de investigaciones continuadas, es aceptado que las superficies pulidas generadas por el trabajo de distintos materiales pueden ser diferenciadas. Sin embargo, varios problemas surgieron acerca de la descripción y caracterización de esas superficies pulidas, las cuales eran descriptas en términos de su apariencia visual (Mansur-Franchomme, 1983b: 223).

Una serie de investigadores han efectuado esfuerzos hacia una caracterización objetiva de las microhuellas. Dichos trabajos han incluido técnicas tales como: la digitalización a través de programas de computación, y el análisis de texturas (Grace *et al.*, 1985, 1987, también ver Grace, 1989, 1993, 1996 para "sistemas expertos"), escaneos digitales y análisis de texturas con histogramas (Knutsson *et al.*, 1988, Mansur y Srehnisky, 1996, Mansur, 2001), interfero-

metría (Dumont, 1982), perfilometría (Akoshima, 1981, Beyries *et al.*, 1988), microscopía de fuerza atómica (Kimball *et al.*, 1995) y geometría fractal (Rees *et al.*, 1991, Russ, 1993 1994, Stemp y Stemp, 2001). Estos últimos autores pudieron determinar la existencia de variaciones de acuerdo al uso y la reproducibilidad de las mediciones era dependiente del material que se trabajó (Stemp y Stemp, 2001: 86).

Sobre esta base, de que es posible la identificación de micropulidos diferentes cuando una pieza entra en contacto y trabaja sobre materias primas diversas (hueso, madera, carne, cuero, etc.) y de que la información de este tipo puede ser medida y descrita desde un enfoque cuantitativo, nuestra intención fue aportar a este campo nuevo y en pleno desarrollo, a través del estudio de una colección xperimental utilizando las observaciones realizadas con el Microscopio Láser Confocal de Barrido BioRad MRC600 (CLSM), para ser analizadas a través de software de reconocimiento de imágenes de desarrollo propio: "PHILOS" (Gulich y Lofeudo, 2005).

El CLSM

El CLSM permite aplicar una técnica de observación no destructiva, ya que los artefactos líticos no requieren preparación previa, a excepción de la limpieza tradicional.

El CLSM empleado posee un microscopio invertido, lo que garantiza el espacio suficiente para la ubicación de muestras grandes del orden de un decímetro de volumen (Figura 1).

Las imágenes obtenidas relevan la topografía de los filos en tres dimensiones con mayor resolución lateral (x, y) que los microscopios convencionales (lo que implica la capacidad de resolver o identificar dos puntos próximos que en un microscopio de reflexión serían identificados como el mismo punto). Además, el CLSM es un tomógrafo óptico ya que sólo forma imagen de la parte del espécimen que se encuentra en su plano focal objeto. Los sucesivos planos paralelos relevados por barrido según el eje óptico (z) pueden espaciarse cada 250 nm si la longitud de onda del láser utilizado es de 488 nm, situación que puede interpretarse como una profundidad de campo infinita, generándose así una imagen completamente en foco (Figura 2b), si se proyecta la serie sobre un plano o imágenes en tres dimensiones espaciales si se conserva la información de profundidad. El barrido según (z) puede extenderse por 30 mm, con lo que el procesamiento de la serie de imágenes digitales permite una reconstrucción espacial fidedigna de la imagen del objeto.

Las imágenes obtenidas de los filos con microhuellas son en escala de grises, y se

seleccionan zonas de 150 por 150 píxeles, que constituyen el lote de imágenes a analizar. La finalidad del programa PHILOS es tratar de emular la capacidad de un experto en la clasificación de su funcionalidad probable, utilizando una base de datos comparativa, generada experimentalmente.



Figura 1. CLSM Biorad MRC 600 del Laboratorio de Procesamiento Láser dependiente del Centro de Investigaciones Ópticas (CIC/CONICET/UNLP) donde se realizaron los análisis

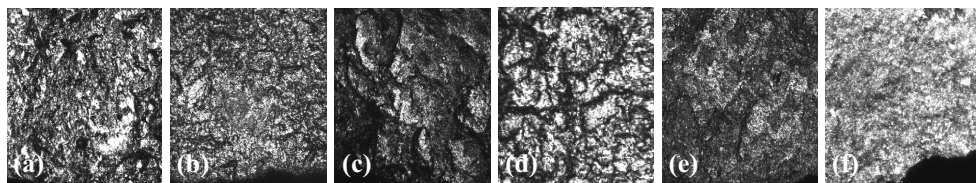


Figura 2. Ejemplos de imágenes obtenidas con el CLMS a 100X en filos experimentales de tobas vítreas silicificadas luego de 60 minutos de trabajo de raspado por acción transversal sobre (de izquierda a derecha): cuero fresco, cuero seco, hueso fresco, hueso seco, madera dura y madera blanda

El programa PHILOS basa su análisis en distintos descriptores de segundo orden obtenidos en base a las matrices de Co-ocurrencia (*GLCM* o *Gray Level Co-occurrence Matrix*) construidas sobre todo el rango dinámico de cada imagen, es decir de 0 a 255 (Lepistö *et al.*, 2003, Partio *et al.*, 2002, Walker *et al.*, 1995) Presentaremos aquí los resultados de la evaluación de una base de datos de imágenes experimentales de microhuellas de uso en filos líticos.

LA ESTRATEGIA EXPERIMENTAL

El primer objetivo a corto plazo fue lograr una caracterización de estándares de referencia cuantitativos y estadísticamente significativos de patrones de intensidad de uso a través del programa “*ad hoc*” PHILOS (Gulich y Lofeudo, 2005). Como se propone el desarrollo de una nueva técnica de observación, descripción y análisis, en este trabajo se harán consideraciones sobre el ajuste metodológico y la conformación de bases de datos de imágenes obtenidas con la perfilometría láser asociada al *CLSM*.

El objetivo general fue generar descripciones cuantitativas de una colección experimental de referencia en formato digital que permita calcular los parámetros estadísticos para analizar y diferenciar cada caso de uso de los instrumentos líticos experimentales y, en un futuro, de los arqueológicos.

Los objetivos específicos fueron registrar las modificaciones producidas en bordes líticos luego de actividades de raspado de hueso y cuero (secos y frescos) y madera (dura y blanda, ambas secas) con el *CLMS* y generar clases autoconsistentes de imágenes que permitan clasificar automáticamente con el programa PHILOS las imágenes de las modificaciones producidas en los filos líticos de acuerdo a su origen atendiendo a tiempo de uso y a material trabajado.

El diseño experimental consistió de:

Paso 1. Confección del conjunto experimental

Se fabricaron 28 bordes activos, de un núcleo de toba, por lascado de percusión directa con percutor duro de granito. Se obtuvieron lascas angulares medianas a grandes y se conformaron grupos de cuatro instrumentos. Cada grupo se conformó para diferentes objetivos, ya sea diferentes actividades a desarrollar, diferentes materiales trabajados y diferentes tiempos de uso del instrumento, con ángulos adecuados (mayor a 60°) para el raspado en una acción longitudinal.

Se estudió la acción de raspado en lapsos diferentes (grupo 1, 5 minutos; grupo 2, 15 minutos; grupo 3, 30 minutos y grupo 4, 60 minutos) de: madera dura MD- (*Schinopsis balansae*), y madera blanda-MB- (*Schinus longifolius*), hueso seco-HS- (Costilla de *Lama guanicoe*) y hueso fresco-HF (húmero de *Bos taurus*), y cuero seco sin pelo -CS- (*Bos taurus*), y cuero fresco sin pelo CF- (*Bos taurus*).

Paso 2. Desarrollo y registro de las actividades

Para determinar de qué manera, o cómo, se generan las microhuellas se decidió registrar toda variable relevante de acuerdo a la bibliografía consultada y citada anteriormente. Con ello se

confeccionó una ficha para cada instrumento en la que se registraba el estado inicial de la pieza y se especificaba el desarrollo de la actividad y otra ficha en la que se registraba el análisis del resultado de tal actividad.

También se generó un código de registro de variables, en el cual se estandarizaron las alternativas de registro para cada una de las categorías a analizar (Cattáneo y Fernández, 2006) y se siguieron ciertos principios de experimentación, ya que las experiencias se condujeron utilizando una cierta clase acotada de materiales y la actividad fue diseñada con el propósito de realizar cada tarea eficientemente, no sólo “mecánicamente”.

Paso 3. Limpieza

Para eliminar los residuos orgánicos depositados sobre la superficie que trabajó se procedió a la limpieza de cada pieza con agua jabonosa y en algunos casos se aplicó alcohol etílico (96°) o acetona con hisopo

Paso 4. Observación e interpretación de microhuellas

4.1. Caracterización cualitativa de los filos o bordes activos utilizados

De trabajos anteriores se contaba con la descripción de cada filo utilizado según observaciones por Lupa binocular Nikon SMZ 800 y en un Microscopio de Reflexión Nikon Epiphot III (Cattáneo y Fernández Ordoñez, 2006). Se siguieron los criterios establecidos en el código antes mencionado.

4.2. Caracterización cuantitativa de los filos o bordes activos utilizados

De la colección experimental se obtuvieron 600 imágenes (Figura 2) en formato .bmp, capturadas bajo las mismas condiciones experimentales. Las imágenes fueron ecualizadas utilizando un programa usual de manejo de imágenes para tomar en cuenta para el análisis todo el rango dinámico de la imagen, es decir, los tonos de gris con valores de 0 a 255. Las mismas fueron analizadas utilizando el programa PHILOS, creado específicamente para estudiar comparativamente la textura o rugosidad. Dicho programa utiliza como entrada una serie de imágenes y genera Matrices de Co-ocurrencia (Aksoy y Haralick, 2001), introducido por Haralick *et al.* (1973). En recientes investigaciones se la ha utilizado para la caracterización de rugosidades (Grace, 1989, Gadelmawla, 2004).

La GLCM de la imagen digital de un filo, es un histograma que contabiliza la frecuencia de aparición de pares de píxeles separados espacialmente en la imagen por distancias horizontales y verticales predeterminadas en función de sus valores respectivos. Estos histogramas pueden ser representados y visualizados y la dispersión de sus valores puede dar una idea de las frecuencias espaciales presentes en la imagen, por observación directa o por análisis numérico (descriptores, etc.).

Si se construye una serie de GLCMs de una imagen en función, por ejemplo, del espaciado de los pares de píxeles a considerar, su evolución según alguna dirección caracterizará el tipo de contenido “de ruido” de la imagen que está siendo analizada (Figura 3). Así, esta técnica también permite estudiar y comparar series de matrices de distintas muestras sin la necesidad de normalizar las imágenes (Gadelmawla, 2004); por ello este proceso es significativamente poderoso.

LA ESTRATEGIA DE ANALISIS CON EL PROGRAMA PHILOS

Para el diseño y prueba del software de comparación de filos se siguieron varios pasos:

Paso 1. Implementación de descriptores. En el que se realizó la prueba del programa que genera los descriptores de GLCMs.

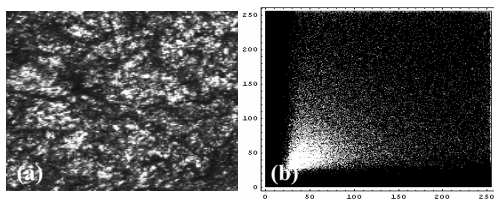


Figura 3. (a) Imagen HS301, de raspado de Hueso seco y (b) una representación grafica de su matriz de co-ocurrencia

Paso 2. Reconocimiento de imágenes. En el que se efectuó una prueba de reconocimiento de imágenes mediante descriptores de GLCMs.

Paso 3. Puesta a punto de la base de datos de imágenes de rastros de uso. En la que se realizó una prueba de reconocimiento de imágenes mediante descriptores de GLCMs.

RESULTADOS

Del total de 600 imágenes obtenidas bajo las mismas condiciones experimentales con el CLSM de los fillos activos del conjunto experimental se seleccionaron 120 de ellas para evaluar la autoconsistencia de rango 20 de cada una de las clases generadas por una misma acción, raspado, y un mismo tipo de material trabajado (MD, MB, HS, HF, CS, CF) con el Programa PHILOS.

Es decir, la Tabla 1 expresa el grado de acierto que el programa brinda para distinguir las clases, mientras que la Tabla 2 indica la dispersión de esa certeza.

Clase	CF	CS	HF	HS	MB	MD
CF	35%	45%	0	20%	0	0
CS	40%	40%	0	20%	0	0
HF	0	0	80%	15%	0	5%
HS	5%	30%	0	65%	0	0
MB	0	0	0	0	85%	15%
MD	0	0	5%	0	15%	80%

Tabla 1. Valores de *autoconsistencias de moda de rango 20* obtenidas con el programa PHILOS para todas las clases del conjunto experimental de fillos líticos con microhuellas de uso

Tabla 2. Valores de *autoconsistencia promedio* de imágenes por clase de acuerdo a su procesamiento con el programa PHILOS del conjunto experimental de fillos líticos con microhuellas de uso

Clase	CF	CS	HF	HS	MB	MD
CF	37%	37%	1,25%	23%	1,3%	1,8%
CS	36%	33%	3,25%	24%	2,8%	1,8%
HF	1,5%	2,5%	65%	20%	0%	11%
HS	22%	26%	7,25%	41%	1,3%	3,3%
MB	0	0	0	0	68%	32%
MD	0	0	5,5%	0,3%	31%	64%

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las imágenes correspondientes a muestras de instrumentos utilizados para el raspado de *madera blanda* obtuvieron la mayor autoconsistencia del conjunto experimental, diferenciándose con altísimos porcentajes del resto de la muestra. El valor de los descriptores obtenidos a partir de estas imágenes no se superpone en ningún caso con las imágenes del raspado de cuero fresco y seco y el hueso fresco y seco. En principio, este tipo de imágenes sería una de las clases con mayores probabilidades y sin dificultades de ser analizada correctamente al aplicar el programa PHILOS.

En segundo lugar, se encontró a los valores de los descriptores procedentes de las imágenes del raspado de *madera dura* y *hueso fresco*, con un 80% de aciertos ambos casos cuando se las agrupan utilizando el programa PHILOS.

Dentro de la clase de imágenes obtenidas de muestras utilizadas para el trabajo sobre *madera dura* hay un 15% de las imágenes que indican por el valor de sus descriptores raspado de madera blanda, y un 5% - es decir sólo una de las imágenes- se agrupó con una mayoría (50%) de imágenes de trabajo de hueso fresco y con 45% de madera dura. Es decir por sólo dos imágenes el grupo no cayó en que la autoconsistencia tuviera su máximo promedio para la misma clase. Esta situación podría mejorar si se eliminara esa imagen y se reemplazara por otra y/u otras que definieran mejor la clase en estudio. De todas maneras al complementar el

análisis con el estudio de los valores de los promedios de los descriptores se pudo afirmar que la clase MD no se superpone con los promedios de las otras cinco clases, permitiendo separarla claramente.

En cuanto a la clase *hueso fresco*, 16 de las 20 imágenes tuvieron su autoconsistencia con el máximo de la misma clase, es decir, las probabilidades de ubicar una nueva imagen con este grupo son de 80%, obteniéndose muy buenos resultados. Esta clase se discriminó con respecto al trabajo de los cueros y la madera blanda, aunque el promedio de sus descriptores se encuentra cercano, como ya se mencionó al de las clases de materiales blandos.

Cuando se analizaron los resultados de autoconsistencia de la clase *hueso seco*, que obtuvo un 65% de concordancias, vemos que se discriminan razonablemente, con buenas probabilidades interpretativas de las imágenes de MB, MD, HF y CF, no encontrándose en ninguna de estas clases el máximo de autoconsistencia de rango. Esto permite separar el trabajo de materiales o muy blandos o demasiado duros. La clase con la que se superpone en un 30% corresponde al cuero seco con 6 casos sobre 20. Sería interesante explorar otros descriptores que permitan diferenciar algún ordenamiento diferente de la matriz de Co-ocurrencia para detectar el porqué de las superposiciones registradas, que aparentemente se encuentran muy orientadas por el Contraste y el IDM de las imágenes.

Finalmente tenemos las dos clases de uso sobre cuero, con promedios de autoconsistencia de 35% y 40%, lo que podría considerarse algo bajos a los fines interpretativos. Los valores promedio de los descriptores de la clase *cuero fresco* muestran una gran dispersión en cuanto a su Energía, pero el promedio se encuentra claramente separado del resto de las clases. En cuanto a la clase *cuero seco* si bien se vincula con HS en cuanto a Contraste y Energía, se diferencia en cuanto al IDM. Esto quiere decir que existe una mayor probabilidad promedio de clasificar el raspado de cuero fresco considerándolo como de raspado de cuero seco.

La combinación de las utilidades del programa Philos: cálculo de matriz de Co-ocurrencia, cálculo de descriptores y el cálculo de promedios sumado a la excelente calidad de las imágenes obtenidas con el CLSM permiten profundizar en el análisis de las imágenes de huellas de uso desde la perspectiva cuantitativa, creemos que exitosamente. Esperamos en un futuro próximo desarrollar su aplicación a los casos arqueológicos mencionados profundizando también los programas experimentales que sumen imágenes a la base de datos original, especialmente para otras materias primas líticas y consideren otros temas, tales como el análisis de imágenes de huellas tecnológicas, huellas producto de procesos de formación de sitio, formación de pátinas, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akoshima, K.

1981 An experimental study of microflaking report of Tohoku University microflaking research team (English summary). *Kokogaku Zasshi* 66, 127.

Aksoy S. y R.M. Haralic.

2001 Feature normalization and likelihood-based similarity measures for image retrieval. *Pattern Recognition Letters* 22(5):563--582,

Cattaneo, G.R., P. Meilán, D. Gulich, M. Fernández y M. Garavaglia

2007 Microscopia láser confocal de barrido (CLSM) aplicada al estudio de microhuellas de utilización en instrumentos líticos experimentales: una perspectiva cuantitativa. *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*. Pp: 327-342. Ediciones CEQUA Editado por Flavia Morello, Mateo Martinic, Alfredo Prieto y Gabriel Bahamonde. Punta Arenas, Chile.

Cattáneo, G.R. y M. Fernández

2006 Programa de Observación de microhuellas de uso en instrumentos líticos y su aporte a la discusión de la funcionalidad de sitios: datos experimentales y arqueológicos. *Actas del XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina* e.p.. Río Cuarto, Córdoba.

Gadelmawla, E.S.

2004 A vision system for surface roughness characterization using the gray level co-occurrence matrix. *NDT&E International* (37)7: 577588.

Grace, R.

1989 Interpreting the Function of Stone Tools: The Quantification and Computerization of Microwear Analysis. Oxford: *British Archaeological Reports International Series* 474.

1990 The limitations and applications of use wear analysis. En (B. Graslund, H. Knutsson, K. Knutsson & J. Taffinder, Eds) *The Interpretive Possibilities of Microwear Analysis*. Uppsala: AUN 14, Societas Archaeologica Upsaliensis, pp. 914.

1993 The use of expert systems in lithic analysis. *Traces et fonction: Les Gestes Retrouvés*, P. C. Anderson, S. Beyries, M. Otte & H. Plisson, Eds Vol. 2. Liege: College International de Liege, Editions ERAUL, no. 50, Centre de Recherches Archeologiques du CNRS, Etudes et Recherches Archeologiques de l'Université de Liege, pp. 389400.

1996 Review article: use wear analysis: the state of the art. *Archaeometry* 38: 209229.

Grace, R., I.D.G Graham y M.H. Newcomer

1985 The quantification of microwear polishes. *World Archaeology* 17: 112120.

1987 The mathematical characterization of wear traces on prehistoric flint tools. *The Human Uses of Flint and Chert: Papers from the Fourth International Flint Symposium*. G. de G. Sieveking y M. Newcomer, Eds. Cambridge University Press, pp. 6369.

Gulich, D. y N. Lofeudo

2005 Programa Philos. Desarrollo para el CIOp. Laboratorio de Procesamiento Láser. CIC-CONICET-UNLP.

Haralick R.M., K. Shanmugam, I. Dinstein.

1973 Textural features for image classification. *IEEE Trans. Syst. Man Cybernet* 3:610-21

Kimball, L.R., J.F. Kimball y P.E. Allen

1995 Microwear polishes as viewed through the atomic force microscope. *Lithic Technology* 20(1): 628.

Knutsson, K., B. Dahlquist y H. Knutsson

1988 Patterns of tool use; the microwear analysis of the quartz and flint assemblage from the Bjurselet Site, Vasterbotten, Northern Sweden. *Industries lithiques: Traceologie et Technologie*, Vol. 1. S. Beyries, Ed. *British Archaeological Reports International Series* 411, pp. 253294.

Lepistö, L., I. Kunttu, J. Autio y A. Visa

2003 Rock Image Classification Using Non-Homogeneous Textures and Spectral Imaging. WSCG 2003. The 11-th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision.

Mansur-Franchomme, M.E.

1983 Scanning electron microscopy of dry hide working tools: the roles of abrasives and humidity in microwear polish formation. *Journal of Archaeological Science* 10: 223230.

M. Partio, B. Cramariuc, M. Gabbouj y A. Visa

2002 Rock Texture Retrieval using Gray Level Co-occurrence Matrix. NORSIG-5th Nordic Signal Processing Symposium, On Board Hurtigruten M/S, Trollfjord, Norway.

Rees, D., G.G. Wilkinson, R. Grace y C.R. Orton

1991 An investigation of the fractal properties of flint microwear images. *Journal of Archaeological Science* 18: 629640.

Stemp, W.J. y M. Stemp

2003 Documenting Stages of Polish Development on Experimental Stone tools: Surface characterization by Fractal Geometry using UBM Laser Profilometry. *Journal of Archaeological Science* 30: 287296.



¿COMO DOS GOTAS DE AGUA?: ANALISIS PETROGRAFICO DE RECURSOS LITICOS DE LA MICROREGION ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PROV. DE CATAMARCA, PUNA MERIDIONAL ARGENTINA)

Alejandra M. Elías¹, Patricia S. Escola², Pablo Tchilinguirian³

¹ CONICET. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano
alejandra.elias2@gmail.com

² CONICET. Universidad Nacional de Catamarca *suyu@arnet.com.ar*

³ UBA-SEGEMAR *paulianptchil@yahoo.com.ar*

RESUMEN

Hasta la actualidad, tres fueron la variedades de rocas identificadas macroscópicamente en los afloramientos del área arqueológica de Campo Cortaderas (Antofagasta de la Sierra, Prov. de Catamarca, Puna Meridional Argentina): una variedad de textura microcristalina y oscura (que denominamos vulcanita CCT), otra de grano más grueso y de color gris verdoso con mayor cantidad de tablillas de plagioclasa y, finalmente, una tercer variedad muy similar macroscópicamente a la denominada vulcanita 8 (Elías, 2005, 2006, Elías y Tchilinguirian, 2006). De las mismas, sólo muestras de las dos primeras variedades fueron caracterizadas petrográficamente en Elías y Tchilinguirian (2006), trabajo presentado en el 1° Congreso Argentino de Arqueometría.

Ahora bien, la primera variedad mencionada, la vulcanita CCT, presenta similitudes macroscópicas con la denominada vulcanita 4, la cual fue identificada por Escola (2000, 2003) en algunas porciones de las márgenes de las coladas basálticas de Los Negros, en el fondo de cuenca de Antofagasta de la Sierra.

Por otro lado, la tercer variedad de roca mencionada, que momentáneamente denominamos vulcanita 8 CCT, presenta, como ya mencionamos, megascópicamente muchas similitudes con la llamada vulcanita 8 (Aschero et al., 2002), localizada por Escola (2000, 2003) en un afloramiento ubicado en la margen izquierda de la colada de los volcanes Antofagasta y La Alumbra, en el fondo de cuenca, a 20 km aproximadamente del área de Campo Cortaderas.

Este trabajo pretende, por un lado, caracterizar macroscópicamente y comparar con la guía de un geólogo, muestras de vulcanita CCT/vulcanita 4 y vulcanita 8 CCT/vulcanita 8. Por otro lado, describir y comparar las características petrográficas y mineralógicas de las mismas a partir del análisis microscópico de cortes delgados.

Buscamos, en primer lugar, seguir aportando a la comprensión de la variabilidad y disponibilidad de los recursos líticos presentes en la microregión de Antofagasta de la Sierra. En segundo lugar, y más específicamente, los resultados a futuro, nos posibilitarán hipotetizar sobre el origen espacial de las rocas con similares características presentes en el registro arqueológico de los sitios tardíos y tardíos-inkas actualmente bajo estudio (Elías, 2006).

INTRODUCCIÓN

Hace aproximadamente seis años, realizando trabajos de campo en el área arqueológica de Campo Cortaderas (CCT) (Antofagasta de la Sierra, Prov. de Catamarca, Puna Meridional Argentina) determinamos la presencia de nuevos afloramientos de rocas volcánicas (Elías y Tchilinguirian, 2006). Dos de las variedades de rocas identificadas en estos afloramientos, vulcanita CCT¹ y vulcanita 8 CCT, presentan similitudes macroscópicas con variedades (Vc. 4 y 8, respectivamente) identificadas por Escola (2000) en otros afloramientos del fondo de cuenca de la microregión de Antofagasta de la Sierra.

Dadas las similitudes observadas entre las cuatro variedades, lo que pretendemos en el

¹ Desde este momento utilizaremos la abreviatura 'Vc.' para referirnos a vulcanitas.

presente trabajo es caracterizarlas sistemáticamente, recurriendo a su descripción macro y microscópica (a partir del análisis de cortes delgados), con el fin de determinar si existen diferencias que nos permitan identificar a las mismas en el registro arqueológico. Esto constituye un paso en la comprensión del origen espacial de las rocas relevadas en asentamientos.

OBJETIVOS

- 1) Caracterizar, comparar y determinar si existen diferencias macro y microscópicas entre las variedades de Vc. 4/Vc. CCT y Vc. 8/ Vc. 8 CCT, con el fin de aportar a la determinación de las mismas en el registro arqueológico.
- 2) Aportar al conocimiento de la oferta y variedad de recursos líticos disponibles en la microregión de Antofagasta de la Sierra.

LOS AFLORAMIENTOS Y SUS CARACTERÍSTICAS

Campo Cortaderas (CCT) se ubica aproximadamente a 15 km al noroeste del poblado actual de Antofagasta de la Sierra. En esta zona encontramos antiguos afloramientos primarios de edad Pleistocena media, asignados a la *Formación Incahuasi* Fase I (Elías y Tchilinguirian 2006) y depósitos coluviales secundarios, resultantes del retransporte y la meteorización de los mismos.

Hasta el momento, identificamos cuatro concentraciones de Vc. CCT, distribuidas en sentido norte-sur e intercaladas entre las abras en las cuales se disponen los tres sectores que conforman el sitio arqueológico de Campo Cortaderas. La primera concentración se encuentra entre la primera y segunda abra (en sentido norte-sur) y las tres restantes se hallan luego de la tercera abra, la más meridional con vestigios arqueológicos identificada hasta el momento. Esta variedad de vulcanita se manifiesta en forma de bloques y nódulos transportables (Elías, 2006).

Asimismo, en el sector sur encontramos dos afloramientos de Vc. 8 CCT, aunque ésta presenta mayor concentración hacia el norte del área de CCT. Se manifiesta en forma de clastos de forma tabular (lajas) de distintos tamaños y grosores (Elías, 2006).

En lo que hace a la Vc. 4, Escola (1990, 1991, 2000, 2003) identificó esta variedad en algunas porciones de las márgenes de las coladas basálticas de Los Negros, correspondiendo, asimismo, a afloramientos de rocas volcánicas de la *Formación Incahuasi* Fase I². Sin embargo, se diferencian de los afloramientos de CCT por presentar otro centro de emisión y constituir coladas lávicas distintas. La autora distinguió dos sectores:

- Sector Norte: ubicado aproximadamente 6-8 km del poblado actual, está conformado por gran cantidad de bloques y nódulos globulosos transportables distribuidos en forma dispersa.
- Sector Sur: ubicado a 15-20 km en dirección sud-sudeste del anterior, se caracteriza por presentar una serie de concentraciones de bloques y nódulos transportables.

Es interesante destacar que la Vc. 4 ha sido identificada, asimismo, en otras áreas de la microregión, más exactamente las Pampas Este y Oeste de la Quebrada Seca (curso superior del río Las Pitas) (Aschero *et al.*, 2002). En esta oportunidad, sin embargo, no tomamos en cuenta muestras provenientes de estas localizaciones. Esperamos poder hacerlo a futuro.

Finalmente, la Vc. 8 fue identificada en la margen izquierda de las coladas basálticas de los volcanes Antofagasta y La Alumbrera (Escola, 2000), a 5-7 km del pueblo de Antofagasta de la Sierra, tratándose de una meseta volcánica cuyas rocas se asignan a la *Formación Incahuasi* Fase III. Constituyen una fuente primaria, en donde esta materia prima se presenta en forma de lajas de distintos tamaños y grosores.

² Esto corrige lo señalado en Elías y Tchilinguirian (2006), en donde afirmamos que Los Negros corresponderían a las Fases III y IV de la Formación Incahuasi.

METODOLOGÍA

Analizamos un total de ocho muestras provenientes de los distintos afloramientos. En los de CCT fueron cuatro las muestras consideradas, tres correspondientes a los afloramientos de Vc. CCT (M1, M2 y M3) y una a los de Vc. 8 CCT (M4). Las muestras del primer grupo, fueron tomadas en la tercera, segunda y primera concentración (ver *supra*). El único ejemplar de Vc. 8 CCT (M4) fue relevada en los afloramientos de Vc. 8 CCT ubicados al norte del área de CCT.

Dos muestras corresponden a la variedad de Vc. 4 de Los Negros (M5 y M6). Las restantes corresponden a la Vc. 8 y proceden de los afloramientos de esta materia prima que se encuentran inmediatamente al oeste del volcán Antofagasta (M7 y M8).

En primer lugar, recurrimos al análisis megascópico sobre muestras de mano. Las variables tomadas en cuenta y los estados de las mismas se detallan a continuación: *Color*, *Fractura* (1: concoidal, 2: irregular, 3: recta), *Superficie de fractura* (1: lisa, 2: irregular, 3: muy irregular), *Textura* (1: afanítica, 2: fanerítica fina [0-0.2 mm], 3: fanerítica gruesa [0.2-0.5 mm], 4: fanerítica muy gruesa [0.5-1 mm], 5: porfírica [>1 mm]), 6: microporfírica), *Cantidad de fenocristales (>1 mm)* (0-2%, 2-30%, 30-60%, 60-90%, >90%), *Tamaño de fenocristales (mm)*, *Forma del fenocristal* (1: euhedral, 2: subhedral, 3: subhedral a anhedral, 4: anhedral), *Brillo* (1: vítreo, 2: sedoso, 3: opaco, 4: opaco y vítreo), *Cantidad de vesículas* (0-2%, 2-30%, 30-60%, 60-90%, >90%), *Cantidad de amígdalas* (0-2%, 2-30%, 30-60%, 60-90%, >90%), *Cantidad de cristales menores en pasta* (0-2%, 2-30%, 30-60%, 60-90%, >90%), *Forma de cristales menores en pasta* (1: euhedral, 2: subhedral, 3: anhedral), *Color y brillo de cristales menores en pasta* (1: blanco y vítreo, 2: negro y opaco, 3: negro y vítreo).

Como segundo paso, realizamos cortes delgados de las distintas muestras y los caracterizamos petrográficamente siguiendo los criterios enumerados por Teruggi (1968, 1980). Utilizamos microscopio ZEISS de 2,5X, 6,3X, 10X y 20X. Las variables consideradas fueron: *Textura general de la roca*³ (1: hialopilitica [microlitos de plagioclasa inmersos en una masa de vidrio], 2: microcristalina, 3: subofítica [tablillas de plagioclasa parcialmente englobadas en los piroxenos], 4: criptocristalina, 5: pilotáxica [microlitos de plagioclasa dispuestos en forma fluidal], 6: intergranular [pequeños cristales de piroxeno y olivina alojados entre los intersticios de los microlitos de plagioclasa], 7: intersertal [pequeños gránulos de piroxeno y vidrio entre los intersticios de plagioclasa], 8: hialofítica [el vidrio engloba las plagioclasas], 9: Ofítica [tablillas de plagioclasa totalmente incluidas en el piroxeno], 10: Afieltrada [microlitos de plagioclasa dispuestos al azar], 10: Seriada [variación continua del tamaño de los cristales], 12: Vitrofírica [fenocristales inmersos en una pasta de vidrio], 13: Vítreo, 14: Vidrio que engloba los máficos, 15: agrupaciones en sectores de cristales de plagioclasa y piroxeno de mayor tamaño, 16: porfírica [fenocristales en pasta], 17: microporfírica [microfenocristales en pasta]), *Mineralogía de los fenocristales y granos mayores* (1: plagioclasa, 1a: andesina, 1b: bitownita, 1c: labradorita, 2: piroxeno, 2a: ortopiroxeno, 2b: clinopiroxeno, 3: anfíbol, 4: apatito, 5: circón, 6: magnetita, 7: xenolitos de cuarzo, 8: biotita, 9: opacos), *Tamaños medio y máximo de los fenocristales (mm)*, *Forma de fenocristales* (1: euhedral, 2: subhedral, 3: subhedral a anhedral, 4: anhedral), *Cantidad de fenocristales (%)*, *Orientación de fenocristales* (1: orientada, 2: suborientada, 3: no orientada), *Textura de la pasta*⁴, *Cantidad de pasta (%)*, *Cantidad de vidrio en pasta (%)*, *Cantidad de piroxenos en pasta (%)*, *Cantidad de plagioclasas en pasta (%)*, *Cantidad de opacos en pasta (%)*, *Orientación de cristales en pasta* (1: orientada, 2: suborientada, 3: no orientada), *Alteración* (0: no alterado, 1: uralitización; 2: sericita y limonita), *Forma de opacos* (1: euhedral, 2: subhedral, 3: subhedral a anhedral, 4: anhedral), *Tamaño de opacos (mm)*, *Mineralogía de accesorios* (1: apatita, 2: circón, 3: opacos), *Color de pasta*, *Clasificación*

³ Es la textura de pasta vista con aumento 2,5X.

⁴ Las alternativas de esta variable son las mismas que en textura general de la roca, la diferencia es que en este caso se observa con aumento 20X.

petrográfica (1: basalto, 2: basalto piroxénico, 3: basalto anfibólico, 4: basalto andesítico, 5: andesita basáltica, 6: andesita piroxénica, 7: vidrio).

RESULTADOS

Vc. 4/Vc. CCT

La Vc. CCT (M1, M2 y M3) tiene estructura masiva y color oscuro. En muestras de mano, presenta una textura en la cual se distinguen difícilmente los componentes minerales (fanerítica de grano medio) y los fenocristales tienen tamaños menores a 1 mm (Tabla 1).

Microscópicamente, los cristales mayores tienen tamaño similar a los presentes en la pasta (textura porfírica seriada). Los fenocristales corresponden a plagioclasa y piroxeno. El piroxeno es subhedral a anhedral, corresponde a ortopiroxeno y los colores de interferencia son grises de primer orden. La plagioclasa es subhedral a anhedral y se encuentra maclada según la ley albíta-Carlsbad; es escasa como fenocristal. La pasta tiene tablillas y microlitos de plagioclasa inmersos en una base compuesta por vidrio volcánico (30-35%), encontrándose entrelazados en forma no orientada (textura afieltrada) o fluidal (textura pilotáxica). En otros sectores las tablillas se encuentran alojadas por el vidrio, dando como resultado una textura hialofítica. El mineral opaco se presenta diseminado en la pasta en una proporción del 2-5% y en formas subhedrales a anhedrales. La roca se clasifica como basalto andesítico debido a que hay muchas más plagioclasas que minerales máficos (Tabla 2). Debido a la presencia de ortopiroxenos y la escasez de olivitas y otros máficos la roca tiene una componente subalcalina.

La Vc. 4 (M5 y M6) es de color oscuro y tiene estructura masiva (Tabla 1). Microscópicamente, los componentes minerales son difíciles de distinguir (fanerítica de grano fino) y los fenocristales tienen tamaños menores a 1 mm (microporfírica). Microscópicamente, la textura es porfírica seriada con 20% de fenocristales. Los mismos están compuestos por plagioclasa, ortopiroxenos y clinopiroxenos. Ambos se presentan en una pasta que ocupa el 70% y que está compuesta de vidrio oscuro (50%), tablillas y microlitos plagioclasa, granulitos de piroxeno y opacos. Los fenocristales piroxénicos presentan formas subhedrales a anhedrales y los colores de interferencia son grises de primer orden. La plagioclasa es subhedral a anhedral, se encuentra maclada según la ley albíta-Carlsbad y es escasa como fenocristal. En la pasta, las microlitos y tablillas de plagioclasas están inmersas en vidrio de color oscuro, dando como resultado texturas hialofíticas y vitrofíticas cuando las plagioclasas constituyen fenocristales. Se pudo determinar que la plagioclasa presente es labradorita. El mineral opaco se presenta en la pasta en una proporción de aproximadamente

Muestras	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Origen	CCT	CCT	CCT	CCT	Los Negros	Los Negros	Volcán Ant.ofagasta	Volcán Ant.ofagasta
Sector/Concentración	3	2	1	Norte	-	-	-	-
Color	Negro	Negro	Negro	Gris-verdoso con machitas blancas	Negro	Negro	Gris-verdoso-rojizo con machitas blancas	Gris-verdoso-rojizo con machitas blancas
Fractura	1	1	1	1, 3	1	1	1, 3	1, 3
Superficie de fractura	2	2	2	2	2	2	2	2
Textura	3	3	3	3	2	2	3	3
Presencia/ ausencia de fenocristales	No	No	No	No	No	No	No	No
% de fenocristales	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamaño fenocristales	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma fenocristales	-	-	-	-	-	-	-	-
% de vesículas	0	0	0	0	0-2%	0-2%	0	0
% de amígdalas	2-30%	2-30%	2-30%	2-30 %	2-30%	2-30%	2-30 %	2-30 %
Alteración	No	No	No	Si	No	No	Si	Si
Color alteración	-	-	-	Blanco	-	-	Blanco	Blanco
% de alteraciones	-	-	-	60-90 %	-	-	60-90 %	60-90 %
Forma de alteración	-	-	-	1	-	-	1	1

Tabla 1. Caracterización macroscópica

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

Muestras	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Origen	CCT	CCT	CCT	CCT	Los Negros	Los Negros	Volcán Ant.ofagasta	Volcán Ant.ofagasta
Sector/Concentración	3	2	1	Norte	-	-	-	-
Tipo de textura general de la roca (2,5X)	10-17	10-17	10-17	10-17	10-17	10-17	10-17	10-17
Mineralogía de los fenocristales	1, 2a, 2b	1, 2a, 2b	1, 2a, 2b	1, 2a	1, 2 a, 2b	1, 2 a, 2b	1, 2a	1, 2a
Tamaño medio feno-plagioclasa (mm)	0,105-0,126	0,126	0,105-0,126	0,105-0,126	0,105	0,105	0,105-0,126	0,105-0,126
Tamaño máximo de feno-plagioclasa (mm)	0,21-0,315	0,21-0,315	0,21-0,315	0,147	0,44	0,44	0,147	0,147
Tamaño medio de feno-piroxeno (mm)	0,315-0,42	0,315-0,42	0,315-0,42	0,315-0,42	0,21	0,21	0,315-0,42	0,315-0,42
Tamaño máximo de feno-piroxeno (mm)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,252-0,315	0,252-0,315	0,63	0,63
Forma de feno-plagioclasa	2	2	2	2	2	2	2	2
Forma de feno-piroxeno	3	2	3	3	3	3	3	3
Cantidad de fenocristales (%)	30%	40%	30%	70%	20%	20%	70%	70%
Cantidad de feno-piroxenos (%)	10%	15%	10%	20%	10%	10%	20%	20%
Cantidad de feno-plagioclasas (%)	20%	25%	20%	50%	20%	20%	50%	50%
Orientación de fenocristales	2	2	2	2	2	2	2	2
Cantidad de pasta (%)	70%	60%	70%	30%	80%	80%	30%	30%
Textura de la pasta	10-5-8	10-5-8	10-5-8	10-5-15-7	8-12	8-12	10-5-15-7	10-5-15-7
Cantidad de vidrio en pasta (%)	35%	30%	35%	2 %	50%	50%	2 %	2 %
Cantidad de piroxeno en pasta (%)	20%	20%	20%	10%	15%	15%	10%	10%
Cantidad de plagioclasa en pasta (%)	10%	5%	10%	10%	5%	5%	10%	10%
Cantidad de opacos en pasta (%)	5%	5%	5%	8%	5%	5%	8%	8%
Orientación de cristales en la pasta	2	2	2	2-3	1-2	1-2	2-3	2-3
Alteración	0	0	0	0	0	0	0	0
Forma de opacos	3	3	3	3	3	3	3	3
Tamaño de opacos (mm)	0,0053	<0,0053	0,0053	0,0066	0,0066	0,0066	0,0066	0,0066
Mineralogía de accesorios	-	-	-	-	-	-	¿?	¿?
Color de pasta	Castaña clara	Castaña clara	Castaña clara	Claro	Negro	Negro	Claro	Claro
Clasificación petrográfica	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabla 2. Caracterización microscópica

3%, en individuos subhedrales a anhedrales diseminados, cuyos tamaños son de 0,003 mm en promedio (Tabla 2).

La diferencia entre los dos tipos de rocas es escasamente apreciable a ojo desnudo. A escala microscópica se observan algunas diferencias, como por ejemplo el porcentaje de fenocristales y pasta, el porcentaje de vidrio en pasta y el tamaño de los fenocristales de ortopiroxeno y plagioclasa. En el caso de las muestras de CCT, tienen menor cantidad de pasta, menor cantidad de vidrio, mayor cantidad y tamaño de los fenocristales.

Vc. 8/Vc. 8 CCT

A ojo desnudo son muy similares excepto por el color un poco más castaño de la variedad de Los Negros. En ambas, los componentes minerales se distinguen y pueden identificarse a escala macroscópica, aunque tienen tamaños muy pequeños (<1 mm). Ambas tienen una fractura que le da una forma de bloque en laja o tabular. Presentan manchas de 1-2 mm color claro y con forma irregular, resultantes de la concentración por sectores de minerales de plagioclasa más gruesos (Tabla 1).

Al microscopio, ambas rocas son similares, de textura microporfirica seriada con fenocristales de ortopiroxeno en una pasta compuesta por tablillas de plagioclasa, piroxenos, opacos y escaso vidrio. Asimismo, en pequeños sectores los cristales de plagioclasa y piroxeno se

agrupan con mayor tamaño. El piroxeno es subhedral, correspondiendo a ortopiroxeno, y los colores de interferencia son grises de primer orden. Muchos de los mismos se encuentran alterados en sus extremos a micas y sericita. La plagioclasa es subhedral a anhedral, se encuentra maclada según la ley albita-Carlsbad y es escasa como fenocristal. Se pudo determinar que la plagioclasa presente es labradorita

La pasta está compuesta por tabillitas de plagioclasa, cristales anhedrales de piroxeno, bastoncitos de piroxeno (0,00533 mm de largo) y minerales opacos anhedrales (0,0066 mm). Las plagioclasas están entrelazadas de forma irregular dando como resultado una textura afieltrada y en escasos sectores las mismas están orientadas (textura pilotáctica), especialmente alrededor de los fenocristales de ortopiroxeno. En algunos sectores de la pasta se observa, también, que las tabillitas de plagioclasa son englobadas parcialmente por los cristales anhedrales de piroxeno. El mineral opaco se presenta en la pasta en una proporción del 3% aproximadamente en individuos subhedrales a anhedrales diseminados. Según esta composición, la roca sufrió un enfriamiento rápido y se clasifica como un basalto andesítico debido al alto porcentaje de ortopiroxenos y la ausencia de olivitas (Tabla 2).

En conclusión, macroscópicamente la única diferencia entre Vc. 8 CCT (M4) y Vc. 8 (M7 y M8) se presenta a nivel del color. Sin embargo, esta diferencia es sutil, siendo muy complejo diferenciarlas. Microscópicamente, no presentan discrepancias significativas, por lo que, momentáneamente, podemos señalar que el análisis petrográfico de cortes delgados no aporta a su diferenciación (Tabla 2).

CONCLUSIONES

Nos preguntamos si podíamos diferenciar macro y microscópicamente las Vc. 4/Vc. CCT y la Vc. 8/Vc. 8 CCT. Con respecto a las dos primeras podemos plantear que presentan diferencias microscópicas. Ahora bien, macroscópicamente resulta muy difícil diferenciarlas.

En relación, a las muestras de Vc. 8 y Vc. 8 CCT, si bien presentan leves diferencias macroscópicas en el color, siguen presentando similitudes y son idénticas, 'como dos gotas de agua', a escala microscópica.

Dado que el número de muestras considerado es escaso no nos arriesgamos, por el momento, a plantear la posibilidad de distintas variedades de rocas para ninguno de los dos casos (Vc. 4/Vc. CCT y Vc. 8/Vc. 8 CCT). Más allá de esto, insistimos en señalar la existencia de rocas que presentan similitudes macro y/o microscópicas en dos localidades distanciadas 20 km una de la otra. Esto constituye un elemento esencial en la comprensión de la base de recursos líticos de una región, más específicamente de la microregión de Antofagasta de la Sierra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aschero, C., P. Escola, S. Hocsman y J. Martínez,
2002 Recursos líticos en la escala microrregional Antofagasta de la Sierra, 1983-2001. *Arqueología* N° 12. En prensa.
- Elías, A.
2005 Informalidad: un acercamiento inicial a la tecnología lítica de momentos tardíos a partir de las características de diseño de los instrumentos relevados en dos sitios de Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca, Argentina): La Alumbrera y Campo Cortaderas. *Hombre y Desierto* 12: 47-71.
- 2006 *El Estudio de la Organización de la Tecnología Lítica en Momentos Tardíos (ca. 1000-450 AP) en Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca)*. Tesis presentada para optar al grado de Licenciado en Antropología con Orientación Arqueología. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.
- 2007 Tecnología lítica entre las sociedades de ca. 1000 años AP en Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca, Puna Meridional Argentina). *Estudios Atacameños* 33. En prensa.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

Elías, A. y P. Tchilinguirian

2006 Aplicación del análisis petrográfico en recursos líticos (Antofagasta de la Sierra, Provincia de Catamarca, Puna Meridional Argentina). *Actas 1º Congreso Argentino de Arqueometría*, pp. 208-217. Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Argentina.

Escola, P.

1990 Explotación y manejo de recursos líticos en un sistema adaptativo Formativo de la Puna Argentina. *Arqueología Contemporánea*, Vol. 3: 5-20.

1991 Proceso de producción lítica: una cadena operativa. *Shincal* 3, Tomo II: 5-19. Publicación Especial en Adhesión al X Congreso Nacional de Arqueología Argentina (S. F. del Valle de Catamarca, 12-16 de agosto de 1991). Escuela de Arqueología. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

2000 *Tecnología Lítica y Sociedades Agro-pastoriles Tempranas*. Tesis presentada para optar al Grado de Doctor en Filosofía y Letras. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Ms.

2003 Disponibilidad de recursos líticos y fuentes de aprovisionamiento en un sector de la Puna Meridional. *Mundo de Antes* N° 3: 65-84.

Teruggi, M.

1968 *Las Rocas Eruptivas al Microscopio*. EUDEBA.

1980 *La Clasificación de las rocas ígneas. Según la IUGS*. ECAL, Colección Ciencias de la Tierra, Estudios N° 1.



LAGUNA CAVI Y EL MEDANO: OBSIDIANAS EN CIRCULACION CARAVANERA

Patricia S. Escola^{1,2}, Michael D. Glascock³, María Alejandra Korstanje^{1,4},
Natalia Sentinelli²

1 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

2 Escuela de Arqueología. Universidad Nacional de Catamarca.

3 Research Reactor Center. University of Missouri.

4 Instituto de Arqueología y Museo. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán

suyu@arnet.com.ar - glascockm@missouri.edu - alek@unt.edu.ar nattynt@hotmail.com

RESUMEN

Recientes prospecciones realizadas hacia el sur-suroeste del Volcán Galán (Puna Meridional, Catamarca) permitieron localizar un depósito secundario de obsidiana integrado por nódulos de tamaño pequeño. Específicamente, dicho depósito se encuentra en la Laguna Cavi (26° 17' 39.9" Lat. S. y 67° 05' 33.2" Long. O) la cual corresponde a una laguna de altura rodeada de antiguas paleocostas y abanicos fósiles asociados a la glaciación del Pleistoceno. Las obsidianas se encuentran dispersas en los sedimentos de las paleocostas y paleoabanicos del extremo SE de la laguna.

Al respecto, en este trabajo se presenta la caracterización geoquímica de este depósito en el marco de un programa de análisis de procedencia iniciado para el NOA hacia 1990. Tres muestras de nódulos de obsidiana fueron objeto de análisis de activación neutrónica en el Research Reactor Center (University of Missouri) utilizando procedimientos de irradiación corta y larga. Los datos obtenidos indican que Laguna Cavi es un grupo composicional único. Sin embargo, su comparación con artefactos de fuentes desconocidas caracterizados con anterioridad mostraron una casi total coincidencia con la denominada originalmente Fuente desconocida B. Cabe destacar que dicha fuente responde a la huella química de once artefactos arqueológicos de sitios tanto de la Puna como de los valles mesotérmicos.

Esta dispersión hacia los valles muestra a la obsidiana de Laguna Cavi como parte integrante de un tráfico de bienes e información entre distintos grupos prehispánicos. En la actualidad, el tráfico con tropillas de animales es común entre la Puna propiamente dicha y los valles bajos manteniendo vigente una actividad que fue parte de la logística de distribución de bienes en el pasado. Al respecto, el sitio El Médano puede aportar interesante información respecto de la distribución de la obsidiana de la fuente antes mencionada. Este sitio se encuentra en el sector septentrional del valle de El Bolsón (Depto. Belén, Catamarca) en una zona de transición entre el comienzo de la Puna y la zona típica de Valles y Bolsones. En este sentido, investigaciones preliminares efectuadas en el mismo proponen que funcionalmente cumplió el rol de sitio de descanso en el tránsito caravanero entre la Puna y los valles mesotérmicos.

En este marco, se presentan también en este trabajo análisis de procedencia y análisis técnico-morfológicos del conjunto artefactual de obsidiana recuperado en El Médano. En el primer caso, se utilizó activación neutrónica mientras que, en el segundo caso, la metodología aplicada se fundamenta en la propuesta clasificatoria de Aschero. Se espera con ello aportar información relevante acerca del tratamiento de la obsidiana, principalmente de la de Laguna Cavi, en este tipo de sitio.

INTRODUCCIÓN

Si bien las sociedades del pasado utilizaron distintos tipos de rocas como materia prima para la producción de artefactos, la obsidiana es una de las pocas que provee a los arqueólogos -de manera no ambigua- la existencia de contactos o interacciones entre diferentes grupos sociales. Al respecto, si bien los estudios de caracterización geoquímica tienen larga data a nivel mundial (Boyer y Robinson, 1956, Cann y Renfrew, 1964, Green, 1962 entre otros) sólo

en los últimos treinta años han tenido una amplia expansión. Esto se puede atribuir por un lado a los avances tecnológicos informáticos y de química instrumental y, por otro lado también, al reconocimiento por parte de los arqueólogos que la arqueometría provee mucho más que simples mediciones (Shackley, 1998).

En Argentina, más específicamente, en el Noroeste, recién en 1990 se inician estudios de caracterización geoquímica tanto sobre fuentes como sobre artefactos arqueológicos de obsidiana (Escola *et al.*, 2000, Sprovieri, 2006, Vázquez y Escola, 1995, Yacobaccio y Lazzari, 1996-1998, Yacobaccio *et al.*, 2002, Yacobaccio *et al.*, 2004). En cuanto a fuentes, los análisis realizados han permitido la identificación de la “huella química” de veinte fuentes de obsidiana: diez han sido localizadas en los sectores septentrional y meridional de la Puna y otras diez permanecen aún con ubicación desconocida. Por su parte, los resultados de los análisis de procedencia sobre más de 177 artefactos arqueológicos han reflejado la circulación de esta materia prima, en calidad de bien de intercambio, dentro de la Puna misma y entre la Puna y los valles mesotermales, alcanzando también ambientes más lejanos aún como el bosque montano.

Siguiendo esta línea de investigación, en este trabajo se presenta la caracterización geoquímica de la fuente Laguna Cavi cuya composición mostró una casi total coincidencia con la denominada con anterioridad Fuente desconocida B. Asimismo, análisis de procedencia y tecnológicos sobre materiales de obsidiana del sitio El Médano (Depto. Belén, Catamarca) aportan información relevante acerca de la distribución y uso de obsidianas, especialmente de la correspondiente a Laguna Cavi. Cabe destacar que este sitio ha sido interpretado como un sitio de descanso de caravanas (Korstanje, 1998).

LAGUNA CAVI: CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA

Recientes prospecciones realizadas por Olivera y Tchilinguirian (com. per. 2005) hacia el sursuroeste del volcán Galán (Puna meridional, Catamarca) permitieron localizar un depósito secundario de obsidiana integrado por nódulos de tamaño pequeño. Específicamente, dicho depósito se encuentra en la laguna Cavi (26°17'39.9" Lat. S. y 67°05'33.2" Long. O.) la cual corresponde a una laguna de altura rodeada de antiguas paleocostas y abanicos fósiles asociadas a la glaciación del Pleistoceno. Las obsidianas se encuentran dispersas en los sedimentos de las paleocostas y paleoabanicos del extremo SE de la laguna. Según las direcciones de aporte, la redondez de los clastos y la composición litológica de los depósitos de los paleoabanicos se infiere que los nódulos primarios de obsidiana se tendrían que ubicar entre 5 a 15 km al oeste de la laguna (Tchilinguirian, com. per. 2006). Cabe agregar que se trata de una obsidiana gris oscura no totalmente translúcida.

A los fines de la caracterización geoquímica de este depósito, tres muestras de nódulos de obsidiana fueron objeto de análisis de activación neutrónica (NAA) en el Research Reactor Center (University of Missouri) utilizando procedimientos de irradiación corta y larga. La primera permitió la medición de siete elementos de vida corta (Al, Ba, Cl, Dy, K, Mn y Na). Por su parte, la irradiación

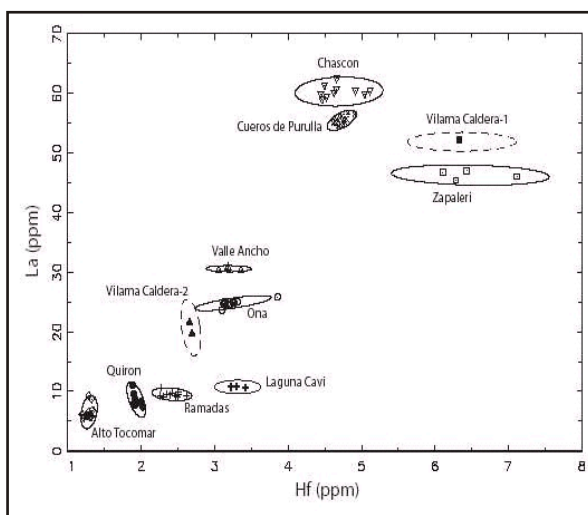


Figura 1. Diagrama bivariado de concentraciones elementales La/Hf

larga, consistente en dos conteos para cada muestra, dio lugar a la determinación de siete elementos de vida media (Ba, La, Lu, Nd, Sm, U, y Yb) y quince elementos de vida larga (Ce, Co, Cs, Eu, Fe, Hf, Rb, Sb, Sc, Ta, Tb, Th, Zn y Zr).

Los datos obtenidos indican que Laguna Cavi es un grupo composicional único (Figura 1). Sin embargo, su comparación con artefactos de fuentes desconocidas caracterizados con anterioridad mostraron una casi total coincidencia con la denominada originalmente Fuente desconocida B (Yacobaccio *et al.*, 2002, Yacobaccio *et al.*, 2004). Específicamente, esta huella química fue detectada en once artefactos arqueológicos de sitios anteriormente estudiados de la Puna meridional (Catamarca): sitios Real Grande 1 y Casa Chávez Montículos; de la Sierra del Aconquija (Catamarca): sitio Antigal de Tesoro; del valle del Cajón (Catamarca): sitio Cardonal; del valle de Santa María (Tucumán-Salta): sitios El Pichao y Tolombón; y del valle Calchaquí (Salta): sitios Molinos I.

TRÁFICO HACIA LOS VALLES ORIENTALES

La presencia de la “huella química” de Laguna Cavi en los artefactos arqueológicos mencionados muestra a esta obsidiana como parte integrante de un tráfico de bienes e información entre grupos prehispánicos de la Puna y el sector valliserrano oriental.

Si bien el tráfico caravanero, como mecanismo de distribución, ha sido habitualmente citado en la bibliografía arqueológica del NOA, son pocos los trabajos que han hecho referencia al contexto caravanero propiamente dicho (Berenguer, 1994, Nielsen, 1997, Sinclair, 1994 entre otros). Entre estos trabajos se encuentra el aporte de Korstanje (1998) que presenta al sitio El Médano cumpliendo funcionalmente el rol de campamento de descanso en el tránsito caravanero entre la Puna y los valles mesotérmicos.

Este sitio se encuentra ubicado en el sector septentrional del valle de El Bolsón (Depto. Belén, Catamarca), en una situación estratégica en relación a rutas prehispánicas y actuales de tráfico entre las áreas mencionadas. Sobre un médano estabilizado se distinguen ocho estructuras circulares de piedra de tamaño variable entre 1,20 m y 12 m de diámetro máximo. Asimismo, se encuentran también otro tipo de estructuras, como dos muros paralelos al talud del médano, cuatro montículos de despedre de dimensiones variables y parte de una estructura de piedra que podría hacer las veces de corral o área de carga-descarga. A esto se suma, a 135 m de distancia sobre el talud, la presencia de un basural bastante extenso.

Tomando en cuenta todas estas características y la información precedentemente presentada, sería esperable encontrar en este sitio evidencias de la circulación de la obsidiana de Laguna Cavi y/u otras. De este modo, con esta idea en mente, se realizaron análisis geoquímicos y tecnológicos del registro lítico de obsidiana de El Médano. Cabe destacar que los materiales analizados proceden de dos sondeos estratigráficos y tres transectas de recolección superficial (Korstanje, 1998).

En este marco, tres artefactos de obsidiana fueron objeto de análisis de fluorescencia de rayos X (XRF) en el Research Reactor Center (University of Missouri) utilizando un espectrómetro de energía dispersiva Elva-X. La selección de las muestras se realizó sobre la base de variaciones en atributos macroscópicos, a saber: color, bandeamiento, presencia/ausencia de inclusiones, etc. Se midieron once elementos (K, Ti, Mn, Fe, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr) cuya evaluación estadística se efectuó por medio de diagramas bidimensionales. Al respecto, se puede apreciar en la Figura 2 la asignación de las muestras a dos fuentes de obsidiana ya caracterizadas: Laguna Cavi (dos muestras) y Ona (una muestra). Asimismo, cabe agregar que en el material obsidiánico analizado pudo detectarse la presencia de obsidiana de la fuente de Cueros de Purulla. Esta obsidiana, opaca de color gris a gris negra, es fácilmente identificable de manera macroscópica.

Es importante tener presente que la fuente de Laguna Cavi, como ya se ha mencionado, se encuentra al sur-suroeste del Volcán Galán es decir a aproximadamente 70 km del sitio El Médano. Por su parte, Ona y Cueros de Purulla, localizadas también en la Puna meridional

(Catamarca), se ubican a 175 km y 120 km respectivamente del sitio mencionado.

Ahora bien, a partir de la información aportada por la identificación geoquímica y macroscópica podríamos decir que estos caravaneros llevaban como bienes de intercambio hacia los valles mesotermiales obsidianas procedentes de tres fuentes distintas. Un análisis tecnológico de los materiales obsidiánicos permitirá arrojar luz sobre el uso y descarte de obsidianas en un sitio de tránsito de caravanas.

El material analizado, a partir de la propuesta clasificatoria de Aschero (1975, 1983), comprende

un total de 43 piezas de obsidiana de las cuales 39 son desechos de talla y 4 son artefactos formatizados. Un primer elemento interesante para evaluar es la frecuencia de aparición de la obsidiana y sus variedades respecto de las restantes materias primas identificadas en el sitio (andesita/basalto, cuarzo, cuarcita, esquisto y no determinada). De este modo, tomando en consideración un total artefactual de 873 piezas, vemos que la obsidiana muestra una escasa presencia mensurable con un porcentaje de 4.93% siendo la cuarta en orden de frecuencia respecto del total de materias primas. Cabe destacar que dentro de este porcentaje la obsidiana de Laguna Cavi es predominante, con una frecuencia de 4.24%, seguida por la obsidiana de Cueros de Purulla con 0.57% y la de Ona con 0.11%.

En lo que respecta a los artefactos formatizados (N=4), tres están confeccionados en obsidiana de Cavi y el restante en la de Cueros de Purulla. Respecto de los primeros, se trata de un raspador, un artefacto burilante y un artefacto pequeño-mediano pequeño con retoque en bisel oblicuo (RBO). Lo interesante de ellos es que están confeccionados sobre artefactos formatizados que han sido objeto de reciclajes: un núcleo agotado, un probable perforador fracturado y un artefacto bifacial indiferenciado (tal vez una preforma de punta de proyectil descartada) respectivamente. Esto estaría evidenciando no sólo un aprovechamiento económico de esta materia prima sino también el uso de piezas de posible descarte, piezas que quedarían fuera de la circulación de bienes. Por su parte, la pieza de obsidiana de Cueros de Purulla se trata de una punta de proyectil de limbo lanceolado, con pedúnculo destacado y hombros, de similar diseño a otras dos confeccionadas en andesita/basalto. El registro de desechos de esta última obsidiana (ver infra) es muy escaso (N=4) pero podría adscribirse a tareas de formatización de artefactos. Por lo tanto, dado que el diseño del proyectil aparece también en materias primas locales de uso en el sitio, es posible asumir su manufactura por parte de los caravaneros. Sin embargo, la evidencia no es concluyente y no descartamos que pueda tratarse del descarte de una pieza transportada para el intercambio o de una pieza transportada pero en uso por parte de los caravaneros.

En cuanto a los desechos de talla (N=39), el 87.18% corresponden a obsidiana de Cavi, seguidos por la obsidiana de Cueros de Purulla con 10.26% y la de Ona con 2.56%. Cabe destacar que en el caso de la obsidiana de Ona, este porcentaje corresponde a una única lasca angular, de tamaño pequeño, siendo ésta la única evidencia de la circulación de esta obsidiana.

Una mirada a los tamaños de las piezas enteras (N=16) permite observar, entre los desechos de obsidiana de Cavi (N=11) el predominio de desechos pequeños (43.75%) sobre los muy

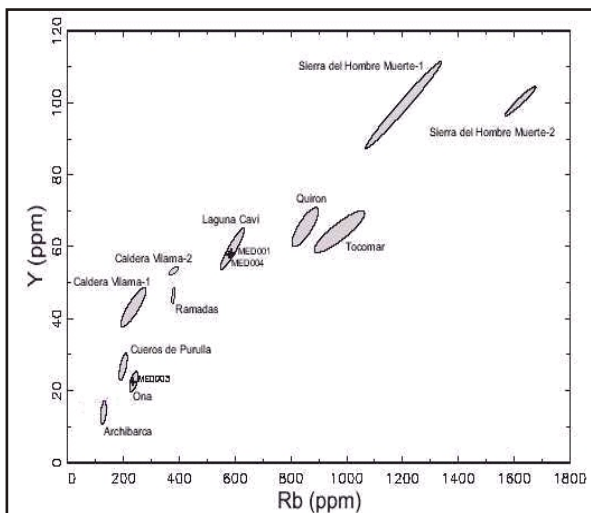


Figura 2. Diagrama biviado Y/Rb para muestras MED001, MED003 y MED004

pequeños (12.50%) y mediano-pequeños (12.50%). Por su parte, los desechos de la obsidiana de Cueros de Purulla muestran una preponderancia de tamaños muy pequeños (18.75%) a los que siguen los tamaños mediano-pequeños (6.25%). Este registro, en especial el que corresponde a la obsidiana de Cavi, nos permite sostener que estas piezas son el resultado de tareas de formatización y regularización de piezas. Asimismo, si analizamos el tipo de lasca en el total de desechos podemos reforzar estas primeras observaciones. En efecto, en la obsidiana de Cavi se puede apreciar el dominio de las lascas internas (64.86%) a las que siguen en orden de frecuencia las lascas externas (18.92%) y las de adelgazamiento bifacial (2.70%). Cabe destacar que las lascas externas son de tamaños muy pequeños y pequeños. Por otro lado, la obsidiana de Cueros de Purulla muestra exclusivamente lascas internas (angulares) con un porcentaje de 10.81%.

CONCLUSIONES

En primera instancia, se ha localizado y caracterizado geoquímicamente una fuente de obsidiana (Laguna Cavi) cuya circulación hacia los valles mesotermiales ha sido determinada por análisis de procedencia previos. Ahora bien, ¿qué podemos decir de dicha circulación? Al respecto, el análisis del material de obsidiana del sitio El Médano nos permite aproximarnos a uno de los mecanismos de distribución de bienes como es el caravaneo. En efecto, la situación estratégica de este sitio en las rutas de tráfico hacia el oriente y su rol de sitio de tránsito de caravanas nos puede aportar información relevante respecto del tema.

¿Cómo aparece el registro de obsidiana en este sitio? En principio, se debe destacar la escasa presencia de obsidiana en el registro lítico hecho que es esperable si consideramos a la obsidiana como un bien de intercambio. En este sentido, se puede decir que estos caravaneros transportaban obsidianas de distintas fuentes de aprovisionamiento como son la obsidiana de Cavi, la de Ona y la de Cueros de Purulla.

Cabe destacar que las tres variedades de obsidiana poseen registros de análisis de procedencia previos en los valles mesotermiales del oriente (Yacobaccio *et al.*, 2002, Yacobaccio *et al.*, 2004). Sin embargo, es posible advertir diferencias en las frecuencias de aparición de las mismas en el registro. La obsidiana de Laguna Cavi aparece como predominante, siguiéndole en representatividad la de Cueros de Purulla y finalmente la de Ona. Si bien este orden de frecuencia se asemeja a los rangos de distancia a las fuentes siendo la de Cavi la más cercana y la de Ona la más lejana al sitio El Médano- las diferencias mencionadas podrían implicar accesos diferenciales a dichas fuentes en función de distinto grado de interacción con los grupos que extraían la materia prima.

Al respecto, se advierte un mayor acceso a la fuente de Cavi. Esto se evidencia no sólo por su predominio en el registro de obsidiana sino también porque se pudo determinar la existencia de un uso económico de esta obsidiana por parte de los caravaneros, mas allá de su calidad de bien potencial de intercambio. Específicamente, se registran instrumentos simples confeccionados sobre piezas recicladas y actividades de formatización y regularización de instrumentos. Ante la ausencia de núcleos activos y del registro de las primeras etapas de la secuencia de producción se puede asumir que la materia prima era transportada bajo la forma de núcleos preparados o soportes adecuados para su modificación.

En definitiva, el registro de El Médano nos muestra que los grupos caravaneros transportaban distintas variedades de obsidiana. Un posible acceso diferencial a dichas fuentes se vería reflejado en un distinto tratamiento de las mismas. Así, algunas obsidianas se mantendrían sólo como bienes en circulación como podría ser el caso de la obsidiana de Ona- mientras que otras, sin dejar de cumplir ese rol, serían tratadas también como bienes de uso, tal el caso de la obsidiana de Cavi y quizás, pero en menor medida, la obsidiana de Cueros de Purulla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aschero, C.A.

1975 Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. Informe a CONICET. Buenos Aires. Ms.

- 1983 Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos. Apéndices A y B. Cátedra de Ergología y Tecnología. Univ. de Buenos Aires (UBA). Ms.
- Berenguer, J.
- 1994 Asentamientos caravaneros y tráfico de larga distancia en el Norte de Chile: el caso de Santa Bárbara. En: *Taller "De Costa a Selva"*, editado por M. E. Albeck, pp.17-50. Instituto Interdisciplinario Tilcara, Tilcara.
- Boyer, W.W. y P. Robinson
- 1956 Obsidian artifacts of Northwestern New Mexico and their correlation with source material. *El Palacio* 63: 333-345.
- Cann, J.R. y A.C. Renfrew
- 1964 The characterization of obsidian and its application to the Mediterranean region. *Proceedings of the Prehistoric Society* 30: 111-133.
- Escola, P.S., C. Vázquez y F. Momo
- 2000 Análisis de procedencia de artefactos de obsidiana: vías metodológicas de acercamiento al intercambio. *La Perspectiva Interdisciplinaria en la Arqueología. Arqueología Contemporánea* 6: 11-32.
- Green, R.C.
- 1962 Obsidian, its application to archaeology. *New Zealand Archaeological Association Newsletter* 5: 8-16.
- Korstanje, M.A.
- 1998 El Médano. Es un sitio caravanero? Apuntes sobre contextos de tráfico y territorialidad para el Formativo. En: *Las Sociedades Locales y sus Territorios*, compilado por M. B Cremonte, pp. 33-63. Universidad Nacional de Jujuy.
- Nielsen, A. E.
- El tráfico caravanero visto desde La Jara. *Estudios Atacameños* 14: 339-371.
- Sinclair, C.
- 1994 Los sitios de "muros y cajas" del río Loa y su relación con el tráfico de caravanas. En: *Taller "De Costa a Selva"*, editado por M. E. Albeck, pp.51-76. Instituto Interdisciplinario Tilcara, Tilcara.
- Shackley, M.S.
- 1998 Current issues and future directions in archeological volcanic glass studies: An introduction. En: *Archaeological Obsidian Studies. Method and Theory*, editado por M. S. Shackley, pp. 1-14. Plenum Press, New York.
- Sprovieri, M.
- 2006 Circulación de obsidiana en el valle Calchaquí, Salta: análisis por activación neutrónica para los Periodos de Desarrollos Regionales e Inka. En: *Libro de Resúmenes de las VII Jornadas de Jóvenes Investigadores en Ciencias Antropológicas*, pp. 16-17. INAPL. Buenos Aires.
- Vázquez, C. y P.S. Escola
- 1995 X-ray fluorescence analysis of obsidian objects from Catamarca, Argentina. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 200(5): 373-384.
- Yacobaccio, H.D. y M. Lazzari
- 1996-1998 Análisis de procedencia y fuentes de aprovisionamiento: la obsidiana en Susques (Puna Argentina). *Palimpsesto* 5: 91-99.
- Yacobaccio, H.D., P.S. Escola, M. Lazzari y F. . Pereyra
- 2002 Long-distance obsidian traffic in Northwestern Argentina. En: *Geochemical Evidence for Long-Distance Exchange*, editado por M. D. Glascock, pp. 167-204. Scientific Archaeology for the Third Millenium. Bergin and Garvey. Westport, Connecticut.
- Yacobaccio, H.D., P.S. Escola, F.X. Pereyra, M. Lazzari y M. D. Glascock
- 2004 Quest for ancient routes: obsidian sourcing research in Northwestern Argentina. *Journal of Archaeological Science* 31: 193-204.



PROCEDENCIA DE OBSIDIANAS DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS TARDÍOS Y TARDÍOS-INKAS DE ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PROV. DE CATAMARCA, PUNA MERIDIONAL ARGENTINA) A TRAVÉS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Alejandra M. Elías¹, Daniel E. Olivera², Pablo Tchilinguirian³, Michael Glascock⁴,
Patricia S. Escola⁵

1 Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano alejandra.elias2@gmail.com

2 UBA-CONICET. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano
dolivera@gmail.com

3 UBA-SEGEMAR pauliantchil@yahoo.com.ar

4 Archaeometry Laboratory, University of Missouri Research Reactor GlascockM@missouri.edu

5 CONICET. Universidad Nacional de Catamarca suyu@arnet.com.ar

RESUMEN

Este trabajo busca determinar la procedencia de muestras de obsidianas, seleccionadas en función de sus distintas características macroscópicas, procedentes del registro arqueológico lítico correspondiente a distintos sitios asignados a momentos tardíos y tardíos-inkas de la microregión de Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca, Puna Meridional Argentina): La Alumbreira, Campo Cortaderas y Bajo del Coypar II.

Recurriremos para ello al análisis de elementos trazas y más específicamente, dentro de la amplia gama de análisis incorporados en este tipo de estudios, al análisis por fluorescencia de rayos X (XRF). Actualmente se cuenta con caracterizaciones geoquímicas de obsidianas procedentes de distintas fuentes del Noroeste Argentino (Ona-Las Cuevas, Purulla, Chascón, Quirón, Laguna Cavi, entre otras) frente a las cuales comparar los resultados obtenidos de los materiales arqueológicos.

El objetivo de este trabajo es determinar la presencia/ausencia de obsidianas de distintas procedencias en los conjuntos arqueológicos tardíos y tardíos-inkas en la microregión, como una forma de acercamiento al uso de estos recursos por parte de las poblaciones de esos momentos temporales. Asimismo, intentaremos realizar algunas inferencias acerca de los manejos logísticos de esas poblaciones tardías.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es contribuir a la comprensión de la distribución de distintas variedades de obsidianas en sitios arqueológicos del NOA. Buscamos determinar la procedencia, es decir el origen espacial, de muestras arqueológicas de esta materia prima relevadas en sitios asignados a momentos temporales posteriores a ca. 1000 años AP, de la microregión de Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca, Puna Meridional Argentina), recurriendo para ello a la caracterización geoquímica por medio del análisis de Fluorescencia de Rayos X de Energía Dispersa (EDXRF).

Por un lado, constituye un aporte a la comprensión de la organización de la tecnología y de las decisiones tecnológicas de los grupos que habitaron Antofagasta de la Sierra en momentos posteriores a ca. 1000 años AP. Por otro, como han planteado Escola y colaboradores (1994) la identificación de la procedencia de una materia prima puede ser tomada ya como evidencia de la movilidad de los grupos humanos, ya como clara evidencia de la distancia que la misma ha recorrido, introduciendo una 'dimensión espacial' en el análisis tecnológico. Consideramos que determinar la procedencia de los artefactos arqueológicos de obsidiana constituye un aporte importante para acercarnos a las localizaciones a las que los grupos habrían accedido (ya sea en forma directa o indirecta o a través de distintos mecanismos: intercambio, reciprocidad, complementariedad, caravaneo) y las posibles interacciones con otros grupos. Las muestras de obsidianas consideradas proceden de tres sitios asignados a estos momentos temporales, a saber: Bajo del Coypar II (BCII), Campo Cortaderas (CCT) y La Alumbreira (LA).

ANTECEDENTES

Los primeros estudios geoquímicos realizados sobre obsidiana en el Noroeste Argentino y más específicamente en la microregión de Antofagasta de la Sierra, fueron llevados a cabo por la Dra. Patricia Escola (Escola, 1990, 1991, Escola *et al.*, 1994, Vázquez y Escola, 1995). El objetivo de los mismos fue caracterizar químicamente, recurriendo al análisis de XRF, afloramientos de obsidiana del Salar de Antofalla, ubicado aproximadamente a 90 km del poblado actual de Antofagasta de la Sierra,

En 1997, se inicia un proyecto de identificación de fuentes de obsidiana y caracterización geoquímica de las mismas para todo el Noroeste Argentino (Yacobaccio *et al.*, 2002, Yacobaccio *et al.*, 2004). En esta instancia, se caracterizaron muestras de esta materia prima procedentes de diversas fuentes potenciales del NOA (Prov. de Salta: Quirón, Ramadas, Alto Tocomar; Prov. de Catamarca: Ona-Las Cuevas, Valle Ancho, Cueros de Purulla, Chascón; Prov. de Jujuy: Cerro Zapaleri y Caldera Vilama 1 y 2)¹, por medio del análisis de activación de neutrones (NAA), el cual fue llevado adelante en el Missouri University Research Reactor (MURR) (Yacobaccio *et al.*, 2002).

Asimismo, este proyecto incluyó el análisis de muestras arqueológicas de obsidianas de distintos sitios del NOA con diversas temporalidades (Yacobaccio *et al.*, 2002, 2004). En base a los datos obtenidos, los autores sugirieron dos esferas de distribución. La primera corresponde a la parte norte del área mencionada, siendo la variedad de obsidiana de la fuente de Zapaleri la principalmente representada en todos los sitios arqueológicos de la provincia de Jujuy, del bosque subandino y del Valle de Lerma.

La segunda esfera corresponde al sector sur del NOA y la variedad primordialmente representada es la obsidiana procedente de Ona-La Cuevas. Fue identificada en sitios de Catamarca en la Puna, el valle del Cajón, al oeste del Aconquija, el valle de Santa María y Andalgalá, así como en sitios de Salta (en el Valle de Lerma, Qda. del Toro y Valle Calchaquí (Yacobaccio *et al.*, 2004).

El uso de las distintas variedades y sus fuentes de origen fue cambiando a lo largo del tiempo, aunque el predominio de las dos variedades dominantes tanto en el sector norte como el sur continuó.

Nuestro interés está focalizado, como ya dijimos, en sitios de la Puna catamarqueña, más exactamente la microregión de Antofagasta de la Sierra, de momentos posteriores a *ca.* 1000 años AP. Para esta espacialidad y temporalidad, los autores tomaron en cuenta muestras de obsidianas arqueológicas de cuatro sitios: Real Grande 1, Real Grande 10, Vega Incahuasi y Vega Cueros de Purulla. En los mismos, la variedad predominante fue la obsidiana de Ona-Las Cuevas. Sin embargo, otras empezaron a tener más representación que en momentos temporales anteriores, a saber: Cueros de Purulla, Valle Ancho, Salar del Hombre Muerto 2, Laguna Cavi y variedades cuyas fuentes son desconocidas (C, E, F y G). Asimismo, los autores señalan la presencia de una muestra de obsidiana proveniente de Quirón (Prov. de Salta) en el componente inferior de Real Grande 1 (Yacobaccio *et al.*, 2002).

FORMULANDO ALGUNAS IDEAS

Hemos planteado (Elías, 2007) que el incremento de los riesgos productivos y de mano de obra asociados a la intensificación y extensificación de la agricultura hacia *ca.* 1000 años AP, ya postulados por Escola (1996) para el Formativo, junto con el incremento de la sequedad ambiente (Olivera *et al.*, 2004), habría implicado un acrecentamiento del rol de los *mecanismos buffer* orientados a manejarlos. Entre estos podemos mencionar el mejoramiento de la capacidad de carga del terreno, diversificación de las actividades productivas (pe. a través del

¹ Debemos aclarar que otra fuente de obsidiana ha sido determinada en el Salar del Hombre Muerto, al norte de Antofagasta. Dos fueron las variedades de obsidiana identificadas. La que se daba en llamar previamente 'desconocida A' ahora corresponde a la variedad 2 Salar del Hombre Muerto.

acceso a distintas regiones por medio del caravaneo), intercambio, movilidad, almacenamiento y mecanismos sociales de cooperación (Browman, 1987, Escola, 1996, Fernández, 1992, McCorkle, 1992).

Sugerimos que, ya sea por el acceso a diversas regiones, por intercambio o por el incremento de los mecanismos sociales de cooperación, se daría un aumento de la variedad de recursos asociados a áreas distantes de la cuenca de Antofagasta de la Sierra, tal como la obsidiana, en el registro arqueológico de las sociedades post- ca. 1000 años AP, en relación a los sitios

METODOLOGÍA

Como ya mencionamos, las muestras fueron seleccionadas en tres sitios arqueológicos: BCII, LA y CCT. Lamentablemente, y a pesar nuestro, el número de muestras seleccionadas dependió más de las capacidades económicas del proyecto que de los requerimientos de la investigación.

En primer lugar, diferenciamos macroscópicamente las obsidianas de los conjuntos artefactuales de los tres sitios, de lo cual resultaron nueve muestras. Siete de las mismas provienen de BCII, más exactamente de los sectores III Recinto b y IV Recinto b (AJE 1, 2, 3, 4, 5 y 6). Exceptuando la muestra AJE 7, recolectada en superficie, las restantes corresponden a contextos estratigráficos del sitio (Tabla 1).

En LA y CCT, sólo hemos tomado dos muestras (AJE 8 y AJE 9, respectivamente), ambas procedentes de superficie. Esperamos contar a futuro con un mayor número procedentes de excavación para ser sometidas a análisis.

Las muestras fueron analizadas por el Dr. Michael Glascock en el Missouri University Research Reactor (MURR). Se recurrió a la Fluorescencia de Rayos X de Energía Dispersa (EDXRF) (Giauque *et al.*, 1993, Hall y Kimura, 2002).

Las razones principales de la elección de este tipo de análisis es que se pudo realizar en forma no destructiva (sólo se requirió una limpieza adecuada de las muestras), es barato y rápido. Asimismo, a partir de las concentraciones de unos pocos elementos permite discriminar entre fuentes (Giauque *et al.*, 1993, Hall y Kimura, 2002). Las limitaciones de este método son que su aplicación se dificulta en el análisis de muestras pequeñas (>1 cm), delgadas y/o de forma irregular (Giauque *et al.*, 1993).

Para el análisis se utilizó un espectrómetro ElvaX. Se midieron las concentraciones de los siguientes elementos: K (potasio), Ti (titanio), Mn (manganeso), Fe (hierro), Zn (cinc), Ga (galio), Rb (rubidio), Sr (estroncio), Y (itrio), Zr (circonio), y Nb (niobio). La concentración de los mismos fue determinada usando el software de análisis espectral ElvaX.

El espectrómetro fue calibrado en base a información de muestras de obsidiana bien caracterizadas de la colección de referencia del MURR, incluidas once fuentes mesoamericanas (El Chayal, Ixtepeque, San Martín Jilotepeque, Guadalupe Victoria, Pico de Orizaba, Otumba, Paredón, Sierra de Pachuca, Ucareo, Zaragoza, y Zacualtipán) y tres peruanas (Alca, Chivay, y Quispisisa).

Los valores de los elementos traza de los artefactos fueron comparados directamente con aquellos de las fuentes de obsidiana conocidas reportadas en la literatura y valores de elementos traza no publicados medidos en el MURR. La determinación de la procedencia se realizó a través de tablas de medidas de concentraciones y diagramas bivariados de dispersión de concentraciones elementales. Los artefactos fueron asignados a fuentes específicas de obsidiana si los valores de los elementos traza diagnósticos caían dentro de los límites de la variabilidad química registrada para las fuentes.

RESULTADOS

En la Tabla 1 podemos observar las concentraciones de los once elementos traza considerados en el análisis. A partir de los diagramas bivariados de algunos de los mismos, Rb/Zr y Rb/Mn

(Figuras 1 y 2, respectivamente), se deduce que seis de las muestras corresponden a la variedad de obsidiana Ona-Las Cuevas. De las tres restantes una corresponde a la variedad Cueros de Purulla y las otras dos a la variedad 2 del Salar del Hombre Muerto (Tabla 2).

Muestra	Sitio	Procedencia	K	Ti	Mn	Fe	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
AJE001	BCII	NIII	37706,6	780,6	446,6	4872,4	36,7	18,4	249,5	146,6	22,8	89,2	21,6
AJE002	BCII	NIV	38695,2	772,1	371,6	4946,3	33,1	18,6	240,8	142,7	23,1	97,8	15,9
AJE003	BCII	NIII	36846,0	600,1	392,5	4727,8	38,4	16,5	228,7	99,3	19,7	75,3	14,3
AJE004	BCII	NIV	38284,3	799,5	330,9	4942,7	30,0	18,4	229,7	139,6	20,7	91,7	15,2
AJE005	BCII	NIV	19133,0	174,6	2095,3	3200,4	193,0	16,6	1626,6	9,1	100,8	33,9	200,9
AJE006	BCII	NIII	15341,6	199,7	1756,1	2947,4	219,1	11,7	1593,8	10,4	98,0	28,5	191,8
AJE007	BCII	sup	38537,7	2109,9	569,2	9379,7	66,0	15,9	201,1	509,2	25,0	368,3	21,5
AJE008	LA	sup	39381,3	817,8	380,0	4997,3	27,7	18,5	238,3	139,7	22,0	84,5	14,8
AJE009	CCT1	sup	38317,5	797,9	316,6	4947,8	30,1	17,5	236,8	139,1	23,2	83,4	15,1

Tabla 1. Abundancia de elementos de muestras arqueológicas de los sitios de BCII, LA y CCT

Sitios	Fuentes			Total
	Ona-Las Cuevas	Salar del Hombre Muerto	Cueros de Purulla	
BCII	4	2	1	7
LA	1			1
CCT1	1			1
Total	6	2	1	9

Tabla 2. Procedencia de muestras arqueológicas de obsidiana de los sitios BC II, LA y CCT

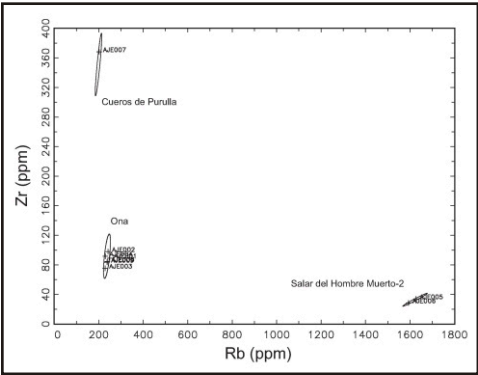


Figura 1. Diagrama bivariado de Rb versus Zr para las muestras de obsidiana de los sitios de BCII, LA y CCT. Las elipsis de las fuentes fueron calculadas a un nivel de confianza del 90%.

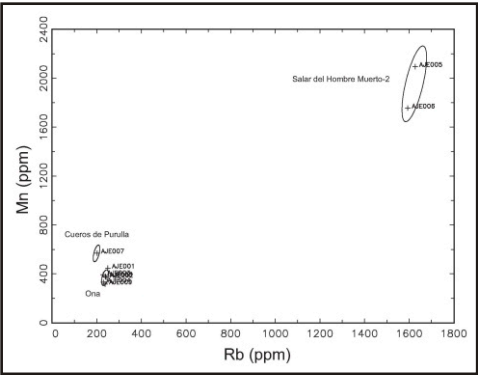


Figura 2. Diagrama bivariado de Rb versus Mn para las muestras de obsidiana de los sitios de BCII, LA y CCT. Las elipsis de las fuentes fueron calculadas a un nivel de confianza del 90%.

PRIMERAS CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS PASOS

En primer lugar, al comparar nuestros resultados con aquellos obtenidos por Yacobaccio *et al.* (2002) para el momento formativo inmediatamente previo (1800-1100 AP) al lapso temporal considerado por nosotros, sobre muestras de los sitios de Casa Chávez Montículos 1 (CCHM 1) (Componente Superior) y Casa Chávez Montículos 4 (CCHM 4), no observamos, como

esperábamos, un incremento de las variedades de obsidianas. En los últimos sitios, junto a las variedades de Ona-Las Cuevas, Cueros de Purulla y Salar del Hombre Muerto 2, dos variedades más fueron identificadas, las desconocidas Laguna Cavi y H.

Podríamos plantear, entonces, que más variedades de obsidiana se observan en CCHM 1 y 4 y que nuestra hipótesis no ha sido contrastada. Ahora bien, si consideramos los resultados obtenidos por Yacobaccio *et al.* (2002) en otros sitios de la Puna catamarqueña con fechados entre 1100/550 AP (Real Grande 1 -Componente Inferior y Superior-, Real Grande 10, Vega Incahuasi y Vega Cueros de Purulla), a diferencia de lo observado en los sitios considerados por nosotros, sí se observa un incremento de variedades de obsidianas (ver *supra*).

En segundo lugar, nos interesa aclarar que todas las variedades de obsidiana mencionadas se encuentran ubicadas en un rango de 40-90 km desde los sitios. Obsidianas con fuentes ubicadas a mayores distancias de la cuenca de Antofagasta, tal como el ejemplar de Quirón identificado en Real Grande 1 (Componente Inferior) (Yacobaccio *et al.*, 2004), no han sido determinadas en las muestras analizadas en este trabajo.

Ahora bien, no debemos dejar de considerar que el número de muestras analizado en este trabajo es mucho menor que el considerado por estos investigadores (Yacobaccio *et al.*, 2002: 194) y que ampliarlo nos permitirá, probablemente, acceder a una mayor variabilidad de obsidianas explotadas por los grupos tardíos. Esto último, es pertinente, principalmente, para los casos de LA y CCT. Esperamos poder concretarlo en un futuro cercano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Browman, D.

1987 Introduction: risk management in andean arid lands. En: *Arid Land Use Strategies and Risk Management in the Andes. A Regional Anthropological Perspective*, D. Browman (Ed.), pp. 1-23. Westview Press.

Elías, A.

2007 Tecnología lítica entre las sociedades de ca. 1000 años AP en Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca, Puna Meridional Argentina). *Estudios Atacameños* 33. En prensa.

Escola, P.

1990 Explotación y manejo de recursos líticos en un sistema adaptativo Formativo de la Puna Argentina. *Arqueología Contemporánea* 3: 5-20.

1991 Proceso de producción lítica: una cadena operativa. *Shincal* 3 (II): 5-19. Publicación Especial en Adhesión al X Congreso Nacional de Arqueología Argentina (S. F. del Valle de Catamarca, 12-16 de agosto de 1991). Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

1996 Riesgo e incertidumbre en economías agro- pastoriles: consideraciones teórico-metodológicas. *Arqueología* 6: 9-24.

Escola, P., C. Vázquez y F. Momo

1994 Análisis de procedencia de artefactos de obsidiana: vías metodológicas de acercamiento al intercambio. En: *Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael*, Tomo XIII (1), pp. 307-311. Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina (Resúmenes). Mendoza, Argentina.

Fernández, M.

1992 The social organization of production in community-based agro-pastoralism in the Andes. En: *Plants, Animals and People: Agropastoral Systems Research*, C. McCorkle (Ed.), pp. 99-108. Westview Press.

Giauque, R., F. Asaro, F. Stross y T. Hester

1993 High-precision non-destructive X-ray fluorescence method applicable to establishing the provenance of obsidian artifacts. *X-Ray Spectrometry* 22 (1): 44-53.

Hall, M. y H. Kimura

2002 Quantitative EDXRF studies of obsidian sources in Northern Hokkaido. *Journal of Archaeological Science* 29 (3):259-266.

McCorkle, C.

1992 Agropastoral systems research in the SR-CRSP sociology project. En: *Plants, Animals and People: Agropastoral Systems Research*, C. McCorkle (Ed.), pp. 3-19. Westview Press.

Olivera, D., P. Tchilinguirian y L. Grana

2004 Paleoambiente y arqueología en la Puna Meridional argentina: archivos ambientales, escalas de análisis y registro arqueológico. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXIX: 229-247.

Vázquez, C. y P. Escola

1995 X-Ray Fluorescence analysis of obsidian objects from Catamarca, Argentina. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 200 (5): 373-384.

Yacobaccio, H., P. Escola, M. Lazzari y F. Pereyra

2002 Long distance obsidian traffic in Northwestern Argentina. En: *Geochemical Evidence for Long-Distance Exchange*, M. D. Glascock (Ed.), pp. 167-203. Scientific Archaeology for the Third Millenium. Bergin and Garvey. Westport, EEUU.

Yacobaccio, H., P. Escola, F. Pereyra, M. Lazzari y M. Glascock

2004 Quest for ancient routes: obsidian sourcing research in Northwestern Argentina. *Journal of Archaeological Science* 31 (2): 193-204.



CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO LÍTICO EN EL SITIO BAJO LOS CARDONES (AMAICHA DEL VALLE, TUCUMÁN)

Flavia Germano¹, Luciana Chávez¹, Jimena Medina Chueca¹, Soledad Martínez¹,
M. del Pilar Gómez Sánchez¹, Macarena Nieva¹, Pablo Navarro¹, Carolina Somonte²

¹ Facultad de Ciencias Naturales e IML (UNT)

² Instituto de Arqueología y Museo. Facultad de Ciencias Naturales e IML (UNT)
flaviagermano@hotmail.com; lula013@hotmail.com; ximelo.jimena@gmail.com;
solemartinez216@hotmail.com; yusticoco@hotmail.com; mc_no_surprises@hotmail.com y
tusuhuayna@hotmail.com. carosomonte@hotmail.com.

RESUMEN

Este trabajo complementa la información presentada en otra ponencia (relacionada con la descripción de conjuntos cerámicos). El objetivo particular es realizar una caracterización tipológica del conjunto lítico procedente de una estructura monticular -asociada a un contexto mortuario- y de un recinto habitacional del sitio arqueológico Bajo Los Cardones, Amaicha del Valle (Dpto. Taí del Valle, Tucumán). Esta caracterización contribuirá a establecer de qué forma se complementaron ambas estructuras en términos de producción lítica y, más allá, permitirá discutir los procesos de formación cultural que afectaron la conformación final de dicho conjunto.

En función de este objetivo se presentan los resultados del análisis tecno-morfológico y morfológico-funcional de los materiales líticos provenientes de las excavaciones arqueológicas realizadas en un sector del sitio. El mismo está constituido por un recinto circular (E7) de 5m de diámetro, para el cual se han establecido tres niveles de ocupación, al que se adosa un montículo (M2) de aproximadamente 4m de diámetro para el cual no fue factible establecer claramente niveles de ocupación.

La muestra analizada fue segmentada por materia prima y clases tipológicas y se tuvieron en cuenta atributos generales del conjunto (por ejemplo, dimensiones) y específicos para cada clase: núcleos, desechos de talla, artefactos formatizados y artefactos con filos, puntas o superficies con rastros complementarios.

Además, al igual que con los conjuntos cerámicos, también se consideró una de las alteraciones típicas de suelos áridos y semi-áridos (costras calcáreas) propia del ambiente en que se ubica este sitio, con el objeto de evaluar el modo en que afectó al conjunto analizado, y establecer si las transformaciones detectadas se debieron a procesos pre o post depositacionales.

En términos generales, los datos obtenidos permitieron reconocer: 1) variabilidad en la composición artefactual lítica; 2) densidad diferencial en la distribución espacial de estos conjuntos en ambas estructuras, siendo mucho más importante en el montículo que en el recinto y 3) uso diferencial de los espacios en cuanto a los tipos artefactuales líticos “descartados” a lo largo de la secuencia ocupacional del montículo y el recinto.

INTRODUCCIÓN

La caracterización de un objeto material implica su descripción a través de una serie de variables o atributos, escogidos específicamente en función de una problemática dada. El análisis tipológico, involucra una descripción y conforma una forma de clasificación válida para el abordaje de ciertos materiales arqueológicos. En el caso de los conjuntos líticos tallados, el concepto de secuencia de producción lítica (Aschero, 1988) constituye una herramienta de análisis adecuada para realizar esta clase de estudios ya que permite, además de describir y clasificar estos objetos, evaluar las etapas de manufactura seguidas para producir tales artefactos líticos.

La tecnología puede ser considerada como la expresión material de la actividad cultural, donde las representaciones sociales son el canal a través del cual los fenómenos sociales

influyen en los sistemas tecnológicos (Lemonnier, 1992). Partiendo del hecho de que muy pocos objetos en el mundo son objetos sin significado (Civalero, 2006), se puede decir que esta expresión resulta de representaciones mentales que son socialmente transmitidas y compartidas, y en donde las actividades involucradas requieren la elaboración de un proyecto y la habilidad para llevarlo a cabo (Lemonnier, 1992).

Teniendo en cuenta esto se propone realizar una caracterización tipológica del conjunto lítico procedente de una estructura monticular M2 asociada a un contexto mortuario- y de un recinto habitacional E7 del sitio arqueológico Bajo Los Cardones, Amaicha del Valle (Dpto. Tafi del Valle, Tucumán).

PAISAJE NATURAL Y ARQUEOLÓGICO

El sitio arqueológico Bajo Los Cardones (BLC) está situado a los 26° 39' 33.2" LS y 65 ° 50' 31.1" LO, a una altura de 2475 msnm. El área constituye un importante paso natural ubicado entre ambientes ecológicamente diferentes al oeste, Valle de Santa María o Yocavil (monte) y, al este el Valle de Tafi (pastizal) y la selva oriental del Aconquija.

El ambiente característico de la zona es semiárido con predominio de una vegetación típica de monte y prepuna (Perea, 1991). Una alteración típica relacionada con ambientes semiáridos es la formación de calcretes (CaCO_3), este proceso se manifiesta en Amaicha del Valle. Los calcretes se diluyen a causa de la lluvia, y luego precipitan sobre los clastos del abanico aluvial y también sobre los artefactos líticos y cerámicos que se hallan en este. Esta alteración es producto de las condiciones climáticas actuales, las que se manifiestan sin mayores cambios desde hace 1500 años (García Salemi y Durando, 1985).

El sitio BLC está conformado por estructuras circulares y subcirculares de diferentes dimensiones y también por montículos que se encuentran asociados a las mismas o bien, aislados. Particularmente, M2 y E7 presentan diferentes episodios de construcción y transformación, vinculados a distintos momentos de ocupación. En el caso de E7, las excavaciones evidenciaron la presencia de dos pequeños muros internos conformados por bloques de menores dimensiones que los de la pared del recinto mayor. Los cimientos de estos muros están por encima de los niveles asociados a la primera ocupación. Posteriormente estos muros colapsaron y por encima se detectó la tercera y última ocupación del recinto.

Con respecto a M2, las últimas excavaciones revelaron que debajo de éste existió una construcción previa, conformada por una estructura subcircular (aproximadamente 2 m. de diámetro) adosada al recinto circular mayor E7 (Chiappe Sánchez, 2007). En el interior del recinto menor se encontraron dos enterratorios asociados, uno primario con ajuar y otro secundario.

En cuanto a la cronología del sitio y el esclarecimiento de los diferentes momentos de ocupación de este espacio, se debe aclarar que están en proceso los fechados correspondientes. Sin embargo, el contexto artefactual lítico y cerámico presente en ambos tipos de estructuras, indicaría la presencia de grupos agro-alfareros.

METODOLOGÍA

La muestra analizada proviene de las primeras excavaciones realizadas en E7 y M2. En el caso de E7, se excavó cerca del 36% del recinto mientras que en M2, el 78%, llegando en ambos casos a la capa estéril.

El análisis tecno-morfológico y morfológico-funcional de los materiales líticos se realizó siguiendo la propuesta de Aschero (1975 y rev. 1983, Aschero y Hocsman, 2004). La muestra fue segmentada por materia prima y clases tipológicas y se tuvieron en cuenta atributos generales y específicos para: núcleos, desechos de talla y artefactos formatizados¹. Entre las

¹ Con respecto a los artefactos con filos, puntas o superficies con rastros complementarios, teniendo en cuenta el origen dual antrópico y/o natural- implícito en su definición (Aschero 1975), ésta categoría no ha sido analizada exhaustivamente, más allá de considerarse su representación en la muestra general.

variables generales, la **materia prima** se tuvo en cuenta ya que permite evaluar el uso diferencial de las mismas de acuerdo con su proveniencia, disponibilidad y características, dando información sobre las estrategias tecnológicas utilizadas, que dependerán de los costos de obtención de las mismas.

El **estado de fragmentación**, considerado para todas las clases tipológicas, brinda información tecnológica y relacionada con el uso de los artefactos en general.

Las **dimensiones absolutas** (longitud, anchura y espesor máximo de cada pieza) colaboran en la realización de inferencias acerca de algunas características en la producción y tratamiento de núcleos, artefactos formatizados y desechos de talla.

La **forma base, tipo de lasca y origen de las extracciones** informan acerca de aspectos tecnológicos que permiten relacionar a la tecnología lítica con cuestiones como la disponibilidad y accesibilidad de las materias primas como así también con las etapas de la secuencia de producción y la búsqueda de determinados tipos de formas base.

El **tipo de talón** advierte acerca de la preparación o no de plataformas de percusión para la extracción de determinados tipos de formas base, así como sobre las técnicas de talla empleadas. Para tal fin, se tuvieron en cuenta algunos atributos asociados al talón como ser: estado del talón, forma de la superficie del talón y regularización del frente de extracción.

El **bulbo de percusión** y otros atributos asociados a la cara ventral como labio, estrías y ondas de percusión, permiten realizar inferencias acerca de los tipos de talla representados en la muestra.

Finalmente se consideraron las **alteraciones** (CaCO_3), de origen natural asociadas a la superficie de la roca con el objetivo de establecer si estas transformaciones se debieron a procesos pre o post depositacionales.

Por otro lado, para los artefactos formatizados se tuvieron en cuenta **cantidad de filos** principales y complementarios, que permiten evaluar el aprovechamiento y maximización de la materia prima. La **serie técnica**, determina los caracteres morfológicos que van a incidir en la regularización de las diferentes partes de una forma base. Entre los caracteres morfológicos que inciden en la regularización del filo se consideraron: ancho de los lascados sobre el borde la pieza y extensión de los lascados sobre las caras. La situación de los lascados sobre las caras, sirve para evaluar las técnicas de talla empleadas, distinguiendo el uso de la talla unifacial de la bifacial. El **estado del filo**, en relación a otras variables, permite evaluar el remanente de vida útil de los artefactos formatizados.

En el caso de los núcleos en los que se observaran claramente las **últimas extracciones**, se tuvieron en cuenta las dimensiones (longitud y anchura) de las mismas, relacionadas con la **designación morfológica**, pensando en que además de brindar información complementaria relacionada con el tipo de forma base extraída, permitiría evaluar aspectos relacionados con el remanente de vida útil de los núcleos en sí mismos.

RESULTADOS

Materias Primas Líticas: identificación, disponibilidad y calidad

En total se han determinado 9 materias primas líticas, de las cuales 8 son de carácter local y 1 no local, siendo locales aquellos recursos accesibles a no más de 20km de distancia desde el sitio. Entre estos se consideran cuatro variedades de andesitas² (Gris, Parda, Basandesita, Verde); cuarcitas; cuarzo; esquistos (metamórficas) y la madera petrificada. Entre los recursos no locales, la obsidiana se encuentra a más de 150 km, siendo probablemente el lugar de procedencia, la fuente conocida de Ona (Hocsman, 2007 *com. pers.*).

2 Únicamente para el caso de las Andesitas P y G, se han agrupado algunas variedades de estas rocas con el fin de simplificar la presentación de las materias primas identificadas. Por lo tanto su representatividad estará relativamente sobreestimada en relación a las restantes andesitas B y V.

El grupo de materias primas “No Determinadas”, se relaciona con artefactos completamente afectados por CaCO₃, motivo por el cual fue imposible su correcta identificación.

Las fuentes de aprovisionamiento de las materias primas locales, se encuentran disponibles a diferentes distancias desde el sitio. Las más próximas son las andesitas en general, accesibles en el río Amaicha a una distancia que no supera los 500 m. En el mismo abanico aluvial sobre el que se encuentra el sitio BLC (ladera occidental de Cumbres Calchaquies), están disponibles las rocas metamórficas, el cuarzo y las cuarcitas, a una distancia aproximada de 5 km. Por último, la madera petrificada procede del bosque fosilizado de Tiu Punco, localidad ubicada al norte de la villa de Amaicha del Valle.

Finalmente, en cuanto a la calidad de las materias primas, en base a las características propuestas por Nami (1992), se considera que la obsidiana y la basandesita serían los recursos que mejores cualidades ofrecerían para la talla, cuya obtención implican costos de aprovisionamiento marcadamente diferentes.

Conjunto lítico: clases tipológicas y variables asociadas

El conjunto lítico analizado esta conformado por un total de 1569 artefactos líticos. La Tabla 1 evidencia el predominio de la clase tipológica desechos de talla, con el 91%, sobre las demás (AF y no formatizados modificados por uso; FNRC y N) que suman el 9% restante.

Materia Prima	Núcleos (N)		Desechos de talla (DT)		Artefactos con filos, puntas o superficies con rastros complementarios (FNRC)		Artefactos Formatizados (AF) y Artefactos no formatizados modificados por uso		Total por Materia Prima	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Andesita G	14	0,89	714	45,50	13	0,83	32	2,04	773	49,26
Andesita P	8	0,51	200	12,75	3	0,19	7	0,44	218	13,89
Andesita V	-	-	22	1,40	-	-	-	-	22	1,40
Basandesita	10	0,64	75	4,78	4	0,26	10	0,64	99	6,31
Cuarcita	-	-	19	1,21	-	-	-	-	19	1,21
Cuarzo	6	0,38	160	10,2	-	-	1	0,06	167	10,65
Metamórficas	-	-	92	5,87	-	-	-	-	92	5,87
Obsidiana	-	-	3	0,19	-	-	2	0,13	5	0,32
Madera petrificada	-	-	4	0,26	-	-	-	-	4	0,26
No Determinadas	6	0,38	141	8,99	11	0,70	12	0,77	170	10,83
Total por clase tipológica	44	2,80	1430	91,14	31	1,98	64	4,08	1569	100

Tabla 1. Conjunto lítico por clase tipológica y materia prima

Se observa que del total de la muestra analizada, el 99,74% corresponde a materias primas locales, sobresaliendo el uso de la Andesita G representando casi el 50%, la Andesita P con el 14% y el Cuarzo y las materias primas No Determinadas con el 11%, siendo las menos representativas la Madera Petrificada, la Cuarcita y la Andesita V (4%).

Por su parte, es casi nula la presencia de la materia prima no local, estando representada en menos del 1%.

Artefactos Formatizados y no formatizados modificados por uso

Suman un total de 64 piezas (62 artefactos formatizados + 2 artefactos no formatizados modificados por uso). Los mismos están conformados por 79 filos, que se distribuyen diferencialmente en E7 (n=11) y M2 (n=53). En la Tabla 2 se presentan por grupos tipológicos y materias primas.

Grupo tipológico	Andesita G	Andesita P	Basandesita	Cuarzo	No Determinada	Obsidiana	Total general
Denticulado	10	3	0	1	3	-	17
Muesca	4	2	2	-	5	-	13
Retocada							
Muesca de	7	1	1	-	1	-	10
Lascado Simple							
Cuchillo de	5	-	1	-	2	-	8
Filo Retocado							
Raedera	3	-	-	-	2	-	5
Punta entre	3	-	-	-	-	-	3
Muecas							
Percutor		-	1	-	1	-	2
Raspador	2	-	-	-	-	-	2
Perforador	1	-	-	-	-	-	1
Cepillo	1	-	-	-	-	-	1
Chopping	1	-	1	-	-	-	2
Chopper		1	-	-	-	-	1
Punta de		-	-	-	-	2	2
Proyectil							
Artefacto con	2	2	1	-	-	-	5
Formatización							
Sumaria							
Fragmento No	3	-	4	-	-	-	7
Diferenciado							
Total general	42	9	10	1	8	2	79

Tabla 2. Distribución de los grupos tipológicos por materia prima

Los artefactos evidencian una importante variabilidad de materias primas líticas (5 variedades de 8 identificadas), aunque con un uso diferencial de las mismas, dado el predominio de Andesita G y en segundo término Basandesita y Andesita P, sobre los recursos restantes cuarzo y obsidiana.

La variabilidad artefactual está dada por la presencia de 13 grupos tipológicos, donde se observa el predominio de artefactos unifaciales (más del 80%) sobre los bifaciales (puntas de proyectil y chopping). En términos generales el conjunto instrumental registra una baja inversión de manufactura, a excepción de las puntas de proyectil.

En M2 se encuentran representados la totalidad de los grupos tipológicos mencionados, mientras que en E7 se restringen a raederas, denticulados, muescas retocadas y de lascado simple, cuchillos de filo retocado y punta de proyectil, o sea 6 de los 13 grupos tipológicos.

De la tabla se desprende el predominio de los denticulados, muescas, cuchillos y raederas los cuales conforman cerca del 70% de los filos presentes en los artefactos formatizados.

El 30% restante se distribuye entre puntas entre muescas, percutores, raspadores, cepillo, chopper, chopping y puntas de proyectil.

En relación con estas últimas Escola (2007 com pers.) sostiene que, en primera instancia, podrían ser formativas del 1500 AP. Los dos ejemplares se encuentran localizadas una en M2 y otra en E7 (nivel 1). Esta última, de menor tamaño, podría estar reactivada ya que las aletas son grandes comparadas con el resto del limbo. En términos generales, estas puntas escotadas aparecen desde el formativo hasta el tardío (Escola, 1988). Ambas puntas están prácticamente enteras.

Los artefactos compuestos (Aschero, 1975) representan más del 25% del total de la muestra (N=57). Estas *victorinox* arqueológicas combinan denticulados, muescas de lascado simple y retocadas, cuchillos de filo retocado, puntas entre muescas, raederas y raspadores.

La Figura 1 muestra la distribución de los tamaños y módulos de los artefactos formatizados y no formatizados modificados por uso por estructura. Con respecto a M2 (n=53), predominan artefactos formatizados de tamaño grandes, muy grandes y mediano grandes en casi un 90%.

En cuanto al módulo de estos artefactos, prevalecen las lascas anchas y normales en casi un 70%. En E7 (n=11), los artefactos de tamaños grandes con módulo lascas anchas representan cerca del 35%.

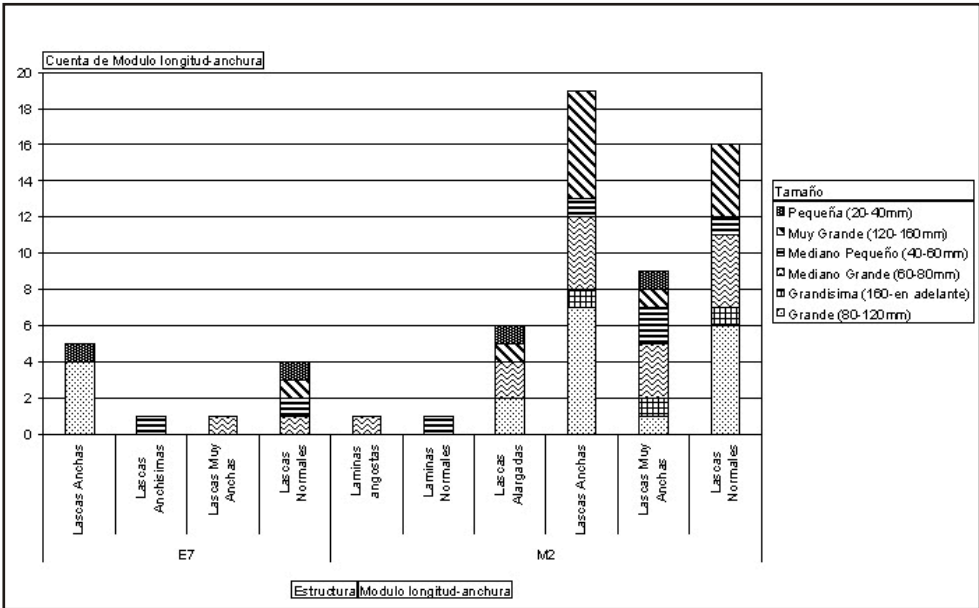


Figura 1. Distribución de tamaño y módulo de los artefactos formatizados enteros de M2 y E7

Por otra parte, las tareas de mantenimiento y reactivación son casi nulas entre los instrumentos ya que estas actividades están representadas en menos del 10% de la muestra total de artefactos formatizados (n=62). Esta tendencia se complementa, a la vez que se refuerza, con los datos asociados al tipo de bulbo y forma de la superficie del talón de los desechos de talla.

El estado de fragmentación de estos artefactos, indica que cerca del 35% de los mismos están fracturados, pero presentan posibilidades de seguir siendo utilizados mediante mínimas reactivaciones, con lo cual sería baja la tasa de descarte. Resulta de interés aclarar que los artefactos reutilizados, mantenidos, y gran parte de los enteros, están localizados en M2.

En cuanto a los artefactos no formatizados modificados por uso, se trata de dos percutores presentes en M2, ambos enteros y, por lo tanto en condiciones de seguir siendo utilizados. Uno de ellos, además de poseer CaCO_3 , está tiznado como si hubiera estado en el fuego, al igual que algunos núcleos (ver más adelante).

Núcleos

Suman un total de 44 piezas entre las cuales predominan la Andesita G (32%) y Basandesita (21%), mientras que el 47% restante se reparte entre la Vulcanita P, Cuarzo y el grupo de No Determinadas. De la muestra total 11 están presentes en E7 y 33 en M2.

Se trata de un conjunto de núcleos variado, dada la diversidad de designaciones morfológicas presentes: poliédrico, prismático parcial unifacial, piramidal irregular, discoidales irregulares.

Prevalecen núcleos de tamaño mediano pequeños (43%) y pequeños (32%), encontrándose también representados, aunque en menor proporción, los tamaños mediano grande, grande y muy pequeño.

Teniendo en cuenta los tamaños predominantes de artefactos formatizados, y relacionándolos

con las dimensiones de los núcleos, en términos generales indicarían que estos últimos se encuentran agotados. No obstante, los núcleos presentes favorecen la idea de extracción de formas base, apoyada efectivamente por los desechos que pudieron identificarse -en base a la materia prima y tamaño- como potenciales soportes de los artefactos formatizados (ver más adelante).

En relación con lo anterior, también se han tenido en cuenta las dimensiones (longitud y anchura) de las últimas extracciones observadas claramente en las piezas (n=4). De estas medidas se desprende que las últimas formas base extraídas de algunos núcleos (dos poliédricos y dos prismáticos irregulares) corresponden a lascas de tamaños grande y mediano grande con módulo normal; y mediano grande y grandes con módulos alargado y ancho respectivamente. Esto indica la presencia, paralelamente al predominio de núcleos con tamaños reducidos, de núcleos con remanente de vida útil.

Es interesante comentar que dos de los núcleos poseen evidencias de reutilización, tratándose de instrumentos fracturados (chopper y percutor) y retomados como núcleos. A esto se suma la existencia en M2 de algunos núcleos “tiznados” que evidencian haber estado expuestos al fuego.

Desechos de talla

Los mismos suman un total de 1430, conformando aproximadamente el 90% de la muestra total de artefactos analizados (N=1569).

En relación al estado de fragmentación, es interesante destacar que la producción de desechos enteros y/o fracturados estaría relacionada con determinadas actividades de la secuencia de producción lítica (Sullivan y Rozen, 1985). Estos autores sostienen que durante la manufactura y/o formatización de instrumentos se produce una mayor producción de lascas fracturadas (FCT y FST); mientras que durante la reducción de núcleos se obtiene una mayor cantidad de lascas enteras e indiferenciadas. En M2 cerca del 70% de la muestra (N=791), corresponde a lascas fracturadas, mientras que en E7 la fragmentación está presente en un 55% aproximadamente (N=639).

Estructura	Lascas Enteras	Lascas Fracturadas con talón	Lascas Fracturadas sin talón	Desechos Indiferenciados	Total
M2	123	361	201	113	798
	15.42%	45.23%	25.19%	14.16%	100%
E7	172	274	82	104	632
	27.21%	43.35%	12.98%	16.46%	100%

Tabla 3. Estado de fragmentación en la muestra total de desechos de talla

Por otra parte, el origen de las extracciones se presenta en relación a las materias primas en la Tabla 3, en la que no se tuvieron en cuenta las lascas indiferenciadas. En esta tabla se puede observar en ambas estructuras un amplio espectro de tipos de lasca y variabilidad de materias primas asociadas.

Es notable la predominancia de lascas internas en casi un 80% de la muestra total (N=1022) en su mayoría de Andesita G. Estas lascas resultan de procedimientos de extracción primaria (reducción primaria o talla) y de formatización (reducción secundaria: retalla, retoque o microretoque). Siguen en representatividad, las lascas externas, siendo también la materia prima más utilizada la Andesita G, resultando de tareas extracción primaria.

Tanto las lascas de adelgazamiento bifacial³ como las de reactivación de núcleos poseen una baja frecuencia en el registro lítico lo que se traduciría en un escaso énfasis en la realización de estas tareas.

3 En esta categoría se reconoce que podrían estar mezcladas las lascas procedentes de diferentes técnicas de talla: adelgazamiento bifacial y reducción bifacial.

Materia Prima	Origen de las Extracciones				Total E7	Origen de las Extracciones				Total M2	Total general
	Adelgaz. Bifacial	Externa	Interna	Reactiv Núcleos		Adelgaz. Bifacial	Externas	Interna	Reactiv. Núcleos		
Andesita G	7	30	187	2	226	9	33	238	5	285	511
Andesita P	1	19	36	-	56	2	19	72	-	93	149
Andesita V	-	1	8	-	9	-	1	7	-	8	17
Basandesita	1	-	17	-	18	5	4	36	2	47	65
Cuarcita	-	3	3	-	6	-	1	5	-	6	12
Cuarzo	1	11	40	-	52	1	5	32	-	38	90
Madera Petrificada	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
Metamórfica	-	19	28	-	47	-	3	11	-	14	61
No Determinada	1	18	63	-	82	-	9	23	1	33	115
Obsidiana	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
Total general	11	101	383	2	497	17	75	425	8	525	1022

Tabla 4. Origen de las extracciones por materia prima

La Figura 2 muestra la distribución de los tamaños y módulos de desechos enteros por estructura. Al margen de las proporciones predominantes de tamaños de desechos, es clara la presencia de cierta variabilidad de tamaños. Con respecto a M2 (n=123), predominan los tamaños lasca y lascas pequeñas en más del 50% de la muestra total. En cuanto al módulo de estos desechos, prevalecen las lascas normales y anchas en casi el 60%. En E7 (n=172), predominan los desechos de tamaños microlascas y lascas pequeñas en más del 70%. En cuanto al módulo, prevalecen las lascas normales con cerca del 35% y le siguen las lascas alargadas y anchas con igual representatividad. Particularmente los módulos son coherentes con los núcleos en cuanto a designación morfológica y en relación a los módulos de las últimas extracciones registradas.

Por otro lado, teniendo en cuenta que el talón y sus atributos pueden ayudar a clarificar la situación sobre los procesos de producción y técnicas implementadas, se presenta en la tabla que sigue, la distribución de los diferentes tipos de talones presentes en las muestras de lascas enteras y fracturadas con talón.

En la Tabla 5 puede verse un predominio de los talones preparados, tanto en E7 como en M2, con más del 75% de representatividad, en detrimento de los talones corticales cuya proporción estaría cerca del 21%. En relación a los primeros, es interesante destacar que, relacionando esto con el tamaño de los desechos, su presencia indicaría cierta regularización y preparación de las plataformas de núcleos para la extracción o bien, la regularización y formatización de filos.

En cuanto a los talones no preparados (corticales) se debe mencionar el alto porcentaje de los lisos naturales cuya proporción ronda el 16% tanto en el M2 como en E7. Estos, sumado a la presencia de núcleos y percutores mencionada anteriormente, contribuyen a no descartar la realización de actividades de reducción primaria.

Tomando las propiedades de los talones y los bulbos, de los desechos de talla de E7 y M2 como variables, se puede definir el tipo de talla representada en los desechos de acuerdo a las características de la sección proximal de los mismos (Espinosa, 1995). Siguiendo el planteo de la autora es posible esperar talones filiformes y puntiformes como resultado de una talla por presión; y por el contrario talones lisos, con bulbos tanto difusos como pronunciados, para una talla por percusión blanda y dura, respectivamente apuntada a una actividad de manufactura mas que a una de mantenimiento (Nami y Bellelli, 1994).

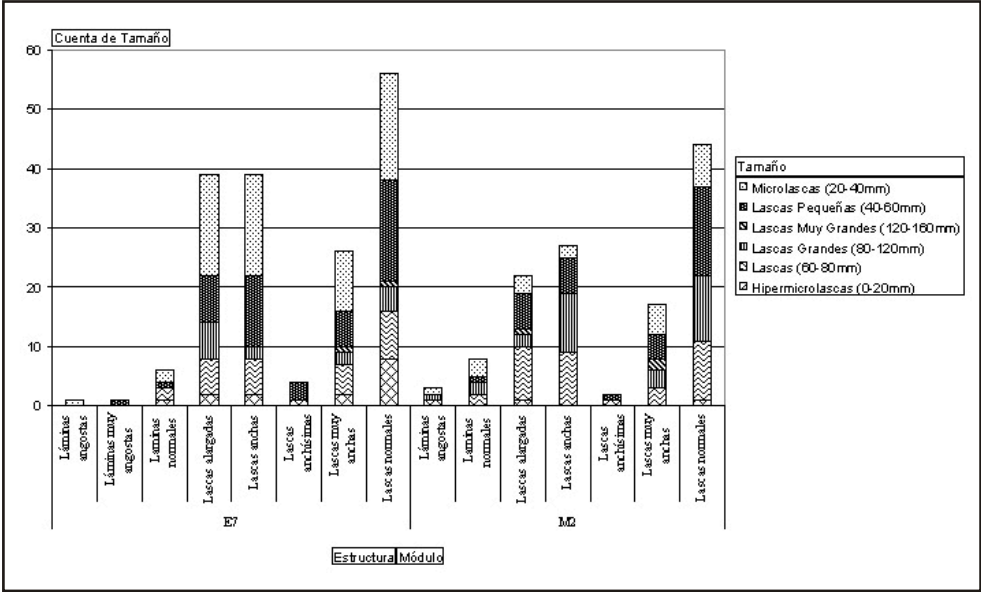


Gráfico 2. Distribución de tamaño y módulo de los desechos enteros de M2 y E7

Tanto en M2 como en E7 imperan los talones lisos con bulbos, pronunciados y difusos. En una primera instancia se puede hablar de una actividad de talla por percusión en E7 y M2 con un mayor porcentaje de bulbos difusos.

Forma de la superficie del talón	E7		M2		Total General	
Natural	22	4.83%	19	4.03%	41	4.42%
Liso-natural	79	17.3%	77	16.34%	156	16.84%
Liso	217	47.7%	277	58.81%	494	53.34%
Diedro	6	1.33%	5	1.06%	11	1.18%
Facetado	29	6.37%	20	4.27%	49	5.30%
Filiforme	71	15.6%	44	9.34%	115	12.42%
Puntiforme	31	6.81%	29	6.15%	60	6.47%
Total General	455	100%	471	100%	926	100%

Tabla 5. Distribución de las formas de la superficie del talón entre lascas enteras y fct

Forma de la superficie del talón	Estructura 7			Montículo 2			Total General
	Bulbo Difuso	Bulbo Pronunciado	Total E7	Bulbo Difuso	Bulbo Pronunciado	Total M2	
Natural	13	2	15	4	7	11	26
Liso Natural	34	20	54	44	15	59	113
Liso	97	53	150	109	75	184	334
Diedro	3	0	3	2	1	3	6
Facetado	16	6	22	12	4	16	38
Filiforme	44	9	53	16	13	29	82
Puntiforme	18	3	21	15	3	18	39
No diferenciado	1	1	2	1	0	1	3
Total general	226	94	320	203	118	321	641

Tabla 6. Distribución de los bulbos y formas de la superficie del talón por estructuras

Es importante aclarar que hay un predominio de los talones lisos asociados principalmente a bulbos difusos, estos relacionados en su mayoría con la andesita G. De acuerdo con esto, se puede hablar, en una primera instancia, de un desarrollo de actividades relacionadas con la talla por percusión blanda, en especial en este tipo de materia prima. Le sigue en menor proporción los talones filiformes, y puntiformes en menor cantidad, con bulbos difusos que indicarían una actividad relacionada con la talla por presión.

Las variables tenidas en cuenta para los desechos de talla advierten acerca de la presencia de actividades de extracción primaria y secundaria. Muchas de las consideraciones para esta clase tipológica son avaladas por los datos relacionados con las restantes clases tipológicas.

CONSIDERACIONES FINALES

A partir de la caracterización tipológica del conjunto lítico de las estructuras E7 y M2 del sitio BLC podemos afirmar que, en primer lugar, a excepción de la obsidiana, la obtención de la mayor parte de las materias primas se realizó en las inmediaciones del área de Amaicha del Valle, no excediendo los 20 km de distancia los recursos locales más lejanos desde el sitio.

Por otro lado, las clases tipológicas presentes advierten la presencia de tareas de reducción primaria y secundaria. Esto se encuentra apoyado al considerar por separado las clases tipológicas analizadas y sus atributos generales y específicos.

A nivel de técnicas de talla implementadas en este sector del sitio, en el caso de los desechos de talla y algunas de las variables consideradas (por ejemplo, bulbos y forma de la superficie del talón), las mismas indican la aplicación de técnicas de talla por percusión dura, blanda y presión.

Por su parte, los artefactos formatizados como ser el caso de las puntas de proyectil recuperadas en ambas estructuras, en términos generales son coherentes con los algunos de los típicamente Formativos de otras áreas del NOA, particularmente de la Puna Meridional argentina (Escola, 1988). El resto de los grupos tipológicos tampoco son diferentes de los grupos tipológicos asociados a momentos agro-pastoriles en general.

Los núcleos presentes en este sector del sitio, indican la coexistencia de aquellos de tipo “amorfo” con los denominados “preparados”. En relación a estos últimos, su presencia está advirtiendo acerca de una anticipación de las formas base a obtener, es decir a la idea de una planificación previa. Esto está avalado además por los tamaños y módulo de las formas base y las dimensiones de las últimas extracciones de los núcleos.

En cuanto a la distribución de los artefactos líticos en E7 y M2, si bien en una primera instancia de análisis los resultados parecían apoyar la hipótesis acerca de la densidad diferencial en la distribución espacial del conjunto en ambas estructuras, el análisis final nos permitió advertir que los conjuntos son similares en cuanto a densidades y que la diferencia radica en realidad en la composición artefactual.

El espacio donde está emplazado M2 sufrió modificaciones radicales, ya que se trató en un primer momento de un recinto contiguo a E7, en el cual se produjeron los entierros, re-significando y re-configurando ese espacio, dando lugar al montículo.

En relación con esto último, los tipos artefactuales “descartados” a lo largo de la secuencia ocupacional de ambas estructuras, permiten sostener un uso diferencial de los espacios ya que en M2 se hallan los artefactos mantenidos, reutilizados y la gran mayoría de los enteros; a lo que se suma la presencia de núcleos, formas base y percutores. En E7 predominan los artefactos fracturados, motivo por el cual no deberíamos considerar a M2, como se pensó en algún momento, como lugar de descarte final de “artefactos literalmente abandonados”.

El hacer de las viviendas (o parte de ellas) un montículo, parecería constituir una forma de monumentalizar la historicidad de esas singularidades y contenidos representativos, de re-semantizarla y comunicarla, y de destacarla en el paisaje como marcas ritualizadas y ritualizantes de las relaciones sociales (Leiton, 2005).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aschero, C.

1975 “Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos e interpretativos”. Informe inédito a CONCET. MS

1983 “Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos. Apéndices A y B”. Apunte mecanografiado para la cátedra de Ergología y Tecnología. F.F. y L. UBA. Bs. As. MS

Aschero, C y S. Hocsman

2004 “Revisando cuestiones tipológicas en torno a la clasificación de artefactos bifaciales”. En: Temas de Arqueología. Análisis lítico. Mariano Ramos, Alejandro Acosta y Daniel Loponte (compiladores), Pp. 7-25. Universidad Nacional de Lujan. Lujan.

Bellelli C.

1991 “Los desechos de talla en la interpretación Arqueológica. Un sitio de superficie del Valle de Piedra Parada (Chubut)”. En Shincal 3 (2). Simposio Estudios líticos en Argentina: Vías de desarrollo actual. Pp. 79-93. Publicación especial en adhesión al X congreso Nacional de Arqueología Argentina. Catamarca.

Carballido Calatayud, M.

1999 “Análisis del material lítico del valle de Piedra Parada (Pcia. de Chubut). Tendencias en la organización del a tecnología lítica de los últimos 1000 años”. Tesis de licenciatura en ciencias Antropológicas, orientación Arqueológica. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Buenos Aires. m.s.

Chiappe Sánchez, N.

2007 “Sobre la Construcción Social de la Muerte. Las Prácticas Funerarias en un Sitio Agro-alfarero Temprano. Bajo los Cardones-Amaicha del Valle-, Tucumán. Trabajo Final de la Carrera de Arqueología. Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. Universidad Nacional de Tucumán. m.s

Civalero, M.

2006 “De roca están hechos: introducción a los análisis líticos”. En: El Modo de Hacer las Cosas: Artefactos y Ecofactos en Arqueología. C. Pérez de Micou (Ed.). Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Buenos Aires.

Escola, P.

1988 Puntas de proyectil de contextos formativos: acercamiento tecno-tipológico a través de cuatro casos de análisis. Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena Museo Nacional de Historia Natural. Sociedad Chilena de Arqueología. Tomo II, pp. 175-184. Santiago, Chile.

1993 “De percusión y percutores”. En Revista de Arqueología N° 3. Pp. 33-51.

2000 “Tecnología Lítica y Sociedades Agro-pastoriles Tempranas”. Tesis para optar al grado de Doctor en Filosofía y Letras, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Espinosa, S.

1995 “Dr. Scholl y Monsieur Fleur: De talones y bulbos”. En: Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano 16. Pp.315-327. Bs. As.

García Salemi, M. y P. Durando

1985 Sobre cronologías y paleoclimas en la quebrada de Amaicha. En: Revista CERS. Tomo II (2). Tucumán-Catamarca. Argentina.

Leiton, D.M.

2005 Casas, monticulización y memoria: Formas narrativas de estructuración del orden social en las comunidades de Alamito, Campo del Pucará, Catamarca (ca. 200-500 dC.). En Actas del IX Congreso Nacional y II Latinoamericano de Estudiantes de Arqueología. Versión CD-ROM. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.

Lemonnier, P.

1992 "Elements for an Anthropology of Technology". Anthropological Papers Museum of Anthropology, University of Michigan nº 88. Estados Unidos.

Nami, H.

1992 "El subsistema tecnológico de la confección de instrumentos líticos y la explotación de los recursos del ambiente: una nueva vía de aproximación". En: Shincal 2 Pp. 33-53. Escuela de Arqueología. Universidad Nacional de Catamarca.

Nami, H. y C. Bellelli

1994 "Hojas, experimentos y análisis de desechos de talla. Implicaciones arqueológicas para la Patagonia Centro-Septentrional". En cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano 15. Pp. 199-223. Bs. As.

Perea, M.

1991 "Análisis de prioridades para la conservación en el Valle del Río Santa María, Tucumán, Sector Oriental". Trabajo de seminario para acceder al título de licenciado en Ciencias Biológicas, orientación botánica. Facultad de Ciencias Naturales E I.M.L. Universidad Nacional de Tucumán.

Sullivan, A.P. III y K.C. Rozen

1985 Debitage Analysis and Archaeological Interpretation. En: American Antiquity 50:755-779.



LAS VULCANITAS NEGRAS DE RINCÓN CHICO 2/87: CARACTERIZACIÓN POR ESPECTROMETRÍA DE RAYOS X

Oscar M. Palacios¹, Rene Van Grieten², Katleen Van Meel², Cristina Vázquez^{3,4}

¹ Facultad de Filosofía y Letras. UBA

² University of Antwerp. Dept. of Chemistry

³ Laboratorio de Química de Sistemas Heterogéneos, Facultad de Ingeniería, UBA

⁴ Unidad de Actividad Química, Comisión Nacional de Energía Atómica

palaciososcar@yahoo.com.ar; Rene.VanGrieken@ua.ac.be; vazquez@cnea.gov.ar

RESUMEN

Durante las investigaciones arqueológicas que se realizan en sitios de cazadores-recolectores ubicados en la cuenca del río Limay, tanto en el Neuquén como en Río Negro, han surgido distintos interrogantes, que se refieren entre otros temas a la organización de la tecnología lítica.

En el sitio neuquino Rincón Chico 2/87, se hallaron muchos instrumentos y desechos de una roca volcánica negra. La caracterización de esta materia prima puede darnos información sobre fuentes de aprovisionamiento lítico, así como permitirnos inferir aspectos de la movilidad en distintos momentos.

La roca se clasificó en basalto o dacita, según se observara macroscópicamente que el grano era grueso o fino; sin embargo, la fractura de un artefacto que en la superficie tenía grano grueso aparecía con una textura muy fina en el interior; a veces casi vítrea. Ante esta dificultad se decidió utilizar la categoría más general de “vulcanitas negras”.

En la búsqueda de precisiones en la identificación de esta materia prima requerimos el análisis de una muestra de 6 especímenes de vulcanitas negras, tres de origen arqueológico y tres procedentes de la cantera de dacita de Paso Limay, ubicada en Río Negro a poco más de 50 km, en línea recta.

EL SITIO

Rincón Chico 2/87 se halla ubicado a los 40° 12' 42" latitud sur y 70° 02' 08" longitud oeste, a unos 19 km al SSE de la ciudad de Piedra del Águila, provincia del Neuquén (ver Figura 1). Al pie de uno de los diques volcánicos que afloran en la zona se hizo la instalación humana. Frente al sitio, el río Limay traza una amplia curva que circunscribe unas 150 ha de planicie aluvial. Esta superficie, que ha recibido el aporte de sedimentos coluviales y eólicos, conforma un espacio casi cerrado, limitado aguas abajo por una garganta y aguas arriba por un desfiladero. Por el norte y el oeste, una meseta coronada por el Basalto II (Galli, 1969, mapa geológico) domina el valle. La barda basáltica presenta sólo unas pocas brechas, producto de derrumbes por lo que la comunicación entre valle y meseta es difícil.

El dique volcánico donde se produjo el asentamiento es alargado, estrecho y transversal, tanto al valle del Limay como a los vientos del sudoeste, los dominantes. Al obstaculizar la circulación del aire, provocó la acumulación de partículas a sotavento. Como resultado, junto su cara NE se formó una “sombra de arena”, geoforma semejante a una duna pero que, a diferencia de ésta, es fija (Dury, 1960:192 y fig. 92 a). El asentamiento se hizo sobre la cúspide de esta acumulación arenosa (Figura 2) y la pared de roca fue profusamente pintada con motivos geométricos.

Ni el ligero extraplomo del cuerpo rocoso ni la oquedad en la que se concentran las pinturas alcanzan a conformar un alero. RCh2 es, entonces, un sitio a cielo abierto, lo que explica la deficiente conservación de los restos óseos y de los fogones.

Este sitio fue uno de los varios inundados en 1991 por el embalse de Piedra del Águila. La primera prospección fue realizada por Schlegel, Soto y Hajduk (1978:370). Entre 1987 y 1989, Crivelli Montero y Fernández realizaron tareas de rescate, que comprendieron la documentación del arte rupestre y una excavación estratigráfica. Se han presentado resúmenes



Figura 1. Cuenca del río Limay. En las áreas sombreadas se centraron especialmente las excavaciones de rescate durante la construcción de las represas.
Tomado y reeditado de Præhistoria. (1996)

del sitio (Fernández y Crivelli Montero, 2002), de la cerámica (Aldazabal y Eugenio, 2002) y del arte rupestre (Crivelli Montero, Fernández y Pardiñas, 1991, Fernández, 2003).

Toda la información de este ítem fue tomada de Crivelli y Palacios (2004: 1-2) y al respecto del instrumental lítico ver Crivelli (2004).



Figura 2. Vista del sitio Rincón Chico 2.
La flecha señala la ubicación del sitio

EL PROBLEMA

El sitio Rincón Chico 2 tiene dos fechados, 710 ± 60 y 680 ± 70 años AP, por lo que sus ocupaciones fueron hechas durante el Período Reciente de Norpatagonia, es decir, 1400 años AP-contacto (Crivelli Montero y Fernández, 2004). Durante las investigaciones arqueológicas que se están realizando se ha inferido que es un período en el que ocurren cambios tecnológicos importantes, como la incorporación de la cerámica y el uso del arco y la flecha.

Estas nuevas tecnologías se inscriben en los procesos de intensificación, que se derivan del crecimiento demográfico en la región, producido de forma sostenida, con distintos grados de intensidad, desde las primeras ocupaciones en el Holoceno temprano.

El incremento de la población tuvo entre otras consecuencias una restricción territorial para los grupos sociales que habitaban el área. Ya no podían desplazarse sin conflicto por donde desearan y entonces la apropiación de recursos en el interior de sus propios territorios debía ser más eficiente.

De la observación del registro arqueológico del Período Reciente, surgen algunas variaciones significativas: más sitios estratificados y de superficie, más densidad de artefactos por unidad de volumen en los sitios, mayor especialización de los yacimientos arqueológicos. Para más precisión, Crivelli Montero y Fernández (2004).

Si es cierto que el incremento demográfico dificultó la movilidad de los grupos a través de la región, debería haber líneas de evidencia arqueológica que ayuden a corroborarlo. Una de esas líneas de evidencia es la materia prima lítica.

La restricción territorial pudo provocar que los cazadores recolectores del área utilizaran materias primas líticas locales y que, dentro de esta opción, prefirieran las rocas de mejor calidad para la talla.

Si observamos las materias primas utilizadas en los sitios de la región surgen unas pocas categorías, muy abarcativas, que pueden ser determinadas macroscópicamente: a) las sílices, b) las vulcanitas negras, c) las obsidianas y d) las rocas diversas.

Con respecto a las sílices no conocemos fuentes primarias de abastecimiento y sí secundarias como los ríos, especialmente el Limay que tiene una alta competencia.

Las vulcanitas negras, que también podríamos denominar basaltoides, podrían provenir del lecho de los ríos pero también de una fuente primaria conocida, la cantera taller de Paso Limay.

Las obsidianas sólo se utilizaron en artefactos de tamaño pequeño, de preferencia puntas de flecha, y no conocemos su fuente de abastecimiento original pero suponemos que proceden de depósitos primarios alejados del sitio y/o de guijarros transportados por los ríos. Entre los desechos encontramos varios artefactos con restos de corteza muy curvada, que nos sugieren que son desprendimientos de un guijarro pequeño.

Las rocas diversas son aquellas que no pudieron ser identificadas y, en general, son la base de artefactos del tipo utilizado para la molienda u otro uso rústico.

Entonces, sólo conocemos una cantera taller de la cual procedería la materia prima de muchos artefactos de la zona, la cantera de vulcanitas negras de Paso Limay. El conocimiento de esta fuente de abastecimiento es la base sobre la cual construimos una línea de evidencia para indagar sobre la movilidad de los cazadores recolectores del área.

El primer paso es caracterizar lo más ajustadamente posible el material que procede de la cantera. El paso siguiente es caracterizar la materia prima -las vulcanitas- de los artefactos que proceden de distintos sitios arqueológicos de la región.

El presente trabajo es el comienzo del proceso de análisis de estas rocas y de la interpretación de los resultados. A medida que se vaya incorporando nueva información las inferencias se irán ajustando con errores estadísticos cada vez menores.

METODOLOGÍA

En el nivel regional se hará el análisis químico de las muestras de rocas procedentes de la cantera, tomadas de distintos puntos de ésta. Asimismo se procesarán muestras estratigráfica y cronológicamente identificadas de varios sitios de la región.

Las muestras de los sitios arqueológicos son desechos de talla, que son abundantes y tienen la característica de no ser transportados (Crivelli y Palacios, 2004). Esto significa que se tallaron rocas en el lugar y los desechos fueron abandonados en forma de depósitos primarios o secundarios.

Los resultados obtenidos se tratarán estadísticamente para determinar similitudes y distancias entre los conjuntos. Esperamos saber si los habitantes de los sitios tomaban materia prima de la cantera o si utilizaban otras fuentes de aprovisionamiento.

En el nivel de sitio arqueológico comenzamos el proceso con el análisis de muestras procedentes de Rincón Chico 2 y de muestras de la cantera.

Con el fin de comparar resultados, se analizaron también muestras procedentes de dos sitios arqueológicos más:

- Casa de Piedra de Ortega, al sur del Limay, cerca de la confluencia del arroyo Panquehuau con el arroyo Pichileufú, en el paraje y vado Corralito, en Río Negro (Crivelli Montero, 1987, Fernández, 2001, Fernández y Crivelli Montero, 1999-2001).
- Cueva Trafal I, ubicada al noroeste del sitio Cuyín Manzano, muy próxima a la margen meridional del río Trafal (Crivelli Montero, Curzio y Silveira, 1993).

TÉCNICAS

Para la caracterización de las muestras se empleó la Fluorescencia de Rayos X (FRX) por sus características multielementales y escasa preparación de las muestras (Jenkins, Gould y Gedcke, 1981, Tertian y Claisse, 1982). Los especímenes fueron analizados en un espectrómetro de fluorescencia dispersivo en energías, Philips Epsilon 5, de 4 kW de potencia sin tratamiento previo exponiendo para el análisis la superficie más lisa para evitar efectos indeseables de matriz que pudieran alterar los valores cuantitativos. La ausencia de materiales de referencia para la cuantificación motivó la utilización del “Standard Less”, un método alternativo de análisis que utiliza valores de concentración almacenados en una librería del espectrómetro, obtenida a partir de mediciones de materiales de composición semejante. Este método introduce un error en los valores de concentración que debe ser tenido en cuenta para la interpretación de los resultados. Las características de las muestras y sus respectivas procedencias se presentan en la Tabla 1.

ANÁLISIS GRÁFICO DE LOS RESULTADOS

En una primera etapa se realiza un análisis por Componentes Principales (CP) con el objeto de reducir el número de variables dependientes que no proporciona información útil y resulta redundante—así como poco discriminante—para el análisis final de los datos (Cela, 1994). Una vez que los CP son identificados se busca formar conjuntos distintivos para lo cual se hace un análisis por grupos (cluster analysis). Ambos estudios estadísticos se realizaron con el programa *MATLABTM* (ver. 5.3., 2006). De la primera etapa surge el biplot que se muestra en la Figura 3 donde pueden identificarse los componentes principales. Estos valores son los de entrada para el tratamiento del siguiente paso.

El cluster analysis es una técnica que permite agrupar, usando un algoritmo de cálculo, los casos con un determinado grado de semejanza expresado a través una distancia estadística. Para este caso se utilizó el algoritmo K-Nearest Neighbor y la distancia de Mahalanobis (Figura 4).

El análisis de clusters muestra baja variabilidad composicional interna para las muestras provenientes de la cantera ($d=0.5$). El conjunto de muestras más semejante estadísticamente a

Código de muestra	Procedencia		Descripción de la muestra	Peso en g
	Sitio	Cuadrícula/nivel desde 0 excavac.		
M6	Cantera Paso Limay	material de superficie	Fragmento de roca negra, grano muy fino. Fractura en gabinete.	26,3
M4	Cantera Paso Limay	material de superficie	5 Lascas de clasto de roca gris oscura casi negra, de grano apenas más grueso que la muestra 2. Fractura en gabinete	25,5
M2	Cantera Paso Limay	material de superficie	Guijarro de roca negra con 20% corteza, grano fino. Fractura en gabinete	170
M7	RCh 2/87	S7 – D (140-150)	Lasca de roca gris oscura casi negra, grano fino, talón cortical. Material arqueológico, fractura original.	14,5
M8	RCh 2/87	S7 – D (140-150)	Lasca de roca gris oscura casi negra, grano fino, guarda un 5% de corteza. Material arqueológico, fractura original.	15
M9	RCh 2/87	UV6 – C (85-90)	Fragmento de lasca, conserva parte del talón que es cortical de clasto, 10% de corteza. Grano sumamente fino. Material arqueológico, fractura original.	9,7
M15	CTI	1 Jm 9	Lasca. Entera, primaria (clasto), reducción simple, grano muy fino, muy sílicea	3,4
M16	CTI	1 Jm 9	Lasca fragmentada interna, grano grueso, reducción bifacial	3,5
M17	CTI	1 Jn 9	Fragmento indiferenciado, grano sumamente fino, muy síliceo	1,6
M18	CPO	E2i	Lasca interna, fragmentada, grano mediano a fino	2,2
M19	CPO	i G1 H1	Fragmento de lasca grano fino	0,9
M20	CPO	i	Lasca fragmentada, interna, grano fino.	1,2

Tabla 1. Descripción y procedencias de las muestras analizadas

la cantera, cuyos datos también se agrupan internamente, corresponde al sitio Casa de Piedra de Ortega. Las muestras que evidencian mayor grado de disimilitud son las correspondientes a Traful I y Rincón Chico 2.

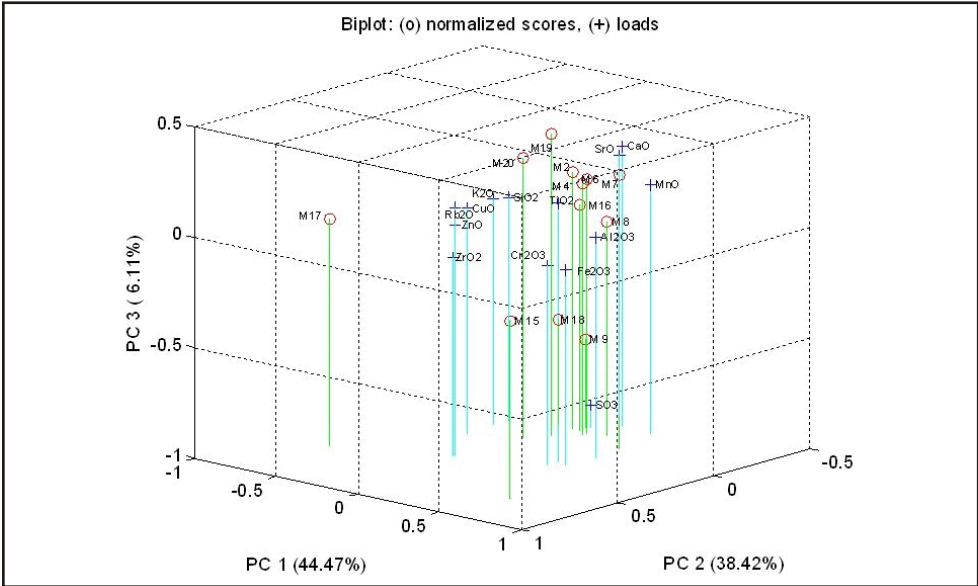


Figura 3. Biplot obtenido a través del análisis por CP

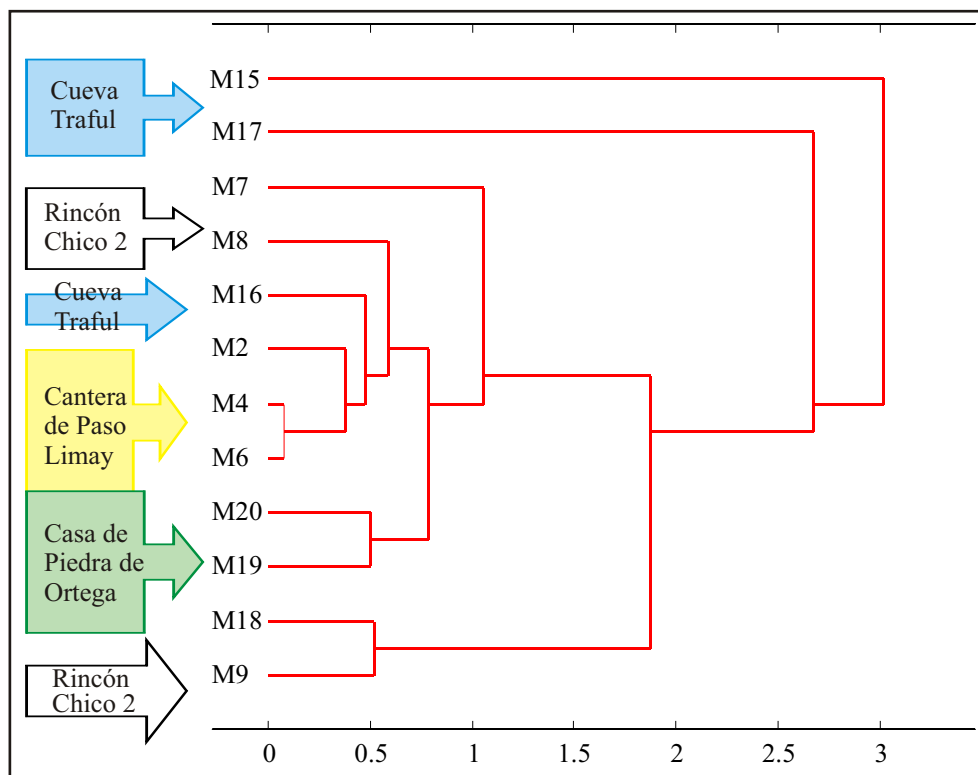


Figura 4. Cluster analysis de los datos previamente extraídos los componentes principales

CONCLUSIONES

- Los conjuntos de muestras con variabilidad interna alta son Rincón Chico 2 y Traful I, lo que sugiere que los cazadores-recolectores no se aprovisionaron (por lo menos no exclusivamente) de la cantera-taller de Paso Limay y sí lo hicieron de distintas fuentes de vulcanitas (primarias o secundarias) no determinadas aún. Ambos sitios se hallan a la vera de ríos con alta competencia y es probable que éstas hayan sido las fuentes secundarias de las que se abastecieron: el río Traful y el río Limay.
- Los conjuntos de muestras con variabilidad baja son las que proceden de la cantera y del sitio Casa de Piedra de Ortega.
- Lo expuesto en a) y b) sugiere que la cercanía geográfica a las fuentes de abastecimiento de vulcanitas fue determinante, ya que esta proximidad se refleja principalmente en el sitio Casa de Piedra de Ortega, distante aproximadamente 30 km de la cantera de Paso Limay - e inclusive también del lado sur del río Limay-.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo contó con el aporte de los siguientes subsidios: PICT N° 14171, UBACYT F059, CONICET PIP 5344, UBACYT I 809 y IAEA 13824.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldazabal, V y E.O. Eugenio

2002 La cerámica del sitio Rincón Chico 2, Pcia. del Neuquén. Comunicación presentada en las V Jornadas de Arqueología de la Patagonia, Buenos Aires. MS.

Cela, R.

1994 Avances en Quimiometría Práctica. Universidad de Santiago de Compostela..

- Crivelli Montero, E.A.
1987 La "Casa de Piedra de Ortega" y el problema del Patagónico Septentrional. Comunicaciones Primeras Jornadas de Arqueología de la Patagonia; Trelew. Rawson; 75-83.
- 2004 El instrumental lítico de Rincón Chico 2/87. XV Congreso Nacional de Arqueología. Mesa Patagonia. CD Rom. Río Cuarto. Córdoba.
- Crivelli Montero, E.A.; D. Curzio y M.J. Silveira
1993 La estratigrafía de la Cueva Trafal I (provincia del Neuquén). *Præhistoria*. 1:9-160.
- Crivelli Montero, E.A. y M.M. Fernández
2004 Demografía, movilidad y tecnología bifacial en sitios de la cuenca del río Limay. *Contra Viento y Marea*. Arqueología de Patagonia. INAPL y Soc. Argentina de Antropología; 89-103. Buenos Aires.
- Crivelli Montero, E.A., M.M. Fernández y U.F.J. Pardiñas
1991 Diversidad estilística, cronología y contexto en sitios de arte rupestre del área de Piedra del Aguila. Podestá, M.; Hernández Llosas, M. I. y Renard de Coquet, S., eds. *El arte rupestre en la arqueología contemporánea*; Buenos Aires. M.M. Podestá; 113-22.
- Crivelli Montero, E.A. y O.M. Palacios
2004 Los desechos de talla de Rincón Chico 2/87. Informe preliminar. XV Congreso Nacional de Arqueología. Mesa Patagonia. CD Rom. Río Cuarto. Córdoba.
- Crivelli Montero, E.A., M.M. Fernández, U.F.J. Pardiñas, M. Bogazzi, A. Chauvin, V.M. Fernández y M.J. Lezcano,
1996 La Cueva Epullán Grand (provincia del Neuquén, Argentina). Informe de avance. *Præhistoria*. 2:185-265.
- Dury, G.H.
1960 *The face of the Earth*. Ed. Penguin, Harmondsworth.
- Fernández, M.M.
2001 La Casa de Piedra de Ortega (Pcia. de Río Negro). I. La estratigrafía. *Relaciones De La Sociedad Argentina De Antropología*, N.S. XXVI: 261-284.
- Jenkins, R., R.W. Gould y D. Gedcke
1981 *Quantitative X Ray Spectrometry*. Ed. Marcel Decker, Inc. New York.
- Fernández, M.M.
2003 El arte rupestre de Rincón Chico 2/87, provincia del Neuquén, Argentina. VI Simposio Internacional de Arte Rupestre; San Salvador de Jujuy. 308-320. CD Rom.
- Fernández, M.M. y E.A. Crivelli Montero
1999 La organización de la tecnología lítica de las primeras ocupaciones de la Casa de Piedra de Ortega (Pcia. de Río Negro). *Xama*. 12-14:107-131.
- 2002 Excavaciones de rescate en Rincón Chico 2, Pcia. del Neuquén. Comunicación presentada en las V Jornadas de Arqueología de la Patagonia, Buenos Aires. MS.
- Galli, C.
1969 Descripción geológica de la hoja 38c, Piedra del Aguila, provincias de Neuquén y de Río Negro. *Boletín, Dirección Nacional de Geología y Minería* 111:1-67.
- Schlegel, M.L., E. Soto y A. Hajduk
1978 Yacimientos arqueológicos en el curso superior del río Limay (provincia de Neuquén). *Actas y memorias del Cuarto Congreso Nacional de Arqueología Argentina*; San Rafael. San Rafael: Museo de Historia Natural de San Rafael; 365-81.
- Tertian, R. y F. Claisse
1982 *Principles of Quantitative X Ray Fluorescence Analysis*. Ed. Heyden, London.



ANÁLISIS TECNOLÓGICO Y FUNCIONAL DE ARTEFACTOS DE VIDRIO: RESULTADOS DE UN PROGRAMA EXPERIMENTAL

Hernán De Angelis¹, Adriana Lasa², María Estela Mansur², Lucas Sosa³,
Gustavo Valdez⁴

1 Fac. Ciencias Naturales y Museo, UNLP

2 Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), Ushuaia

3 Museo del Fin del Mundo, Ushuaia, Tierra del Fuego

4 Registro Arqueológico, Dirección Provincial de Planeamiento, Tierra del Fuego

memansur@tierradelfuego.org.ar

estelamansur@hotmail.com

RESUMEN

La utilización del vidrio como materia prima para la confección de artefactos está bien documentada entre las sociedades aborígenes de las regiones de Pampa y Patagonia. A partir del arribo de este material de origen europeo, disminuyó notoriamente el uso de diferentes tipos de rocas, que fueron reemplazadas por el vidrio, para la confección de determinadas categorías de artefactos tales como los raspadores o las puntas de flecha.

A pesar de ello, la interpretación tecnofuncional de los artefactos de vidrio de origen arqueológico sigue resultando difícil, ya que no existen todavía estudios teórico-metodológicos específicos sobre las características de los rastros de uso sobre este material. Tal es el caso de los instrumentos y restos de talla de vidrio descubiertos en investigaciones de campo en sitios arqueológicos de Tierra del Fuego, como por ejemplo en Ewan II.

Para abordar este análisis, se decidió llevar a cabo un estudio experimental que incluyese el análisis tecnomorfológico y funcional de una serie de raspadores confeccionados en vidrio. El programa experimental siguió los lineamientos generales aplicados en otros estudios de este tipo e incluyó los siguientes pasos:

- *confección de una serie de raspadores de vidrio, buscando replicar las formas base y características de filos y retoques de los documentados en el registro arqueológico;*
- *recolección y análisis de las esquirlas de retoque de cada uno de los artefactos, a fin de sistematizar sus características morfo-técnicas;*
- *utilización experimental de los raspadores para trabajar tres tipos básicos de materiales (madera de los géneros Nothofagus y Berberis, con y sin corteza; hueso fresco y pieles, con aditivos y sin ellos), considerando diferentes cinemáticas y ángulos de trabajo.*

Los instrumentos fueron sometidos a análisis siguiendo los lineamientos teórico-metodológicos del análisis funcional de base microscópica. Este incluyó la observación de los filos previa a la utilización, para caracterizar los rastros tecnológicos producidos durante el proceso de manufactura, seguida por análisis a intervalos constantes, para documentar las modificaciones producidas a lo largo del proceso de uso. En cada observación se procedió a la captura y digitalización de imágenes que permitiesen comparar las modificaciones de los filos producidas durante el proceso, considerando diferentes variables referidas al esquirlamiento y/o redondeamiento, las estrías y los micropulidos.

A partir de este análisis, fue posible llegar a una primera caracterización de los procesos de formación de rastros microscópicos en vidrio, considerando sus grados de desarrollo para los distintos tiempos de uso y materiales utilizados. Las características observadas son compatibles con el modelo general de modificación de los materiales, que explica las transformaciones que se producen en la interfase, para rocas homogéneas y heterogéneas.

INTRODUCCIÓN

La utilización del vidrio como materia prima para la confección de artefactos está bien documentada entre las sociedades cazadoras-recolectoras de las regiones pampeana y

patagónica, tanto en fuentes escritas históricas y etnográficas como en colecciones etnográficas de diferentes museos argentinos y extranjeros.

En Tierra del Fuego, instrumentos de vidrio fueron descubiertos en diferentes sitios arqueológicos recientes. En la zona del Canal Beagle, fueron documentados en Acatushún (enterratorio en un conchero preexistente datado en 650 ± 100 AP; Piana *et al.*, 2006) y en el Componente reciente de Lancha Packewaia (280 ± 84 A.P; Orquera *et al.*, 1978). En la zona central de la Isla, en los últimos años hemos documentado restos de vidrio en una serie de sitios en la localidad arqueológica Ewan (Mansur *et al.*, 2006 a y b) datados por dendrocronología en el año 1905. El tratamiento de los sedimentos mediante técnica de flotación en máquina permitió recuperar alrededor de 4000 microlascas y microesquirlas de formatización, que por su pequeño tamaño normalmente pasan desapercibidas en el registro arqueológico.

OBJETIVOS

A pesar de la frecuencia de los artefactos de vidrio en el registro arqueológico, su interpretación tecnofuncional sigue resultando difícil, ya que no existen todavía estudios teórico-metodológicos específicos sobre las características de los rastros sobre este material cuando se lo analiza a escala microscópica. Sólo se han realizado trabajos puntuales de determinación de restos arqueológicos que demostraron no ser verdaderos instrumentos sino simples fragmentos (Clemente y Gómez Romero, 2006).

En consecuencia, el objetivo de este trabajo fue diseñar y ejecutar un programa experimental que nos permitiese comprender la dinámica de reducción del vidrio para formatizar artefactos comparables a los del registro arqueológico, así como las propiedades y modificaciones de los filos de instrumentos de vidrio cuando son empleados en diferentes procesos de uso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El programa experimental siguió los lineamientos generales del análisis funcional de base microscópica (cf. Mansur, 1999) y se centró en cuatro aspectos principales:

1. Experimentación tecnológica

- Confección de una serie de 13 raspadores de vidrio a partir de fragmentos de botella comparables a los documentados en los sitios, retocándolos por presión con retocadores de asta y hueso. Se buscó replicar las características de los filos de los raspadores arqueológicos, regulares y rectos a ligeramente convexos. En vista frontal, la cara ventral es convexa a ligeramente convexa (Figura 1).
- Confección de igual cantidad de puntas de flecha, siguiendo los mismos lineamientos. La formatización fue realizada en tres estadios de reducción: preparación de filos laterales por retoque alterno, adelgazamiento general de la forma base y finalmente adelgazamiento para obtener la morfología definitiva (Figura 1).
- Recolección de la totalidad de los desechos de talla de cada uno de los artefactos, a fin de sistematizar sus características morfotécnicas (Figura 2).

2. Análisis tecnomorfológico

El análisis de los restos de talla fue efectuado mediante observación con lupa binocular (aumentos entre 10 y 60 X). Los criterios registrados para cada una de las microlascas fueron: dimensiones, talón (aspecto, forma, presencia, inclinación), labio, curvatura, porcentaje de corteza, fracturas. Se consideraron tres categorías de tamaño: inferiores de 2 mm, de 2 a 5 mm y mayores de 5 mm.

3. Experimentación funcional

- Uso de los raspadores para trabajar tres tipos de materiales: 5 sobre madera fresca (gén. *Nothofagus* y *Berberis*), con y sin corteza, 5 sobre hueso fresco (bóvido) y sólo 3 sobre pieles (oveja y cordero) secas y con aditivos de grasa y pigmento mineral (ya que el análisis microscópico revelaba rastros característicos e idénticos entre sí). En todos los casos se

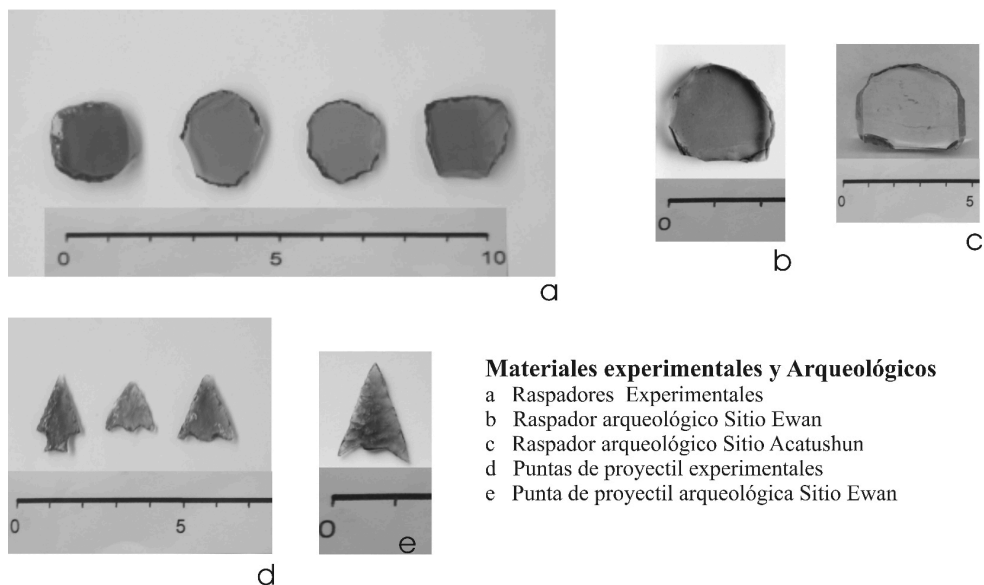


Figura 1. Materiales experimentales arqueológicos

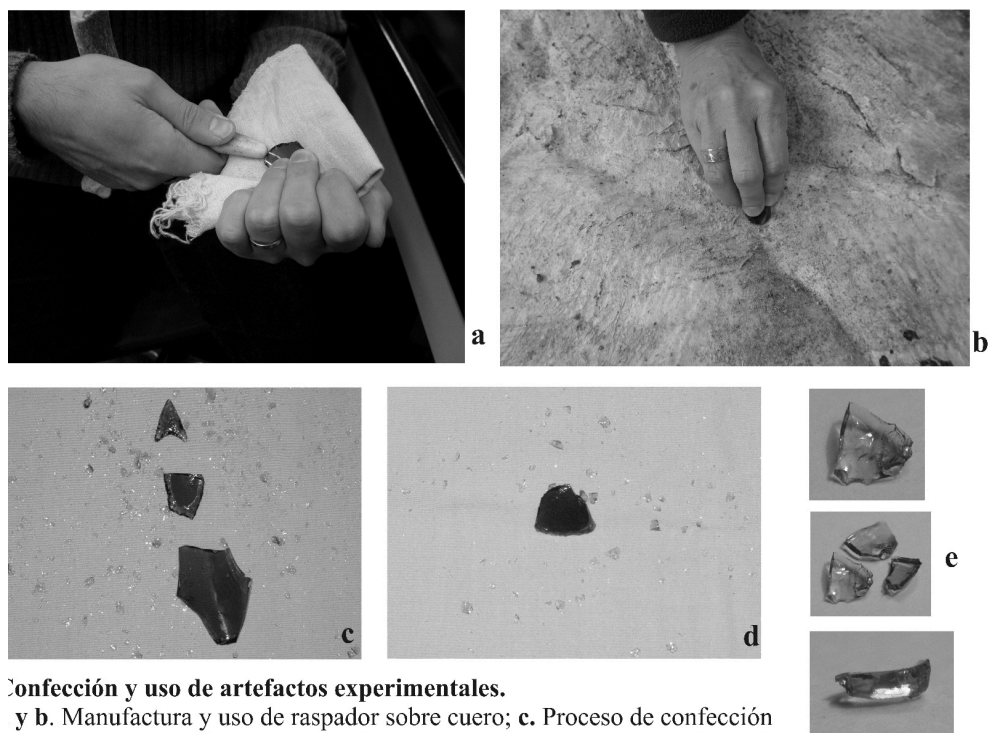


Figura 2. Confección y uso de artefactos experimentales

utilizó cinemática transversal (eje del filo transversal al movimiento realizado), con cara inferior como cara de contacto. Cada pieza fue utilizada durante dos intervalos de 30 min. (Figura 2)

- Dibujo de las piezas en fichas individuales y registro detallado de datos de utilización, considerando ángulo de uso, efectividad de la tarea, accidentes producidos durante el uso, fracturas, etc.

4. Análisis funcional

El análisis fue realizado teniendo en cuenta el modelo de formación de rastros de uso en materiales homogéneos y considerando diferentes variables referidas al esquiramiento y/o redondeamiento de los filos, estrías y micropulidos (cf. Mansur, 1999). Se utilizaron lupa binocular (10 a 60 X) y microscopio de reflexión de tipo metalográfico con sistema directo para captura y digitalización de imágenes y aumentos comprendidos entre 50 y 500 X.

Se realizaron análisis sistemáticos de todos los filos en estado fresco (antes de la utilización) para caracterizar los rastros tecnológicos producidos durante el proceso de manufactura y prefiar puntos referentes de observación, seguidos por análisis después de intervalos de uso de 15 y 30 minutos, con captura y digitalización de imágenes en los puntos referentes para documentar modificaciones producidas durante el proceso de uso (Figuras 3 y 4).

Después de cada utilización los instrumentos fueron lavados con agua y jabón; antes y durante el análisis se efectuaron limpiezas con alcohol. Se utilizaron dos ángulos de observación, uno con cara ventral perpendicular al haz de luz, otro con ángulo superior a 90°.

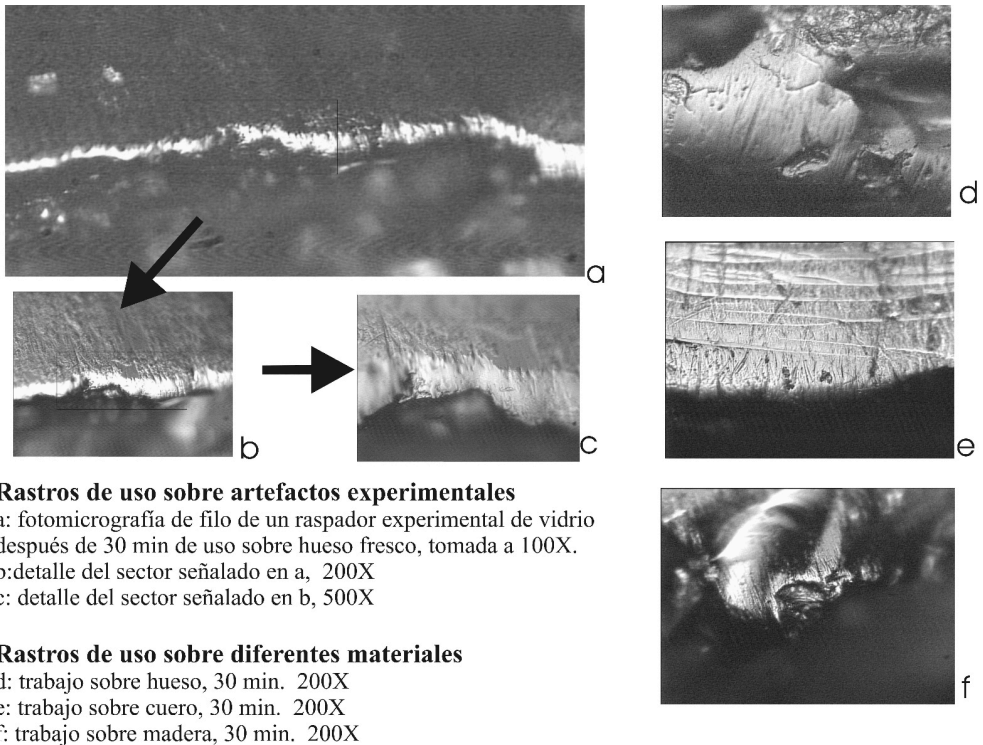


Figura 3. Rastros de uso sobre artefactos experimentales y sobre diferentes materiales

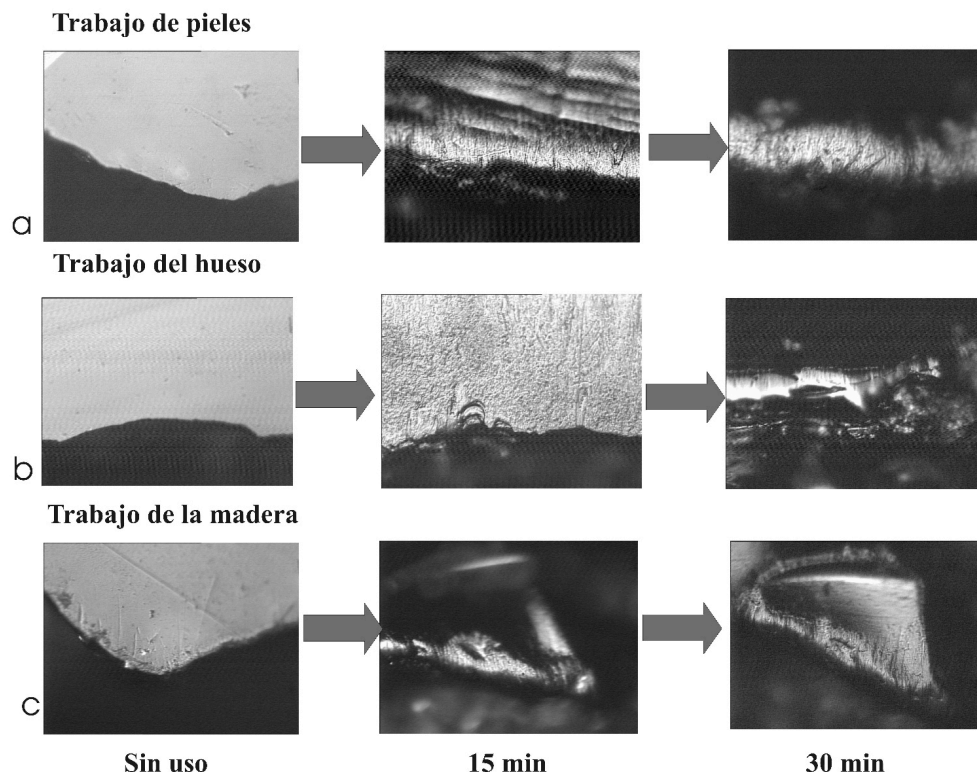


Figura 4. Modificación de la microtopografía durante el proceso de uso. Fotografías de fillos de tres raspadores de vidrio tomados a diferentes intervalos, 200 X

RESULTADOS

A. Análisis tecnomorfológico de restos de talla

La confección de instrumentos por presión a partir de fragmentos de vidrio es tarea simple y relativamente rápida; en el caso de la confección de pequeñas puntas de proyectil, la reducción a partir de fragmentos de vidrio resulta más económica, eficaz y predecible que a partir de las rocas locales.

El análisis de las microlascas generadas durante el proceso de formatización de una de las puntas fue realizado por separado para cada uno de los estadios de reducción. En cuanto a las lascas de preparación de filo, tanto las comprendidas entre 2 y 5 mm como las de más de 5 mm presentaron morfologías similares entre sí, con formas redondeadas, bulbos prominentes y talones con inclinación; en el primer grupo se registraron abundantes lascas fracturadas, pero también lascas con curvatura, características de la reducción bifacial. Los desechos de menos de 2 mm son microesquirlas intensamente fracturadas, en las cuales no es posible observar ninguno de los atributos considerados para el análisis; sin embargo un pequeño porcentaje puede ser reconocido como microlascas, algunas incluso con la forma redondeada de las anteriores, en general planas.

Las lascas de adelgazamiento (estadios 2 y 3) no superan 1 mm de espesor y en general están fracturadas en el extremo distal. La mayoría presenta talones pequeños e inclinados, bulbos difusos y muy pocas tienen labio. Morfológicamente difieren de las lascas de preparación, que son más gruesas y más anchas que largas. En el grupo de las lascas de más 5 mm, el porcentaje de lascas con curvatura es mayor entre las de adelgazamiento; además son frecuentes los talones escalonados. En cuanto a las comprendidas entre 2 y 5 mm, la mayor parte son

fragmentos no diferenciados con gran cantidad de fracturas. Finalmente, en el grupo de las menores de 2 mm, al igual que entre las lascas de preparación, la casi totalidad son microesquirlas intensamente fracturadas.

La formatización de los frentes de los raspadores produjo residuos con características particulares. Los inferiores a 2 mm son también pequeñas microesquirlas intensamente fracturadas; al contrario, en las dos primeras categorías de tamaño, fue posible reconocer un tipo de lasca que resulta característico de la formatización del filo del raspador. Se trata de productos con ligera curvatura, un bulbo pequeño, generalmente sin labio, con pequeños talones lisos corticales, que presentan en la extremidad distal un plano liso también cortical - lascas sobrepasadas en las que ambos planos corticales corresponden a la "corteza" de ambas caras del fragmento de vidrio original (Figura 2).

Es notable la diferencia en la cantidad de desechos generados durante ambos procesos, mucho mayor en reducción de puntas de proyectil que en la manufactura de raspadores (Tablas 1 y 2).

B. Análisis funcional de los instrumentos

El uso de los raspadores de vidrio permitió constatar una serie de procesos particulares en

	Micro lascas (en mm)					
	> 10	5 - 10	2 - 5	< 2		
				Escaso	Interm.	Abund.
Estadio 1	0	35	58		X	
Estadio 2	0	34	111			X
Estadio 3	0	8	90			X
TOTAL	0	77	259			

Tabla 1. Restos de talla en la producción de punta de proyectil

Pieza	Micro lascas (en mm)					
	> 10	5 - 10	2 - 5	< 2		
				Escaso	Interm.	Abund.
1		10	46	x		
2	2	12	24	x		
3		12	33			x
4		7	23	x		
5		3	10	x		
6		9	48		x	
7		6	67			x
8		12	63			x
9		12	36		x	
10		1	100			x
11	2	7	37		x	
12	1	5	41	x		
13		2	80		x	

Tabla 2. Restos de talla en la producción de raspadores

cuanto a la formación de los rastros de uso. El rasgo más notorio es que al ser utilizados, los filos se fracturan desprendiendo pequeñas microesquirlas, tanto en sus frentes como en la cara de contacto, hasta que llegan a regularizarse, alcanzando su perfil de estabilidad.

El análisis microscópico antes de la utilización revela caras relativamente lisas. Al cabo de los primeros 15 minutos de uso se observan numerosos negativos de esquirlamiento en los que aparecen los rasgos tecnológicos característicos: ondas, estrías de percusión, cometas, etc. No se observan micropulidos bien desarrollados; al contrario, prácticamente todos los filos muestran micropulidos correspondientes a los primeros estadios de desarrollo, que se manifiestan por el suavizado hasta la casi obliteración de los rasgos tecnológicos. En el trabajo de pieles, el filo muestra un marcado redondeamiento acompañado por estrías orientadas según la dirección de utilización. Al contrario en los materiales duros (tanto vegetal como animal), el esquirlamiento del filo es mucho más pronunciado; los micropulidos son brillantes, más desarrollados en las zonas altas de la microtopografía, con superficies lisas y aspecto ligeramente ondulado. El desprendimiento de esquirlas provoca el retroceso de los frentes de los raspadores, que va removiendo las zonas del filo en las que se desarrollan micropulidos e impide que se alcance el estadio de micropulido bien desarrollado. Este proceso se hace evidente al comparar el grado de desarrollo de los rastros de uso en los puntos de referencia seleccionados para ello (Figura 4).

El análisis de los instrumentos después de la segunda fase de trabajo (30 minutos) permitió detectar micropulidos bien desarrollados y característicos del material trabajado. En el trabajo sobre madera y hueso éstos son casi siempre poco extendidos a lo largo del filo, apareciendo sólo en algunas porciones. El micropulido producido por el trabajo del hueso presenta el "craquéle" característico observado sobre otras materias primas; es profundo, pero siempre presenta menos volumen que el producido por el trabajo de la madera. Este último al contrario es ligeramente más espeso y además presenta estrías características. En los instrumentos utilizados sobre pieles se observa un marcado redondeamiento, que se manifiesta a lo largo de prácticamente toda la porción del filo que estuvo implicada en el proceso de uso. El micropulido está bien desarrollado y va acompañado por estrías perpendiculares; tanto redondeamiento como estrías son mucho más abundantes en el caso del trabajo con agregado de pigmento mineral.

CONCLUSIONES

Los resultados del programa experimental permiten proponer una serie de conclusiones generales con respecto a los dos objetivos propuestos.

En cuanto a los productos de talla generados por los procesos de manufactura de artefactos, es necesario mencionar que, por el momento, los resultados son sólo aplicables a la confección de instrumentos de vidrio comparables a los existentes en el registro arqueológico fueguino. Sin embargo las particularidades de las microlascas identificadas, en especial en el caso de los raspadores, sugieren que tales resultados pueden ser extendidos a otros conjuntos artefactuales con características de fragmentos soporte (forma base) y tecnomorfológicas comparables a los aquí analizados.

El estudio tecnomorfológico permitió constatar que, más allá de la gran distancia numérica entre la cantidad de desechos que se producen durante la reducción de una punta de proyectil y la confección de un raspador, se observan diferencias en cuanto a las características de los desechos producidos. Ello implica que la recolección y el análisis sistemático de todos los microdesechos de talla debería permitir determinar qué tipo de instrumento se confeccionó en un sitio en particular, aún en ausencia de los instrumentos, como sucede en el sitio Ewan I (Mansur *et al.*, 2006 a y b).

En cuanto al análisis funcional de los raspadores utilizados en diferentes procesos de uso, fue posible llegar a una primera caracterización de los procesos de formación de rastros microscópicos en vidrio, considerando sus grados de desarrollo para los distintos tiempos de uso y

materiales trabajados. Las características observadas son compatibles con el modelo general de formación de rastros de uso que explica las transformaciones que se producen en la interfase, para rocas homogéneas y heterogéneas. La principal observación a tener en cuenta es que, dada la fragilidad de los filos antes de que logren alcanzar su perfil de estabilidad, se produce un marcado esquirlamiento sobre ambas caras (tanto la cara ventral como el propio frente del raspador) que remueve constantemente las zonas del filo en los que se han ido desarrollando micropulidos. En consecuencia, los tiempos de uso requeridos para que se formen micropulidos extendidos con buen nivel de desarrollo y en los que es posible identificar el material trabajado es mayor que en el caso de otros materiales analizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Clemente Conte, I. y F. Gómez Romero

2006 "Análisis de vidrios 'retocados' del Fortín Miñana (Azul, Provincia de Buenos Aires)". Estudios de Arqueología Histórica. Tapia, A; Ramos, M y C, Baldassarre (eds): 109- 124. Museo de Río Grande (Tierra del Fuego).

Mansur, M.E.

1999 "Análisis funcional de instrumental lítico: problemas de formación y deformación de rastros de uso". Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina. La Plata, pp. 355-366.

Mansur, M.E, A. Maximiano, R. Piqué y O. Vicente

2006 a "Arqueología de Rituales en Sociedades Cazadoras-Recolectoras. Una aproximación desde el Análisis del Espacio Socialmente Producido". En prensa en: Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos. Ediciones CEQUA, Punta Arenas.

Mansur, M.E, R. Piqué y A. Vila Mitja

2006 b. Etude du rituel chez les chasseurs-cueilleurs. Apport de l'ethnoarchéologie des sociétés de la Terre de Feu. En prensa en: Chasseurs-cueilleurs. Comment vivaient les hommes du Paléolithique supérieur? Méthodes d'analyse et d'interprétation en préhistoire, S. de Beaune Ed., Editions du CNRS. Paris.

Orquera, L.A., A.E. Sala, E.L. Piana y A.H. Tapia

1978 Lancha Packewaia: arqueología de los canales fueguinos. Editorial Huemul, 266 págs, Buenos Aires.

Piana, E.L., A. Tessone y A.F. Zangrando

2006 Contextos mortuorios en la región del canal Beagle... del hallazgo fortuito a la búsqueda sistemática. Magallania 34 (1):87-101. Punta Arenas.



EL USO DE SUSTANCIAS COLORANTES EN EL TRATAMIENTO DE PIELES

María Estela Mansur¹, Adriana Lasa¹, Diana Mazzanti²

1 Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), Ushuaia, Tierra del Fuego
memansur@tierradelfuego.org.ar estelamansur@hotmail.com adrianalasa@hotmail.com

2 Laboratorio de Arqueología Regional Bonaerense, Universidad Nacional de Mar del Plata
quintana@copetel.com.ar

RESUMEN

Los pigmentos minerales que se registran en gran número en sitios arqueológicos de las regiones pampeana y patagónica indican su importancia en los contextos de cazadores-recolectores, desde la transición Pleistoceno-Holoceno. En el caso de los sitios de las sierras de Tandilia, la mayor abundancia de pigmentos ha sido registrada en las ocupaciones datadas en el rango de 10.500 a 9.600 AP, aunque también se los halla en contextos del Holoceno, pero en menor abundancia y en sitios con y sin arte rupestre. Se los encuentra bajo la forma de clastos de colores (especialmente rojos, también amarillos) con tamaños diversos. El análisis químico de clastos arqueológicos y de muestras procedentes de canteras permitió caracterizarlos desde el punto de vista de su composición y plantear su aprovisionamiento en afloramientos de arcillas ferruginosas de las sierras de Tandilia.

El hecho de contar con una muestra de tales características nos llevó a plantear una investigación orientada a la caracterización tecno-funcional de tales materiales, que nos permita proponer explicaciones en cuanto al uso concreto de los pigmentos. Hasta ahora, las atribuciones funcionales de tales sustancias habitualmente se han quedado en el nivel de hipótesis, dada la falta de un marco de referencia sólido generado a partir de programas experimentales.

Por tal motivo, para someterlas a prueba, se llevó a cabo un programa experimental según el marco teórico-metodológico del análisis funcional de base microscópica. Su objetivo fue caracterizar diferentes técnicas de tratamiento de colorantes (reducción a polvo, formatización de lápices, etc.) y su uso sobre materiales diversos, seguido por análisis microscópico de los rastros de confección y uso sobre los clastos colorantes, así como sobre los instrumentos líticos involucrados en ambos procesos.

Los resultados obtenidos hasta hoy han permitido lograr una mejor comprensión sobre las técnicas y características del uso de pigmentos sobre diferentes materiales, así como aislar rastros de formatización y de uso tanto sobre los propios pigmentos como sobre los artefactos líticos involucrados en ambos procesos. En el caso del procesamiento de pieles, se compararon los resultados obtenidos en el procesamiento de pieles frescas solas y con agregado de pigmento en polvo, mediante distintas técnicas de aplicación. Como resultado, pudo constatar la importancia del uso de los pigmentos en el tratamiento profiláctico de las pieles, que es justamente uno de los aspectos pocas veces considerados en las interpretaciones arqueológicas.

INTRODUCCIÓN

El uso de pigmentos minerales está bien documentado en contextos de cazadores-recolectores de las regiones pampeana y patagónica, desde la transición Pleistoceno-Holoceno y hasta tiempos recientes. Si bien su uso evoca en primera instancia la ejecución de manifestaciones artísticas (arte mobiliario, rupestre, etc.), existe información que los relaciona con prácticas tecnológicas no forzosamente vinculadas con el arte. Así, para la última época, fuentes históricas y etnográficas mencionan el uso de pigmentos minerales para la terminación de diversos tipos de artefactos y para la pintura corporal (Orquera y Piana, 1999 a, Fiore, 2002, Fiore, 2004). También existen numerosos objetos etnográficos en colecciones de diferentes museos en los que se registra la presencia de pigmentos.

En cuanto al registro arqueológico, investigaciones en Tierra del Fuego revelaron la existencia

de restos de pigmentos en yacimientos con diversas situaciones ambientales y cronológicas (Orquera y Piana, 1999 b). Su análisis demostró la presencia de hematita (o hierro) así como de componentes orgánicos (lípidos), indicando que las muestras analizadas son residuos de pintura formados por mezclas de pigmentos con ligantes. Sin embargo hasta hoy no han sido localizadas las fuentes de provisión de tales pigmentos (Fiore *et al.*, 2005).

Un caso particular es el de los sitios ubicados en las sierras de Tandilia ya que, a diferencia de la mayor parte de los sitios conocidos, donde los pigmentos aparecen en forma de pequeñas motas, en éstos se los encuentra bajo la forma de clastos de colores de tamaños diversos. Los más abundantes se registran en ocupaciones datadas en el rango 10.500 a 9.600 AP, pero también se los halla en contextos holocenos (con y sin arte rupestre). Muchos fueron descubiertos asociados a numerosos artefactos líticos y a veces formando concentraciones (Mazzanti, 2002). El análisis por difracción de rayos X de clastos arqueológicos y muestras procedentes de canteras permitió constatar la presencia de hematita y goethita, minerales característicos por su poder colorante, y plantear su aprovisionamiento en afloramientos de arcillas ferruginosas, que se presentan intercaladas en depósitos homogéneos entre estratos cuarcíticos, en las sierras de Tandilia (Porto López y Mazzanti, 2005, 2007).

OBJETIVOS

Hasta el momento, la mayor parte de las atribuciones funcionales referidas a los clastos de materiales colorantes, así como a los artefactos líticos con marcas de color hallados en contextos arqueológicos, se han quedado en el nivel de hipótesis, dada la falta de un marco interpretativo generado a partir de programas experimentales. Cuando se hallan fragmentos de pigmentos, resulta difícil decidir si las marcas que se observan sobre sus caras y bordes son de origen natural o consecuencia de algún proceso de formatización y uso. En el caso de los artefactos, tampoco es fácil definir si las marcas de color pueden deberse a alguna contaminación con colorante producida en el sedimento, o en alguna bolsa o recipiente que pueda haber sido utilizado para almacenamiento o transporte, etc.

Desde nuestro punto de vista, el uso de sustancias colorantes constituye un fenómeno eminentemente técnico que implica procesos de producción y uso en los que se requieren conocimientos específicos sobre las sustancias mismas, sus posibilidades de obtención, tratamiento o formatización y aplicación. Por ello nos propusimos llevar a cabo un estudio experimental que nos permitiese caracterizar diferentes técnicas de tratamiento y uso de colorantes, seguido por análisis microscópico de los rastros de confección y uso sobre los propios clastos colorantes y sobre los instrumentos líticos involucrados en ambos procesos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada considerando el marco teórico-metodológico del análisis funcional de base microscópica (*cf.* Mansur, 1999) e incluyó tres etapas. En la primera, se efectuó un análisis preliminar de pigmentos arqueológicos, en el que se detectaron rastros particulares que podían ser atribuidos a procesos de confección, uso y alteración postdeposicional (Mansur *et al.*, 2004). En la segunda, se planteó un primer programa experimental para someter a prueba las hipótesis propuestas, a fin de generar un marco de referencia general para el análisis de pigmentos arqueológicos (Mansur *et al.*, 2006). Finalmente, se planteó un segundo programa experimental, en función de los resultados obtenidos que mostraron la necesidad de ampliar las muestras consideradas, así como involucrar otros materiales, en particular para el tratamiento de pieles.

Los experimentos comprenden dos modos de uso de los pigmentos: en polvo y en forma de lápices. Para ello se utilizaron fragmentos de arcillas con hematita y goethita de afloramientos de la región de Tandilia, teniendo en cuenta que las muestras procedieran de depósitos cercanos a los sitios y que hubiesen estado disponibles en el pasado (Figura 1).

El análisis microscópico fue realizado mediante lupa binocular (aumentos entre 6 y 50 X) y

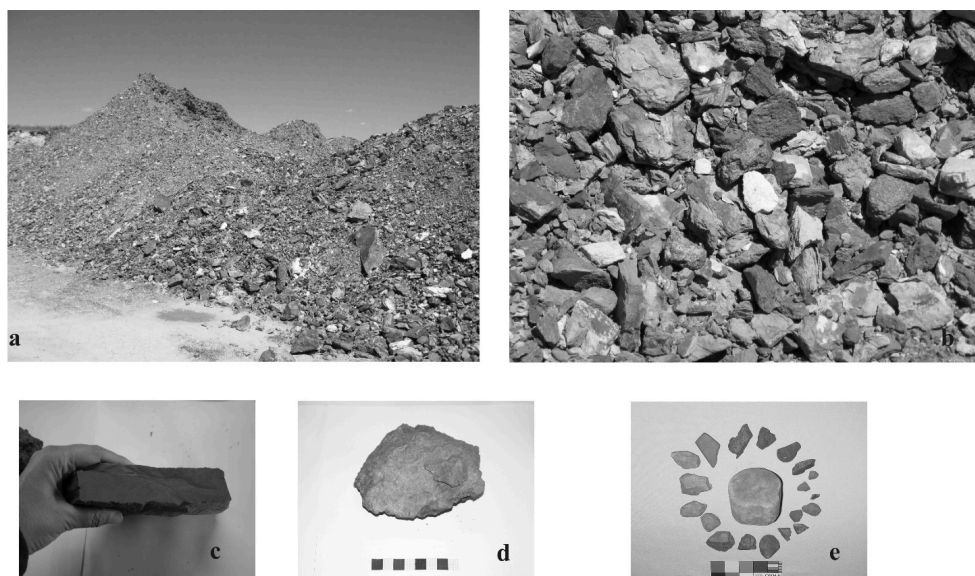


Figura 1. Pigmentos naturales y arqueológicos
a. Cantera Barrer partido de Coronel Juárez, b, c y d Detalle de pigmentos
e Eclastos arqueológicos Amalia Sitio 2

microscopio de reflexión de tipo metalográfico (aumentos entre 50 y 500 X) con sistema de cámara de videomicroscopía, plaqueta digitalizadora y software estándar para captura y procesamiento de imágenes. Los artefactos fueron limpiados por inmersión en agua tibia con jabón neutro, y luego con alcohol antes de cada observación. Tanto en el caso de los pigmentos como en el de los instrumentos líticos, se realizó una primera observación de superficies y filos en estado fresco (antes de comenzar las tareas), a fin de registrar los principales rasgos estructurales y alteraciones tecnológicas.

Como marco de referencia para la interpretación de los aspectos de superficie observados se utilizó el modelo de formación y caracterización de rastros microscópicos en materiales heterogéneos. Este comprende el análisis de las superficies de matriz y cristales, considerando variables referidas a diferentes tipos de rastros microscópicos: redondeamiento de aristas, estrías, micropulidos y residuos (Mansur Franchomme, 1986, Mansur, 1999).

EXPERIMENTOS Y RESULTADOS

A. Experimentación con pigmento en polvo

- Reducción de pigmento a polvo (Figura 2)

La pulverización de los clastos de pigmento fue efectuada utilizando guijarros de superficie lisa, una de cuyas caras fue utilizada presionando y con movimientos ortogonales y circulares. Como apoyo se emplearon tres bases: rocas planas, una tabla de madera recubierta con papel y el lado interno de un cuero de oveja apoyado directamente sobre el pasto. La reducción a polvo de las muestras fue relativamente rápida, pero de todos modos fue necesario ejercer presión para reducir algunos gránulos más tenaces. La cara de contacto de los guijarros empleados en el proceso resultó totalmente impregnada por el pigmento. Si bien la mayor parte desaparece después del lavado, se conservan abundantes incrustaciones en las cavidades y zonas deprimidas de la topografía.

- Contacto de artefactos líticos con pigmento en polvo (Figura 3).

Lascas de distintas materias primas fueron embolsadas junto con pigmento en polvo y



Figura 2. Moletas e instrumentos utilizados en la preparación de pigmentos y pieles
a y b Reducción de pigmento a polvo, c Moleta y yunque, d Raspadores de vidrio y
punzones de madera

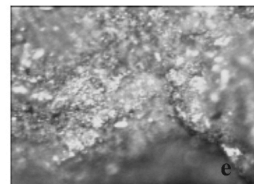
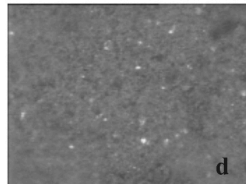


Figura 3. Sobado y contacto con pigmento en polvo
a y b Sobado y detalle de pigmento en cara de contacto, c Lascas después del
embolsado con pigmento en polvo, d y e Fotomicrografías de la superficie de las
lascas antes y después de la limpieza, 200 X

mantenidas así durante cinco meses, durante los cuales se las dio vuelta varias veces, realizándose un análisis intermedio al cabo de dos meses. Con esta experiencia intentábamos aproximarnos a las condiciones del contacto entre lascas y pigmento que puede producirse en una bolsa o simplemente en el sedimento. El análisis microscópico de los artefactos después de la limpieza reveló la presencia de restos de pigmento contenidos en las cavidades o en las aristas de los negativos de esquirlas y levantamientos. También se observaron planos de abrasión y algunas estrías producidas por el contacto entre lascas y material mineral.

- Uso de sobadores sobre pieles, con agregado de pigmento en polvo (Figura 3)

Se realizaron dos experiencias de uso de guijarros a modo de sobadores. En la primera se utilizó pigmento en polvo, que fue distribuido e impregnado en la superficie interior de un cuero de oveja ligeramente humedecido, presionando con la parte plana del guijarro en acción de alisado. En la segunda, se formó una pasta con grasa animal ablandada y el pigmento en polvo, que fue distribuida sobre la superficie del cuero con las manos, trabajándose a continuación el cuero con el guijarro a modo de sobador. El análisis de los guijarros después de la limpieza reveló en ambos casos la presencia de incrustaciones de pigmentos en las cavidades y zonas deprimidas de la topografía.

- Uso de raspadores sobre pieles, con y sin agregado de pigmento en polvo (Figura 4)

Los raspadores experimentales fueron confeccionados por percusión directa sobre lascas de ortocuarzita del Grupo Sierras Bayas (loc. Barker, Tandilia central) y de riolita de la Form Le Maire (Tierra del Fuego). Fueron usados durante 25 minutos sobre pieles de oveja, en tres series de experimentos: alisado de la piel ligeramente humedecida con agua, dispersión de pigmento en polvo sobre la piel, seguida por el raspado/alisado, y finalmente alisado después del tratamiento de la piel con una pasta de pigmento mezclado con grasa animal.

El análisis microscópico de los filos utilizados sobre la piel seca sin aditivos reveló los rastros



Figura 4. Raspado, perforación y tensado de pieles
a Raspado de piel de oveja semifresca con pigmento en polvo,
b, c y d Limpieza, perforación y tensado de piel de guanaco fresca

de uso característicos que han sido descriptos para materias primas homogéneas y heterogéneas, caracterizados por la formación de biseles redondeados oscuros, la fractura de los bordes de los cristales y la aparición de estrías pequeñas perpendiculares al filo. En los casos de uso con agregado de pigmento, estos rastros son mucho más intensos y van acompañados por abundantes estrías oscuras, así como por restos de pigmento capturado en las cavidades de la macro y microtopografía, así como en los bordes de los negativos de retoques o esquirramientos, que se conservan incluso después de la limpieza. En los raspadores usados para alisar pieles tratadas con pigmento y grasa, los filos muestran rasgos microscópicos similares a los anteriores, aunque el redondeamiento y la cantidad de pigmento en cavidades fueron ligeramente menores.

En cuanto a las pieles, después del tratamiento fueron conservadas en el interior, con temperaturas de 20°-25°, para observar si existían diferencias en cuanto a su conservación. Al cabo de tres semanas, la piel sin tratar había sido totalmente colonizada por larvas de mosca, en tanto que las tratadas con pigmento aún se conservan en buen estado.

- Tratamiento de pieles con pigmento en polvo distribuido manualmente (Figura 5)

El experimento fue realizado con una piel de guanaco fresca, que inmediatamente después del cuereado fue dividida en tres partes para observar su conservación en el exterior.

Los trozos de piel fueron limpiados de restos de carne y grasa utilizando lascas con filos naturales y raspadores retocados por presión con retocador de hueso y asta, confeccionados en vidrio. Luego se los perforó y colocó en armazones de madera para tensarlos. Uno de ellos fue dejado sin tratamiento; sobre otro se distribuyó manualmente pigmento en polvo; el tercero fue untado con cenizas. Los armazones fueron colgados al aire libre y controlados durante una semana. Pudo observarse que por el efecto del viento y el sol todas las pieles se secaron rápidamente, sin embargo el estado al cabo de cinco días era más seco en la pieles tratadas.

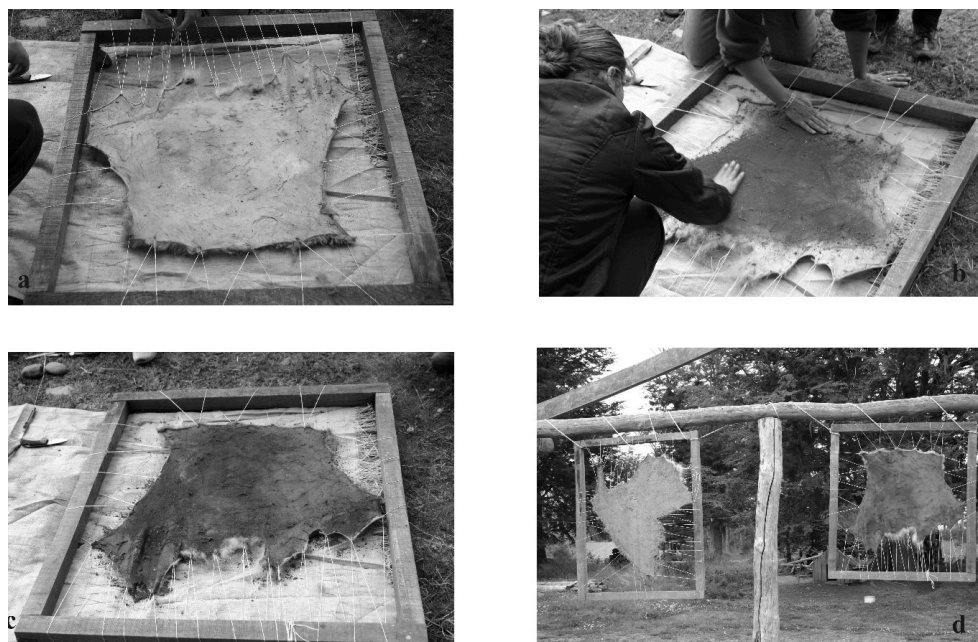


Figura 5. Tratamiento y secado de las pieles
a Tensado, b y c Aplicación de pigmento,
d Secado de piel con pigmento (derecha) y ceniza (izquierda)

B. Experimentación con clastos de pigmento (Figura 6)

Los clastos de pigmento fueron utilizados como materia prima para formatizar lápices, mediante dos técnicas: por abrasión (frotándolos sobre guijarros silíceos) y por corte transversal, con presión, utilizando lascas de cuarcita.

El análisis microscópico de los instrumentos reveló que las lascas utilizadas para corte conservaban después de la limpieza algunas marcas coloreadas de pigmento, especialmente capturado en las zonas deprimidas de la microtopografía. En el caso de los instrumentos utilizados para la abrasión, las superficies resultaron totalmente impregnadas con pigmento, que rellena las cavidades y microcavidades.

Las dos técnicas de formatización permitieron obtener caras medianamente lisas, pero no se logró producir morfologías predeterminadas (bastón), ya que los pigmentos se desgranaban y fracturan (menos en la formatización por corte transversal). Los clastos de pigmento tratados por abrasión presentaron en imagen microscópica una importante regularización de la superficie, con algunos surcos opacos, pero sin rastros brillantes de abrasión. Este aspecto es muy similar, aunque ligeramente más intenso, al de los clastos formatizados por corte transversal.

Otra técnica empleada fue la inmersión de los clastos de pigmento en agua. Los clastos hidratados son mucho más plásticos, no se desgranaban y pudieron ser utilizados fácilmente sobre diversos materiales, aumentando su poder colorante.

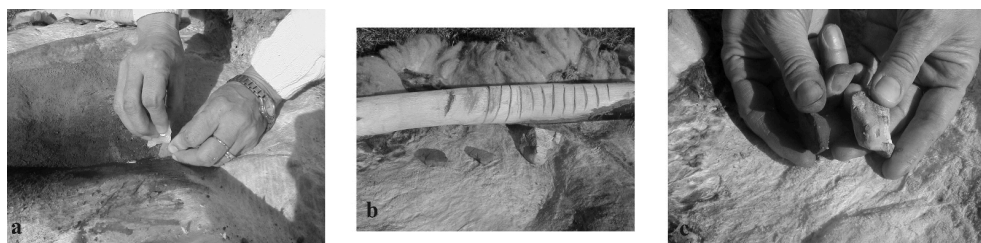


Figura 6. Formatización y uso de pigmento en clastos

- a Formatización por corte transversal,
- b Pigmentos usados como lápices sobre madera y piel,
- c Detalle de los extremos de los lápices utilizados

CONCLUSIONES

El desarrollo del programa experimental permitió aislar indicadores que brindan una mejor comprensión sobre las posibilidades técnicas del uso de pigmentos sobre diferentes materiales, así como las posibilidades de identificación en materiales arqueológicos.

La preparación y utilización de pigmento en polvo permitió verificar su poder colorante y su amplia dispersión en la zona de trabajo. Los instrumentos líticos que entran en contacto con él en diferentes procesos de uso (moletas, yunques, sobadores), muestran en análisis microscópico una impregnación de colorante en microcavidades y negativos, que se conserva aún después de la limpieza. La impregnación con colorante también fue observada en el caso de los artefactos embolsados con pigmento, indicando que el contacto no intencional que puede producirse tanto en el sedimento como en otras circunstancias, puede dejar restos de pigmento sobre los materiales. Sin embargo, las distribuciones particulares de las zonas pigmentadas podrían constituir un indicador de los procesos de uso o del simple contacto de los materiales con pigmentos en polvo.

Los resultados de la experimentación con raspadores utilizados sobre pieles con agregado de pigmento sugieren que tales instrumentos podrían ser distinguidos de los que tuvieron simple contacto con polvo colorante, en función de la presencia de rastros de uso característicos del

raspado de pieles, pero también por la distribución del pigmento, principalmente restringido al filo, así como por la cantidad de pigmento que se conserva después de la limpieza, que en estos casos es mayor.

En cuanto a los clastos de pigmento en seco, la formatización de lápices por abrasión resultó ser una tarea poco efectiva, en comparación con formatización por corte transversal. De todos modos, la fragilidad de los pigmentos hace que se produzcan fracturas tanto durante la formatización como durante el uso de los lápices. Los rastros microscópicos resultantes de ambos procesos son poco desarrollados, pero muestran los rasgos característicos de procesos abrasivos. Al contrario, la hidratación de los clastos aparece como una técnica de preparación muy efectiva, que permite utilizarlos incluso son formatización y aumentando su plasticidad y poder colorante.

Finalmente, en el caso del procesamiento de pieles frescas y semifrescas, pudo constatar que el agregado de pigmentos minerales, mediante distintas técnicas de aplicación, agiliza el secado y evita la colonización por larvas de moscas. En función de estos resultados, es posible que el uso de pigmentos minerales para el tratamiento de las pieles, habitualmente interpretado como un proceso decorativo, pueda haber tenido una función profiláctica eminentemente técnica, que debería ser evaluada en la interpretación del registro arqueológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fiore, D.

2002 Body painting in Tierra del Fuego. The power of images in the uttermost part of the world. PhD Thesis. University of London. UCL. Londres. MS.

2004 Piel roja en el confín del mundo. La valoración de las pinturas corporales en los registros histórico-etnográficos sobre aborígenes de Tierra del Fuego. *Magallania* 32: 29-52.

Fiore, D., M. Maier, S. Parera, V. Richmond, L. Orquera y E. Piana

2005 Los residuos de pintura más tempranos del confín del mundo: análisis de pigmentos de sitios arqueológicos de Canal Beagle (Tierra del Fuego). En prensa en *Actas del I Congreso Argentino de Arqueometría*, Rosario.

Mansur-Franchomme, M.E.

1986 Microscopie du matériel lithique préhistorique. Traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques. *Cahiers du Quaternaire* n° 9, Éditions du CNRS. Bordeaux.

Mansur, M.E.

1999 Análisis funcional de instrumental lítico: problemas de formación y deformación de rastros de uso. *Actas del XII CNAA*, pp. 355-366. La Plata.

Mansur, M.E., A. Lasa y D. Mazzanti

2006 Análisis tecnofuncional de pigmentos provenientes de reparos rocosos de Tandilia: estudio arqueológico y experimental. En prensa en *Arqueología de las Pampas*, UNS, Bahía Blanca.

Mansur, M.E., D. Mazzanti y A. Lasa

2004 Análisis microscópico de pigmentos e instrumentos líticos provenientes de reparos rocosos de Tandilia (Prov. de Buenos Aires). En prensa en *Actas del XV CNAA*, Río Cuarto.

Mazzanti, D.

2002 Secuencia Arqueológica del Sitio 2 de la Localidad Arqueológica Amalia (Provincia de Buenos Aires). *Del Mar a los Salitrales. Diez mil Años de Historia Pampeana en el Umbral del Tercer Milenio*. LARBO/UNMDP-SAA. Pp. 327-342.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

Porto López, J.M. y D. Mazzanti

2005 Caracterización arqueométrica de pigmentos minerales y fuentes potenciales de aprovisionamiento en las sierras orientales de Tandilia. Comunicación al I Congreso Argentino de Arqueometría, Rosario.

2007 Pigmentos minerales arqueológicos y fuentes de aprovisionamiento del sudeste Bonaerense: Análisis arqueométrico comparativo. 2do. Congreso Argentino y 1º Latinoamericano de Arqueometría, Buenos Aires.

Orquera, L. y E. Piana

1999 a. La vida material y social de los Yámana. Editorial Eudeba, Buenos Aires.

1999 b. Arqueología de la región del canal Beagle (Tierra del Fuego, República Argentina). Publicaciones de la SAA. Buenos Aires.



ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD EN LOS CONJUNTOS ARTEFACTUALES LÍTICOS CONFECCIONADOS EN ROCAS VOLCÁNICAS INFORMALMENTE DENOMINADAS 'LAJAS'

Susana Pérez

INAPL y Universidad Católica Argentina

superez@speedy.com.ar

RESUMEN

Se analiza la diversidad de conjuntos artefactuales líticos confeccionados en rocas volcánicas tabulares, informalmente denominadas 'lajas', provenientes de dos microregiones de la Puna Argentina: Departamento de Cochinoca (Jujuy, Puna Septentrional) y Departamento de Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Puna Meridional). El estudio de la diversidad se realiza desde una perspectiva técnico-morfológica y morfológico-funcional (sensu Aschero [1, 2]), tomando en consideración variables tales como: materia prima, forma base, morfología general, dimensiones absolutas, grupo tipológico, serie técnica y situación de los lascados, entre otras. El objetivo es generar información que permita evaluar el uso de materias primas (basalto andesítico y andesita piroxénica) para la confección de instrumentos que no responden a las denominadas 'palas y/o azadas líticas', instrumentos usualmente confeccionados sobre este tipo de rocas volcánicas. Además, en base a las características técnicas generales de algunas de las piezas, se evalúa su utilización y el posible reciclado de las mismas.

INTRODUCCIÓN

La utilización de rocas volcánicas tabulares tales como basalto andesítico y andesita piroxénica, denominadas informalmente 'lajas', fue asociada recurrentemente con la manufactura de instrumentos utilizados para el laboreo de la tierra como es el caso de palas y/o azadas líticas, las cuales aparecen con gran frecuencia en sitios del NOA y son reportadas en la bibliografía [3]. Asimismo, son escasas o nulas las referencias acerca de la utilización de este tipo de materia prima para la confección de artefactos en otros grupos tipológicos que no responden a las características técnico-morfológicas de palas y/o azadas.

En este estudio preliminar se examinan y describen dos conjuntos de artefactos líticos manufacturados en rocas volcánicas tabulares (basalto andesítico y andesita piroxénica) y comprende el análisis de colecciones arqueológicas provenientes de dos regiones de la Puna Argentina.

Una de ellas, conocida como Colección Doncellas del INAPL, corresponde a los materiales provenientes de sitios excavados por la Dra. Alfaro de Lanzone en las décadas del 70' y 80' en el Departamento de Cochinoca (Pcia. de Jujuy, Puna Septentrional), en el área denominada por ella como "Yacimiento del río Doncellas" o "Cuenca del río Doncellas". Se trata de "una serie de sitios relacionados entre sí temporalmente... así como también por el ambiente físico" [4:2 y 5:13]. Alfaro de Lanzone realizó excavaciones en diferentes sectores del yacimiento: Poblado, Farallones, Andenes y Acequias, Estructura Escalonada, Círculos Hundidos, así como también diversas cuevas y aleros de la zona, como por ejemplo: Tajuera, Queta, Quebrada Ancha, Cueva del Felino, Sayate, Sorcuyo y Pulaira. Entre ellos, Alfaro de Lanzone centró sus excavaciones en el Poblado, el cual definió como un "poblado prehispánico" [5], identificando diferentes áreas de utilización con actividades específicas en los recintos excavados.

La otra colección proviene del sitio Casa Chávez Montículos (CCHM), ubicado en el Departamento de Antofagasta de la Sierra (Pcia. de Catamarca, Puna Meridional), recuperada por el Dr. Olivera y equipo. Se trata de un sitio Campamento Base Residencial de Actividades Múltiples, de ocupación anual [6].

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de la diversidad se realiza desde una perspectiva técnico-morfológica y morfológico-funcional siguiendo los lineamientos propuestos por Aschero [1,2]. Los análisis arqueométricos se refieren a variables tales como: dimensiones absolutas (longitud, anchura y espesor - en mm), ángulos máximos y mínimos medidos en los filos, forma geométrica del filo (grado de convexidad o concavidad), serie técnica (longitud, anchura y espesor de los lascados, en mm), características principales de las fracturas (p.e. espesor máximo - en mm). Estados de variables que, en forma conjunta con otras variables cuantificadas de acuerdo con las características técnicas generales, nos brindan información para el análisis de la diversidad de los conjuntos artefactuales bajo estudio.

Dentro de los criterios utilizados para el análisis, los artefactos que contaban con fracturas menores fueron considerados como piezas enteras cuando las mismas representaban el 20% del tamaño total de la pieza. Cabe consignar que en este nivel de análisis la observación de rastros producidos por el uso se refiere a una aproximación macroscópica.

La conformación de la muestra analizada, si bien es de un reducido tamaño, representa la totalidad de artefactos confeccionados en basalto andesítico y andesita piroxénica de ambas colecciones, exceptuando los correspondientes a palas y/o azadas.

La muestra de la Colección Doncellas (N=5) proviene de dos sectores del Poblado (Sector 1 Recinto 2, Sector 3 Recinto 4), de la Cueva del Felino y un artefacto sin procedencia exacta (ver Figura 1). Es necesario aclarar que en determinados casos fue difícil establecer la procedencia exacta de los materiales ya que el sistema de rotulación original y las condiciones en que se hallaban en el depósito no eran óptimas. No obstante ello, y dado el tipo de material en cuestión, se decidió incluirlo en el análisis. La muestra analizada de CCHM (N=8) proviene del Montículo 1 (ver Figura 2).



Figura 1. Colección Doncellas: Poblado, Cueva del Felino y sin procedencia exacta

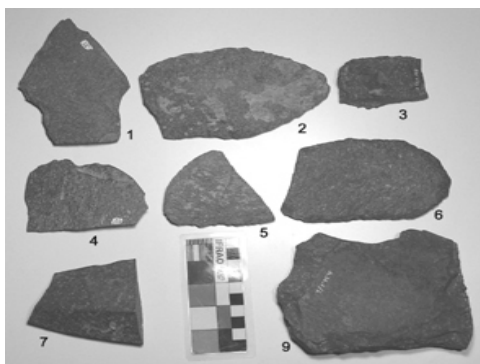


Figura 2. Casa Chávez Montículos (Montículo 1)

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

De acuerdo con los atributos de las variables consideradas, ambos conjuntos artefactuales presentan dificultades para su clasificación en cuanto a su asignación en los grupos tipológicos descriptos en la tipología de Aschero [1,2]. En la Tabla 1 se presentan algunas de las variables tomadas en consideración.

La materia prima empleada en los conjuntos artefactuales de la Colección Doncellas fue clasificada como basalto andesítico y pertenece a la Formación VicuñaHuasi, de edad Terciaria, mientras que la muestra de CCHM fue clasificada como andesita piroxénica y pertenece a la Formación Incahuasi, de edad Cuaternaria. Basaltos o andesitas, informalmente denominadas 'lajas', proceden del mismo sistema de fracturamiento aunque tengan distinto

Pieza N°	Sitio	Grupos Tipológicos						Serie Técnica	Forma base	Dimensiones absolutas (mm)				Ángulo medido	
		1	2	3	4	5	6			Longitud	anchura	espesor máx	espesor mín	máx	mín
1	CCHM 1	x						C10D10	lasca	123*	87	11,5	5,5	84	55
2	CCHM 1		x					C10D10	lasca	86	147*	12,4	9	55	77
3	CCHM 1			x				C10D10	lasca	48*	68*	13	4,5	81	51
4	CCHM 1				x			no dif	no dif	66*	96	11	4	91	61
5	CCHM 1					x		C10D10	no dif	70	84*	9	9	110	57
6	CCHM 1	x						C10D10	laja	75	128*	11	9,5	67	59
7	CCHM 1				x			no dif	laja	75	88*	20	4	113	95
9	CCHM 1						x	C10	laja	115*	136	22		106	74
10	Poblado S1-R2	x						C10D10	laja	222*	308*	23,6	7,3	123	79
11	Poblado S3-R4	x						C10D10	laja	99	102	8	4,5	88	64
12	Cueva del Felino	x						C10D10	lasca	11,8	8,3	11,9	5	123	54
13	Sin proc. exacta	x						C10D10	laja	60	98	10	5,6	106	83
14	Cueva del Felino	x						C10D10	laja	160	120	16	10,3	112	64

Ref.: Grupos tipológicos: 1 (Artefacto no dif. Formatación por retalla y retoque), 2 (Raedera), 3 (Frag. no dif. Filo formatación por retalla y retoque), 4 (Lito no dif. Modif. Por uso), 5 (Frag. no dif. Artefacto formatación por retalla y retoque), 6 (Artef. No dif. Formatación sumaria). Mediciones con asterisco *: indica piezas fracturadas.

Tabla 1. Caracterización de los conjuntos artefactuales

origen y edad. Tienen en común que son formas tabulares o laminares. En ambas Formaciones, estas rocas son aptas para ser utilizadas en la manufactura de artefactos y se diferencian de otras variedades de materias primas utilizadas dentro de la ergología lítica presente en los sitios [3].

Efectivamente, los conjuntos analizados evidencian la utilización de rocas volcánicas tabulares para la manufactura de artefactos que no responden al grupo tipológico de palas y/o azadas, comúnmente asociadas con este tipo de materia prima. Ello podría estar respondiendo al aprovechamiento de la materia prima para la confección de instrumentos utilizados en otro tipo de actividades que no corresponden al laboreo de la tierra, como ocurre con palas y/o azadas. Este aprovechamiento podría estar vinculado con el costo involucrado en la adquisición y transporte de las formas bases adecuadas para la manufactura [7].

Con respecto a las formas bases utilizadas para la manufactura de los artefactos, el 53,85% de la muestra (N=13) está representado por lajas, le siguen lascas con el 30,77% y, en el 15,38% restante no fue posible diferenciar la forma base por carecer de indicadores claros. Lo particular es que, como se mencionó anteriormente, los artefactos confeccionados en este tipo de rocas volcánicas siempre fue registrado sobre formas bases lajas.

Por otro lado, en este nivel de análisis el 53,84% de la muestra (artefactos N° 4, 7, 10, 11, 12, 13 y 14) registra rastros producidos por el uso: estrías, filos redondeados, pulidos y microfracturas, los cuales se presentan con un alto grado de desarrollo.

Salvo algunos casos puntuales, en principio, predominan los *Artefactos no diferenciados formatación*, representando un 61,54% de la muestra (N=13). Los mismos fueron manufacturados por lascados de retalla y retoque marginal bifacial, por medio de percusión directa, aunque no guardan entre sí características formales comparables (ver Figuras 1 y 2). A continuación, se realizan los comentarios acerca de ciertas características generales destacables que presentan las piezas:

**Artefacto N° 1:* En un principio y teniendo en cuenta las características generales de la pieza, se podría inferir que se trataría de una pala y/o azada fracturada y reactivada para el mismo uso

u otro diferente del original, aunque comparada con este último grupo tipológico, ciertas características técnico-morfológicas permiten afirmar que no fue así:

- 1- la forma base utilizada para la confección de la pieza fue una lasca primaria, y en toda la muestra de instrumentos del grupo tipológico palas y/o azadas, tanto de CCHM (Montículos 1 y 4, N=478) como de Doncellas (N=94, tomando en consideración todos los sitios), la forma base corresponde a una laja en todos los casos [8].
- 2- la forma general del cuerpo es triangular y en el caso de palas y/o azadas, si bien existe una variabilidad interna en la muestra, en CCHM la forma general de los cuerpos es semi-elíptica, mientras que en Doncellas predominan las formas trapezoidales (75,60%), en detrimento de formas cuadrangulares (7,32%), circulares irregulares (4,88%) e irregulares no diferenciadas (12,20%), aunque no se registra ningún caso de forma triangular [8].
- 3- las dimensiones absolutas referidas a longitud, anchura y espesor, y los ángulos medidos en los filos, tampoco guardan similitud con las denominadas palas y/o azadas [9 y 10].

* *Artefacto N° 5 y 6*: algunos sectores de los filos fueron formatizados solamente por retoque.

* *Artefacto N° 10*: Esta pieza sobresale de la muestra en consideración por las características (atributos) que presenta, las cuales no permiten su comparación con otras piezas registradas. La forma base utilizada fue una laja y la morfología general es cuadrangular irregular con una escotadura en uno de sus lados. Fue formatizado solamente en el sector que denominé 'escotadura'. El filo se presenta embotado. Se observan estrías, filos redondeados y pulido en el sector de la escotadura. Una de las hipótesis que se maneja acerca de la funcionalidad de este artefacto es su posible uso para descortezar o desbastar madera, funcionando como sostén de la misma para realizar el descortezamiento con otro instrumento. Es importante tener en cuenta que la aproximación es macroscópica y para acercarnos a la función de los instrumentos es necesario realizar análisis microscópicos tendientes a identificar pulidos característicos y residuos que indiquen las sustancias trabajadas.

* *Artefacto N° 11*: La morfología general es circular irregular. El filo se encuentra embotado. Se observan estrías, filo redondeado en algunos de los sectores y pulido intenso extendido sobre toda la superficie.

* *Artefacto N° 12*: Algunos sectores del filo se presentan activos y otros muy embotados. El filo frontal se presenta redondeado, con estrías, pulido muy intenso extendido y microfracturas sobre pulido anterior y a su vez muy pulido sobre las microfracturas.

* *Artefacto N° 13*: Morfología general en 'medialuna'. Algunos sectores del filo se presentan activos y otros embotados, presencia de estrías y pulido. En relación a la morfología en 'medialuna', en el sitio Sayate, también correspondiente a la Colección Doncellas INAPL, se cuenta con un fragmento de artefacto con las mismas características aunque la materia prima no fue identificada, en el mismo se observa un pulido semejante al presente en la pieza que nos ocupa. Boman [11] hace referencia de artefactos con morfología semejante en Queta (Fig. 126a, b y c) y el Pucará de Rinconada (Fig. 139f y 140c). De acuerdo con las descripciones de las piezas que ilustra, serían comparables con la pieza de nuestra muestra, incluso con la posición que ocupa la fractura en relación al eje de la pieza.

* *Artefacto N° 14*: Algunos sectores del filo se presentan activos y otros embotados. La forma base empleada fue una laja. En este caso, a diferencia de lo reseñado precedentemente y de acuerdo con las características técnicas generales, se infiere que podría tratarse de una pala y/o azada fracturada y reactivada. El estado de atributos de algunas de las variables, p.e.: dimensiones absolutas y ángulos medidos, responden a las características generales observadas en el grupo tipológico de palas y/o azadas, especialmente en el sector del pedúnculo [9]. No se observa en este caso una diferenciación marcada entre cuerpo y pedúnculo como se observa en palas y/o azadas, aunque la parte inferior de la pieza recuerda la morfología y características de los pedúnculos de aquellas. Se observan estrías y pulido en el filo frontal. Es importante destacar que fue identificada la reactivación del filo frontal sobre la superficie pulida,

observándose pulido sobre los negativos de la reactivación.

Por otro lado, se observan dos piezas que se destacan por el intenso pulido que presentan:

* *Artefacto N° 4 y 7: Litos no diferenciados modificados por uso.* Los filos de presentan embotados. Se observan filos redondeados y estrías, especialmente en la pieza N° 7 en la cual se destaca la gran cantidad de estrías con orientación paralela al filo activo, en ambas caras. Además, pulido muy intenso extendido en toda la superficie y en ambas caras de ambas piezas.

Por último, se cuenta con tres piezas que no guardan relación alguna:

* *Artefacto N° 2: Raedera* de módulo muy grande, formatizada sobre una lasca primaria por lascados de retalla y retoque marginal unifacial. El filo se presenta activo, no se diferencian rastros de uso y en una de sus caras se observa la presencia de sustancias adheridas no diferenciadas.

* *Artefacto N° 3: Fragmento no diferenciado de filo formatizado* por retalla y retoque marginal bifacial. El filo se presenta activo. La superficie presenta alteraciones (hoyuelos). En un principio, y de acuerdo con las características que presenta, se infiere que podría tratarse de tratamiento térmico.

* *Artefacto N° 9: Artefacto no diferenciado de formatización sumaria*, se trata de una pieza entera no diferenciada, manufacturada por lascados de retalla marginal bifacial. El filo se presenta activo.

COMENTARIOS FINALES

Los resultados de los análisis señalan una diversidad artefactual evidente en variables tales como: grupo tipológico, forma base, morfología general y dimensiones absolutas, entre otras. No obstante ello, la diversidad observada en los conjuntos artefactuales de las dos colecciones analizadas presentan ciertas características particulares en común en cuanto a su composición: 1- predominio de Artefactos no diferenciados formatizados, 2- utilización de formas bases lascas para la manufactura de los artefactos, además de lascas como es habitual en conjuntos artefactuales confeccionados en basalto andesítico y andesita piroxénica, 3- presencia de rastros de uso tales como estrías, pulidos, filos redondeados y microfracturas que, a pesar de tratarse de una aproximación macroscópica, evidencian una intensidad que permite inferir un uso prolongado para adquirir el grado de desarrollo que presentan.

No obstante ello, resulta aventurado tratar de establecer inferencias funcionales de los conjuntos a partir únicamente de los resultados obtenidos en este nivel de análisis. Para acercarnos al uso funcional de los artefactuales, es necesario profundizar en estudios tendientes a la determinación de rastros de uso y de microfósiles (residuos), que aporten información acerca de las actividades y sustancias trabajadas. Por último, la incorporación de conjuntos artefactuales de otros sitios, sumados a los existentes, permitirán realizar una nueva evaluación en cuanto a la diversidad en la utilización de rocas volcánicas tabulares 'lajas'.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aschero, C.A. [1], [2]

1975 Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativo. Informe a CONICET. Buenos Aires. MS. [1]

1983 (revisión 1987). Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos: Apéndice A y B. Cátedra de Ergología y Tecnología, UBA. MS. [2]

Pérez, S., P. Tchilingirí y P. Escola [3]

2007 Caracterización de la materia prima utilizada en palas y/o azadas líticas de la Puna Argentina. *Actas Primer Congreso Argentino de Arqueometría*, Rosario 2005 (218-229). Edit. A. Pifferetti y R. E. Bolmaro.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

Alfaro, L.C. y J.M. Suetta [4]

1976 Excavaciones en la cuenca del río Doncellas. *Antiquitas* N° 22-23: 1-32. Facultad de Historia y Letras, Universidad del Salvador.

Alfaro de Lanzone, L.C. [5]

1988 *Excavación de la cuenca del río Doncellas. Reconstrucción de una cultura olvidada en la Puna Jujeña*. Edit. Imprenta del Estado de la Pcia. de Jujuy. San Salvador de Jujuy.

Olivera, D.E. [6]

1991 Tecnología y estrategias de adaptación en el Formativo (Agro- alfarero temprano) de la Puna Meridional Argentina. Un caso de estudio: Antofagasta de la Sierra (Pcia. de Catamarca, R.A.). Tesis Doctoral en Ciencias Nat., FCN, UNLP. MS

Pérez, S. [7], [8], [9], [10]

2006 (en prensa) ¿Tecnología conservada o expeditiva? Análisis desde un caso de estudio: palas y/o azadas líticas de Antofagasta de la Sierra (Catamarca Puna Meridional Argentina). *Textos Antropológicos*, N° especial Actas 1° Simposio Tecnología Lítica en el Área Centro Sur Andino. Univ. Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.[7]

2006 (en prensa) Explorando la variabilidad de los instrumentos utilizados en el laboreo de la tierra en la Puna Argentina. *Textos Antropológicos*, N° especial Actas Primer Simposio Tecnología Lítica en el Área Centro Sur Andino. Univ. Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.[8]

2007 Arqueometría de palas y/o azadas líticas aplicada a estudios experimentales. El caso de Antofagasta de la Sierra (Catamarca). *Actas Primer Congreso Argentino de Arqueometría*, Rosario 2005 (230-240). Edit. A. Pifferetti y R. E. Bolmaro. [9]

MS Análisis técnico-morfológico de palas y/o azadas líticas de la Colección Doncellas. [10]

Boman, E. [11]

1992 [1908] *Antigüedades de la región andina de la República Argentina y del desierto de Atacama*. Tomo II. Impreso en Univ. Nac. de Jujuy, San Salvador de Jujuy.



SITIO ARQUEOLOGICO URBANO. ESCUELA N°16 DE SAN MIGUEL DEL MONTE. PCIA. BS. AS. ENSAYOS TECNOLÓGICOS INTERDISCIPLINARIO

Nelly H. Prieto¹, Ana M. Cesio¹, Alberto N. Scian²

1 CETMIC Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CONICET-CIC)
hprie@cetmic.unlp.edu.ar amcesio@speedy.com

2 CETMIC. Investigador Independiente CONICET ciana@cetmic.unlp.edu.ar

RESUMEN

En este trabajo se presentan las tareas conjuntas realizadas entre tres instituciones provinciales (Instituto Cultural de la Provincia quien solicita el estudio, LEMIT y CETMIC) sobre la reconstrucción e investigación arqueológica en el distrito de San Miguel del Monte.

INTRODUCCIÓN

Las conclusiones de los estudios se obtuvieron en base a los resultados de los análisis de laboratorio efectuados por el CETMIC y el LEMIT sobre los materiales de construcción procedentes de las excavaciones arqueológicas realizadas en la Escuela N° 16 de ese partido (Figuras 1 y 2).

Los estudios arqueológicos han sido desarrollados por el Instituto Cultural de la Provincia, en el marco del Proyecto de Protección, Conservación y Registro del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico de la Provincia de Buenos Aires, aprobado por el Instituto Cultural mediante Resolución N° 071/04. Quienes solicitaron dichos estudios para su evaluación.

Las construcciones subterráneas halladas en el predio corresponderían a dos dependencias de la Guardia de San Miguel del Monte, la cual funcionó allí desde el año 1745. Estas dependencias serían la Maestranza y la Iglesia de la Divina Pastora de Monte, mandada ésta a reconstruir por Juan Manuel de Rosas en el año 1829 (Fabbiano, 2000)¹.

Los materiales hallados, procedentes de los cimientos de diferentes estructuras, fueron sometidos a distintos análisis, con el fin de recabar datos sobre la correspondencia o no de estas estructuras a un mismo universo, estimación de la antigüedad de las mismas, su composición mineralógica y tipos de manufactura. Los materiales constructivos analizados fueron: Ladrillos Cerámicos, Morteros de Barro, Morteros Pusolánicos y Pinturas sobre Ladrillos.

En todos los casos, se informaron las técnicas de caracterización mecánica, física, térmica y químicas empleadas para su evaluación. En algunos casos se realizaron estudios de difracción de rayos X, análisis de lupa microscópica, estudios de ATD.

Asimismo, se compararon con datos obtenidos por el LEMIT a través de distintos estudios hechos en edificios de valor patrimonial en la zona y en períodos de tiempo parecidos.

MATERIALES UTILIZADOS Y ANALIZADOS

En el caso del patio, se desarrolló una cuadrícula de 58 m² se sondeó hasta una profundidad de 1,50 m para establecer o no la relación y continuidad de la estructura. El CETMIC analizó materiales de ladrillo, morteros de barro y puzolánico pertenecientes a las estructuras halladas en el patio de la escuela y cimentaciones en arco de medio punto y paredes rectas. El LEMIT el mismo tipo de materiales y además los sedimentos correspondientes a la calle Alem y Soler.

Las materias primas para la obtención de ladrillos cerámicos comunes son obtenidas en las cercanías de los lugares de emplazamiento de las construcciones. En la provincia de Buenos Aires la materia prima proviene de la explotación de los horizontes gumíferos de ciertos suelos, que deben contener entre un 15-20% de arena fina a muy fina, 20-40% de arcillas y el

¹ Fabbiano, M.A. 2000. Monte Cuna de Rosas 220 años con historia. Astorga, San Miguel del Monte.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

resto limo. Los primeros ladrillos en buenos aires la empleada en los muros de la Iglesia San Ignacio (1686) según Moreno² hornos de ladrillos aparecieron por 1880 en La Plata.

En este caso los ladrillos tenían las siguientes dimensiones: 34,5 cm de largo por 17cm de ancho y 4,5 cm de espesor. Mortero utilizado fue adobe.



Figura1. Foto Frente Esc N° 16

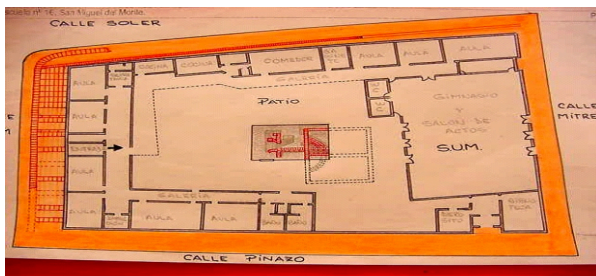


Figura 2. Esquema de Vereda y Patio

Para el Análisis de los materiales recuperados en las excavaciones: El CETMIC aplicó las Técnicas de DRX en un equipo Philips modelo X'PERT sobre 500 mg de muestra molida en mortero de ágata y pasante malla 100 μm . Además se realizaron análisis de ATD para verificar el tiempo de cocción de los ladrillos, también de densidad, porosidad y absorción conjuntamente con el LEMIT. En este último se hicieron estudios de suelo: descripción macroscópica, análisis granulométricos, mineralógico, textura la tacto, estructura, consistencia en seco, húmedo y mojado, plasticidad, adhesividad, presencia de raíces y pH. Estudio de pintura mediante técnica de infrarrojo espectrofotómetro FTIR, MATTSON Mod. Génesis II y la técnica fue Reflectancia Total Atenuada (ATR) para la cual se contó con la Unidad Benchmark-ATR con apoyo horizontal de las muestras fuera del gabinete de muestras.

Difracción de Rayos X

Tanto los ladrillos como los morteros presentaban como fases mayoritarias: cuarzo y feldespatos y como minoritarias: calcitas y arcilla. De lo que se concluye que: los ladrillos correspondientes al Arco Soler provendrían de una tierra similar al del mortero Soler. Los ladrillos correspondientes al Arco Pinazo provendrían de una tierra similar al mortero Pinazo. Ambas se presentan como semejantes, correspondiendo a un mismo universo (Figuras 3 y 4).

Dilatometrías

Para la dilatometría se utilizó un equipo Dilatómetro Netzsch de hasta 1500°C.



Figura 3. Arco Pinazo



Figura 4. Arco Soler

² Moreno, Carlos. De las Viejas tapias y ladrillos, Buenos Aires, Editor autor 1995.

Modo operativo: velocidad de calentamiento 5°C/min hasta 1000°C. Temaño de las probetas: 50 mm (Figura 5).

La observación visual de las piezas mostró diferencias significativas: el 005 es rojo oscuro y presenta corazón negro (cocido en atmósfera parcialmente reductora), mientras que el 001 presenta coloración rojo naranja. Esto puede deberse a que dentro de los hornos de cocción, por el proceso tradicional, existen zonas del horno donde las condiciones de temperatura y atmósfera son distintas a otras, obteniéndose en el mismo proceso materiales de distintas características, aún habiendo sido producidos con idéntica materia prima.

Resultados DRX sobre Morteros

Las muestras, en polvo, se presentan como semejantes a la (DRX) en su composición arcillosa, teniendo diferencias leves en cuanto a los feldespatos. Por lo tanto, podría sugerirse que las muestras corresponderían a un mismo universo.

De acuerdo con lo observado en la Figura 6, la diferencia donde la

muestra 001 dilata más entre los 800-1000°C se atribuye a la diferente composición de los feldespatos, que aunque son cálcico sódicos pueden presentar distintos porcentajes de Anortita (Ca), Albita (Na) en su composición y a la diferencia en el contenido de cuarzo.

Las temperaturas dónde empieza la contracción son similares en ambos casos: 900°C, aproximadamente.

Análisis sobre materiales Constructivos (LEMIT)

De los ladrillos cerámicos evaluados pareciera existir dos universos de materiales si se analizan la densidad saturada y la superficie seca, obteniéndose por un lado densidades menores a 2 y otro mayores (Tabla 1). Los materiales de barro como mezclas de asiento abundantes concreciones de CO₃, carbonados pequeños y restos carbonizados (fue incendiada, según estudios historiográficos previos). El análisis mineralógico a través de lupa binocular y microscopía óptica no demuestran diferencias en las muestras de suelo. Se determinó la presencia de abundante vidrio volcánico, granos de cuarzo sub-redondeados subangulares, feldespatos potásicos, feldespatos potásicos alterados a minerales arcillosos, plagioclasas con maclas polisintéticas (andesina 35% y labradorita 65%), anfíboles y micas (Tabla 2).

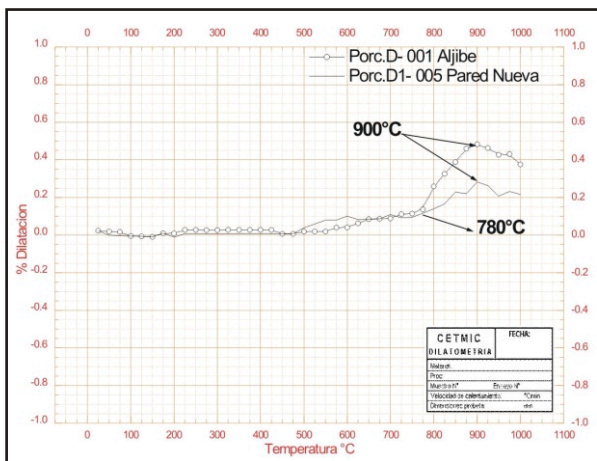


Figura 5. Dilatometrías

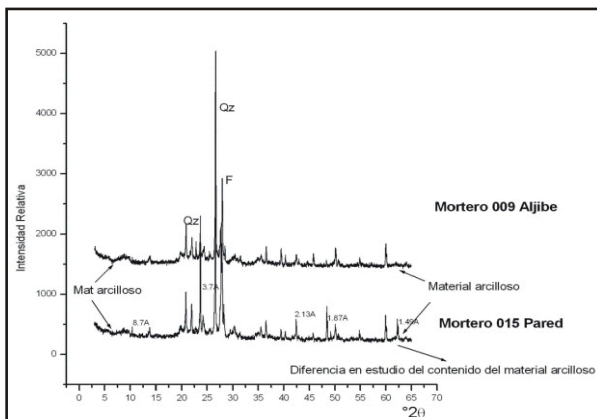


Figura 6. Difractograma DRX
Morteros Estructuras Patio

Muestra	Dimensiones (cm)			D _{ss}	P (%)	A _{bs} (%)
	h	a	L			
Guardia de Juncal – Monte (1780)	5.0	26.5	34.5	1.39	---	29.4
Fuerte Barragán – Ensenada (1801)	4.5	17.5	33.5	1.75	----	-----
Fuerte de Bs As (Ant 1850)	6.3	21.0	23.0	1.52	---	23.5
Atalaya – Magdalena (1885)	4.3	16.0	33.0	1.21	----	39.7
Construcciones nuevas La Plata	5.2	12.2	25.5	1.72	-----	18.4
Esc. Nro 16 – San M Monte(1745 - 1830)	4.5	17.0	34.5	1.63-1.84 2.02-3.32	33-39 44.4-45.0	

Tabla 1. Características físico-mecánicas de ladrillos cerámicos comunes comparados con épocas similares y las actuales

Muestra	Fracción > 0.062µm(%)	Fracción Pasante Tamiz 230 (%)
6	25.7	74.3
31	23.9	76.1
35	24.3	75.7
12	16.0	84.0
16	24.4	65.9
39	25.2	74.8
43	48.0	52.0

Tabla 2. Análisis granulométrico de suelos

En el caso del análisis de pintura azul existente en los ladrillos podría deberse a compuestos de Co, Cr y Al y/o colorante inorgánico azul ultramarino (silicato sulfa-aluminato). Por infrarrojo no se detectaron compuestos hidrocarbonatos, o sea pinturas con Ca (OH)₂, son previas al año 1950.

A modo de conclusión podemos decir que los ladrillos presentan distintos procesos y grados de alteración a través de su vida en servicio, cuyo deterioro y pérdida de consistencia se acentúa por el aumento de porosidad distinta a la porosidad de elaboración. Concidiendo con el trabajo de Zicarelli, Parodi, Perez, Traversa y otros, 2006.

CONSIDERACIONES FINALES

Ya se ha hecho una conclusión particular en cada punto para mayor comprensión. A modo general podemos decir que en la Provincia de Buenos Aires hay instituciones que junto con su equipamiento, recursos humanos y personal ampliamente capacitado sobre materiales de interés histórico (ladrillos comunes, mezclas de asiento, revestimientos cerámicos, etc.) lo que permiten disponer de conocimientos sobre las características tecnológicas de los mismos para su aplicación en tareas de restauración y conservación de edificios y construcciones.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Ceramurgia y Laboratorio Análisis Instrumental del CETMIC y al Ing. Traversa del LEMIT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Casadas, M.I., M.E. Peltzer y N.H. Prieto

2005 “Análisis Interinstitucional sobre materiales Constructivos provenientes del Sitio Arqueológico Escuela Nro 16 de San Miguel del Monte, Provincia de Buenos Aires. P 1-13 CD 13 pag. LEMIT, La Plata, 30 de Junio.

Aglietti, E.F., A.M. Cesio.

2004 Informe Técnico N°2109-41545/04. Análisis de DRX sobre ladrillos y morteros. DPPCultural.

Fabbiano, M.A.

2000 Monte Cuna de Rosas 220 años con historia. Astorga, San Miguel del Monte.

Moreno, C.

1995 De las Viejas tapias y ladrillos, Buenos Aires, Editor autor .

Prieto, N.H.

Participación de la Ciencia y Tecnología Cerámica en la Restauración y Conservación del Patrimonio. Revista Digital Nueva Museología. Colaboración de Ensayos. Comunicación. 4 pag. Pag. Web [http:// www.nuevamuseologia.com.ar](http://www.nuevamuseologia.com.ar).

2003 Necesidades de Inventario y Catalogación para la preservación de los Bienes Culturales de la Iglesia. II Jornadas en Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio. LEMIT-CIDEPINT, La Plata, 5 de Septiembre de 2003. CD: Poster. Sección Técnica 2.

Otero, O.

2005 Materiales y Tecnologías Empleadas en Buenos Aires en tiempos virreynales. IV Jornadas Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio. LEMIT. Pag. 1-41 CD. LEMIT, La Plata 30 de Junio.

Thonet, D.

2003 Los productos cerámicos como clave portadora de cronología cultural en la Arqueología Histórica. Actas de las III Jornadas de Arqueología e Historia de las Regiones Pampeana y Patagónica. Universidad Nacional de Luján. Dpto. Ciencias Sociales.p. 36-39.

Traversa, L.P.

2004 Informe Técnico “Proyecto de Rescate Arqueol Urbano Esc 16 de San Miguel del Monte” Exp. 53.985/04.

Zicarelli, S., V. Parodi , R. Perez, V. Rosato, L.P. Traversa, J.D. Sota y otros.

2006 Estudio e investigaciones relaizadas en el LEMIT sobre materiales empleados en edificios históricos. V Jornadas de Restauración y Conservación del Patrimonio. La Plata, LEMIT, 15 de Septiembre.P.1-10 CD ISBN 987-21665-3-6.



EXPLORANDO LA VARIABILIDAD MÉTRICA Y MORFOLÓGICA DE LAS “PESAS LÍTICAS” RECUPERADAS EN EL SECTOR NORTE DE LA COSTA DEL GOLFO SAN MATÍAS

Federico L. Scartascini, Marcelo Cardillo

Departamento de Investigaciones Prehistóricas y Arqueológicas (DIPA)
IMHICHU-CONICET

fscartascini@gmail.com

marcelo.cardillo@gmail.com

RESUMEN

Durante los trabajos de campo realizados en la costa del Golfo San Matías (provincia de Río Negro) han sido recolectados un gran número de guijarros con muescas laterales de sección plana y de contorno oval o sub oval, formando parte de contextos con abundantes restos ictiológicos, estos artefactos han sido interpretados por algunos autores como pesas líticas.

El objetivo central de este trabajo es caracterizar a estos artefactos utilizando herramientas de la morfometría tradicional y geométrica con el fin de dar cuenta de los distintos aspectos de su variabilidad métrica y morfológica. Como resultado de estos análisis es posible discriminar las tendencias principales de la variación morfológica y métrica, permitiendo un acercamiento más detallado y preciso de esta categoría de artefactos.

INTRODUCCIÓN

En el marco de un proyecto arqueológico regional que se desarrolla en la costa Rionegrina (PIP-CONICET 6415), nuestro trabajo se enfoca en el estudio de la variabilidad presente en los conjuntos líticos recuperados en distribuciones tanto superficiales como sub superficiales. Estos conjuntos poseen la particularidad de presentar, al igual que otros contextos costeros artefactos tradicionalmente relacionados con actividades de pesca; de formatización simple o poco estandarizada (Orquera y Piana, 1986) denominados pesas de red o de línea (Gusinde, 1986, Massone y Torres, 2004, Gómez Otero, 2007). Esta generalidad morfológica dificulta la descripción, análisis y comparación entre distintos conjuntos. Este trabajo pretende entonces caracterizar la variabilidad de una manera más rigurosa, utilizando métodos morfométricos para obtener una descripción cuantitativa de la forma y generando a su vez, herramientas que permitan comparar estos materiales con los recuperados por otros investigadores. Los resultados de nuestros análisis sugieren un patrón de selección homogéneo en la forma de los nódulos (utilizados como forma base para la confección de estos artefactos) entre sitios. Asimismo se observan diferencias regionales en cuanto al tamaño de los nódulos utilizados. Estas diferencias podrían estar relacionadas con distintos requerimientos de performance producto de las particularidades de los entornos acuáticos a escala local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de la muestra

La muestra está compuesta por un total de 56 artefactos provenientes de tres localidades arqueológicas a lo largo de la costa Norte del Golfo San Matías. San Antonio Oeste (SAO) n=41, Barranca Final (BF10) n=6 y el Bajo de la Quinta (BQ) n=9. SAO y BQ son los sectores más separados entre sí (aproximadamente unos 58 km) mientras que BF10 está en un punto intermedio entre ambos. El contexto temporal corresponde al holoceno medio y tardío (Favier Dubois *et al.*, 2005). Estas localidades (ver Figura 1) se encuentran ubicados en contextos medioambientales distintos, SAO está ubicado en el interior de la Bahía de San Antonio, un ambiente de baja energía dominado por una amplia marisma de playas arenosas y fangosas con vegetación halófila. Mientras que BF10 y BQ están ubicados en un sector más abierto del Golfo San Matías, caracterizado por restingas y playas que se encuentran bajo la acción del oleaje marino.



Figura 1. Sectores analizados en este trabajo San Antonio Oeste (SAO). Bahía Final 10 (BF10) y Bajo de la Quinta (BQ)

Obtención de imágenes

Para el análisis morfométrico un primer paso fue la obtención de los contornos. Estos fueron digitalizados mediante un scanner plano. Los artefactos fueron colocados en una misma posición definida a partir de la ubicación de las muescas, las imágenes se almacenaron en el formato bitmap en escala de grises.

Análisis de morfometría geométrica

Se empleó el método de análisis de contornos denominado Análisis de Fourier Elíptico (Elliptic Fourier Análisis) o EFA (Khul y Giardina en Rohlf, 1990). Este método es el más adecuado para el estudio de contornos cerrados de distinta complejidad tal como lo demuestra Rohlf (1990) en estudios comparativos, especialmente en casos donde no existen puntos homólogos entre los ejemplares analizados. El EFA al igual que otros métodos de Fourier, permite la descomposición de la forma utilizando un conjunto de funciones de amplitud equivalente denominadas armónicas. La cantidad de las armónicas determina la precisión en la descripción del contorno, por lo que éstas pueden ser manipuladas hasta lograr el grado de detalle deseado. La diferencia del EFA se basa en la utilización de coordenadas cartesianas en donde el incremento de la coordenada x a lo largo del contorno define la función periódica mientras que el incremento de y es sujeto a una descomposición independiente (Hammer y Harper, 2006). Dado que este proceso genera cuatro coeficientes por cada armónica utilizada la cantidad de parámetros obtenidos para cada espécimen analizado es muy grande. Un procedimiento común es por lo tanto buscar los principales ejes de variación a partir de técnicas multivariadas como los componentes principales (CP) (Hammer y Harper, 2006). Previa a la obtención de los coeficientes, los contornos son estandarizados, de manera automática tal que son invariantes en cuanto a orientación, tamaño y origen.

Para la obtención de los contornos se utilizó el programa Past (1.67) mediante 100 puntos distribuidos de manera regular a lo largo del contorno usando el programa *TPSdig* (Rohlf, 2006). Para graficar las coordenadas resultantes del análisis de componentes principales, se utilizó la estimación de densidad de Kernel (Baxter *et al.*, 1997) que funciona de manera similar a un histograma de frecuencias suavizado, permitiendo representar datos bivariados. Las representaciones de este tipo son especialmente útiles para explorar datos morfométricos como los presentados aquí ya que permiten identificar visualmente particularidades en la ocupación del espacio de forma, como discontinuidades o concentraciones de distinta índole (Baxter *et al.*, 1997).

Con el fin de encontrar diferencias entre los conjuntos definidos por sectores de costa a partir de los primeros componentes principales obtenidos se empleó el análisis multivariado de la varianza no paramétrico (NPMANOVA) (Anderson, 2001). Este método es similar a su homónimo paramétrico que calcula la variabilidad intra y entre grupos para contrastar diferencias significativas entre dos o más conjuntos multivariados. A diferencia de

MANOVA, la versión no paramétrica posee mayor elasticidad ya que el valor de p para contrastar la hipótesis nula es obtenido mediante remuestreo realizado sobre la matriz original. Para calcular NPMANOVA se utilizó el programa Past (1.64) con un nivel de significación de 0.05. Debido a que existe un desbalance en el tamaño de la muestra entre sectores se utilizó la corrección de Bonferroni (Sokal y Rohlf, 1995) con el fin de ajustar el valor de p necesario para contrastar las hipótesis entre pares de observaciones de distinto tamaño en el caso de obtener un valor de $p < 0.05$.

Variables métricas

Las variables métricas seleccionadas fueron las siguientes: alto del la pieza (orientada con las muescas en sentido vertical al ojo) ancho (perpendicular a la ubicación de las muescas), espesor, tamaño de las muescas y peso medido en gramos con un error de 0.1. Menos ésta última todas las variables fueron medidas en milímetros.

Con el fin de establecer relaciones entre la variabilidad métrica y morfológica se realizó una matriz de correlación (r de Pearson) entre las variables métricas y los valores obtenidos mediante la aplicación del análisis de componentes principales sobre los coeficientes de *Fourier*. El criterio seguido para considerar una correlación significativa se fijó también un nivel de $p = 0.05$. Las diferencias entre variables métricas por sector fueron exploradas utilizando análisis de la varianza (ANOVA) sobre los datos sin transformar ya que se ajustaban a los requerimientos de las pruebas paramétricas.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Los resultados del análisis EFA muestran que la forma puede ser descripta en detalle con un número de entre 10 y 15 armónicas (Figura 2), por lo que se utilizaron 15 armónicas para realizar los análisis posteriores.



Figura 2. Variación en la descripción del contorno,
a) 1 armónica b) 5 c) 10 d) 15 e) 20

Los resultados de los análisis de componentes principales sobre la matriz de varianzas y covarianzas muestran que los primeros captan la mayor variación contenida en la forma. El primer componente explica el 64% de la variación mientras que el segundo el 24%. Entre los dos componentes está representado el 90% de la variación morfológica, por que se utilizaron sólo éstos para realizar las correlaciones entre variables.

El primer par de componentes representa dos grupos de morfologías bien definidas separadas por un espacio de forma con nula frecuencia de casos. Esta distribución, muestra dos picos de mayor densidad que corresponden en un extremo a las formas más elongadas y en el otro a las formas más redondeadas (Figura 3). El segundo componente, explica principalmente la asimetría de los nódulos utilizados para confeccionar estos artefactos. Este espacio, poco ocupado sugiere la elección preferencial de formas relativamente simétricas.

Tal como se observa en el gráfico de densidad, existe un solapamiento en las distribuciones de forma por áreas muestreadas lo que sugiere que no existirían diferencias en la morfología media de cada conjunto. Esto es congruente con los resultados obtenidos mediante el test NPMANOVA donde la hipótesis nula sostiene que no existe diferencia entre ambos conjuntos ($F=2.04$ $p=0.1$)

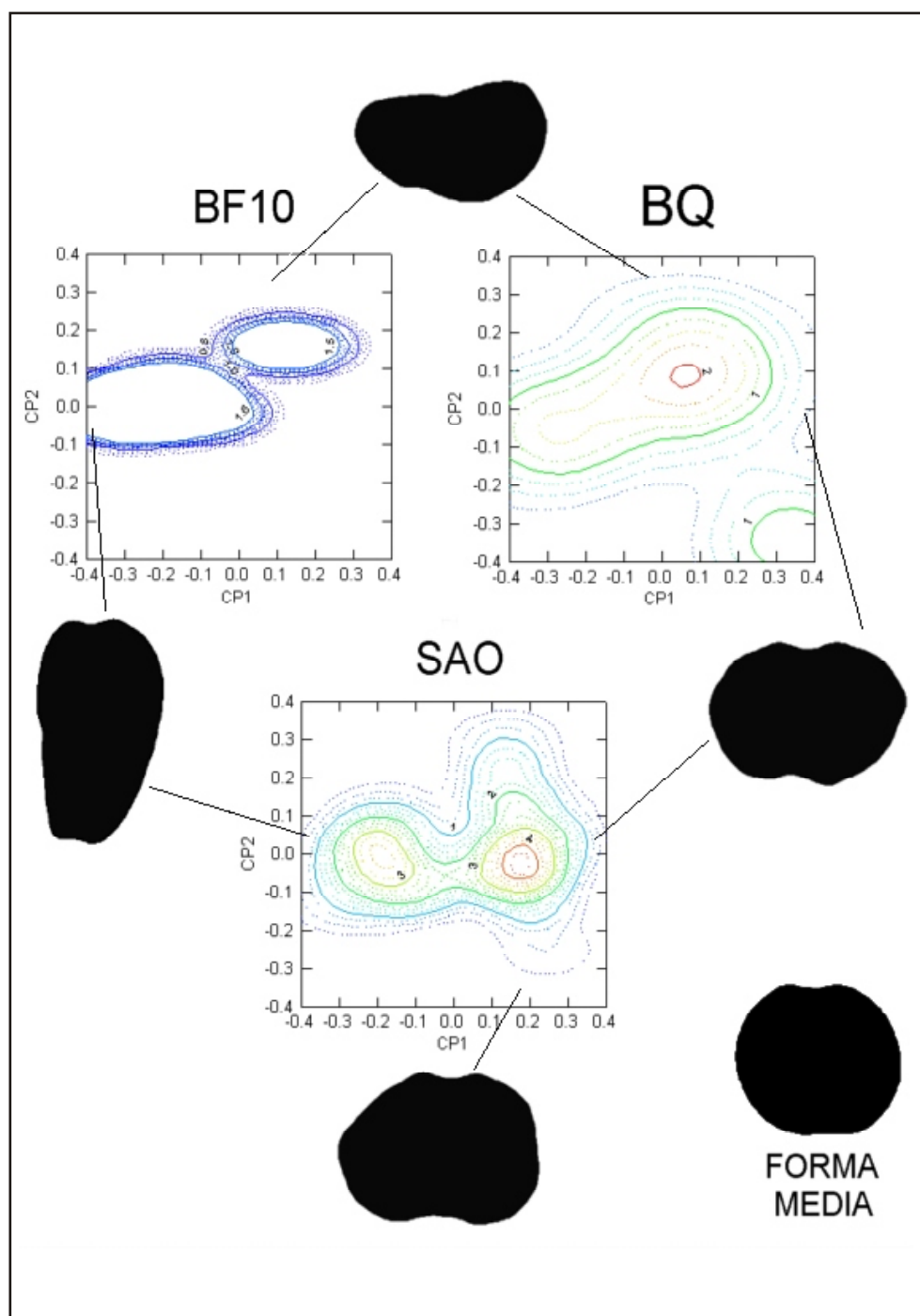


Figura 3. Función de densidad de Kernel de los dos primeros componentes principales. Las formas representadas en cada uno de los lados ejemplifican a los diseños existentes en ese sector del morfoespacio en las tres localidades analizadas

Análisis métricos

En primera instancia se realizó una matriz de correlación entre las variables métricas, en la que se observan correlaciones entre algunas de ellas (Tabla 1). Observándose las correlaciones más elevadas entre el Largo y el Ancho ($r = 0.72$) y entre el largo y el peso ($r = 0.81$). Los resultados del análisis de correlación muestran una dependencia significativa entre todas las variables métricas en general.

El análisis de ANOVA entre conjuntos sugiere diferencias significativas en dos variables, el largo y el peso de los artefactos entre localidades. Largo ($F=5.36$ $p= 0.008$), peso ($F=5.32$ $p=0.007$). El test post hoc de Bonferroni con corrección por diferencias sobre el tamaño de la muestra rechaza la hipótesis nula en ambos casos. Los sitios de la localidad San Antonio Oeste poseen artefactos de un largo promedio de 62 mm con lo cual se diferencian significativamente de la localidad Bajo de la Quinta con un largo promedio de 78 mm. En cuanto al peso (62 g) SAO se diferencia significativamente de BF10 (72 g). En todos los casos no se observan diferencias significativas en los materiales de BF10 y BQ siendo éstos dos sectores los más similares entre sí.

Relación entre forma y tamaño

La matriz de correlación entre las variables de tamaño y los dos primeros componentes principales muestran una correlación baja y significativa entre el espesor y el primer componente ($r = -0.35$) (Tabla 1). Esto sugiere que parte de las morfologías más elongadas se corresponden en parte a formas más espesas mientras que las formas achatadas a las más delgadas lo que podría indicar un criterio particular de selección de formas base.

	CP1	CP2	Largo	Ancho	Espesor	DM1	DM2	Peso
CP1		1.000	0.286	0.929	0.008	0.607	0.755	0.064
CP2	0.000		0.180	0.459	0.774	0.542	0.160	0.337
Largo	0.145	0.182		0.000	0.000	0.028	0.002	0.000
Ancho	0.012	0.101	0.724		0.000	0.005	0.000	0.000
Espesor	0.351	0.039	0.536	0.563		0.020	0.010	0.000
DM1	0.070	0.083	0.295	0.370	0.311		0.002	0.020
DM2	0.043	0.191	0.411	0.459	0.342	0.406		0.001
Peso	0.249	0.131	0.816	0.769	0.861	0.311	0.416	

Tabla 1. Matriz de correlación (*r* de Pearson) entre variables métricas y morfológicas. En el ángulo superior izquierdo está representado el valor de *p* para cada caso mientras que en la porción inferior se representa el valor *r*. (los valores significativos están en negrita)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los análisis realizados tuvieron el fin de caracterizar de manera exhaustiva distintas propiedades de estos artefactos, así como generar lineamientos para discutir posibles relaciones entre la variabilidad observada y las diferencias ambientales tanto a escala local como regional. En el primer caso, los resultados obtenidos sugieren que las diferencias de tamaño observadas a escala regional no son producto de las diferencias en el tamaño de las muestras ni de la variabilidad en la oferta de nódulos (Cardillo y Scartascini, 2007 en prensa). Creemos que estas diferencias podrían estar relacionadas con variaciones en las estrategias de pesca utilizadas en distintos puntos de la costa ya que el tamaño puede afectar la performance de los sistemas técnicos en los distintos ambientes (Massone y Torres, 2004 para una discusión

similar, Torres, 2007 en prensa). Tal como lo mencionamos, el sector de marismas correspondiente a la bahía de San Antonio (SAO) es un ambiente de baja energía, mientras que los otros sectores se localizan sobre el mar abierto. Entonces, las diferencias en el tamaño podrían no estar relacionadas necesariamente, con diferencias funcionales (i.e., uso como pesas de línea o de red) sino con el peso requerido para mantener estable el sistema técnico empleado en ambientes de distinta energía. La correlación entre espesor y forma sugiere una selección de nódulos con morfologías más alargadas y espesas por un lado y más redondeadas y planas por el otro.

En el caso de la forma, las diferencias observadas en el diseño pueden ser tanto neutrales o equivalentes (*sensu* Durham, 1991) como funcionales. Sin embargo la coocurrencia de estos dos grupos morfológicos en los sectores sugiere un criterio de selección que no parece relacionarse, en principio; con las diferencias ambientales antes mencionadas, sino más bien con cuestiones de rangos de variación tolerados (dentro de los requerimientos hidrodinámicos del artefacto) o distinta función para ambos tipos de diseño. Con respecto a esto último es interesante notar que en las formas alargadas la muesca se ubican en el eje de máxima longitud, mientras que en las más redondeadas se ubica en el lado más angosto (Figura 3). Este patrón también fue observado por Massone y Torres (2004) que proponen posibles diferencias funcionales entre ambos tipos de morfologías.

La evidencia aportada por distintos autores así como lo resultados obtenidos, sugieren una posible relación con estrategias de subsistencia basadas al menos en parte, con en el consumo de recursos ícticos. Por último los resultados obtenidos aquí poseen implicancias que deben ser analizadas en el contexto más amplio de los análisis de estrategias tecnológicas en relación a los recursos de subsistencia de las poblaciones que habitaron la costa del Golfo San Matías.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue en parte realizado con una beca doctoral CONICET y dentro del proyecto PIP CONICET 6415 dirigido por los Dres. Florencia Borella y Cristian Favier Dubois. Queremos agradecer especialmente a Jimena Torres por facilitarnos una copia de su trabajo en prensa, a Cristian Dubois y Florencia Botella por los comentarios y sugerencias realizados sobre la versión previa de este trabajo y a Sonia Lancelotti por facilitarnos información sobre distancias y mapas. Lo expresado aquí es responsabilidad de los autores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, M.J.
2001 A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*. 26: 32-46
- Cardillo, M y F. Scartascini
2007 Tendencias observadas en las estrategias de explotación de recursos líticos en el Golfo de San Matías. Provincia de Río Negro. Argentina. *Actas de las Sextas Jornadas de la Arqueología de la Patagonia*. Punta Arenas, Chile. En prensa.
- Durham, W.H.
1991 *Coevolution: Genes Culture and Human Diversity*. Stanford University Press. Stanford, California.
- Favier Dubois, C.M, F. Borella, L. Manzi, M. Cardillo, S. Lancelotti; F. Scartascini y E. Borges Vaz.
2005 Aproximación regional al registro arqueológico de la costa rionegrina. En: *Arqueología de la Costa Patagónica. Perspectivas para la conservación*. Editado por I. Cruz y S. Caracotche, Capítulo 3, Universidad Nacional de la Patagonia Austral y Secretaría de Cultura de la Provincia de Chubut (en prensa).

Gómez Otero, J.

2007 Dieta, uso del espacio y evolución en poblaciones cazadoras-recolectoras de la costa centro-septentrional de Patagonia durante el Holoceno medio y tardío. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos A. Ms.

Gusinde, M.

1986 Los indios de tierra del Fuego. Los Yámanas. Editado por el centro Argentino de Etnología Americana. Tomo II (1). Buenos Aires. Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Hammer, O. y D.A.T. Harper

2006 Paleontological Data Analysis. Blackwell. USA

Hammer O.

2007 PAST - *Palaeontological Statistics*, ver. 1.67. D.A.T. Harper and P.D. Ryan. <http://folk.uio.no/ohammer/past>

Massone, M y J. Torres

2004 Pesas, peces y restos de cetáceos en el campamento de Punta Catalina 3 (2.300 años AP). *Magallania* 32: 143-161.

Orquera, L y E. Piana

1986 Normas para la descripción de objetos arqueológicos de piedra tallada. CADIC. Usuahia.

Rohlf, F.J.

1990 Fitting Curves to outlines. *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. Special Publication No. 2, University of Michigan Museum of Zoology: Ann Arbor, pp 167-178

2006 tps serie softwares. Disponible en <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>

Sokal, R.R. y F.J. Rohlf

1995 Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. 3ed. W H Freeman. New York.

Torres, E.J.

2007 ¿Redes o líneas de pesca?: El problema de la asignación morfofuncional de los pesos líticos y sus implicancias en las tácticas de pesca de los grupos del extremo austral. *Magallania*. Vol. 35 N°1. En prensa.



ADHESIVOS PARA ENMANGUE EN ARTEFACTOS LÍTICOS: DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EN ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PUNA MERIDIONAL ARGENTINA)

M. del Pilar Babot^{1,2}, María C. Apella^{1,3}, Salomón Hoczman^{1,2}, Jorge G. Martínez^{1,2},
Carlos A. Aschero^{1,2}

1 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas;

2 Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán;

3 Facultad de Ciencias Naturales e Inst. Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.

shypb@arnet.com.ar; mapella@csnat.unt.edu.ar; losmartinez@tucbbs.com.ar;

ascherocarlos@yahoo.com.ar

RESUMEN

El registro arqueológico de la localidad de Antofagasta de la Sierra, en el ámbito de la Puna Meridional argentina, se caracteriza por una excelente preservación de materiales orgánicos, favorecida por el ambiente de desierto extremo. Entre otros, se han recuperado distintos elementos que integran los sistemas de armas empleados para la caza a lo largo de la secuencia ocupacional. Además de las puntas de proyectil, intermediarios y fragmentos de astiles, ciertos contextos de cazadores-recolectores con diferentes cronologías (ca. 7900-4500 años AP) han proporcionado restos de adhesivos localizados en los sectores de enmangue de las puntas líticas. Otros artefactos, tales como bifaces y posibles cuchillos también los presentan. Por referencias etnográficas y de acuerdo con la literatura arqueológica, estas sustancias se han considerado genéricamente como “resinas” o “mástic”. Sin embargo, la ausencia de estudios sistemáticos sobre adhesivos a nivel macro-regional nos alertó sobre la necesidad de desarrollar un diseño de investigación dirigido a la caracterización de los mismos.

En la base del diseño se encuentran interrogantes tales como: ¿qué clases de adhesivos existen?, ¿cuáles son sus composiciones y fuentes en la naturaleza?, ¿qué técnicas fisicoquímicas son más apropiadas para su identificación y cuáles pueden brindar resultados confiables empleando una pequeña cantidad de muestra? y ¿cuál es el grado de precisión de las mismas para la asignación taxonómica de la fuente?

Los antecedentes de estudio del tema indican que existen tres clases de adhesivos, las gomas, resinas y colas, constituidas por compuestos presentes en diferentes plantas en los dos primeros casos, y por colágeno óseo en el tercero de ellos. Diferentes técnicas analíticas han sido empleadas para su caracterización, de las que seleccionamos la Espectrofotometría Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) pues permite la obtención de espectros diferenciales en los tres casos y además se requiere mínima cantidad de muestra con recuperación para posteriores análisis.

Los primeros resultados se encuentran en proceso de interpretación con el fin de asignar los adhesivos muestreados a una de las tres clases de las que provee la naturaleza, lo que constituye el objetivo más inmediato de la investigación. Paralelamente, se está conformando una base de datos sobre taxones productores de adhesivos a nivel regional y local. Por otro lado se está realizando la obtención y análisis de muestras patrones a fin de explorar las posibilidades de la asignación taxonómica a distintas escalas -familia, género, especie-; lo que representa nuestro objetivo mediano.

Además de la caracterización misma de los adhesivos, los planteos de la investigación incluyen la ubicación de sus áreas fuentes y sus implicancias en términos de intercambios regionales de bienes. Asimismo, nos interesa constatar el mantenimiento o reemplazo de fuentes de resina en el tiempo.

ADHESIVOS, ARTEFACTOS LÍTICOS Y COMPONENTES ORGÁNICOS EN ANTOFAGASTA DE LA SIERRA

El registro arqueológico de Antofagasta de la Sierra -Catamarca-, en el ámbito de la Puna Meridional argentina, se caracteriza por una excelente preservación de materiales orgánicos, favorecida por el ambiente de desierto extremo. Entre otros, se han recuperado distintos elementos que integran los sistemas de armas que fueron empleados para la caza a lo largo de la secuencia de ocupación de cazadores-recolectores. Las puntas de proyectil presentan un registro prácticamente ininterrumpido que comienza hacia los 9800 años AP y finaliza en los 3000 AP aproximadamente (Martínez, 2003, Hocsman, 2006), siendo manufacturadas en diferentes clases de vulcanitas locales y obsidianas no locales (Aschero *et al.*, 2002-2004). Otras partes de los sistemas de armas se confeccionaron con materiales orgánicos, tales como *Chusquea lorentziana* y *Salix humboldtiana*, las cuales fueron empleadas para hacer intermediarios y astiles de los proyectiles. Esta información procede de las evidencias registradas entre ca. 8600 y 4500 años AP en el sitio Quebrada Seca 3 (QS3) y ca. 7900-7200 años AP en Peñas de la Cruz 1.1 (PCz1.1) (Rodríguez y Martínez, 2001, Martínez, 1997, 2005).

Se considera como proyectil a todo el componente arrojadizo de un sistema de arma, del cual la “punta de proyectil” es el elemento lítico -en los casos analizados- más distal o extremo. Fuera de la punta, un proyectil puede conformarse por un astil simple o compuesto. En el primer caso, el número total de componentes es igual a dos, y está dado por el *astil*, cuerpo único de madera o caña que representa la mayor parte de la masa del proyectil, y la *punta de proyectil* propiamente que va enmangada en su extremo distal. Un astil compuesto está conformado por tres partes principales: el *astil*, cuerpo de caña o madera de mayor longitud en cuyo extremo distal se une con un *intermediario*, porción también de madera o caña de menor longitud que el astil, en el cual se enmanga la *punta de proyectil* (Martínez y Aschero, 2003). El armado de proyectiles incluye la confección de la pieza lítica, la preparación de astiles e intermediarios, además de las tareas de enmangue de las puntas líticas. Esto último requiere de algún elemento para realizar la atadura -cordel o tendón- y eventualmente la aplicación de un “adhesivo” como sustancia ligante entre la punta y el sector de inserción.

Al respecto, se han detectado sustancias adheridas en sectores basales de puntas de proyectil arqueológicas, como así también en extremos distales de intermediarios/astiles, procedentes de los sitios QS3, PCz1.1 y/o Punta de la Peña 4 (PP4), y corresponden al lapso ca. 7900-3800 AP -Holoceno Medio-. Tales evidencias proporcionaron, además, la base para el establecimiento de diferentes tipos de enmangues (Martínez, 1997, 2003).

Para el lapso mencionado, estos elementos artefactuales y no artefactuales ensamblados conformaron el componente arrojadizo de dos sistemas de armas: propulsor/dardo y lanza arrojadiza (Martínez, 2003). Ambos habrían sido empleados en la caza de camélidos silvestres, aunque principalmente de *Vicugna vicugna* (Elkin, 1996), bajo diferentes técnicas de captura (Aschero y Martínez, 2001).

En cuanto a las maderas y cañas empleadas en la confección de astiles e intermediarios, debe destacarse en QS3 una interesante distinción secuencial-temporal, ya que *S. humboldtiana* fue usada exclusivamente en el lapso ca. 8600-7300 años AP -niveles 2b19 a 2b14-, mientras que *Ch. lorentziana* fue empleada con posterioridad, hacia ca. 7200-4700 años AP -niveles 2b12 a 2b4-. Esta ausencia de simultaneidad en el uso de ambas especies vegetales, aún no está esclarecida, aunque existe una marcada tendencia en el uso de la primera para la confección de astiles y de la segunda para intermediarios. En PCz1.1 se hallaron finas tiras manufacturadas con tendón animal que podrían haber sido utilizadas para la sujeción de las puntas en los intermediarios, ya que conservan una disposición circular como si hubieran estado enrolladas. Asimismo, se encontraron numerosos restos de plumas recortadas, las cuales habrían sido usadas para conformar el deflector -o emplumadura- en el extremo proximal de proyectiles de astiles compuestos de propulsor (Martínez, 2005).

En base al estudio de puntas de proyectil de limbo triangular con y sin pedúnculo de QS3, se

estableció el uso del propulsor desde ca.9800 AP (Martínez, 2003). Hacia los 8500 AP las puntas triangulares apedunculadas -tipo morfológico QSA-, desaparecen del registro de QS3, aunque la presencia del propulsor como arma sigue vigente en asociación con las triangulares con pedúnculo destacado del tipo morfológico QSB. Ca.7900 AP, las puntas tipo QSB comienzan a aumentar en frecuencia y cruzan dicha línea temporal. A partir de este momento ocurre una diversificación de tipos, ya que hacia 7900 AP aparece en el área el tipo PCzA, de diseño apedunculado lanceolado -como puntas de proyectiles de propulsor-; ca.7760 AP el tipo QSC -como puntas de proyectiles de lanza- y un poco después el QSD, ca.7100 AP -como puntas de proyectiles de propulsor-. En los dos últimos casos se trata de diseños con pedúnculo esbozado y limbo lanceolado de bordes paralelos (Martínez, 2003, 2007). En este segundo bloque, se destaca además que el tipo QSB desaparece ca.7400 AP.

Hacia los 5500 años AP vuelve a estar presente en la secuencia arqueológica local el tipo morfológico QSB, haciéndose más frecuente, hacia los 3800 años AP. Cabe destacar que en este momento el diseño presenta algunas peculiaridades tecnológicas y tipológicas que permiten diferenciarlo de aquel de inicios del Holoceno Medio (Hocsman, 2006). Por otra parte, entre los 5500 y los 4500 años AP es recurrente un diseño de punta de proyectil con pedúnculo destacado y hombros o con pedúnculo esbozado, denominado QSF (*ibid.*). El mismo ha sido asociado a lanza (Martínez, 1997). También se ha planteado la posibilidad de que, en vez de tratarse de puntas de proyectil, este diseño corresponda a *cuchillos enmangados* (Aschero *et al.*, 1991). No obstante, se ha optado por mantener su denominación de puntas de proyectil (Hocsman 2006), amén del hecho de que en su historia de vida, tales artefactos podrían haber empezado como puntas de proyectil y culminado como cuchillos.

Las evidencias macroscópicas de adhesivos en puntas de proyectil se han documentado en el lapso 7900-3800 AP en QS3 en 21 casos correspondientes a los niveles 2b11 a 2b9 y en 6 casos de los niveles 2b5 a 2b1; en PCz1.1 en 18 especímenes y en PP4 en un ejemplar. A juzgar por las evidencias disponibles, tanto el sistema de dardo/propulsor como el de lanza habrían requerido del empleo de adhesivos para el enmangue. Es interesante que otros artefactos, además de los sistemas de armas, presentan residuos en la zona de enmangue. Es el caso de un cuchillo microdenticulado sobre un biface parcial recuperado en QS3 -ca.5500 AP- (Hocsman, 2006).

Los adhesivos en las piezas analizadas aparecen como una fina película coloreada translúcida u opaca, de brillo resinoso. Tanto en el caso de las armas de caza, así como en el de los artefactos de procesamiento, los adhesivos habrían sido utilizados para fijar el pedúnculo o sector basal de los instrumentos líticos a un elemento de madera -no hay registros, hasta el momento, de utilización de artefactos de otras materias primas como, por ejemplo, hueso o asta-. Esto facilitaba, respectivamente, la inserción y recambio del artefacto o su prensión y manipulación. En el área de estudio el adhesivo no habría sido empleado a modo de mango, como si es el caso en la arqueología australiana o europea, por ejemplo (Mazza *et al.*, 2006, McCarthy, 1976, Parr, 2002).

Ciertamente, estos residuos corresponden a “sustancias adheridas” no identificadas, pero por su ubicación en las piezas, por referencias etnográficas y de acuerdo con la literatura arqueológica, las mismas han sido consideradas como “resinas” o “mástic”. Aquí optamos por la denominación genérica de *adhesivos naturales* puesto que los dos términos anteriores suponen una caracterización composicional conocida. Tomando en cuenta esta hipótesis de trabajo y considerando la ausencia de estudios sistemáticos sobre la naturaleza de los adhesivos utilizados a nivel macro-regional, desarrollamos un diseño de investigación dirigido a la caracterización de los mismos.

LOS ADHESIVOS NATURALES Y LAS TÉCNICAS PARA SU CARACTERIZACIÓN

Los *adhesivos naturales* corresponden a un grupo de sustancias orgánicas denominadas “productos naturales” que proceden originalmente de plantas o animales (Lambert, 1998). La mayoría de los adhesivos naturales de origen americano pueden agruparse en tres clases

(Derrick, 2007, Lambert, 1998):

- a) **Resinas:** materiales adhesivos secretados por árboles o arbustos, de origen fisiológico o fisiopatológico, que se producen como respuesta a situaciones de estrés ambiental o a daños, respectivamente. Son productos amorfos sólidos o semisólidos, frágiles y de naturaleza química compleja. Están constituidos por componentes moleculares insolubles en agua, principalmente terpenos -hidrocarburos- y terpenoides -alcoholes, aldehídos y cetonas-. Las resinas son naturalmente pegajosas pero pierden esta propiedad al deshidratarse y endurecer. Entre las más conocidas se encuentran la resina de *Pinus* spp y el “máctic” que se obtiene de especies del género *Pistacia*. Dos variantes dentro del grupo de las resinas están dadas por las oleoresinas y las goma-resinas. Las primeras son mezclas homogéneas de resinas y aceites esenciales, que se presentan blandas y pegajosas a temperatura ambiente. Las segundas son extractos compuestos de ambos productos que no se exudan naturalmente, sino como respuesta a daños en la planta.
- b) **Colas:** materiales adhesivos líquidos compuestos de proteína de origen animal que producen uniones fuertes, flexibles y resistentes al agua. Se obtienen al cocer en agua partes animales ricas en colágeno, tales como huesos, cartílago, tendones, intestinos y/o piel. El colágeno constituye una proteína normalmente insoluble en agua pero que puede hidrolizar al ser sometida a un rango dado de temperatura y presión, conformando una gelatina semitransparente con residuos de los materiales proteínicos originales, capaz de espesar al enfriarse. Las gomas de carpintero corresponden a este grupo de adhesivos.
- c) **Gomas:** al igual que las resinas, las gomas son exudados que afloran por zonas dañadas en las plantas pero, a diferencia de ellas, están compuestas en gran parte por carbohidratos solubles en agua. Es el caso, por ejemplo, de la goma arábiga (*Acacia senegal*).

El empleo antrópico tradicional de los adhesivos para el enmangue de artefactos ha involucrado procesos fisicoquímicos de mayor o menor complejidad que incluyen desde la destilación hasta el calentamiento y rehidratación, destinados a alterar temporal o definitivamente sus propiedades una vez que han espesado y solidificado. En el caso de los adhesivos vegetales, se han registrado variantes de aplicación: a) en estado pulverulento, sobre las partes artefactuales ensambladas que son sometidas posteriormente al calor y b) en estado fluido, sobre uno de los artefactos que luego es ensamblado con el resto de los elementos del sistema. Las resinas, en particular, pueden ser fortalecidas mediante el agregado de otros materiales tales como cera de abeja, arena fina y fibras vegetales (Parr, 2002). Asimismo, pueden contener grasas animales, sales inorgánicas o polvo de hueso añadidos con el objetivo de cambiar su coloración o acelerar el proceso de endurecimiento (Derrick, 2007).

Se han empleado diferentes técnicas analíticas para la caracterización de los adhesivos naturales arqueológicos, entre las que se pueden mencionar el análisis molecular mediante la Espectrofotometría infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y diferentes clases de cromatografías, así como el estudio de granos de almidón mediante microscopía óptica. En los tres casos, la asignación taxonómica de la fuente de adhesivo requiere de la comparación con patrones procedentes de fuentes conocidas.

Cada una de las clases generales de adhesivos naturales se caracteriza por un patrón determinado en sus correspondientes espectros FTIR (Derrick, 1989). Dentro de los adhesivos vegetales, los espectros de distintas fuentes naturales (*i.e.* taxones vegetales) pueden presentar variantes que permiten, en algunos casos, su diferenciación hasta el nivel de género (Lambert, 1998, Mazza *et al.*, 2006).

La cromatografía es un procedimiento mediante el cual los componentes químicos incluidos en una mezcla son separados en sus formas puras al fluir sobre o a través de un material líquido o sólido. Constituye un método apropiado para el caso de los adhesivos ya que éstos se encuentran integrados por numerosos componentes moleculares. Entre sus variantes se incluyen la Cromatografía gaseosa acoplada a Espectrometría de masas (GC-MS), líquida de alta resolución (HPLC), en capa fina (TLC) y en papel (PC). , Estas técnicas proveen de una

caracterización química detallada, dando acceso a las combinaciones particulares en que los compuestos orgánicos se hallan presentes en distintos géneros e, inclusive, especies vegetales (Mazza *et al.*, 2006, Parr, 2002).

Los granos de almidón constituyen la principal forma en que las plantas almacenan carbohidratos. Su producción se encuentra controlada genéticamente por lo que poseen valor para la asignación taxonómica de la fuente de origen, mediante su observación por Microscopia óptica o electrónica de barrido. Su aplicabilidad para el estudio de resinas arqueológicas, así como la del polen, ha sido demostrada recientemente (Parr, 2002).

La correcta asignación de los adhesivos arqueológicos requiere considerar los efectos degradativos producidos por el calor y el paso del tiempo -principalmente, en la forma de degradación diagenética-, los cuales alteran la composición inicial de la sustancia en diversas maneras: pérdida de componentes, aparición de productos de degradación y cambios en los porcentajes en que todos ellos se encuentran (Derrick, 2007, Parr, 2002, Stern *et al.*, 2003). Esto puede implicar la necesidad de realizar ensayos para evaluar los efectos de los procesos taxonómicos sobre los adhesivos.

UN DISEÑO PARA EL ABORDAJE DE LOS ADHESIVOS ARQUEOLÓGICOS

Sobre el total de 47 piezas que presentan residuos de adhesivos, se han seleccionado 19 puntas de proyectil de los sitios QS3, PCz1.1 y PP4 y 1 biface de QS3 que corresponden al lapso completo del registro de adhesivos en Antofagasta de la Sierra (*ca.* 7900-3800 años AP). También se han contemplado diseños contemporáneos, a fin de obtener un primer panorama de la diversidad diacrónica y sincrónica en la composición de estas sustancias.

En la base de nuestra investigación sobre adhesivos arqueológicos consideramos interrogantes tales como: ¿qué clases de adhesivos existen?, ¿cuáles son sus composiciones y fuentes en la naturaleza?, ¿qué especies las proveen a nivel local y regional?, ¿qué técnicas fisicoquímicas son más apropiadas para su identificación?, de ellas, ¿cuáles pueden brindar resultados confiables empleando una pequeña cantidad de muestra? y ¿cuál es el grado de precisión de las mismas para la asignación taxonómica de la fuente?

Hemos seleccionado la técnica de FTIR como punto de partida para el análisis de las muestras arqueológicas con cuatro objetivos: a) asignar los espectros de las sustancias adheridas presentes en pedúnculos o sectores basales de los artefactos líticos a alguno de los tres casos de adhesivos pasibles de empleo en el ámbito americano precolombino -resinas, gomas y colas- y establecer si proceden de recursos de origen animal o vegetal; b) confirmar de este modo, que los residuos formaban parte del enmangue de los instrumentos y no representan contaminaciones con sustancias no resinosas durante el uso de los mismos; c) determinar la presencia de mezclas de tipo goma-resinas u oleoresinas y el eventual agregado intencional de aditivos para la coloración y endurecimiento y d) identificar posibles compuestos de degradación y cambios en la composición de las resinas arqueológicas que puedan ser atribuidos a efectos antrópicos y/o naturales.

Esta técnica requiere de mínima cantidad de muestra con la posibilidad de su recuperación para posteriores análisis y provee de una base estructural sólida sobre la cual continuar la investigación. Los primeros resultados de nuestra investigación en curso corresponden a espectros FTIR que se encuentran en proceso de interpretación.

Una vez determinada la clase general de adhesivo, el siguiente paso en la investigación se dirige a su caracterización química y asignación taxonómica con los siguientes objetivos: a) establecer variantes en la composición química y los conjuntos de granos de almidón que permitan identificar los géneros o especies de los que se provieron los grupos prehispánicos de Antofagasta de la Sierra, b) ubicar las áreas fuentes de tales taxones y plantear posibles zonas de aprovisionamiento y c) determinar, eventualmente, qué parte de las variaciones en la

composición de los residuos puede atribuirse al efecto de procesos antrópico-naturales y/o al empleo de aditivos.

Para esta etapa del trabajo está prevista la realización de análisis mediante la técnica de HPLC y la caracterización de los conjuntos de granos de almidón en los adhesivos mediante Microscopía óptica -se incluirá el registro de silicofitolitos, cristales de calcio y polen- (Babot, 2004).

Con el fin de producir patrones de referencia de especies conocidas para la asignación de las muestras arqueológicas, se ha comenzado con la conformación de una base de datos sobre taxones productores de adhesivos a nivel local y regional. Para esto se emplea información histórica, etnográfica y botánica que permita plantear hipótesis acerca de *fuentes potenciales de adhesivos naturales* y su ubicación geográfica. En lo posible se recupera información sobre el tipo y composición de los adhesivos que esas plantas producen, su presentación y época del año en la cual están disponibles. Paralelamente, se está conformando una colección de referencia con muestras de adhesivos que son procesadas progresivamente para los fines comparativos.

Distintos autores han abordado las modificaciones en la composición de los adhesivos como resultado del calentamiento y los procesos de degradación diagenética (por ejemplo, Stern *et al.*, 2003). Éstos proveen de información de control tafonómico que, de ser necesario, se complementará con la realización de ensayos experimentales de calentamiento a diferentes temperaturas.

En el plano arqueológico, además de la caracterización misma de los residuos de adhesivos y la ubicación de sus áreas fuentes, los planteos de la investigación incluyen las implicancias de esta información en términos de intercambios regionales de bienes. Nos preguntamos: siendo un recurso básico para el ensamblaje de los sistemas de armas, ¿su aprovisionamiento habría sido local o extra-local?, ¿seguirían estos circuitos las mismas rutas que los demás elementos líticos y no líticos de los sistemas de armas?, ¿los cambios en los adhesivos se solapan con reemplazos ocurridos entre otros elementos de los sistemas de caza?

Definir la época de extracción en el año y el tipo de procedimiento y programación anual que es preciso seguir para obtener exudados en el caso de fuentes vegetales, nos permitiría situar la obtención-extracción de adhesivos espacial y estacionalmente. Es preciso definir cuales son las modalidades de uso de estas sustancias con posterioridad a la extracción, cómo habrían sido almacenadas, qué procesos fisicoquímicos habrían sido requeridos para su aplicación y eventual reciclaje.

Por último, se espera establecer si existe relación entre el mantenimiento o reemplazo de fuentes de resina durante el Holoceno temprano-medio y las modificaciones en las pautas de movilidad residencial que se postulan a nivel local para dicho lapso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aschero, C., P. Escola, S. Hocsman y J. Martínez
2002-04 Recursos líticos en escala microrregional. Antofagasta de la Sierra, 1983-2001. *Arqueología* 12: 9-36.
- Aschero, C. y J. Martínez
2001 Técnicas de caza en Antofagasta de la Sierra, Puna meridional argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXVI: 215-241.
- Babot, M.P.
2004 *Tecnología y utilización de artefactos de molienda en el Noroeste prehispánico*. Tesis de Doctorado en Arqueología, FCN e IML, UNT. Inédita.
- Derrick, M.R.
1989 Fourier transform infrared spectral analysis of natural resins used in furniture finishes. *Journal of the American Institute for Conservation* 28(1): 43-56.

Derrick, M.R.

2007 *Conservation and Art Materials Encyclopedia (CAMEO)*. Conservation and Collections Management Department of the Museum of Fine Arts, Boston (MFA).

Elkin, D.

1996 *Arqueozoología de Quebrada Seca 3: indicadores de subsistencia humana temprana en la Puna meridional argentina*. Tesis de Doctorado, FFyL, UBA. Inédita.

Hocsman, S.

2006 *Producción lítica, variabilidad y cambio en Antofagasta de la Sierra -ca.5500-1500 AP-*. Tesis de Doctorado en Ciencias Naturales. FCN y Museo, UNLP. Inédita.

Lambert, J.

1998 *Traces of the past. Unreveling the secrets of archaeology through chemistry*. Perseus Books Reading, Massachussets.

Martínez, J.

1997 *Estrategias y técnicas de caza. Análisis tipológico-tecnológico de proyectiles arqueológicos*. Trabajo Final de Carrera de Arqueología, UNT. Inédita.

2003 *Ocupaciones humanas tempranas y tecnología de caza en la microrregión de Antofagasta de la Sierra (10000-7000 AP)*. Tesis de Doctorado en Arqueología, FCN e IML, UNT. Inédita.

2005 Tecnología de cazadores en la Puna Meridional Argentina: el caso de Peñas de la Cruz 1. *Mundo de Antes* 4: 25-49.

2007 Ocupaciones humanas tempranas y tecnología de caza en Antofagasta de la Sierra, Puna meridional argentina (10000-7000 AP). Enviada a *Cazadores-Recolectores del Cono Sur* 2.

Martínez, J. y C. Aschero

2003 Proyectiles experimentales: Inca Cueva 7 como caso de estudio. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (UNJu)* 20: 351-364.

Mazza, P.P.A., F. Martín, B. Sala, M. Magi, M.P. Colombini, G. Giachi, F. Landucci, C. Lemorini, F. Modugno y E. Ribechini

2006 A new Palaeolithic discovery: tar-hafted stone tools in a European Mid-pleistocene bone-bearing bed. *Journal of Archaeological Science* 33: 1310-1318.

McCarthy, F.D.

1976 *Australian aboriginal stone implements*. The Australian Museum Trust. Sydney.

Parr, J.F.

2002 The identification of Xanthorrhoea resins by starch morphology: prospects for archaeological and taxonomic applications. *Economic Botany* 56(3): 260-270.

Rodríguez, M. y J. Martínez

2001 Especies vegetales alóctonas como recursos arqueológicos en el ámbito puneño. *Publicación Especial de la Asociación Paleontológica Argentina* 8: 139 a 145.

Stern, B., C. Heron, L. Corr, M. Serpico y J. Bourriau

2003 Compositional variations in aged and heated *Pistacia* resin found in Late Bronze Age Canaanite amphorae and bowls from Amarna, Egypt. *Archaeometry* 45(3): 457-469.



ANÁLISIS POR FT-IR DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN INSTRUMENTOS LÍTICOS PROVENIENTES DEL SITIO CUEVA DE LAS MANOS, CAPA 6, RÍO PINTURAS (SANTA CRUZ, ARGENTINA)

Gabriela Roxana Cattáneo¹, Gastón Alejandro Guzmán², Claudia Viviana Di Lello³,
Cristina Marilyn Calo⁴, Ana M. Aguerre⁵

1 CONICET-UNLP-Museo de Antropología- Universidad Nacional de Córdoba,

2 CIC- Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas

3 CIC-UNLP. Museo de La Plata. División Mineralogía

4 UNLP-Facultad de Cs. Naturales y Museo

5 CONICET- Sección Arqueología del ICA-FFy L-UBA

androx@ciudad.com.ar espectro@cidepint.gov.ar claudiadilello@yahoo.com.ar

marilin_cal@yahoo.com.ar amaguerre@gmail.com

RESUMEN

Se presentan los resultados de varios tipos de análisis realizados sobre cinco instrumentos líticos provenientes de la excavación del sitio Cueva de las Manos, al noroeste de la provincia de Santa Cruz, en las campañas de 1973, 1974 y 1977. En la ocupación más antigua de la cueva (capa 6, con dos dataciones de $c14$ de ca. 9300 AP), se destacó el hallazgo de 10 piezas denominadas “cepillos o raspadores grandes”, instrumentos espesos de base plana, sobre sílice, con un filo abrupto (entre 80° - 120° de ángulo de bisel). El objeto de este trabajo es aportar a la comprensión de la funcionalidad de este grupo morfo-tipológico definido sensu Aschero (1975) con nuevas metodologías que hoy nos permiten profundizar en su estudio. Para ello se realizó el análisis de espectrofotometría infrarroja (FT-IR) de residuos orgánicos adheridos a los bordes activos de los instrumentos; y, a los fines de obtener muestras comparativas de residuos orgánicos contemporáneos a los instrumentos estudiados se realizó un análisis de FT-IR sobre:

- Restos óseos de *Lama guanicoe* procedentes de la misma capa estratigráfica.
- Restos vegetales (maderas) de varios géneros provenientes de la misma capa estratigráfica.
- Coprolitos, provenientes de la misma capa estratigráfica.
- Sedimentos, de la capa en estudio.
- Estas muestras se completaron con el estudio de restos de cuero y sangre de *Lama guanicoe* actual.

Finalmente, se realizó el análisis de microhuellas de uso de los mismos bordes activos donde se encontraban las adherencias utilizando microscopía de altos aumentos a los fines de establecer la presencia de micropulidos diagnósticos en relación al tipo de acción y material trabajado.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge en el marco del proyecto “Diseño y función en el área arqueológica Río Pinturas (Santa Cruz, Argentina): el estudio de los instrumentos líticos a través de técnicas cuantitativas (Iluminación estructurada y Perfilometría láser)”. El mismo tiene como objetivo general el estudio del *diseño* y de la *función* de instrumentos líticos arqueológicos provenientes de excavaciones estratigráficas del área Río Pinturas (provincia de Santa Cruz) para discutir expectativas en cuanto a la permanencia de ciertas formas de diseño a través del tiempo (consideraremos el lapso 9.500-1.400 años AP) aportando a la discusión sobre las caracterizaciones de las ergologías.

En esta oportunidad se presentan los resultados de varios tipos de análisis realizados sobre cinco instrumentos líticos (Figura 1) provenientes de la excavación del sitio Cueva de las Manos, al noroeste de la provincia de Santa Cruz, en las campañas de 1973, 1974 y 1977

(Gradín, Aschero y Aguerre, 1976, Aguerre, 1977). En la ocupación más antigua de la cueva (capa 6, con dos dataciones de C14 de ca. 9300 AP), se destacó el hallazgo de 10 piezas denominadas “cepillos o raspadores grandes”, instrumentos espesos de base plana, sobre sílice, con un filo abrupto, entre 80° - 120° de ángulo de bisel (Aguerre, 1977:135). El objeto de este trabajo es contribuir a la comprensión de la funcionalidad de este grupo morfo-tipológico definido *sensu* Aschero (1975 y 1983) con nuevas metodologías que hoy nos permiten profundizar en su estudio. Para ello se analizó por espectrofotometría infrarroja (FT-IR) los residuos orgánicos adheridos a los bordes activos de los instrumentos; y, a los fines de obtener muestras comparativas de residuos orgánicos contemporáneos a los instrumentos estudiados se realizaron análisis de FT-IR sobre las distintas clases de sustancias orgánicas recuperadas en la excavación en la misma capa estratigráfica. Estas muestras se completaron con el estudio de restos de cuero y sangre de *Lama guanicoe* actual.

Finalmente se realizó un análisis de base microscópica de microhuellas de uso de los mismos bordes activos donde se encontraban las adherencias utilizando microscopía de altos aumentos a los fines de establecer la presencia de micropulidos diagnósticos en relación al tipo de acción y material trabajado.

METODOLOGÍA

La muestra arqueológica corresponde a cinco artefactos líticos de filos normales irregulares, dobles, con aristas sinuosas regulares. El bisel de los filos es asimétrico; todos (a excepción de un caso fracturado) poseen al menos dos filos activos cuyos ángulos de ataque varían entre 85° y 110°, encontrándose en muchos de los casos ángulos superiores a los 120°, por reactivación y/o embotamiento (Aguerre, 1977 *op.cit* y Aschero, 1975, 1983).

Las cinco piezas se encuentran confeccionadas sobre formas-base de tipo guijarro de sección plano-convexa, utilizándose la cara plana con 100% de corteza como superficie de apoyo para realizar la acción o trabajo. El procedimiento técnico de extracción se corresponde con lascados simples de formatización, retalla y retoque. Los lascados sobre la cara dorsal desde el borde de las piezas son profundos y parcialmente a extendidos. Son piezas unifaciales directas, con lascados escamosos irregulares y profundos. El módulo anchura-espesor (ancho máximo/espesor máximo) es muy espeso, (1,4 en promedio para los cinco casos) (Figura 1). Las características petrográficas de cada instrumento se muestran en la Tabla 1.

El análisis de residuos orgánicos adheridos en instrumentos líticos requiere la comparación con otros restos provenientes de la misma capa estratigráfica para descartar posibles contaminaciones. Entonces, previo al análisis de los instrumentos se procedió a seleccionar muestras de 6 tipos de restos vegetales, de los cuales se realizó su determinación taxonómica (ver Tabla 2). Además de las mencionadas se seleccionaron para ser analizados restos de Coirón (*Festuca pallescens*) provenientes de la misma capa (cuadrante I capa 6, base) y otros materiales orgánicos: materiales óseos de *Lama guanicoe* (Sondeo I cuadrante B capa 5BInf), un coprolito, sedimentos (para una descripción de la composición de la misma ver Aguerre, 1977: 130-131) y taninos, todos provenientes de la misma capa estratigráfica.

Con respecto a los restos vegetales, dichas

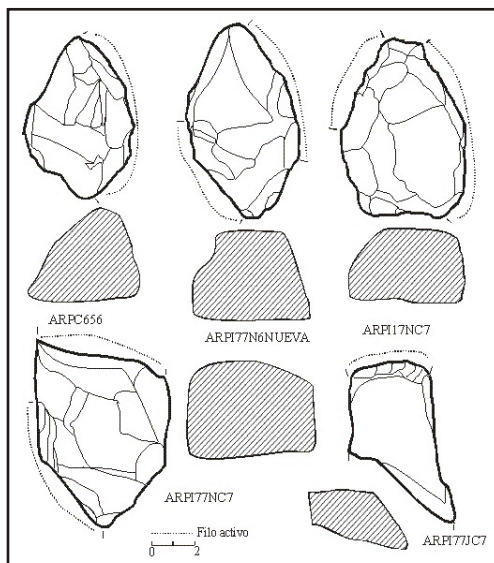


Figura 1. Muestra de los instrumentos líticos analizados

Nombre de la muestra	Características petrográficas
ARPC656	Color castaño, brillo mate (graso). Fractura concoidal. Escasos corpúsculos de óxido hidróxidos de hierro, de color rojo.
ARPI17NC7	Color rojo a amarillo castaño, brillo mate (graso). Fractura concoide. Predominantemente ópalo con hidróxidos de hierro en glomérulos, posiblemente también de manganeso.
ARP I77NC 6 nueva	Color variable del rojo claro, amarillo a castaño. En parte el brillo es graso (ópalo predominante) y en otras es más vítreo (¿cuarzo?). Fractura predominantemente concoide.
ARPI77NC7	Color rojo castaño dominante por sobre el amarillo castaño claro Constituida por ópalo fundamentalmente.
ARPI77JC7	Color heterogéneo, rosa claro con pátina de óxido de manganeso (negro) hasta amarillo castaño. Fractura concoidal. Compuesta mayormente por ópalo.

Tabla 1. Características petrográficas de las piezas estudiadas

muestras corresponden a fragmentos de ramas cuya similitud observable a ojo desnudo permitió agruparlas en 6 conjuntos. De cada grupo se seleccionó un trozo de leño al azar que fue preparado a fin de examinar tres secciones diagnósticas (transversal, longitudinal tangencial y longitudinal radial) en el microscopio de barrido electrónico. Luego se procedió a describir cualitativa y cuantitativamente los cortes. La determinación se realizó teniendo en cuenta la caracterización fitogeográfica de la zona (Cabrera, 1976, Movia *et al.*, 1987), estudios palinológicos y antracológicos en sitios del área (D'Antoni, 1978, Ancíbor, 1988-1990, Trivi de Mandri *et al.*, 1994 entre otros) y descripciones e imágenes de la anatomía del leño de especies locales (Roig y Bárcena, 1997, Marconetto, 2005, Rivera, 1996). En el caso de uno de lo ejemplares estudiados fue necesario efectuar cortes sobre material de referencia (LP ex LPS N°1218 *Berberis microphylla* Forst.) que fueron examinados en MEB (Figura 2a).

Muestra	Determinación taxonómica de especies leñosas
1	CT (corte transversal) porosidad semicircular; poros solitarios y agrupados de disposición dendrítica. Anillos de crecimiento demarcados; parénquima axial paratraqueal y apotraqueal; fibras abundantes de paredes muy engrosadas; presencia de gomas y resinas. CLT (corte longitudinal tangencial) no se observa estratificación. CLR (corte longitudinal radial) radios multiseriados heterocelulares. Determinación: <i>aff. Berberis</i> sp. δ LUMEN DEL VASO (μ) 15,21
2	CT porosidad difusa a semicircular; poros solitarios y agrupados de disposición dendrítica; anillos de crecimiento demarcados; parénquima axial apotraqueal y paratraqueal: presencia de gomas y resinas. CLT no se observa estratificación. Determinación: <i>aff. Berberis</i> sp. δ LUMEN DEL VASO (μ) 16,66
3	CT porosidad semicircular; poros solitarios y múltiples cortes de contorno subcircular y disposición dendrítica; anillos de crecimiento demarcados; parénquima axial paratraqueal y apotraqueal abundante; fibras de pared delgada. CLT radios uniseriados; no se observa estratificación. Determinación: <i>aff. Fabiana</i> sp. δ LUMEN DEL VASO (μ) 38,88
4	CT porosidad semicircular a circular; poros solitarios, agrupados y múltiples cortes de disposición diagonal; anillos de crecimiento demarcados; parénquima axial apotraqueal agregado y paratraqueal unilateral; fibras compactadas y fibrotraqueidas vasicéntricas; presencia de tilides (Figura 1e). CLT estratificación completa; radios uniseriados, triseriados y multiseriados (45 células) (Figura 2d). CLR radios posiblemente homocelulares; placas simples oblicuas. Indeterminado. δ LUMEN DEL VASO (μ) 25,88
5	CT porosidad difusa a semicircular; poros solitarios, agrupados y múltiples cortes de disposición dendrítica; parénquima axial paratraqueal y apotraqueal (Figura 2b). CLT no se observa estratificación (posible nudo); radios multiseriados (5-6 células) (Figura 2c). Determinación: <i>aff. Berberis</i> sp. δ LUMEN DEL VASO (μ) 22,37
6	CT porosidad semicircular; poros solitarios, agrupados y múltiples cortes de contorno subcircular; anillos de crecimiento demarcados; parénquima axial apotraqueal y paratraqueal; fibras de paredes poco engrosadas; presencia de gomas y resinas. (Figura 2 1f) CLT radios uni-biseriados. CLR placas simples con punteaduras alternas. Determinación <i>aff. Fabiana</i> sp. 32,14.

Tabla 2. Determinación taxonómica de especies leñosas

Análisis espectrográfico por FT-IR

De los instrumentos arqueológicos se extrajo parte del material adherido a los filos (ver ej. Figura 3) mediante raspado con espátula. Dicho material fue luego molido junto a KBr en mortero de ágata para generar por prensado una pastilla a la cual se le realizó un espectro por

transmisión en un espectrofotómetro Perkin Elmer Spectrum One, en el rango de 4000 a 385 cm^{-1} con 16 barridos y una resolución de 4.00 cm^{-1} .

Para descartar posibles errores de interpretación ocasionados por sustancias que se encontraran en el sedimento y se adhirieran al instrumento fueron realizados espectros de distintos materiales (ver Figura 5). Para ello fue utilizada la técnica de reflectancia total atenuada (ATR) sobre placa de diamante ZnSe (el cambio de técnica se debe a que los huesos son muy difíciles de moler, resultando prácticamente imposible obtener pastillas), con el resto se usó la misma técnica para que los resultados fuesen comparativos.

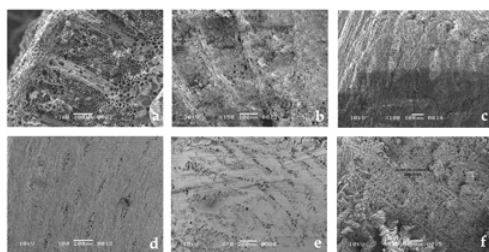


Figura 2. a) CT *Berberis microphylla*; b) CT muestra 5; c) CLT muestra 5; d) CLT muestra 4; e) CT muestra 4; f) CT muestra 6

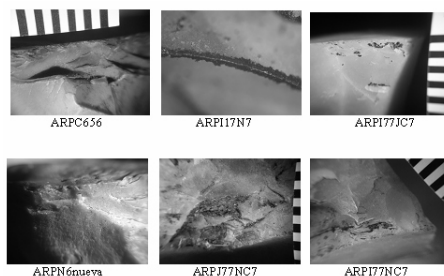


Figura 3. Ejemplos de las adherencias muestreadas en los instrumentos estudiados

RESULTADOS

Los espectros de las adherencias de los instrumentos (ver Figura 4) muestran picos que revelan la presencia de urea (1637 y 1617 cm^{-1}) y aminoácidos (3420 cm^{-1}) como residuos provenientes de la degradación de proteínas.

Los espectros demostraron que las sustancias encontradas en los instrumentos no corresponden con las del sedimento ni con el resto de las sustancias halladas junto con ellos.

Los espectros de material extraído de cuero de guanaco y de taninos fueron trazados con la misma técnica empleada en las muestras de los instrumentos.

Análisis funcional

Una vez recuperados los restos orgánicos para su estudio se procedió al análisis de los fillos retocados a los fines de determinar la presencia de micropulidos provocados por el uso y tratar

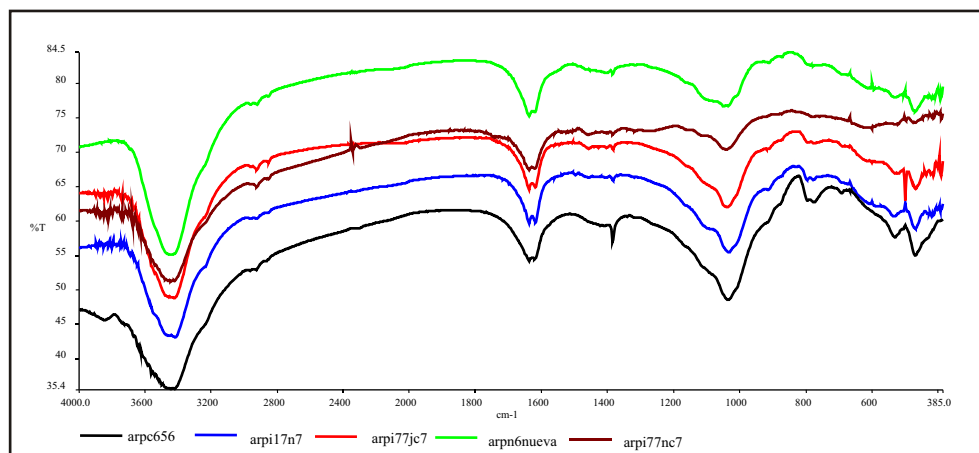


Figura 4. Espectros de las adherencias de los instrumentos

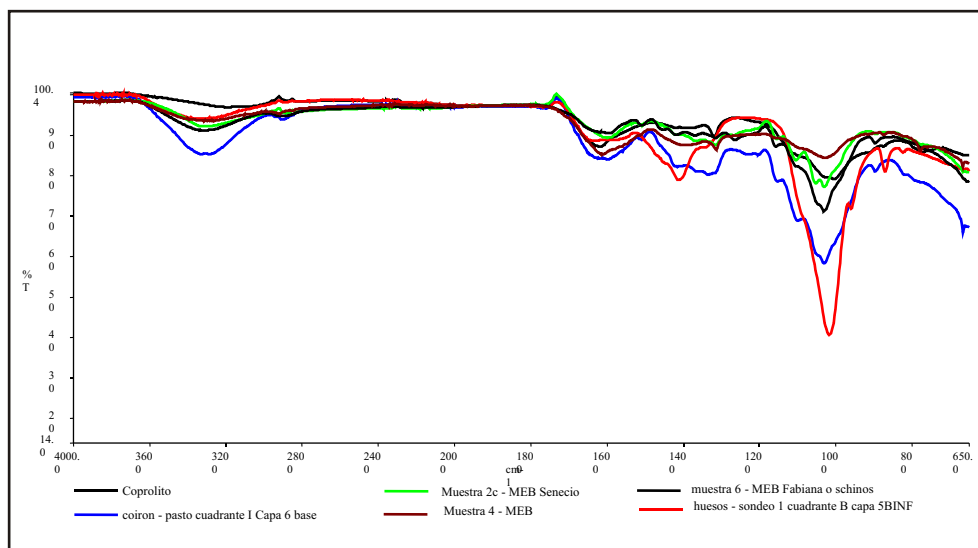


Figura 5. Espectros de posibles contaminantes

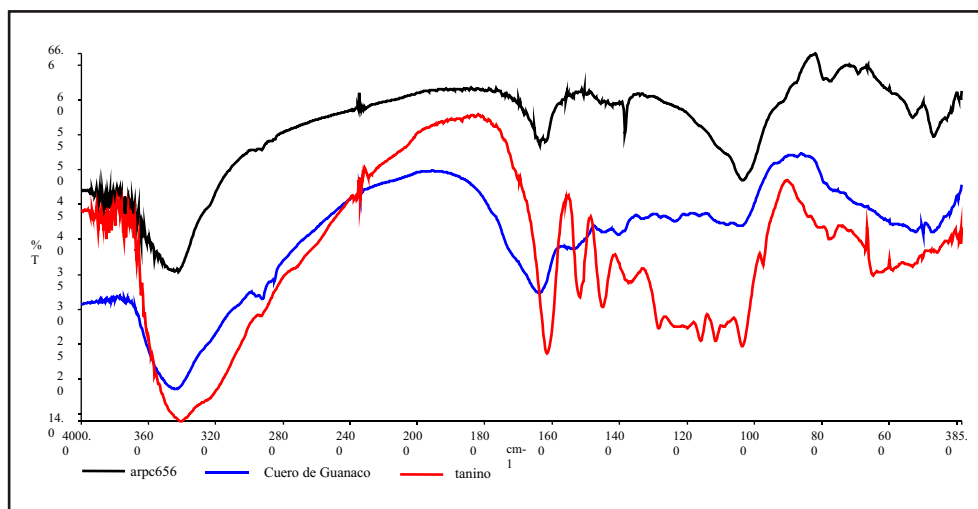


Figura 6. Comparación del material adherido con tanino y cuero

de establecer sus características. En primer lugar se limpiaron los fillos con agua jabonosa y acetona. Luego se realizaron observaciones bajo lupa (20X) y microscopía de altos aumentos utilizando un microscopio Nikon Epiphot 200 (metalográfico invertido) a 50, 10 y 200 aumentos. Se registró un buen estado de conservación de los fillos con presencia de rastros complementarios macro y microscópicos (ver Tabla 3 y Figura 7).

En relación al análisis funcional, las cinco piezas presentaron micropulidos diagnósticos con una variación propia del trabajo sobre cuero. El rango va de relativamente brillante, pulido grasoso, resultado del trabajo de cuero fresco (Figura 7d-f) a un pulido mas mate con pozos y zonas redondeadas del trabajo de cuero mas seco (Figura 7c).

Una de las piezas presentó, además, indicios en una zona de uno de los fillos de trabajo de material mas duro, probablemente de madera (Figura 7 a, b).

	ARPC656	ARPI17NC7	ARPI77NC6 nueva	ARPI77NC7	ARPI77JC7
Localización de los filos (sensu Aschero 1975)	A246	A246 y A13	A24 y A35	A7 y A35	A7
Angulo de los filos (promedio)	85°	105°	110°	105°	85°
Rasgos asociados en el filo	ultramicrolascados adyacentes, astilladuras y melladuras	ultramicrolascados adyacentes, astilladuras y melladuras	ultramicrolascados adyacentes, astilladuras y melladuras	ultramicrolascados adyacentes, astilladuras y melladuras	ultramicrolascados adyacentes, astilladuras
Sup. redondeada	si	si	si	si	si
Intensidad del redondeamiento	escaso	notorio	escaso	notorio	escaso
Micropulidos	si	si	si	si	si
Orientación de la acción	transversal	transversal	transversal	transversal	transversal
Mat. trabajado probable	cuero	cuero y madera	cuero	cuero	cuero

Tabla 3. Resultados del análisis morfo-tecnológico y funcional de las piezas estudiadas

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Uno de los objetivos principales de este trabajo fue tratar de establecer la función de los cepillos o raspadores espesos a los fines de lograr una correcta asignación morfo-tecnológica. Si bien la muestra de cinco instrumentos es pequeña se eligieron varias técnicas que permitieran de manera conclusiva determinar el último material trabajado (FT-IR) y el modo de acción y micropulidos diagnósticos (análisis funcional de base microscópica). Los resultados fueron concluyentes en cuanto a la primera de las técnicas ya que comparando las muestras de material adherido con todas las demás muestras analizadas quedó demostrado que dicho material es de origen animal (Figura 6). La segunda de las técnicas de estudio, el análisis funcional de base microscópica pudo registrar a su vez de forma independiente micropulidos característicos de trabajo sobre cuero. Ambos estudios permiten, por lo tanto, elegir como categoría morfo-tecnológica para ser descriptos la de raspadores por ser más adecuada que la de cepillos en los términos de Aschero (1975). En función de los estudios aquí presentados nos permiten sugerir la posibilidad de incorporar este tipo de instrumentos como un subtipo dentro de esa clasificación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al personal de la División de Zoología Invertebrados del Museo de La Plata, del Herbario de la División de Plantas Vasculares del Museo de La Plata, en especial a la Jefa de la Sección Poaceae y de Sección Dicotiledóneas (excepto Asteraceae) Lic. Laura Iharlegui. Al personal técnico del Servicio de Microscopia Electrónica de Barrido del Museo de La Plata, Lic. Rafael Urrejola. Estos trabajos se encuentran financiados por CONICET y ANPyCT-(PICT 2004 n°25347).

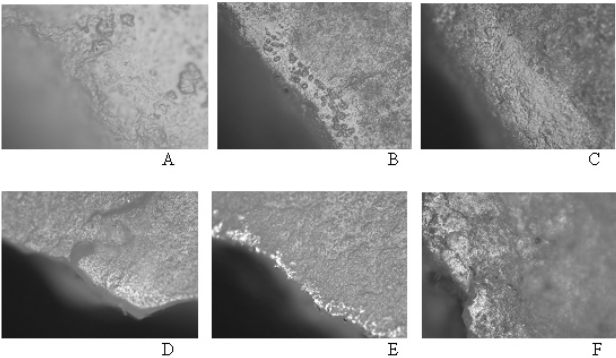


Figura 7. A: Pieza ARP17NC7, cara ventral, 200x.
B: Pieza ARP17NC7, cara ventral, 200X.
C: Pieza ARPN6NUEVA, cara ventral, 200X.
D: Pieza ARPI77JC7, cara ventral, 100X.
E: Pieza ARPI77JC7, cara ventral, 100X.
F: Pieza ARPI77NC7, cara ventral, 200X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguerre, A.M.

1977 A propósito de un nuevo fechado radiocarbónico para la “Cueva de las Manos. Alto Río Pinturas-Provincia de Santa Cruz”. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XI(NS): 129-142. Buenos Aires, Argentina.

Aschero, C.A.

1975 Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. En: Informe al CONICET N° 5. Inédito. Argentina.

1983 Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. Apéndice A-C revisión. Cátedra de Ergología y tecnología (FFyL-UBA). Buenos Aires. Ms.

Ancíbor, E.

1988-1990 Identificación anatómica de restos vegetales. *Anales de Arqueología y Etnología* 43/45 (II): 361-369.

Cabrera, A.L.

1976 Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia de Agricultura y Jardinería* 2(1). ACME.

D'Antoni, H.L.

1978 Palinología del perfil del Alero del Cañadón de las Manos Pintadas (Las Pulgas, provincia de Chubut) *Relaciones N. S. XIII*: 249-262.

Gradin, C., C. Aschero, y A. Aguerre.

1976 Investigaciones arqueológicas en la Cueva de las Manos, Alto río Pinturas, Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* X(NS): 201-250. Buenos Aires, Argentina.

Marconetto, B.

2005 Recursos forestales y el proceso de diferenciación social en tiempos prehispánicos en el valle de Ambato, Catamarca. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. La Plata.

Movia, C., A. Soriano y R.J. León

1987 La vegetación de la Cuenca del Río Santa Cruz (Provincia de Santa Cruz, Argentina) *Darwiniana* 28(1-4): 9-78.

Rivera, S.M.

1996 Tratamiento y diagnóstico del material leñoso de la cueva Epullán Grande (provincia de Neuquén). *Praehistoria* 2: 283-301.

Roig, F.A. y J.R. Bárcena

1997 Identificación anatómica de maderas actuales y carbones arqueológicos del área del Tambo Incaico de Tambillos (Uspallata), Mendoza, Argentina. *Parodiana* 10 (1-2): 91-112.

Trivi de Mandri, M.E., S.L. Burry y M.C. Lombardo

1994 Estudio palinológico preliminar del Alero Chacarmata. 193-201. *Contribución a la arqueología del Río Pinturas. Provincia de Santa Cruz*. Gradin y Aguerre Ed. Ayllu. Concepción del Uruguay. Argentina.



PIGMENTOS Y CUENTAS DE COLLAR HALLADOS EN CONTEXTOS FUNERARIOS DEL SITIO ESQUINA DE HUAJRA (QUEBRADA DE HUMAHUACA)

María Beatriz Cremonte¹, Irma L. Botto², Raúl Viña³

1 (CONICET-UNJu) cremonte@idgym.unju.edu.ar

2 (CEQUINOR-CONICET- UNLP) botto@quimica.unlp.edu.ar

3 (LANADI- CONICET-UNLP) vina@fisica.unlp.edu.ar

RESUMEN

En esta ponencia se presentan los resultados de los estudios arqueométricos por Difracción no destructiva de rayos X, Espectroscopia vibracional (FTIR-Raman) y Microscopía electrónica (SEM-EDX) realizados en el marco de la investigación interdisciplinaria que se viene desarrollando entre la UNJu, la FCE y el LANADI de la UNLP. El objetivo de esta investigación conjunta es la de profundizar en el conocimiento de las materias primas y tecnologías de producción empleadas en diferentes elementos de los registros arqueológicos a nivel de sitio y a nivel regional.

En esta oportunidad se comentan los análisis aplicados a un conjunto de muestras de diferentes colores (azul, verde, rojo y naranja) y a cuentas de collar halladas en la excavación de dos enterratorios (Tumba 1 y Tumba 2) del sitio arqueológico Esquina de Huajra (Tum 10) ubicado en el Departamento de Tumbaya (1.900 msnm, 23° 53,3' 65" lat.S y 65° 26,91' 16" long.O). Tum 10 es un asentamiento Humahuaca Inca cuya excavación permitió recuperar un registro arqueológico relevante para la región, debido a la abundancia, variedad y preservación de los materiales cerámicos, óseos, objetos de metal, etc.

Los análisis indicaron diferentes composiciones químicas y mineralógicas para los pigmentos. Las cuentas de collar de piedra fueron realizadas en turquesa de muy buena calidad, en roca carbonática y en una probable clorita. Mientras que 83 pequeñas cuentas (de 5 mm de diámetro x 1 mm de espesor) concentradas en un sector del piso de la Tumba 2, resultaron ser de hueso y no de valva de molusco como tradicionalmente se considera para las cuentas de estas características observadas a bajos aumentos.

Los resultados obtenidos fundamentalmente han permitido conocer la variedad de las materias primas utilizadas como colorantes (entre las cuales es particularmente importante el de color azul por su rareza) y para la manufactura de adornos seleccionados y/o adquiridos por el grupo que habitó Esquina de Huajra. Asimismo revelan su importancia para contribuir a la interpretación del valor simbólico de estos elementos, como integrantes de las prácticas y rituales mortuorios.

INTRODUCCIÓN

A partir de los estudios arqueométricos por Difracción no destructiva de rayos X, Espectroscopia vibracional (FTIR) y Microscopía electrónica (SEM-EDAX) realizados en el marco de la investigación interdisciplinaria que se viene desarrollando entre la UNJu y la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP, se presentan los resultados del análisis de cuentas de collar y polvos de colores hallados en tres enterratorios (Tumbas 1, 2 y 3) del sitio arqueológico Esquina de Huajra, ubicado en el Dpto Tumbaya (1.900 msnm, 23° 53,3' 65" Lat.S y 65° 26,91' 16" Long.O, sobre la Ruta N° 9).

Esquina de Huajra (Tum 10) está emplazado sobre las laderas de un cerro bajo y presenta muy pocas evidencias arquitectónicas en superficie, sin embargo su excavación permitió recuperar un registro arqueológico relevante para la región meridional de la quebrada de Humahuaca, debido a la abundancia, variedad y preservación de los materiales cerámicos, óseos y objetos de metal encontrados (Cremonte *et al.*, 2007). Los materiales analizados proceden de los ajuares fúnebres de tres de las cuatro tumbas excavadas.

La **Tumba 1** era de planta cuadrangular (1,10 m x 0,55 m) con paredes de piedra. De su interior

se exhumaron 24 elementos óseos correspondientes a cinco individuos: dos hombres adultos de aproximadamente 1,60 m de estatura viva, dos mujeres adultas de 1,52 m a 1,54 m de estatura viva y un perinato de 38 a 40 semanas de gestación (Gheggi, 2005: 49-54). El ajuar fúnebre estaba compuesto por un vasito Ordinario gris y por fragmentos también ordinarios de dos vasijas cerámicas, *un terrón de sedimento compactado rojo*, una placa aplanada y alisada de esquisto, una punta de hueso confeccionada a partir de un metapodio de camélido y un tubo también de hueso con incisiones lineales que pudo ser utilizado para inhalar alucinógenos. El fechado del húmero derecho de uno de los adultos femeninos permitió ubicar la edad de muerte de esa persona a mediados del siglo XV (UGA 16.200: 550 ± 40 AP [calibrado 1 σ]). No sabemos si los otros individuos murieron en la misma época, ya que se trata de un entierro secundario. El escaso ajuar fúnebre que acompañaba a los restos humanos podría corresponder a una época post-incaica como lo demuestra la punta de hueso, un artefacto común en el Período Hispano indígena.

La **Tumba 2** apareció en el interior de un recinto rectangular reutilizado de 2,50 m x 1,50 m con una entrada de 0,40 m de ancho, también con paredes de piedra. En el interior de la estructura se realizó el entierro secundario de 7 individuos representados por 34 elementos óseos. Un hombre de 28 a 35 años de edad, dos mujeres de 1,58 m y 1,54 m de estatura viva aproximada (la mandíbula de una de ellas correspondería a una mujer de unos 60 años) y cuatro niños (Gheggi, 2005: 57 - 59). Entre los restos se encontraron numerosas cuentas de collar: 83 muy pequeñas (de 0,5 mm de diámetro y 1 mm de espesor promedio), dos cuentas trapezoidales blancas y otras dos cilíndricas más pequeñas: una verde y la otra negra. También acompañaban a los restos óseos fragmentos de una pinza de depilar y de un probable colgante de bronce estannífero; así como dos cráneos de patos criollos (*Cairina Moschata s. p.*), una lasca de obsidiana, *polvos de color azul, verde y amarillo* y en alfarería: un platito Humahuaca Inka y fragmentos unas 14 vasijas pertenecientes al estilo local Humahuaca como a otros de la puna jujeña. En este caso se fechó la tibia de uno de los niños indicando que habría muerto a mediados del siglo XVI (GX 32577: 450 ± 60 AP).

La **Tumba 3**, de planta semicircular (1,25 m x 0,70 m) y adosada al muro de un recinto, alojaba los restos óseos de una mujer de aproximadamente 40 años y 1,56 m de estatura al momento de morir. El ajuar estaba integrado por un platito de cerámica negra pulida y otros 6 recipientes cerámicos (Ordinarios, lisos con engobe, y de los estilos Chicha Inka, Casabindo Pintado, Humahuaca y Humahuaca Inka, decorados con bandas reticuladas, espirales de líneas finas y banderines negros). También se encontraron algunos huesos de camélidos, *un polvo compactado de color naranja* y 2 alfileres (“*topu*”) de metal, uno de ellos de plata y cobre. Este adorno procedería de otra región, ya que los objetos realizados con esta aleación son muy escasos en el NOA (Angiorama, 2004). De esta tumba poseemos dos fechados cronométricos, uno de carbón vegetal colectado en el piso de la inhumación (BETA 206919: 280 ± 50 AP) y otro del fémur izquierdo de la mujer (GX 32576: 320 ± 50 AP), ambos permiten ubicar este enterratorio a mediados del siglo XVII.

LAS CUENTAS DE COLLAR

Las cuentas de collar proceden en su totalidad de la Tumba 2 y fueron confeccionadas en diferentes materias primas. Para el análisis de todas ellas se hizo uso de la microscopía electrónica SEM-EDAX y la DRX no destructiva (radiación Cu K). Sin embargo a través de esta última técnica se han presentado dificultades asociadas a la curvatura superficial de las muestras. En efecto, los diagramas de aquellas con mayor curvatura (negra y verde) presentan una señal espuria de gran intensidad en aprox. 44° de 2θ , que resulta difícil de asignar a una especie determinada. Dicha señal se observa con menor intensidad para la cuenta blanca trapezoidal y no se observa en los diagramas de las cuentas blancas pequeñas.

Cuentas trapezoidales blancas: la micrografía de la Figura 1.1 (mag.x50, 500m) muestra el trabajo realizado en la confección de esta cuenta cuyo análisis EDAX (Figura 1.2) reveló valores de C (12,02%), O (54,45%) y Ca (30,45%) y la presencia - en menores proporciones-

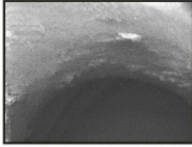


Fig. 1.1

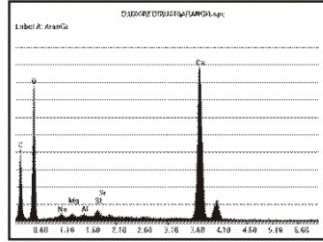


Fig. 1.2

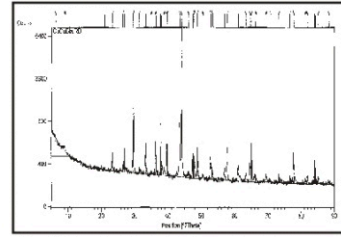


Fig. 1.3

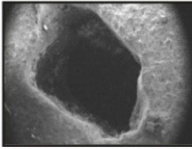


Fig. 1.4

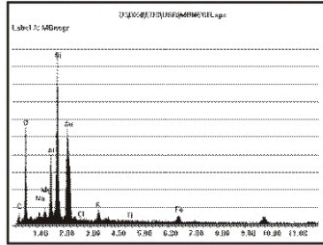


Fig. 1.5

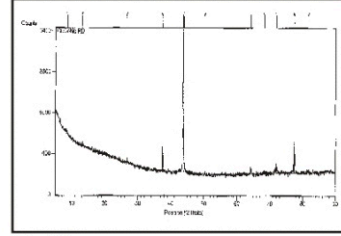


Fig. 1.6

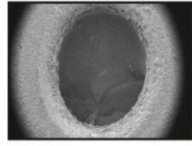


Fig. 1.7

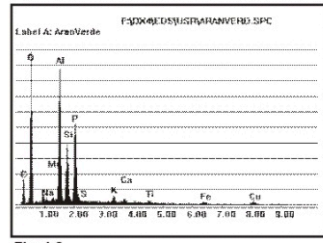


Fig. 1.8

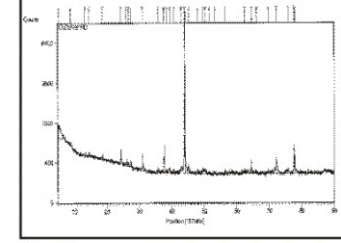


Fig. 1.9

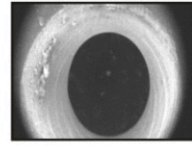


Fig. 1.10

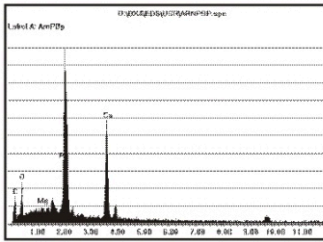


Fig. 1.11

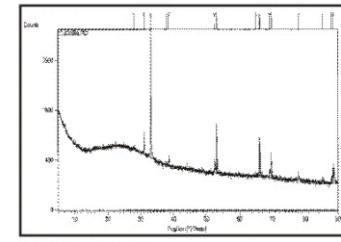


Fig. 1.12

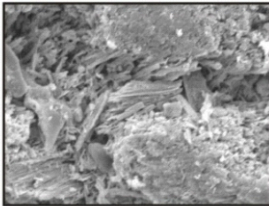


Fig. 1.13

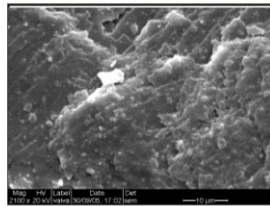


Fig. 1.14

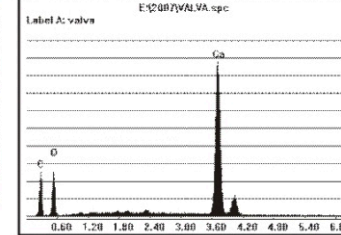


Fig. 1.15

Figura 1. Composición de las cuentas de collar mediante microscopía electrónica (SEM + EDAX) y DRX. 1.1 - 1.3: cuenta trapezoidal blanca; 1.4 - 1.6: cuenta negra (lutita); 1.7 - 1.9: cuenta de turquesa; 1.10 - 1.13; cuenta de hueso; 1.14 - 1.15: micrografía de una valva de molusco y su composición por EDAX

de Na, Mg, Al, Si y Sr (0,88; 1,01; 0,31; 0,68 y 0,20% respectivamente). Los datos permiten aproximar la relación teórica Ca/C para el CaCO_3 (3,33) a la experimental de 2,63 expresada como $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Sr})/\text{C}$. Puede concluirse que el material corresponde a una roca carbonática como surge asimismo del espectro DRX (Figura 1.3) (PDF CaCO_3 86-2336)

Cuenta cilíndrica negra: en la micrografía de la Figura 1.4 (magnif.x39, 500 m) puede apreciarse el orificio central irregular que contrasta con el fino trabajo de pulimento que presenta el borde externo de la cuenta. El análisis EDAX (Figura 1.5) reveló que la base del material sería un aluminosilicato con una relación Si/Al ligeramente superior a 2, conteniendo Fe, Cl y S como cromóforas responsables del color. Los valores promedios de 5 determinaciones son los siguientes: Si 24,48%; Al 11,33%; Na 1,59%; O 50,29%; Mg 1,44%; S 0,32%; Cl 0,89%; K 3,80%; Ca 2,24%; Fe 3,62% (valores corregidos por la presencia variable de C). Dado que esta muestra es la de mayor curvatura, la DRX (Figura 1.6) no resultó apropiada para la caracterización mineral. Por el análisis EDAX se sugiere la presencia de una lutita negra-grisácea, de difusión en las metamorfitas presentes en la quebrada de Humahuaca (Formación Puncoviscana).

Cuenta cilíndrica verde: en la micrografía de la Figura 1.7 (magnif.x40, 500 m) puede observarse el orificio circular y la superficie. El análisis por EDAX (Figura 1.8) indicó una composición química compleja y variable que no puede correlacionarse a una especie mineral única. Los valores detectados de C (entre 5 y 14%), de Na, Mg, S, Ca, Ti (inferiores al 1%); de Al (entre 12 y 15%); de Si (inferiores al 10%); de P (entre 10 y 16%); de Fe (entre 1 y 2%) y de Cu (entre 3-6%) y la presencia de líneas de DRX (débiles respecto a la señal no-identificada), permiten sugerir la presencia de **turquesa**, roca rica en fosfato de cobre y aluminio, de composición $\text{CuAl}_6[(\text{OH})_2\text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (PDF 73-0184).

Cuentas pequeñas: a bajos aumentos, las 83 cuentas muy pequeñas y muy delgadas de la Tumba 2 parecían ser de valva de molusco. En la micrografía de la Figura 1.10 se observa la delicada manufactura de estas cuentas y el pulido de la superficie. Los análisis EDAX (Figura 1.11) revelaron la presencia dominante de fósforo y calcio, así como de Mg en una proporción no mayor al 1,5%. También se determinó la presencia de C y N (en cantidades variables entre 2-10%). El estudio de la textura, composición química y cristalografía permitió determinar que el material empleado fue un fosfato de calcio, de naturaleza ósea. La Figura 1.12 muestra el patrón de difracción en coincidencia con $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})$ (PDF 86-740). Asimismo, en la micrografía de la Figura 1.13 (x 4000, 5 m) se aprecia la textura fibrosa del material, característica a la observada en un hueso, claramente diferente de la textura lisa y en placas típica de una valva, tal como se observa en la Figura 1.14. Para ésta última el análisis químico por EDAX corrobora la presencia de C, Ca y O (Figura 1.15).

LOS POLVOS DE COLORES

Azul: el material estudiado presenta un color azul intenso uniforme. Los datos químicos por EDAX revelaron la presencia de C, O y Cu como elementos mayoritarios, indicando una pequeña proporción de Si (6,45%), K (0,85%), Ca, (1,40%) y Al (3,76%). Considerando sólo los valores de Cu (46,30%) y C (8,08%) y atendiendo a las dificultades asociadas a la exactitud de medida del segundo elemento, se puede determinar una relación Cu/C próxima a 6. En la micrografía SEM de la Figura 2.1 (magnif.x1000), puede apreciarse la homogeneidad en el tamaño y morfología de los cristales. El diagrama de DRX (Figura 2.2) se corresponde con el patrón de difracción de la **azurita** $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$, (PDF 70-1579), especie mineral cuya estequiometría indica una relación teórica Cu/C del orden de 8. Se ha podido registrar, en muy baja proporción, la presencia de líneas más intensas de cuarzo (PDF 46-1045) y albita $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$ (PDF 41-1480). Por otra parte, la espectroscopia FTIR permitió determinar fehacientemente la presencia del hidroxocarbonato a partir de la muy intensa banda centrada en 518 cm^{-1} asociada a los estiramientos de los enlaces O-H y en $1490\text{-}1420\text{ cm}^{-1}$ correspondiente a los estiramientos antisimétricos ν_3 de la especie planar CO_3 . En la zona

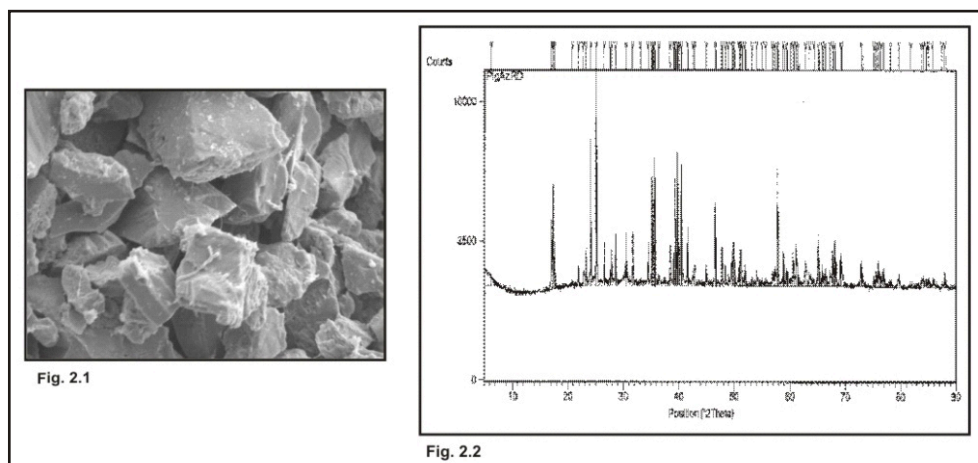


Figura 2. Polvo azul: Azurita $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$.

2.1. Micrografía SEM (x 1000). 2.2. Diagrama DRX (PDF 70=1579)

de 1000 cm^{-1} es posible asignar las señales a la presencia de los estiramientos antisimétricos de los enlaces Si-O de la unidad estructural tetraédrica tanto del cuarzo como de los aluminosilicatos asociados como impurezas. En la zona baja del espectro las bandas observadas (entre 700 y 800 cm^{-1}) y en 500 cm^{-1} pueden atribuirse a las deformaciones angulares de la especie CO_3 , las vibraciones de enlace Cu-O así como las deformaciones angulares de los grupos $(\text{Si,Al})\text{O}_4$ de los minerales asociados.

Verde: se trata de un polvo verde oliva muy fino como puede apreciarse en la micrografía de la Figura 3.1 (magnif. x1000). El análisis químico por EDAX presentó O (39,63%), Al (9,28%), Si (15,51%), K (2,85%), Fe (1,52%), Cu (17,75%), C (6,66%), Cl (3,94%) y S (2,86%). La identificación mediante DRX (Figura 3.2) reveló la presencia de una mezcla mineral constituida por atacamita $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ (PDF 78-372) como fase mayoritaria así como alunita y moscovita. La relación Cu/Cl experimental (4,50) resulta superior a la esperada para la **atacamita** (3,6) por lo que es posible suponer que el exceso de cobre se encuentre asociado a otras especies minoritarias no reveladas por DRX. De la relación teórica Cu/Si se infiere la presencia de cuarzo y de aluminosilicatos laminares detectados por DRX (posiblemente la señal de mayor intensidad correspondiente al plano basal - próxima a 9° de 2θ se superpone con una línea de difracción de atacamita). La espectroscopia FTIR permitió visualizar la ausencia de carbonatos y la presencia de silicatos hidratados a partir de la intensa señal en la zona de 1000 cm^{-1} y de los enlaces O-H (en la zona de 3500 y 1600 cm^{-1}).

Rojo: la composición del polvo compactado rojo se corresponde con la de **hematita**. El diagrama de DRX coincide con el correspondiente al Fe_2O_3 (PDF 33-664) pudiéndose hallar como impureza al cuarzo (PDF 46-1045), a su vez por microscopía electrónica se determinó la presencia de una fracción muy pequeña de arcilla que no habría sido agregada intencionalmente. Del análisis químico se infiere la presencia de un 75-80 % de óxido férrico.

Naranja y amarillo: el análisis por microscopía SEM-EDAX de ambos materiales reveló la presencia de una mezcla mineral dominada por la presencia de As y S y se detectó Ca (0,48% y 4,93%), mucho mayor en el polvo amarillo. El análisis mineralógico, realizado mediante DRX indicó la presencia de **rejalgar** AsS (PDF 41-1494) en el polvo naranja y de rejalgar con algo de **oropiment**, As_2S_3 (PDF 19-84), en el polvo amarillo, si bien la relación As/S=1,60 en este último se corresponde más precisamente con la del oropiment (1,56). Asimismo, en ambos se observó la presencia de cuarzo, de material micáceo y de mineral de arcilla (más abundante en el polvo amarillo). Tanto el rejalgar como el oropiment son minerales primarios

de origen epitelial. La espectroscopia FTIR no aportó información interesante para la caracterización de estos dos pigmentos, constituidos básicamente por una mezcla, en diferentes proporciones de sulfuros de arsénico, aluminosilicatos y eventualmente óxido férrico.

PALABRAS FINALES

Los materiales analizados demostraron tener diferentes composiciones químicas y mineralógicas. Las especies minerales predominantes fueron turquesa, roca carbonática y probablemente lutita gris-negra; mientras que las 83 cuentas halladas en el piso de la Tumba 2 resultaron ser de hueso, mostrando una incuestionable destreza artesanal para su manufactura. Por otro lado, la variedad de polvos de colores encontrada, es un hecho altamente inusual. La hematita, un mineral de fácil disponibilidad, ampliamente utilizado como colorante en el NOA prehispánico para la decoración cerámica como para otros usos, ha sido registrada en enterratorios de diferentes épocas. No ocurre lo mismo con el rejalgar, el oropiment, la atacamita y la azurita (siendo ésta última particularmente importante por su rareza). Estos elementos como ofrendas mortuorias pudieron estar vinculados a diferentes prácticas sociales. Por un lado, la costumbre de colorear a los cadáveres con polvos rojos se remonta en los Andes Centrales al Período Prececerámico (Sagasetta de Ilurdoz, 1991) y la hematita, el rejalgar y el oropiment, mezclados con algo de arcilla, pudieron servir para decorar artefactos no cerámicos (por ejemplo *keros* de madera). En cuanto al significado simbólico, no podemos dejar de mencionar que el azul y el rojo eran los colores reales del incario (Gisbert *et al.*, 1988). Polvos de diferentes colores (procedentes de cerros venerados como *huacas*) tenían un poder sagrado y muchos de ellos fueron utilizados en la pintura colonial andina (Siracusa-no, 2005). Por otro lado, la atacamita y la azurita -seguramente procedentes del área cuprífera del norte de Chile- podrían ser evidencias del tráfico de minerales y objetos metálicos en el Área Circumpuneña Meridional, planteado para otros sitios de la quebrada de Humahuaca donde polvos de minerales de cobre fueron usados como ofrendas (Nielsen, 2004, Angiorama, 2006). En relación con ello son sugestivas las coincidencias sobre la presencia de minerales de cobre de procedencia no local, ya sea molidos -como la atacamita y la azurita- o en cuentas de turquesa y su asociación en las tumbas con objetos metálicos de cobre nativo, de bronce estannífero o aleaciones de plata y cobre, y alfarerías Yavi/Chicha y Casabindo.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo se realizó en el marco del proyecto PIP-CONICET 5235. Nuestro agradecimiento a María Elena Canafoglia por su asistencia técnica. Los análisis por DRX se realizaron en un difractómetro X'pert PRO de PAN analytical con software X'pert Industry (LANADI) y los de Microscopía electrónica SEM EDAX en un equipo Philips 505.EDAX 9100 (CINDECA-CONICET-UNLP).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angiorama, C.

2004 *Informe sobre los objetos de metal del sitio Esquina de Huajra*. MS

2006 ¿Mineros quebraderos o altiplánicos? La circulación de metales y minerales en el extremo noroccidental de Argentina (1280-1535 AD). *Intersecciones en Antropología* 7.147-161.

Cremonte, M.B., S. Peralta y A. Scaro

2007 Esquina de Huajra (Tum 10, Dpto. Tumbaya, Jujuy) y el poblamiento prehispánico tardío en el sur de la quebrada de Humahuaca. *Cuadernos del INAPL*. EP.

Gisbert, T., S. Arze y M. Cajías

1992 *Arte Textil y Mundo Andino*. Editorial Tea. Buenos Aires

Nielsen, A.

2004 Aproximación a la arqueología de la frontera tripartita Bolivia-Chile-Argentina. *Chungara* Vol. Especial, T2: 861-878.

Gheggi, M.S.

2005 *Análisis bioarqueológico y contextual en enterratorios arqueológicos. Un caso de estudio en Esquina de Huajra (Qda de Humahuaca)*. Tesis de Licenciatura. FFyL. UBA. MS

Sagaseta de Ilurdoz, A.

1991 Los ritos funerarios en los Andes Centrales. *Los Incas y el antiguo Perú. 3000 años de Historia*. Centro Cultural de la Villa de Madrid:126-150.

Siracusano, G.

2005 *El poder de los colores*. FCE. Buenos Aires.



COMPARACIÓN DE CUATRO MÉTODOS PARA MEDIR FÓSFORO EN SEDIMENTOS ARQUEOLÓGICOS

Elena Díaz País¹, Débora M. Kligmann²

1 Sección Arqueología, Instituto de Ciencias Antropológicas, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires elenadiazpais@yahoo.com.ar

2 CONICET - Sección Arqueología, Instituto de Ciencias Antropológicas, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires kligmann@mail.retina.ar

RESUMEN

La matriz sedimentaria de un sitio contiene rastros de los procesos (naturales y culturales) que actuaron en su formación y posterior transformación. Por dicha razón, los análisis sedimentológicos son de utilidad para responder una gran variedad de preguntas arqueológicas. De todas las variables físico-químicas, el fósforo ha sido la más utilizada en arqueología ya que permite ubicar sitios potenciales y determinar sus límites, confirmar la presencia antrópica, reconocer áreas de actividad y/o funcionalidad, estimar la intensidad de la ocupación humana y evaluar prácticas agrícolas pasadas, entre otros. Sin embargo, los resultados obtenidos varían en función de los métodos elegidos y no todos ellos son igualmente adecuados para analizar muestras de sedimentos arqueológicos.

En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación de cuatro métodos de extracción y medición del fósforo en función de su precisión, eficiencia y costos. Para ello se utilizaron 79 muestras de sedimentos procedentes de tres sitios arqueológicos del NOA excavados bajo la dirección de la Dra. Verónica Williams: Potrero Chaquiago (Catamarca), Tolombón (Salta) y Angastaco (Salta).

INTRODUCCIÓN

La matriz sedimentaria de un sitio contiene rastros de los procesos naturales y culturales que actuaron en su formación y posterior transformación (Stein, 1987). Por dicha razón, los análisis sedimentológicos son de utilidad para responder una gran variedad de preguntas arqueológicas. De todas las variables físico-químicas, el fósforo ha sido la más utilizada en arqueología ya que permite ubicar y delimitar sitios potenciales, confirmar la presencia antrópica cuando el registro arqueológico macroscópico es escaso o nulo, reconocer funcionalidad y/o áreas de actividad, estimar la intensidad de la ocupación humana, evaluar prácticas agrícolas pasadas, inferir posibles funciones de vasijas arqueológicas, entre otros (e.g. Leonardi *et al.*, 1999, Middleton y Price, 1996, Stein, 1987, Weiner *et al.*, 1993).

Recuperar información sedimentológica de un sitio requiere de técnicas particulares de otras disciplinas. Sin embargo, si no se conoce qué tipo de información brindan dichas técnicas y cómo se deben interpretar los resultados, los datos no son útiles para responder ninguna pregunta arqueológica en particular y pasan a conformar un mero apéndice sin aplicación directa a la Arqueología (Kligmann, 2003).

Dado que los resultados obtenidos varían en función de los métodos elegidos y que no todos ellos son igualmente adecuados para analizar muestras de sedimentos arqueológicos, en este trabajo se presentan los resultados de la evaluación de cuatro métodos de medición de fósforo disponible (uno cualitativo, dos semi-cuantitativos y uno cuantitativo) en función de: costos de uso, accesibilidad, eficiencia y confiabilidad. Para ello se utilizaron 60 muestras de sedimentos procedentes de dos sitios arqueológicos del NOA excavados bajo la dirección de la Dra. Verónica Williams: Tolombón y Angastaco (provincia de Salta) (Cremonte y Williams, 2006, Williams, 2003).

ANTECEDENTES EN LA ARQUEOLOGÍA ARGENTINA

El fósforo es uno de los elementos químicos más ubicuos para la investigación arqueológica. La utilidad de este elemento radica en que ciertas actividades humanas introducen una gran cantidad de fósforo. A su vez, una vez depositada en la matriz sedimentaria, la cantidad total de fósforo permanece constante, con una tasa de pérdida muy baja a lo largo de los años (Leonardi *et al.*, 1999). Esta característica privilegia al fósforo como fuente de información en contraposición con otros elementos que se lavan con mayor facilidad a lo largo del tiempo (por ejemplo el sodio) (Holliday y Gartner, 2007, Middleton y Price, 1996).

Existen cuatro fuentes principales del fósforo en los suelos naturales: los compuestos naturales de los elementos ya presentes, los residuos vegetales, el estiércol de animales y los fertilizantes antrópicos (Buckman y Brady, 1966).

Si bien una de las principales fuentes antrópicas es la fertilización artificial de los suelos a cultivar, el hombre también puede incorporar fósforo al sustrato indirectamente, es decir sin una intención deliberada. En los sitios arqueológicos los artefactos líticos, la cerámica o el adobe generan poco fósforo (Hassan, 1981) mientras que la depositación de restos óseos, plantas o excrementos produce mayores cantidades (e.g. en cementerios, basurales o corrales). Sin embargo, hay que ser cuidadosos con las interpretaciones arqueológicas inversas, ya que no siempre las altas concentraciones de fósforo están asociadas sólo a actividades antrópicas. Por ejemplo los excrementos pueden provenir de animales no relacionados directamente con el hombre (e.g. murciélagos, palomas, etc.) (Weiner *et al.*, 1993).

En la literatura arqueológica se pueden rastrear diferentes técnicas para medir fósforo en los sedimentos: desde prácticas sencillas de campo hasta procedimientos más complejos de laboratorio. Los métodos difieren no sólo en su instrumentación sino también en la precisión de los resultados (Holliday y Gartner, 2007, Holliday y Stein, 1989). El conocer estas características y tener presente el problema arqueológico que se quiere comprender ayudará a elegir la técnica más adecuada. Debido a que los resultados son método-dependientes, el fósforo es la variable más evaluada en cuanto a sus procedimientos de medición y potencialidades en el campo de la Arqueología (Stein, 1987).

No obstante, en la Argentina no son ampliamente conocidas las distintas técnicas disponibles ni la información que los análisis de fósforo pueden brindar, siendo pocos los trabajos arqueológicos en los que se recurre al uso de esta variable. En la Región Pampeana se utilizaron análisis de fósforo como una alternativa para delimitar sitios (Eugenio y Murgo, 1994, 1996-98). En Sierras Centrales se determinó la presencia o ausencia de fósforo para discutir la preservación del material óseo (Medina, 2002). Asimismo, se ha recurrido a la medición de fósforo para evaluar prácticas de cultivo en Antofagasta de la Sierra (Puna de Catamarca) (Tchilinguirian y Olivera, 2000). Para Kligmann (2003), el fósforo ha sido la variable más útil para estimar la intensidad de ocupación humana y para detectar cambios en la funcionalidad de tres sitios tardíos (un alero, un tambo y un corral) de la Puna meridional catamarqueña. En este último caso, el fósforo resultó particularmente relevante dado que el registro macroscópico era escaso.

METODOLOGÍA

Debido a que la química del fósforo en el suelo es muy compleja, los métodos disponibles para su medición son variados. En nuestro caso, la búsqueda se orientó a evaluar aquéllos que pudieran ser llevados a cabo por un arqueólogo. Cada una de las 60 muestras de sedimentos aquí consideradas fueron analizadas con cuatro métodos distintos que permiten conocer la cantidad de fósforo disponible.

En primer lugar se eligió un método cualitativo desarrollado por Eidt (1973, 1977) para la arqueología (**Método 1**). El **Método 2** corresponde a un *kit* agronómico semi-cuantitativo para aguas (Lovibond) e importado de Alemania, que fue adaptado por nosotras para medir muestras de sedimentos. En tercer lugar se utilizó otro *kit* agronómico semi-cuantitativo para

suelos desarrollado por Hanna Instrument e importado de Italia (**Método 3**). Estos tres métodos se pueden considerar como métodos de campo. Finalmente se recurrió a una técnica cuantitativa de laboratorio (**Método 4**). Dada la enorme cantidad de técnicas de laboratorio existentes para medir fósforo disponible, se eligió aquella que pudiera ser comparable con el *kit* recién mencionado y se optó por realizar la extracción con Mehlich 3, aplicando la colorimetría de Murphy y Riley (Mehlich, 1984, Murphy y Riley, 1962).

A la hora de elegir un método se deben tener en cuenta determinadas consideraciones que fueron resumidas por Holliday y Stein (1989) en: costos de uso, eficiencia y precisión de los resultados. Además de los **costos de uso** y la **eficiencia**, también se tuvo en cuenta el grado de **accesibilidad** a determinada técnica, ya que muchas veces es esta característica (junto con los costos) lo que determina la elección de uno u otro método. Finalmente, se optó por registrar la **confiabilidad**, dejándose para un trabajo posterior la evaluación de la precisión y exactitud de los métodos. Por lo tanto, los métodos aquí utilizados fueron comparados en función de estos cuatro grupos de variables, según se detalla a continuación:

Costos de uso: se evaluó todo aquello que implicara un gasto, relevándose las siguientes variables: cantidad de muestra necesaria, inversión monetaria inicial y gastos de reposición de material. La inversión inicial incluye el equipo y todos aquellos materiales que se necesitan para procesar las muestras mientras que los gastos de reposición incluyen todos los materiales que se deben reponer cada 100 muestras ya que se consumen o se deterioran.

Accesibilidad: implica las facilidades o dificultades de acceso a la realización de los métodos y está pensada desde la arqueología. Aquí se consideraron las siguientes variables: tipo de equipamiento necesario, complejidad, peligrosidad y portabilidad.

Eficiencia: aquí se tuvo en cuenta el tiempo invertido en la extracción y determinación de la cantidad de fósforo. Se controlaron las siguientes variables: preparativos generales y tiempo promedio por muestra. Por otro lado se consideró la posibilidad de procesar varias muestras de manera simultánea.

Confiabilidad: se refiere a distintas características de los métodos que resumen cuán confiables son los resultados obtenidos a partir de cada uno de ellos. Esta categoría fue subdividida en las siguientes variables: tipo de método, tipo de resultados, unidad de medida, límite de medición y fuentes de error.

EXPECTATIVAS

Una vez elegidos los métodos a evaluar nos planteamos algunas expectativas respecto a la utilidad de cada uno de ellos para la arqueología. Debido a que el **Método 1** es muy utilizado en nuestra disciplina, esperábamos que fuera poco costoso, accesible y/o que brindara resultados confiables. Durante el proceso de testeo de los métodos surgió la posibilidad de utilizar un *kit* de campo (**Método 2**) que nos era totalmente desconocido, por lo tanto no nos planteamos ninguna expectativa. En cambio, si bien no conocíamos el *kit* correspondiente al **Método 3**, esperábamos que resultara útil dada su semejanza con otro *kit* que ya habíamos utilizado anteriormente (Kligmann, 2003). Por su parte, esperábamos que el método de laboratorio (**Método 4**) fuera complejo y difícil de llevar a cabo.

RESULTADOS

En la tabla 1 presentamos los resultados de la comparación de los cuatro métodos anteriormente mencionados, en función de los cuatro grupos de variables consideradas.

DISCUSIÓN

Costos de uso

Para el **Método 1** se necesita 0,05 g de muestra, siendo ésta la técnica que menos cantidad de muestra requiere. Sin embargo, es poca la diferencia con los métodos restantes dado que para ellos se utiliza 1 g de muestra.

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

		MÉTODO							
		1 - Spot Test		2 - Lovibond		3 - Hanna		4 - Mehlich 3	
C O S T O S D E U S O	Cantidad de Muestra (en g)	0,05		1		1		1	
	Inversión Inicial (en \$)	226,60 (x 100 muestras)		98,40 (x 24 muestras)		487,90 (x 100 muestras)		506,50 (x 100 muestras)	
	Inversión Inicial (en \$ por muestra)	2,27		4,10		4,88		5,07	
	Gastos de Reposición (en \$)	189 (x 100 muestras)		161,90 (x 100 muestras)		152,30 (x 100 muestras)		29 (x 100 muestras)	
	Gastos de Reposición (en \$ por muestra)	1,89		1,62		1,52		0,29	
A C C E S I B I L I D A D	Equipamiento	Poco específico		Poco específico		Poco específico		Específico	
	Complejidad	Baja		Baja		Baja		Intermedia	
	Peligrosidad	Baja		Baja		Baja		Intermedia	
	Portabilidad	Sí		Sí		Sí		No	
E F I C I E N C I A	Preparativos	15 minutos diarios		5 minutos diarios		5 minutos diarios		1 día inicial	1 y 1/2 hora diaria
	Cantidad de Muestras	1	15	1	1 y 1/2	1	2	1	15
	Tiempo (en minutos)	4	60	34	60	24	60	30-40	150
	Simultaneidad	No		No		No		Sí	
C O N F I A B I L I D A D	Tipo de Método	Cualitativo		Semi-cuantitativo		Semi-cuantitativo		Cuantitativo	
	Tipo de Resultados	Relativos		Absolutos		Absolutos		Absolutos	
	Unidad de Medida	Nulo a muy alto		ppm de fósforo		ppm de fósforo		ppm de fósforo	
	Límite de Medición	Desconocido		0 a 26.5 ppm		0 a 165 ppm		No tiene límite	
	Fuentes de Error	Algunas		Varias		Varias		Pocas	

Tabla 1. Comparación de los cuatro métodos elegidos en función de las variables consideradas

En cuanto a los costos, en ningún caso se consideraron aquellos materiales de laboratorio ya adquiridos por nuestro equipo de investigación con anterioridad y que son de utilidad para analizar variables varias (material básico de laboratorio como ser vasos de precipitados, balanza digital, etc.). De todos los métodos evaluados, el **Método 1** es el más económico (ver Tabla 1). Si bien entre los dos *kits* agronómicos el del **Método 2** parece mucho menos costoso que el del **Método 3**, cabe aclarar que con el primero sólo se pueden medir 24 muestras mientras que el otro está preparado para 100 determinaciones (ver Tabla 1). Consideramos que entre estos dos equipos es preferible el segundo por cuestiones de costo y porque viene con todo lo necesario para llevarlo a cabo el análisis. El **Método 4** es el que necesita una inversión monetaria inicial más elevada debido a que para preparar las soluciones se precisa una cantidad de reactivos mayor. Por lo tanto, esta situación incrementa el costo por unidad. Es importante destacar que, independientemente del método seleccionado, en el caso de medirse menos muestras el costo por unidad obviamente aumenta.

Tanto para el **Método 1** como para el **Método 4**, sólo se tendrán que reponer los papeles de filtro y el agua destilada ya que los reactivos rinden como mínimo para aproximadamente 300 muestras. En cambio para los **Métodos 2 y 3**, además de lo recién mencionado, también se deben comprar nuevos reactivos. Asimismo, algunos materiales provistos por el *kit* de Hanna deben ser reemplazados luego de aproximadamente 100 mediciones debido al desgaste que sufren (por ejemplo: tubo de ensayos, pipeta y jeringa, todos ellos de plástico). Si bien estos materiales no son muy costosos, también deben ser considerados. En general, los primeros tres métodos tienen un costo de reposición por muestra semejante mientras que el **Método 4** es mucho más económico (ver Tabla 1). En consecuencia, en este último se compensa la mayor inversión monetaria inicial.

Accesibilidad

El **Método 1** es factible para cualquier equipo de investigación debido al fácil acceso a los materiales necesarios. No se requiere ningún equipamiento específico y tanto los productos químicos como los de laboratorio se pueden obtener en negocios especializados en químicos e instrumental de laboratorio. En principio, el **Método 2** viene provisto con todo lo necesario para llevar a cabo las determinaciones. A pesar de ello, es un *test* pensado para analizar aguas por lo cual, si se lo quiere adaptar para sedimentos, es necesario disponer de material de laboratorio básico pero no muy complejo (por ejemplo embudo, vaso para filtrar, pipeta, etc.). Todo lo necesario para llevar a cabo el **Método 3** viene provisto en el *kit*. Sin embargo, se debe tener en cuenta que éste es importado y que su disponibilidad en el mercado argentino es variable (lo mismo sucede con los repuestos). El tipo de equipamiento que requiere el **Método 4** no es muy específico, pero se debe tener acceso a un laboratorio completamente equipado para tal fin.

La complejidad de los **Métodos 1, 2 y 3** es baja debido a que con un entrenamiento básico se puede comenzar a trabajar y, siguiendo las instrucciones, puede ser llevado a cabo por cualquier persona. En los **Métodos 2 y 3** ni siquiera es necesario preparar soluciones. En cambio, la complejidad del **Método 4** es intermedia debido a que requiere cierto conocimiento de manejo de laboratorio y entrenamiento previo en el método. Si bien esta técnica no es difícil, tiene varias etapas que deben ser realizadas cuidadosamente para no cometer errores ni contaminar la muestra.

Finalmente, en los tres primeros métodos la peligrosidad es baja dado que tomando las precauciones necesarias no se corren mayores riesgos de salud (se debe evitar la ingestión, inhalación y/o el contacto directo de los reactivos con la piel). Por el contrario, la peligrosidad del **Método 4** es intermedia ya que la preparación de algunos reactivos se debe hacer bajo campana y algunos de ellos son peligrosos ante el contacto con la piel (por ejemplo el ácido sulfúrico). Por lo tanto se debe trabajar en un laboratorio que cuente con las normas de seguridad adecuadas.

A excepción del **Método 4**, que se debe realizar en un laboratorio, todos los métodos restantes

pueden ser llevados a cabo en el campo dado que los equipos correspondientes son fácilmente transportables.

Eficiencia

Para realizar el **Método 1** se deben contemplar 15 minutos diarios para preparar dos reactivos. Este tiempo es un promedio ya que el primer día se requieren aproximadamente 20 minutos para dicha tarea. A partir del segundo día sólo se prepara uno de ellos porque el otro puede ser utilizado durante un mes, reduciéndose así el tiempo a diez minutos o menos. Tanto para el **Método 2** como para el **3** se necesitan sólo 5 minutos destinados a la separación de la muestra. Cabe aclarar que en estos dos métodos se requieren unos minutos extras para lavar y secar el material, de modo tal que pueda ser reutilizado para nuevas mediciones. Esto se debe a que ambos *kits* están preparados para medir sólo una muestra por vez. La preparación de los reactivos del **Método 4** implica aproximadamente un día de trabajo. Además, cada día se debe contar con una hora y media para el pesado de las muestras, el rotulado de todo el material y la elaboración de un reactivo que debe ser preparado diariamente.

El **Método 1** es el más rápido de todos ya que es posible medir cerca de 15 muestras por hora permitiendo analizar 100 muestras en casi dos días de trabajo (obviamente que esto depende de la cantidad de horas diarias destinadas a tal fin). Medir una muestra con los **Métodos 2 y 3** lleva aproximadamente entre 20 y 30 minutos siendo levemente más rápido el segundo método. No obstante, este tiempo es variable ya que el tiempo de filtrado de la muestra depende de su granulometría. Por lo tanto, en una hora se pueden analizar entre una y dos muestras. En cambio, la extracción y medición con el **Método 4** toma entre dos y tres horas (dependiendo de la habilidad de la persona que realiza las tareas).

Las características del **Método 1** impiden medir varias muestras simultáneamente aunque esto se compensa con el escaso tiempo que lleva medir una sola (4 minutos). En ambos *kits* agronómicos (**Métodos 2 y 3**) tampoco es posible medir varias muestras al mismo tiempo debido a que los equipos vienen preparados para procesar una única muestra por vez. Por el contrario, el **Método 4** es el único con el cual se pueden realizar varias determinaciones de manera conjunta (hasta 15 muestras).

Confiabilidad

El **Método 1** es cualitativo ya que se obtienen cantidades relativas y no absolutas. La presencia de fósforo se determina directamente por colorimetría y, como no hay una extracción previa del mismo, no se puede cuantificar y por ello los resultados no tienen unidad. Sin embargo se puede estimar la cantidad presente de acuerdo a la aparición de líneas concéntricas de color azul. Según las características de las líneas desarrolladas se otorga un valor de fosfato dentro de una escala de 5 rangos (desde nulo hasta muy alto), aunque no se conoce el límite de medición. En cambio, los **Métodos 2 y 3** son semi-cuantitativos ya que la cantidad de fósforo depende de una determinación cualitativa del color que adquiere la muestra. Los resultados que se obtienen son absolutos y en ppm de fósforo (hasta 26,5 ppm y 165 ppm respectivamente). El **Método 4** es cuantitativo y los resultados obtenidos también son en ppm.

De los cuatro métodos evaluados, el primero tiene algunas fuentes de error debido a que las variables que se miden para determinar la cantidad de fósforo son relativas y, a veces, dudosas. Es decir que son dependientes del observador. Dado que el **Método 2** fue adaptado por nosotras para medir fósforo en sedimentos, las fuentes de error se acrecientan. Este *kit* no viene preparado para extraer el fósforo debido a que fue originalmente pensado para aguas. Por este motivo, la escala de colores no se adapta al color real que desarrollan las muestras de sedimento. En este sentido, el **Método 3** tiene menor cantidad de error aunque algunas veces la semejanza de colores dentro de determinados rangos dificulta la elección de un valor de fósforo, siendo esta situación la principal fuente de error del método. Dado que en el **Método 4** la determinación del color se hace con un espectrofotómetro, las posibilidades de error se reducen aún más que en el método anterior. En este último caso se anula el sesgo originado por la subjetividad del ojo humano al comparar colores.

CONCLUSIONES

El **método 1** es relativamente económico ya que no se necesita una gran inversión monetaria ni demasiado equipamiento de laboratorio. Lo más costoso son los papeles de filtro porque se debe comprar la caja cerrada de 100 unidades, aunque se vayan a analizar menos muestras. Además se necesita una de las marcas de filtros más caras del mercado, debido a su elevada calidad y porosidad. Lo mismo sucede con los químicos que vienen en grandes cantidades, sin embargo en algunos casos es posible comprarlos fraccionados (por ejemplo cada 20 g). Por otra parte, aplicar este método es sencillo y rápido, sin embargo la relatividad de algunos de los parámetros a medir puede generar dudas. Finalmente, las cantidades intermedias son poco confiables porque muchas veces los valores que se miden corresponden a dos categorías. A partir de todas estas características, consideramos que este método sólo es útil si el objetivo es diferenciar muestras con poco fósforo de otras con mucho.

Si bien el **método 2** es sencillo, su costo elevado y el tiempo que se debe invertir no se justifican dada la poca confiabilidad que brinda. Consideramos que, de todos los métodos evaluados, éste es el menos confiable debido a que es semi-cuantitativo y no está preparado para muestras de sedimentos.

El *kit* correspondiente al **método 3** es algo costoso aunque su realización es muy sencilla y rápida. Sin embargo se deben tener en cuenta las limitaciones que presenta en cuanto a los resultados y las importantes fuentes de error inherentes al método (algunas de las cuales se pueden subsanar y otras no). Hay tres grandes sesgos que pueden solucionarse. Por un lado, la cantidad de muestra no se pesa sino que se selecciona por capacidad. Por otra parte la extracción del fósforo se realiza con agitación manual. Y finalmente la luz que se utiliza para la determinación del color influye en la lectura. Estos problemas se corrigen con una balanza, un vórtex y una fuente pareja de luz blanca artificial. Sin embargo, si bien estos equipos no son muy costosos le restan portabilidad al método. En ese caso dependerá de los objetivos que se tengan y del lugar dónde se llevará a cabo la medición. No obstante, se deben considerar dos problemas más. En primer lugar, la determinación del color es la etapa más relativa del método, sobre todo en los valores intermedios. Esto se debe a que en algunos casos es difícil elegir un color exacto debido a que la escala de colores es continua y no con casilleros estancos donde se vean cortes netos. Por otra parte, muchas de las muestras desarrollan un color más oscuro que el máximo de dicha escala patrón. Por lo cual se sabe que los sedimentos analizados tiene más de esa cantidad de fósforo, pero no cuánto más. Así, estas muestras son imposibles de cuantificar. Estos dos problemas no pueden corregirse dado que son propios del método. Por lo tanto, cuando se elige trabajar con este tipo de *kits* se deben tener en cuenta sus limitaciones.

De todas las técnicas testeadas, el **método 4** es el ideal en cuanto a la confiabilidad de los resultados. Desafortunadamente, también es el de más difícil acceso para cualquier equipo de investigación arqueológica. Esto se debe a que es necesario disponer de un laboratorio destinado para este tipo de análisis. La dificultad no radica en el acceso al equipo dado que no es muy complejo ni costoso sino en la disponibilidad de lugar físico y del entrenamiento necesario para el funcionamiento de cualquier laboratorio.

A partir de lo comentado hasta ahora se puede concluir que el mejor método de los evaluados es el cuarto dada la confiabilidad de los resultados que brinda. Pero la mayoría de los proyectos arqueológicos no tienen acceso a un laboratorio químico por lo cual este método quedaría descartado. En cambio, aquí proponemos utilizar el **Método 3** debido a que es accesible en cuanto a costos, complejidad y eficiencia. Asimismo, además de ser portátil brinda resultados bastantes confiables. En conclusión, más allá de decir cuál método es mejor y cual peor conviene pensar cuál es el más adecuado según los objetivos con los cuales se recurre al fósforo y en función del presupuesto disponible para medirlo.

AGRADECIMIENTOS

A Verónica Williams, directora del proyecto Arqueológico Tolombón-Angastaco, por haber confiado en nosotras para el análisis de los sedimentos muestreados durante las excavaciones. Dicho proyecto cuenta con financiación de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 14425) y del CONICET (PIP 5361).

A la Lic. Silvia López, Jefa del Grupo Agronómico de la División Agropecuaria del Centro Atómico Ezeiza (CNEA), por habernos permitido el acceso a su laboratorio para analizar las muestras de sedimentos utilizando el **Método 4**. A la Ing. Agrónoma Susana Rojas de Tramontini, M.Sc., por su tiempo, paciencia y entusiasmo, brindándonos sus conocimientos y su total apoyo para la realización del trabajo llevado a cabo en el laboratorio mencionado. A Antonio Solís por su desinteresada ayuda y por su compañía durante el trabajo de laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Buckman, H.O. y N.C. Brady

1966 *Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Texto de Edafología para Enseñanza*. Montaner y Simon S.A., Barcelona.

Cremonte, M.B. y V.I. Williams

2006 La construcción social del paisaje durante la dominación inka en el NOA. En *Taller: Procesos Sociales Prehispánicos en los Andes Meridionales*, Instituto Interdisciplinario de Tilcara, Jujuy. En prensa.

Eidt, R.C.

1973 A rapid chemical field test for archaeological site surveying. *American Antiquity* 38(2): 206-210.

1977 Detection and examination of anthrosols by phosphate analysis. *Science* 197(4311): 1327-1333.

Eugenio, E. y A.A. Murgó

1994 Delimitación de un sitio arqueológico mediante el contenido de fósforo en el suelo. *Arqueología* 4: 199-211.

1996-98 Análisis de fosfatos en sitios arqueológicos mediante ensayos a la gota: principios, limitaciones y calibración semicuantitativa de la técnica de Eidt. *Palimpsesto* 5: 24-40.

Hassan, F.A.

1981 Rapid quantitative determination of phosphate in archaeological sediments. *Journal of Field Archaeology* 8(3): 384-387.

Holliday, V.T. y W.G. Gartner

2007 Methods of soil P analysis in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34(2): 301-333.

Holliday, V.T. y J.K. Stein

1989 Variability of laboratory procedures and results in geoarchaeology. *Geoarchaeology* 4(4): 347-358.

Kligmann, D.M.

2003 *Procesos de formación de sitios arqueológicos: tres casos de estudio en la Puna meridional catamarqueña argentina*. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.

Leonardi, G., M. Miglavacca y S. Nardi

1999 Soil phosphorus analysis as an integrative tool for recognizing buried ancient plough-soils. *Journal of Archaeological Science* 26(4): 343-352.

Medina, M.

2002 *Arqueofaunas y tafonomía: la importancia de la caza en contextos formativos tardíos del sector central de Sierras Centrales*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.

Mehlich, A.

1984 Mehlich 3 soil test extractant: a modification of Mehlich 2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 15(12): 1409-1416.

Middleton, W.D. y T.D. Price

1996 Identification of activity areas by multi-element characterization of sediments from modern and archaeological house floors using inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy. *Journal of Archaeological Science* 23(5): 673-687.

Murphy, J. y J.P. Riley

1962 A modified single solution method for determination of phosphorus in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27: 31-36.

Stein, J.K.

1987 Deposits for archaeologists. En *Advances in Archaeological Method and Theory* 11, editado por M.B. Schiffer, pp. 337-395. Academic Press, San Diego.

Tchilinguirian, P. y D.E. Olivera

2000 De aguas y tierras: aportes para la reactivación de campos agrícolas arqueológicos en la Puna argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXV: 99-118.

Weiner, S., P. Goldberg y O. Bar-Yosef

1993 Bone preservation in Kebara Cave, Israel using on-site Fourier transform infrared spectrometry. *Journal of Archaeological Science* 20(6): 613-627.

Williams, V.I.

2003 Nuevos datos sobre la prehistoria local en la Quebrada de Tolombón. Provincia de Salta, Argentina. En *Anales (Nueva Época)* 6: *Local, Regional, Global: Prehistoria, Protohistoria e Historia en los Valles Calchaquíes*, editado por P. Cornell y P. Stenborg, pp. 163-210. Instituto Iberoamericano, Universidad de Göteborg, Göteborg.



APORTES DE LA SEDIMENTOLOGÍA A LA ARQUEOLOGÍA: EL CASO DEL SITIO FIAMBALÁ 1 (PUNA MERIDIONAL CATAMARQUEÑA)

Débora M. Kligmann¹, Norma Ratto²

1 CONICET - Sección Arqueología, Instituto de Ciencias Antropológicas, FFyL, UBA

2 Museo Etnográfico, FFyL, UBA - Escuela de Arqueología, UNCa

kligmann@mail.retina.ar

nratto@ciudad.com.ar

RESUMEN

El sitio Fiambalá 1 se encuentra en el distrito Altoandino de la puna-cordillerana del valle de Chaschuil (Departamento Tinogasta, Catamarca), a 5000 msnm. Se emplaza en la base del cono de deyección entre los volcanes Incahuasi Grande y Chico, cuyas alturas superan los 6000 m.s.n.m. El patrón arquitectónico responde a recintos pircados de forma circular adosados entre sí y de tamaño variable. Las excavaciones de dos de los recintos reportaron techos colapsados formados por esteras de poaceas (gramíneas) unidas por cordeles de las mismas materias primas (Aff. Deyeuxia sp, Festuca aff. scirpifolia y Aff. Festuca sp.), recuperándose también troncos que actuaron como vigas y/o sostenes de las esteras del techo (prosopis sp).

Los depósitos de ambas estructuras son de granulometría gruesa (predominio de partículas de tamaño arena y grava), compuestos mayormente por materiales de origen volcánico (tefra), restos vegetales y carbones. En este trabajo, se presentan los resultados de los análisis sedimentológicos (color, pH y fósforo) para arrojar luz sobre las características de la ocupación humana en el sitio. Finalmente, se contextualiza la información obtenida, mostrando diferencias y similitudes con otros sitios de la región ya excavados.

INTRODUCCIÓN

El análisis de las propiedades físicas y químicas de sedimentos provenientes de sitios arqueológicos puede brindar datos muy valiosos para la interpretación del comportamiento de sociedades pasadas. Dado que los seres humanos aportan compuestos químicos a las superficies ocupadas a través de sus actividades (Gladfelter, 1977, Hassan, 1978, Holliday y Stein, 1989, Stein, 1987, Stein y Rapp, 1985, Waters, 1992), los sitios arqueológicos tienen una impronta química particular, diferente de las áreas circundantes que no han sido modificadas por el hombre. En consecuencia, la matriz sedimentaria de un sitio contiene huellas de los procesos naturales y culturales responsables de su formación y posterior transformación (Stein, 1985, Stein y Rapp, 1985).

Los resultados obtenidos del análisis de sedimentos arqueológicos deben ser comparados con aquéllos provenientes de muestras tomadas fuera del sitio, de áreas que sirven de control, ya que revelan las características naturales de los sedimentos de la zona de estudio que no han sido afectados por el hombre. De esta manera se le puede otorgar sentido a las muestras arqueológicas (Stein, 1987).

Los análisis sedimentológicos brindan información que permite diferenciar unidades estratigráficas, establecer sus límites, reconstruir la historia de los depósitos, analizar la presencia humana en los sitios, caracterizar las ocupaciones (identificar sedimentos culturalmente depositados o alterados y determinar la actividad que los produjo) y evaluar la preservación de distintos tipos de materiales (Hassan, 1978, Stein, 1987, Stein y Rapp, 1985, entre otros).

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de los análisis sedimentológicos (color, pH y fósforo) realizados sobre muestras que proceden de la intervención de dos estructuras del sitio Fiambalá 1 (5000 msnm), emplazado en las inmediaciones del Volcán Incahuasi (Dpto. Tinogasta, Catamarca, Argentina). Los resultados aportan información sobre las características de la ocupación antrópica del sitio a lo largo del tiempo.

GEOLOGÍA DEL ÁREA

Según Seggiaro (1999), el volcán Incahuasi (6732 msnm) está formado principalmente por rocas volcánicas intermedias a básicas (dacitas y andesitas) del Pleistoceno. A su vez, en sus laderas se emplazaron conos de escoria que volcaron en superficie rocas de composición más básica (basaltos y andesitas basálticas), formando extensas coladas que se derramaron en dirección NNE. El material más joven que se encuentra en la región está conformado por depósitos sedimentarios (conglomerados, gravas, arenas y material pumíceo) de origen eólico y fluvial, que han sido transportados una corta distancia recubriendo las laderas de los cerros y rellenando los bajos topográficos, llegando incluso a formar dunas de arena.

Cabe destacar que las condiciones climáticas imperantes en la región actúan como un fuerte agente erosivo provocando la meteorización y alteración de las rocas expuestas en superficie, por lo que los afloramientos que se encuentran son escasos. Se observa que el vulcanismo más reciente está estrechamente vinculado a la tectónica actuante en la región. Una diferencia a destacar entre los basaltos del Pleistoceno inferior y los del superior, es que los aparatos que expulsaron las coladas más jóvenes se encuentran asociados a fracturas directas mientras que los del Pleistoceno inferior se encuentran cortados por dichas fracturas.

No existen estudios ni antecedentes previos de actividad minera en los sectores colindantes al Volcán Incahuasi. El mineral de azufre (no metalífero) se presenta en forma de granos e impregnaciones, aunque también se lo encuentra como depósito masivo en venillas y rellenando fracturas, alojado en las rocas volcánicas.

EL SITIO FIAMBALÁ 1

El descubrimiento, registro y documentación del sitio Fiambalá 1 se encuadra dentro de las actividades desarrolladas por el Proyecto Arqueológico Chaschuil-Abaucán (Ratto, 2006), que tiene entre sus objetivos la prospección arqueológica en cotas superiores a los 4500 msnm (Hershey, 2005). El sitio en cuestión se emplaza a 5000 msnm en pleno dominio del distrito Altoandino, específicamente en la confluencia entre los volcanes Incahuasi Grande y Chico de la Cordillera de los Andes, cuyas alturas superan los 6000 msnm. El primero de los volcanes mencionados cuenta con un santuario de altura donde un grupo de andinistas recuperó diversas ofrendas imperiales en la década de 1990 (Bulacio, 1998).

El arreglo espacial arquitectónico está compuesto por cinco estructuras pircadas de forma circular y/o subcircular. Una de ellas se localiza a unos siete metros del conjunto principal mientras que las cuatro estructuras restantes, que posiblemente compartían muros, presentan tamaños diferenciales que oscilan entre dos y seis metros de diámetro aproximadamente. Las rocas volcánicas utilizadas para su construcción son dacitas y andesitas locales (Carolina Montero com. pers., 2006).

En la campaña realizada en febrero del año 2006 se intervinieron las Estructuras N° 1 y 2. La primera consiste en un recinto circular de aproximadamente 2,20 m de diámetro con una abertura de 90 cm orientada al sur. La segunda, adosada a la anterior por su muro oeste, es la de mayor tamaño y presenta una abertura de dimensiones similares orientada al sudeste. Esta Estructura N° 2 presenta un muro interno que subdivide parcialmente al recinto, quedando definido un sector (2a) de dimensiones similares a la Estructura N° 1, contenido dentro de la estructura principal (2b). Ambos espacios conforman un recinto integrado (N° 2) de aproximadamente 6 x 5 m. La Estructura N° 1 y el sector 2a fueron excavados en su totalidad mientras que del sector 2b sólo se excavó la parte oeste, colindante con el primero de los sectores mencionados.

Actualmente el sitio se encuentra colmatado por piedra pómez redepositada por el viento pero fue fundado también sobre material de origen pumíceo. La estratigrafía del proceso de excavación puede apreciarse en la Figura 1. La excavación reportó diferente tipo de evidencia artefactual y ecofactual. En ambos recintos se hallaron techos colapsados, formados por esteras de poaceas (gramíneas) unidas por cordeles de las mismas materias primas (Aff.

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

Cm	Estructura 1	Muestra / Profundidad	Estructura 2	Muestra / Profundidad
30	Superficie recinto	Nº 20A		
40	Cordeles sueltos y dispersos (vegetal)	Nº 23A (40 cm)	Superficie recinto	Nº 20B
50			Estéril	Nº 23B
60				
	Gramíneas y cordeles sueltos	Nº 33 (50-55 cm)		
	Madera y gramíneas	Nº 34 (60 cm)		
	Fragmentos aislados de haces vegetales atados (techo)		Esteras (techo) Sector 2a	Nº 57 (65 cm) - Contacto Nº 64 (72 cm) - Base
70	Ecofactos	Nº 35 y 38 (68 cm)		
	Esteras (techo)			
	Estéril	Nº 50 (71 cm)	Esteras (techo) Sector 2b (parcial)	Nº 65 (74-78 cm) 465±34 A.P.
	Fogón	Nº 40 (72-75 cm) - Interior fogón Nº 47 (75 cm) - Base rocas fogón		
	Área limpieza fogón	Nº 43 (77 cm) 1294±33 A.P.		
80			Estéril	Nº 61 (79-81 cm)
			Estéril	Nº 66 y 67 (82-84 cm)
85			Estéril	Nº 69 (85-87 cm)
87				

Figura 1. Esquema de la estratigrafía de las Estructuras Nº 1 y 2 del sitio Fiambalá 1, 5000 msnm (Departamento Tinogasta, Catamarca, Argentina)

Deyeuxia sp., *Festuca* aff. *scirpifolia* y Aff. *Festuca* sp.). También se recuperaron troncos que actuaron como vigas y/o sostenes de las esteras del techo (*Prosopis* spp.). La Estructura N° 1 presentó, además, (a) un fogón con carbones y otros macro-restos vegetales quemados, asociado a una roca con pigmento rojo adherido y a un área de limpieza donde se registró la presencia de gramíneas y arbustos que se desarrollan en pisos pre-puneños y puneños, los cuales fueron utilizados como combustible, destacándose también la recolección de especies silvestres -*Geoffroea decorticans*- que provienen del valle; (b) un conjunto óseo asociado al fogón y su área adyacente. Por su parte, en la Estructura N° 2 sólo se recuperó una tecnofactura en materia vegetal en la parte intervenida del sector b, interpretada como un “bastón de caminante” (Ratto *et al.*, 2007). Resulta llamativa la ausencia de material artefactual lítico, cerámico y metalúrgico en ambos recintos. Además, y en función de la localización de las esteras del techo colapsado, se puede inferir que las Estructuras N° 1 y 2a estaban totalmente techadas mientras que el sector intervenido de la 2b sólo lo habría estado parcialmente. El “bastón de caminante” se halló dentro del espacio sin cobertura de techumbre (ver Figura 2).

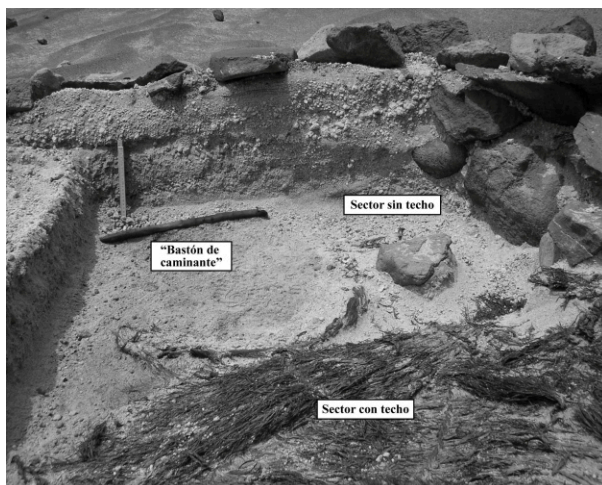


Figura 2. Vista sur de la Estructura N° 2 del sitio Fiambalá 1 donde se observa: (i) el sector con techo colapsado (2a y parte del 2b) y (ii) el sector sin techumbre donde se halló el “bastón de caminante” (2b)

cerámico y metalúrgico en ambos recintos. Además, y en función de la localización de las esteras del techo colapsado, se puede inferir que las Estructuras N° 1 y 2a estaban totalmente techadas mientras que el sector intervenido de la 2b sólo lo habría estado parcialmente. El “bastón de caminante” se halló dentro del espacio sin cobertura de techumbre (ver Figura 2).

En la actualidad se cuenta con dos fechados radiocarbónicos. El primero, correspondiente a una muestra del área de limpieza del fogón de la Estructura N° 1, sitúa a la ocupación en el 1294 ± 33 A.P. mientras que la segunda datación se realizó sobre las gramíneas de las esteras del techo colapsado de la Estructura N° 2, arrojando una fecha de 465 ± 34 A.P.

EXPECTATIVAS SEDIMENTOLÓGICAS

El primer fechado obtenido para el sitio Fiambalá 1 es coincidente con las expectativas arqueológicas generadas en el momento de su intervención, dado que por la organización arquitectónica del espacio, las técnicas constructivas y los materiales utilizados, la instalación se asemejaba a otros sitios emplazados en el valle mesotérmico atribuidos a la etapa Formativa (Ratto *et al.*, 2005). El segundo fechado fue sorprendente por posicionar al sitio en momentos de la ocupación incaica en la región (Ratto, 2003). En este contexto, los resultados del análisis sedimentológico pueden arrojar luz para interpretar la actividad humana en esta instalación de altura que en principio se presenta como multicomponente, sin descartar que nos encontremos ante un caso de un Formativo muy tardío que se extiende en el tiempo, siendo contemporáneo con la presencia inca en la región.

En función de lo arriba mencionado, los sedimentos podrían arrojar indicios de: (i) una ocupación continua a lo largo de 700 años o (ii) dos momentos de ocupación diferenciados en el tiempo y separados por un hiato. A partir de las variables consignadas hasta el momento, y con respecto a las muestras de control externas al sitio, se esperaba que los sedimentos recuperados presentaran (Kligmann, 2003):

a) Colores más oscuros, como resultado de la incorporación de materia orgánica.

- b) Valores de pH más bajos, debido a que los sedimentos de ambientes áridos son naturalmente alcalinos y la incorporación de ácidos a partir de la actividad antrópica tenderá a neutralizarlos.
- c) Incremento en los valores de fósforo disponible, introducido en los sitios por la actividad humana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la intervención del sitio Fiambalá 1 se recuperaron 21 muestras sedimentológicas, de las cuales 18 son relevantes para este trabajo. Además, se recolectaron siete muestras de control que proceden del área externa del sitio.

Si bien las variables seleccionadas para el análisis son seis (color, pH, fósforo disponible, materia orgánica y carbonatos, granulometría y microartefactos), hasta el momento sólo tenemos resultados de las tres primeras. Dos son los motivos que nos llevaron a comenzar analizando tres de las seis variables mencionadas. Por un lado, son las que podemos determinar fácilmente en nuestro lugar de trabajo, ya que contamos con todo el equipamiento necesario. Por el otro, son las variables que resultaron de mayor utilidad a la hora de discutir las características de la ocupación humana en sitios arqueológicos ubicados en zonas cercanas a la aquí presentada (Kligmann, 2003).

En cuanto a la metodología empleada: (i) el color se determinó con una carta de colores Munsell, tanto en sedimentos secos como húmedos; (ii) el pH se registró con un pHmetro digital marca Denver Instrument, modelo UB-10 (kit Deluxe) y (iii) el fósforo disponible se midió con un equipo para suelos marca Hanna, que incluye un kit de extracción que utiliza el método propuesto por Mehlich.

RESULTADOS

Los colores son en su mayoría grises debido a la gran cantidad de tefra presente en los depósitos. Los colores marrones se deben a la vegetación del techo desplomado mientras que los colores muy oscuros (negros) responden a la presencia de materia orgánica (básicamente carbones) (Tabla 1).

Los valores de pH resultaron más ácidos que lo esperado, teniendo en cuenta los resultados obtenidos para otros sitios de la zona pero ubicados a 4000 msnm (Kligmann, 2003). La mayoría de los valores de las muestras arqueológicas del sitio Fiambalá 1 son ácidos. Sólo una muestra presenta valores neutros mientras que otras dos son alcalinas. En las muestras de control se repite la misma tendencia pero aquí no hay muestras alcalinas, siendo 7 el valor más alto (Figura 3).

Los valores de fósforo son bajos en la mayoría de los sedimentos analizados, con algunas muestras puntuales que presentan valores altos. En la Estructura N° 1 esto concuerda con áreas de actividad inferidas en base a otros restos materiales (e.g. carbones y huesos). Cabe mencionar que en dicha estructura los picos de fósforo se encuentran en la parte inferior de la estratigrafía, adscribible a momentos de la ocupación Formativa. En la parte superior, los valores obtenidos se encuentran en el rango de las muestras de control. En la Estructura N° 2 sólo una muestra presenta valores superiores a los que arrojan las muestras de control pero corresponde a la parte media del perfil estratigráfico (Figura 4), inmediatamente por debajo del techo colapsado. Debido al fechado disponible para esta estructura, los sedimentos asociados indicarían entonces una ocupación en momentos tardíos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos corroboran en parte las expectativas planteadas para los sedimentos. Se confirmó que cuando existen evidencias de ocupación los colores de los sedimentos son más oscuros y sus valores de fósforo son más elevados que los de las muestras naturales. En cambio, los valores de pH obtenidos no concuerdan con lo esperado. Al respecto, nos sorpren-

ESTRUCTURA - MUESTRA N°	MATIZ, BRILLO E INTENSIDAD (SECO)	NOMBRE COMÚN EN INGLÉS	MATIZ, BRILLO E INTENSIDAD (HÚMEDO)	NOMBRE COMÚN EN INGLÉS
1 - 20A	10 YR 6/1	Light gray / Gray	10 YR 3/1	Very dark gray
1 - 23A	7.5 YR 7/0	Light gray	7.5 YR 6/0	Light gray / Gray
1 - 33	7.5 YR 7/0	Light gray	7.5 YR 6/0	Light gray / Gray
1 - 34	10 YR 7/1	Light gray	10 YR 6/1	Light gray / Gray
1 - 35	10 YR 7/1	Light gray	10 YR 5/1	Gray
1 - 38	7.5 YR 5/0	Gray	7.5 YR 3/0	Very dark gray
1 - 50	10 YR 5/2	Grayish brown	10 YR 4/2	Dark grayish brown
1 - 40	7.5 YR 3/0	Very dark gray	7.5 YR 2/0	Black
1 - 47	7.5 YR 6/0	Light gray / Gray	7.5 YR 5/0	Gray
1 - 43	7.5 YR 5/0	Gray	7.5 YR 3/0	Very dark gray
2 - 20B	10 YR 6/1	Light gray / Gray	10 YR 3/1	Very dark gray
2 - 23B	7.5 YR 7/0	Light gray	7.5 YR 6/0	Light gray / Gray
2 - 57	10 YR 7/1	Light gray	10 YR 5/1	Gray
2 - 64	10 YR 6/2	Light brownish gray	10 YR 5/1	Gray
2 - 61	10 YR 6/2	Light brownish gray	10 YR 5/1	Gray
2 - 66	10 YR 6/1	Light gray / Gray	10 YR 5/1	Gray
2 - 67	10 YR 6/1	Light gray / Gray	10 YR 5/1	Gray
2 - 69	10 YR 6/1	Light gray / Gray	10 YR 5/1	Gray
Control - 1	10 YR 5/1	Gray	10 YR 4/1	Dark gray
Control - 3	10 YR 5/1	Gray	10 YR 3/1	Very dark gray
Control - 4	7.5 YR 6/0	Light gray / Gray	7.5 YR 5/0	Gray
Control - 6	10 YR 6/1	Light gray / Gray	10 YR 5/1	Gray
Control - 9	10 YR 6/1	Light gray / Gray	10 YR 5/1	Gray
Control - 16	10 YR 6/1	Light gray / Gray	10 YR 5/1	Gray
Control - 18	10 YR 6/1	Light gray / Gray	10 YR 5/1	Gray

Tabla 1. Color de las muestras analizadas, procedentes del sitio Fiambalá 1

de la acidez general que presentan las muestras comparadas con otras procedentes de sitios de altura (4000 msnm), estudiados anteriormente y emplazados en el mismo ambiente árido (Kligmann, 2003). Estos resultados podrían responder a las condiciones climáticas imperantes en la región que diferencian al Distrito Altoandino del Puneño, principalmente por la presencia en el primero de nieve y/o hielo durante todo el año.

En principio, los resultados obtenidos apoyan la segunda de las expectativas que sostenía dos momentos de ocupación diferenciados en el tiempo y separados por un hiato. Sin embargo, este hiato sólo se observa si analizamos en forma conjunta e integrada los perfiles de las dos estructuras intervenidas. Bajo esta situación puede proponerse que existió un uso diferencial de ambos recintos a lo largo del tiempo (*ca.* 700 al 1450 de la era), donde sólo algunas de las actividades realizadas modificaron los sedimentos. A saber:

- La primera posibilidad es que el techo colapsado de la Estructura N° 1 sea contemporáneo con el de la Estructura N° 2, fechado en 465 ± 34 A.P. Esta inferencia se basa en: (i) la ubicación estratigráfica de las esteras y (ii) el uso de las mismas materias primas vegetales y de iguales técnicas de manufactura para su construcción (Ratto *et al.*, 2007). Lo interesante es que para estos momentos tardíos la única evidencia de ocupación está dada por la

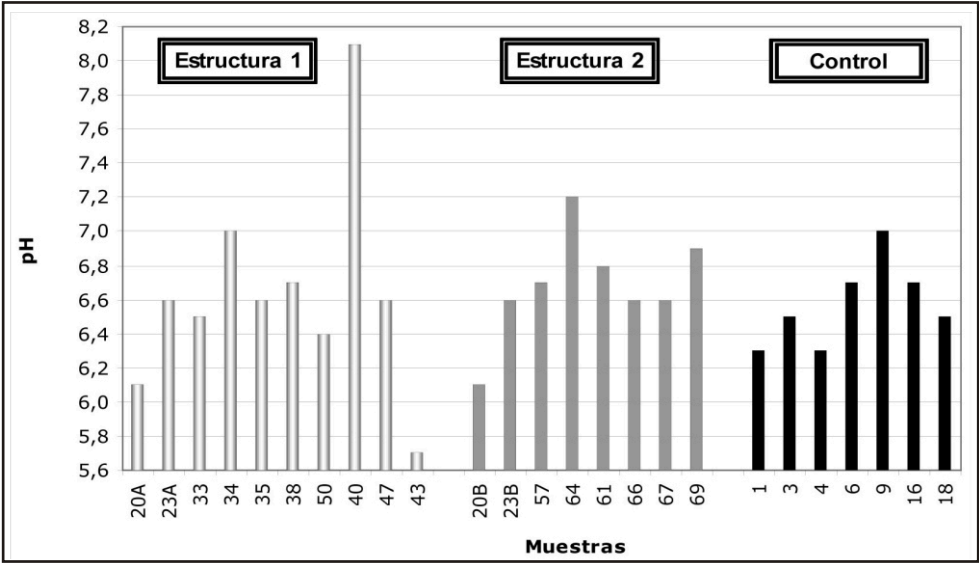


Figura 3. Valores de pH en las muestras analizadas, procedentes del sitio Fiambalá 1

presencia del techo colapsado en ambos recintos y la modificación antrópica de los sedimentos de la Estructura N° 2, dada por los altos valores de fósforo (Figura 4). De haberse realizado actividades en la Estructura N° 1 éstas no modificaron los sedimentos, tal como se puede apreciar a partir de los colores claros, los valores de pH ácidos y las bajas cantidades de fósforo, coincidentes con las muestras de control externo. Estos resultados pueden deberse a una ocupación fugaz y/o a la realización de actividades de alcance simbólico-ceremonial que no conllevaron la generación de residuos. Esta situación estaría indicando la realización de actividades diferenciales en uno y otro recinto

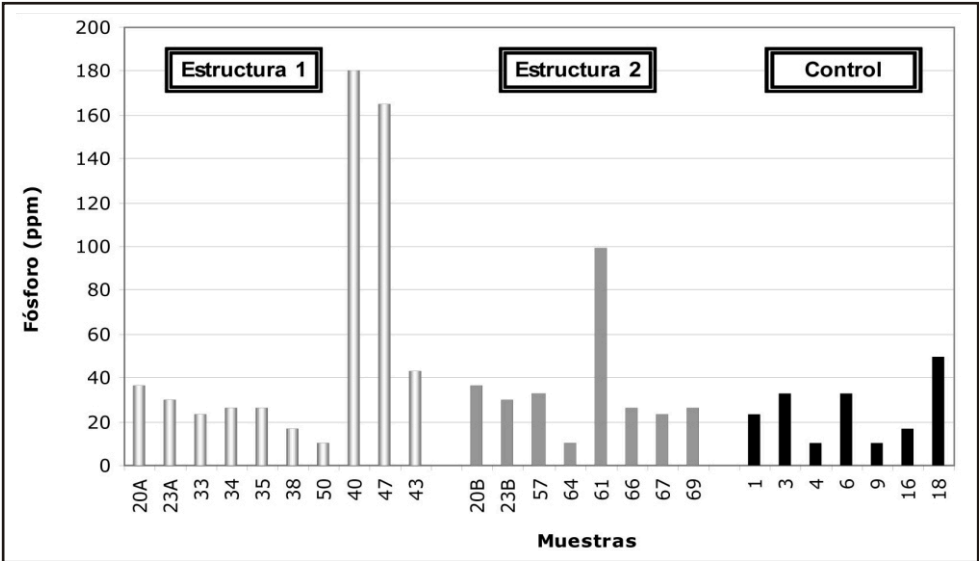


Figura 4. Valores de fósforo disponible en las muestras analizadas, procedentes del sitio Fiambalá 1

para alrededor del 1450 de la era, pero destacándose la ausencia de registro material con excepción del posible “bastón de caminante”. Esto lleva a pensar en una ocupación efímera, ocasional y/o por parte de pocas personas, posiblemente relacionada con las actividades realizadas para el ascenso a la cumbre de Incahuasi (ver más adelante).

Ahora bien, de la interpretación dada surge que es necesario fechar el techo colapsado de la Estructura N° 1, ya que de confirmarse su factura en tiempos de la ocupación incaica en la región sería válida la interpretación anterior pero de obtenerse un fechado más temprano aquélla cambiaría totalmente. En este último caso, los sedimentos estarían marcando una única ocupación de dicha estructura y su posterior abandono, reflejado por el colapso del techo. A nivel del sitio podría decirse que éste fue reocupado en tiempos mucho más tardíos, representado por la evidencia de la Estructura N° 2, destacándose que se continuaron utilizando las mismas técnicas de manufactura y especies vegetales a pesar de los 700 años de diferencia entre una y otra ocupación.

- b) Para los momentos más tempranos de la ocupación del sitio, alrededor del 700 de la era, los sedimentos generan nuevamente información que diferencia las actividades realizadas en uno y otro recinto. En la Estructura N° 1 la ocupación queda bien definida tanto por el contenido artefactual y ecofactual como por los resultados sedimentológicos (colores oscuros y altos valores de pH y de fósforo). Esta situación no se mantiene en las muestras de la Estructura N° 2, ya que los sedimentos recolectados por debajo del estrato en contacto con el techo colapsado (muestra N° 61, Figura 1) no fueron modificados antrópicamente. Esta situación está representada por la similitud entre los valores de las muestras N° 66, 67 y 69 y las de control.

Con respecto al conjunto ecofactual óseo hallado en la Estructura N° 1, es interesante mencionar que el 39,5 % de los huesos de camélidos (NISP= 38), posiblemente de vicuña, recuperados en asociación al fogón presentan marcas de procesamiento por percusión y corte (Mariana De Nigris com. pers., 2007), dando la idea de un área de consumo. Esto indica un uso del espacio moderadamente más intensivo que el registrado para tiempos posteriores, sin descartar la realización de actividades rituales dentro del sitio y/o en sus inmediaciones (recordar la presencia de una roca con pigmento rojo asociada al fogón). Consideramos que la cabal comprensión del uso del espacio en esta instalación debe ser contextualizada con su lugar de emplazamiento, relacionado directamente con la presencia de las cumbres andinas y/o el santuario incaico en la cima del Volcán Incahuasi. Esto explicaría, en parte, la alta inversión de energía destinada para la construcción, equipamiento y/o mantenimiento del sitio con materiales no locales, con excepción de las rocas de los pircados. De ello se desprende que dicha inversión estaría relacionada con la carga simbólica del sitio.

CONCLUSIONES

El análisis sedimentológico realizado no escapó a las características intrínsecas de un proceso de investigación ya que algunas preguntas pudieron ser contestadas y otras no, generándose nuevos interrogantes.

En el caso de la Estructura N° 1, los resultados sedimentológicos confirmaron la ocupación del sitio para el 700 de la era, la cual estaba registrada por el piso compuesto por el fogón, el área de limpieza, los macrovestigios ecofactuales y el escaso conjunto artefactual recuperado (una roca con pigmento rojo). El caso opuesto está representado por la Estructura N° 2, donde la única evidencia de ocupación proviene de la existencia de un techo colapsado datado hacia el 1450 de la era, sin otro tipo de macrovestigios artefactuales y/o ecofactuales, con excepción de un “bastón de caminante”. En este caso, los análisis sedimentológicos fueron de suma utilidad dado que permitieron detectar la ocupación del sitio sólo en tiempos incaicos. Esta situación confirma la importancia de estudios como los que acá presentamos, debiéndose tener presente que deberían formar parte de cualquier diseño de excavación.

A partir de todo lo expuesto, nuestra agenda de trabajo para el futuro inmediato incluye las siguientes tareas:

- a) Analizar las variables sedimentológicas que quedaron pendientes: materia orgánica y carbonatos, granulometría y microartefactos. Esta última es especialmente importante porque nos permitirá determinar la composición de las muestras, más allá del tamaño de las partículas sedimentarias.
- b) Procesar los sedimentos de la Estructura N° 3, recientemente excavada.
- c) Indagar acerca de los valores de pH obtenidos (más ácidos que lo esperado).
- d) Realizar varios fechados para poder acotar de manera más precisa el o los episodios de colapso del techo y su relación con el material hallado en estratigrafía.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones se realizaron con el aporte del Proyecto UBACyT-F063 (2004-2007) dirigido por Dra. Norma Ratto. Queremos agradecer muy especialmente a la Dra. Verónica Williams por habernos permitido utilizar el equipo de laboratorio del Proyecto Tolombón-Angastaco, adquirido con financiación de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 14425) y del CONICET (PIP 5361). A los integrantes del Proyecto Arqueológico Chaschuil-Abaucán que participaron de la excavación del sitio Fiambalá 1, soportando las arduas condiciones ambientales (Anabel Feely, Karina Garrett, David Hershey, Marcelo Brandán y Víctor Ahumada).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bulacio, V.M.
1998 *Desde la Raíz de Catamarca*. Publicaciones Legislativas, Cámara de Senadores, Provincia de Catamarca, Catamarca.
- Gladfelter, B.G.
1977 Geomorphology: the geomorphologist and archaeology. *American Antiquity* 42(4): 519-538.
- Hassan, F.A.
1978 Sediments in archaeology: methods and implications for palaeoenvironmental and cultural analysis. *Journal of Field Archaeology* 5(2): 197-213.
- Hershey, D.
2005 *Expedition Briefing. Sacred Inca Mountains*. Earthwatch Institute, Maynard.
- Holliday, V.T. y J.K. Stein
1989 Variability of laboratory procedures and results in geoarchaeology. *Geoarchaeology* 4(4): 347-358.
- Kligmann, D.M.
2003 *Procesos de formación de sitios arqueológicos: tres casos de estudio en la Puna meridional catamarqueña argentina*. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.
- Ratto, N.
2003 *Estrategias de caza y propiedades del registro arqueológico en la Puna de Chaschuil (Dpto. Tinogasta, Catamarca, Argentina)*. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.
- 2006 Paisajes Arqueológicos en el Tiempo: La interrelación de ciencias sociales, físico-químicas y paleoambientales (Dpto. Tinogasta, Catamarca, Argentina). En *Procesos Sociales Prehispánicos en los Andes Meridionales*, editado por A. Nielsen, C. Rivolta, V. Seldes, M. Vázquez y P. Mercolli. Editorial Brujas. En prensa

Ratto, N., A. Feely y P. Salminci

2005 Diseños arquitectónicos y propiedades del registro arqueológico cerámico en el valle de Fiambalá (Departamento Tinogasta, Catamarca). En *Actas del XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto. En prensa.

Ratto, N., M.F. Rodríguez y D. Hershey

2007 Explotación y uso de recursos vegetales en sitios arqueológicos del área cordillerana y del valle mesotérmico (Dpto. Tinogasta, Catamarca, Argentina). En *Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena*. En prensa.

Seggiaro, R.E.

1999 *Programa Nacional de Cartas Geológicas 1: 250.000, Hoja Geológica 2769-II, Paso de San Francisco, Provincia de Catamarca*. Edición preliminar. Boletín 294, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Subsecretaría de Minería de la Nación, Buenos Aires.

Stein, J.K.

1985 Interpreting sediments in cultural settings. En *Archaeological Sediments in Context*, editado por J.K. Stein y W.R. Farrand, pp. 5-19. Center for the Study of Early Man, University of Orono, Maine.

Stein, J.K.

1987 Deposits for archaeologists. En *Advances in Archaeological Method and Theory* 11, editado por M.B. Schiffer, pp. 337-395. Academic Press, San Diego.

Stein, J.K. y G. Rapp, Jr.

1985 Archaeological sediments: a largely untapped reservoir of information. En *Contributions to Aegean Archaeology*, editado por N. Wilkie y W.D. Coulson, pp. 143-159. Publications in Ancient Studies #1, University of Minnesota, Minneapolis.

Waters, M.R.

1992 *Principles of Geoarchaeology. A North American Perspective*. The University of Arizona Press, Tucson.



QUÍMICA DEL SUELO: UN APOORTE A LA TAFONOMÍA EN ANTOFAGASTA DE LA SIERRA

Silvana Valeria Urquiza^{1,2}, Patricia Cuenya², Carlos Alberto Aschero^{1,2}

1 Instituto Superior de Estudios Sociales, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (ISES - CONICET)

2 Instituto de Arqueología y Museo (IAM), Facultad de Ciencias Naturales e Inst. Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán silvanaurquiza@yahoo.com

RESUMEN

En esta contribución se analizan los sedimentos correspondientes a los diferentes niveles de ocupación en el sitio Punta de la Peña 4 (PP4) ubicado en la puna austral de la provincia de Catamarca, República Argentina. El sitio es un alero ubicado a 3543 msnm con ocupaciones que se ubican cronológicamente entre los lapsos de ca 4200 a 3400 AP y ca 1200 a 400 AP. El mismo, habría funcionado como base residencial con distintos eventos de depositación relacionados con actividades cotidianas (Urquiza y Aschero, 2006). Se dividió el alero en tres sectores obteniendo muestras de sedimentos de cada uno, las cuales se trataron según métodos analíticos. A través de los resultados se infiere la relación del contexto sedimentario en la historia tafonómica de los restos óseos animales del sitio.

INTRODUCCIÓN

La Puna Austral en la Provincia de Catamarca se ubica en las altipampas cordilleranas con gran valor biológico, por la presencia de flora y fauna adaptada al riguroso clima y con cuantiosos endemismos. La zona se caracteriza por una gran radiación solar, marcada aridez y frío, gran amplitud térmica diaria y alta estacionalidad con precipitaciones estivales en forma de lluvia que no superan los 150 mm anuales, y sólidas en forma de nieve y granizo durante todo el año. Los suelos poseen escaso desarrollo, muy pobres en materia orgánica con textura arenosa.

Geológicamente podemos decir que el vulcanismo reciente en la puna se inicia en el Paleoceno y se extiende hasta el Pleistoceno, en un primer momento la petrografía de las rocas componentes es ácida y mesosilícica, tornándose en el Pleistoceno homogéneamente mesosilícica con dominio de andesitas, culminando con una efusividad de carácter básico (Igarzabal, 1999). El área de estudio se encuentra sobre un gran depósito de ignimbritas en las adyacencias a la caldera del cerro Galán. El mismo, en distintos eventos efusivos generó una cubierta casi continua de ignimbritas con diaclasamientos columnares. Estos farallones de ignimbrita son de color gris blanquecino, teñidos superficialmente por óxidos de hierro, siendo su textura general porfídica con fenocristales de cuarzo, plagioclasas y biotitas en una pasta afanítica (Guillou y González, 1984). El paisaje actual presenta planicies onduladas interrumpidas por cordones montañosos y conos volcánicos generados por eventos geológicos relativamente recientes.

El objetivo de este estudio es conocer la dinámica geo-bioquímica de los sedimentos arqueológicos con el fin de relacionarla con los procesos tafonómicos y lograr una mejor comprensión de los mismos.

En este trabajo se presentan e interpretan los análisis realizados sobre los sedimentos de los diferentes niveles de ocupación del sitio alero Punta de la Peña 4 (PP4), estudiado por Aschero desde 1992. El área de trabajo se ubica en la microregión de Antofagasta de la Sierra (Catamarca), inserta en una cuenca con drenaje endorreico de cauces permanentes, como el arroyo Las Pitas en cuyo margen se encuentra el sitio en estudio. FIG.1

PP4 se sitúa a 26° 01' 616 " S - 67° 20' 513 " W, a 3543 msnm en la margen izquierda del río Las Pitas, en una zona favorable para la circulación y buena visibilidad de la quebrada, particularmente apta para el manejo pastoril y/o para actividades de caza (Aschero, 1998). Es un abrigo rocoso con arte rupestre con una boca de 15,75 m ofreciendo un reparo de 93 m². El

techo del mismo, constituye el piso de otro alero más pequeño (PP4-A) presentando grabados y pinturas rupestres de distintos períodos y estilos (Urquiza, 2005, Aschero, 2006).

Aschero (2006) diferencia cuatro zonas transversales a ambos márgenes del río Punilla, de acuerdo a su topografía y la disponibilidad de recursos vegetales. El sitio PP4 se ubica en la *Zona B: Pampas* con arbustos de *Acantholippia deserticola* Phil. (*rica-rica*) predominantes, *vegas* estrechas y quebradas intermedias, en parte acantiladas, con vegetación del *tolar* en relieves bajos, con una altitud entre 3800 y 3450 msnm.

Los fechados radiocarbónicos para el sitio indican una ocupación durante el Holoceno, con dos marcadas discontinuidades entre ca.8900 AP (Holoceno Temprano) a ca. 4100 AP (Holoceno Tardío) y luego entre ca.3800 AP a ca.960 AP (Aschero, 2005).

LOS ESTUDIOS GEOQUÍMICOS EN ARQUEOLOGÍA

El análisis químico de los sedimentos arqueológicos fue descubierto por Arrhenius en 1965 y desde entonces se ha centrado principalmente en intentar determinar áreas de actividad humana (Barba, 1990, Barba y Ortiz, 1992). Lo primordial de este tipo de análisis es su rango, ya que nos permite recuperar datos imperceptibles a simple vista, lo que puede cambiar interpretaciones previas. Cada sitio arqueológico presenta un contexto geoquímico y bioquímico determinado, dado no sólo por su formación geológica sino también por las actividades humanas y animales que generan altas concentraciones de los elementos mayoritarios y minoritarios que contrastan con su contexto.

La formación de un sitio arqueológico es resultado de la interacción de procesos culturales y naturales que actuaron localmente dentro de un rango definido de variables (Behrensmeier, 1986), en este sentido son diversos los factores que pudieron haber actuado sobre las carcasas.

Los cambios químicos ocurridos dentro del suelo pueden quedar registrados en el material óseo afectando su estructura, y no sólo en forma de deposiciones superficiales como las de carbonatos o sulfatos. Diversas variables influyen en el grado de meteorización de un hueso, como ser las fluctuaciones climáticas y/o microambiente de deposición, lo que involucra las características geoquímicas de los sedimentos (Behrensmeier, 1978, Gutiérrez, 2001). Quizás el factor de mayor importancia lo constituya el pH del suelo que contiene al material óseo, pudiendo influir también los microorganismos que degradan la MO asociada al hueso en contextos con drenaje insuficiente. Para el área de estudio se han realizado investigaciones tafonómicas que incluyeron la preservación de los conjuntos (Nasti, 1991,1994-5,2000; Olivera *et al.*, 1991-92, Olivera y Nasti, 1993), análisis sobre densidad ósea (Elkin y Zanchetta, 1991, Elkin, 1995, Cruz y Elkin, 2003) y las relaciones entre hombres y carnívoros y tafonomía de carnívoros (Elkin y Mondini, 2001, Mondini, 1995, 2000,2002-4, 2003,2004). El registro arqueofaunístico para el área de Antofagasta presenta en general buena conservación, situación observada en el alero PP4.

En este aporte nos interesan principalmente los elementos químicos relacionados con el contexto sedimentario que contuvo a lo largo del tiempo a los conjuntos arqueofaunísticos afectando en forma diferencial su conservación, como una manera de proveer nuevos datos tafonómicos.

METODOLOGÍA

Durante diversas excavaciones en el sitio se tomaron muestras de sedimento de los sectores excavados. Posteriormente se seleccionaron las que representan a todos los niveles de ocupación en los tres sectores del sitio que fueron delimitados para su estudio. Estos son: el *sector A*, corresponde a la zona bajo el reparo del alero, el *Sector B*, a la línea de goteo del mismo, intermedia entre A y C, y el *Sector C*, a la zona sin reparo.

Con la finalidad de obtener valores de pH para realizar comparaciones se realizaron determinaciones en los sitios aledaños a PP4, estos son: PP9, PP15, PH2 y El Sembrado.

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias

Naturales e Instituto Miguel Lillo (Universidad Nacional de Tucumán). Se determinó textura mediante el método de Bouyoucos; materia orgánica por el método de Walckey-Black, y pH (potencial hidrógeno) con peachímetro Altromix en relación suelo-agua 1:2,5. Los carbonatos fueron determinados con el calcímetro de Bernarhd. Para la determinación de fósforo se utilizó el método cualitativo de Eidt.

RESULTADOS

Se exponen gráficamente los resultados obtenidos en los tres sectores mencionados.

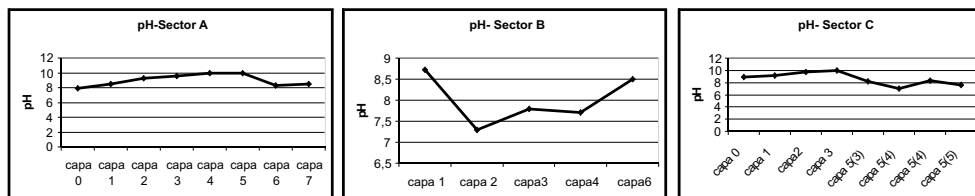


Figura 1. Potencial Hidrógeno

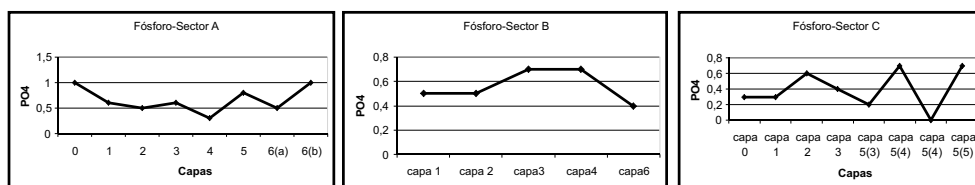


Figura 2. Fósforo

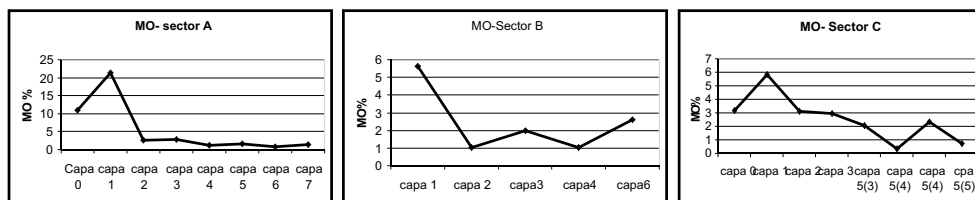


Figura 3. Materia Orgánica

Textura: no se presenta gráfico de textura ya que para todos los sedimentos analizados es homogénea en toda la secuencia estudiada, para los tres sectores definidos. El 95% es franco arcillo arenoso, mientras que el 5% restante presenta texturas mas gruesas. Con valores promedio de 75% de arenas, 21% de arcillas y 4% de limos.

DISCUSIÓN

Los tres sectores analizados en el sitio PP4 presentan contextos geoquímicos particulares, es importante esta apreciación ya que los procesos tafonómicos actuantes poseen intensidades diferentes en cada uno de ellos.

La concentración de protones o iones H^+ , cuantificada por pH (potencial hidrógeno), es un indicador fundamental utilizado en este trabajo. El pH es uno de los principales factores que controlan los intercambios posibles entre aniones y cationes. Consecuentemente es un regulador indiscutible de los procesos tafonómicos de alteración química que sufren los restos arqueofaunísticos.

En los tres sectores estudiados los valores de pH van de neutros a alcalinos (entre 7,5 y 10), a diferencia de los sitios aledaños a PP4, donde los valores de pH son débilmente ácidos (5,5 a 6,5). La explicación a esta diferencia se relacionaría con la circulación vertical restringida del agua y fluidos corporales humanos y animales. El drenaje se vería impedido al tener el sitio

como piso la roca madre, lo que implica que los líquidos no podrían drenar vertical o perpendicularmente, por lo que se acumulan en los sectores A y C. Esto significa que en diferentes momentos los sedimentos acumulados estuvieron saturados manteniendo a los conjuntos arqueofaunísticos en este medio. Dicha situación conlleva a que todo elemento soluble permanezca en el lugar, “estancado”, corroborándose esta situación mediante los altos valores de pH (8-10), obtenidos en los sectores A y C. Los valores de pH en el sector B son menores, más cercanos a la neutralidad, lo que indica un mayor lavado de los sedimentos, debido al goteo directo desde el borde del alero.

Sobre la conservación del material óseo debemos decir que, en general, en los niveles superiores es buena. En los sectores A y C, en capa 5, el estado de conservación de los huesos es muy malo. Para esta situación y con los resultados analíticos obtenidos, proponemos que en el alero se dieron condiciones particulares que generaron la deficiente conservación del registro arqueofaunístico. Las capas 5 y 6 constituyen la base de la secuencia ocupacional. En los momentos de depositación de estas capas, la circulación de agua no habría estado restringida, por la pila sedimentaria. Posteriormente el drenaje horizontal y vertical de fluidos comienza a verse limitado a medida de que las capas superiores se depositaban. La alteración ósea habría sido más intensa en los momentos de drenaje no restringido (niveles inferiores). Posteriormente se produce el estancamiento descrito en los párrafos anteriores, generando una mejor conservación para las capas superiores. El pH habría aumentado progresivamente para toda la secuencia sedimentaria al saturarse de carbonatos, imposibilitados de viajar en solución.

El hueso está compuesto en su fase mineral por hidroxiapatita no estequiométrica o bioapatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, con una estructura iónica que permite que el hueso sea susceptible a variaciones químicas y geológicas (Nielsen-Marsh *et al.*, 2002, Gutiérrez, 2001). Los cristales de apatita tienen superficies muy reactivas que dejan expuestos a los iones de PO_4^{3-} y Ca^{2+} ; cuando el animal muere el mineral se torna inestable y siendo aún muy reactivo es susceptible a la alteración por el ambiente de depositación, a su vez los intercambios entre el suelo y el hueso de iones PO_4^{3-} y CO_3^{2-} alteran valores de C y O en la estructura mineral ósea.

Los elementos de los sedimentos o del agua se pueden agregar a los huesos aumentando los contenidos de flúor, carbonatos y uranio. La bioapatita al ser isomorfa puede realizar reemplazos completos de algunos iones sin cambiar su estructura, por ejemplo la sustitución de Ca por Sr, Ba, Pb, Cd o Sn y muchos otros incluyendo los elementos trazas (Nielsen-Marsh *et al.*, 2002).

El mecanismo de disolución del hueso está regulado principalmente por el pH según la ecuación: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 7\text{H}^+ = 5\text{Ca}^{2+} + 3\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Un aumento, por leve que sea, en la concentración de H^+ (disminución del pH) desplaza la reacción a la derecha disolviendo hueso, liberando Ca^{2+} . Por el contrario una disminución en la concentración de H^+ (aumento de pH), detiene la disolución ósea. El aumento paulatino del pH habría detenido los procesos tafonómicos de alteración química, lo que explica la buena conservación de las capas superiores para los tres sectores estudiados.

Los restos óseos de las capas 5 del sector A y C presentan estadios de meteorización 4 a 7 (Beherensmeyer, 1978), a diferencia de las capas superiores en donde la conservación es muy buena variando de 0 a 2. En este sentido debemos destacar que en las capas más tardías del sitio hay una alta proporción de individuos neonatos y juveniles de camélidos (Urquiza y Aschero, 2006) este patrón se repite de menor manera en las capas arcaicas en donde la conservación muy baja podría deberse a que los huesos de individuos inmaduros tienen una proporción y organización diferencial de los componentes químicos lo que afecta su densidad y porosidad (Gutiérrez, 2001). Esta situación los hace mucho más susceptibles a la alteración química.

El fósforo deriva de los tejidos como el óseo, líquidos corporales, excrementos y carne, por lo

que se concentra en las zonas de mayor actividad humana. La ventaja del análisis de fósforo es que persiste inalterado mucho tiempo al ser químicamente estable en su forma de fosfato (PO_4^{3-}) el cual se fija a las partículas del suelo. En el sector A encontramos un aumento significativo de fósforo en las capas 0, 3 y 5. En el sector intermedio B los mayores valores se dan en capas 3 y 4. Los altos valores para la capa 0 se deben a excrementos de ovinos y camélidos en corrales del período colonial y post-Colonial, donde el pisoteo de los mismos produjo la incorporación de artefactos y ecofactos de capa 1 en la matriz de guano.

Se encontraron dos estructuras de cavado intencionalmente realizadas a modo de una “casa-pozo” y un área de actividad (Aschero, 2005). La mayor estructura se sitúa en las capas arcaicas tardías 5-6 (ca.4500 a 3800 AP) y la segunda en la capa 3 (ca.760 a 460 AP). Los valores de PO_4^{3-} y MO obtenidos para estas capas corroboran estos datos.

Durante la ocupación tardía (ca. 740 a 460 años AP) en el sector A se realizaron limpiezas periódicas de los pisos, acumulando los desperdicios en el sector C (960 ± 40 AP) (Aschero, 2005). Por último en el sector descubierto los picos de fósforo se dan en capa 2 y 5. En todos los casos estos aumentos en la concentración de PO_4^{3-} coinciden con aumentos de los porcentajes de MO para las mismas capas, por lo que las ocupaciones humanas en el alero habrían presentado un carácter de mayor permanencia en esos momentos.

CONCLUSIONES

- El agua es un agente que favorece la mayoría de las reacciones químicas en el ambiente de depositación de las carcasas, su acción disuelve y lixivia la fase mineral ósea. En nuestro caso, donde las precipitaciones son esporádicas podemos tomar en cuenta también los líquidos corporales de los animales presentando pH alcalino, fosfatos, uratos de amonio, ácido úrico y oxalatos de calcio (Henríquez, 2004), los cuales podrían estar actuando como disolventes.
- La determinación del pH en las secuencias ocupacionales permite realizar inferencias de gran importancia en los estudios tafonómicos.
- La MO y PO_4^{3-} están enmascarados e incrementados por la evidente incorporación de restos y fluidos animales de las capas superiores.
- Se ha corroborado a partir de la determinación MO y PO_4^{3-} una ocupación humana intensa en las capas 3; 5 y 6, entendiendo por intensidad una mayor producción de restos propios de actividades domésticas características de una base residencial.
- Los agentes tafonómicos que actúan sobre el registro arqueofaunístico no pueden entenderse como entidades de carácter absoluto, susceptibles de ser analizadas con exactitud “in situ” y son tan diversos que su estudio requiere la participación insoslayable en la investigación arqueológica de profesionales de las ciencias naturales (biólogos, geólogos, químicos etc.).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aschero, C.A.
 2005 Investigaciones arqueológicas en el área del curso medio del río Las Pitas y curso alto del Río Miriguaca. Informe elevado a la Dirección de Antropología de la Prov. de Catamarca. Ms.
 2006 De cazadores y pastores El arte rupestre de la modalidad *Río Punilla* en Antofagasta de la Sierra y la cuestión de la complejidad en la Puna meridional argentina. Tramas en la Piedra. Bs.As.
 Barba, L.
 1990 Radiografía de un sitio Arqueológico. UNAM, México.
 Barba, L., R. Rodríguez y J. Córdova
 1991 Manual de Técnicas Microquímicas de campo para la arqueología. UNAM, México.
 Beherensmeyer, A.
 1978 Taphonomic and Ecologic information from bone weathering. *Paleobio.* 4(2).150-162

Elkin, D. y J. Zanchetta

1991 Densitometría ósea de camélidos. Aplicaciones arqueológicas. *Shincal* 3(1):195-204.

Elkin, D. y M. Mondini

2001 Human and small carnivore gnawing damage on bones. An exploratory study and its archaeological implications. En: Kuznar(ed) *Ethnoarchaeology of Andean South America: Contributions to Archaeological Method and Theory*, pp.255-265.

Guillou, J. y O. González

1984 Informe Cerro Galán, Prov. de Catamarca, República argentina. Servicio Minero Nacional.

Gutiérrez, M.A.

2001 Análisis Tafonómicos en el Area Interserrana (Prov. de Buenos Aires) Fac. de Ciencias Naturales y Museo, UNPL. La Plata. Tesis Doctoral.

Henríquez, J.

2004 Influencia de los defecaderos de camélidos sobre el desarrollo vegetal y riqueza de especies en morrenas glaciales, Tierra del Fuego. *Rev. chil. hist. nat.* v.77 n.3. Santiago. Chile.

Igarzábal, A.

1999 Cuaternario de la Puna. En: *Geología Argentina. Anales* 29(23)683-714, Buenos Aires.

Mondini, N.M.

2003 Formación del Registro Arqueofaunístico en Abrigos Rocosos de la Puna Argentina. Tafonomía de carnívoros. Fac. de Filosofía y Letras, UBA. Tesis Doctoral.

Nasti, A.

1991 Tafonomía de vertebrados en contextos sedimentarios modernos de la puna sur: chances de enterramiento y formación del registro arqueológico. *Schincal* 3(1):234-251.

Nielsen-Marsh, C., A. Gernaey, G. Turner-Walker, E. Hedges, A. Pike y M. Collins

2002 La degradación química del hueso. En: *Relaciones Hombre- Fauna*. México.

Olivera, D.

1992 Tecnología y estrategias de adaptación en el Formativo (Agroalfarero Temprano) de la Puna Meridional Argentina. Un caso de estudio: Antofagasta de la Sierra (Prov. de Catamarca, R.A.) Tesis de Doctorado, UNLP, Buenos Aires (MS).

Urquiza, S.V.

2005 Recurso Camelidae en el Alero Punta de la Peña 4, Puna Meridional (Provincia De Catamarca). Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. M.S.

Urquiza, S. y C. Aschero

2006 Avances en el Estudio del Recurso Camelidae: Sitio Punta de la Peña 4, Antofagasta de la Sierra, Provincia de Catamarca. IV Congreso mundial sobre Camélidos. Catamarca.



PIGMENTOS MINERALES ARQUEOLÓGICOS Y FUENTES DE APROVISIONAMIENTO DEL SUDESTE BONAERENSE: ANÁLISIS ARQUEOMÉTRICO COMPARATIVO

José M. Porto López¹, Diana Mazzanti²

1 Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA)
(CONICET-UNMdP) jmplopez@fi.mdp.edu.ar

2 Laboratorio de Arqueología - Universidad Nacional de Mar del Plata quintana@copetel.com.ar

RESUMEN

En el lapso comprendido entre el Pleistoceno tardío y el siglo XIX, la región pampeana fue poblada por numerosos grupos de cazadores-recolectores, los que además mantuvieron fuertes contactos culturales con los habitantes de regiones tan alejadas como Chile, la Mesopotamia y el NOA.

Durante todo este período, los pigmentos minerales fueron utilizados permanentemente, con fines tanto decorativos como utilitarios. Por ello, en los sitios arqueológicos locales es usual la recuperación de material colorante consistente generalmente en óxidos de hierro (principalmente hematita, Fe_2O_3 ; rojo), óxido-hidróxido de hierro (goethita, FeOOH ; amarillo), y arcillas libres de hierro y con bajos contenidos de cuarzo (kaolinita, illita; blanco). Se los encuentra bajo la forma de clastos de pigmentos con evidencias de uso antrópico, como material adherido a instrumentos líticos de funciones diversas o integrando pinturas dispuestas sobre diversos soportes (cerámica, pinturas rupestres, etc.).

Con el fin de correlacionar estos materiales arqueológicos con las posibles fuentes de aprovisionamiento de la zona desde la perspectiva de sus características fisicoquímicas, en este trabajo se analizan muestras provenientes de los sitios arqueológicos de Cueva El Abra, Cueva Tixi, Amalia Sitio 2 y Sitio 3, Lobería I Sitio 1 y Los Difuntos Sitio 1) y se los compara con los resultados obtenidos sobre muestras de canteras y afloramientos de la zona de sierra Batán, El Volcán, San Manuel, El Palmar y Barker.

Las muestras fueron analizadas por difracción de rayos X (DRX), fluorescencia de rayos X (FRX), análisis térmico diferencial y gravimétrico (ATD/TG), microscopía electrónica de barrido (SEM) con microanálisis por sonda electrónica (EPMA), y microscopía óptica, pudiendo correlacionarse en varios casos las composiciones químicas y mineralógicas de muestras arqueológicas y muestras de cantera, lo que puede proveer pistas valiosas para la identificación de los lugares potenciales de recolección de pigmentos. Se utilizaron como criterios para la diferenciación entre las muestras: la composición en términos de fases minerales, la composición elemental y las relaciones de concentración entre elementos característicos (Al/K , Al/Mg , Si/K y Si/Fe , entre otros), y el comportamiento térmico.

INTRODUCCIÓN

En el lapso comprendido desde el Pleistoceno tardío hasta avanzada la conquista europea, la región pampeana fue poblada por sociedades de cazadores-recolectores con características de grupos muy móviles, las que generaron a lo largo de los milenios, distintas estrategias de aprovisionamiento de minerales destinados a la producción de artefactos líticos y al uso de sustancias colorantes para fines tanto decorativos como utilitarios. Por lo tanto, resulta habitual la recuperación de material colorante en los sitios arqueológicos de las sierras orientales de Tandilia. Estos se encuentran bajo la forma de clastos, consistente generalmente en óxidos de hierro, óxido-hidróxido de hierro, y arcillas libres de hierro y con bajos contenidos de cuarzo. Se destacan, los clastos rojos de hematita (Fe_2O_3), seguidos por clastos amarillos de goethita (FeOOH) y clastos blancos de kaolinita e illita. Muchas de estas piezas de pigmentos naturales presentan evidencias de uso antrópico, como superficies con abrasión y estrías. Residuos de pigmentos minerales se encuentran también como material adherido

sobre caras o filos de instrumentos líticos, o también sobre superficies de rodados o fragmentos de rocas cuarcíticas transportables. Su presencia en estos artefactos y el uso sobre otras materias está siendo indagada por medio de análisis de base microscópica y estudios experimentales (Mansur *et al.*, 2004, 2005, 2007). Asimismo, se identifica su uso recurrente en la producción de pinturas destinadas al arte rupestre y en la decoración de vasijas de cerámica indígena.

La amplia gama de materiales arqueológicos que presentan pigmentos minerales ha conducido a indagar de manera sistemática las posibles fuentes o canteras de aprovisionamiento de estos materiales colorantes. Para tal fin se elaboró una estrategia metodológica que permitiera correlacionar, desde la perspectiva de sus características fisicoquímicas, los materiales arqueológicos (clastos de pigmentos) con muestras de arcillas colorantes obtenidas en potenciales canteras ubicadas a lo largo del eje de sierras de Tandilia.

En consecuencia, en este trabajo se presenta la información obtenida de muestras arqueológicas provenientes de los siguientes sitios: Cueva El Abra, Cueva Tixi, Amalia-Sitio 2, Amalia-Sitio 3, Lobería I-Sitio 1 y Los Difuntos Sitio-1, y de muestras de las siguientes canteras y afloramientos de pigmentos minerales: Batán, El Volcán, San Manuel, El Palmar y Barker.

Las muestras fueron analizadas por difracción de rayos X (DRX), fluorescencia de rayos X (FRX) y análisis térmico diferencial (ATD), pudiendo correlacionarse en varios casos las composiciones químicas y mineralógicas de muestras arqueológicas y muestras de cantera, lo que puede proveer pistas valiosas para la identificación de los lugares potenciales de recolección de pigmentos. Se utilizaron como criterios para la diferenciación entre las muestras: la composición en términos de fases minerales, la composición elemental y las relaciones de concentración entre elementos característicos (Al/K, Al/Mg), y el comportamiento térmico.

EXPERIMENTAL

Las muestras de cantera se analizaron como polvos, al igual que algunas de las muestras arqueológicas. En los casos en que los clastos presentaron superficies planas de dimensiones suficientes, dichas muestras fueron analizadas como trozos, para no dañar las muestras.

Los análisis por DRX se llevaron a cabo con un difractómetro Philips PW 1830, con radiación CoK y filtro de Fe, a 40 kV y 30 mA. Para la FRX, se utilizó un espectrómetro de fluorescencia de rayos X dispersivo en energía Shimadzu, modelo EDX 800 HS, con detector semiconductor Si(Li), y tubo de Rh. Las muestras en polvo fueron prensadas aglomerándolas con ácido bórico. Los análisis térmicos diferenciales se realizaron con un analizador Shimadzu DTA50H, en el rango 25-1200°C, con una velocidad de calentamiento de 10°C/min, en atmósfera de flujo de N₂ (40 mL/min), usando -Al₂O₃ como referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La identificación de los sitios posibles de aprovisionamiento de materias primas, se basa principalmente en la obtención de correlaciones entre propiedades (características comunes) en muestras provenientes de canteras (afloramientos naturales) y de sitios arqueológicos. En este sentido, las composiciones química y mineralógica son indicadores en principio utilizables.

Por DRX, la composición de los materiales estudiados presentó poca variación a nivel de las fases mayoritarias: las fases coloreadas de los pigmentos consisten habitualmente en óxidos y/o hidróxidos de hierro (típicamente hematita para los rojos, goethita para los amarillos, ausencia de ambos para los blancos), mientras que los minerales acompañantes mayoritarios son uno o más minerales arcillosos, que proveen la textura apropiada para la aplicación del color (en la zona se encuentran kaolinita, illita, y con menor frecuencia, pirofilita), y habitualmente cuarzo. Como fases presentes en menores concentraciones, eventualmente se encuentran calcita, rutilo, anortita, etc.

A nivel de la toma de muestras en el relevamiento de los afloramientos naturales, la concentra-

ción de cuarzo libre es aleatoriamente variable entre límites muy amplios, lo que impide el uso de este componente como referencia en análisis cuantitativos (tanto el cuarzo por DRX como el contenido de Si por FRX). Esto distorsiona también las correlaciones que pudieran establecerse entre composiciones de muestras con diferentes orígenes. Además, debe tenerse en cuenta que si bien hoy es posible realizar una toma de muestra representativa de la cantera de origen, ese no fue el caso para las muestras arqueológicas, las que fueron recolectadas "a mano" y en base a criterios que en este momento no son conocidos con precisión.

Se realizaron análisis por FRX de las muestras de cantera, con el fin de determinar si distintas canteras contenían elementos en baja concentración que pudieran ser tomados como identificatorios. Esto no dio resultados relevantes; los elementos presentes son los mismos, y los rangos de concentraciones hallados no mostraron diferencias significativas que pudieran tomarse como particulares de un lugar de origen. De este modo, las posibilidades de individualización de las canteras en base a criterios químicos se reducen al examen de los minerales arcillosos contenidos en las mismas. Como ha sido dicho, su cuantificación por DRX es dificultosa, no sólo por el efecto de los otros minerales presentes y de la variabilidad en contenido de una muestra a otra, sino también porque la morfología plana de las partículas de arcilla hace que éstas se orienten fácilmente, con lo que su análisis cuantitativo se hace imposible.

Para obtener entonces una cuantificación en términos de los minerales arcillosos presentes, que si bien es relativa, permite comparar entre sí distintos yacimientos, puede utilizarse el contenido de potasio, que (expresado como óxido) está en un 23.6% en peso en la fórmula ideal de la illita, y no está presente en la kaolinita. Pero obviamente, la aleatoriedad de la concentración de arcilla en distintas muestras hace que la sola concentración de K_2O no sea un parámetro satisfactorio. La alternativa es considerar la relación de concentraciones entre Al_2O_3 y K_2O como un indicador de la distribución relativa de los minerales de arcilla de una muestra particular. (Obsérvese que esta relación resulta independiente de la concentración de arcilla en las muestras). Si un parámetro de este tipo fuera característico de cada yacimiento, la determinación del mismo en las muestras de pigmentos arqueológicos puede dar información más precisa sobre su origen.

Por DRX se determinó que dentro del universo de canteras de la zona, las arcillas del yacimiento de El Volcán se caracterizan por consistir exclusivamente en kaolinita, mientras que las de San Manuel y El Palmar tienen alta concentración de illita y no incluyen kaolinita. Por su parte, las canteras de Barker y Batán muestran concentraciones apreciables de ambas. Si se representa gráficamente, entonces, el porcentaje de Al_2O_3 en función del porcentaje de K_2O (determinados por FRX), se deberían obtener rectas con diferentes pendientes, que representan distintas relaciones constantes entre ambos óxidos, y por lo tanto entre ambos tipos de arcillas.

En la Figura 1,2 y 3 los puntos representan muestras individuales de distintas canteras de la zona, de acuerdo con la nomenclatura de los insertos. Se observa que las muestras provenientes de un mismo yacimiento se ubican aproximadamente sobre una recta representativa de una relación constante Al_2O_3 / K_2O . El caso de la cantera de Barker es interesante, ya que las muestras analizadas se agrupan en dos relaciones ligeramente diferentes. De acuerdo a la literatura (Zalba, 1988), esta es una característica geológica del yacimiento; dos frentes distantes entre sí unos pocos cientos de metros pueden contener arcillas de diferente naturaleza. Tomando esta distribución como base, se ubicaron en el gráfico los resultados de los análisis por FRX de las muestras de pigmentos arqueológicos

Estos resultados sugieren algunas correlaciones en las muestras provenientes de los sitios arqueológicos:

1) Todos o casi todos los pigmentos rojos provienen de Barker, o, menos probablemente, de Batán.

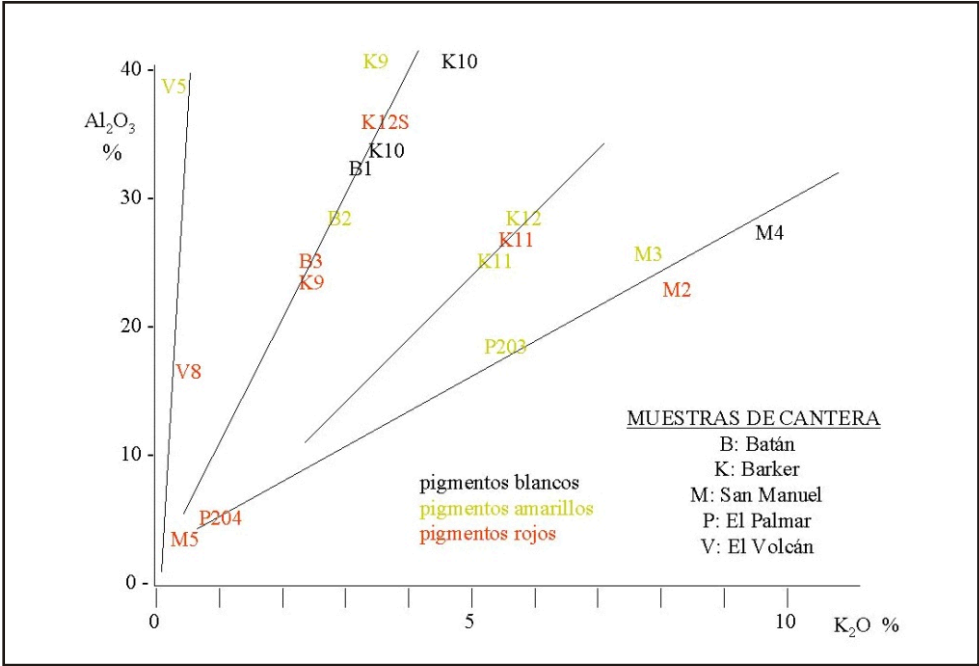


Figura 1. Relaciones $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ para las muestras de cantera

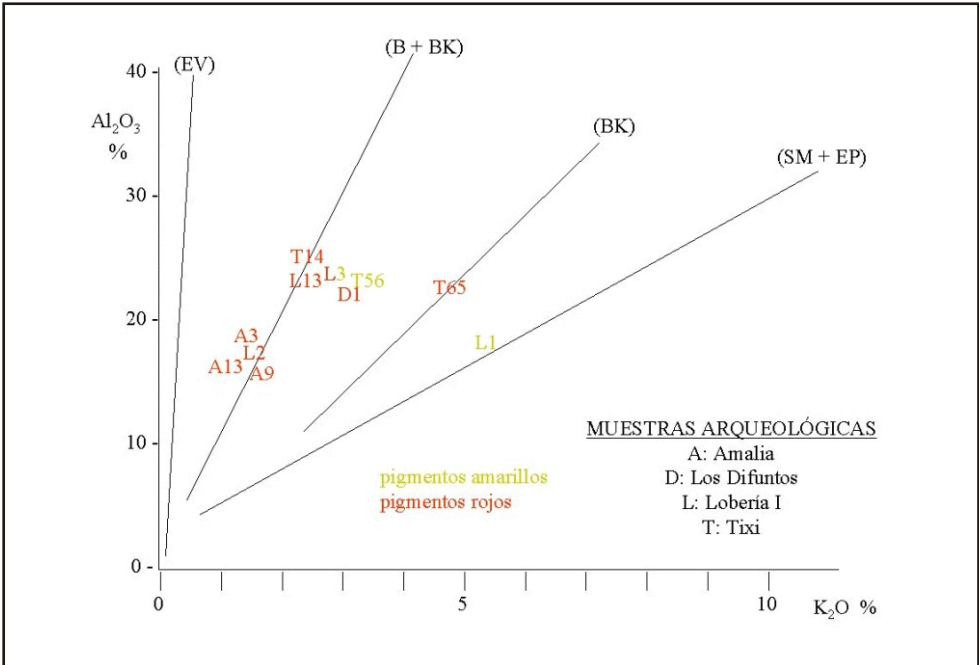


Figura 2. Relaciones $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ para muestras arqueológicas de Amalia, Los Difuntos, Lobería I y Cueva Tixi

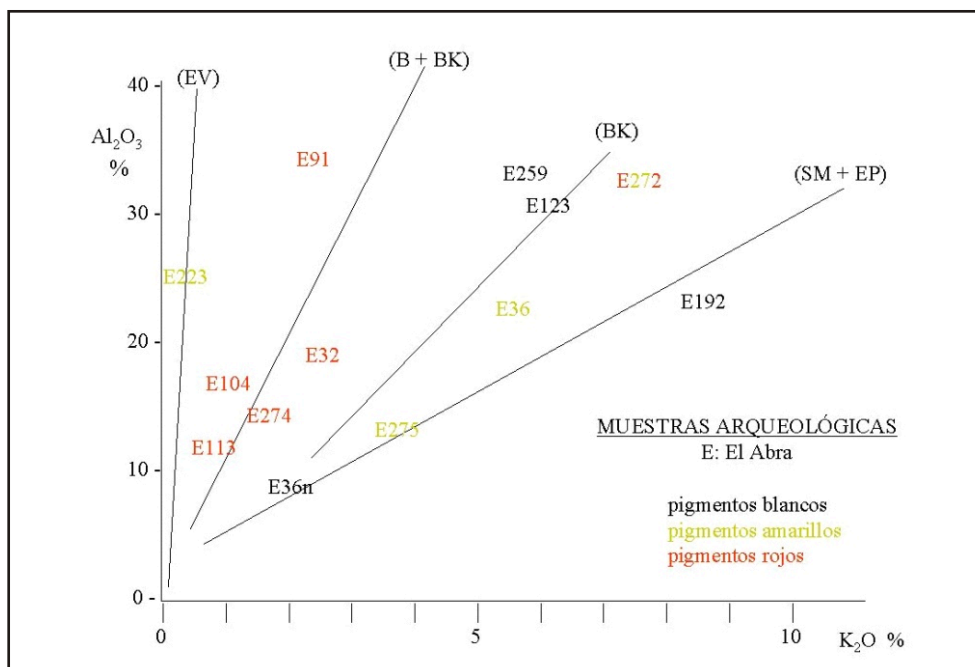


Figura 3. Relaciones $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ para muestras arqueológicas de Cueva El Abra

2) Es notable la ausencia de rojos originarios de lugares como San Manuel o El Volcán. De hecho, muestras como la N°5 de San Manuel (86.7% Fe_2O_3) o la 204 de El Palmar (80.6% Fe_2O_3) son excelentes pigmentos rojos por su textura grasa y su alto porcentaje de hematita; pero no se han encontrado muestras arqueológicas de pigmentos rojos provenientes de ese lugar. Esto podría sugerir que existieron otros factores, por ejemplo culturales, que resultaron en la elección de los lugares de aprovisionamiento observados.

3) Los pigmentos amarillos muestran una dispersión marcada, no observándose una coincidencia definida con ninguno de las canteras relevadas.

4) Los pigmentos blancos se ubican sobre las líneas representativas de Barker y San Manuel/El Palmar, si bien el número de muestras analizadas es muy pequeño como para extraer conclusiones inequívocas.

De manera similar, se analizó la distribución de las muestras en base a la relación $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$. Esta relación no diferencia tan nítidamente entre minerales arcillosos de distintas naturalezas, sino que -dado que probablemente el Mg se encuentra sustituyendo isomórficamente a parte del Al^{3+} de la estructura-, podría sólo reflejar posibles diferencias en las características del entorno durante la génesis de los minerales de arcilla. Se obtuvo una distribución parecida, si bien los contenidos de MgO son inferiores a los de K_2O , y la distribución no es tan claramente definida como en el caso de éste. Sin embargo, se observó que las muestras provenientes de El Volcán tienen los contenidos más bajos de Mg; y las muestras de San Manuel-El Palmar, los más altos. la relación es lineal, si bien los pigmentos de color amarillo tienen contenidos de MgO inferiores a los sugeridos por la recta trazada en base a los análisis de los pigmentos rojos y blanco.

En las muestras arqueológicas provenientes de El Abra, los pigmentos se distribuyeron en: los amarillos y blancos en un grupo y los rojos en otro, cercanos a las composiciones de las muestras provenientes de Batán. De todos modos, el número de muestras es muy pequeño, y la

falta de análisis de las muestras de las canteras de Barker impide en este caso extraer conclusiones.

CONCLUSIONES

Se proponen las canteras de Barker y, menos probablemente, de Batán, como posibles lugares de obtención de la gran mayoría de los pigmentos rojos analizados. Se destaca la ausencia de clastos provenientes de las canteras de San Manuel y El Palmar, a pesar de que éstas cuentan con pigmentos rojos de excelente calidad.

Los pigmentos amarillos y blancos muestran una mayor dispersión en su composición, lo cual, junto a su pequeño número, impidió establecer sus lugares de origen.

La utilización de la relación de concentraciones Al_2O_3/K_2O como parámetro de descripción de la naturaleza de los minerales arcillosos contenidos en muestras de cantera y en muestras arqueológicas de pigmentos inorgánicos provenientes de sitios del sudeste bonaerense permitió, en principio, obtener interesantes elementos de juicio sobre el probable origen de estas últimas. Este tipo de criterio resulta, desde el punto de vista arqueométrico, superior a los análisis químicos, tanto elementales como estructurales, considerados aisladamente y analizados convencionalmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mansur, E., A. Lasa, y D. Mazzanti

2005 “Análisis Tecnofuncional de pigmentos provenientes de reparos rocosos de Tandilia: Estudio arqueológico y experimental”. En prensa, Actas del IV Congreso de Arqueología de la Región Pampeana Argentina, Bahía Blanca.

2007 El uso de sustancias colorantes en el tratamiento de pieles. 2do. Congreso Argentino y Latinoamericano de Arqueometría, Buenos Aires.

Mansur, E., D. Mazzanti y A. Lasa

2004 “Análisis microscópico de pigmentos e instrumentos líticos provenientes de reparos rocosos de Tandilia (Provincia de Buenos Aires)”. En prensa, Actas XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Río Cuarto.

Porto López, J.M. y D.L. Mazzanti

2005 “Caracterización arqueométrica de pigmentos minerales y fuentes potenciales de aprovisionamiento en las sierras orientales de Tandilia”. En prensa, Actas del I Congreso Argentino de Arqueometría, en prensa.

Zalba, P.

1988 “Arcillas de las sierras septentrionales de Buenos Aires”. Publicación Especial N° 1, CETMIC.CIC.



DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FOSFATOS EN SUELOS Y SU APLICACIÓN ARQUEOLÓGICA

Alberto Pérez¹, Pablo Chiarelli², Elizabeth Grillo²

1 Universidad de Buenos Aires. FHN Félix de Azara, CIEDE, Neuquén
arqueo.meliquina@gmail.com

2 FHN Félix de Azara. Dto. de Ciencias Naturales y Antropológicas, CEBBAD-Universidad
Maimónides
arqueo.meliquina@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el desarrollo y los alcances de una técnica de análisis químico de suelos, modificada por los autores para su aplicación a la Arqueología. Nos referiremos a la cuantificación de fosfatos que se hallan en los sedimentos de un sitio arqueológico.

El fósforo, en forma de anión fosfato (PO_4^{--}) y otras formas, parcialmente ácidas o complejas, es un elemento químico que se presenta en forma natural en los sedimentos. El fosfato, una vez en el sedimento, no sufre lixiviación y se fija de manera insoluble, lo que produce su acumulación en el suelo.

El hombre contribuye a aportar más fosfatos a los sedimentos a través de desechos orgánicos, entre ellos y por sobre todo, como restos óseos. Los huesos poseen un componente orgánico (en su mayor parte compuesto por colágeno) y un importante componente mineral denominado Hidroxiapatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. Cuando los restos óseos son incorporados al suelo, éstos se degradan pasando sus componentes a formar parte de los sedimentos. Es así como, una cantidad relevante de fosfatos puede ser un indicador de ocupación humana en un sitio.

Es importante tener en cuenta, también, el pH de los sedimentos. Dependiendo de éste, los fosfatos se presentarán de diversas maneras (insolubles o solubles). Esto implica que no sólo basta con un análisis cuantitativo de fosfatos, sino también, de pH de los sedimentos para poder componer ambos datos.

Relacionar el pH de los sedimentos con la cuantificación de la cantidad de fosfatos en la matriz sedimentaria, también, permite llevar un control tafonómico.

Nuestro trabajo se centra en la Localidad Arqueológica de Meliquina, ubicada en tierras de la Estación Zootécnica Parque Diana, a 18,5 km sureste de la localidad de San Martín de los Andes, dentro del Departamento Lácar, provincia de Neuquén.

Las muestras de sedimentos tomadas provienen del sitio Lago Meliquina, dividido en dos sectores: Faja Media y Faja Superior. A cada Faja se le realizó una estratigrafía artificial cada 10 cm y, por cada nivel estratigráfico, se extrajo una muestra de 100 g de sedimento.

De cada una de estas muestras estratigráficas se tomaron, a su vez, dos submuestras más pequeñas de 5g.

De la ulterior preparación de una de estas submuestras por cada estratigrafía, y su análisis mediante espectrofotometría UV-VIS, se pudo cuantificar con gran precisión la cantidad de fosfatos presentes en cada nivel estratigráfico.

A las submuestras restantes, también se la preparó mediante extracción acuosa a fin de medir el pH de cada nivel estratigráfico con un pHmetro digital, calibrado entre dos puntos, para minimizar la desviación de la lectura del instrumento.

Una vez obtenido los resultados cuantitativos, se plasmaron en tablas y en gráficos, pudiendo así establecer una relación entre las estratigrafías de cada Faja, corroborando pisos de ocupación. Y, a su vez, entre las dos Fajas, estableciendo una correlación.

La importancia de la metodología de cuantificación de niveles “anómalos” de fosfatos radica en tener resultados numéricos concretos que sirven para poder llevar un control tafonómico y corroborar posibles pisos de ocupación, correspondientes a la actividad humana.

INTRODUCCIÓN

La “Localidad Arqueológica Meliquina” (en adelante LAM) se encuentra ubicada a 18,5 km sureste de la ciudad de San Martín de los Andes, dentro del Departamento Lácar y Parque Nacional Lanín, provincia del Neuquén. Sus coordenadas aproximadas son 40° 19' latitud Sur y 71° 19' longitud Oeste (Figura 1). Se encuentra a una altura de 970 msnm. El clima que caracteriza al área es frío y húmedo, típico de la cordillera Patagónica. Los registros más cercanos procedentes de estaciones privadas en el valle de Meliquina muestran un régimen de precipitaciones elevado, que oscila anualmente entre los 1 500 y 2 000 mm. Fitogeográficamente corresponde a la provincia Altoandina (Distrito Austral) y Bosque caducifolio (sector oriental del bosque que responde a condiciones algo más secas) y Valdiviano en una superficie bastante restringida dentro del área, adyacente a la frontera con Chile, donde se registran las condiciones más húmedas, con lluvias que superan los 4 000 mm anuales (Cabrera, 1971). Zoogeográficamente, la zona pertenece al Distrito Subandino Neuquino (Gollán, 1958). Dentro del área se encuentran 166 especies de vertebrados nativos. Las aves son las más numerosas, registrándose 102 especies. Siguen en orden de riqueza específica los mamíferos, con 33 especies (entre otros: guanaco, huemul, pudú, puma, zorro, huillín, varios roedores, etc.), los reptiles con 11 especies, los peces con 10 y los anfibios con 9 (Mermóz *et al.*, 1997).

Nuestra unidad de análisis está constituida por dos sectores de un sitio a cielo abierto a orillas del lago Meliquina, denominados Lago Meliquina (en adelante LM), Faja Superior (LM FS) y Faja Media (LM FM), cronológica y tecnológicamente equivalente al Componente Superior de Cueva Parque Diana (en adelante CPD), datado mediante ^{14}C en 730 ± 80 A.P. (LP 1559, carbón vegetal), que corresponden a ocupaciones más estables y recurrentes en contextos plenamente alfareros del área. El Componente Medio de CPD y los niveles inferiores de LM,

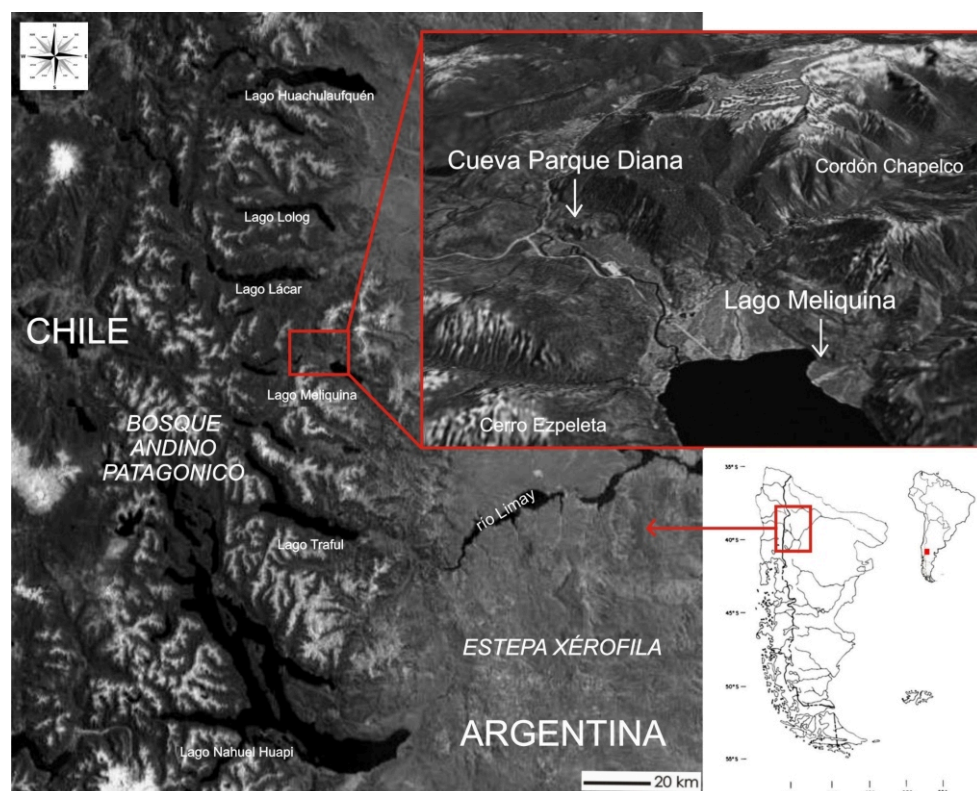


Figura 1. Ubicación de sitios y área de estudios

FM S1, fechado en 1090 ± 60 A.P. (LP 1727, carbón vegetal) y 920 ± 60 AP (LP-1721 carbón vegetal) respectivamente, presenta características de una etapa temprana de la ocupación efectiva del área caracterizada por la presencia de sitios pequeños y dispersos en el paisaje. El Componente Inferior, solo registrado en CPD, ha sido datado en forma más próxima en 2.370 ± 70 A.P. (LP 1704, espículas de carbón vegetal) (Figura 1).

A partir del estudio estratigráfico mediante capas artificiales de 10 cm de LM FS, Sector 1 del sitio LM, fue caracterizado en forma preliminar como unicomponente, cuya mayor densidad de artefactos se da entre 0,15 a 0,35 m. La posible existencia de un segundo componente cultural a sido propuesta como hipótesis a partir de la presencia de un relativamente bajo número de vestigios recuperados entre 0,70 y 0,80 m de profundidad (Figura 2). Se trata de 3 artefactos líticos (con densidad de $1 \times m^2$) que, bien sabemos, pudieron haber migrado descendientemente por causas naturales, por ejemplo: animales fosoriales, crecimiento de vegetación, procesos gravitacionales, etc. (Pérez *et al.*, 2007). Para contrastar esta hipótesis, realizamos una serie de análisis químicos sobre una secuencia sedimentaria del sitio con el propósito de buscar otras líneas de evidencias de actividad humana en asociación a estos artefactos. La importancia de la metodología de cuantificación de niveles “anómalos” de fosfatos es propuesta como aproximación metodología adecuada para este objetivo ante la ausencia de otros artefactos o evidencias macroscópicas (Eidt, 1973, 1977, Bakkevig, 1980, Eugenio y Murgo, 1996-98). Su importancia radica en tener resultados numéricos concretos que sirven para obtener controles tafonómicos y corroborar la existencia de posibles pisos de ocupación a partir de residuos no visibles, producto de la actividad humana (Lyman, 1994, Eugenio y Murgo, 1996-1998, Medina, 2002).

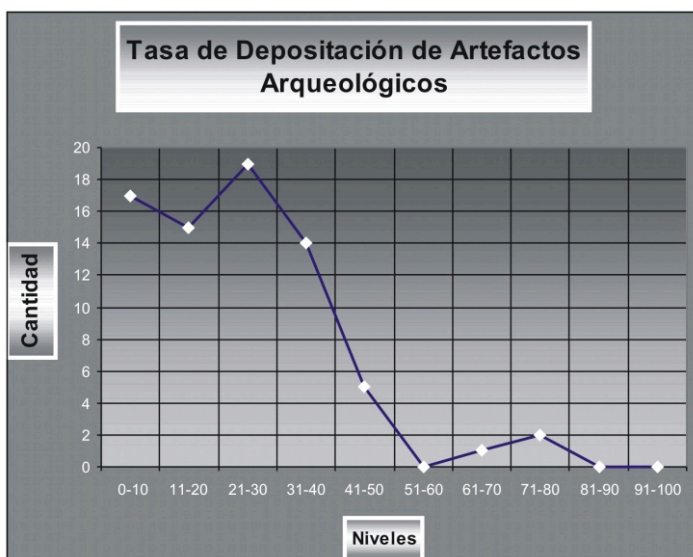


Figura 2. Frecuencia de artefactos arqueológicos del LM FS S1 por niveles (10 cm)

MATERIALES Y MÉTODOS

El principal componente mineral de los huesos, esmalte dental y dentina es la hidroxiapatita $Ca_5(PO_4)3OH$, cuya presencia constituye un importante indicador de ocupación humana en sitios arqueológicos (Eugenio y Murgo, 1996-1998, Medina, 2002). Su disolución en suelos relativamente ácidos, hace que los restos osteológicos no sean conspicuos, sino que se hallen en forma de sus productos de degradación solubles, esto es, los fosfatos. Los aniones fosfato y molibdato reaccionan en medio ácido para formar el ácido fosfomolibdico, que bajo una reducción selectiva (en este caso, mediante la presencia de ácido ascórbico), produce una

coloración azul (azul de molibdeno, de composición desconocida), siendo la intensidad de la coloración, proporcional a la cantidad de fosfato combinado en el heteropoliácido. Compararemos los niveles pH y Fósforo de niveles de ocupación bien caracterizados por la presencia de artefactos y estructuras provenientes de las capas o niveles 2 y 3 de LM FM y 2,3 y 4 de LM FS, con los resultados de los niveles inferiores y especialmente las capas 7 a 9 de LM FS donde se registra la presencia de artefactos aislados y en bajo número en estratigrafía.

Desarrollo del análisis

En un vaso de precipitados de 50 ml se colocaron 5 ml de la muestra y agregó con pipeta 1 ml del reactivo ácido molibdico y se agitó suavemente para su homogenización. Hecho esto, se agregó mediante pipeta, 1 ml del reactivo ácido ascórbico, agitando suavemente para la completa homogenización. A partir de esto se contaron 2 minutos para el total desarrollo de color azul, antes de hacer las lecturas en espectrofotómetro. Estas lecturas se realizaron, midiendo en espectrofotómetro, la transmitancia de la solución a 620 nm, que corresponde al máximo de absorción del color desarrollado. Para esto se usará preferentemente celda de vidrio.

El instrumento se puso a cero, con un ensayo en blanco, que constó de todos los reactivos, en las cantidades indicadas con anterioridad, exceptuando la muestra, que se reemplazo con agua destilada. El instrumento se standardizará midiendo el color desarrollado por el Standard de Fosfatos, preparado con anterioridad, que corresponde a una concentración real de ión fosfato (PO_4^{3-}) de 54 partes por millón (ppm).

Cálculos

El cálculo, con el fin de la interpretación de los datos, se hizo de la siguiente manera:

$T(\text{mta}) \times 0.27 \times 200$ p.p.m. PO_4 presentes en 1 Kg

$T(\text{std})$ de sedimento.

Reactivos utilizados

Solución de Ácido Clorhídrico 5 N

Solución de Ácido Molibdico 4 %

Solución de Ácido Ascórbico 0,1 %

Standardización y curva de calibración

Preparación standard de 54 ppm de (PO_4^{3-}) (Fosfato disódico $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

Extracción de la muestra

Cada unidad de análisis (planta o capa) corresponde a un nivel artificial de estratificación del suelo de 10 cm de potencia. De cada uno, se tomaron muestras de 100 g. de sedimento, colocándolos en bolsas de polietileno, rotuladas adecuadamente.

En caso de muestras que presentaron algún nivel de compactación, se procedió a su trituration mecánica minuciosa y homogeneización mediante una tamización con malla metálica media.

Para el almacenaje de las muestras, está desaconsejado el empleo de film de aluminio, por ser fácilmente atacado tanto por suelos ácidos, como por alcalinos, incorporando a la muestra impurezas que malogren los resultados del análisis.

Preparación de muestras

Se colocaron 5g. del sedimento a tratar en 50 ml. de agua destilada, agitando suavemente para asegurar el completo humedecimiento y la disolución de todos los componentes solubles, dejando decantar durante 5 hs, a fin de separar la porción insoluble. Es importante que el ensayo se efectúe durante el mismo día para prevenir la degradación bacteriana, que puede afectar sensiblemente el pH final de la muestra. Si no pudiese ser así, deberá conservarse la misma en heladera por espacio no mayor de tres días.

Con la suspensión de suelo en agua, ya sedimentada, se filtró la mezcla, con embudo y papel de filtro, a fin de clarificar asegurando que no quede ningún sedimento en suspensión.

Todas las determinaciones se practicaron sobre el extracto acuoso proveniente de la centrifugación de las suspensiones de muestras de suelos.

RESULTADOS

El análisis químico muestra la presencia de dos registros con elevados niveles de fosfato frente a la columna estratigráfica analizada. El primero, correspondiente a las unidades arqueológicas denominadas capas 2 y 3, entre 0,11 y 0,29 m, en un contexto de gran deposición de artefactos (>25 x m²), estructuras de combustión y acondicionamiento del espacio (Pérez, 2006). Un segundo nivel anómalo de fosfato se presenta entre las capas 6 y 7, entre 0,50 y 0,69 m de profundidad, en asociación a un más acotado número de artefactos arqueológicos (1 x m²), debajo de un *hiatus* marcado por ausencia de artefactos arqueológicos (Tabla 1, Figura 2).

<i>Nivel arqueológico</i> Lago Meliquina	Faja Media (Sector 1)			Faja Superior (Sector 1)		
	<i>pH</i>	<i>Lectura (620 nm)</i>	<i>p.p.m PO₄(Kg)</i>	<i>pH</i>	<i>Lectura (620 nm)</i>	<i>p.p.m PO₄(Kg)</i>
Capa 1 (0-10 cm)	5.9	4.3	42	6.0	6.9	68
Capa 2 (11-19 cm)	5.8	12.6	124	6.0	11.8	116
Capa 3 (20-29 cm)	6.3	10.0	98	6.3	14.6	142
Capa 4 (30-39 cm)	6.2	9.0	88	6.3	11.9	116.6
Capa 5 (40-49 cm)	6.1	6.2	70	6.3	8.3	82
Capa 6 (50-59 cm)	6.1	8.3	82	6.2	9.7	95
Capa 7 (60-69 cm)	6.1	9.6	94	6.3	12.6	124
Capa 8 (70-79 cm)	-	2.6	22	6.2	3.1	30

Tabla 1. pH y Fósatos de LM FS y LM FM

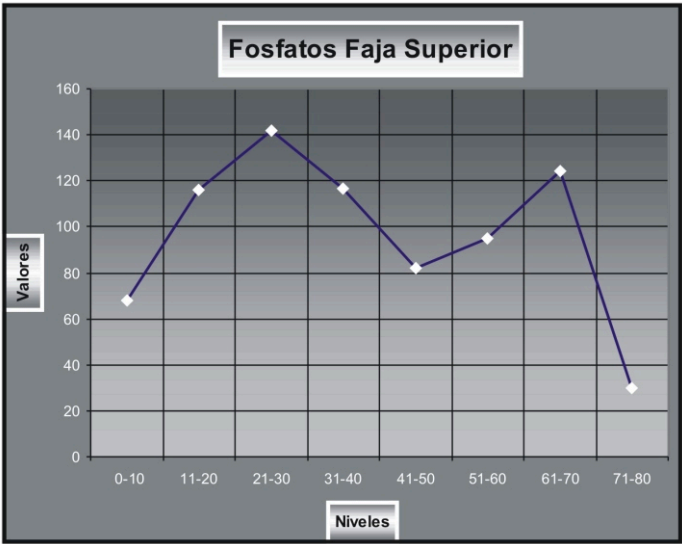


Figura 2. Fósatos por niveles (10 cm) de LM FS

CONCLUSIONES

Consideramos que los resultados obtenidos corresponden a las expectativas de la presencia de dos componentes culturales. Los artefactos recuperados en los niveles inferiores de LM FS no son resultado entonces de la migración descendente de artefactos por procesos naturales. Estos niveles cuentan con registros de fosfatos similares a los encontrados en contextos de ocupación humana más evidentes, provenientes de las capas 2 a 4 suprayacentes- del mismo sitio. La menor frecuencia o tasa de descarte de artefactos en este sector (LM FS) y la mayor riqueza y diversidad artefactual en otros sectores contemporáneos e incluso más antiguos del sitio, y de otros próximos como Cueva Parque Diana, podría responder a un menor uso o prolongación temporal de las actividades en este sector del espacio.

El análisis de fosfato en suelo resultó una herramienta útil como evidencia adicional de actividad humana en los niveles inferiores de LM FS ante la ambigüedad que suele presentar un acotado número de artefactos arqueológicos en estratigrafía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Eugenio, E. y A. Murgo

1996-1998 Análisis de fosfatos en sitios arqueológicos mediante ensayos a la gota: Principios, limitaciones y calibración semicuantitativa de la técnica Eidt. En Palimpsesto. Revista de Arqueología. N°5, pp. 24-40.

Eidt, R.

1973 A Rapid Chemical Field Test for Archaeological Site Surveying. *American Antiquity*, Vol. 38, No. 2, pp. 206-210

1977 The Quantitative Analysis of Soil Phosphate. *American Antiquity*, Vol. 42, No. 2 (Apr., 1977), pp. 248-252.

Bakkevig, S.

1980 Phosphate Analysis in Archeology. Problems and Recent Progress, *Norweig Archaeological Review*, 13 (2), Oslo, pp. 73-100.

Lyman, L. R.

1994 *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press.

Medina, M.

2002 Arqueofaunas y tafonomía: la importancia de la caza en contextos formativos tardíos del sector central de Sierras Centrales. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.

Pérez, A.

2006 Arqueología del bosque. El registro arqueológico del interior y borde de bosque de Norpatagonia. *Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena. Valdivia*. En prensa..

Pérez, A., M. Smith y E. Grillo

2007 Tafonomía del Bosque Norpatagonico. La localidad arqueologica Meliquina. *Revista Runa* N° 29. En prensa.



ESTUDIO SOBRE BOTONES DE PELTRE HALLADOS EN LA CORBETA HMS SWIFT (1770)

Horacio De Rosa¹, Nicolás C. Ciarlo², Hernán G. Svoboda^{1,3}

1 Laboratorio de Materiales, Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. hderosa@fi.uba.ar

2 Programa de Arqueología Subacuática, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. nciarlo@yahoo.com.ar

3 Laboratorio de Materiales y Estructuras, Departamentos de Estabilidad y Construcciones, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. hsvobod@fi.uba.ar

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió un botón metálico representativo de los hallados en uniformes militares de la corbeta HMS Swift, naufragada en 1770 en las costas de la provincia de Santa Cruz. El objetivo del presente trabajo es analizar las técnicas de fabricación empleadas, así como los materiales empleados a fin de aportar elementos para su caracterización y mejor comprensión de los recursos tecnológicos disponibles y la calidad de los objetos hallados. Se realizó una inspección visual de los elementos estudiados, se prepararon probetas metalográficas a fin de caracterizar microestructural y químicamente el material empleado, global y localmente. El botón es de una aleación plomo (Pb) y estaño (Sn) de composición eutéctica y fue obtenido por colada en molde en una sola pieza. Se analizaron y discutieron los resultados obtenidos y se contrastaron posteriormente con información previamente reportada.

INTRODUCCIÓN

En marzo de 2006 el Programa de Arqueología Subacuática del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano llevó a cabo las tareas de recuperación de los restos óseos de un Infante de Marina inglés de la corbeta británica *Swift*, naufragada en la Ría del Deseado (Santa Cruz, Argentina) en 1770. Asociados a los restos óseos se hallaron vestigios del uniforme que portaba. Los accesorios metálicos recuperados son un conjunto de botones y tres hebillas (dos de ellas pertenecientes a los zapatos y la tercera ubicada a la altura de la cintura pélvica). El objetivo del presente trabajo es analizar las técnicas de fabricación, así como los materiales empleados en uno de los botones, a fin de aportar elementos para su caracterización y para una mejor comprensión de los recursos tecnológicos disponibles y la calidad de los objetos utilizados por los marinos. Asimismo se busca ampliar el registro de este tipo de elementos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recibieron 5 botones metálicos correspondientes al uniforme del marino hallado en la corbeta *Swift*. En la Figura 1 se puede observar una imagen de los elementos estudiados.

Para lograr los objetivos propuestos se emplearon diversas técnicas de caracterización. En primer lugar se realizó una observación visual a fin de identificar características generales, dimensionales y morfológicas de los elementos en estudio. Posteriormente se realizó el corte de uno de los botones observándose con estereomicroscopía óptica (OEM) y se prepararon probetas metalográficas para su observación mediante microscopía óptica (OM) y electrónica de barrido (SEM). Se determinó la composición química global y



Figura 1. Muestra de botones recuperados

local por medio de espectrometría de energía dispersiva (EDS). Los resultados obtenidos se contrastaron con bibliografía existente y se analizaron a fin de lograr los objetivos propuestos para el presente trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inspección Visual

Los botones analizados presentan morfología, dimensiones y características similares, que indicarían un mismo proceso de fabricación. Asimismo todos los botones presentaron un buen estado de conservación sin identificarse un proceso de corrosión severa. Esto indicaría que el material presenta una buena resistencia a la corrosión marina.

Los botones tienen un diámetro de 17 a 18 mm y una altura de 6 a 8 mm, presentando una forma abovedada en el frente (*domed buttons*), y una superficie con leve convexidad en el reverso. En las Figuras 2 y 3 se pueden apreciar ambas caras mencionadas.

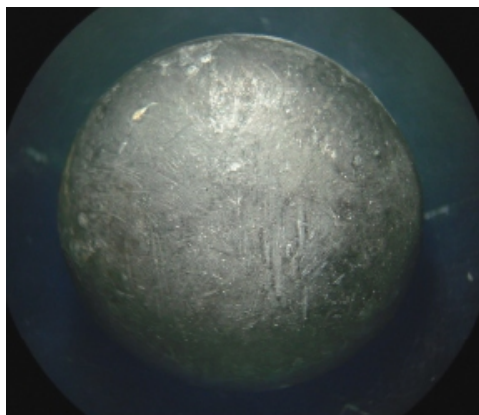


Figura 2. Frente del botón



Figura 3. Reverso del botón

Como puede verse se presenta una pátina natural de color negro recubriendo la totalidad de su superficie.

En el reverso se observan dos orificios de 3 a 3,5 mm de diámetro simétricos respecto del centro del botón. Asimismo se aprecia una rebaba siguiendo la línea diametral que une ambos orificios por su centro. Además, sobre la dicha línea, hacia el centro del botón se observan otros dos orificios más pequeños de aproximadamente 1 mm de diámetro.

Los orificios mayores presentan en sus adyacencias sendas marcas circunferenciales con un diámetro levemente superior al del orificio, como se observa en la Figura 4. Esta marca podría estar asociada a algún dispositivo ubicado en que en esa zona, durante el proceso de fabricación.

Por otro lado, en el reverso se detectaron, en relieve, las letras T y L alineadas sobre un diámetro ortogonal a la línea de la rebaba mencionada (Figura 4).

Estas letras estarían asociadas a la identificación del fabricante. A su vez, en la periferia de los botones existe otra rebaba ubicada en la zona del encuentro entre el frente y la cara del reverso como se observa en detalle en la Figura 5.

A fin de analizar las técnicas de fabricación empleadas sobre uno de los botones se realizó un corte por la línea que une el centro de los orificios.

En la Figura 6 se puede observar el corte de uno de los botones por el diámetro mencionado.

Como puede verse en dicha figura, el botón es hueco, con un espesor de pared de aproximada-



Figura 4. Letras T y L grabadas en el botón

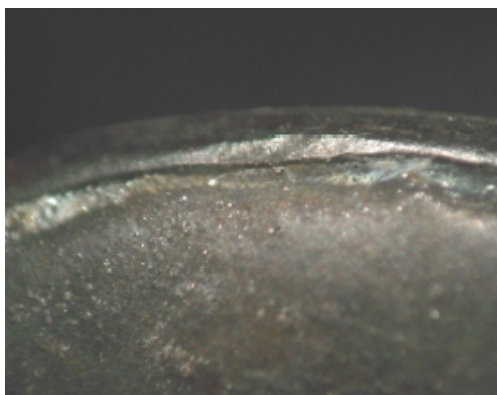


Figura 5. Rebaba periférica

mente 1 mm. A su vez, se observa que a partir de los orificios menores centrales se introducen en la pieza dos canales divergentes. Estos canales estarían asociados a la incorporación de un alambre en forma de omega para la costura del botón al uniforme. Este alambre podría haberse corroído durante su permanencia en el mar a lo largo del tiempo, permaneciendo sólo los canales que lo contenían, consistentemente con lo reportado sobre el uso de alambres de hierro para este fin (Aultman y Grillo, 2003). Asimismo, la detección por EDS de hierro en esa zona confirmaría dicha consideración.

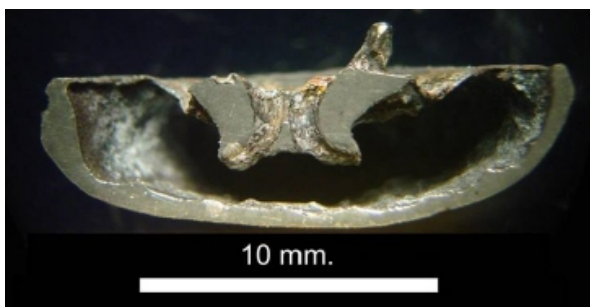


Figura 6. Corte de uno de los botones

que lo contenían, consistentemente con lo reportado sobre el uso de alambres de hierro para este fin (Aultman y Grillo, 2003). Asimismo, la detección por EDS de hierro en esa zona confirmaría dicha consideración.

En cuanto a las rebabas observadas, las mismas podrían estar asociadas al encuentro entre distintas partes de un molde tripartito empleado para su fabricación.

Caracterización química y microestructural

A fin de identificar la composición química del material empleado en la fabricación de los botones en estudio se realizó EDS. En la Figura 7 se observa el espectro correspondiente a la aleación empelada. En la Figura 8 se observa el espectro correspondiente a la zona de los orificios centrales.

El material empleado para la obtención de los botones es una aleación Pb-Sn-Cu denominada peltre¹. Este tipo de aleaciones era usualmente empleado para la fabricación de botones por la técnica de colado (Olsen, 1963), debido a su baja temperatura de fusión (<200°C) y su buena resistencia a la corrosión, entre otros aspectos.

Como puede verse dentro de los orificios se detectó la presencia de Fe lo que podría indicar que el alambre que conformaba el ojal era de una aleación base hierro que se corroyó, como se mencionó anteriormente.

En la Figura 9 se puede observar la microestructura del material. La misma corresponde a una estructura del tipo eutéctico (fases amarilla y negra) con la presencia de una tercera fase (blanca).

¹ El peltre es una aleación mayoritariamente de estaño, aleada con otros metales que le confieren mayor dureza, como el plomo, cobre, bismuto, zinc y antimonio (Dunkle *et al.*, 2003; Pewter Society, 2006).

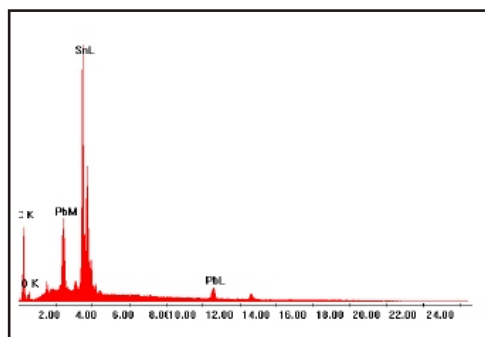


Figura 7. Espectro EDS del material del botón

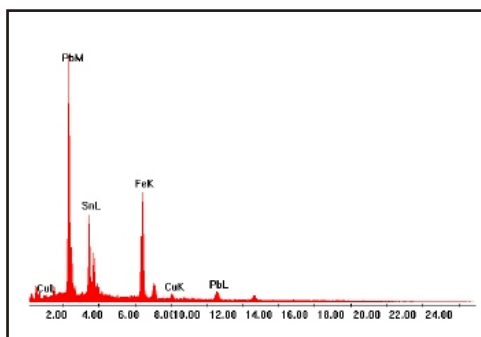


Figura 8. Espectro EDS de la zona de los orificios centrales

En la Figura 10 se observa una imagen SEM de la microestructura, identificándose las tres fases principales, dos de las cuales forman un eutéctico, siendo la matriz una fase rica en Sn y la dispersión la fase rica en Pb. La tercera fase corresponde a un compuesto Cu-Sn, según lo identificado con EDS.

La estructura observada corresponde a una estructura de solidificación, lo cual es consistente con que el proceso de fabricación fue por colada, como se mencionó anteriormente.

No se observan diferencias microestructurales en la zona de encuentro entre el frente y el anverso de la pieza por lo que se estima que no existió un proceso de soldadura de las partes.

A partir de las observaciones realizadas, de acuerdo con la morfología que presenta el botón se puede deducir que el proceso de fabricación fue por colado del material en fase líquida, probablemente en un molde tripartito con el auxilio de un noyo central. El método de fabricación por fundido mediante el uso de un molde está documentado para la obtención de botones planos (Olsen, 1964). En el caso de los *domed buttons*, hay fuentes que indican que éstos se habrían fabricado a partir de dos piezas fundidas (el domo y la base), las cuales eran luego soldadas perimetralmente y en la parte posterior se efectuaban dos agujeros para el escape de los gases durante dicho proceso, en tanto la presilla, posiblemente de hierro, se colocaba posteriormente mediante soldadura (Olsen, 1963, Hume, 1980, Erwin, 1994, Aultman y Grillo, 2003). Sin embargo, como se mencionó anteriormente, a partir de lo observado en el presente análisis en cuanto a la ausencia de microestructuras que evidencien un proceso de soldadura y de marcas de encuentro de las distintas partes nos permite suponer un método alternativo para la fabricación de tales botones. Asimismo, la soldadura de las partes mencio-

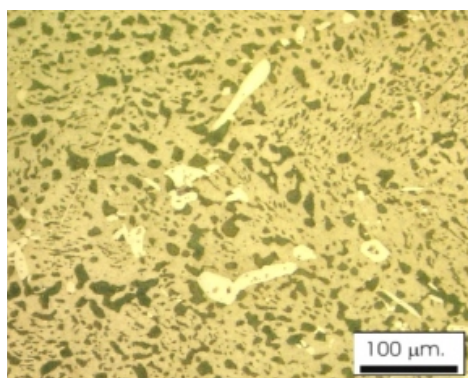


Figura 9. Microestructura eutéctica del botón

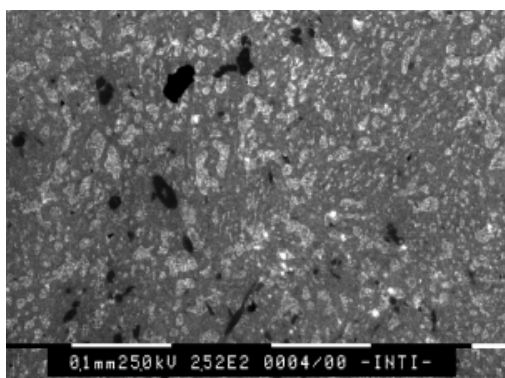


Figura 10. Microestructura eutéctica del botón

nadas, elaboradas con una aleación eutéctica, presentaría complicaciones adicionales.

Consideramos que el proceso de manufactura se habría realizado a través de la colada del metal líquido en un molde formado por un cuenco que daba forma al frente de la pieza junto con dos partes simétricas que alojaban el ojal y tenían gravadas las letras T y L. La línea de unión de estas partes habrían dejado la marca de rebabas observadas. En cuanto al alojamiento interno, se obtenía por la presencia de un noyo de material friable el cual se removía, a través de los orificios observados, una vez concluida la solidificación. La utilización de una técnica de este tipo demandaría un menor costo con relación al tiempo operativo respecto de la fabricación en varias piezas soldadas.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y su análisis y discusión se puede concluir que:

- Los botones hallados en la Corbeta Swift correspondientes a uniformes militares de la segunda mitad del siglo XVIII fueron obtenidos por colada en molde con noyo obteniéndose botones huecos. Esto implica un nivel tecnológico avanzado respecto a otras tecnologías de fabricación reportadas para la obtención de botones macizos.
- En el reverso de los botones presentan inscriptas una letra L y una letra T, que indicaría probablemente las iniciales del fabricante, aún no identificado.
- El material empleado es una aleación Sn-Pb-Cu denominada peltre, con un ojal constituido por un alambre aleación de hierro, el cual se habría perdido por corrosión.
- En la microestructura se observan dos fases que constituyen un eutéctico y una tercera fase de Cu-Sn que estaría asociada a un compuesto.
- En cuanto al método de fabricación el mismo consistiría en un proceso de colada del metal líquido dentro de un molde conformado en tres piezas con un noyo para la formación del hueco interno, que a su vez fijaba la posición del alambre de hierro para el ojal.
- Los botones habrían sido fabricados en una sola pieza, lo cual constituye un avance tecnológico respecto de otros métodos que se basan en la soldadura de dos partes (frente y reverso) y del ojal.
- La aleación de peltre empleada para la fabricación del botón presenta un bajo punto de fusión, que facilita el proceso de colado, siendo reportado en la literatura su uso para estas aplicaciones.
- Los botones se encuentran en buen estado de conservación, sin presentar signos de corrosión significativos. Respecto del ojal, el mismo se habría corroído totalmente, quedando sólo evidencias de Fe y de los canales donde se ubicó.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo desean agradecer al Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aultman, J. y K. Grillo
 2003 DAACS Cataloging Manual: Buttons.
<http://www.daacs.org/aboutDatabase/pdf/cataloging/Buttons.pdf> (Acceso marzo 2006).
- Dunkle, S.E., J. . Craig, J.D. Rimstidt y W.R. Lusard
 2003 Romarchite, Hydroromarchite and Abhurite Formed During the Corrosion of Pewter Artifacts from the *Queen Anne's Revenge* (1718). *The Canadian Mineralogist*, 41:659-669.

Erwin, G.

1994 *Personal Possessions From The H.M.S. Boscawen: Life on Board a Mid Eighteenth-Century Warship During The French and Indian War*. Tesis Master of Arts (Mayor Subject: Anthropology), no publicada. Texas A&M University, Texas.

Hume, I.N.

1980 *A Guide to Artifacts of Colonial América* Alfred A. Knopf, New York.

Olsen, S.J.

1963 Dating Early Plain Buttons by their Form. *American Antiquity* 28(4):551-554.

1964 A Colonial Button Mold. *American Antiquity* 29(3):389-390. The Pewter Society

2006 What is pewter? http://www.pewtersociety.org/what_is_pewter.html (Acceso mayo 2006).



ESTUDIO ANALITICO-ESTRUCTURAL DE UN ESPEJO ROMANO DE BRONCE DE ORIGEN ARQUEOLOGICO

L.A. Gil M.¹, Adrián A. Pifferetti², M.J. Feliu¹, A. Santos³

¹ Dpto. de Quím. Física, Univ. de Cádiz, Spain almoraima.gil@uca.es

² CEMAT, Facultad R.Rosario, Universidad Tecnológica Nacional apiffere@agatha.unr.edu.ar

³ Dpto. de Cristalografía y Mineralogía, Estrat., Geodca. y Petrol. y Geoqca. Univer. de Cádiz,

RESUMEN

El presente trabajo describe el proceso llevado a cabo, para caracterizar un espejo romano de bronce que proviene de un yacimiento arqueológico localizado al sur de España, mediante la utilización combinada de técnicas analíticas no destructivas. La circunstancia de que el espejo se hallara fragmentado dentro del yacimiento, ha permitido el examen detallado y el análisis químico no solo de su superficie horizontal sino también de la de un corte perpendicular. El uso de optical microscopy (OM), scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive spectrometry (EDS), X-Ray powder diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF) spectroscopy and Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy, ha permitido caracterizar la estructura de las capas de corrosión producidas tras sufrir un largo proceso de oxidación dentro del yacimiento, y clasificarla en concordancia con un modelo existente para aleaciones de cobre. Con un pequeño fragmento del espejo se ha procedido a la elaboración de una probeta metalográfica con el fin de estudiar las fases presentes en la aleación, cuya estequiometría se ha determinado tras el ajuste del espectro de difracción obtenido mediante XRD.

INTRODUCCIÓN

Los espejos metálicos etruscos y romanos se obtenían por fusión y luego las caras reflectantes eran martilladas y pulidas y en algunos casos, sometidos a calentamientos de homogeneización. [1,2].

Investigar estos espejos de bronce añade al interés arqueológico, el estudio de los procesos tecnológicos de fabricación y el análisis y caracterización de superficies metálicas que han sufrido procesos de corrosión durante periodos muy largos de tiempo y en condiciones especiales que en muchos casos producen estructuras de corrosión singulares [3]. Así mismo, la investigación de estos complejos procesos, permite diversificar la aplicación combinada de diversas técnicas analíticas no destructivas [4-8].

Debido a las diversas circunstancias que concurren tanto en la fabricación de estos objetos como en la conservación dentro de los yacimientos, cada uno de ellos posee singularidades que hacen que su estudio aporte información inédita. El objeto de nuestra investigación es un espejo romano datado entre los siglos I y II (A.C.), localizado formando parte del ajuar funerario de una necrópolis de incineración, al sur de España.

El hallazgo del espejo fragmentado dentro del yacimiento ha permitido, por un lado, realizar análisis, en los que el tamaño de la muestra se encuentra limitado por el del portamuestra de la técnica utilizada, y por otro tener acceso a una sección transversal de la pieza, esto ha facilitado el estudio detallado de las características estructurales de la capa de corrosión formada, que se encuentra superpuesta uniformemente sobre toda la superficie del espejo. Esta circunstancia hizo pensar inicialmente, en la existencia de una capa de estaño colocada posteriormente sobre una aleación de bajo contenido en estaño, técnica que era utilizada por los artesanos romanos [25]. La utilización combinada de OM y SEM-EDS nos ha permitido estudiar la apariencia de la superficie corroída e identificar las diferentes capas que constituyen su estructura y que han intervenido en su formación, clasificándola según un modelo fenomenológico existente para aleaciones de cobre. Así mismo mediante la utilización de FTIR, XRF y XRD se han podido determinar los componentes y las fases cristalinas presentes en la muestra.

EXPERIMENTAL

Los fragmentos de espejo fueron lavados suavemente con agua destilada y etanol para remover restos de tierra y contaminaciones superficiales. No se aplicó ningún otro tratamiento físico o químico.

La morfología de la superficie se observó mediante microscopía óptica, utilizando un microscopio Nikon YS 2T, equipado con cámara digital.

Las microestructuras se analizaron usando un microscopio electrónico de barrido (SEM) Joel 820-SM provisto de un espectrómetro de energía dispersiva (EDS) LINK AN-10000 y un SEM Quanta 2000 con una EDS Phoneix.

Para el análisis de los componentes se utilizaron técnicas de difracción de rayos X (**DRX**) y espectrografía de fluorescencia de rayos X (**FRX**), por medio de un difractómetro Bruker D8 Advance y un detector Bruker Pioneer respectivamente. La información molecular se obtuvo por medio de espectrografía infrarroja en transformada de Fourier (FTIR) usando un espectrómetro Nicolet Impact 410 con software OMNIC.

Para efectuar el estudio metalográfico un fragmento de espejo fue impregnado en resina epoxi EPOFIX STRUER 40200029 y luego de 24 hs de fraguado, cortado usando un disco de diamante con el objeto de preservar los productos de corrosión. La sección se desbastó con papeles de carburo de silicio hasta granulometría 1200, pulida a espejo con pasta diamantada de $\frac{1}{4}$ m y atacada con una solución alcohólica de cloruro férrico.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

El espejo, objeto de nuestro estudio es esférico con un espesor medio de 0,2 cm y 10 cm de diámetro, muestra en ambas caras, una superficie irregularmente oxidada en la que se ha formado una patina de aspecto desigual. En los objetos de procedencia arqueológica, la patina debe considerarse como el resultado de las interacciones quimicofísicas de la aleación con el entorno en el que ha permanecido durante largo tiempo [9,10].

En nuestro caso, aunque abundan los productos de la corrosión coloreando la superficie, Figura 1, que analizados mediante EDS y FTIR corresponden a cloruros, carbonatos y óxidos de cobre (verdes, azules, rojos y negros) y óxidos de estaño y de plomo (blanco y gris), se pueden observar zonas menos atacadas, que evocan el estado original de la pieza. En el reverso del espejo, existen acumulaciones de carbón que suponemos procedentes de restos orgánicos, lo que unido a la presencia de fosfatos y oxalatos de calcio detectados mediante FTIR, confirman un contexto de tipo funerario. Por otro lado, los análisis realizados mediante XRF y EDS muestran la presencia en la patina, de fósforo y calcio provenientes del enterramiento funerario, y silicio y aluminio procedentes de los minerales de arcilla del terreno.

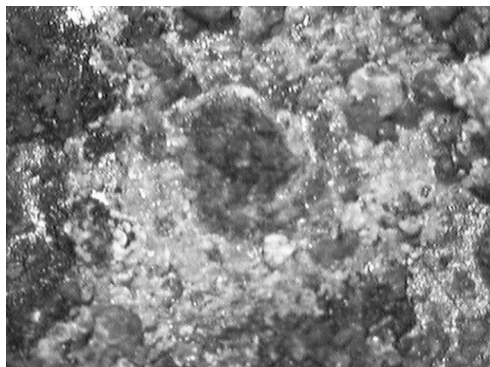


Figura 1. Pátina superficial (40X)

En la Figura 2, se muestra la imagen obtenida mediante microscopía óptica de la sección vertical del fragmento. Sus características son representativas del estado en que se encuentra el resto del espejo. Como se puede ver con este nivel de definición, en el interior del objeto el proceso de corrosión ha producido una distribución en capas claramente delimitadas, que se han depositado encima del núcleo de la aleación sin cambio aparente del volumen original del objeto. Con el paso del tiempo se ha formado una envoltura uniforme que rodea el núcleo remanente de la aleación original, que se distingue en color gris claro, localizada en la foto

como zona A. Esta parte central esta rodeada por dos capas concéntricas, la primera y mas interna, en contacto directo con la aleación, es de color marrón oscuro, (B). La capa siguiente, de color marrón rojizo, es de grosor similar a la anterior, en ella se pueden observar algunas fisuras perpendiculares (C), sobre esta última capa se superpone la patina formada sobre el objeto.

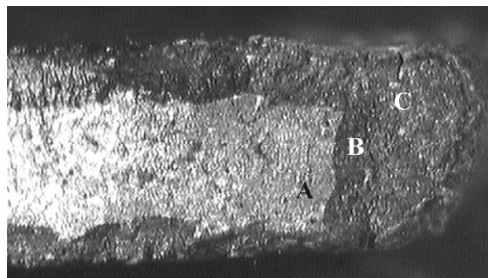


Figura 2. Corte transversal (10X)

Esta disposición en dos capas compactas, es característica de procesos en los que se ha producido una interacción con elementos que provienen de suelos moderadamente agresivos, por lo que la superficie externa ha sido poco atacada y el proceso de corrosión generalizado, produciéndose un fenómeno de pasivación que actúa de barrera e impide la disolución [11].

Estos resultados muestran claramente un proceso corrosivo con una disolución selectiva del cobre mientras que los productos de corrosión resultan enriquecidos en compuestos de estaño. Se concluye que el bronce resulta parcialmente pasivado debido a la presencia de una capa de oxido de estaño con una disminución de la velocidad de disolución del cobre con respecto al cobre puro [12].

En la figura 3, se presenta la superficie pulida de un corte transversal del fragmento. Se puede ver claramente la patina superficial y la delimitación del ataque de la corrosión que muestra

una línea de avance uniforme con algunas zonas en las que la agresión ha penetrado más en el seno de la matriz metálica siguiendo un ataque selectivo, que presenta color gris claro en la parte más externa y gris oscuro en las zonas mas internas [13]. Este ataque es atribuible a la tendencia del estaño a segregar en bordes de grano y a que el estaño y los compuestos Cu-Sn son catódicos respecto al cobre. Se observan también abundantes glóbulos de plomo de forma redondeada, incrustados tanto en la aleación, en color oscuro sobre el fondo blanco, como en la capa de corrosión, en color claro sobre fondo oscuro, esta profusión de incrustaciones de plomo indica la escasa disolución del mismo.

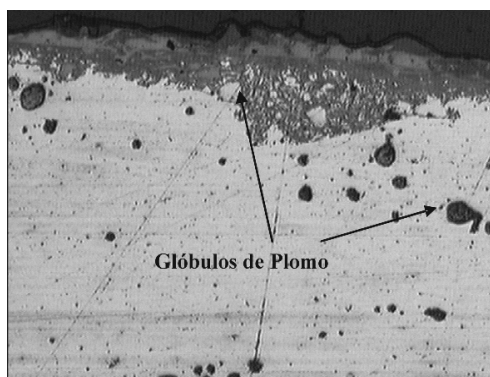


Figura 3. Sección transversal, sin ataque (40X)

En la Figura 4 donde se incluyen microfotografías SEM del corte vertical en modos BSE y SE, se aprecia la nitidez de la línea de separación entre las capas formadas por la corrosión. En la imagen en modo BSE se puede apreciar en la capa superior una zona brillante que corresponde a una alta concentración de estaño según muestra el EDS insertado sobre la figura. Los glóbulos de plomo se distinguen oscuros en la capa de corrosión y claros en la aleación. Se puede distinguir claramente el avance de la corrosión en el interior de la aleación.

Esta compleja estructura de se ajusta a la descrita como estructura de corrosión tipo I o de superficie "lisa" [14] o de patina por capas superpuestas [15], definida como un depósito pasivante de doble capa debido a una oxidación interna del estaño acompañada de una disolución selectiva del cobre. La morfología se caracteriza porque los depósitos están constituidos por la superposición de dos capas que envuelven el núcleo no corroído de la pieza. Los análisis realizados mediante EDS, del núcleo de la aleación, de la capa de corrosión y de la patina, muestran que el contenido en cobre disminuye progresivamente.

El análisis del núcleo de la aleación realizado mediante fluorescencia de rayos X (XRF) arroja

los resultados mostrados en la Tabla 1 expresados en % en peso. El núcleo corresponde a una aleación ternaria de Cu, Sn y Pb, donde el cobre es el principal componente, y la aleación puede considerarse un bronce con plomo, con un contenido de este último elemento de 9,4% en peso. Los elementos que aparecen en menor cuantía, Si, S, Al y Fe provienen de la interacción con el entorno. La relación Cu/Sn varía de un área a otra del espejo, no obstante la composición media obtenida mediante SEM-EDS en análisis de zonas irradiadas a 1000x del núcleo del espejo, arroja valores similares a los anteriores para los tres principales componentes 65% Cu , 18.5% Sn y 10% Pb. Esta composición está de acuerdo con las mostradas por otros espejos romanos [9].

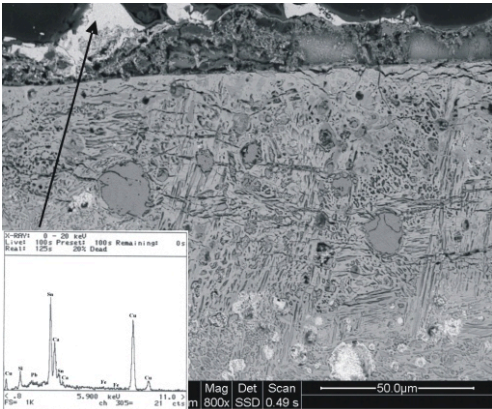


Figura 4. Zona rica en Sn

Las fases presentes en la aleación metálica, se ponen de manifiesto de manera inequívoca en el perfil de difracción de rayos X del núcleo de la aleación, mostrado en la Figura 5. Aunque, cuando se trata de las soluciones sólidas de Sn en Cu [16], existe una dificultad en la identificación de aquellas fases que presentan solapamiento del pico de máxima intensidad en los patrones de difracción. En nuestro caso sin embargo, la resolución de los perfiles obtenidos permite resolver esta ambigüedad. Así, en el perfil, es posible la identificación de una fase δ , proporcionalmente más rica en estaño, que es un compuesto intermetálico $Cu_{81}Sn_{22}$, una segunda fase que tiene una composición estequiométrica que corresponde a $Cu_{13.7}Sn$ y una tercera denominada como α -(Cu, Sn). Este perfil queda perfectamente ajustado con la identificación de la fase correspondiente al Pb.

Element	Cu	O	Sn	Pb	Si	S	Al	Fe
%	55.90	20.03	13.00	9.40	0.92	0.26	0.23	0.14

Tabla 1. Composición de la superficie lateral del espejo (XRF)

En el caso de la pátina superficial, la exigua superficie de la muestra origina un perfil de escasa resolución, y por tanto, sólo se pueden identificar con claridad las fases correspondientes a los óxidos, Pb y Cu, producidos por el proceso de corrosión. Finalmente, no se puede identificar inequívocamente la presencia de la fase intermetálica ϵ , que indicaría un proceso deliberado de estañado de la superficie [17, 18].

El estudio metalográfico de la sección en un corte transversal (Figura 6), permite observar la presencia de dendritas de color amarillo de fase α . Dichas dendritas se encuentran distribuidas uniformemente entre los abundantes segregados de fase δ , de color azul claro lo que indica que la aleación es rica en estaño. Puede observarse como el contorno de las dendritas se oscurece al contacto con la fase δ donde se produce una disminución del contenido en cobre. Puesto que el plomo es sustancialmente insoluble en cobre o en aleaciones de cobre, se encuentra como glóbulos redondos que aparecen en color azul más oscuro, dispersos en toda la matriz, la distribución y el tamaño de dichos glóbulos dependen del proceso de enfriamiento sufrido por la aleación. En nuestro caso el tamaño de los glóbulos oscila entre 1 y 8 micrómetros de diámetro, dispersos de forma aleatoria tanto en la estructura de fundición de la aleación como en la capa de corrosión como corresponde a las estructuras de colada.

Los valores medios obtenidos mediante EDS en la matriz, para el Sn oscilan entre los de la fase δ proporcionalmente más rica en Sn, donde se alcanza el 28% y los obtenidos en la zona dendrítica correspondientes a la fase α que corresponden al 15%. En la estructura dendrítica la

concentración de Sn tiene valores que dependen de la zona donde se realice el análisis lo que concuerda con la solidificación selectiva que se produce al enfriarse la masa fundida.

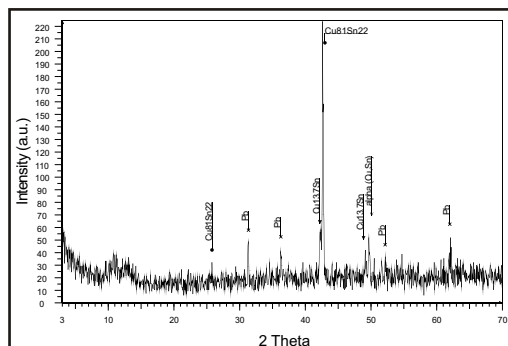


Figura 5. Perfil de difracción de rayos X del núcleo de la aleación

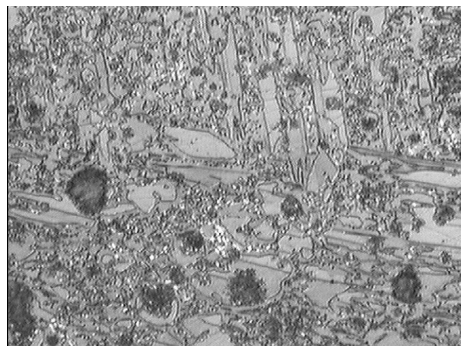


Figura 6. (40X)

CONCLUSIONES

La utilización combinada de SEM-EDS, XRD-FRD y FTIR ha permitido la determinación de la composición de la aleación que constituye el espejo estudiado, su microestructura es bifásica alfa-delta con partículas masivas de plomo. La estructura tan uniforme y delimitada de las capas de corrosión superficiales, unida a la desigual distribución de estaño podía hacer pensar en la existencia de un proceso de estañado de la superficie, aunque los perfiles de difracción de rayos X permiten asegurar la ausencia de las fases intermetálicas η o ϵ .

La presencia del plomo es característica de los broncees de época romana en que el incremento de la producción, llevó a la sustitución parcial del estaño más raro y costoso por dicho metal [15].

Después de los análisis realizados, debido a la dificultad que implica tipificar la morfología del ataque que presentan estos objetos, tras milenios de enterramiento, se llega a la conclusión de que en nuestro caso, la compleja estructura de corrosión estudiada se ajusta mayoritariamente a la descrita como estructura de corrosión tipo I o de superficie “lisa”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Meeks, M.D. [1]
1986 Archaeometry; 28, 133.
Panseri, C. y M. Leoni [2]
1956 Stud. Etrus. XXV, 161-175.
Ingo, G.M., T. de Caro, C. Riccucci y S. Khosroff [3]
2006 Appl. Phys. A-Mater., 83, 581.
Klemenc, S., B. Budic y J. Zupan [4]
1999 Anal. Chim. Acta., 389, 141.
Wadsak, M., T. Aastrup, I. Ondevall Wallindeer, C. Leygraf y M. Schreiner [5]
2002 Corros. Sci., 44, 791.
Ingo, G.M., E. Angelini, G. Bultrini, T. De Caro, L. Pandolfi y A. Mecí [6]
2002 Surf. and Interface. Anal., 34, 328.
Ingo, G.M., E. Angelini, G. Bultrini, I. Calliari, M. Dabala y T. de Caro [7]
2002 Surf. and Interface. Anal., 34, 337.
Fortes, F.J., M. Cortés, M.D. Simón, L.M. Cabalín y J.J. Laserna [8]
2005 Anal. Chim. Acta., 554, 136.

Scott, D.A. [9]

1991 Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

Pifferetti, A.A. [10]

1998 Rev. Esc. Antropología, F. H. y A., U. N. R., IV 127-137.

Robbiola, L. y R. Portier [11]

2006 J. Cultur. Herit., 7, 1.

Mabille, J., A. Bertrand, E.M.M. Sutter y C. Fiaud [12]

2003 Corros. Sci., 45, 855.

Gabaldón, A., V. López, A. Martín-Costea y E. Otero [13]

2006 Rev. Metalurg., 42, (), 287.

Robbiola, L., J.M. Blengino y C. Fiaud [14]

1998 Corros. Sci., 40, 2083.

Leoni, M. [15]

1984 Elementi di metallurgia applicata al restauro delle opere d'arte. Opus Libri, Firenze.

Uda, M., A. Ishizaki, R. Satoh, K. Okada, Y. Nakajima, D. Yamashita, K. Ohashi, Y. Sakuraba, A. Shimono y D. Kojima [16]

2005 Nucl. Instrum. Meth B; 239, 77.

Ingo, G.M., E. Angelini, T. De Caro, G. Bultrini y A. Mecí [17]

2004 Surf. and Interface. Anal., 36, 871.

Ingo, G.M., P. Plescia, E. Angelini, C. Riccucci y T. de Caro [18]

2006 Appl. Phys. A-Mater., 83, 611.



NUEVOS ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN ELEMENTAL DE PIEZAS METÁLICAS COLONIALES DEL NOROESTE ARGENTINO

Geraldine Gluzman, Luis R. González

Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti

ggluzman@gmail.com

zangolez@yahoo.com

RESUMEN

Las sociedades nativas que habitaron el territorio del Noroeste de Argentina desplegaron una intensa actividad metalúrgica. La experimentación con aleaciones fundamentalmente de base cobre, empleando estaño y arsénico, si inició desde por lo menos dos milenios antes de la llegada de los europeos. Durante el momento conocido como prehispánico tardío (siglo X a XVI) la tradición metalúrgica adquirió un considerable avance que se observa en la cantidad y calidad, técnica y decorativa de las piezas registradas así como en los restos de su producción. El proceso de conquista y colonización ibérica en el área condujo a una disrupción de las actividades locales de producción metalúrgica, con alteraciones en las modalidades productivas y a un lento pero continuo ingreso de piezas de origen europeo. Por un lado posiblemente se esté ante una ruptura de las cadenas de obtención de materias primas ubicadas en puntos espacialmente acotados (como el estaño) y por otro ante el ingreso de materiales europeos realizados en hierro y en latón.

Los estudios arqueometalúrgicos que abordaron este período de contacto hispano-indígena fueron escasos y raramente hubo interés en realizar análisis técnicos sobre las piezas de metal asignadas a estos momentos. En este trabajo presentamos nuevos análisis de composición elemental realizados a partir del empleo de energía dispersiva de Rayos X (EDAX), con el objetivo de contribuir a aumentar el corpus del conocimiento sobre las modalidades de los procedimientos tecnológicos ocurridos en el Noroeste argentino durante la fragmentación de la vida indígena tradicional y sobre la incorporación de objetos europeos al registro arqueológico. Por tal motivo fueron seleccionadas una veintena de piezas coloniales procedentes de la región de interés y que forman parte de las colecciones arqueológicas del Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti. La aplicación de las técnicas de la arqueometría permitirá generar hipótesis sobre las alteraciones de la tecnología metalúrgica local que se vio inserta dentro de los rápidos cambios sociales ocurridos a partir del arribo español al Noroeste argentino.

INTRODUCCIÓN

Las sociedades prehispánicas que habitaron el territorio del Noroeste de Argentina (NOA) desplegaron una intensa actividad metalúrgica. La experimentación con aleaciones de base cobre, empleando estaño y arsénico, se inició desde por lo menos dos milenios antes de la llegada de los europeos. La evidencia arqueológica sugiere que la región conformó, a partir del siglo X, un verdadero laboratorio de desarrollo metalúrgico, donde se manufacturaron objetos de bronce de singulares características y, algunos de ellos, de varios kilogramos de peso [1].

La llegada de los europeos implicó para las poblaciones nativas ingresar en un nuevo entramado social. En este contexto se generaron profundos cambios en la producción, circulación y consumo de distintos tipos de bienes. En el caso de la metalurgia, los sistemas tecnológicos locales probablemente se alteraron por rupturas en la cadena de aprovisionamiento de las menas metalíferas, en particular las de estaño [2]. Pero, por otro lado, se incorporaron al universo local nuevas formas y aleaciones, siendo los casos más destacados los objetos de hierro y de latón.

Recortamos como período colonial al lapso comprendido desde los primeros ingresos al Noroeste argentino de conquistadores europeos (1536, con la expedición de Diego de Almagro) hasta el inicio de la era republicana. Este momento abarca tres siglos caracterizados

por interacciones en continuo cambio entre indígenas y europeos, que incluyeron piezas de metal y que estuvieron presentes no sólo en el NOA sino también en las tierras bajas orientales, hasta el área del delta del río Paraná. A lo largo de este período los objetos metálicos alóctonos fueron lentamente incorporados por las sociedades nativas, en un proceso que pudo estar favorecido por condiciones tales como la utilidad, la novedad y la conciliación de los bienes con los valores centrales de las poblaciones locales [3]. Esto último involucró la adecuación de los materiales a los esquemas culturales propios, por lo que los casos de resignificación de elementos europeos a las realidades indígenas fueron comunes [4].

Las piezas metálicas recuperadas por las investigaciones arqueológicas en contextos coloniales se caracterizan por una importante diversidad productiva, estilística y formal. En forma preliminar, pueden establecerse dos grandes categorías de objetos. En primer lugar, aquellos de tradición prehispánica (tales como placas, discos, *topu*), y, en segundo lugar, los de carácter europeo (estribos, herrajes, medallas religiosas, hojas de cuchillos). Los estudios dedicados a caracterizar y establecer las técnicas de elaboración de objetos de metal coloniales fueron escasos. Los trabajos apuntaron, por lo general, a tomar las composiciones elementales como datos aislados de su contexto histórico, sin profundizar en las implicancias organizacionales y productivas [5]. En tal sentido, parece asumirse que la tradición metalúrgica nativa tuvo una extinción repentina para ser reemplazada por las tecnologías foráneas. Desde nuestra perspectiva, la producción y el uso de metales durante la época que nos ocupa se encuadraron, como otros aspectos de la cultura, en un proceso complejo que pudo incluir la articulación, en algunas regiones y a lo largo de cierto tiempo, de los estilos tecnológicos indígenas con los llegados del Viejo Mundo.

Recientemente iniciamos un estudio acerca de la producción y circulación de metales durante este momento histórico, proponiendo como una de las hipótesis que, independientemente de la funcionalidad atribuible a los bienes analizados, la incorporación del cinc a las aleaciones adoptó una amplia variabilidad tanto en su representación como en relación con los contenidos del estaño, aleante tradicional de tiempos prehispánicos. En esta comunicación adelantamos los resultados de los análisis de composición efectuados sobre un lote de objetos e intentamos una comparación con lo informado al respecto en la bibliografía, explorando las eventuales relaciones entre criterios de aleación y cualidades formales de las piezas.

RECOPIACIÓN DE ANÁLISIS

En la Tabla 1 hemos resumido los datos de composición informados por distintos autores sobre metales de base cobre con contenidos de cinc y estaño, de diferentes tipos y muy variadas procedencias, asignados a la época que tratamos. Cabe indicar que estos objetos comprenden las dos categorías formales que mencionáramos previamente pero carecen de datos en cuanto a su contexto de elaboración, siendo esperable que algunos de ellos respondan a tecnología local y otros fueran importados de Europa.

Como surge de esta información, en 23 ejemplares el aleante principal es cinc, mientras que el estaño lo es en otros 11. Los valores de cinc oscilan entre 35.81% y 1.34%, mientras que para el estaño los valores máximos y mínimos son 12.88% y 0.20%, respectivamente. Considerando la probable funcionalidad de los objetos, establecimos tres categorías:

- a) Adornos: suman 14 ejemplares, de los cuales la mitad contienen cinc como único aleante (promedio 15.90%), 4 tienen estaño (promedio 4.98%) y 3 presentan ambos elementos (cinc promedio, 27.64% y estaño promedio, 0.77%).
- b) Utilitarios: se trata de 11 piezas, siendo 8 las que contienen exclusivamente cinc (promedio, 20.45%) y 2 estaño (promedio 2.44%). En un único caso se informó la ausencia de estos aleantes.
- c) No identificables: involucra a 12 objetos. En 5 el cinc es exclusivo (promedio 18.32%), 1 sólo contiene estaño (12.88%) y 6 los dos elementos (cinc promedio 6.31%, estaño promedio 1.34%).

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

Nº	Pieza	Cu	Zn	Ni	Pb	Sn	Fe	As	Ag	Au	S	Referencias
1	Topu	53.69	35.81	-	-	-	1.10	-	-	-	2.30	Valle de Yocavil
2	Barrita	65.40	23.96	-	-	-	0.81	-	-	-	-	Valle de Yocavil
3	Punta	85.42	-	-	-	4.68	-	-	7.49	-	-	Valle de Yocavil
4	Herraje	59.90	13.61	-	-	-	2.09	-	21.08	-	-	Valle de Yocavil
5	Punta	94.84	-	-	-	0.20	-	-	3.38	-	1.58	Valle de Yocavil
6	Frag.	12.78	8.33	1.92	-	-	5.02	-	37.74	15.42	-	La Falda, Tilcara
7	Frag.	73.09	24.17	-	-	-	-	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
8	Topu	88.65	-	-	-	4.92	3.21	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
9	Anillo	39.75	15.01	-	-	-	-	-	19.62	25.61	-	La Falda, Tilcara
10	Cincel	74.39	24.15	-	-	-	-	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
11	Hachuela	68.03	27.81	-	-	-	0.55	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
12	Lámina	82.36	-	-	-	12.88	1.81	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
13	Anillo	90.82	-	-	-	5.57	1.03	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
14	Topu	88.50	-	-	-	0.84	2.71	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
15	Fragto.	79.95	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
16	Topu	89.94	-	-	-	8.62	-	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
17	Topu	67.61	11.43	-	-	-	-	-	-	-	-	La Falda, Tilcara
18	Objeto	82.20	7.50	0.30	0.30	1.60	0.56	7.50	0.08	-	-	Fuerte San Blas de Pantano
19	Disco	65.0	27.58	5.55	1.01	0.59	-	-	-	-	-	Baradero
20	Disco	68.24	25.77	vest.	3.17	0.15	-	-	-	-	-	Baradero
21	Lámina	95.88	0.28	-	0.75	1.41	-	-	-	-	-	Paraná Guazú
22	Lámina	91.42	0.48	-	0.36	0.609	-	-	-	-	-	Paraná Guazú
23	Lámina	86.08	0.30	-	0.74	3.28	-	-	-	-	-	Paraná Guazú
24	Lámina	91.89	0.34	-	0.17	0.76	-	-	-	-	-	Paraná Guazú
25	Lámina	76.28	20.10	-	2.83	0.38	Tz	-	-	-	-	Arroyo de Las Conchas
26	Disco	84.15	1.34	-	1.16	-	-	-	-	-	-	Santa Fe La Vieja
27	Campanilla o mango	69.76	15.18	-	8.46	-	2.70	0.13	-	-	-	Santa Fe La Vieja
28	Frag. De copa	68.99	8.67	-	9.05	-	0.69	0.16	-	-	-	Santa Fe La Vieja
29	Dedal	77.19	22.58	-	-	-	-	-	-	-	-	Santa Fe La Vieja
30	Clavo	79.17	20.69	-	-	-	-	-	-	-	-	Santa Fe La Vieja
31	Campanillas	80.83	18.96	-	-	-	0.77	-	-	-	-	Santa Fe La Vieja
32	Lámina	63.75	28.17	-	4.07	-	0.47	0.91	-	-	-	Santa Fe La Vieja
33	Agujas Pequeñas	68.73	28.49	-	-	-	0.97	-	-	-	-	Santa Fe La Vieja
34	Agujas Pequeñas	70.51	26.07	-	-	-	1.13	-	-	-	-	Santa Fe La Vieja
35	Aguja Grande	73.39	25.86	-	-	-	-	-	-	-	-	Santa Fe La Vieja
36	Punzón	96.91	-	-	1.36	-	-	-	-	-	-	Viluco

Tabla 1. Composición química y procedencia de materiales recopilados

Tomando la totalidad de los materiales con cinc o estaño como único aleante, en el primer caso el promedio se ubica en 18.22%, mientras que en el segundo es de 5.38 (6.76) %. Es útil señalar que el valor del estaño se encuentra en un rango similar al registrado en los bronce prehistóricos [6]. Considerando la funcionalidad de los objetos, la mayor parte de los instrumentos resultan aleaciones con cinc, lo que referiría a tecnología europea. No obstante, en el campo de los adornos resulta sugestivo el caso de los *topu*, elementos de tradición

indígena que fueron realizados tanto con estaño como con cinc. De igual modo, se recorta un grupo de objetos que contienen cinc y estaño simultáneamente, combinación que puede estar reflejando la refundición de piezas de diferentes orígenes.

NUEVOS ANALISIS

Como se adelantara, efectuamos análisis de composición sobre un grupo de 21 objetos procedentes de los valles Calchaquíes del Noroeste argentino y pertenecientes a las colecciones del Museo Etnográfico Juan B. Ambrosetti (FFyL, UBA), adonde ingresaron por compra durante la primera década del siglo XX. Ante la ausencia de información contextual de los hallazgos, la selección de la muestra se basó en criterios estilísticos, intentando reproducir proporcionalmente las categorías de objetos mencionados previamente. Como ocurría con estos, sin estudios de mayor profundidad, no puede establecerse el contexto (local o europeo) de su elaboración.

Las piezas seleccionadas fueron primeramente sometidas a relevamientos dimensionales y fotografiadas. Luego, se efectuaron observaciones sobre diferentes sectores, utilizando lupa binocular y microscopio electrónico de barrido, para evaluar las condiciones de conservación y determinar el área conveniente para llevar a cabo las determinaciones químicas. En la Tabla 2 se resume la información sobre las composiciones obtenidas mediante EDAX acoplado al microscopio electrónico.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La muestra analizada incluía 8 objetos de adorno, 9 utilitarios y 4 no identificados. Entre los adornos encontramos que 4 tienen cinc como aleante exclusivo (promedio 1.78%), 1 presenta estaño (promedio 12.58%) y 3 contienen ambos elementos (cinc promedio 10.52%, estaño promedio 11.50%).

De los utilitarios, 5 tienen cinc (promedio 6.09%), 2 tienen estaño (9.01%) y los 2 restantes presentan ambos elementos (cinc 13.18% y estaño 4.91%). Por último, los objetos no identificados presentan en 2 casos cinc como único aleante (promedio 3.43%), ningún caso con estaño exclusivo y otros dos con la presencia de los dos elementos (cinc promedio 4.63%, estaño promedio 7.68%).

Los valores de composición obtenidos sobre la muestra analizada presentan discrepancias comparativas con la información recopilada de la bibliografía (Tabla 1). En particular, se observa un brusco descenso, en las tres categorías de objetos, en la representación de cinc, que sólo alcanza 4.04% de promedio. En forma paralela, se produce un aumento notorio del estaño en las categorías de adornos y utilitarios. Considerando estas dos categorías y la de no identificados, el estaño se mantiene en un promedio relativamente alto, de 9.01%.

Atribuimos las diferencias apuntadas a sesgos derivados de la disímil procedencia de las muestras. Mientras que en los anteriores análisis los objetos involucran un extenso ámbito geográfico, en los nuevos se encuentra representada una región discreta del Noroeste (los valles Calchaquíes). Si bien el tema requiere ser evaluado con mayor profundidad, sobre todo teniendo en cuenta que, como dijéramos, no sabemos si los materiales fueron producidos localmente o importados, los datos apuntarían a sostener la idea que las modificaciones tecnológicas en dichos materiales variaron de acuerdo a la inserción regional de los mismos. En este sentido, sería esperable que la tradición tecnológica indígena, basada en la aleación con estaño, persistiera con mayor fuerza en áreas como la de los valles Calchaquíes, en las cuales se había alcanzado, en épocas prehispánicas, mayor escala de producción metalúrgica.

No obstante, consideramos que los valores de estaño no necesariamente dan cuenta de que se mantuviera en forma íntegra la organización de aquella producción. Por el contrario, nuestras hipótesis expresan que el estaño pudo haberse incorporado como resultado de la refundición de antiguas piezas metálicas. Aún es posible que algunas piezas de bronce hayan sido conservadas y tuvieran desempeño social en épocas coloniales. La idea de la refundición de

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

Nº	Tipo de pieza	Cu	Sn	Fe	Zn	Ni	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Na
1	Frag. de objeto semilunar	65,52	-	26,03	6,45	-	-	0,31	0,58	0,20	0,18	0,11	0,18	0,44
2	Grampa	93,97	-	1,73	2,30	-	0,23	0,35	0,60	0,23	0,11	0,07	0,35	0,06
3	Frag. de adorno	96,23	-	1,20	0,57	-	-	-	0,52	0,36	0,12	0,07	0,21	0,74
4	Lámina circular	90,44	0,87	-	6,69	-	-	0,53	0,59	0,23	0,08	-	0,12	0,45
5	Cabeza de clavo	95,98	-	-	2,02	-	-	0,40	0,50	-	0,47	-	0,08	0,54
6	Frag. de adorno con agujero interno	65,09	-	32,35	0,57	-	-	0,18	0,32	0,27	0,28	0,06	0,16	0,74
7	Placa rectangular con agujero interno	80,92	14,50	-	2,58	-	-	0,25	0,34	-	0,20	-	0,05	1,17
8	Frag. de disco con agujero interno	81,79	12,57	-	3,64	-	-	0,37	0,38	0,56	0,10	-	0,05	0,54
9	Frag. de adorno-colgante	81,31	12,58	2,40	-	1,70	0,14	0,57	0,98	0,11	0,04	0,08	0,09	-
10	Aguja con cabeza perforada	84,87	7,38	-	5,76	-	-	0,67	0,75	-	0,49	-	0,09	-
11	Frag. de mango de implemento	86,93	11,07	-	-	-	-	0,73	0,55	0,43	0,26	-	0,03	-
12	Frag. de cascabel con argolla en parte superior	85,92	-	7,35	3,71	1,02	-	0,27	0,91	0,38	0,09	0,04	0,07	-
13	Clavo	93,33	-	-	4,67	-	0,15	0,43	1,27	0,07	0,03	0,02	0,03	-
14	Lámina circular pequeña con agujero de suspensión	95,70	-	-	2,30	-	0,06	0,32	0,82	0,23	0,10	0,15	0,29	-
15	Tirador	76,78	2,45	-	20,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Lámina circular	93,63	-	3,95	0,42	-	0,32	0,43	0,60	0,25	0,18	0,08	0,12	-
17	Tuerca	81,29	-	-	15,13	1,58	0,19	0,47	0,95	0,10	0,04	0,07	0,18	-
18	Frag. de hoja de implemento	93,4	6,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Argolla de objeto	82,00	-	8,00	6,37	1,95	-	0,31	0,36	0,20	0,44	0,04	0,17	-
20	Frag. de adorno	90,42	5,39	-	2,19	-	0,21	0,46	0,90	-	0,25	-	0,19	-
21	Adorno de estribo	66,76	3,99	3,50	25,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2. Composición química de las muestras de estudio

piezas, locales e importadas, puede recibir apoyo en la presencia de 6 objetos que contienen en forma simultánea cinc y estaño en valores significativos.

Al respecto, diversas fuentes etnohistóricas hacen alusión a diferentes modalidades de incorporación de piezas de metal europeas al universo indígena. Es así que éstas destacan el valor otorgado a ciertos objetos, entre los que debe mencionarse las cuentas de vidrio, las agujas de bronce y los cuchillos de hierro. Por ejemplo, la Carta Anua de 1618-1619 comenta que durante la primera instalación jesuítica permanente en los valles Calchaquies (1617-1622), ante el buen recibimiento de los indios, éstos “... llegaban y dándonos la bienvenida las indias y ponían a nuestros pies todo lo que traían [...] dábamosles en retorno agujas, alfileres y chaquiras, y con esto volvieron muy contentos” [7].

La evidencia arqueológica apoya esta sugerencia, dado que objetos como los mencionados se hallan altamente representados en los contextos mortuorios. Pero, además, otros objetos, según las fuentes, parecen haber sido adquiridos por regalo de los españoles, como medallas religiosas o artefactos vinculados a la liturgia. Asimismo los documentos indican que durante los momentos de tensiones entre ibéricos e indígenas, estos últimos destruían aquellos objetos sagrados para los europeos: “... para mayor demostración de su saña [los grupos alzados], en odio del mismo europeo, cometieron contra la religión mil bárbaros desacatos, poniendo fuego a las iglesias, rasgando las santas imágenes, escarneciendo las ceremonias santas y profanando los ornamentos y vasos sagrados; danzando con aquellos en sus fiestas, y bebiendo en ellos en sus borracheras de chicha abominable” [8].

De este modo consideramos que es importante evaluar como hipótesis que aquellos artefactos europeos elaborados en metal que no conciliasen con los valores culturales indígenas eran

sometidos a refundición. Esta sugerencia permitiría explicar el ingreso del cinc, sea a través de objetos europeos que eran mantenidos dentro del ámbito social indígena o que, por el contrario, debido al rechazo cosmovisional subyacente, eran sometidos a refundición. En medio de estos dos modos de materialización del cinc, encontramos casos de reciclado de piezas metálicas, por ejemplo el adorno-colgante N° 9 de la Tabla 2 que morfológicamente se trata de una lámina cuadrangular irregular a la que posteriormente se le realizaron dos pequeñas perforaciones, que servirían para pasar un cordel.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González, L.R. [1], [2]
2006 La rebelión de los bronce. Estudios sobre metalurgia prehispánica en el Noroeste argentino. En Actas Coloquio minería y metalurgia en los Andes del sud desde tiempos prehispánicos al siglo XVII. IRD-IFEA-University of Colorado State. Sucre-Potosí (e.p.). [1]
2004 *Bronces sin nombre. La metalurgia prehispánica en el Noroeste argentino*. Ediciones Fundación CEPPA. Buenos Aires. [2]
Palermo, M.Á. [3]
2000 A través de la frontera. Economía y sociedad indígenas desde el tiempo colonial hasta el siglo XIX. En Tarragó, Myriam (edit. tomo); *Nueva Historia Argentina Los pueblos originarios y la conquista de América*, Tomo I: 344-382. Sudamericana. Buenos Aires.
Tarragó, M.N. [4]
1984 El contacto hispano indígena: la provincia de Chicoana. *Runa* XIV:143-185. Buenos Aires.
Cáceres Freyre, J. [5]
1983 El fuerte de San Blas del Pantano (siglo XVII). En *Presencia Hispánica en la Arqueología Argentina* 2, pp. 567-597. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia.
Gluzman, G. [6]
2004 *Bienes utilitarios en el Noroeste prehispánico: características productivas y funcionales*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía Y Letras. Universidad de Buenos Aires (MS).
Cartas Anuas de la Provincia del Paraguay, Chile y Tucumán de la Compañía de Jesús [1609-1614] 1924. Publicaciones del Instituto de Investigaciones Históricas, Facultad de Filosofía y Letras, Vol.19. Buenos Aires. [7]
Cartas Anuas de la provincia jesuítica del Paraguay [1632-1634] 1990. Academia Nacional de la Historia. Buenos Aires. [8]



DEGRADACIÓN DE LÍPIDOS POR IRRADIACIÓN CON LUZ ULTRAVIOLETA EN PRESENCIA DE ÁCIDO CARMÍNICO POR CROMATOGRAFÍA GASEOSA ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASA

Blanca A. Gómez, Marta S. Maier

Departamento de Química Orgánica y UMYMFOR (FCEN - UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UBA

bgomez@qo.fcen.uba.ar

maier@qo.fcen.uba.ar

RESUMEN

Los materiales orgánicos sufren procesos de degradación inducidos por el envejecimiento natural y la polución. La preservación y restauración de obras de arte requiere, en consecuencia, no sólo de la identificación de las sustancias originales sino también de sus productos de degradación. Una pintura es una matriz heterogénea compleja cuya composición química cambia continuamente. En particular, la exposición a la luz ultravioleta puede conducir a procesos de oxidación en las capas externas de una pintura. En función de los resultados obtenidos recientemente en el envejecimiento artificial de materiales orgánicos utilizados en pinturas, nuevos estudios son necesarios para obtener mayor información, en particular respecto de la influencia de ciertos pigmentos orgánicos, como por ejemplo el ácido carmínico, colorante rojo del carmín, en las reacciones de oxidación de lípidos utilizados como ligantes.

El aceite de lino es uno de los aceites secantes más utilizados en la aplicación de pigmentos en pinturas de caballete. Está compuesto por triacilglicéridos con una alta proporción de ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico y linolénico). El propósito del presente trabajo fue estudiar la influencia del ácido carmínico y de su correspondiente laca con alumbre (sulfato de aluminio y potasio) en las reacciones de oxidación de los componentes del aceite de lino. Se prepararon mezclas del colorante y de su laca con aceite de lino, se extendieron sobre portaobjetos y se sometieron a irradiación con luz ultravioleta durante periodos de 8 y 16 horas. A continuación, se extrajeron los lípidos y se separaron en sus fracciones ácida y neutra por extracción en fase sólida. Los ácidos libres fueron metilados por reacción con el complejo de trifluoruro de boro en metanol y los lípidos neutros fueron transmetilados por reacción con HCl 2% en metanol. Las mezclas de ésteres metílicos de ácidos grasos fueron analizadas por cromatografía gaseosa y cromatografía gaseosa acoplada con espectrometría de masa. Se observó un aumento en la proporción de ácido azelaico (diácido de 9 átomos de carbono obtenido por oxidación del ácido oleico) en las fracciones ácidas de las pruebas con ácido carmínico y su laca, registrándose una mayor proporción en el caso de la mezcla con ácido carmínico envejecida durante 16 horas. Tanto en las fracciones ácidas como en las neutras se observó una disminución en la proporción de los ácidos insaturados de 18 átomos de carbono, sin embargo las disminuciones fueron mucho más marcadas en las muestras de las fracciones neutra y ácida del ácido carmínico (envejecimiento a 16 horas) en comparación con las de su laca. Probablemente, el ácido carmínico libre es más eficiente en catalizar la oxidación del aceite de lino que su laca, la cual tiene involucrado el grupo carboxílico en la formación de un complejo con el aluminio del alumbre.

INTRODUCCIÓN

Los materiales orgánicos en objetos artísticos y arqueológicos sufren procesos de degradación inducidos por la luz, la temperatura y los contaminantes presentes en el aire. La preservación y restauración de obras de arte requiere, en consecuencia, no sólo de la identificación de las sustancias originales sino también de sus productos de degradación.

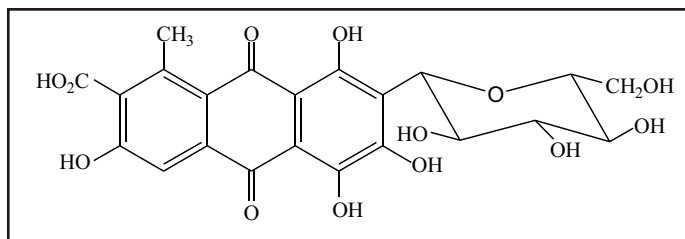
Una pintura de caballete es una matriz heterogénea compleja cuya composición química

cambia continuamente. Además de las reacciones de polimerización que se producen en aglutinantes de pigmentos y barnices durante el secado de las capas pictóricas, la exposición a la luz ultravioleta conduce a productos de oxidación que aumentan la complejidad de cada capa [1].

Los ligantes más comúnmente utilizados en pintura de caballete y esculturas policromadas han sido aceites secantes (aceite de lino, nuez y amapola), materiales proteicos (huevo, leche o caseína, cola animal) o mezclas de ellos. Con el objeto de lograr un mayor conocimiento de la técnica de un artista, es de gran importancia caracterizar los ligantes orgánicos, en conjunto con sus productos de degradación y marcadores específicos de los procesos de envejecimiento. Varios investigadores han realizado estudios de envejecimiento acelerado de aceites vegetales utilizados como ligantes, en ausencia o presencia de pigmentos inorgánicos, tales como blanco de plomo, bermellón, blanco de zinc y esmalte, entre otros [2-5]. En algunos casos se observó un incremento en los productos de degradación, como la formación de ácidos dicarboxílicos a partir de ácidos grasos insaturados, indicando una oxidación del medio ligante en las etapas tempranas del secado de la pintura por acción del pigmento. Por otra parte, no se han realizado estudios respecto de la influencia de ciertos pigmentos orgánicos, como por ejemplo el ácido carmínico, colorante rojo del carmín, en las reacciones de oxidación de lípidos utilizados como ligantes.

El aceite de lino es uno de los aceites secantes más utilizados como ligante en la aplicación de pigmentos en pinturas de caballete. Se obtiene de la semilla *Linum usitatissimum* y está compuesto por triglicéridos con una alta proporción de ácidos grasos insaturados, aproximadamente un 67% entre los ácidos oleico, linoleico y linolénico. El ácido carmínico (1) es un colorante rojo-violáceo obtenido a partir de los cuerpos desecados del insecto hembra cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) [6], el cual vive sobre algunos cactus de los géneros *Opuntia* y *Nopalea* en el centro y sur del continente americano.

Fue uno de los tintes rojos más utilizados en Sudamérica y principalmente en Centroamérica antes de la conquista española. Durante el siglo XVI fue importado a Europa en donde comenzó a reemplazar al



pigmento kermes, usado por los artistas como pigmento y tinta colorante [7] y durante varios siglos fue uno de los materiales más valiosos exportados de América. Debido a su naturaleza fugitiva, fue usado principalmente en forma de laca, por precipitación o absorción sobre un sustrato inorgánico inerte. Habitualmente se utiliza en forma de laca de aluminio, conocida también como carmín Naccarat, en la cual el ácido carmínico forma un complejo con aluminio. Las lacas son tradicionalmente aplicadas en pequeñas cantidades, mezcladas con algún ligante, ya sea un aceite secante, huevo o cola animal. Fueron especialmente apreciadas por sus propiedades de transparencia y comúnmente aplicadas como una delgada capa de veladura en las carnaciones. Sin embargo, también fueron utilizadas en mezclas con otros pigmentos como tierras rojas, óxido de plomo (minio) y óxido de mercurio (bermellón) para obtener distintas tonalidades de rojo. En nuestros estudios sobre pintura colonial andina hemos identificado su uso en varios cuadros de los siglos XVII y XVIII en conjunto con aceite de lino como aglutinante [8, 9].

Cabe destacar que, durante las últimas décadas, ha crecido el interés en el estudio del ácido carmínico, principalmente por su extensivo uso como colorante natural en la industria de cosméticos y alimentos [10,11].

Como parte de nuestra investigación sobre pigmentos ampliamente usados en pinturas y

escultura sudamericanas durante la época colonial presentamos un estudio preliminar sobre la influencia del ácido carmínico y de su correspondiente laca con aluminio en las reacciones de oxidación de los componentes del aceite de lino al ser sometidos a irradiación con luz ultravioleta.

PARTE EXPERIMENTAL

Se prepararon tres mezclas del colorante y tres de su laca con aceite de lino. Se utilizó el pigmento comercial ácido carmínico (Merck) y su laca de aluminio, pigmento carmín Naccarat (Kremer). Las mezclas de ambos pigmentos con aceite de lino fueron extendidas sobre soportes de vidrio en las siguientes proporciones:

Muestras NLnoUV, NL8UV y NL16UV: Naccarat : aceite de lino (1:1).

Muestras CLnoUV, CL8UV y CL16UV: Ácido carmínico : aceite de lino (1:2).

La mayor relación de aceite a pigmento en la mezcla con ácido carmínico se debe a que para una relación 1:1 la consistencia era muy pastosa, en comparación con el Naccarat, lo cual dificultaba su extensión en el soporte de vidrio.

Las muestras NLnoUV y CLnoUV fueron tomadas como testigos y no fueron sometidas a radiación UV. Todas las muestras fueron preparadas el mismo día, y secadas al aire libre y luz solar no directa durante dos meses y medio hasta el momento de los estudios por irradiación con luz UV (254 nm). Las muestras NL8UV y CL8UV fueron sometidas a irradiación con luz ultravioleta durante períodos de 8 horas y las muestras NL16UV y CL16UV durante dos períodos de 8 horas (total 16 horas) con un período intermedio de 16 horas sin irradiación.

Se tomaron porciones de cada muestra con una espátula y los lípidos se extrajeron con ciclohexano, posteriormente se separaron en sus fracciones ácida y neutra mediante una extracción en fase sólida, utilizando Jeringas 500 mg/ 6 ml Strata NH2 (Phenomenex) que fueron acondicionadas previamente con ciclohexano (6 ml). La fracción neutra fue eluida con una mezcla cloroformo/isopropanol (2:1 v/v) y posteriormente la fracción ácida con 2% ácido acético en dietil éter (6 ml). Ambos extractos fueron secados bajo una corriente suave de nitrógeno, y posteriormente derivatizados para su análisis por CG-EM.

Los ácidos libres fueron metilados por reacción con el complejo de trifluoruro de boro 20% en metanol (Merck) a 100°C durante tres minutos y los lípidos neutros fueron transmetilados por reacción con HCl 2% en metanol a 60°C durante 1 hora. Las mezclas de ésteres metílicos de ácidos grasos fueron analizadas por cromatografía gaseosa y cromatografía gaseosa acoplada con espectrometría de masa. Se analizó también una muestra de aceite de lino fresco sin pigmento en las mismas condiciones anteriores a los efectos de comparación.

Los análisis por cromatografía gaseosa se realizaron en un cromatógrafo Focus (Termo Finnigan Corporation) con una columna SPB-20 (columna Supelco, fase estacionaria 5% fenil-95% metilpolisiloxano, 0,25 mm de diámetro interno, 25 m de longitud) en las siguientes condiciones: temperatura inicial 110°C (1 min), 8°C/min hasta 230°C, 3°C/min hasta 240°C, 15°C/min hasta 290°C y 6 min a 290°C, flujo 1,2 ml/min. Los estudios de cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masa se realizaron en un cromatógrafo 5890 Series II (columna Ultra II Hewlett Packard, fase estacionaria 5% fenil-95% metilpolisiloxano, 0,20 mm diámetro interno, 25 m de longitud) acoplado a un espectrómetro de masa TRIO-2 VG. Las condiciones fueron Temperatura inicial 100°C (1 min), 10°C/min hasta 290°C y 12 min a 290°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los estudios de envejecimiento acelerado es importante realizar un pre-envejecimiento de las muestras, ya que de otra manera se corre el riesgo de producir un secamiento prematuro ("fenómeno piel"), con la formación de una densa red polimérica que actúa como una barrera para la difusión del aire, por lo que la oxidación en las capas más internas de la pintura se retrasa dejando el aceite húmedo y sin reaccionar debajo de la superficie seca. Sumado a esto y

debido a cambios volumétricos bajo la película seca, la superficie puede resquebrajarse o dar lugar a fisuras [12]. Por esta razón las muestras se secaron al aire durante dos meses y medio previo a su envejecimiento acelerado con luz ultravioleta. Por otra parte, al pre-envejecer las muestras se alcanza una etapa particular de deterioro antes de comenzar el estudio de envejecimiento acelerado.

Por otro lado, existen varias investigaciones que demuestran que se obtienen resultados diferentes al someter a la muestra a una exposición ininterrumpida de radiación en comparación con periodos alternados de radiación [12]. Al realizar un experimento de envejecimiento acelerado, normalmente se generan aumentos de temperaturas que reducen el contenido de humedad de las muestras a niveles muy bajos, los cuales no se alcanzan en condiciones normales de envejecimiento. La exposición de las muestras a dos periodos de luz de 8 horas cada uno en lugar de una única exposición durante 16 horas permite que las muestras recuperen parte de la humedad perdida durante la irradiación.

En extractos de pinturas de diferentes edades se han identificados productos provenientes de la hidrólisis de los triglicéridos componentes de los aceites secantes y/o productos de degradación de ácidos grasos oxidados [13]. En el aceite de lino, al igual que en la mayoría de los aceites secantes, los triglicéridos iniciales se entrecruzan y forman una extensa malla polimérica. Al mismo tiempo, los procesos de degradación oxidativa son responsables de la formación de compuestos volátiles y ácidos libres de cadena corta y diácidos, además de la hidrólisis parcial de los enlaces éster que contribuye también a la formación de ácidos libres. Parte de estos ácidos libres reaccionará con los pigmentos en la pintura, y se formarán sales metálicas [13,14]. Los triglicéridos, diácidos y ácidos libres pueden aislarse por extracción y posterior separación de las fracciones neutra y ácida por extracción en fase sólida.

Las Figuras 1 y 2 muestran el perfil cromatográfico de los ésteres metílicos de los ácidos grasos de la muestra de aceite de lino fresco y de la muestra FACL16UV, respectivamente. El resto de las muestras “pre-envejecidas” y envejecidas aceleradamente presentaron perfiles parecidos a la muestra FACL16UV, diferenciándose solamente en la composición porcentual de cada ácido, tanto en las fracciones ácidas como neutras. Es importante notar la ausencia de los ácidos grasos de 18 carbonos altamente insaturados (ácidos linoleico y linolénico) en las muestras envejecidas, lo cual indica la rápida y completa reacción de estos ácidos en las reacciones de entrecruzamiento.

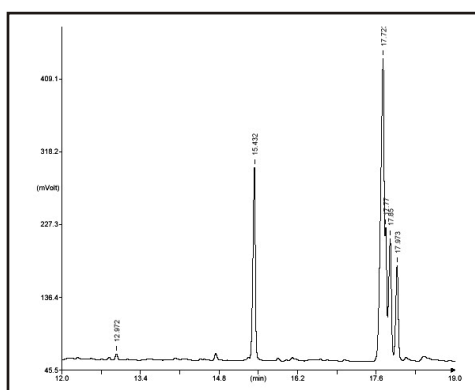


Figura 1. Aceite de lino fresco

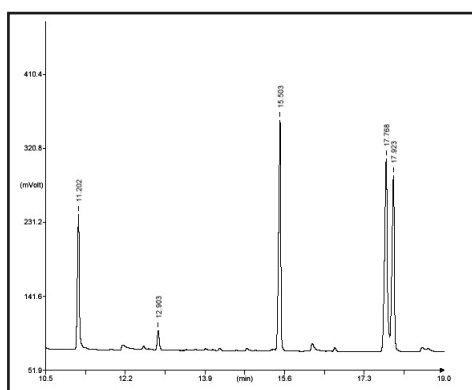


Figura 2. Muestra FACL16UV

La Tabla 1 muestra las composiciones porcentuales relativas de los ácidos azelaico, mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), oleico (C18:1) y esteárico (C18:0) en todas las muestras analizadas. Los valores para los ácidos dicarboxílicos, son representativos del estado de degradación de las muestras, especialmente el ácido azelaico ($\text{HOOC}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$, producto de oxidación del ácido oleico) y el oleico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$).

Fracción Neutra							
	Ac. de lino fresco	NLnoUV	NL8UV	NL16UV	CLnoUV	CL8UV	CL16UV
Azelaico	2,01	0,71	0,39	1,17	1,81	1,56	9,27
Mirístico	0,58	1,34	1,27	1,72	2,29	1,99	0,93
Palmitico	19,12	25,48	26,95	29,6	40,85	42,82	39,39
Oleico	*64,51	52,53	50,26	44,1	23,13	20,02	17,98
Estearico	13,76	19,92	21,11	23,41	31,93	33,6	32,43

Fracción Ácida							
	Ac. de lino fresco	NLnoUV	NL8UV	NL16UV	CLnoUV	CL8UV	CL16UV
Azelaico	~	17,76	15,91	19,03	15,86	18,68	27,77
Mirístico	0,61	2,16	2,22	1,92	2,43	2,14	1,35
Palmitito	11,02	26,7	27,5	26,56	35,66	37,38	33,4
Oleico	*78,1	30,61	30,25	26,93	11,56	3,73	9,02
Estearico	10,27	22,78	24,13	25,56	34,49	36,45	28,46

* S de la composición porcentual de todos los ácidos insaturados.

Tabla 1. Composición porcentual de las fracciones ácidas y neutras

El aumento en los porcentajes de ácidos dicarboxílicos y el descenso del ácido oleico son cambios esperados durante el envejecimiento. Los ácidos grasos saturados, por ser menos reactivos, no deberían sufrir cambios en su composición. Sin embargo, en la Tabla 1 se observa un incremento en los porcentajes relativos del ácido palmítico en las fracciones neutras y ácidas, en comparación con su valor en el aceite de lino fresco. Este incremento es mayor en las mezclas conteniendo ácido carmínico. Un incremento similar y en el mismo sentido se observa para el ácido esteárico. Anteriormente obtuvimos resultados similares en estudios de degradación térmica de grasa de ñandú [15]. Algunos autores sugieren que el ácido palmítico podría formarse a través de una β -oxidación del ácido oleico con posterior reducción del doble enlace [16].

En la Figura 3 se muestran las composiciones porcentuales relativas del ácido azelaico en las muestras. Se observa un aumento en la proporción del ácido azelaico en las fracciones neutra (FN) y ácida (FA) de las mezclas de aceite de lino con ácido carmínico y su laca envejecidas durante 16 horas.

En las fracciones ácida y neutra de las mezclas con ácido carmínico (CL8UV y CL16UV) se observó una marcada disminución en la proporción del ácido oleico en comparación con las de su laca, tal como se muestra en la Figura 4.

Ciertas relaciones entre los ácidos grasos presentes en los aceites secantes se utilizan para determinar el origen del aceite y el grado de transformaciones que ha sufrido. La relación Palmítico-Esteárico

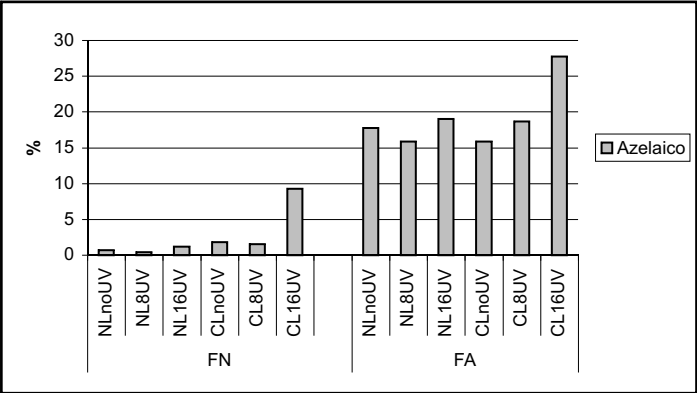


Figura 3. Composición porcentual relativa del ácido azelaico en las muestras

(P/E) se utiliza para determinar el origen del aceite, ya que suele mantenerse constante a lo largo del tiempo. Para el aceite de lino, por ejemplo, la relación P/E se encuentra entre 1 y 1.5. La relación Oleico-Esteárico (O/E) es considerada como una medida del grado de oxidación de la muestra y valores del orden de 0,4 son esperados para capas de

pinturas antiguas. La Figura 5 muestra las relaciones P/E y O/E en las fracciones neutras de las muestras, mientras que en la Figura 6 se representan estos valores para las fracciones ácidas. Se observa para todos los casos que la relación P/E se mantiene prácticamente constante y en los valores correspondientes al aceite de lino.

Para la relación O/E se ve una disminución a medida que la muestra es sometida a radiación UV y se observa una reducción de aproximadamente el 80% en las fracciones ácidas correspondientes a las muestras conteniendo ácido carmínico.

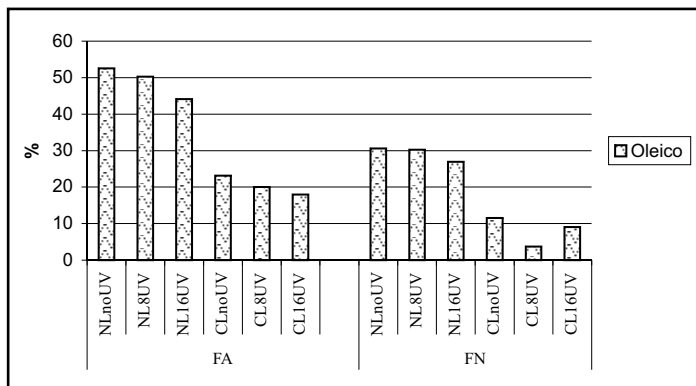


Figura 4. Composición porcentual relativa del ácido oleico en las muestras

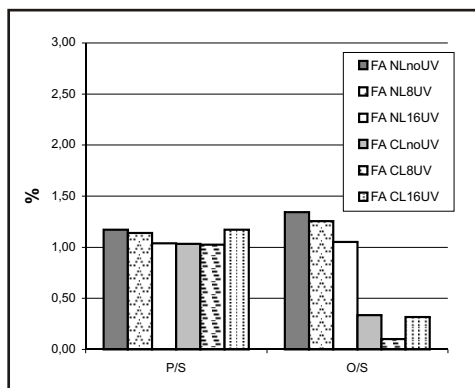


Figura 5. Relaciones P/E y O/E en las f. neutras

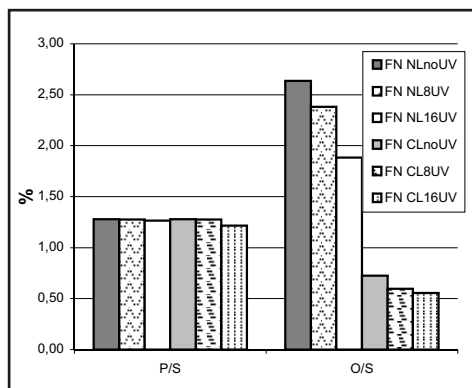


Figura 6. Relaciones P/E y O/E en las f. ácidas

CONCLUSIONES

El secado químico de un aceite en una pintura de caballete es el resultado de la polimerización y foto-oxidación de los dobles enlaces en ácidos grasos insaturados (oleico, linolénico y linoleico en el aceite de lino), los cuales están presentes en altas proporciones en estos aceites. No sólo el envejecimiento del aceite juega un papel importante, sino también otros factores como el tipo de pigmento, las condiciones ambientales y la historia de la pintura.

La degradación de los lípidos del aceite de lino envejecido aceleradamente por irradiación con luz ultravioleta en presencia de ácido carmínico presenta diferencias notables si el pigmento se encuentra libre o como su laca de aluminio. Las mayores diferencias se observan en el caso del ácido carmínico libre, en especial en los porcentajes relativos de los ácidos azelaico y oleico en la fracción ácida, luego de 16 horas de irradiación. Se observa en este caso un incremento en la degradación del ácido oleico, en particular si los ácidos grasos se encuentran

libres, es decir no formando parte de los triglicéridos. Estos resultados sugieren que el ácido carmínico libre es más eficiente en catalizar la oxidación del aceite de lino que su laca, la cual tiene involucrados los grupos ácidos (grupo carboxilo e hidroxilos fenólicos) en la formación del complejo con el aluminio.

A partir de estos resultados, estamos realizando una serie de ensayos bajo nuevas condiciones de envejecimiento acelerado con lámparas UV de mayor longitud de onda (321 nm), más adecuadas para este tipo de estudios, y con tiempos de exposición más prolongados. También hemos incluido una capa inferior de blanco de plomo, para analizar más eficientemente la influencia del ácido Carmínico en la degradación de lípidos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Agencia Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (ANPCyT) (PICT 2003 N° 14208) y por la Universidad de Buenos Aires (X314). B. Gómez agradece a la ANPCyT por una beca de doctorado. M. S. Maier es Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Colombini, M.P., F. Modugno, R. Fuoco y A. Tognazzi [1]
2002 *Microchemical Journal* 73 175-185.
- Chiavari, G., D. Fabbri y S. Prati [2]
2005 *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 74 3944
- Colombini, M.P., F. Modugno, E. Menicagli, R. Fuoco y., Giacomelli [3]
2000 *Microchemical Journal* 67 291- 300.
- Colombini, M.P., F. Modugno, M. Giacomelli Y S. Grancesconi [4]
1999 *Journal of Chromatography A*. 846 113-124.
- Copley, M.S., H.A. Bland, P. Rose, M. Horton y R.P. Evershed [5]
2005 *Analyst* 130 860-871.
- Maier, M.S., S.D. Parer y A.M. Seldes [6]
2004 *International Journal of Mass Spectrometry* 232 225-229.
- 1997 "Artist's Pigments" Vol X, Oxford University Press, NY, USA [7]
- Seldes A.M., G. Abad y M.S. Maier [8]
1998 "Composición química de las capas de pintura" en "Una serie de pinturas cuzqueñas de Santa Catalina: historia, restauración y química", Fundación Tarea.
- Seldes A.M., J.E. Burucua, G. Siracusano, M.S. Maier y G. Abad [9]
2002 *Journal of the American Institute for Conservation* 41 () 225-242.
- Jorgensen, K. y L.H. Skibsted [10], [11]
1991 *Food Chemistry* 40 25-34. [10]
1993 *Food Chemistry* 46 () 265-271. [11]
- Feller, R.L. [12]
1994 "Accelerated Aging. Photochemical and thermal Aspects" The Getty Conservation Institute, Michigan, USA.
- Van den Berg, J.D.J., K.J. Van den Berg y J.J. Boon [13]
2002 *Journal of Chromatography A*. 959 195-211.
- Stenberg, C., M. Svensson y M. Johansson [14]
2005 *Industrial Crops and Products* 21 263-272.
- Maier, M.S., D.L.A. de Faria, M.T. Boschín y S.D. Parera [15]
2005 *Arkivoc* Part (XII) 311-318.
- Mills, J.S. y R. White [16]
1994 *The Organic Chemistry of Museum Objects*, Butterworths, London, 2nd ed.



APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL A LA ARQUEOMETALURGIA DEL NOROESTE ARGENTINO

Luis R. González¹, Geraldine A. Gluzman¹, Héctor D. Buono², Juan M. Estévez¹,
Edgardo D. Cabanillas⁴

1 Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti, Facultad de Filosofía y Letras, UBA

2 Instituto de Ciencias Antropológicas, Facultad de Filosofía y Letras, UBA

3 Comisión Nacional de Energía Atómica

zangolez@yahoo.com ggluman@gmail.com hectorbuono@gmail.com

juanmanuel_estevez@yahoo.com.ar cabanill@cnea.gov.ar

RESUMEN

Según han puesto de relieve los estudios arqueológicos, los pueblos prehispánicos del Noroeste argentino se destacaron por el alto nivel técnico y artístico desarrollados en la elaboración de bienes de metal. Todo apunta a indicar que fue en los valles centro-orientales de la provincia de Catamarca donde, hace por lo menos dos milenios, los antiguos metalurgistas comenzaron a trabajar el cobre y sus aleaciones, sentando las bases de una tradición tecnológica que se amplificaría, en escala de producción y sofisticación técnica, durante los siglos que vinieron. El clímax de esta tradición tuvo lugar hacia el siglo XV, en coincidencia con la incorporación de la región al imperio incaico.

Las investigaciones realizadas en talleres metalúrgicos, subproductos de elaboración y bienes terminados proporcionaron importante información para comprender algunos aspectos de la organización del trabajo y de los procedimientos técnicos aplicados. Pero, al mismo tiempo, despertaron un conjunto de nuevos interrogantes cuya resolución requiere la implementación de estrategias de abordaje alternativas. En este sentido, los estudios experimentales demostraron su utilidad para apreciar el comportamiento de algunas de las variables críticas que intervinieron en la producción de metales, tomar nota de las relaciones entre estas variables y formular hipótesis para la interpretación del registro arqueológico vinculado con las actividades metalúrgicas del pasado.

En esta comunicación se dan a conocer los resultados de una fundición experimental de mineral de cobre, diseñada de acuerdo a los datos producidos a partir de las excavaciones arqueológicas que, desde hace casi dos décadas, llevamos a cabo en el taller metalúrgico del Sitio 15 de Rincón Chico (provincia de Catamarca), el cual operó, según fechados radiocarbónicos, entre los siglos IX y XVII. Al respecto, se utilizaron mineral de cobre proveniente de la zona, crisoles manufacturados con pastas similares a los arqueológicos y una estructura de combustión compatible con las registradas durante las investigaciones. A partir de los análisis de composición del mineral de origen y del metal obtenido, se evalúan las fluctuaciones en la representación de elementos. De igual modo, se comenta el comportamiento de los crisoles, el consumo de combustibles y el papel de la inyección de aire, adelantando enunciados aplicables a situaciones arqueológicas.

INTRODUCCIÓN

Las cualidades técnicas y artísticas de los bienes de metal elaborados por los pueblos prehispánicos del Noroeste argentino fueron objeto de atención desde los mismos inicios de la arqueología en el país. Los datos generados a lo largo de los años por diversos investigadores apuntan a indicar que los antiguos metalurgistas comenzaron a trabajar el cobre y sus aleaciones hace por lo menos dos milenios, sentando las bases de una tradición tecnológica que se iría amplificando a lo largo del tiempo en escala de producción y sofisticación técnica. El clímax de esta tradición tuvo lugar hacia el siglo XV, poco antes o en coincidencia con la incorporación de la región al imperio incaico¹.

1 González, L.R. 2006. La rebelión de los bronce. Estudios sobre metalurgia prehispánica en el Noroeste argentino. En *Actas Coloquio minería y metalurgia en los Andes del sud desde tiempos prehispánicos al siglo XVII*. IRD-IFEA-University of Colorado State. Sucre-Potosí (e.p.).

Apartir de la última década del siglo XX, los estudios arqueológicos sumaron a la caracterización de los bienes terminados, los análisis de contextos de producción de metales, lo cual proporcionó importante información para fundamentar propuestas acerca de la organización de las actividades productivas y de los procedimientos técnicos aplicados². Pero, al mismo tiempo, los avances en el conocimiento despertaron nuevos interrogantes, para cuya resolución resulta necesario diversificar las estrategias de abordaje científico. Sobre el particular, los estudios experimentales demostraron su utilidad para apreciar el comportamiento de algunas de las variables críticas que intervienen en la producción de metales, tomar nota de las relaciones entre estas variables y formular hipótesis para la interpretación del registro arqueológico correspondiente.

En esta comunicación damos a conocer los resultados preliminares de una fundición experimental de mineral de cobre, diseñada de acuerdo a los datos arqueológicos surgidos de las investigaciones que, desde hace casi dos décadas, se llevan a cabo en el taller metalúrgico del Sitio 15 de Rincón Chico (provincia de Catamarca). Al respecto, comparamos tales resultados con las evidencias recuperadas durante las excavaciones y proponemos algunas expectativas acerca de las operaciones tecnológicas que tuvieron lugar en el taller.

EXPERIMENTACIÓN EN ARQUEOMETALURGIA

Los estudios experimentales en arqueometalurgia reconocen, para casos del Viejo Mundo y de los Andes centrales, una prolongada historia³. En lo que hace a la antigua metalurgia del Noroeste, los antecedentes son mucho menos abundantes⁴. Para el caso que se comenta se retomaron trabajos realizados por uno de nosotros (LRG) hace una década y media y que permanecen inéditos⁵. En aquella oportunidad, el mineral de cobre que fue fundido contenía 2.4% de cinc y 1.40% de hierro. La temperatura máxima alcanzada en el hornillo fue de

2 Por ejemplo, Núñez Regueiro, V. 1992, La metalurgia Condorhuasi-Alamito (siglos III al V DC). *Anales de Arqueología y Etnología*, 46-47:107-164, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza; 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, Buenos Aires; Raffino, R., R. Iturriza, A. Iácona, A. Capparelli, D. Gobbo, V. Montes y R. Vázquez, 1996, Quillay: centro metalúrgico Inka en el Noroeste argentino. *Tawantinsuyu* 2:59-69, Canberra; González, L. R., 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, Buenos Aires; González, L. R., 1995, Recursos y organización de la producción metalúrgica prehispánica en la región Centro-Sur. Un caso de estudio, *Hombre y Desierto* 9:213-223, Universidad de Antofagasta. Antofagasta; González, L. R., 1997, Cuerpos ardientes. Interacción surandina y tecnología metalúrgica, *Estudios Atacameños* 14:189-210, San Pedro de Atacama.

3 Entre muchos, Cushing, F. 1894. Primitive copper working: an experimental study, *American Anthropologist* 7:93-117; Coghlan, H. H. 1939, Some experiments on the origin of early copper, *Man* 39:106-108; Long, S. 1964, Cire perdue casting in precolumbian-Mexico: an experimental approach, *American Antiquity* 30, 2:189-192; Tylecote, R. y J. Merkel, 1992, Experimental smelting techniques: achievements and future. En *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*, pp. 3-20, Eds. P. Craddock y M. Hughes, British Museum Occasional Paper 48, London; Shimada, I. 1987, Aspectos tecnológicos y productivos de la metalurgia Sicán, costa norte del Perú, *Gaceta Arqueológica Andina* 13:15-21, Lima; Van Buren, M. y B. Mills, 2005, Huayrachinas and Tocoimbos: traditional smelting technology of the Southern Andes, *Latin American Antiquity* 16, 1:3-25.

4 Pedersen, A. 1971, Aspectos de la metalurgia indígena americana prehispánica. La huayra y su empleo en el proceso de fundición, *Etnia*, 14:5-10, Olavaria; González, L. R., 1994, El caso de la cera perdida. Metalurgia prehispánica y recursos en el valle de Yocavil, *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 19:171-190; González, L.R. y H. Buono, 2004, De campanas y campaneros. Experimentos en metalurgia prehispánica. En *Actas XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Río Cuarto (e.p.).

5 González, L.R., 1991, Metalurgia prehispánica en el NOA: un estudio actualístico en el valle de Santa María, Informe Beca UBACyT, Facultad de Filosofía y Letras, UBA (ms); véase L.R. González 1992 y 1995, *op. cit.*

1140°C, manteniéndose por sobre los 1000°C durante dos horas y veinte minutos. El consumo de carbón fue de 12 kg y dentro de los crisoles, que contaban con una tapa que evitaba el ingreso de la ceniza del combustible, se encontraron gotas de cobre metálico mezcladas de diferentes modos con escoria y con algo de carbón sin consumir. El análisis de las gotas de cobre obtenidas mostró la presencia de 0.62% de cinc y 1.85% de hierro. En cuanto a los crisoles, manufacturados con 55% de arcilla y cargas variadas, no mostraron deterioros que impidieran una eventual reutilización.

Como en aquel caso, a través del nuevo experimento se pretendía calibrar el comportamiento de los materiales y de algunas de las variables que intervienen en las operaciones de producción de metal a partir de sus menas, bajo condiciones artificialmente inducidas. En particular, aspirábamos a reevaluar el papel de la inyección de aire, del consumo de combustibles, de los tiempos de operación, de la forma de presentación del metal fundido y de la pérdida o adición de elementos respecto de la mena de origen. De modo adicional, se pretendía obtener una muestra de materiales refractarios sobre la cual practicar estudios petrográficos para su comparación con sus similares arqueológicos. Los objetivos incluían no sólo la generación de datos aplicables a hipótesis sobre el registro arqueológico de actividades metalúrgicas sino también a detectar anomalías que escaparan a las expectativas previas, dando la ocasión a que los experimentos “den otra cosa” y aprendiendo de ellas⁶.

Como se anticipara, la selección de los materiales se basó en los datos arqueológicos surgidos de las continuadas investigaciones que se llevan a cabo en el taller metalúrgico de Rincón Chico 15, provincia de Catamarca. Este taller, de acuerdo con los fechados radiocarbónicos, operó entre los siglos IX y XVII y constituye el más acabado ejemplo en su tipo de los Andes meridionales⁷. En el lugar fueron registradas evidencias correspondientes a todas las etapas de elaboración de metales (restos de minerales de cobre, refractarios, escorias, estructuras de fundición y chatarra), así como de los cambios organizativos producidos a lo largo de la prolongada ocupación⁸. Al planificar la experimentación intentamos ajustarnos en lo máximo posible a las propuestas realizadas acerca de la tecnología de fundición implementada por los antiguos metalurgistas en el taller. Pero, como es obvio, esto no significa que el experimento haya “reproducido” efectivamente los procedimientos del pasado sino que sólo proporcionó un acercamiento a ellos como información complementaria a la de otras líneas de investigación.

MATERIALES

Los materiales utilizados para la experimentación fueron los siguientes:

a) *Estructura de fundición*: para actuar como hornillo se empleó un macetero de cemento de forma cilíndrica, de 35 cm de diámetro, 30 cm de alto y espesor de las paredes de 2 cm. Para mejorar la conservación del calor, se realizó un recubrimiento interior de arcilla de 1 cm de espesor. Previendo colapsos estructurales, el hornillo fue sunchado con alambre de enfardar. En su cuerpo, a 10 cm de altura, se practicaron dos orificios separados, uno de ellos para insertar un caño de hierro de una pulgada que actuaría como tobera y el restante para permitir el paso de una termocupla.

b) *Dispositivo de medición de temperatura*: termocupla de un par termoeléctrico Cromel-Alumel, con vaina de protección de óxido de magnesio, conectada a un termómetro digital 0-1300°C.

6 L. Borrero 1991, p. 142. Experimentos y escalas arqueológicas. *Shincal* 3:142-145.

7 Tarrago, M.N. 2005, Ámbitos domésticos y de producción artesanal en el Noroeste argentino prehispánico, *Intersecciones en Antropología*, Olavarria (e.p.).

8 Véase González, L.R. 2002, Heredarás el bronce. Incas y metalurgia en el Noroeste argentino, *Intersecciones en Antropología* 3:55-68, Olavarria; González, L.R. y G. Gluzman, 2005, Nuevas evidencias del taller metalúrgico prehispánico de Rincón chico 15 (Catamarca), en *Actas Primer Congreso Argentino de Arqueometría*, Rosario (e.p.).

c) *Combustible*: carbón de algarrobo.

d) *Mineral*: malaquita variedad comercial, molida a polvo, procedente de Capillitas-Atajo (Catamarca). El análisis por EDAX informó la presencia de cobre (43%), cinc (5.79%) y hierro (2.60%), además de cloro, silicio, azufre y aluminio.

e) *Crisoles*: cuatro, cocidos previamente a 1000°C en horno eléctrico. Modelados con arcilla y otros elementos en diferentes proporciones, tenían forma de cuenco, con paredes de 1 cm de espesor y algo más gruesos en la base. El volumen interno promedio era de 150 cm³. Las pastas se componían de:

Crisol 1. dos partes de arcilla y una de arena.

Crisol 2. dos partes de arcilla, una de arena y una de carbón vegetal.

Crisol 3. dos partes de arcilla, una de arena y una de cuarzo molido.

Crisol 4. dos partes de arcilla, una de arena y una de lana de llama.

f) *Agente reductor*: carbón de leña molido

g) *Fundentes*: arena fluvial, cuarzo molido y filamentos de hierro

h) *Ventilación*: una turbina de aire, conectada a la tobera y que proporcionaba, en baja velocidad, 0.0144 m³/s y en alta 0.0234 m³/s.

i) *Formularios de registro*: Las operaciones y alternativas del trabajo, en particular los tiempos, temperaturas y consumo de combustible, fueron registradas en formularios diseñados al efecto.

DESCRIPCIÓN

Tras disponerse dentro del hornillo una cama de leña menuda y carbón vegetal, se inició el fuego, acomodándose luego los crisoles, convenientemente marcados para identificarlos según la composición de la pasta y las cargas que contenían. Estas consistían en dos partes de mineral (tres en el crisol 4), una parte de carbón molido, una parte de cuarzo molido y arena (media en el crisol 3) y una parte de filamentos de hierro. Los crisoles así dispuestos y sin tapas fueron cubiertos con carbón hasta el borde del hornillo, conectándose la turbina de aire. Diez minutos más tarde se alcanzó la temperatura de 1170°C. A partir de ese momento la inyección de aire fue regulada para mantener la temperatura en un rango entre 1050 y 1100°C, para evitar daños en la termocupla. De igual modo, a medida que se consumía el carbón se agregaban nuevas cargas.

A una hora y cuarto de iniciarse el experimento, con el termómetro marcando 1090°C, el hornillo comenzó a fisurarse, lo que obligó a realizar sunchados adicionales con alambre. No obstante, poco después las fisuras se convirtieron en grietas, provocando una importante pérdida de calor: en media hora, la temperatura descendió hasta 975°C. Ante el riesgo que el hornillo colapsara, se apuntalaron sus paredes. Una vez estabilizada la estructura, se logró recuperar la temperatura manteniendo constante la inyección de aire y agregando carbón. A cuatro horas de iniciado el experimento se lo dio por concluido, dejando que el fuego se apagara por sí mismo. En total fueron utilizados 18 kg de carbón.

Los crisoles fueron retirados del hornillo 24 horas más tarde, constatándose que no habían sufrido daños estructurales significativos. De hecho, se presentaban en condiciones de ser reutilizados. Las superficies externas mostraban manchones de vitrificación rojizos o negruzcos y escorificaciones provocadas por la reacción de la arcilla con las cenizas del combustible. En las superficies interiores era común observar restos de cobre metálico y escoria. Los productos de fundición aparecían en los cuatro casos en una disposición similar. Debajo de una capa superior de ceniza, se presentaba una masa rojizo-negruzca, friable y por momentos pulverulenta, que, en distintas proporciones, contenía carbón sin quemar, filamentos de hierro, escoria y gotas de cobre metálico. Los productos fueron extraídos respetando las capas y luego separados manualmente y por concentración en agua.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Según se anticipara, el experimento realizado continuaba otro anterior que había sido llevado a cabo bajo condiciones similares. El trabajo nos permitió confirmar y afinar algunos de los datos recogidos en la primera oportunidad y avanzar con mayor firmeza sobre sus implicancias arqueológicas.

El hornillo utilizado representaba a las estructuras de combustión en cubeta registradas en el taller de Rincón Chico 15 en asociación con evidencias de trabajo metalúrgico⁹. Estas estructuras, excavadas en el terreno, resultarían más eficientes que el hornillo a la hora de soportar las altas temperaturas de la combustión y podrían haber sido ventiladas desde arriba con comodidad. En tal sentido, la inyección de aire aparece como la variable fundamental para alcanzar las temperaturas necesarias para la reducción del mineral y la formación de escorias en estructuras de ese tipo. La información arqueológica da cuenta que, en la antigüedad, el aire se inyectaba mediante tubos, a veces con una tobera de arcilla en el extremo cercano al fuego, por los cuales grupos de operarios soplaban¹⁰. La eficacia de este sistema de ventilación fue ampliamente constatada a través de diversos experimentos¹¹.

El mineral utilizado, a pesar de su concentración en cobre, contenía una alta proporción de componentes no metálicos, lo cual requería el agregado de fundentes para formar escorias y liberar el metal¹². Los productos extraídos de los crisoles experimentales sugieren que las proporciones de fundentes agregados no fue la adecuada, habiéndose registrado sólo en uno de ellos la presencia de un compuesto del tipo olivina (probablemente fayalita, $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) con punto de fusión entre 1150 y 1200°C. No obstante, debe tenerse en cuenta la probabilidad que no en todos los crisoles se hayan alcanzado las temperaturas necesarias. En este aspecto, el colapso de las paredes del hornillo provocó pérdidas de calor que pudieron afectar significativamente a los crisoles ubicados cerca de las grietas.

Estas variaciones en la temperatura dentro del hornillo también parecen haber influido en la cantidad de cobre metálico obtenido en cada uno de los crisoles y en el tamaño de las gotas formadas. El análisis químico con EDAX de muestras de estas gotas indicó que contenían mayoritariamente cobre (entre 95.9 y 96.4%), con hierro (entre 1.41 y 1.42%) y cinc (entre 1.96 y 2.38%). Para destacar es la disminución del cinc contenido en el mineral de origen, circunstancia que también se había observado en el anterior experimento. Este dato alerta sobre el riesgo de intentar establecer procedencias mediante correlaciones directas entre menas y metales a partir de sus composiciones químicas.

Como estaba previsto, el combustible constituye otro elemento crítico para fundiciones como la realizada. El consumo de carbón aumenta dramáticamente con la inyección de aire necesaria para elevar la temperatura y con el tiempo de operación requerido para el aglutinamiento del metal fundido dentro de los crisoles. De tal forma, se apuntala la idea que los antiguos metalurgistas, en la planificación del asentamiento de talleres metalúrgicos, debieron priorizar la disponibilidad de combustibles por sobre la cercanía a los depósitos minerales¹³.

El comportamiento de los refractarios, con sus diferentes composiciones de pasta, fue similar. Todos ellos resistieron las altas temperaturas a que fueron sometidos sin daños estructurales

9 González, L.R. y G. Gluzman, 2005, *op. cit.*

10 Ravines, R., 1978, Metalurgia. En *Tecnología Andina*, pp. 476-487. Comp. R. Ravines. IEP. Lima; Craddock, P., 1995, *Early metal mining and production*. Edinburgh University Press. Edinburgh; Donan, C., 1998, Un cerámico Moche y la fundición prehispánica de metales, *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 7:9-18. Santiago.

11 Shimada, I. y J. Merkel, 1991, Copper alloy metallurgy in ancient Peru. *Scientific American* 265, 1:80-86; Ozment, K., 1999, Journey to the copper age, *National Geographic Magazine* 195, 4:70-79.

12 Tylecote, R., H. Ghaznavi y P. Boydell, 1977. Partitioning of trace elements between the ores, fluxes, slags and metal during the smelting of copper. *Journal of Archaeological Science* 4:305-333.

13 González, L.R., 1992 y 1995, *op. cit.*

importantes. Las observaciones macro y microscópicas de las superficies muestran algunos rasgos reconocidos en materiales arqueológicos, en particular las escoriaciones provocadas por la reacción de la arcilla con las cenizas del combustible. Como se anticipara, el próximo paso previsto es la realización de estudios petrográficos mediante cortes delgados para comparar las características de las pastas en relación con las de piezas similares recuperadas en excavación.

Cabe indicar, por último, que el modo de presentación del metal en los crisoles experimentales obliga a reflexionar sobre la organización de las operaciones metalúrgicas en el taller del Sitio 15 de Rincón Chico, caso que fuera tomado como análogo. En este lugar los hallazgos de gotas metálicas en contextos de producción son comunes, habiendo sido interpretadas como restos de la colada en moldes¹⁴. La nueva información sugiere que las gotas también pueden provenir de la fundición primaria de menas. En una segunda etapa, las gotas habrían sido reunidas para refundirlas y obtener los volúmenes de material necesarios para la obtención de los objetos.

¹⁴ González, L.R., 1992, *op. cit.*



ESTUDIO DE LA TEXTURA CRISTALINA EN MUESTRAS METÁLICAS PROVENIENTES DEL CEMENTERIO INDÍGENA DEL CERRO MESA, MALARGÜE, MENDOZA

Raul E. Bolmaro¹, Adrián A. Pifferetti²

1 Instituto de Física Rosario - Facultad de Ciencias, Ingeniería y Agrimensura. CONICET-UNR.
Rosario. bolmaro@ifir.edu.ar

2 CEMAT, Facultad Regional Venado Tuerto, UTN. apiffere@agatha.unr.edu.ar

RESUMEN

De los enterratorios del cementerio indígena del Cerro Mesa, Malargüe, provienen una serie de elementos metálicos de adorno, que actualmente integran las colecciones del Museo de Historia Natural de San Rafael.

Los mismos, hallados junto a elementos de hierro (tijeras, cuchillos, etc.) y cuentas de vidrio, se han clasificado por su forma en discos, copas o hemiesferas, conos, cilindros, cascabeles, etc. y fueron estudiados hace algún tiempo, determinándose que se trataba de un contexto metalúrgico de elaboración no indígena correspondiente a un período de contacto cultural hispano-indígena mas bien tardío que habría que datar en las ultimas décadas del siglo XVIII.

Se ha medido la textura cristalina de algunas de estas muestras mediante difracción de rayos X y las figuras de polos obtenidas se utilizaron para calcular las funciones de distribución de orientaciones cristalinas y luego recalcular figuras de polos y figuras de polos inversas.

Los resultados permiten obtener información sobre los procesos de deformación plástica de las muestras metálicas, y, conjuntamente con técnicas difractométricas de análisis de fases y metalografías, discernir entre tecnologías artesanales, preindustriales y procesos modernos y determinar la posibilidad de reutilizaciones y retrabajado de las piezas.

INTRODUCCIÓN

El sitio de Cerro Mesa, Malargüe, Mendoza es un extenso cementerio indígena conocido y saqueado desde hace muchos años. En excavaciones realizadas bajo la dirección del Dr. Humberto Lagiglia, se ha recuperado una gran cantidad de artefactos metálicos en aleación de cobre que formaban parte de los ajuares funerarios y que actualmente integran las colecciones del Museo de Historia Natural de San Rafael. Estos materiales, en su gran mayoría elementos de adorno, se han clasificado por su forma en discos, copas o hemiesferas, conos, cilindros, cascabeles, etc. Junto a ellos se han hallado elementos de hierro (tijeras, cuchillos, etc.) y cuentas de vidrio, pero no loza y fragmentos de vidrio. (Lagiglia, comunicación personal)

Si bien las condiciones de los enterramientos corresponden a una cronología tardía, la magnitud del yacimiento y la marginalidad de la zona lo hacen muy atractivo para analizar las características del extenso período de contacto hispano-indígena que llega hasta mediados del siglo pasado.

En su momento se realizaron estudios de la composición y tecnología de las aleaciones para determinar si se trata de material obtenido por interacción con españoles o criollos o si, al menos en parte, es de características prehispánicas [1,2]. También nos referimos parcialmente a materiales provenientes de Cerro Mesa en otros trabajos más generales. [3,4]

El resultado de estos trabajos determinó que se trata de un contexto metalúrgico de elaboración no indígena con la presencia exclusiva de la aleación cobre-cinc (latón). Por otra parte la composición coincidente con latones comerciales actuales, la uniformidad del espesor que denotaría producción por laminación y la tipología tanto de los cascabeles, posteriores a los de Santa Fe La Vieja (1573-fines siglo XVII), como del repujado por medio de un punzón de acero nos indica un período de contacto cultural mas bien tardío. El límite cronológico inferior está dado por la total ausencia de fragmentos de loza y botellas de vidrio lo que lo limita a la época colonial. [5]

En esta oportunidad se ha aplicado en un par de muestras que lo permitían el análisis de la textura cristalina por difracción de rayos X para obtener información sobre las tecnologías utilizadas y determinar posibles retrabajados locales.

TRABAJO EXPERIMENTAL

La medición de texturas consiste en la obtención de la distribución de orientaciones cristalinas en un material policristalino. Las orientaciones cristalinas no son aleatorias sino dependientes de los procesos termomecánicos sufridos por los materiales bajo análisis. Las distribuciones de orientaciones dependen fundamentalmente de la simetría cristalina del material y el ensayo. También dependen, en menor medida, de la aleación de que se trate y de los tratamientos térmicos previos.

Los tratamientos térmicos pueden ocasionar bruscos cambios en las texturas previas ya sea por recristalización o transformaciones de fases. Como las texturas medidas resultan entonces una huella más o menos clara de los procesos sufridos por un material, se podría inferir algo de la historia termomecánica mediante un adecuado análisis de las mismas. Los métodos más comunes de medición de texturas incluyen la difractometría de rayos X y de neutrones. Actualmente se utilizan técnicas de Electron Back Scattering Diffraction en microscopía electrónica para construir mapas de orientaciones. En el presente trabajo se informarán texturas medidas por medio de la técnica de rayos X y su correspondiente análisis por softwares adecuados.

Las texturas de las muestras fueron medidas por difracción de rayos X en un equipo Philips Xpert Pro MPD con radiación de Cu K, lente concentradora de rayos X, monocromador de haz difractado, colimador de placas paralelas, detector proporcional de gas Xe-CH₄ y cuna Euleriana, cuando fue necesario para los diferentes tests. Las figuras de polos medidas, (111), (200) y (220), fueron usadas para calcular la Función Distribución de Orientaciones Cristalinas (FDOC) y recalcular las figuras de polos (FP) y las figuras de polos inversas (FPI) por medio del software popLA [6,7].

Se efectuaron mediciones de difractogramas por rayos X para detección cualitativa de fases. La medición de los mismos fue efectuada en el modo continuo con pasos de 0.02 grados y 2 seg de tiempo promedio por paso. Los mismos permitieron descartar la presencia de segundas fases presentes en fracciones de volumen importantes.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La textura de un material policristalino, u orientación preferencial de los cristales que lo componen, contiene información condensada de muchos de los procesos termomecánicos que la pieza o trozo de metal ha sufrido. Su determinación permite no sólo la evaluación de sus propiedades mecánicas, eléctricas o magnéticas, sino también la inferencia de los posibles trabajos mecánicos o térmicos que la pieza ha recibido.

A cada simetría cristalina, con una influencia más o menos importante de los elementos aleantes, le corresponde una textura distinta y característica, asociable a la simetría del proceso de deformación. Otras características, algunas veces muy extremas, son debidas a tratamientos térmicos. Incluso las dificultades de medición encontradas, como consecuencia del tamaño de grano por ejemplo, pueden asociarse a procesos de tratamientos térmicos intermedios o a la ausencia de deformación después de la fundición de una pieza.

Existen caracterizaciones más o menos precisas de tales texturas y de su relación con los tratamientos termomecánicos. Las intensidades de las distintas componentes, además de las simetrías de los resultados, pueden dar información sobre la severidad de los procesos. Distribuciones de orientaciones con simetría tetragonal por ejemplo pueden ser originadas en procesos que hayan respetado esa simetría: laminado, extrudado de sección rectangular, etc. Alternativamente las simetrías cilíndricas pueden estar originadas por procesos como extrudado de barras cilíndricas, compresión libre, laminado de barras, conformado cilíndrico,

etc. A su vez el desarrollo de las distintas componentes puede dar información de los grados y direcciones de la deformación aplicada [6-8]. Un trabajo previo ha mostrado, por ejemplo, el desarrollo de texturas de martillado superpuestas sobre una textura previa de laminado en un material de manufactura por técnicas modernas. Con tal información se pudo inferir el tipo de deformación probable en una moneda antigua [9].

Dentro de las muestras, algunos fragmentos correspondientes a un cascabel grande y un cilindro tenían el tamaño adecuado como para que se pudiesen efectuar mediciones de texturas por métodos de rayos X. Debido a que el latón, aleación de cobre y zinc, no era producido en América ha sido establecido previamente que provenía de Europa, probablemente producto del intercambio. Que la manufactura de las piezas finales haya sido efectuada en Europa o en América es lo que podría estar en dudas. También resultaba interesante analizar la posibilidad de retrabajados locales sobre piezas que hayan tenido otro origen o destino.

Los resultados de las figuras de polos inversas son mostrados en las Figuras 1 y 2 para la muestra proveniente del cilindro y del cascabel más grande, respectivamente. Las texturas muestran simetría cilíndrica descartando el proceso de producción por laminado y las componentes son típicas de procesos de deformación uniaxial de compresión con un desarrollo de la componente $[uvw] \langle 110 \rangle$ típico de materiales FCC. Las intensidades son compatibles no con procesos de martillado, que tienden a suavizar las texturas debido al desarrollo de texturas locales, sino con procesos uniaxiales monotónicos como la compresión libre.

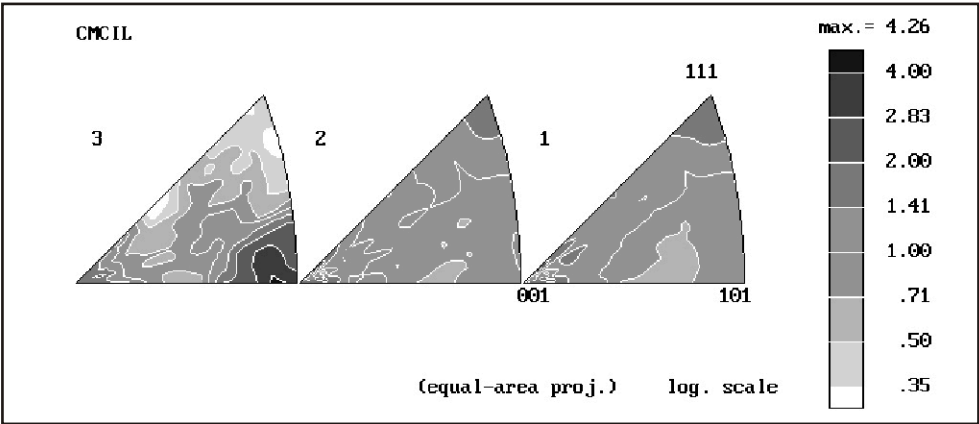


Figura 1. Resultados de polos inversos del cilindro

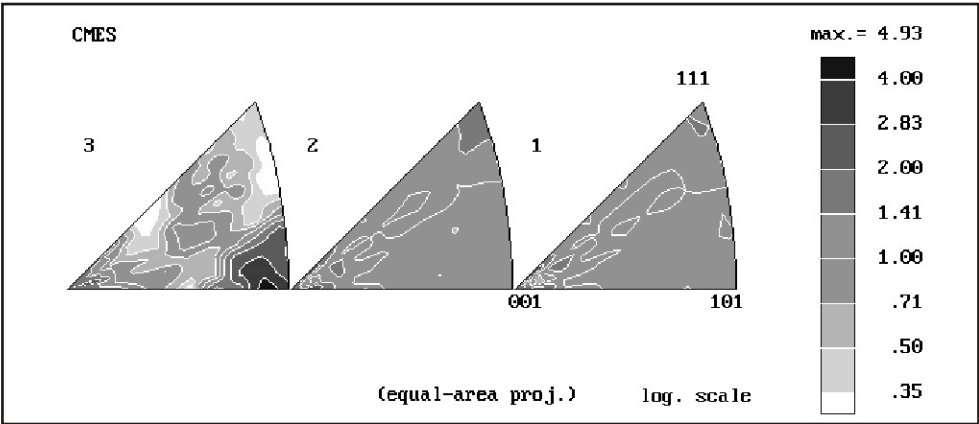


Figura 2. Resultados de polos inversos del cascabel

Recordemos que el análisis metalográfico efectuado en su momento determinó que todas las muestras analizadas presentaban una estructura monofásica de solución sólida del Zn en el Cu, con un contenido normal de inclusiones (Figura 3).

Se evidencian en el perfil ataques localizados de tipo crateriforme con formación de óxidos y otros productos de corrosión con un marcado proceso de disolución preferencial del cinc.

El cascabel presenta en la superficie un marcado ataque corrosivo que progresa hacia el interior en forma intergranular provocando la decoesión de los granos. En algunas zonas se observa la presencia de cobre debido a un proceso de dealeado o descincificación. A esta corrosión intergranular se suma un proceso incipiente localizado en pequeñas áreas que abarca la totalidad del grano. El metal de soldadura muestra una fase eutéctica con estructura dendrítica típica de fundición con cierto grado de porosidad de tamaño variable.

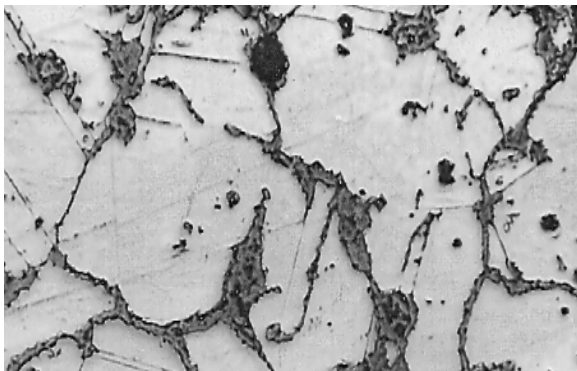


Figura3. (400 X)

El cilindro presenta una estructura de granos poligonales maclados. Según la zona existe una notable diferencia en el tamaño de grano. El ataque corrosivo progresa hacia el interior del material siguiendo los bordes de grano y las bandas de deslizamiento [2].

CONCLUSIONES

La discusión anterior sugeriría un origen europeo, en una época (segunda mitad del siglo XVIII) en que ya ciertos talleres de artesanos se caracterizaban por haberse especializado en la fabricación de un tipo específico de objeto (clavos o cascabeles, por ejemplo) y en que ya se estaban aplicando ciertos procesos de producción semi industriales [10].

Sin embargo las texturas mostrarían que el proceso de fabricación no es el laminado. El proceso de laminado comenzó a desarrollarse en aleaciones de materiales nobles, de base cobre o estaño muy tempranamente pero solamente en el año 1728 se presentó una patente para producir chapas de acero por este proceso y recién existe producción comprobada de esta técnica en Inglaterra en 1783.

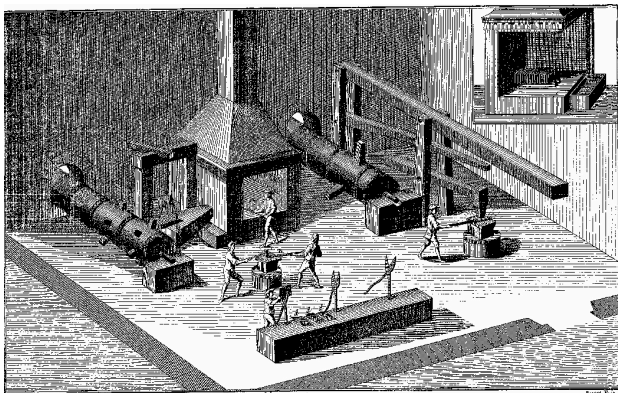


Figura 4. Tomada de Diderot [10]

Debió esperarse la aparición de motores y métodos de mecanización de mayor potencia. Hasta ese momento el método de producción de chapas, además del martillado simple artesanal, parece haber sido el uso de martinets o martillos de gran área, que probablemente producía chapas de dimensiones intermedias, no continuas y de espesor uniforme [10]. Con este método de fabricación, dadas las intensidades y simetrías obtenidas, parece ser compatible nuestra medición de texturas. Además tales texturas no han sido borradas o suavizadas por un proceso de martillado ulterior, lo que sugiere que el espesor de las chapas utilizadas es el original obtenido en Europa sin demasiado retrabajado en América, excepto por el proceso de curvado. En el caso del cascabel

se confirma la posibilidad de que las piezas hayan sido íntegramente elaboradas en Europa, con todos sus detalles, sin ninguna intervención local posterior.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Humberto Lagiglia, Director del Museo de Historia Natural de San Rafael, Mendoza, por haber facilitado las muestras sobre las que realizamos nuestro estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pifferetti, A.A. [1], [3], [4], [5]

1997 Estudio de Elementos Metálicos de Ajueres Funerarios de Cerro Mesa, Malargüe. Informe preliminar. Reunión de Arq. Histórica y de Contacto en el Centro-Oeste de la Argentina. Mza. M.S. [1]

1997 Los ensayos no destructivos en el estudio y caracterización de piezas metálicas arqueológicas. Actas CORENDE: 49-53. C. N. E. A.-U.T.N. Mendoza. [3]

2004 Tecnología y cronología. Primera aproximación a la tipología del repujado indígena. III Jor. de Arqueología Histórica y de Contacto del Centro-Oeste de la Argentina y Seminario de Etnohistoria. IV Jor. de Arqueología y Etnohistoria del Centro-Oeste del País. M. Bechis, compiladora. Tomo I: 67-71. Fac. Cs. Humanas, Universidad Nac. Río Cuarto. [4]

2000 Criterios para la datación de artefactos metálicos de Santa Fe La Vieja. Anuario de la Universidad Internacional SEK Nº 6: 63-68. Santiago de Chile. [5]

Pifferetti, A.A., L. Nosei y N. Walsøe de Reca [2]

1998 Estudio analítico estructural de artefactos metálicos de un cementerio indígena. Anales Jornadas Sam'98-IBEROMET V (Rosario, 1998). Vol. II : 627-629. R. Moreno y M.L. Castro Ed., Fac. Cs. Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires. Tandil.

Kallend, J.S., U.F. Kocks, A.D. Rollett y H.R. Wenk [6]

1991 Mat. Sci. Eng. A 132: 1-11.

Stout, M.G., J.S. Kallend, U.F. Kocks, M.A. Przystupa y A.D. Rollett [7]

1988 Eighth Int. Conf. on Textures of Materials, J. S. Kallend & G. Gottstein, eds. The Metallurgical Society, Warrendale, PA, USA: 479-484.

Kocks, U.F., C.N. Tomé y H.R. Wenk [8]

1998 Texture and Anisotropy. Cambridge University Press.

Bolmaro, R.E., B. Molinas, E. Sentimenti y A.L. Fourty [9]

2005 "Textures Applied to Mechanical Processing Technology Assessment in Ancient Bronze". 14 Int. Conf. on Texture of Materials. ICOTOM 14. Lovaina. Bélgica. 11-15 de Julio. Mat. Sci. Forum. Vol. 495-497.

Diderot, D., J. D'Alembert [10]

1751-1772. Encyclopedie des sciences, des arts et des métiers. Paris.



ARTEFACTOS METÁLICOS DE LAS INHUMACIONES DEL “CEMENTERIO INDÍGENA” DE BARADERO

Alicia Haydée Tapia¹, Carlos Landa², Horacio De Rosa³, Emanuel Montanari²

1 Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Ciencias Antropológicas y Universidad Nacional de Luján, Departamento de Ciencias Sociales:
atapia@filo.uba.ar

2 Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Arqueología:
carlosglanda@gmail.com emanuelmontanari@gmail.com

3 Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Laboratorio de metalografía;
hderosa@fi.uba.ar

RESUMEN

En el año 1615, aborígenes Chaná, Mbeguás y Guaraníes que ocupaban las riberas de arroyos y riachos del delta del Paraná, fueron reducidos en Santiago del Baradero, una de las primeras misiones franciscanas que fundó Hernandarias y que estuvo a cargo del padre Luis Bolaños. Las fuentes escritas indican que la vida en aquella misión fue muy difícil, tanto para los aborígenes como para los franciscanos: hambrunas, epidemias y elevada mortalidad fueron situaciones frecuentes desde los primeros momentos. Los datos de los documentos escritos pueden ser contrastados con los materiales arqueológicos que provienen del Cementerio Indígena, ubicado sobre la barranca del Río Baradero y atribuido cronológicamente a los primeros tiempos de la reducción. El sitio fue excavado por S. Debenedetti en 1910 y, en esa oportunidad, se exhumaron 14 entierros asociados con diferentes objetos que formaban parte del ajuar fúnebre. Los materiales arqueológicos recuperados indican la presencia de procesos de cambio y resistencia cultural generados por las relaciones interétnicas con los europeos.

Los restos esqueléticos se encontraron asociados con los típicos adornos corporales utilizados por los aborígenes (orejeras, collares, diademas, y adornos de la vestimenta). No obstante -a diferencia de los que se confeccionaban tradicionalmente- se destaca la incorporación y, en algunos casos, la adaptación de materiales europeos tales como: cuentas de vidrio venecianas y cuentas y discos recortados de latón. Al respecto, en este trabajo se enfatiza el análisis de las siguientes cuestiones: 1- la composición química y la microestructura metálica de algunos fragmentos similares a los que conforman las cuentas y los discos de metal recortado; y 2- las técnicas aplicadas y los posibles tipos de herramientas utilizadas para la confección de tales artefactos. Los resultados de este análisis se comparan con los datos metalográficos correspondientes a otros materiales hispano-indígenas recuperados en áreas vecinas y atribuidos cronológicamente a los siglos XVII y XVIII.

INTRODUCCIÓN

La excavación que en 1910 realizó Salvador Debenedetti en un sitio ubicado sobre la barranca del Río Baradero, constituye uno de los trabajos arqueológicos pioneros sobre la problemática de las interacciones hispano indígenas en la provincia de Buenos Aires. A casi cien años de aquel trabajo, un estudio más detallado de los hallazgos de ese sitio resulta de interés para conocer los procesos de cambio y continuidad cultural de las sociedades nativas que habitaban en la desembocadura del Paraná para el siglo XVII. Dichos procesos se produjeron en el contexto de los conflictos interétnicos producidos durante la dominación colonial en el área.

En aquella oportunidad, Debenedetti excavó varias trincheras siguiendo el borde de la barranca, precisamente en el sector del sitio donde los integrantes de la familia Alejandrini - propietarios del predio- habían descubierto restos esqueléticos humanos. Durante las tareas de excavación identificó la presencia de 14 enterratorios, 9 de los cuales estaban asociados con diferentes tipos de materiales tales como: a- cuentas de valva circulares con orificio central, similares a las que confeccionaban los pueblos aborígenes del litoral; b- cuentas de vidrio veneciano de varios tipos, especialmente celeste y azulino; c- diferentes objetos de

metal; y d- algunos fragmentos de cerámica aborigen lisa y decorada.

Dada la minuciosa descripción de los materiales que realizó Debenedetti (1911), resulta posible determinar la posición en la que estaban los hallazgos respecto de los restos esqueléticos. De acuerdo con ello, se ha considerado que los materiales de valva, metal y vidrio estaban distribuidos en la cabeza (formando parte de vinchas o tocados), en el cuello (integrando collares), debajo de los mastoideos (como pendientes o aretes) y en la cavidad pelviana (decorando fajas o faldellines). Como puede apreciarse se trataría de objetos que formaron parte de la vestimenta y de adornos de los individuos inhumados.

Entre los diferentes tipos de artefactos de metal se han identificado: 1- láminas de latón enrollado utilizadas como cuentas de collar; 2- cuentas de latón triangulares con dos orificios de adorno en uno de los lados y otro orificio de suspensión en el vértice opuesto; 3- discos de latón con orificio y sin orificio central, con y sin decoración de línea de puntos por punzonado; 4- cascabel de bronce; y 5- un anillo de material ferroso. De estos materiales analizamos específicamente los discos de latón cuya composición química fue determinada por Debenedetti.

Teniendo en cuenta la presencia de latón y las cuentas de vidrio venecianas, este investigador atribuyó cronológicamente la ocupación a tiempos poshispánicos y relacionó los enterratorios encontrados con los primeros momentos de la misión franciscana de *Santiago del Baradero*, fundada por orden de Hernandarias en 1615 (AGI-ACH, 1619,1620 y 1622, Tapia, 2002). Estos enterratorios habrían estado a una distancia aproximada de 1000 metros en línea recta del predio donde probablemente estuvo instalada la capilla original de la misión (si es que efectivamente dicha capilla se encontraba en el mismo lugar que actualmente ocupa la Iglesia de Baradero, ubicada frente a la plaza principal de la ciudad). En la actualidad, las piezas analizadas integran la colección Debenedetti del Museo Etnográfico, del Museo Juan Lavalle de la ciudad de Baradero y de la colección del señor Alejandrini, nieto del propietario del predio que autorizó a efectuar las excavaciones en 1910.

PROBLEMÁTICA PLANTEADA

Tradicionalmente se ha considerado que los aborígenes metalurgistas americanos no elaboraron el latón, dadas las dificultades que se presentan al incorporar el cinc en las aleaciones. Entre los problemas tecnológicos vinculados con la obtención del latón González expresó: “(...) *se trata de una aleación de complicada obtención, debido a las dificultades para obtener cinc metálico a partir de la reducción de sus menas. El cinc metálico comienza a volatilizarse en torno a los 900°C, lo que exige un sistema de destilación que pueda recuperar los vapores*” (González, 2004:142). Teniendo en cuenta estas dificultades, interesa indagar la cuestión de la procedencia de los elementos de latón introducidos en la cultura material de los aborígenes del litoral. Algunos objetos de metal como el cascabel fueron objetos incorporados y utilizados sin modificaciones a través del intercambio con los europeos, pero ¿de qué manera obtenían los discos de latón?, ¿lo obtenían por intercambio con los españoles o con otros pueblos aborígenes?, ¿conseguían el latón en láminas y luego confeccionaban los artefactos?, ¿obtenían los discos ya formatizados?

Con el objetivo de responder a estas cuestiones hemos realizado el estudio de los discos de latón, tanto en sus aspectos morfológico-técnicos como químicos y microestructurales. Asimismo contrastamos los datos arqueológicos con la información obtenida en las fuentes documentales y con materiales de metal similares que proceden de otros sitios arqueológicos.

ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Características de la muestra

La muestra está constituida por 23 piezas, de las cuales 8 pertenecen a la colección de Debenedetti (todas halladas en asociación con inhumaciones) y 15 a la colección Alejandrini (sin referencias sobre el contexto de hallazgo). El estado de conservación de los discos de la

primera de las colecciones es relativamente bueno, con escasa pérdida de material por corrosión. Por el contrario, las piezas de la colección Alejandrini se presentan mucho más deterioradas: presentan superficies porosas y con características de fragilidad, se encuentran recubiertas con tierra y productos de corrosión de color verdoso cristalizado y, en algunos casos, los productos de corrosión forman ampollas o bien tienen un aspecto fibroso (Figura 1). Este tipo de formaciones corrosivas también se ha reportado en trabajos realizados sobre aleaciones de cobre enterradas y corresponde a la formación de óxido cuproso recubierto con carbonatos hidratados, como la malaquita (verde) y la azurita (azul). De acuerdo a las condiciones del suelo, esos dos últimos minerales suelen entremezclarse con sulfatos, cloruros y sulfuros (Pifferetti, 2001).

Análisis de la Forma y el Tamaño de las piezas

En la Tabla 1 se cuantifican las piezas según el estado de conservación de la forma original y el tamaño. Dentro de la categoría *fragmento* los discos se diferenciaron según el mayor o menor porcentaje conservado en relación a la proyección de la pieza entera (>50% y < 50%). El tamaño de las piezas se estableció considerando la medida del diámetro: 1 a 35 mm (pequeño), de 36 a 55 mm (mediano) y > de 56 mm (grande). Del total de las piezas la mayoría (78%) están fragmentadas y corresponden a piezas grandes (56%).

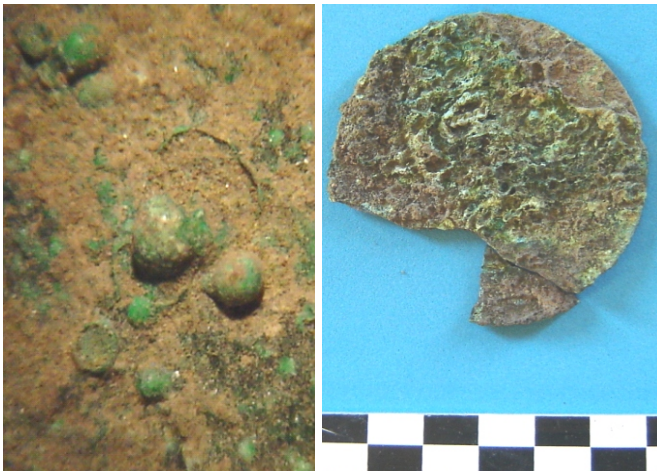


Figura 1. Aspecto de la superficie de los discos con productos de corrosión adheridos. En la imagen de la izquierda se muestran las ampollas producidas por corrosión y a la derecha la superficie de una de las piezas con productos de corrosión en forma fibrosa

COLECCIÓN	Total de Piezas	Estado de la Forma			Tamaño			
		Entera	Fragmento		Grande	Mediano	Pequeño	N/D
			>50 %	>50 %				
S. Debenedetti	8	1	7		5	2	1	
C. Alejandrini	15	3	6	6	8	1	3	3
Subtotales	23	5	13	5	13	3	4	3
Porcentajes		22%	78%		56%	13%	18%	13%

Tabla 1. Distribución de las piezas según estado de la forma y el tamaño

Análisis químico

De acuerdo con los estudios químicos que realizó Salvador Debenedetti (1911), los discos son de latón y tienen contenidos de cinc mayores al 25% así como la presencia de elementos de níquel, plomo y estaño. Según los análisis que efectuamos de algunos fragmentos -mediante espectrometría con energía dispersiva de rayos X (EDS)-, los datos obtenidos coinciden con los de Debenedetti en cuanto a que se trata de material latón con valores de cinc cercanos al 30%. No obstante, con la técnica analítica utilizada no se detectó la presencia de níquel ni tampoco de estaño en la aleación.

Análisis micro-estructural

Mediante la utilización de microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido, el análisis de un fragmento reveló la existencia de una microestructura de granos equiaxiales, de tamaño heterogéneo con maclas de recrystalización (Figura 2). Esto indicaría que la pieza fue realizada por laminado o por martillado con calentamiento para homogenizar el grano y eliminar los efectos de la deformación. La presencia de granos más pequeños en la superficie podría estar indicando un mayor trabajo de deformación localizada en esa zona.

Por otra parte, el análisis metalográfico también muestra un avanzado estado de corrosión intergranular con sectores en los que se evidencia un proceso de descincificación. Este proceso perjudicó la cohesión de los granos del material y fue responsable de su estado superficial poroso, lo cual confirma lo observado en cuanto a la fragilidad del material que en condiciones normales debería ser dúctil. Este tipo de ataque corrosivo también se ha observado en piezas de latón que proceden de otros sitios arqueológicos y en las que el proceso

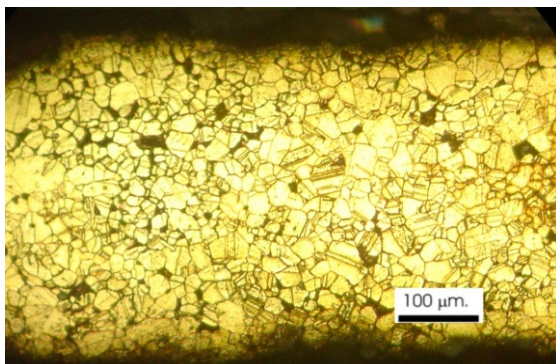


Figura 2. Latón recrystalizado, se observa un importante proceso de corrosión intergranular

de descincificación corresponde a un comportamiento esperable, típico en la corrosión de aleaciones con más de 15% de Zn (Pifferetti, 2001, ASM Handbook, 1987).

Técnicas de formatización y decoración de las piezas

Los discos se formatizaron recortando láminas de latón que en promedio tiene 1,39 mm de espesor. Las piezas están decoradas con una línea de puntos realizados mediante punzonado y están colocados en una línea continua que recorre el perímetro del borde (Figura 3). Teniendo en cuenta la impronta positiva o negativa del punzonado se puede identificar el anverso o el reverso de las caras de la pieza: la impronta positiva se encuentra en el reverso y la negativa en el anverso. Esta situación se invierte en relación a los orificios centrales que tienen algunas de las piezas. En estos casos se puede identificar la dirección del punzonado por las rebarbas que se observan en la cara contraria o reverso, tal como se observa en el orificio del disco de la Figura 2. Para realizar la decoración de puntos en la mayoría de los discos se utilizó un punzón de sección circular pero, en algunas piezas, también se observa el uso de un instrumento de sección cuadrada.



Figura 3. Anverso y reverso de un disco de latón con decoración de puntos siguiendo la línea del borde a distancias más o menos regulares (pieza n° 5979 de la colección Debenedetti del Museo Etnográfico)

DISCUSIÓN

De acuerdo con la información que manejan los especialistas en metalurgia prehispánica, hasta el momento no se han encontrado aleaciones con contenidos mayores de Zn del 3% en las áreas de mayor producción metalúrgica (González, 2004). Ello ha llevado a afirmar que en América se habría producido un proceso similar a lo que ocurrió en otras partes del mundo, donde los primeros broncees que se obtuvieron tenían contenidos mínimos casuales de cinc que originalmente se presentaban como impurezas de las menas de cobre. Esta argumentación se basa en el hecho de que el Zn es un metal muy volátil y su incorporación a las aleaciones de cobre es relativamente compleja. Esta propiedad y su facilidad de oxidación en caliente también hacen que en la refusión del latón se produzca una importante merma de dicho metal, si es que los tiempos de permanencia a temperatura son prolongados.

El cinc se encuentra como impureza en algunos minerales de cobre, por lo tanto, si para la fabricación de las aleaciones se utilizaron materias primas que contenía Zn este tendería a aparecer en la aleación. En Palestina y Chipre se han encontrado broncees que datan de 1800 a 1400 AC y, la presencia de Zn del orden de 3%, ha sido interpretada como accidental. Tylecote reconoce la aparición en Europa de latones con contenidos importantes de Zn durante el período romano, para acuñación de monedas (Tylecote, 1976). El proceso utilizado hasta el siglo XVII era el de calamina. Calamina es la denominación de ciertos carbonatos y silicatos de Cinc que se colocaban en crisoles junto con trozos de cobre y se cubrían con carbón vegetal. El Cinc se reducía a la forma metálica y se incorporaba a la aleación. Al respecto, llama la atención que no se haya producido latón en forma accidental en el área andina meridional ya que ese tipo de mineral se encuentra en la actual Bolivia (Potosí) y en el norte de Chile (región de Atacama).

La argumentación arqueológica planteada acerca de que el latón no fue una aleación lograda por los metalurgistas prehispánicos americanos, nos conduce a formular los siguientes interrogantes: 1- ¿el latón era una materia prima provista en planchas por los europeos?; 2- ¿el latón constituía una materia prima producida por los aborígenes bajo la influencia tecnológica hispánica?; ¿el latón constituía una materia prima que los aborígenes lograban refundiendo otros objetos de latón hispánicos?

Para responder a estos interrogantes resulta de interés cruzar la información con las referencias que proporcionan las fuentes documentales sobre el uso de adornos de metal entre los aborígenes del sur del litoral. En 1526, Sebastián Caboto, explorando los ríos de la Plata, Paraná y Carcarañá avistó “*á doze leguas deste cabo del dicho Río de caracaraña que fallo un mayoral de la nación de los chandules* (guaraníes del Río de la Plata) *que le salió a rescebir de pas el cual le presento una cofia con cierta chapería de oro e cobre e cierta plata baxa la cual se quito de la cabeça para darsela (...)*” (Caboto, 1897 [1526]: 182).

Unos años después, en 1528, Luis Ramírez, miembro de la expedición de Caboto, en carta a su padre describía: “*(...) Estos (los guaraníes) señorean gran parte de esta yndia y confinan con los que abitan en la sierra. Estos traen mucho metal de oro y plata en muchas planchas y orejeras y achas con que cortan la montaña para sembrar (...)*” (Luis Ramírez. 1897 [1526]).

Cabe destacar que para estos primeros avistamientos los cronistas no hacen mención alguna a planchas o planchuelas de latón u otras aleaciones con características semejantes, que hayan transportado -desde España u otro lugar de Europa-, como parte del bagaje destinado por los españoles al intercambio con los aborígenes. No obstante, el latón pudo haber sido obtenido de planchuelas que podían recubrir baúles u otras piezas de las embarcaciones que aun no hemos podido identificar.

El análisis de la bibliografía arqueológica nos permitió observar una amplia distribución de discos cuya forma es similar a la de los hallados en Baradero (Rex González, 1992, Luis González, 2004). Los discos provienen de lugares muy distantes tal como el sur y norte de Chile, el noroeste argentino, la zona de Cuyo y de Río Negro. En algunos casos son de cobre pero en otros son de oro, plata y bronce. Muchos de estos discos no sólo se asemejan en cuanto

a su forma y tamaño sino también en cuanto al estilo decorativo (punzonado en torno al borde y un orificio central). Estas características recurrentes, pueden ser de utilidad para formular respuestas a los siguientes interrogantes: ¿estos objetos se obtenían ya formatizados? ¿las planchas de latón con las cuales confeccionaban los discos sólo se obtenían por intercambio?

CONSIDERACIONES FINALES

En primer lugar, los discos y su decoración realizada con la técnica de repujado no son exclusivos u originales de los pueblos aborígenes del litoral, también aparecen representados entre los materiales de metal confeccionados por otros pueblos metalurgistas del NOA, tanto en momentos prehispánicos como posthipánicos. Esta argumentación nos permite considerar que los discos de latón de Baradero no serían objetos formatizados por los europeos y utilizados para el intercambio con los nativos, sino confeccionados por artesanos aborígenes para ser utilizados como adornos de su vestimenta tradicional o bien para intercambiar con otros grupos.

En segundo lugar -de acuerdo con lo que otros investigadores han sosteniendo-, dada las dificultades que presentan las aleaciones con cinc, las láminas de latón con las que fueron confeccionados los discos podrían haber sido realizadas por artesanos europeos o por aborígenes nativos bajo la dirección técnica de aquellos.

En tercer lugar, dado que en las fuentes no hemos encontrado prueba alguna que manifieste la entrega de planchas de latón por parte de los españoles, cabría considerar la posibilidad de que los nativos aprovecharan artefactos europeos elaborados con latón para fundirlos y así confeccionar láminas con la cual fabricar sus propios artefactos. En este sentido, los grupos nativos del litoral podrían haber obtenido láminas de latón por intercambio con otros aborígenes o bien artefactos terminados.

La existencia de discos prehispánicos de cobre, bronce, oro y plata con decoración similar a los discos poshispánicos encontrados en Baradero -en un contexto arqueológico donde también existen otros artefactos de metal procedentes de Europa, como los cencerros de bronce-, indicaría que esos adornos tradicionales persistieron en el tiempo, aún cuando también se estaban incorporado otros elementos de adorno europeo como las cuentas de vidrio veneciano. Sin embargo, estas apreciaciones no son lo suficientemente sólidas como para formalizar una hipótesis fundamentada y aún se debe continuar profundizando el estudio en otras vías de indagación. En el futuro esperamos avanzar a partir de pruebas experimentales, tanto para obtener información sobre los procesos de confección de la materia prima como de la formatización y decorado de las piezas.

FUENTES DOCUMENTALES INÉDITAS

AGI- ACH: Archivo General de Indias, Audiencia de Charcas (Colección del Museo Etnográfico: Carpetas B, C, E, F, G y H).

- Legajo N° 27: Diego de Góngora, Carta al Rey de España, 20 de julio de 1619 (C.7)
- Legajo N° 27: Diego de Góngora, Carta al Rey de España, 2 de marzo de 1620 (C.10)
- Legajo N° 27: Diego de Góngora, Carta al Rey de España, 1622 (C. 14)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASM Handbook

1987 *Corrosion*. ASM Internacional, Vol 13:1496-1538.

Caboto, S.

1897 [1526] Declaración de Sebastián Caboto. En Outes F., *Los querandíes breve contribución al estudio de la etnografía argentina*, apéndice 5. Buenos Aires.

Debenedetti, S.

1911 Noticia sobre un cementerio indígena de Baradero; Revista de la UBA; T.XIII, Buenos Aires.

González, A.R.

1992 Las placas metálicas de los Andes. Contribución al estudio de las religiones precolombinas. Verlag Philipp Von Zabern. Mainz Am Rhein.

González, L.

2004 *Bronces sin nombre. La metalurgia prehispánica en el noroeste Argentino*. Ediciones Fundación CEPPA, Buenos Aires.

Pifferetti, A.

2001 Algunos casos de corrosión por terrenos en aleaciones de cobre de origen arqueológico. *Jornadas SAM- CONAMET- AAS 2001*, Septiembre de 2001.

Ramírez, L.

1897 [1528] Carta a su padre: puerto de San Salvador, 10 de julio de 1528. En Outes F., *Los querandíes* breve contribución al estudio de la etnografía argentina, apéndice 5. Buenos Aires.

Tapia, A.H.

2002 Indicadores biológicos y culturales de la conquista en el Delta del Paraná (siglos XVI XVII). *Relaciones XXVII*: pp. 357-374.

Tylecote, R.F.

1976 *A History of Metallurgy*. The Metals Society. London.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO DE CUCHARAS DEL NAUFRAGIO DE LA CORBETA BRITÁNICA HMS *SWIFT* (1770), PUERTO DESEADO (PROVINCIA DE SANTA CRUZ)

Nicolás C. Ciarlo^{1,2}, Horacio M. De Rosa²

1. Programa de Arqueología Subacuática, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Buenos Aires, Argentina
nciarlo@yahoo.com.ar
2. Laboratorio de Materiales, Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Argentina
hderosa@fi.uba.ar

RESUMEN

Presentamos los resultados del estudio de cuatro piezas de un conjunto de cucharas metálicas provenientes del naufragio de la corbeta de guerra HMS Swift (1770), Puerto Deseado (provincia de Santa Cruz, Argentina). Se aplicaron técnicas de estudio del campo de la Ciencia de Materiales, junto con el análisis del registro histórico de los artefactos. Ello nos permitió conocer aspectos relacionados con el tipo de aleación utilizado, el proceso de manufactura, el origen temporal y espacial de las piezas, las alteraciones post-depositacionales y el estado de preservación actual de las mismas.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de técnicas de estudio propias de la Ciencia de Materiales a los artefactos arqueológicos metálicos provee información acerca de la estructura y composición de los mismos. A partir de ello podemos realizar inferencias sobre diversos aspectos de los objetos, como los métodos constructivos, el marco temporal de producción, el desarrollo de las tecnologías disponibles y los rastros de uso, entre los principales. A su vez, estos estudios permiten conocer las alteraciones sufridas por los materiales en el tiempo y los procesos que intervinieron sobre los mismos una vez descartados, evaluándose de esta forma el estado actual de las piezas, así como las técnicas necesarias para su ulterior conservación.

Por otro lado, debido a la producción estandarizada de cubiertos metálicos en Inglaterra durante la segunda mitad del siglo XVIII, un análisis del registro histórico de los mismos nos permite en la actualidad realizar estudios tipológicos y de las marcas características que los fabricantes plasmaban en sus productos. Sobre la base de los mismos es posible obtener información técnica, temporal y espacial de los objetos en cuestión.

Este trabajo se centra en la caracterización de tres cucharas y un cucharón metálicos, la cual incluye la determinación de las aleaciones, el método de fabricación, el estado de deterioro de las mismas y otros aspectos relacionados con su historia (e.g. procedencia y fabricante). A lo largo del mismo detallamos los procedimientos utilizados y los resultados obtenidos en cada pieza mediante la aplicación de distintas vías de análisis; entre ellas: la observación metalográfica por Microscopía Óptica (OM) y Electrónica de Barrido (SEM), el análisis de composición mediante Espectrometría de Energía Dispersiva de Rayos X (EDS) y el estudio documental de las marcas superficiales.

Las técnicas de análisis utilizadas se seleccionaron en función de: el tipo de información requerida; la integridad y estado de conservación de los objetos; las posibilidades y limitaciones, en cuanto a información brindada, de cada medio de investigación (técnico, histórico) y sus efectos sobre las piezas; y la cantidad - variabilidad de artefactos bajo estudio.

CUCHARAS RECUPERADAS DEL SITIO SWIFT Y SELECCIÓN DE ARTEFACTOS

Los objetos que presentamos a continuación, como ya anticipamos, son parte de un conjunto de trece cucharas (enteras y fragmentadas) provenientes del naufragio de la corbeta de guerra británica HMS *Swift* (1770). Los trabajos arqueológicos en el sitio comenzaron en 1998 a cargo del PROAS, del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano

(INAPL), bajo la dirección de la Dra. Dolores Elkin. Sin embargo, desde su descubrimiento en 1982 hasta la fecha de intervención del equipo se realizaron numerosas extracciones de artefactos (entre ellos algunas cucharas) por buzos locales y personal de otras instituciones, como el International Council of Monuments and Sites (ICOMOS). Lamentablemente, de la mayoría de ellos no disponemos de datos contextuales al momento de su recuperación. La selección de piezas en este trabajo incluye tres cucharas extraídas por el PROAS y un cucharón recuperado con anterioridad.

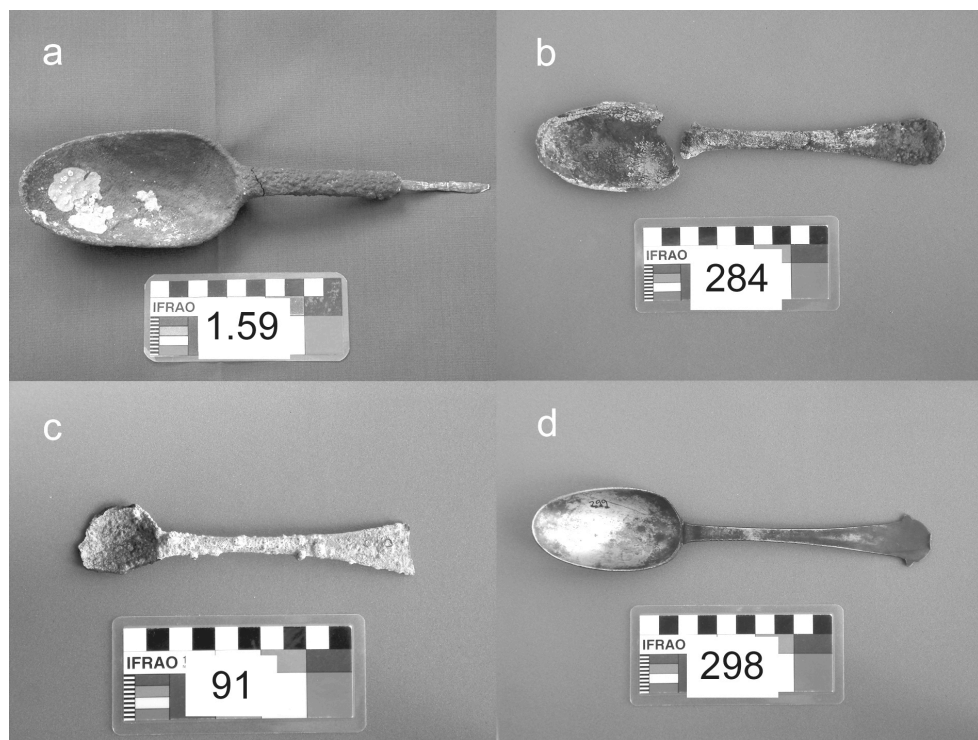


Figura 1. Conjunto de cucharas bajo estudio: (a) cucharón 1.59; (b) cuchara 284; (c) cuchara 91; (d) cuchara 298

ESTUDIOS REALIZADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En una primera instancia se realizó una inspección visual (a ojo desnudo y mediante Estereomicroscopía Óptica -OEM-) y un registro fotográfico de los objetos. Se realizó una evaluación de acuerdo con las características que presentaban las piezas, con el fin de establecer los métodos de caracterización. Se prepararon muestras metalográficas de tres de ellas, dos de las cuales se seleccionaron para un análisis elemental mediante Espectrometría EDS. La identificación de una serie de marcas superficiales en una de las cucharas permitió realizar una aproximación preliminar a diversos aspectos del objeto por intermedio de información histórica, por lo que no se efectuaron análisis metalúrgicos.

Cucharón 1.59

La pieza fue recuperada anteriormente a 1998, por lo que se desconoce su contexto de hallazgo. Conserva parte del mango y el cuenco; ambos se encuentran débilmente unidos, ya que existe una fractura parcial que los vincula. Superficialmente presenta una coloración grisáceo-rojiza, con adherencias blanquecinas en el anverso del cuenco y algunas ampollas de corrosión, que se extienden en el mango. Si bien la pieza está cubierta por una concreción

metálica, la parte posterior del mango conserva visible un segmento metálico de color plateado oscuro (Figura 1-a). No se pudieron observar marcas superficiales características.

Se seccionó un fragmento metálico de la parte posterior del mango (en el sentido longitudinal de la pieza) para un análisis metalográfico. La microestructura corresponde a una aleación de plata (Ag) con precipitados de cobre (Cu), alineados en el sentido del conformado (Figura 2). A partir de esto último podemos afirmar que el menos el mango de la pieza fue manufacturada por deformación plástica en frío con una aleación Ag-Cu de ley alta. Si bien es necesario efectuar un análisis químico para obtener los porcentajes correspondientes, se puede realizar una estimación a partir de la estructura característica de la muestra y del diagrama de fase correspondiente a la aleación. Como los precipitados de cobre observados en la estructura se forman al enfriarse la plata cuando el porcentaje de la misma es superior al 91,2%, deducimos que la relación de la aleación es aproximadamente superior a 9:1. Otro de los aspectos sobresalientes de la muestra es la distribución de pequeños precipitados secundarios de cobre dentro de los granos, probablemente formados por el envejecimiento del material a lo largo de los años (Scott, 1991).

Cuchara 284

La cuchara fue extraída de superficie¹ en 2002. La misma se encuentra actualmente fracturada en la unión del mango con el cuenco; si bien ambos se hallan casi completos, el último está fragmentado en su parte posterior (cerca de la unión con el mango). Superficialmente presenta una coloración grisácea con concreciones blanquecinas adheridas al cuenco y ampollas (producto de la corrosión) en varios sectores de la superficie. En la fractura del cuenco se puede observar una estructura laminada, probablemente producto del tipo de deterioro del material (Figura 1-b). No se pudieron observar marcas superficiales en toda la pieza. Destacamos que, según registros fotográficos anteriores, la cuchara fue recuperada entera.

Para los análisis se dispuso únicamente de un fragmento del cuenco que se encontraba previamente desprendido. El estado de deterioro de la pieza se pudo apreciar por microscopía óptica, la cual reveló una estructura de restos no metálicos (no se observó brillo metálico en ningún sector de la muestra), producto de la corrosión de la pieza (Figura 3). De esta manera se puso en evidencia el avanzado estado de deterioro corrosivo del material, que deberá ser tenido en cuenta para realizar una adecuada limpieza y conservación de la pieza. Sin embargo,

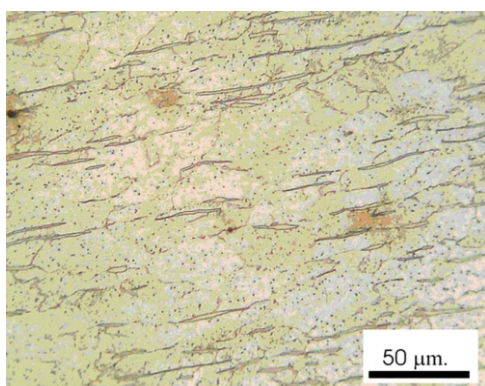


Figura 2. Estructura metalográfica de plata con precipitados de cobre, alineadas en el sentido del conformado longitudinal de mango

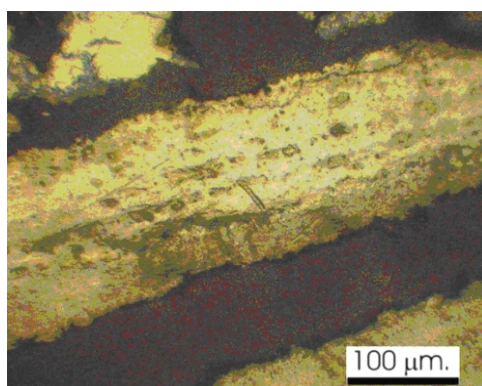


Figura 3. Estructura metalográfica donde se aprecia la presencia de óxidos, sin rastros metálicos

1. El naufragio se encuentra permanentemente sumergido, por lo que en este caso el término hace referencia a la superficie del lecho de la Ría.

este análisis sólo refleja la condición de un sector de la cuchara, siendo posible que queden restos metálicos en otras partes de mayor espesor, como el mango. Para un diagnóstico general se puede acudir a un estudio radiológico y/o radiográfico, realizado este último en una de las cucharas de la colección (124), ajena a esta presentación. Es notable destacar que a partir del mismo se pudo determinar que no quedaban partes remanentes de metal y que la pieza se encontraba en una condición física comprometida, a juzgar por las fracturas internas en varias partes de la misma.

Para la determinación de la composición de la cuchara bajo estudio se recurrió a la técnica de SEM-EDS, sobre una parte de la muestra que no había sido incluida. La composición global de un sector central del fragmento resultó, principalmente, sulfuro de plata (Ag_2S), con un pequeño porcentaje de cobre (Figura 4). Ello nos lleva a suponer que la pieza estaba constituida por una aleación Ag-Cu de alta ley que sufrió una degradación por corrosión. Este tipo de deterioro es uno de los más comunes que afecta a las piezas de plata en medios subacuáticos, particularmente en ambientes anaeróbicos como resultado de la acción de organismos bacterianos que metabolizan sulfatos (North y MacLeod, 1987). En consecuencia, la estructura resultante de la pieza es de forma laminar (Figura 5). Ello es indicativo de una variación en el mecanismo de corrosión (debido a cambios en las condiciones del medio a lo largo de muchos años) y entre cada una de las capas pueden encontrarse restos de cobre, óxido de cobre y plata (North y MacLeod, 1987).

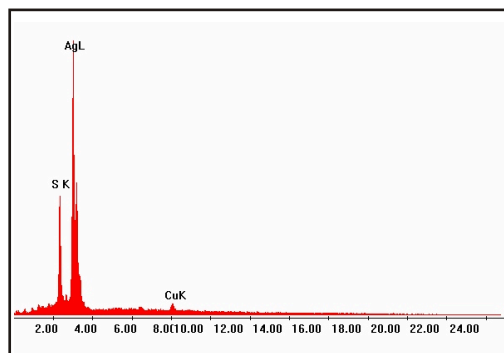


Figura 4. Espectro de composición elemental de un sector global de la muestra. El mismo muestra los picos correspondientes a plata y sulfuro (Ag_2S). El porcentaje de cobre es de alrededor del 3% (atómico)

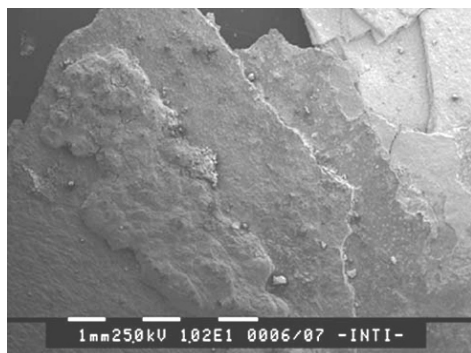


Figura 5. Estructura estratificada (por capas), producto del proceso de corrosión de la pieza

Cuchara 91

Esta pieza fue recuperada en 1999, en contexto estratigráfico. Se encuentra actualmente fragmentada en la parte posterior del mango y en el cuenco, conservándose algunos de los fragmentos de este último. Superficialmente, en gran parte de la pieza, presenta una coloración blanco-grisácea con ampollas de corrosión (Figura 1-c).

Se seleccionó uno de los fragmentos del cuenco para el análisis, con el fin de observar la estructura interna de una de las ampollas de corrosión mediante microscopía óptica. Sin embargo, para poder reconocer el tipo de compuestos dentro de aquéllas y en la sección correspondiente al cuerpo de la cuchara, así como la aleación de la misma, se realizó un análisis por EDS.

La muestra está constituida casi exclusivamente por un material no metálico con rastros de una estructura columnar (en la que se detectaron estaño -Sn-, cobre -Cu-, plomo -Pb- y oxígeno -O-) y una capa exterior compacta no metálica, con presencia predominante de Sn y O. Por otro

lado, dentro de la ampolla se observan cristales incoloros constituidos por Sn, O y cloro (Cl) (Figura 6).

También se llevó a cabo un análisis químico elemental en tres puntos sobre otro fragmento de la cuchara. La composición fue mayoritariamente estaño, con presencia significativa de plomo. A partir de ello, identificamos a la pieza como una cuchara de aleación de peltre² con un contenido de plomo entre 5% y 10%, junto con otros elementos minoritarios, como hierro y cobre.

La preservación de los objetos de peltre en medios subacuáticos depende no sólo de las condiciones aeróbicas o anaeróbicas en que se encuentren, sino en gran medida de la composición de los mismos. A grandes rasgos, una categoría comprende a los artefactos manufacturados con gran proporción de plomo; la otra, a aquellos con estaño con escasa o nula cantidad de plomo (North y MacLeod, 1987, Hamilton, 1996). En el caso de preservarse en condiciones de anoxia, generalmente la conservación de las piezas será buena, independientemente de los elementos aleados al estaño (North y MacLeod, 1987, Hamilton, 1996). En condiciones aeróbicas, en cambio, las piezas de peltre con plomo formarán una película protectora en la superficie, a diferencia de las otras, que sufren un gran deterioro por la formación de óxido de estaño (casiterita - SnO_2 -), al que se le atribuye en algunos casos la aparición de ampollas superficiales (North y MacLeod, 1987, Hamilton, 1996).

A partir del desarrollado grado de corrosión de la pieza y de su situación en el sitio al momento del hallazgo (en superficie), podemos considerar que la misma debió encontrarse en condiciones aeróbicas. Ello es consistente con otros casos con porcentajes de plomo similares (ver North y MacLeod, 1987). En nuestro caso, la formación de ampollas está asociada además a la presencia de compuestos de cloro y estaño, similares en apariencia al mineral *abhurite*, que se desarrollaron debajo de la superficie.

Por otro lado, mediante una observación por OEM se identificó la letra “X” en el reverso del mango, aunque la misma no es muy legible. Era usual que esta letra se encontrara coronada y se utilizara en las piezas de peltre como marca de calidad (*quality mark*), para denotar un determinado estándar con muy bajo o nulo contenido de plomo. Empero, durante el siglo XVIII este sello fue utilizado indiscriminadamente por los peltreiros e incluso por fabricantes de otros países, para simular la buena calidad de las piezas (Wadely, 1985, Winslow, 2000, Pewter Society, 2006b). Cabe destacar al respecto los trabajos arqueométricos de Visser *et al.* (2004) y Kockelmann *et al.* (2006) sobre un conjunto de cucharas holandesas, en los que destacan el incumplimiento de las reglamentaciones sobre el contenido de plomo durante los siglos XVII y XVIII. En nuestro caso, sobre la base de los estudios metalúrgicos pudimos observar que la cuchara posee un contenido de plomo consistente con la buena calidad que la marca grabada certificaba.

Cuchara 298

La pieza fue recuperada en 2005, en contexto estratigráfico. Fue sometida a un tratamiento de limpieza en el laboratorio del Museo Municipal Mario Brozoski y se encuentra en muy buen estado de conservación, sin adherencias ni concreciones superficiales (Figura 1-d). El excepcional estado del objeto permitió identificar una serie de marcas superficiales y realizar un estudio de las mismas, obteniéndose información referente a la historia de la pieza, como el fabricante, lugar de origen, época aproximada de manufactura, y probable aleación utilizada.

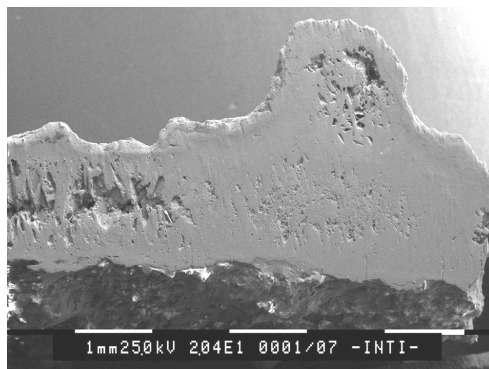


Figura 6. Imagen por microscopía electrónica de barrido en la que se aprecia una ampolla de corrosión

No obstante, debemos destacar que la determinación del tipo de aleación y el método de fabricación sólo pueden ser realizada por intermedio de estudios metalúrgicos.

La cuchara corresponde a un modelo tardío del estilo trífido *-trifid style-* denominado así por las tres extremidades características del extremo del mango, mientras que el cuenco se encuentra unido al mango en su parte posterior por un refuerzo con forma de espina denominado “cola de rata” *-rat tail-* (Hume, 1980) (Figura 7).



Figura 7. Detalles de la parte posterior del mango (tipo cola de rata) y del extremo trífido del mango (Fotografía: D. Vainstüb)

Las marcas mencionadas, dispuestas sobre la superficie posterior del mango (desde la zona próxima al cuenco hacia el extremo opuesto), son: las letras “VAUGHAN” (la primera letra casi ilegible), una “X” con una figura indeterminada sobre la misma, un sello con una silueta ecuestre portando una bandera y situada entre dos columnas, y finalmente, sobre aquel, la inscripción “LONDON”, con la primera y última letras apenas distinguibles (Figuras 8 y 9).

Sobre la base de la bibliografía y los especialistas consultados podemos afirmar que la pieza corresponde a una cuchara de la marca inglesa *Vaughan*. La misma estuvo vigente en Londres desde 1753, aunque comenzó a ser oficialmente implementada a partir de 1760; fue desarrollada por John Vaughan, quien se convirtió en Master de la Compañía de Peltreiros *-Pewterers*



Figura 8. Marcas del reverso del mango de la cuchara N° 298. Izq.: “VAUGHAN”, “X” y sello indeterminado. Der.: Inscripción “LONDON” y figura de un cordero entre dos columnas portando un asta con una bandera (Fotografía: D. Vainstüb)

Company- en 1792 (Cotterell, 1929). Por este motivo, también se infirió que era altamente probable que la cuchara considerada fuera de peltre². Cabe destacar que las cucharas *Vaughan* eran una de las especialidades de la marca (John Swindell, com. pers. 2006, Edwina Ehrman, com. pers., 2006).

La "X coronada" fue el primer indicio sobre el tipo de metal de la pieza. Al igual que en la cuchara 91, estaría indicando que se trata de una pieza de buena calidad. Aunque la "X" es claramente distinguible, no se reconoció aún la figura que la corona.

El escudo grabado corresponde a la marca comercial del peltretero (*touch mark*), la cual solía incluir las iniciales o el nombre del fabricante (Pewter Society, 2006b). En el caso de *Vaughan*, es un cordero con un halo y una bandera entre dos columnas. En los registros figura con la inscripción "*Iohn*" (John) en el arco superior (entre las columnas) y "*VAUGHAN*" en la base. En nuestro caso, el apellido figura por separado.

Mientras que algunos de los sellos utilizados por los peltreteros durante el siglo XVIII eran para hacer referencia a la calidad de las piezas, otros, como la inscripción "*Made in London*" (o "*LONDON*" en este caso) se usaban para denotar el lugar de origen de las mismas. Sin

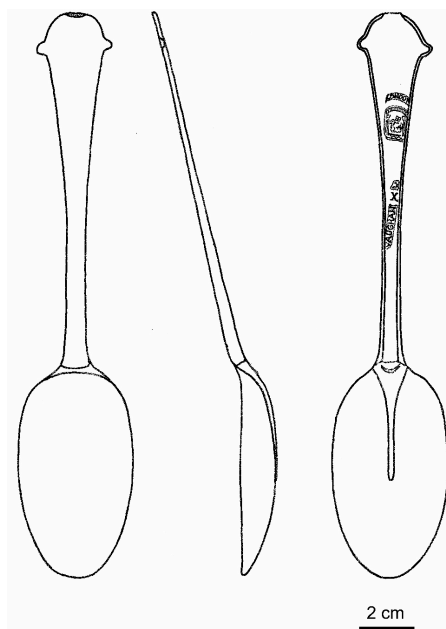


Figura 9. Esquema de las tres vistas de la cuchara N° 298 (Dibujo: N. Ciarlo)

2. En términos generales, el peltre consiste en una aleación principalmente de estaño, junto con otros metales que le confieren mayor dureza, como el plomo, el cobre, el bismuto, el zinc y el antimonio (Dunkle *et al.*, 2003:660, Pewter Society, 2006a). Durante el siglo XVIII la manufactura de piezas con esta aleación se realizaba por fundido en moldes de bronce (Winslow, 2000). Su utilización en artefactos al servicio de la mesa (como la vajilla y los cubiertos), entre otros, en las naves de la Armada Británica en la segunda mitad del siglo, está arqueológicamente evidenciada en otros naufragios de la época, como el HMS *Invencible* (1758) (Bingeman, 1998), el HMS *Boscawen* (1763) (Erwin, 1994), y el HMS *Pandora* (1791) (Campbell y Gesner, 2000, Gesner, 2005), entre otros. Con relación a las cucharas, en particular, hasta mediados del siglo XVII se habrían fabricado con la aleación "*lay metal*", con alto contenido de plomo. Luego se introdujo por norma el uso del peltre de mejor calidad o "*fine metal*", con un porcentaje muy bajo de plomo, utilizado generalmente hasta la introducción del *Britannia Metal*, hacia fines del siglo XVIII (Wadely, 1985).

embargo, en muchos casos el uso de esta referencia se extendió de modo engañoso a piezas provenientes de las provincias, debido a que los objetos londinenses fueron tradicionalmente considerados de mejor calidad (Pewter Society, 2006b). En el presente caso coincidiría, asumiendo que la pieza es una legítima *Vaughan*, con la localización de la fábrica.

Un cuarto tipo de marcas fue utilizado en algunas mercancías de peltre. Debido a la apariencia similar de este metal con la plata (cuando se trataba de objetos nuevos y bien pulidos), muchos fabricantes estampaban pseudo-marcas de contraste (*pseudo-hallmarks*), como imitación de las utilizadas en la platería (Pewter Society, 2006b). En nuestro caso estas son las únicas marcas ausentes.

CONCLUSIONES

A partir del estudio realizado sobre tres cucharas y un cucharón metálicos del conjunto de piezas recuperado del naufragio *Swift* (1770), realizamos una aproximación a las características y propiedades de las mismas, como su tipo de aleación, proceso de manufactura, estado de conservación, procesos post-depositacionales y, en uno de los casos, a la procedencia, fabricante y época estimativa de manufactura. Estos datos fueron obtenidos por intermedio de diversos métodos y técnicas de análisis, tanto metalúrgicas como históricas, cuya aplicación diferencial dependió principalmente del tipo y estado del material, así como de los objetivos buscados. De este modo, se identificaron dos cucharas de plata y dos de peltre. En síntesis:

1. La pieza 1.59 es un cucharón de aleación de Ag-Cu de una ley mayor que 91,2%, fabricada al menos en parte por conformado en frío. El estado de corrosión es avanzado, aunque conserva un núcleo metálico.
2. La pieza 284 corresponde a los restos no metálicos de una cuchara de Ag-Cu. El grado de avance de la corrosión en la zona de análisis, característico de esta aleación en un medio subacuático anaeróbico, degradó por completo la pieza, quedando sólo productos de corrosión laminares que conservan la forma original. No se observaron marcas superficiales diagnósticas.
3. La pieza 91 es una cuchara de peltre con un contenido de plomo entre 5% y 10%. Presenta un estado de corrosión que es atribuible a un ambiente subacuático aeróbico, con la formación de ampollas relacionadas con la acumulación de compuestos de estaño y cloro subsuperficiales. En la zona analizada el proceso de deterioro corrosivo fue tal que degradó por completo el metal, quedando sólo productos de corrosión que conservan la forma original del artefacto. Se identificó una marca de fabricación (X) sobre el mango de la pieza, que probablemente indicaría una calidad con un contenido de plomo similar o inferior al presente en la aleación.
4. La pieza 298 es una cuchara de peltre de estilo trífido tardío, con cola de rata. A partir de la identificación de las marcas presentes sobre el mango, se pudo determinar que corresponde a la firma londinense *Vaughan* y que fue manufacturada muy probablemente en una aleación de buena calidad (bajo contenido de plomo), mediante colada en molde, posteriormente a 1760. Dado que una de las marcas del mango (X) estaría indicando en principio una aleación de buena calidad, el estado de preservación es concordante con condiciones anaeróbicas.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Dolores Elkin, directora del proyecto *Swift*, por su constante apoyo y sus comentarios sobre el trabajo. A Leandro S. Rojas, del Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido del Instituto Nacional de Tecnología Industrial, por los análisis químicos de las piezas. Al Dr. Winfried Kockelmann, del Science and Technology Facilities Council (Rutherford Appleton Laboratory, Reino Unido), por brindarnos uno de sus trabajos no publicados. A John Swindell (*The Pewter Society*), Edwina Ehrman (*Museum of London*) y David Beasley (*The Goldsmiths' Company*), por la información especializada sobre cucharas de peltre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bingeman, J.M.

1998 Invincible (1744-1758). En: Mensun Bound (ed.) *Excavating Ships of War*. International Maritime Archaeology Series, vol. 2, pp. 168-176. University of Oxford. Anthony Nelson, England.

Campbell, J. y P. Gesner

2000 Illustrated catalogue of artifacts from the HMS *Pandora* wrecksite excavations 1977-1995. *Memoirs of the Queensland Museum, Cultural Heritage Series* 2(1):53-159. Brisbane, Australia.

Cotterell, H. W.

1929 Old pewter: Its Makers and Marks. B. T. Batsford, London.

Dunkle, S.E., J.R. Craig, J.D. Rimstidt y W.R. Lusard

2003 Romarchite, Hydromarchite and Abhurite Formed During the Corrosion of Pewter Artifacts from the *Queen Anne's Revenge* (1718). *The Canadian Mineralogist*, 41:659-669.

Erwin, G.

1994 *Personal Possessions From The H.M.S. Boscawen: Life on Board a Mid Eighteenth-Century Warship During The French and Indian War*. Tesis Master of Arts (Mayor Subject: Anthropology), no publicada. Texas A&M University, Texas.

Gesner, P.

2005 *Riches from the Pandora. A selection of artifacts recovered from the Pandora historic shipwreck. Queensland Museum Excavation 1995-1999*. Queensland Museum, Australia.

Hamilton, D.L.

1996 *Basic Methods of Conserving Underwater Archaeological Material Culture*. Legacy Resource Management Program. U.S. Department of Defense, Washington D.C.

Hume, I.N.

1980 A Guide to Artifacts of Colonial America. Alfred A. Knopf, New York.

Kockelmann, W., S. Siano, L. Bartoli, D. Visser, P. Hallebeek, R. Traum, R. Linke, M. Schreiner y A. Kirfel

2006 Applications of TOF Neutron Diffraction in Archaeometry. *Applied Physics A: Materials Science & Processing* 83 (2):175-182.

North, N.A. y I.D. MacLeod

1987 Corrosion of metals. En: *Conservation of Marine Archaeological Objects*, editado por C. Pearson, pp. 68-98. Butterworth, London.

Scott, D.

1991 *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*. The Getty Conservation Institute, The J. Paul Getty Museum.

The Pewter Society

2006a What is pewter? http://www.pewtersociety.org/what_is_pewter.html (Acceso mayo 2005).

2006b Pewterers' Marks http://www.pewtersociety.org/marks_p.html (Acceso mayo 2005).

Wadely, C.A.

1985 *Historical Analysis of Pewter Spoons Recovered From the Sunken City of Port Royal, Jamaica*. Master Thesis of Arts. Departamento de Antropología, Universidad de Texas A&M.

Winslow, D.L.

2000 *Analysis of the hollowware pewter from Port Royal, Jamaica*. Master Thesis of Arts. Departamento de Antropología, Universidad de Texas A&M.

Visser, D., W. Kockelmann, A. Hillenbach, M. Engelhardt, H. Ballhausen, A. Steuwer, P. Hallebeek, J. Veerkamp y W. Krook

2004 Archaeometric Study of Dutch Tin Spoons from Amsterdam: 1350–1775 AD. A Time-of-Flight Neutron Diffraction and Neutron Radiography Study. Trabajo presentado en la *AIAR-GNAA Joint Conference*, Bressanone, Italia. Ms.

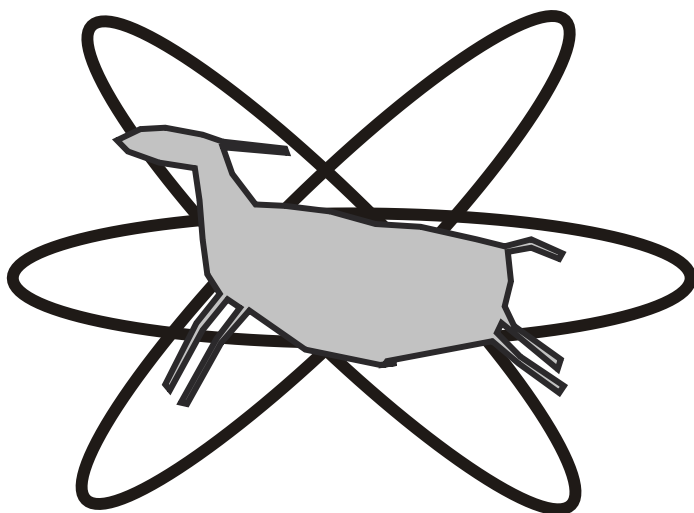
Wadely, C.A.

1985 *Historical Analysis of Pewter Spoons Recovered From the Sunken City of Port Royal, Jamaica*. Master Thesis of Arts. Departamento de Antropología, Universidad de Texas A&M.

Winslow, D.L.

2000 *Analysis of the hollowware pewter from Port Royal, Jamaica*. Master Thesis of Arts. Departamento de Antropología, Texas A&M.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA



**2do. CONGRESO ARGENTINO
1ro. LATINOAMERICANO**

VOLUMEN 2

**Editores: Oscar Martín Palacios
Cristina Vázquez
Tulio Palacios
Edgardo Cabanillas**

Arqueometría latinoamericana : Segundo Congreso Argentino y Primero Latinoamericano /

Tulio Palacios ... [et.al.]. - 1a ed. - Buenos Aires : Comisión Nacional de Energía Atómica - CNEA, 2009.

680 p. + DVD : il. ; 24x16 cm.

ISBN 978-987-1323-09-8

1. Arqueología. 2. Arqueometría. I. Tulio Palacios
CDD 930.1

Fecha de catalogación: 30/03/2009

Editores: Oscar Martín Palacios

Cristina Vázquez

Tulio Palacios

Edgardo Cabanillas

Diseño de Logotipo: Oscar Martín Palacios

Edición, Diseño, Armado y Cuidado de la Publicación: Cristina Alicia Delfino

Impresión: Talleres Gráficos Centro Atómico Constituyentes,
Comisión Nacional de Energía Atómica



Comisión Nacional
de Energía Atómica



UNSAM
Universidad Nacional
de San Martín

AGENCIA



Agencia Nacional de Promoción
Científica y Tecnológica

CONICET



Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas

Instituto Universitario Nacional del Arte Departamento de Artes Visuales "Pridiliano Pueyrredón"

Desde la Gente - Ediciones del Instituto Movilizador de Fondos Cooperativos
www.imfc.coop

ELECTRARGEN

CONTENIDOS

VOLUMEN 1

HISTORIOGRAFÍA

- 1 LA ARQUEOMETRÍA AMERICANA EN LA ACTUALIDAD: UN PEQUEÑO PASO PARA EL INVESTIGADOR, UN GRAN SALTO PARA LA DISCIPLINA**

Aixa Solange Vidal

15

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

- 2 CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO CERÁMICO EN EL SITIO BAJO LOS CARDONES (AMAICHA DEL VALLE, TUCUMÁN)**

María Florencia Becerra, Marco Giusta, Constanza Cattaneo, Carolina Somonte

27

- 3 CARACTERIZACIÓN DE PASTAS CERÁMICAS DE LA CULTURA AGUADA (CATAMARCA, ARGENTINA) MEDIANTE TÉCNICAS DE RAYOS X**

Silvana R.A. Bertolino, Víctor Galván Josa, Guillermo de la Fuente, Alejo C. Carreras, Andrés Laguens, José A. Riveros

35

- 4 ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LOS RECIPIENTES DEL SITIO CARDONAL**

Lucas Pereyra Domingorena

40

- 5 EL ROL DEL ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA EN ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS**

Rita R. Plá

47

- 6 ACELERADORES DE IONES PARA LA CARACTERIZACIÓN NO DESTRUCTIVA DE MATERIALES HISTÓRICOS**

José Luis Ruvalcaba Sil

53

- 7 ANÁLISIS DE IONOLUMINISCENCIA (IOL) PARA LA DETECCIÓN DE IONES EXÓGENOS EN RESTOS ÓSEOS ANTIGUOS Y SU RELACIÓN CON LA FASE ORGÁNICA**

Lourdes Couoh H., José Luis Ruvalcaba Sil

69

- 8 CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE CONJUNTOS CERÁMICOS. SITIO LOS VISCOS (BELÉN, CATAMARCA)**

Puente Verónica

76

- 9 CUANTIFICACIÓN DE RASTROS DE USO SOBRE MATERIALES LÍTICOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE VARIOGRAMA Y LA TÉCNICA RIMAPS**

Myrian Alvarez, Eduardo Favret, Néstor O. Fuentes, M. Vanina Dolce, Ana Forlano

82

- 10** MICROSCOPIA LASER CONFOCAL DE BARRIDO (*CLSM*) Y SOFTWARE DE RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES APLICADA AL ESTUDIO FUNCIONAL DE ARTEFACTOS LÍTICOS: UNA PERSPECTIVA CUANTITATIVA

G. Roxana Cattáneo, Pablo Meilán, Damián Gulich, Mario Garavaglia 89
- 11** ¿COMO DOS GOTAS DE AGUA?: ANALISIS PETROGRAFICO DE RECURSOS LÍTICOS DE LA MICROREGION ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PROV. DE CATAMARCA, PUNA MERIDIONAL ARGENTINA)

Alejandra M. Elías, Patricia S. Escola, Pablo Tchilinguirian 96
- 12** LAGUNA CAVI Y EL MEDANO: OBSIDIANAS EN CIRCULACION CARAVANERA

Patricia S. Escola, Michael D. Glascock, María Alejandra Korstanje, Natalia Sentinelli 103
- 13** PROCEDENCIA DE OBSIDIANAS DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS TARDÍOS Y TARDÍOS-INKAS DE ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PROV. DE CATAMARCA, PUNA MERIDIONAL ARGENTINA) A TRAVÉS DE XRF

Alejandra M. Elías, Daniel E. Olivera, Pablo Tchilinguirian, Michael Glascock, Patricia S. Escola 109
- 14** CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO LÍTICO EN EL SITIO BAJO LOS CARDONES (AMAICHA DEL VALLE, TUCUMÁN)

Flavia Germano, Luciana Chávez, Jimena Medina Chueca, Soledad Martínez, M. del Pilar Gómez Sánchez, Macarena Nieva, Pablo Navarro, Carolina Somonte 115
- 15** LAS VULCANITAS NEGRAS DE RINCÓN CHICO 2/87: CARACTERIZACIÓN POR ESPECTROMETRÍA DE RAYOS X

Oscar M. Palacios, Rene Van Grieten, Katleen Van Meel, Cristina Vázquez 127
- 16** ANÁLISIS TECNOLÓGICO Y FUNCIONAL DE ARTEFACTOS DE VIDRIO: RESULTADOS DE UN PROGRAMA EXPERIMENTAL

Hernán De Angelis, Adriana Lasa, María Estela Mansur, Lucas Sosa, Gustavo Valdez 134
- 17** EL USO DE SUSTANCIAS COLORANTES EN EL TRATAMIENTO DE PIELES

María Estela Mansur, Adriana Lasa, Diana Mazzanti 142
- 18** ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD EN LOS CONJUNTOS ARTEFACTUALES LÍTICOS CONFECCIONADOS EN ROCAS VOLCÁNICAS INFORMALMENTE DENOMINADAS 'LAJAS'

Susana Pérez 151
- 19** SITIO ARQUEOLOGICO URBANO. ESCUELA N°16 DE SAN MIGUEL DEL MONTE. PCIA. BS. AS. ENSAYOS TECNOLÓGICOS INTERDISCIPLINARIO

Nelly H. Prieto, Ana M. Cesio, Alberto N. Scian 157

20	EXPLORANDO LA VARIABILIDAD MÉTRICA Y MORFOLÓGICA DE LAS “PESAS LÍTICAS” RECUPERADAS EN EL SECTOR NORTE DE LA COSTA DEL GOLFO SAN MATÍAS	
	<i>Federico L. Scartascini, Marcelo Cardillo</i>	162
21	ADHESIVOS PARA ENMANGUE EN ARTEFACTOS LÍTICOS: DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EN ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PUNAMERIDIONAL ARGENTINA)	
	<i>M. del Pilar Babot, María C. Apella, Salomón Hocsman, Jorge G. Martínez, Carlos A. Aschero</i>	169
22	ANÁLISIS POR FT-IR DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN INSTRUMENTOS LÍTICOS PROVENIENTES DEL SITIO CUEVA DE LAS MANOS, CAPA 6, RÍO PINTURAS (SANTA CRUZ, ARGENTINA)	
	<i>Gabriela Roxana Cattáneo, Gastón Alejandro Guzmán, Claudia Viviana Di Lello, Cristina Marilin Calo, Ana M. Aguerre</i>	176
23	PIGMENTOS Y CUENTAS DE COLLAR HALLADOS EN CONTEXTOS FUNERARIOS DEL SITIO ESQUINA DE HUAJRA (QUEBRADA DE HUMAHUACA)	
	<i>María Beatriz Cremonte, Irma L. Botto, Raúl Viña</i>	183
24	COMPARACIÓN DE CUATRO MÉTODOS PARA MEDIR FÓSFORO EN SEDIMENTOS ARQUEOLÓGICOS	
	<i>Elena Díaz País, Débora M. Kligmann</i>	190
25	APORTES DE LA SEDIMENTOLOGÍA A LA ARQUEOLOGÍA: EL CASO DEL SITIO FIAMBALÁ 1 (PUNA MERIDIONAL CATAMARQUEÑA)	
	<i>Débora M. Kligmann, Norma Ratto</i>	199
26	QUÍMICA DEL SUELO: UN APORTE A LA TAFONOMÍA EN ANTOFAGASTA DE LA SIERRA	
	<i>Silvana Valeria Urquiza, Patricia Cuenya, Carlos Alberto Aschero</i>	209
27	PIGMENTOS MINERALES ARQUEOLÓGICOS Y FUENTES DE APROVISIONAMIENTO DEL SUDESTE BONAERENSE: ANÁLISIS ARQUEOMÉTRICO COMPARATIVO	
	<i>José M. Porto López, Diana Mazzanti</i>	215
28	DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FOSFATOS EN SUELOS Y SU APLICACIÓN ARQUEOLÓGICA	
	<i>Alberto Pérez, Pablo Chiarelli, Elizabeth Grillo</i>	221
29	ESTUDIO SOBRE BOTONES DE PELTRE HALLADOS EN LA CORBETA HMS SWIFT (1770)	
	<i>Horacio De Rosa, Nicolás C. Ciarlo, Hernán G. Svoboda</i>	227
30	ESTUDIO ANALÍTICO-ESTRUCTURAL DE UN ESPEJO ROMANO DE BRONCE DE ORIGEN ARQUEOLÓGICO	
	<i>L.A. Gil M.1, Adrián A. Pifferetti2, M.J. Feliu1, A. Santos3</i>	233

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

- 31** NUEVOS ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN ELEMENTAL DE PIEZAS METÁLICAS COLONIALES DEL NOROESTE ARGENTINO
Geraldine Gluzman, Luis R. González 239
- 32** DEGRADACIÓN DE LÍPIDOS POR IRRADIACIÓN CON LUZ ULTRAVIOLETA EN PRESENCIA DE ÁCIDO CARMÍNICO POR CROMATOGRAFÍA GASEOSA ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASA
Blanca A. Gómez, Marta S. Maier 245
- 33** APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL A LA ARQUEOMETALURGIA DEL NOROESTE ARGENTINO
Luis R. González, Geraldine A. Gluzman, Héctor D. Buono, Juan M. Estévez, Edgardo D. Cabanillas 252
- 34** ESTUDIO DE LA TEXTURA CRISTALINA EN MUESTRAS METÁLICAS PROVENIENTES DEL CEMENTERIO INDÍGENA DEL CERRO MESA, MALARGÜE, MENDOZA
Raul E. Bolmaro, Adrián A. Pifferetti 258
- 35** ARTEFACTOS METÁLICOS DE LAS INHUMACIONES DEL “CEMENTERIO INDÍGENA” DE BARADERO
Alicia Haydée Tapia, Carlos Landa, Horacio De Rosa, Emanuel Montanari 263
- 36** ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE UN CONJUNTO DE CUCHARAS DEL NAUFRAGIO DE LA CORBETA BRITÁNICA HMS *SWIFT* (1770), PUERTO DESEADO (PROVINCIA DE SANTA CRUZ)
Nicolás C. Ciarlo, Horacio M. De Rosa 270

VOLUMEN 2

FAUNA

- 37** ARQUEOENTOMOLOGÍA: MÉTODOS DE RECUPERACIÓN EN PUEBLO PERDIDO DE LA QUEBRADA (PPQ)
Gabriel E. Acuña, Néstor Kriscautzky, Cristian S. Melian 293
- 38** ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE RESTOS ÓSEOS UTILIZADOS COMO COMBUSTIBLE
Matilde M. Lanza 299
- 39** MORFOMETRÍA DE MOLUSCOS ARQUEOLÓGICOS EN EL GOLFO SAN MATÍAS
Sonia Laura Lanzelotti 308
- 40** PAUTAS METODOLÓGICAS PARA EL ANÁLISIS OSTEOMÉTRICO DE LAMA GUANICOE
Gabriela Lorena L'Heureux 314

- 41** AL PELO: LA UTILIZACION DE FIBRAS DE CAMELIDOS, PARA LA CONFECCION DE MATERIALES TEXTILES. ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PUNA MERIDIONAL ARGENTINA)
Andrés Sebastián Romano 321
- 42** DETERMINACIÓN DE BIOTIPOS DE CANIDOS DOMÉSTICOS DEL MÉXICO PREHISPÁNICO
Raúl Valadez Azúa, Alicia Blanco Padilla, Bernardo Rodríguez Galicia 331

ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

- 43** ANÁLISE, PROCESSAMENTO E IMPRESSÃO DE IMAGEM DIGITALIZADA COM A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE CORES. Estudo de Caso *Réplica de Pintura em Aquarela*
Arnaldo de A. Araújo, Alexandre C. Leão, Luiz A. C. Souza 339
- 44** MÉTODOS DE ORDENACIÓN Y TÉCNICAS DE AGRUPAMIENTO APLICADAS A LOS RECIPIENTES CERÁMICOS: LAS VASIJAS DE LOS CEMENTERIOS DE LA FALDA OCCIDENTAL DE ACONQUIJA
María Fabiana Bugliani 345
- 45** TENDENCIAS OBSERVADAS EN LA VARIABILIDAD DE LOS RASPADORES DE NORTE Y SUR DE PATAGONIA. EXPLORANDO LAS INTERRELACIONES ENTRE FORMA, TAMAÑO E HISTORIA DE VIDA
Marcelo Cardillo, Judith Charlin 351
- 46** ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LOS CABEZALES LÍTICOS “COLA DE PESCADO” DEL URUGUAY
Carola Castiñeira, Marcelo Cardillo, Judith Charlin, Juan Carlos Fernicola, Jorge Baeza 360
- 47** TÉCNICAS DE MUESTREO DE DESECHOS DE TALLA LÍTICA: UN CASO DE ESTUDIO: *CAPA 2 PCZ -I, ANTOFAGASTA DE LA SIERRA PROV. CATAMARCA*
Jorge Funes Coronel, María Alejandra Schmitz 367
- 48** ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN MÉTRICA EN MORTEROS MÚLTIPLES DE EL SHINCAL DE QUIMIVIL, CATAMARCA
Marco Antonio Giovannetti, Paula Natalia González 374
- 49** ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD ARTEFACTUAL DE LA COSTA EN RELACIÓN CON OTRAS ÁREAS DE SANTA CRUZ
Analía Herrera, Alicia Castro 381
- 50** MODELOS DETERMINISTAS Y ESTOCÁSTICOS DE LA DISPERSIÓN HUMANA INICIAL EN AMÉRICA
José Luis Lanata, Luis Martino, Ana Osella 389

PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN

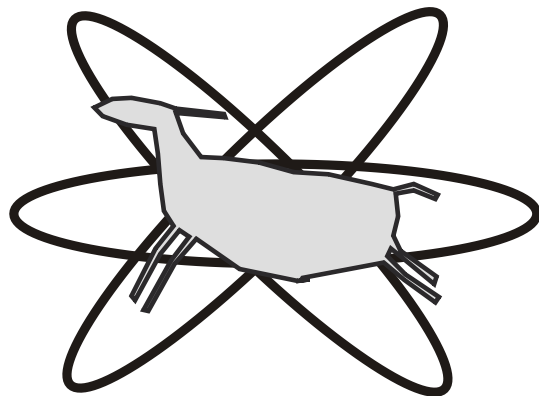
- 51** CONSERVACIÓN ARQUEOLÓGICA: IMPLICANCIAS Y POSIBILIDADES
Gabriela Ammirati 399
- 52** MONITOREO PARA LA CONSERVACIÓN DE ARTE RUPESTRE
Lorena Ferraro 405
- 53** CARACTERIZACIÓN DE AGENTES DEL DETERIORO DE LOS MONOLITOS DE PIEDRA ARENISCA DEL INFIERNITO - COLOMBIA
Ali Duran Öcal, Thomas Cramer, Siegfried Siegesmund 413
- 54** TOBA VOLCÁNICA COMO MATERIAL ARQUEOLÓGICO EN COLOMBIA. CARACTERIZACIÓN, CAUSAS DE LA DESCOMPOSICIÓN Y CONCEPTOS DE CONSERVACIÓN
Ali Duran Öcal, Siegfried Siegesmund 420
- 55** TRATAMIENTO DE CONSERVACIÓN EN PIEZAS DE HIERRO, RESERVA NATURAL OTAMENDI (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)
Mariana Romiti, Alberto Cimino 427
- 56** HISTÓRIA DA ARTE TÉCNICA: ESTUDO DE CASO DE UMA POSSÍVEL OBRA DE GAINSBOROUGH ENCONTRADA NO BRASIL
Alessandra Rosado, Luiz Antônio Cruz Souza 433
- 57** O PAPEL DA HISTORIA DA ARTE TÉCNICA E ARQUEOMETRIA NO PROCESSO DE AUTENTICAÇÃO DE OBRAS DE ARTE. UM ESTUDO PRELIMINAR
Alessandra Rosado, Luiz A.C. Souza, Yacy Ara Froner Gonçalves 438
- 58** CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DA ESCULTURA COLONIAL MINEIRA EM CEDRO: UM ESTUDO PRELIMINAR PARA ESTIMAR FLUTUAÇÕES PERMISSÍVEIS DE UMIDADE RELATIVA
Alessandra Rosado, Luiz Antônio Cruz Souza 445
- 59** A PRESERVAÇÃO DE SÍTIOS RUPESTRES NO AGRESTE DE PERNAMBUCO (BRASIL): UMA ANÁLISE PETROLÓGICA
Claristella Santos, Lucila Ester Prado Borges, Mariano Gorki, Sergio Pacheco Neves, Tania Andrade Lima 445

PROSPECCIÓN

- 60** APLICACIÓN DE GRP PARA EL ESTUDIO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE LOS TETELES DE OCOTITLA, TLAXCALA, MÉXICO
Denisse L. Argote Espino, René E. Chávez Segura, Pedro A. López García 459

61	PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN SAN IGNACIO MINÍ <i>V. Bongiovanni, N. Bonomo, M. de la Vega, L. Martino, A. Osella</i>	465
62	ANÁLISIS GEOQUÍMICOS EN UN SITIO ARQUEOLÓGICO DE TIERRAS BAJAS (TUCUMÁN-ARGENTINA) <i>Mario A. Caria, José M. Sayago</i>	471
63	PERSPECTIVAS ESPACIALES DESDE EL SITIO PEÑAS COLORADAS 3 CUMBRE (PC3 -C), ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, CATAMARCA <i>María Lorena Cohen</i>	477
64	DETECCIÓN DE SITIOS MAYAS DESDE EL ESPACIO EXTERIOR UTILIZANDO IMÁGENES DE RADAR <i>Pedro A. López García, Denisse L. Argote Espino</i>	488
65	DISTANCIAS Y ÁREAS DE INFLUENCIA EN EL ESPACIO INTRASITIO: POSIBILIDADES DE APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS EN LA MICROESCALA <i>Liliana M. Manzi</i>	494
66	DISTRIBUCIONES SIMULADAS <i>Liliana M. Manzi, Juan Bautista Belardi, Marcela Alejandra Maurell, Franco Román Herrera, Juan José Concetti</i>	501
67	PROSPECCIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL EJE VOLCÁNICO VILLARRICA-LANÍN (CENTRO SUR DE CHILE). APLICACIÓN DE NUEVAS ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y RESULTADOS <i>Doina Munita, Leonor Adán</i>	508
68	AVANCES EN EL PROYECTO DEL ACORAZADO ADMIRAL GRAF SPEE (MONTEVIDEO, URUGUAY) <i>Atilio Nasti</i>	515
69	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS EN LA TELEDETECCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS ARQUEOLÓGICAS (EL MOLLAR -TUCUMÁN) <i>Jimena Roldán, M. Marta Sampietro Vattuone, Liliana del Valle Neder</i>	523
70	IMÁGENES SATELITALES, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ESPACIAL DE LA ARQUITECTURA. EL CASO DE LA ALUMBRERA, PERÍODOS TARDÍO E INCAICO, PUNA DE CATAMARCA <i>Pedro Salminci, Daniel Olivera, Pablo Tchilinguirian</i>	529
71	EL SUELO COMO ARTEFACTO: UNA EXPERIENCIA DESDE EL NOA <i>María Marta Sampietro Vattuone</i>	538
72	PALEOAMBIENTES Y GEOARQUEOLOGÍA: SITIOS CORRAL GRANDE Y ARROYO LAS PITAS. ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PROV. DE CATAMARCA, PUNA MERIDIONAL ARGENTINA) <i>Pablo Tchilinguirian, Daniel Olivera</i>	544

en June



FAUNA



ARQUEOENTOMOLOGÍA: MÉTODOS DE RECUPERACIÓN EN PUEBLO PERDIDO DE LA QUEBRADA (PPQ)

Gabriel E. Acuña, Néstor Kriscautzky, Cristian S. Melian

Grupo de Estudios Arqueológicos (GEA) - Escuela de Arqueología - UNCa

gabriel.acu@gmail.com nestorkris@yahoo.com cristianmelian@gmail.com

RESUMEN

La evidencia de insectos -partes anatómicas, huevos, larvas, pupas, nidos, etc.-, es recurrente en el registro arqueológico. Se incorporan al mismo como resultado de procesos tanto naturales como culturales. En Argentina no es común que las investigaciones arqueológicas tengan en cuenta la información que estos pequeños invertebrados proporciona, debido una serie de factores entre los que se encuentran: la baja visibilidad y obstrusividad arqueológica que presentan, el sistema de excavación empleado, o prejuicios acerca de su potencial informativo.

En el presente trabajo se discuten las técnicas y métodos de recuperación de utilizadas en la excavación de diferentes recintos del sitio Pueblo Perdido de la Quebrada en el valle central de Catamarca, que permitieron la recuperación evidencia entomológica. Los nidos en gran parte se recuperaron "in situ" en el proceso de excavación y otros restos como élitros, extremidades, mandíbulas y huevos en trabajos de laboratorio a partir del análisis de los sedimentos. Se utilizaron alternativamente los métodos de flotación y tamizado, con el uso de microscopio binocular y luz ultravioleta.

Como resultado se comprobó que, en este caso, el tamizado en seco fue el método más efectivo para la recuperación de evidencia arqueoentomológica.

INTRODUCCIÓN

En casi todas las excavaciones arqueológicas aparecen insectos, pero son desechados (en la mayoría de los casos), debido al desconocimiento de la información que estos animales pueden aportar sobre el pasado.

Los insectos pueden aportar información sobre el medioambiente, estacionalidad (Elias, 1994, Sutton, 1995, Vattuone, 2003), la dieta, el comercio, las condiciones de vida, etc. (Elias, 1994).

Sutton (1995) afirma que existe un prejuicio occidental en el estudio de los insectos, el cual está dado principalmente porque la mayoría de los antropólogos y arqueólogos han sido educados y entrenados por culturas occidentales, que generalmente consideran a los insectos como plagas e inmundicias (Sutton, 1995).

En este trabajo, se entienden como restos de insectos a las partes anatómicas que los componen, a sus nidos huevos, larvas, pupas, etc. Estos restos pueden pertenecer al mismo individuo en diferentes momentos de su desarrollo.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RESTOS DE INSECTOS

Los insectos pertenecen al gran Phylum de los animales con patas articuladas llamados Artrópoda. Dentro de este Phylum los insectos forman un grupo muy especializado que comprende a la Clase Insecta.

La Clase Insecta se caracteriza por tener el cuerpo dividido en tres partes o tagmas, cabeza, tórax y abdomen; presentar tres pares de patas y en algunos casos poseer alas (Ross, 1964, Vattuone, 2003).

La mayoría de los insectos tienen una cubierta externa dura, llamada exoesqueleto, la cual está formada por quitina. Es esta superficie dura la que en general se conserva en el registro arqueológico. Los exoesqueletos poseen características propias, por lo que permiten, en algunos casos, la identificación de especie, edad y hasta sexo (Elias, 1994).

Todos los insectos sufren metamorfosis, que son las transformaciones desde la formación del huevo hasta llegar el estado adulto. Aunque existen diferentes tipos de metamorfosis las etapas generales son: huevo, larva, pupa y adultos (Ross, 1964, Vattuone, 2003).

En el contexto arqueológico, el primer problema que se presenta, una vez recuperados los restos de insectos, es determinar si ingresan al registro arqueológico por procesos naturales o culturales (Elias, 1994). El problema de determinar si los restos de insectos son naturales o culturales es el mismo que se le presenta a cualquier arqueólogo, cuando trata con cualquier asociación faunística. Por ejemplo determinar si los restos de roedores son naturales o culturales (Elias, 1994).

Los restos que ingresan por procesos naturales, pueden ser utilizados para reconstrucción medioambiental.

UBICACIÓN DEL SITIO

El sitio Pueblo Perdido de la Quebrada (PPQ) está ubicado en los faldeos iniciales de la quebrada de El Tala, a 5 kilómetros al oeste de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. Temporalmente ha sido asignado a La Aguada inicial, con fechados entre el 1520 a 1770 AP (Kriscautzky, 1995, 1996, 1999, 2000).

Corresponde a un poblado planificado de unos cuarenta recintos de formas cuadrangulares. La mayoría de las construcciones se distribuyeron en sentido Este-Oeste, siguiendo la misma dirección de la terraza en la cual fueron emplazados (Kriscautzky, 2000). En el sitio se pueden diferenciar tres sectores, de acuerdo a la disposición de los recintos (Kriscautzky, 1996).

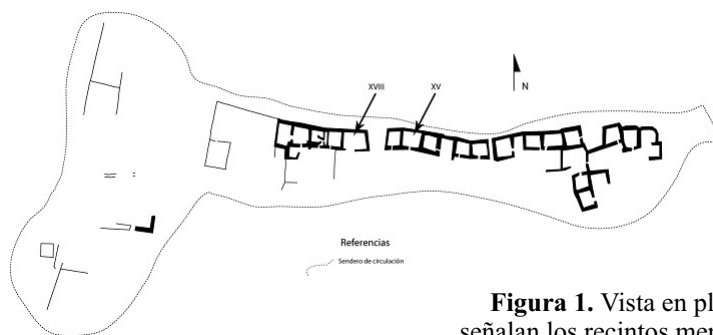


Figura 1. Vista en planta del sitio PPQ. Se señalan los recintos mencionados en este trabajo

METODOLOGÍA

El material entomológico analizado en este trabajo fue recuperado a partir de la excavación de los recintos XVIII y XV de PPQ.

Del primero se levantaron restos de insectos durante el proceso de excavación y luego se analizó el sedimento recogido como muestra. Mientras que del segundo se analizó el sedimento perteneciente a una estructura de combustión y una muestra que se tomó por debajo de dicha estructura.

RECINTO XVIII

Este recinto fue excavado durante el año 2006¹, tomándose el todo como unidad; se trabajó siguiendo los estratos naturales y cuando estos sobrepasaban los 5 cm de espesor, se realizaba una división artificial.

Para la excavación, se siguió el instructivo estandarizado para el registro de planillas de excavación (Acuña y Lanzelotti, 2006).

¹ Esta excavación pudo realizarse gracias a las becas otorgadas por la Secretaría de Cultura y Educación de la Municipalidad de San Fernando del Valle de Catamarca.

Se tomaron muestras de sedimento de cada estrato para realizar diferentes análisis. La muestra consistía en un balde (7 litros) por estrato y por cuadrícula. Pese a excavar todo el recinto al mismo tiempo, se lo dividió en cuadrículas, para un mejor control y relevamiento.

Se registraron 32 estratos diferentes, conteniendo hallazgos de diferente ergología, (cerámica, óseo, lítico, moluscos, carbón, restos de insectos, etc.)

En la estratigrafía de este recinto se pudieron reconocer claramente tres capas o sectores, formados por los estratos: relleno, nivel de derrumbe y nivel de ocupación.

El relleno está comprendido por el estrato 1, que fue excavado con cucharín debido a su dureza.

El nivel de derrumbe está formado por los estratos 2 a 4. Cabe aclarar que a partir del estrato 2 la excavación se realizó con pincel, hasta el final de la misma.

El nivel de ocupación, corresponde a los estratos 5 a 33.

RECINTO XV

La excavación de este recinto se había realizado durante 1998, mediante niveles artificiales de 5 centímetros de espesor. Los hallazgos fueron dibujados en planta y referenciados tridimensionalmente. Se excavó la totalidad de la superficie del recinto.

De esta excavación se analizaron dos muestras de sedimentos, la primera pertenece a una estructura de combustión y la segunda se tomó por debajo de esta. Se analizó un total de 7 litros de sedimentos, los cuales pertenecen al nivel XVII, que forma parte del sector de ocupación.

RECUPERACIÓN DE LOS RESTOS DE INSECTOS EN EL SITIO

La recuperación de restos de insectos en el registro arqueológico ocurre porque se toman muestras para buscarlos, o puede deberse a razones fortuitas. Esto último es que lo que ocurre en la mayoría de los casos cuando se registran, por ejemplo, muestras tomadas con otros propósitos.

Los mejores lugares para el muestreo son los hoyos de poste, arena, estructuras de combustión, u otro rasgo no esperado (Sutton, 1995). También son un buen lugar las paleocuevas de roedores -que crean un micro ambiente que es utilizado por los insectos-, los antiguos canales de riego, etc. (Eliás, 1994).

En el caso de PPQ se pudo recuperar, en el recinto XVII, restos de insectos en el mismo momento de la excavación.

ANÁLISIS EN LABORATORIO

Para la recuperación de restos de insectos en laboratorio se utilizaron las siguientes técnicas:

- Flotación: (separación del material debido a su densidad)
- Tamizado en seco: (separación del material debido a su tamaño)
- Luz ultravioleta: (identificación de insectos por su color)
- Lupa binocular para la identificación de los restos de insectos, una vez procesado las muestras de sedimentos.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio 1 de la Escuela de Arqueología de la Universidad Nacional de Catamarca, en el cual funciona el G.E.A. (Grupo de Estudios Arqueológicos).

A fin de poder obtener el mejor método de recuperación, y para poder comparar las técnicas, se utilizaron mallas con aperturas entre 0.5 mm y 2 mm.

FLOTACIÓN

Para la flotación se utilizó un aparato con una columna de cedazos. No se le agregó al agua ningún tipo de producto químico. La experiencia nos indicó que la ventaja de este método es



Figura 2. Recinto XVIII Restos de insectos en excavación

que se elimina el riesgo de rotura por abrasión, el material resultante está libre de polvo, con lo cual facilita su identificación. Pero con la desventaja de que los restos de insectos pueden llegar a estallar al penetrar el agua en las células.

Además se deben secar los restos lentamente, para lo cual se utilizó papel secante.

TAMIZADO

En el tamizado en seco, a fin de minimizar el riesgo de rotura por abrasión, primero se separaron las piedras de más de 4 mm de diámetro; luego se pasó el sedimento por la malla de 4 mm, se separó lo que quedaba contenida en ésta. El sedimento que pasó por la primera malla se volvió a tamizar, en una malla de 0.5 mm.

Cabe destacar que el material recogido en la segunda malla (0.5 mm) presentaba menos polvo adherido que el de la primera malla (2 mm).

LUZ ULTRA VIOLETA

El análisis de los sedimentos, bajo esta luz, nos dio un resultado negativo.

LUPA BINOCULAR

Una vez que se tuvo el material cribado y flotado, se procedió a analizarlo en una lupa binocular marca Meopta DM 23.2 con 150X aumentos. Se determinó que el mejor aumento para la búsqueda de restos de insectos es de 16X y se usaba el aumento de 51X para más detalle.

CONCLUSIONES

Después de aplicar diferentes técnicas a las mismas muestras de sedimentos se llegó a la siguiente conclusión: para recuperar restos de insectos, el tamizado en seco, es el método más efectivo.

Los restos de insectos recuperados bajo esta técnica, aparecían menos fracturados y en algunos casos estaban articulados; lo que no sucedía con la técnica de flotación; la utilización de luz ultravioleta dio resultados negativos, ya que con ésta no se pudo identificar restos de insectos en los sedimentos.

Durante la excavación del recinto XVIII, se pudieron recuperar una gran cantidad insectos y nidos, demostrando que con un ojo entrenado y una excavación minuciosa es posible recuperar restos de insectos en posición; cabe aclarar que un factor importante es la visibilidad de los restos, que dependerá del color del sustrato que los contiene y de los diferentes restos de insectos.

Las Tablas 1 y 2 indican la cantidad de restos de insectos recuperados por estrato y por recinto.

Procedencia	Restos de insectos
Estratos	cantidades
6	5
7	3
8	34
9	19
14	2
18	6
19	2
21	6
27	7
Total	84

Figura 3. Recinto XVIII. Restos de insectos por estratos

Procedencia	Restos de insectos
Muestra	Cantidades
1	6
2	3
Total	9

Figura 4. Recinto XV. Restos de insectos por muestras

CONSIDERACIONES FINALES

Los arqueólogos deben estar preparados para empezar a valorizar la información que pueden llegar a aportar los insectos; además de estar dispuestos a encontrar insectos en los sitios, y conocer las técnicas en campo y en laboratorio para la recuperación de los restos de insecto.

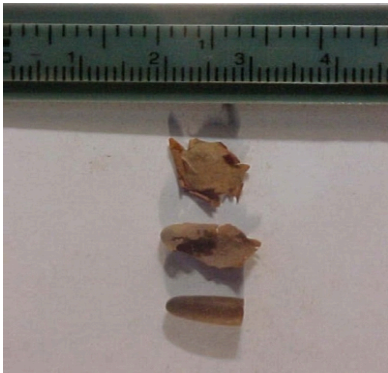


Figura 3. Recinto XV. Restos de insectos, por tamizado en seco y por flotación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, G. y S.L. Lanzelotti
2006 Pueblo Perdido de la Quebrada. Instructivo para el registro de planillas de excavación. Material elaborado en el marco del Grupo de Estudios Arqueológicos, Escuela de Arqueología - UNCa.

Elias, S.
1994 Quaternary Insects and Their Environments. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

Kriscautzky, N.
1995 Avances en la Arqueología del Formativo Inferior en el Valle de Catamarca. En: Revista de Ciencia y Técnica. Vol. II. N°2. Año 1, p - p: 65-82.

1996 - 1997 Nuevos Aportes en la Arqueología del Valle de Catamarca. En Shincal Revista de la Escuela de Arqueología de Catamarca. N° 6 - 1996-1997. p p: 27 34.

1999 Arqueología de Catamarca. Desde su Poblamiento hasta la Conquista Española. Universidad Nacional de Catamarca. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Colección Ciencia y Técnica.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

Kriscautzky, N. y D. Lomaglio

2000 “Aguada o Aguadas” en el Valle de Catamarca. Trabajo presentado en la IV Mesa Redonda Sobre Aguada y su Dispersión. San Pedro de Atacama, Chile. 11 al 14 de Octubre del 2000. Universidad Católica del Norte.

Ross, H.

1964 Introducción a la Entomología General y Aplicada. Ed. Omega, S. A. Barcelona.

Sutton, M.

1995 Archaeological Aspects of Insect Use. Journal of Archaeological Method and Theory. Vol. 2, N° 3.

Vattuone, E.

2003 Cuaderno de Trabajos Prácticos. Cátedra de Zoología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca.



ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE RESTOS ÓSEOS UTILIZADOS COMO COMBUSTIBLE

Matilde M. Lanza

PROARHEP (Programa de Arqueología Histórica y Estudios Pluridisciplinarios)

Departamento de Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Luján

matilanza@ciudad.com.ar

RESUMEN

A partir de la aplicación de la arqueología experimental presentamos los resultados obtenidos en la caracterización y criterios para la identificación de alteración térmica en restos óseos cuando fueron utilizados como combustible en fogones y/o estructuras de combustión.

Este estudio se realizó teniendo como objetivo particular obtener un registro comparativo confiable experimental- factible de ser contrastado con el registro arqueológico estructuras de combustión con material óseo- hallado en sitios históricos de Tandilia que se encuentran en estudio.

El diseño experimental contempló la replicación y recreación para el análisis de fogones con huesos (principalmente de vacuno Bos taurus-) como los hallados en el registro arqueológico y otros derivados de vacunos grasa y/o guano- como combustible.

Son varios los motivos por los cuáles los restos óseos pueden estar termoalterados o formar parte de estructuras de combustión en sitios arqueológicos: expuestos al fuego para la preparación de alimentos; arrojados al fuego para su descarte o utilizados intencionalmente como material de combustión. También pudieron haber sido utilizados como alimentos; luego, una vez consumidos, arrojados al fuego para su descarte y a su vez como combustible auxiliar.

En el caso de que el material óseo haya sido utilizado como material de combustión, la distribución espacial de los especímenes óseos puede sugerir los mecanismos y los patrones de acumulación y de descarte practicados por el hombre. Además, el fuego puede destruir el material óseo y alterar significativamente la estructura anatómica y cuantitativa de los conjuntos. Los huesos expuestos al fuego sufren alteraciones térmicas que provocan modificaciones en su estructura y morfología; esto puede ser observado a simple vista (macroscópicamente) y en algunos casos microscópicamente.

La mayoría de los autores proponen utilizar atributos formales para distinguir aquellos huesos que fueron quemados de los que no lo fueron; además determinar las condiciones a los que fueron sometidos. Estos atributos más comúnmente utilizados son el de color, daños producidos en la superficie ósea y tipos de fracturas.

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos del diseño experimental y el análisis que incluyó principalmente: a) determinación preliminar del estado de termoalteración del material óseo a partir de la utilización de una escala de colores que nos permita diferenciar los grados de termoalteración; b) identificación de modificaciones, observadas macroscópicamente, de la superficie del material en relación con la alteración térmica (como agrietamientos, fisuras, exfoliaciones, etc.) y c) determinación y análisis del tipo de fracturas producto de la alteración térmica. Se han tenido en cuenta tanto variables cualitativas como cuantitativas y la observación ha sido, en esta primera etapa de trabajo, macroscópica.

INTRODUCCIÓN

Se expone a partir de la aplicación de la Arqueología experimental los resultados que se están obteniendo en la caracterización y criterios para la identificación de alteraciones térmicas en restos óseos cuando fueron utilizados como combustible en fogones y/o estructuras de combustión.

El objetivo es obtener un registro comparativo confiable experimental- factible de ser contrastado con el registro arqueológico estructuras de combustión con material óseo- hallado

en sitios históricos de la zona de Tandilia (provincia de Buenos Aires) que se encuentran en estudio (Ramos *et al.*, 2006 a y b, Lanza, 2004, 2005, 2006).

La arqueología experimental constituye un estudio aplicable a los procesos de comportamiento en el pasado, mediante una reconstrucción experimental bajo condiciones científicas cuidadosamente controladas (Renfrew y Bahn, 1993).

Se está ejecutando un **Diseño experimental** que contemple objetivos claros y unívocos, rigurosidad en los pasos a seguir y un alto control de variables; esto contempla experimentos a corto y a largo plazo (Borrero, 1991, Baena Presley, 1997). Se plantea la replicación de eventuales situaciones en relación con determinadas actividades humanas y el consiguiente correlato material (residuos de actividades) que quedó o se produjo como consecuencia de esos eventos.

LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS

El registro arqueológico que está siendo contrastado con el registro experimental producto de los experimentos proviene de los sitios históricos *Siempre Verde* (partido de Juárez) y *Santa Rosa* (partido de Tandilia) en la zona de Tandilia, provincia de Buenos Aires.

El sitio *Siempre Verde* (SV) se ubica en la estancia La Siempre Verde, partido de Juárez, provincia de Buenos Aires, al pie de la ladera NW del Cerro Los Angelitos, en una leve pendiente de aproximadamente 7°. Se trata de una estructura construida con bloques de piedra. Presenta una planta compuesta formada por dos subestructuras, una cuadrangular adosada a otra, también de planta cuadrangular, con una pared en forma de ábside y las otras paredes unidas formando ángulos rectos. Abarca una superficie de aproximadamente 4100 m² (Ramos, 2004). Desde 1997 hasta el 2004 se realizaron relevamientos, sondeos, trincheras estratigráficas y excavaciones utilizando el método estratigráfico por niveles naturales. Las superficies de sondeos y excavaciones superan los 50 m². Se plantearon y excavaron un total de cinco cuadrículas: I, XIII y XL internas; MM y MMI externas- (Ramos 1999, 2004).

La cronología del sitio ha sido realizada por fechados de 14 Ca. (Laboratorio INGEIS CONICET): uno sobre colágeno de huesos de *Ovis aries* el que brindó 175 +/- 65 años AP; otro sobre una muestra de carbón vegetal del fogón de la cuadrícula XL que dio una cifra de 310 +/- 60 años AP y otro fechado en discusión (Cordero y Ramos, 2003). También se pudo obtener cronología a través de los objetos de vidrio hallados, por ejemplo: botellas de ginebra o de vino del siglo XIX (Ramos, 2004). Otros objetos hallados, como un revólver de fabricación francesa del tipo Lafuchaux, permitieron afinar la cronología para el sitio, ya que el ingreso de esa arma al país está estimado en 1860 (Ramos, 1999).

El registro arqueológico recuperado está formado por fragmentos óseos de fauna, vidrio, metal, lítico, loza, gres, otros objetos y dos estructuras de combustión con huesos termoalterados. El conjunto arqueofaunístico alcanza un total de aproximadamente 18 000 restos óseos.

El sitio *Santa Rosa* (SR) se localiza en la estancia Santa Rosa, partido de Tandil, provincia de Buenos Aires. Se trata de una estructura construida con grandes bloques de piedra que se encuentra al pie del cerro denominado del Tandil. Es una estructura rectangular a la que le falta uno de sus lados; es decir, un trilátero (Ramos *et al.*, 2006 a y b). Durante 1989 se realizó un relevamiento general de la estructura y se planteó un sondeo con dos finalidades: a) determinar si el lado faltante de la construcción se encontraba enterrado y b) si existían posibilidades de hallar objetos arqueológicos en capa. En marzo de 2005 comenzaron los trabajos más intensos y sistemáticos en el sitio; las tareas incluyeron fotointerpretación para la detección de estructuras cercanas y aspectos del paisaje y la formulación de hipótesis acerca del uso del espacio que fueran factibles de contrastación con trabajos de campo; se realizaron sondeos y cuadrículas de excavación por niveles naturales de estratificación. Se plantearon tres superficies de excavación: una con forma de U bordeando una de las paredes (cuadrícula I); también dos cuadrículas (II y III) en los ángulos internos de la estructura. Estas dos últimas, que abarcaron 4 m² cada una, se terminaron de excavar y brindaron muy pocos hallazgos

(restos faunísticos y líticos). En cambio, la cuadrícula I, de 16 m² se excavó durante dos temporadas de campo (2005 y 2006). Se recuperaron los conjuntos faunístico, vítreo, lítico, metálico. También una estructura de combustión con huesos termoalterados que fue excavada *in situ* un 50% y el otro 50% extraída con su matriz para su excavación en gabinete. El conjunto un arqueofaunístico suman un total aproximadamente de 8000 restos óseos.

Estructuras de combustión

En el sitio SV se descubrieron dos estructuras de combustión con abundantes fragmentos óseos termoalterados en las cuadrículas XL y MM respectivamente. Mientras que en el sitio SR se halló una única estructura de combustión también con abundantes fragmentos óseos termoalterados en la cuadrícula I/IV.

En SV en la cuadrícula XL se hallaron un total de 7.278 restos óseos de los cuales el 80% (5.814) forman parte y/o están asociados a la estructura de combustión, registrando diferentes grados de termoalteración. En la cuadrícula MM se recuperaron un total de 7209 restos óseos, de estos el 67% (4806) fueron hallados y/o asociados a la estructura de combustión, y como en el caso anterior presentando diferentes grados de termoalteración (Lanza 2005, 2006). En SR en la cuadrícula I/IV se recuperaron un total de 7168 restos óseos de los cuales el 48% (3414)¹ estaban en y/o asociados a la estructura de combustión (Ramos *et al.*, 2006 a y b).

En ambos sitios aproximadamente el 98% de los restos óseos asociados a las estructuras de combustión son fragmentos indeterminados que no superan los 5 cm y el 2% restante se ha identificado anatómica y taxonómicamente (Tabla 1). En relación a los grados de termoalteración y tamaño que presentan los restos óseos indeterminados de las estructuras de combustión se sintetizan en la Tabla 2.

Sitio: cuadrícula	NSP total	Restos óseos en y/o asociados a estructuras de combustión		
		TOTAL	Indeterminados	Identificados
SV: XL	7.278	5.814 (80%)	5.734 (98%)	80 (2%)
SV: MM	7.209	4.806 (67%)	4.690 (97%)	116 (3%)
SR: I/IV	7.168	3.414 (48%)	2.756 (98%)	92 (2%)

Tabla 1. Características y cantidades de los restos oseos de las estructuras de combustion de los sitios Santa Rosa y Siempre Verde

Tamaño	Fragmentos indeterminados (termoalterados)					
	Sin alteración	Semiquemado	Carbonizado	Carbo/calcin	Calcinado	TOTAL
SV: XL						
< 2 cm	828	sin datos	1772	3476	45	6121
2-3 cm	198	sin datos	232	208	1	639
Total	1026		2004	3684	46	6760
SV: MM						
< 2 cm	873	sin datos	1869	2258	129	5129
2-3 cm	165	sin datos	237	154	43	599
Total	1038		2106	2412	172	5728
SR: I/IV						
< 2 cm	66	245	991	324	1008	2634
2-3 cm	15	42	82	11	53	203
Total	81	287	1073	335	1061	2837

Tabla 2. Cantidad, tamaño y estado de termoalteracion de los restos oseos de las estructuras de combustion de los sitios Santa Rosa y Siempre Verde

¹ En el sitio Santa Rosa los restos óseos se encuentran en proceso de análisis por lo tanto se presentarán los datos y resultados preliminares obtenidos hasta la redacción de este trabajo.

EXPERIMENTACIÓN

El diseño experimental consistió en la *replicación y recreación de fogones con huesos como combustible, como los hallados en el registro arqueológico*; para tal fin se vienen realizando varios experimentos, en este trabajo presentamos el desarrollo y los resultados de dos de estos experimentos: fogón experimental 1 y 2 (**F.E.n°1** y **F.E.n°2**). En ambos casos el combustible principal fueron huesos frescos de vacuno (*Bos taurus*), también se colocaron algunos huesos secos durante el desarrollo del experimento 1, y como combustible complementario para su encendido e inicio del fogón se colocaron algunas ramas y hojas secas de diferentes especies vegetales. Para la medición y control de la temperatura de los fogones experimentales utilizamos un pirómetro formado por una termocupla de aleación especial (cromo-níquel) para baja temperatura, la que se colocó en el fogón y transmite al reloj indicador la temperatura alcanzada en grados centígrados (hasta 1.200°C). Estos tipos de termocuplas tienen ventajas y desventajas. Por un lado, la termocupla para la medición tiene una respuesta inmediata a los cambios de temperatura, además de tener un tamaño pequeño. Por otro lado, y como desventaja, hay que tener en cuenta que los pirómetros de baja temperatura con aguja (no digitales) suelen tener un margen de error del 3 al 5% en su medición (González, 2002).

Una vez finalizado el fogón y apagado completamente se lo excavó en el momento en su totalidad (100%) recuperando todos los restos óseos.

En la Tabla 3 se puede apreciar los huesos utilizados en cada experimento y una vez finalizado el fogón los atributos principales que presentan los restos óseos; como cantidad de restos óseos, estado de termoalteración a partir del color que presenta la superficie del hueso y tamaño de los fragmentos. Mientras que en el Figura 1 podemos apreciar a partir de un gráfico de curvas las temperaturas alcanzadas a lo largo del desarrollo de los fogones experimentales desde su encendido hasta que se apagaron completamente.

	Preparación fogón (Pre-encendido)		Finalización fogón (Post-encendido)		
	HUESOS		HUESOS		
	Cantidad	Descripción	Cantidad	Termoalteración	Longitud
F.E.n° 1	8	Tibia (ep.px.). Tibia (ep.ds.), astrágalo y calcáneo –articulados-. 2 fts Húmero (diaf.). Fémur (ep.px.). Fémur (ep.ds.)	274 fts.	Totalmente carbonizados (color negro). Totalmente calcinados (color blanco). Combinación carbonizado y calcinado (colores negro, gris a blanco)	> 0.5 cm – 15 cm
F.E.n° 2	4	Fémur (ep.px. + ms.). Fémur (ep.ds. + ms.). Costal (der.). Costal (izq.)	403 fts.		> 0.5 cm – 10 cm

Referencias: Epífisis (ep.), Próximal (px.), Distal (ds.), Mesial (ms.), Diáfisis (diaf.), Fragmentos (fts), Derecho (der.), Izquierdo (izq.).

Tabla 3. Características principales de los fogones experimentales en la preparación y una vez finalizados los fogones

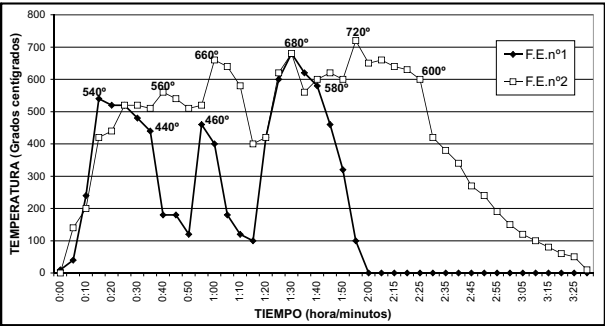


Figura 1. Comparación de la temperatura y duración de fogones experimentales

RESTOS ÓSEOS Y TERMOALTERACIÓN

Son varios los motivos por los cuáles los restos óseos pueden estar termoalterados o formar parte de estructuras de combustión en sitios arqueológicos: expuestos al fuego para la preparación de alimentos; arrojados al fuego para su descarte o utilizados intencionalmente como material de combustión (Perlés, 1977). También pudieron haber sido utilizados como alimentos; luego, una vez consumidos, arrojados al fuego para su descarte y a su vez como combustible auxiliar.

En el caso de que el material óseo haya sido utilizado como material de combustión, la distribución espacial de los especímenes óseos puede sugerir los mecanismos y los patrones de acumulación y de descarte practicados por el hombre (Mengoni Goñalons, 1988). Además, el fuego puede destruir el material óseo y alterar significativamente la estructura anatómica y cuantitativa de los conjuntos (Lanata, 1988). Los huesos expuestos al fuego sufren alteraciones térmicas que provocan modificaciones en su estructura y morfología; esto puede ser observado a simple vista (macroscópicamente) y en algunos casos microscópicamente.

La mayoría de los autores proponen utilizar atributos formales para distinguir aquellos huesos que fueron quemados de los que no lo fueron; y además determinar las condiciones a los que fueron sometidos. Estos atributos más comúnmente utilizados son el de color, daños producidos en la superficie ósea y tipos de fracturas (Binford, 1963, Thurman y Willmore, 1980-81, Buikstra y Swegle, 1989, Mengoni Goñalons, 1999, entre otros). Con respecto al color varias escalas han sido publicadas donde se relaciona color con temperatura (Binford, 1963, Shipman *et al.*, 1984, Nicholson, 1993), en todos los casos los colores que presentan los huesos expuestos a diferentes temperaturas experimentalmente van desde el marrón pasando por el negro, gris, blanco azulado hasta llegar al blanco; aunque la temperatura en relación a los colores varía considerablemente. Nicholson (1993) expone al fuego en forma experimental especímenes óseos de oveja obteniendo los siguientes resultados en relación color/temperatura: a partir de los 200° C predomina el marrón oscuro pero también el elemento óseo presenta otros colores secundarios (marrón amarillento y negro rojizo), a los 300° C predomina el negro (color secundario: rojo amarillento); a partir de los 400° C comienzan los diferentes tonos de grises, entre los 500° C y 600° C gris claro hasta llegar al color blanco desde los 700° C hasta los 900° C. Una característica común observada en estos huesos es el “*mottling*” (jaspeado) donde los tonos azules, gris y blanco son observados al igual que el blanco y negro especialmente en temperaturas que oscilan en el rango de 400-700° C (Nicholson, 1993:415).

Los atributos considerados en nuestro estudio y presentados en este trabajo consideran los siguientes criterios:

- a) determinación preliminar del estado de termoalteración del material óseo a partir de la utilización de una escala de colores que nos permita diferenciar los grados de termoalteración (ocre claro -sin alteración-, marrón quemado-, negro carbonizado-, gris, blanco azulado y blanco calcinado-);
- b) identificación de modificaciones, observadas macroscópicamente, de la superficie del material en relación con la alteración térmica (agrietamientos superficiales, fisuras/grietas profundas longitudinales y/o transversales-, exfoliaciones, cuarteaduras, etc.);
- c) determinación y análisis del tipo de fracturas producto de la alteración térmica (curva, escalonada, aserrada, astillada, longitudinal y transversal); y
- d) longitud de los fragmentos (largo máximo).

En esta primera etapa del trabajo la observación e identificación de los atributos mencionados ha sido a nivel macroscópico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que presentamos son preliminares y se refieren principalmente al análisis de los restos óseos frescos de vacuno que formaron parte de los fogones experimentales (F.E.nº1 y

F.E.nº2), teniendo en cuenta para su caracterización los atributos mencionados en el acápite anterior.

En primer lugar, como se puede observar en la Tabla 3 y la Figura 1, los huesos expuestos al fuego durante un periodo prolongado de tiempo (3 horas, 30 minutos) y alcanzando altas temperaturas (entre 400°C y 700°C) estos sufren un alto grado de fragmentación generando una abundante cantidad de fragmentos y/o astillas < 3 cm, incluso muchos no presentan zonas diagnósticas debiendo ser considerados fragmentos indeterminados (por ejemplo en el F.E.nº 2, ver Figura 2).

Los conjuntos óseos analizados que formaron parte de los fogones experimentales presentan las siguientes características generales: las epífisis se conservaron prácticamente enteras mientras que las diáfisis se encontraron fragmentadas. Del total de restos óseos recuperados una vez finalizado los fogones, menos del 10% se conservaron casi enteros permitiendo su identificación anatómica y taxonómica. La mayor parte de los fragmentos < 5 cm se encontraban totalmente calcinados, del mismo modo que los fragmentos < 2 cm; también se registraron restos de ceniza producto de la calcinación de los huesos.

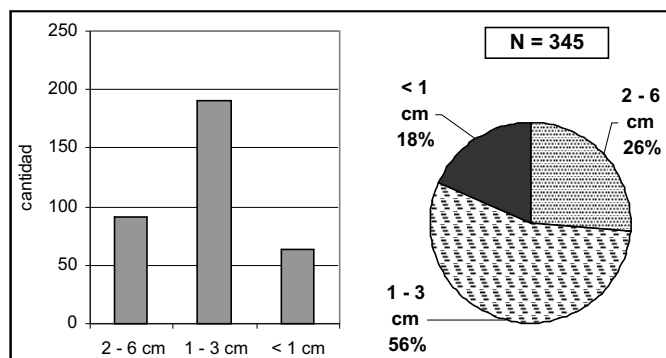


Figura 2. F.E.nº 2: Fragmentos indeterminados

La mayor parte de los fragmentos < 5 cm se encontraban totalmente calcinados, del mismo modo que los fragmentos < 2 cm; también se registraron restos de ceniza producto de la calcinación de los huesos.

Las epífisis se encontraban totalmente carbonizadas (color negro) con algunos sectores calcinados (color gris a blanco). En estos casos se observó el “mottling” o jaspeado que hace mención Nicholson (1993). También lo hemos registrado en los fragmentos de diáfisis e incluso en fragmentos < 5 cm. En el caso de los huesos coxales (F.E.nº 2) los restos óseos que pueden ser asignados a esta unidad anatómica se carbonizaron totalmente (negros) con algunos sectores calcinados (gris a blanco) y se observó exfoliación de la superficie ósea dejando expuesto el tejido esponjoso.

Hubo huesos que se colocaron articulados y una vez finalizado el fogón algunos permanecieron sin desarticularse a pesar de estar carbonizados, calcinados e incluso fragmentados. Por ejemplo, en el F.E.nº 1 una epífisis distal tibia articulada al astrágalo y calcáneo; este último quedó desarticulado y se fragmentó en varias partes; mientras que el astrágalo siguió articulado a la tibia.

Con respecto al grado de termoalteración (determinada por la escala de colores) y la temperatura alcanzada durante el desarrollo del fogón experimental, donde huesos fueron el combustible principal, tenemos el siguiente panorama: en el gráfico de curvas (Figura 1) comparamos el desarrollo de la temperatura de los fogones experimentales. En el caso del F.E.nº 1 la temperatura máxima alcanzada llegó a los 680°C después de 1 hora y 29 minutos de encendido el fogón; hubo tres momentos en donde la temperatura supera los 400°C y dos momentos que baja hasta casi los 100°C. Varias veces hubo que reavivar el fuego porque se apagaba y perdía temperatura. El primer momento de suba llega a los 540°C (0 hora, 15 minutos) y se mantiene hasta los 440°C (0 hora, 40 minutos); baja a 180°C (0 hora, 40 minutos) y hasta 120°C (0 hora, 50 minutos). El segundo momento de suba alcanza los 460°C (0 hora, 55 minutos) y se mantiene hasta 400°C (1 hora, 5 minutos); baja nuevamente hasta los 100°C (1 hora, 15 minutos). El tercer momento de suba es cuando llega a su punto máximo (680°C: 1 hora, 29 minutos), oscila entre los 600°C (1 hora, 25 minutos), 660°C (1 hora, 30 minutos) a 580°C (1 hora, 40 minutos). Luego comienza a bajar, llega a los 100°C (1 hora, 55 minutos) y continúa

bajando la temperatura hasta apagarse por completo a las 2 horas. En la Tabla 4 sintetizamos el desarrollo del fogón comparando tiempo/temperatura y el estado de los restos óseos.

Si comparamos los resultados obtenidos en nuestro experimento (F.E.nº1) con los resultados publicados por Nicholson (1993) en relación color/temperatura tenemos considerables diferencias; por ejemplo el color marrón (quemado) en los huesos en nuestro experimento se alcanza a partir de los a partir de los 300°C a 400°C y el color negro (carbonizado) a partir de los 500°C; el calcinado (color gris a blanco) se inicia a partir de los 450°C y 500°C. Lo que observamos en nuestros experimentos es que la temperatura/color varía bastante y más que el aumento de temperatura hay una relación directa entre el color alcanzado (termoalteración) y el tiempo de exposición de los huesos a temperaturas altas y constantes. Las diferencias entre ambos experimentos pueden deberse por un lado a los huesos usado y el estado en que se encuentran. Por ejemplo, Nicholson utiliza un mamífero mediano (oveja) y en nuestro caso es un mamífero grande (vacuno), además si el hueso presenta restos de grasa, tendones y carne primero debe quemarse esas partes para luego entrar en contacto con el hueso. Otro dato a tener en cuenta, Nicholson presenta la temperatura alcanzada pero no hace referencia al tiempo de exposición de los huesos a esa temperatura (Nicholson, 1993, Tabla 1). En lo que coinciden ambos resultados es en el “motting” (jaspeado), según Nicholson se da entre los 400-700°C (Nicholson, 1993:415); en nuestro caso también a partir de los 400°C comienzan a notarse este jaspeado en los restos óseos.

Desarrollo del Fogón (hora/minutos)	Temperatura (grados centígrados)	Estado de los huesos
0:10	240°	Sin quemar (color ocre claro)
0:15	540°	Se queman grasa y tejidos
0:20	520°	Quemados (marrón). Se comienzan a carbonizar (negros)
0:55	460°	Quemados (marrón)
1:00	400°	Carbonizados (negros). Diáfisis con fracturas longitudinales, genera varios fragmentos y astillas.
1:20	420°	Mayoría carbonizados (negros)
1:25	600°	Varios calcinados (gris – blanco)
1:29	680°	Temperatura máxima alcanzada
1:30	660°	
1:35	620°	
1:40	580°	Varios fragmentos y astillas
1:45	460°	calcinados (gris a blanco)
1:50	320°	Huesos 50% carbonizados (negro) 50% calcinados (gris a blanco). Algunos huesos siguen articulados (astrágalo + tibia).

Tabla 4. Fogón experimental 1. Síntesis del desarrollo del fogón comparando tiempo-temperatura y el estado de los restos óseos

Finalmente, en relación a las fracturas y los daños macroscópicos observados tenemos principalmente en diáfisis calcinadas grietas profundas longitudinales que fracturan el hueso en varias fragmentos (Figura 3 a), también diáfisis carbonizadas y calcinadas con fracturas longitudinales y transversales producto de grietas y fisuras (Figura 3 b). Se han registrado agrietamientos superficiales longitudinales y fisuras transversales sin llegar a la fractura del hueso. Una tipo de fractura característica es la escalonada y astillada; se han registrado algunas pocas curvas principalmente en diáfisis. Los daños macroscópicos registrados son principalmente exfoliación en las epífisis de los huesos carbonizados que dejan expuesto el tejido esponjoso y algunos pocos casos con cuarteaduras (en damero) únicamente en restos óseos calcinados (blancos).

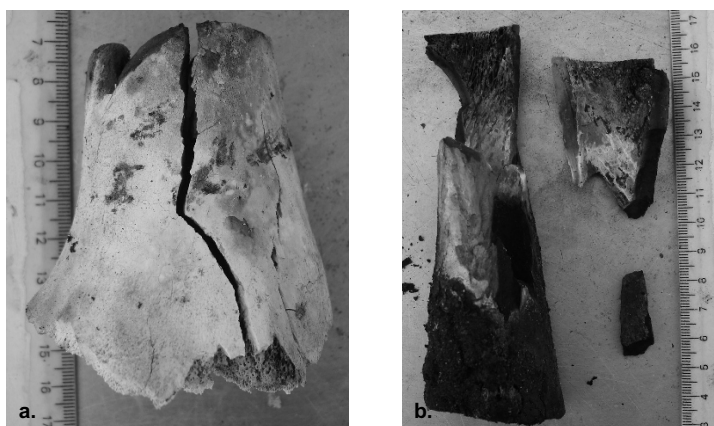


Figura 3. a. Diáfisis de húmero calcinado con grieta profunda longitudinal que provoca fractura en el hueso. b. Diáfisis de fémur carbonizado y calcinado con fracturas longitudinales y transversales producto de grietas y fisuras. Se puede observar la típica fractura escalonada y astillada producto de la termoalteración

AGRADECIMIENTOS

A los que participaron y ayudaron en diferentes tareas durante la realización de los fogones experimentales. A Hugo de la Paz, Alejandra Di Baja, Virginia Salerno y Christian Reyes. A la Dra. María Isabel González de Bonaveri por el préstamo del pirómetro y termocupla para el control de la temperatura. A Javier Barrera por permitirme utilizar los terrenos de su casa para realizar los experimentos. Al Sr. Alberto Vázquez que nos aprovisionó de los huesos frescos de vacuno para los experimentos. Lo expuesto en este artículo forma parte de una investigación más amplia, aquí se presentó lo que corresponde al primer año (2006 - 2007) de una Beca de Investigación, categoría Perfeccionamiento, del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján. Obviamente, soy la única responsable de todo lo expuesto en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baena Presley, L.
1997 Arqueología experimental, algo más que un juego. *Boletín de Arqueología Experimental* Nº 1: 4-5. Universidad Autónoma de Madrid.
- Binford, L.
1963 An Analysis of Cremations from Three Michigan Sites. *Winsconsin Archaeologist* 44:98-110.
- Borrero, L.
1991 Experimentos y escalas arqueológicas. *Shincal* 3, Tomo 1. X Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Universidad Nacional de Catamarca.
- Buikstra, J.E. y M. Swegle
1989 Modificación de huesos de acuerdo a la quema: una evidencia experimental. *Bone Modification* Ed. by R. Bonnichsen and M. Sorg: 247-258. Center for the Study of Early Man, University of Maine, Orono.
- Cordero, R. y M. Ramos
2003 Cronología en arqueología histórica: la importancia de utilizar más de un recurso. *Signos en el tiempo y rastros en la tierra*. Ramos M. y E. Néspolo Editores. Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.
- González de Bonaveri, M.I.
2002, *Los cazadores-recolectores-pescadores de la cuenca inferior del río Salado (Región Pampeana)*. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires (MS)

Lanata, J.L.

1988 ¿Huesos quemados, huesos contados? Los datos de un experimento. *De Procesos, Contextos y otros Huesos*. Ratto y Haber editores. Instituto de Ciencias Antropológicas. (FFyL-UBA). Buenos Aires.

Lanza, M.

2004 Un estudio zooarqueológico comparativo entre un sitio urbano y uno rural. *Actas de las Cuartas Jornadas Arqueológicas Regionales de Chivilcoy*. (En prensa)

2005 Zooarqueología del sitio rural Siempre Verde (Juárez, provincia de Buenos Aires). *V Congreso de Americanistas (Sociedad Argentina de Americanistas)*. Tomo II. Editorial Dunken, Buenos Aires.

2007. Zooarqueología de un sitio histórico en Tandilia. *Signos en el Tiempo y Rastros en la Tierra. Volumen 2. V Jornadas de Arqueología e Historia de las Regiones Pampeana y Patagónica*. Néspolo, Ramos y Goldwasser Compiladores. Universidad Nacional de Luján. Luján.

Mengoni Goñalons, G.

1988 Análisis de Materiales Faunísticos de Sitios Arqueológicos. *Xama*. 1. Mendoza, Argentina.

1999 *Cazadores de guanacos de la estepa patagónica*. Colección Tesis Doctorales. Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires.

Nicholson, R.

1993 A morphological investigation of burnt animal bone and an evaluation of its utility in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 20:411-428.

Perlès, C.

1977 *La préhistoire du feu*. Masson ed. Paris

Ramos, M.

1999 Construcciones de piedra en Tandilia: una arqueología no solo de piedras. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Tomo I. Buenos Aires.

2004 Alcances del abordaje para sitios con estructuras líticas. Aspectos espaciales y posibilidad de utilización de diferentes recursos. *Anuario de la Universidad Internacional SEK*, N° 9, pp. 23-37. Sección Humanidades. España.

Ramos, M, F. Bognanni, M. Lanza, V. Helfer, P. Salatino, C. Quiroga, D. Aguirre y D. Pau

2008a Corrales de indios (Lithic Structure) in Tandilia, Argentina: A Global Study. *International Journal of Historical Archaeology*. Volume 12, Number 2. Special Issue: Historical Archaeology in Argentina. Guest Editor: Facundo Gómez Romero. Editor Charles E. Orser Jr. Department of Sociology and Anthropology. Illinois State University.

2008b. *Continuidad y cambio cultural en Arqueología Histórica*. *Actas del Tercer Congreso Nacional de Arqueología Histórica*. Carrara M.T. Compiladora. Escuela de Antropología. Facultad de Humanidades y Artes. Universidad Nacional de Rosario.

Renfrew, C. y P. Bahn

1993 *Arqueología. Teorías, métodos y prácticas*. Ed. AKAL. Madrid.

Shipman, P., G. Foster y M. Schoeninger.

1984 Burnt bones and teeth: an experimental study of color, morphology, crystal structure and shrinkage. *Journal of Archaeological Science*. 11 (4): 307-325.

Thurman, M.D. y L.J. Willmore.

1980-81 A replicative cremation experiment. *North American Archeologist* 2 (4): 275-283.



MORFOMETRÍA DE MOLUSCOS ARQUEOLÓGICOS EN EL GOLFO SAN MATÍAS

Sonia Laura Lanzelotti

INCUAPA, Depto. Arqueología, UNCPBA

sonialan@filo.uba.ar

RESUMEN

Se presentan los primeros resultados de la cuantificación y descripción morfométrica de los especímenes malacológicos recuperados a partir de la excavación de 2 concheros de la localidad arqueológica Bajo de la Quinta y de 1 conchero de la localidad Saco Viejo (Golfo San Matías, provincia de Río Negro).

Estos concheros están compuestos principalmente por mitílicos: cholgas (*Aulacomya ater*), mejillones (*Mytilus edulis*), mejillines (*Brachidontes rodriguezi*), y en uno de los casos, también abundantes venus (*Amiantis purpurata*). Se cuantificó la proporción en que se presenta cada una de estas especies. Asimismo se realizó un muestreo para la descripción morfométrica de los especímenes.

De cada uno de éstos se determinó el tamaño de los especímenes -largo, ancho y espesor-, lateralidad, presencia de encrustaciones y organismos epibiontes y otras variables tafonómicas (ej. quemado, abradido, meteorizado).

Se asume que las poblaciones de estos moluscos son muy sensibles a las fluctuaciones ambientales, pudiéndose en algunos casos determinar la edad y procedencia (intermareal, submareal) de los especímenes recuperados.

INTRODUCCIÓN

El registro arqueológico de la costa norte del Golfo San Matías, en la provincia de Río Negro, presenta como uno de sus atributos principales, una gran cantidad y alta visibilidad de concheros arqueológicos (Borella *et al.*, 2004, Favier Dubois *et al.*, 2005). Se trata de acumulaciones de valvas resultantes del consumo de los moluscos, que se presentan ya sea como lentes aisladas o formando parte de conjuntos mayores. Se ubican entre las dunas litorales desarrolladas sobre terrazas marinas, a diferentes alturas, y asociadas a otros materiales arqueológicos tales como artefactos líticos, círculos de guijarros termoalterados, restos óseos, elementos de molienda, tiestos cerámicos, etc. (Borella *et al.*, 2004, Favier Dubois *et al.*, 2005).

Una primera descripción de los concheros de la costa rionegrina fue el realizado por Favier Dubois y Borella (2004) a partir de la realización de sondeos en 6 localidades arqueológicas de la costa norte del golfo. Se observó que las valvas se encuentran en alta densidad en una matriz arenosa eólica, sin ningún arreglo espacial, se hallan chamuscadas o calcinadas y con presencia de carbones entre ellas. Las especies registradas fueron principalmente *Mytilus edulis*, *Aulacomya ater*, y, en menor medida, *Brachiodontes sp.* y



Figura 1. Ubicación de las localidades arqueológicas en el golfo San Matías

Crepidula sp. observándose una selección de tamaños y especies para cada conchero. También se registró entre las valvas, aunque en baja densidad, la presencia de restos óseos de peces, roedores, aves, algunas cáscaras de huevo y unos pocos artefactos líticos (Favier Dubois y Borella, 2004). Cabe destacar que de estos sondeos se obtuvieron los primeros fechados radiocarbónicos de la zona, que arrojaron edades que van de los 1100 ± 90 años AP (localidad Paesani) a los 4000 ± 130 años AP (localidad Bahía Rosas).

El presente trabajo se propone, en primer lugar, ampliar algunos de los resultados arrojados por estas investigaciones previas, presentando la cuantificación (en términos de diversidad y abundancia relativa de especies) y descripción morfométrica de los especímenes malacológicos recuperados en 3 (tres) concheros de dos localidades arqueológicas de la costa norte: Bajo de la Quinta y Saco Viejo. Como señala Claassen, la cuantificación y caracterización de los conjuntos malacológicos por diversidad de especies, tamaño y peso es el primer paso que permitirá posteriormente abordar preguntas relacionadas con el ambiente, los procesos de formación de sitios y el comportamiento humano (intensidad de explotación, uso del espacio, etc); pero, la validez de la interpretación depende de la representatividad de la muestra analizada (Claassen, 1998:99).

La caracterización morfométrica, en particular, permite analizar el ambiente de crecimiento de los moluscos, la estacionalidad, el modo de explotación, la cantidad de poblaciones explotadas, y la identificación de especies incluidas en forma accidental (Claassen, 1998:107-110)¹.

En función de esto, en este trabajo también se discute la aplicabilidad de los resultados obtenidos, vinculando la representatividad de la muestra analizada respecto del conchero que se pretende caracterizar.

METODOLOGÍA

Se trabajó en base a muestras recuperadas de 3 concheros. En la localidad Bajo de la Quinta se realizaron 2 (dos) nuevos sondeos en el Sector 3. En Saco Viejo se trata de la primera excavación arqueológica de toda la localidad.

Si bien la metodología para el muestreo fue diferente en los 3 casos, el tratamiento de las muestras en laboratorio fue el mismo: descripción de características tafonómicas, lateralidad, y presencia de encrustaciones y organismo epibiontes; finalmente, la medición de variables morfométricas -largo, ancho, espesor- de los especímenes completos de las especies pasibles de consumo. El número mínimo de individuos (MNI) de cada especie se calculó a partir de la contabilización de valvas y/o umbos de una misma lateralidad de la que más abundaba- en el caso de los moluscos bivalvos (*Mytilus edulis platensis*, *Aulacomya ater*, *Amiantis purpurata* y *Brachiodontes* sp.) y la contabilización de ápices en el caso de los gasterópodos (*Buccina nops deformis* y *Crepidula* spp).

Localidad Bajo de la Quinta - Conchero GPS 80

En este conchero se realizó una excavación de 1m. x 1m. Se registró en libreta de campo las especies observadas y se recolectó solamente una muestra de valvas enteras de las diferentes especies, tratando de respetar la proporción en que se presentaba cada una. Durante la excavación también se registró y se recolectó otro tipo de evidencia: restos de peces, cáscaras de huevo, otros restos óseos, materiales líticos, y carbón., además, de los alrededores del conchero se recuperaron 2 tientos cerámicos y 2 fragmentos de bolas con surco.

En el cuaderno de de excavación se registró la presencia de las siguientes especies malacológicas (en orden de mayor a menor abundancia): *Aulacomya ater*, *Mytilus edulis platensis*, *Balanus* spp, *Crepidula* spp. La composición de la muestra recuperada para el análisis de laboratorio se detalla en la Tabla 1.

¹ Generalmente también se la utiliza para inferir sobreexplotación y capacidad de sustento, temas para los que la morfometría brinda resultados menos contundentes (Claassen 1998).

	BQ GPS 80	BQ GPS 37	Saco Viejo
Unidad de recolección	Cuadrícula 1m x1m	frente de 0,50 x 0,10	Cuadrícula 1m x1m
N° especímenes presentes en la u. de recolección	Desconocido	Desconocido	4004
N° especímenes recuperados (por especie) % sobre el total de especímenes			
<i>Aulacomya ater</i>	53		1883
%	Desconocido		47,1%
<i>Mytilus edulis platensis</i>	8	21	1706
%	Desconocido	Desconocido	42,6%
<i>Balanus spp</i>	65		152
%	Desconocido		3,8%
<i>Amiantis purpurata</i>			191
%			4,8%
<i>Buccinanops deformis</i>			27
%			0,7%
<i>Brachiodontes</i>	1		27
%	Desconocido		0,7%
<i>Crepidulas</i>	13		8
%	Desconocido		0,20%
<i>Tegula</i>			3
%			0,07%
<i>Fisurella</i>			3
%			0,07%
<i>Siphonaria lessoni</i>	2		2
%	Desconocido		0,05%
<i>Ostra sp</i>	2		0
%	Desconocido		
TOTAL	144	21	4002
%	Desconocido	Desconocido	100%

Tabla 1. Detalle de la composición de las muestras recuperadas para el análisis de laboratorio

Localidad Bajo de la Quinta - Conchero GPS 37

Este segundo conchero fue muestreado a partir de la recolección de valvas enteras, y de mayor tamaño, en un frente 50cm x 10cm., en el que también se recolectó una muestra de carbón con el objetivo de contar con las muestras necesarias para la evaluación de Efecto Reservorio. La observación de campo permitió determinar que este conchero estaba constituido principalmente por valvas de *Mytilus edulis platensis*. La composición de la muestra recuperada para el análisis de laboratorio también se detalla en la Tabla 1.

Localidad Saco Viejo

El conchero excavado en Saco Viejo representa la primera excavación arqueológica realizada en esta localidad. En ésta se destaca la presencia en capa de 1 especie malacológica no registrada con anterioridad: *Amiantis purpurata*².

2 Bórmida (1969) habla de “concheros blancos” en la zona de Punta Villarino, a partir de la descripción de materiales en superficie, pero no se detalla su ubicación en capa, como el que se describe en este trabajo.

Dada la novedosa presencia de ejemplares de esta última especie, el trabajo de campo privilegió una estrategia que permitiera recuperar una muestra representativa de la diversidad y abundancia relativa de especies, así como de los tamaños presentes. Por tal motivo se estableció una cuadrícula de 1m x1m y se excavó por niveles artificiales de 5 cm de espesor, recuperando cada uno de los umbos y todo otro material presente³. Esta metodología

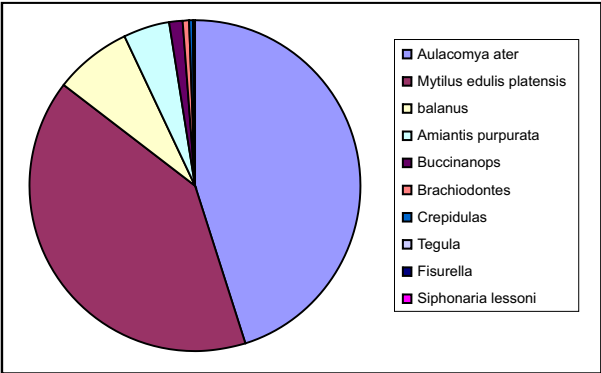


Figura 2. Saco Viejo - Individuos representados por especie

permitió detectar, tras el análisis de laboratorio, la presencia recurrente de otra nueva especie, *Buccinanops deformis*, como parte integrante también del conchero, con evidencia de quemado y por lo tanto, una alta probabilidad de que también haya sido consumida.

La composición de la muestra recuperada para el análisis de laboratorio también se detalla en la Tabla 1.

RESULTADOS MORFOMÉTRICOS

La Tabla 2 presenta los resultados de las mediciones efectuadas en cada muestra, detallando la media y la desviación estándar de las medidas de largo, ancho y espesor, por especie y por conchero, detallando en cada caso cuál fue el universo medido.

Las siguientes figuras muestran la distribución de frecuencias de tamaños de ALTO, comparando los diferentes concheros que presentan una misma especie.

Aulacomya ater							
Procedencia	ALTO		ANCHO		ESPESOR		especímenes medidos
	Media	Desv Est.	Media	Desv Est.	Media	Desv Est.	
Saco Viejo	5,70	0,93	2,99	0,55	1,09	0,20	67
BQ GPS 80	6.61	1,09	3,41	0,66	149,00	1,70	35

Mytilus edulis platensis							
Procedencia	ALTO		ANCHO		ESPESOR		especímenes medidos
	Media	Desv Est.	Media	Desv Est.	Media	Desv Est.	
Saco Viejo	3,84	0,51	1,88	0,23	0,81	0,10	63
BQ GPS 80	5,13	0,53	2,64	0,26	1,04	0,07	3
BQ GPS 37	5,74	0,97	2,90	0,35	1,14	0,35	18

Amiantis purpurata							
Procedencia	ALTO		ANCHO		ESPESOR		especímenes medidos
	Media	Desv Est.	Media	Desv Est.	Media	Desv Est.	
Saco Viejo	5,23	0,63	5,55	0,61	1,63	0,28	94

Tabla 2. Media y desviación estándar de ancho/alto/espesor por especie y sitio

3 Los demás tipos de evidencia presentes en la cuadrícula de excavación (artefactos líticos, restos óseos de pinnípedos, quelas de cangrejo, vértebras de pez, carbones, cáscara de huevo, etc) serán analizados por otros integrantes del equipo de investigación abocados a estas diferentes temáticas.

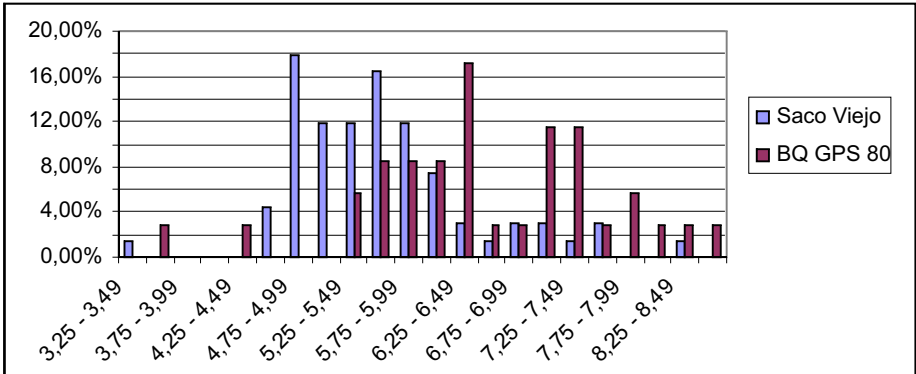


Figura 2. Distribución de tamaños de LARGO - *Amiantis purpurata*

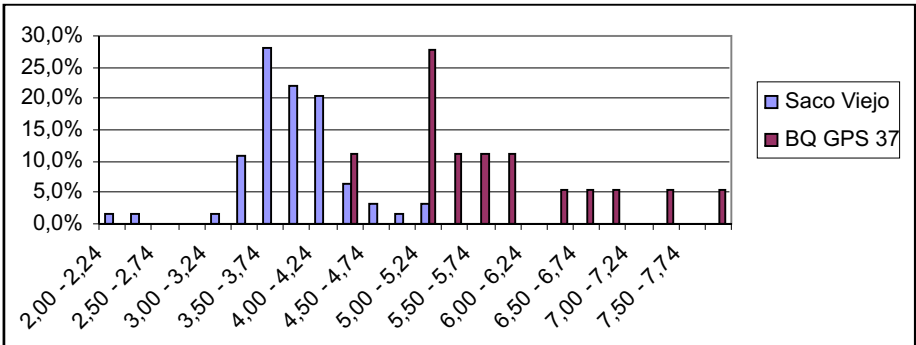


Figura 3. Distribución de tamaños de ALTO - *Mytilus edulis platensis*

DISCUSIÓN

Los tres ejemplos presentados difieren tanto en diversidad de especies representadas, como en las características morfológicas de las especies registradas al interior de cada muestra.

Cabría preguntarse entonces a qué se deben estas diferencias. Como primera medida debemos evaluar los problemas de sesgo proveniente de la técnica de muestreo. Podría pensarse que la diferencia observable en la diversidad de especies resulta de la diferencia en la metodología utilizada en cada caso. Sin embargo, las observaciones de campo, registradas en la libreta de campo no difieren mayormente de los resultados cuantificados. A excepción del reconocimiento de la importancia relativa de *Buccinanops* a partir del procesamiento de los materiales de excavación del conchero de Saco Viejo, que puede deberse a la ausencia previa de este molusco como parte de las especies consumidas presentes en el registro arqueológico.

En relación a las diferencias observables en las características morfológicas, debemos tomar recaudos antes de proponer una interpretación. El conchero excavado en Saco Viejo ha sido el que más especímenes ha proporcionado para la medición, al mismo tiempo no hubo preselección en el campo, sino que se recolectó todo lo que había en la cuadrícula de excavación. El conchero GPS 80 de Bajo de la quinta también aportado una numerosa cantidad de especímenes para la medición, pero presenta la falencia de no poder controlar qué proporción de muestra se está midiendo. Por ejemplo, las medidas tomadas a los especímenes de *Mytilus edulis platensis*, no pueden ser generalizadas a la generalidad de los mejillones de la cuadrícula, por el hecho de que solamente se pudieron medir 3 ejemplares de los 8 que se juntaron en el campo y, nuevamente, no conocemos ni la cantidad ni la proporción en que se presentan las distintas especies. Finalmente, los especímenes del conchero GPS 37 de Bajo de la Quinta

presentan la particularidad de tener un tamaño general grande, pero en un número relativamente pequeño de muestra. Las medidas de tamaño no son generalizables a la conchero del que proceden por las mismas causas expresada anteriormente.

Para finalizar, señalaremos una nueva línea de investigación que surge a partir de un trabajo conjunto con el Instituto de Biología Almirante Storni (San Antonio Oeste, Río Negro). Esta línea de trabajo permitiría diferenciar la procedencia de los especímenes de *Mytilus edulis platensis* en términos de su ubicación mesolitoral o infralitoral, a partir de las diferencias alométricas que presentan los individuos que viven en uno y otro sector (Morsan con. pers.).

No obstante estas limitaciones, los tres ejemplos sirven para destacar algunas lecciones, que permiten planificar nuevas estrategias de muestreo a futuro, como las que han sido implementadas al menos en parte de los concheros excavados en el último trabajo de campo realizado por el equipo en marzo de 2007.

AGRADECIMIENTOS

A los Dres. Favier Dubois y Borrela por permitir la realización de estos trabajos en la costa de Río Negro, como parte de su proyecto de investigación. A Gabriel Acuña por su colaboración en la excavación de los 3 concheros analizados en este trabajo. También a Federico Scartascini y Florencia Borella por su participación en la excavación del conchero GPS 80.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borella, F., C.M. Favier Dubois, S.L. Lanzelotti y M. Cardillo.

2004 “Proyecto Arqueológico en el Golfo San Matías (Río Negro). Primera etapa de las investigaciones”. En: *Actas del XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Río Cuarto, 20 al 25 de septiembre de 2004.

Bórmida, M.

1964 Arqueología de la costa Nordpatagónica. *Trabajos de Prehistoria* XIV. Madrid.

Claassen, C.

1998 *Sells*. Cambridge University Press, Cambridge.

Favier Dubois, C.M., F. Borella, L.M. Manzi, M. Cardillo, S.L. Lanzelotti, F. Scartascini, M. Carolina y E. Borges Baz

2005 “Aproximación regional al registro arqueológico de la costa rionegrina”. En: *Arqueología de la Costa Patagónica. Perspectivas para la Conservación*. Editado por Isabel Cruz y María Soledad Caracotche. Universidad de la Patagonia Austral y Secretaría de Cultura de la Provincia de Chubut.

Favier Dubois, C.M y F. Botella

2004 “Primeras consideraciones acerca de los procesos de formación del registro arqueológico en concheros del golfo San Matías (Río Negro). Trabajo presentado en el *XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Río Cuarto, 20 al 25 de septiembre de 2004.



PAUTAS METODOLÓGICAS PARA EL ANÁLISIS OSTEOMÉTRICO DE LAMA GUANICOE

Gabriela Lorena L'Heureux

CONICET (DIPA-IMHICIHU)

lorenalheureux@yahoo.com.ar

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo plantear las bondades y dificultades del análisis osteométrico de restos óseos de fauna procedentes de sitios arqueológicos. En particular, se dirigirá la discusión al análisis morfológico de Lama guanicoe, que es el mamífero grande con mayor representación en los sitios arqueológicos de Pampa y Patagonia.

Se expondrán pautas metodológicas para la realización del análisis métrico tradicional, enunciando los requerimientos mínimos que deben cumplir las muestras óseas arqueológicas para su incorporación en el análisis, como las condiciones que deben respetar las variables para brindar información métrica consistente.

Se presentará el caso de morfometría de huesos de guanaco de Patagonia meridional y Norte de Tierra del Fuego, realizado mediante una guía osteométrica adaptada a la anatomía del guanaco y diseñada en base a estándares osteométricos previos definidos para otros mamíferos y, en particular, para camélidos sudamericanos. Se expondrán y ejemplificarán las diferentes líneas de análisis potencialmente explotables a partir del análisis métrico de huesos de guanaco, y sus alcances y limitaciones en la interpretación arqueológica.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo plantear las bondades y dificultades del análisis osteométrico de restos óseos de fauna procedentes de sitios arqueológicos. Tal iniciativa surge al realizar una investigación arqueológica sobre la variación morfológica (tamaño y forma) de restos óseos apendiculares de guanaco (*Lama guanicoe*) procedentes de diferentes sitios arqueológicos de Patagonia austral continental y norte de Tierra del Fuego (L'Heureux, 2007).

A pesar que el objeto de estudio que genera esta propuesta está representado por muestras óseas de una sola especie: el guanaco, la misma es extensible a otros mamíferos representados en contextos tanto arqueológicos como paleontológicos. La metodología de análisis que se propone es planteada para un análisis osteométrico de tipo tradicional, donde la totalidad de las medidas son obtenidas mediante el uso de instrumental de medición adecuado: pe. calibre vernier de 0,01 mm de precisión, tabla osteométrica, cinta métrica, etc. y relevadas por un único observador.

Al aplicar una técnica morfométrica sobre restos óseos de arqueofauna, en última instancia lo que se pretende evaluar es el tamaño y la forma de los huesos de los animales estudiados para realizar diferentes inferencias e interpretaciones evolutivas, adaptativas o paleoecológicas a nivel biológico, arqueológico o paleontológico. Por esto, resulta imprescindible contar con algunas pautas metodológicas a la hora de encarar el análisis osteométrico, que puedan controlar las limitaciones inherentes del análisis morfológico y potenciar los alcances y aportes de este tipo de investigación.

ANÁLISIS OSTEOMÉTRICO EN ZOOARQUEOLOGÍA. ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

1 Antecedentes de la investigación morfométrica en arqueología

El análisis métrico en arqueofauna es una de las vías de análisis más fructíferas y prósperas de las últimas décadas (pe. *Animal Bone Metrical Archive Project*, University of Southampton (ABMAP), 2003, Lyman, 2004a,b, Reitz y Ruff, 1994, Weinstock, 2002, Zeder, 2001, etc.). En general, se cita esta vía de análisis ponderando sus cualidades (una mejor explotación de la información recopilada, debido a las condiciones que brinda el uso de variables continuas en

la aplicación de análisis estadísticos y su posterior evaluación), y en la formulación reiterada, aunque limitada, de técnicas y metodologías de análisis (Davis, 1996, Kent, 1990-92, Meadow, 1999, Reitz y Cordier, 1982, Simpson *et al.*, 1960, Uerpmann, 1982, Vigne *et al.*, 2004).

La información biométrica generada a partir de estudios morfométricos tradicionales, es explotada en diferentes líneas de trabajo dentro de los estudios arqueofaunísticos. Los principales tópicos desarrollados por estos tipos de análisis son:

- Diferenciación taxonómica: separación de elementos de género y especies muy semejantes morfológicamente entre sí
- Diferenciación de especies domésticas y salvajes: reconocimiento de estados originales en la domesticación de animales
- Estimación del tamaño total del animal: estudios predictivos a partir de los elementos óseos del extremo delantero
- Estimación sexual: separación individuos machos y hembras en especies dimórficas
- Estimación de la edad: separación de individuos inmaduros en diferentes estadios o clases de edad
- Variación temporal: identificación de patrones diferenciales en el tamaño y la forma a través del tiempo
- Variación espacial: identificación de patrones latitudinales distintivos clines
- Relaciones filogenéticas

De las diferentes líneas de trabajo con datos métricos en arqueofauna arriba enunciadas, pocas han sido explotadas exhaustivamente en Sudamérica. Los trabajos de osteometría en fauna de sitios arqueológicos en el Cono Sur y en nuestro país, se han focalizado principalmente en la evaluación de los procesos de domesticación e identificación de las diferentes especies de camélidos en sitios arqueológicos. En menor medida se han desarrollado los estudios de reconstrucciones filogenéticas, basados en el análisis de variables continuas de especímenes arqueológicos y paleontológicos y de variación morfométrica temporal y espacial de los tamaños de guanacos.

En adelante se presentan los requerimientos mínimos que deben respetar las muestras óseas arqueológicas para su incorporación en el análisis, tales como las condiciones que deben cumplir los huesos o las variables a medir para brindar información osteométrica válida y consistente.

2 Elementos óseos arqueológicos medibles

El conjunto óseo a analizar se compone de diferentes huesos en distintos estado de conservación y fragmentación. Estos factores afectan las estimaciones de las medidas, por esto, antes de medir los huesos deben ser evaluadas diferentes variables para posteriormente seleccionar aquellos elementos postcraneales que resulten métricamente más confiables.

2.1 En primer lugar, se deben seleccionar los especímenes óseos de los conjuntos zooarqueológicos para ser medidos de acuerdo con:

- el elemento: priorizando las epífisis de huesos largos y huesos del autopodio si se trata del esqueleto apendicular.
- el grado de fusión de las epífisis: si no se está analizando el tamaño con relación a la edad, los elementos deben estar completamente fusionados.

2.2 Posteriormente, debe evaluarse el estado de conservación del material y su grado de completitud. En este punto hay que prestar principal atención a la historia depositacional de los conjuntos, observando:

- el grado de meteorización. Se deben incorporar sólo elementos con baja meteorización:

grados 0 o 1 (escala de Behrensmeier, 1978).

- otras variables tafonómicas de importancia que afectaran la validez y utilidad de las medidas obtenidas. Los huesos a medir no deben presentar determinadas modificaciones postdepositacionales tales como: alteración térmica, exfoliación, acción de carnívoros y actividad de roedores en las superficies donde se ubican los puntos osteométricos.

La presencia de fracturas antrópicas y/o naturales puede no condicionar las medidas cuando la sección del hueso a medir se encuentre presente y cumpla con los requisitos antes señalados. Es de tener en cuenta que el material arqueológico se encuentra casi completamente fragmentado por agentes naturales y/o antrópicos, a excepción de algunos huesos del autopodio que se pueden hallarse completos.

3 Selección de las variables morfométricas

Anteriormente se mencionaron las condiciones que deben cumplir las muestras óseas arqueológicas para que sean consideradas “medibles”. En este punto se comentan los requerimientos mínimos que deben cumplir las variables medidas para que provean un cuerpo de información métrica consistente, y así puedan optimizarse los datos en un posterior análisis estadístico.

En principio hay que tener en cuenta que si no se cuenta con una guía de medidas estandarizadas y probada de la especie o género a medir, debe construirse una con la información bibliográfica disponible. Por ejemplo, para realizar el trabajo de medición de elementos óseos de guanaco se elaboró una guía osteométrica adaptada a la anatomía del guanaco, diseñada en base a estándares osteométricos previos definidos para otros mamíferos (pe. Bedford, 1974, Davis, 1996, Von den Driesch, 1976, Speth, 1983) y, en particular, para camélidos sudamericanos (Kent, 1982, Menegaz *et al.*, 1988). En este caso las mediciones seleccionadas estuvieron dirigidas a explotar la información contenida en las epífisis de los huesos largos, debido a que estos segmentos son los que se hallan predominantemente en el registro arqueológico y, que además, brindan una valiosa información osteométrica.

Una vez seleccionado el set de variables a utilizar, éstas deben ponerse a prueba en una primera instancia de medición y ser seleccionadas de acuerdo con su grado de confiabilidad. El grado de confiabilidad se define como el producto de la combinación de una serie de características que deben cumplir dichas variables:

3.1 una buena definición de la variable

3.2 indicaciones claras de los puntos osteométricos a medir (en una referencia escrita descriptiva y en una referencia o soporte gráfico complementario)

3.3 baja dificultad general en la obtención de la medida

3.4 bajo índice de error intraobservador generado en las repeticiones de la medida

Con respecto al último punto mencionado (**3.4**), debe comentarse que las variables continuas o discretas relevadas presentan diferentes fuentes de variación. Parte de ellas resultan relevantes para diferentes tipo de estudios en arqueología, por ejemplo, microevolutivos, espaciales o artefactuales. En cambio, otras fuentes de variación no son relevantes para tales fines. Las primeras se refieren a las variaciones inherentes al objeto de estudio y las segundas a las variaciones generadas por el sujeto observador en el acto de medición: Error de Observación.

El error de observación puede ser generado por la participación de dos o más observadores (Error Interobservador), o por las diferencias intrínsecas inherentes el acto de medir realizadas por un mismo sujeto (Error Intraobservador). Este último refleja las diferencias producidas por las modificaciones en los instrumentos utilizados, las variaciones en el ambiente en el que se llevan a cabo las observaciones, y el error de medición generado por una mala definición o interpretación de las variables y/o la redefinición de las mismas a través del tiempo, etc.

Si se descarta la presencia de errores introducidos por la participación de otros observadores, debe realizarse un minucioso análisis del error intraobservador (EIO) como forma de controlar y conocer esta fuente de variación y su posible interferencia en la resolución de los resultados obtenidos y en la generación de inferencias a partir de los mismos. El EIO puede analizarse mediante un análisis de varianza (ANOVA modelo II, *two way*, Yezerinac *et al.*, 1992) y la estimación del Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI, McGraw y Wong, 1996). El CCI se emplea como estimador de la estabilidad de las mediciones a través del tiempo y/o la variación parcial debida a otras fuentes (pe. variaciones en el contexto y definición en la medición).

Estos análisis de EIO permiten identificar aquellas variables en las que se registra un bajo ICC y sus causas. De acuerdo con ello pueden eliminarse las variables poco confiables ($ICC > 0,95$) y ajustar las restantes obteniendo de esta manera una información métrica más consistente (Figura 1).

Luego de realizar el examen de los puntos 2 y 3, se procede a obtener y registrar todas las medidas posibles en cada uno de los elementos seleccionados. Los datos obtenidos se almacenan en una base de datos diseñada especialmente.

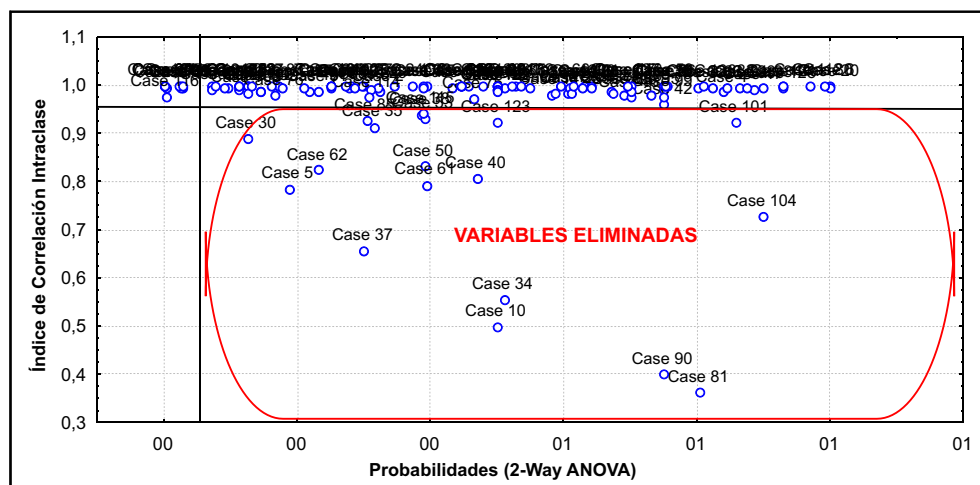


Figura 1. Ejemplo de la evaluación del error intraobservador

4 Análisis estadístico aplicado

Una vez verificados los requisitos que deben cumplir los huesos para ser incluidos dentro del grupo de “medibles” y ser analizadas con el set de medias seleccionadas, puede iniciarse el análisis estadístico dirigido a evaluar el comportamiento morfológico de las muestras zooarqueológicas. En principio, debe mostrarse que los datos continuos obtenidos superan los supuestos de normalidad requeridos para utilizar una estadística paramétrica. A estos datos pueden aplicarse tanto análisis univariados como análisis multivariados para inspeccionar los patrones asociados con el tamaño y con las formas de los huesos: pe. ANOVA; Análisis de Componentes Principales (PCA); Análisis Discriminante (DA); Cluster Jerárquico o Análisis de Conglomerados (IC), y Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS), entre otros.

La morfometría es el estudio estadístico de la covariación entre la forma biológica y sus factores causales (Bookstein, 1991). Los atributos de tamaño y de forma se encuentran inextricablemente ligados en la morfología de cualquier objeto u organismo. Si tomamos un set de medidas de distancia entre dos puntos en un elemento, la variable tamaño será la suma de la totalidad de esas medidas. Por otro lado, la forma es toda la información geométrica invariante ante los efectos de rotación, tamaño y posición del objeto (Kendall, 1977). Existen

dificultades metodológicas en los métodos biométricos clásicos (pe. morfometría tradicional) para deslindar los efectos de la forma de la variable tamaño en el análisis estadístico. Una de las soluciones se presenta con la estandarización de los datos: a partir de este procedimiento todos los valores son llevados a una misma escala, quedando como resto las dimensiones que pueden ser consideradas como variables de forma. Otra de las soluciones es que al realizar un Análisis de Componentes Principales (PCA), se considere el primer componente principal como la variable del tamaño alométrico. Por esto, al evaluar las modificaciones de tamaño es importante aclarar previamente si se utilizan los datos “crudos”, sin ningún tratamiento, y que al inspeccionar los aspectos asociados con la forma del hueso se consideran los datos estandarizados para eliminar el “efecto tamaño”.

CONSIDERACIONES FINALES

En este trabajo se pretendió exponer brevemente las diferentes líneas de análisis potencialmente explotables a partir del análisis métrico de elementos óseos postcraneales procedentes de sitios arqueológicos, y sus alcances y limitaciones en la interpretación arqueológica. Para esto se enumeraron una serie de pautas y requerimientos básicos que deben cumplir los huesos para ser medidos y las variables para brindar información consistente. Estas, aunque parecen evidentes, no siempre son tenidas en cuenta al afrontar un estudio osteométrico dentro de las ciencias correccionales (pe. arqueología), y resultan imprescindibles ya que se conoce que no todas las muestras y no todos los huesos que la componen son potencialmente utilizables para ser medidos y no todas las medidas que un observador puede obtener resultan óptimas para ser analizadas estadísticamente.

Debe señalarse que la información morfológica es inherentemente ambigua, dado que la variación en las dimensiones óseas observadas a partir de la aplicación de diferentes técnicas morfométricas puede responder a diversas causas, que no siempre se encuentran relacionadas entre sí. Por esto es imprescindible realizar la evaluación previa de las muestras a medir y de las variables osteométricas a utilizar para obtener un cuerpo de datos robusto y consistente. No esta demás reiterar que en todo trabajo científico que considere la medición de una o más variables, de N cantidad de objetos a través de tiempo, es imprescindible la realización de estudios previos y paralelos de Error de Observación, principalmente cuando los resultados obtenidos de estos estudios son materia de tratamiento estadístico con el objeto de obtener resultados predictivos (ciencias experimentales) o explicativos (ciencias correlacionales).

Por último, es importante comentar que debido al tamaño y naturaleza de las muestras arqueofaunísticas, que suelen ser pequeñas, no se pueden esperar que los resultados de cada análisis en particular sean extremadamente robustos en términos de inferencia estadística. Lo que en realidad se espera es que, en conjunto, los mismos muestren un grado de consistencia en términos de tendencias generales con significado biológico y arqueológico, que permitan tomar decisiones respecto de la aceptación o rechazo de las hipótesis consideradas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bedford, J.N.

1974 Morphological variation in bison metacarpals and metatarsals. En *The Casper Site: A hell gap bison kill on the high plains*, editado por G. Frison, pp. 199-240. Academic Press, New York.

Behrensmeyer, A.K.

1978 Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology* 4:150-162.

Bookstein, F.L.

1991 *Morphometrics tools for landmark data: geometry and biology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Davis, S.J.M.

1996 Measurements of a group of adult female shetland sheep skeletons from a single flock: a baseline for zooarchaeologist. *Journal of Archaeological Science* 23:593-612.

Kendall, D.G.

1977 The statistics of shape. En *Interpreting multivariate data*, editado por V. Barnett, pp. 75-80. Wiley, New York.

Kent, J.D.

1982 The Domestication and Exploitation of the South American Camelids: Methods of Analysis and their Application to Circum-lacustrine Archaeological Sites in Bolivia and Peru. Tesis Doctoral inédita, St. Louis, Washington University.

1990-92 Pastoreo de camélidos y sedentarismo en los Andes. *Arqueología Contemporánea* 3:21-37.

L'Heureux, G.L.

2007 El estudio arqueológico del proceso coevolutivo entre las poblaciones humanas y las poblaciones de guanacos en Patagonia Meridional y Norte de Tierra del Fuego. En prensa en *British Archaeological Reports (BAR)*, Oxford.

Lyman, R.L.

2004a Late-Quaternary diminution and abundance of prehistoric bison (*Bison* sp.) in eastern Washington state, USA. *Quaternary Research* 62:76-85.

2004b Prehistoric Biogeography, abundance, and phenotypic plasticity of elk (*Cervus elaphus*) in Washington State. En *Zooarchaeology and conservation biology*, editado por R. L. Lyman y K. P. Cannon, pp. 136-163. University of Utah Press.

Meadow, R.H.

1999 The use of size index scaling techniques for research on archaeozoological collections from the Middle East. En *Historia animalium ex ossibus, festschrift für Angela Von den Driesch. Beiträge zur päläoanatomie, archäologie, ägyptologie, ethnologie und geschichte der tiermedizin*. Editado por C. Becker, H. Manhart, J. Peters y J. Schibler, pp. 285-300. Rahden/Westf.

Menegaz, A., M.C. Salemme y E. Ortiz Jaureguizar

1988 Una propuesta de sistematización de los caracteres morfométricos de los metapodios y las falanges de *Camelidae*. En *De procesos, Contextos y otros Huesos*, editado por N. Ratto y A. Haber, pp. 53-64. FFyL-UBA, Buenos Aires.

Mcgraw, K.O. y S.P. Wong

1996 Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological Methods*, 1(1):30-46 (Corrección: 1(4):390).

Reitz, E. y D. Cordier

1982 *Use of allometry in zooarchaeological analysis*. Paper presented to the IVth International Congress of Archaeology, London.

Reitz, E.J. y B. Ruff

1994 Morphometric data for cattle from north America and the Caribbean prior to the 1850s. *Journal of Archaeological Science* 21:699-713.

Simpson, G., A. Roe y R.C. Lewontin

1960 *Quantitative zoology*. NY: Harcourt Brace, New York.

Speth, J.D.

1983 *Bison Kills and Bone Counts. Decision Making by Ancient Hunters*. Prehistoric Archaeology and Ecology. Serie editada por K.W. Butzer y L.G. Freeman. University of Chicago Press.

Uerpmann, H.P.

1982 IV: Faunal remains from Shams ed-Din Tannira, a Halafian site in northern Syria. *Berytus* XXX:3-52

Vigne, J.D., O. Bignon, C. Callou, T. Cucchi, M. Mashkour, M. Baylac y J.C. Auffray

2004 Geometries morphometries: ex of archaeozoological application and perspectives. 26th Mini Simp What is the hottest in zooarchaeological science right now?. Ancient DNA, stable isotopes and trace fossils. Carlsberg Academy Denmark, Univ of Copenhagen.

Von Den Driesch, A.

1976 Guide to the measurement of animal bones from archaeological sites, *Peabody Museum Bulletins* (1). Harvard University.

Weinstock, J.

2002 Reindeer hunting in the Upper Paleolithic: sex ratios as a reflection of different procurement strategies. *Journal of Archaeological Science* 29:365-377.

Yezerinac, S.M, S.C. Loughheed y P. Handford

1992 Measurement error and morphometric studies: statistical power and the effect of observer experience. *Systematic Biology* 41:471-482.

Zeder, M.

2001 A metrical analysis of a collection of modern goats (*Capra hircus aegargus* and *C. h. hircus*) from Iran and Iraq: implication for the study of caprine domestication. *Journal of Archaeological Science* 28:61-79.



AL PELO: LA UTILIZACION DE FIBRAS DE CAMELIDOS, PARA LA CONFECCION DE MATERIALES TEXTILES. ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PUNA MERIDIONAL ARGENTINA)

Andrés Sebastián Romano

Instituto de Arqueología y Museo (IAM) Facultad de Cs. Naturales (UNT)
aromano@argentina.com

RESUMEN

Por lo que sabemos hasta el momento los materiales textiles hallados en los contextos arqueológicos de nuestro actual territorio Argentino, y especialmente en el NOA, muestran un proceso de producción que comenzó hace ca. 10.000 años AP y que en algunas regiones continúa hasta la actualidad. Este proceso de manufactura textil, implica el dominio y la interrelación de diversas técnicas, materiales y materias primas, para la obtención del producto final deseado.

Ahora bien, a pesar que las materialidades textiles fueron ampliamente abordadas por distintos investigadores y en relación a múltiples líneas de análisis, la elección de la materia prima utilizada para la confección de estas tecnofacturas es un tema muy poco desarrollado en la mayor parte de los trabajos sobre textilería. En este sentido, trataremos de abordar lo que consideramos un punto clave e irreversible en el proceso constructivo de estas materialidades vale decir, la obtención, selección y tratamiento de los vellones.

El presente análisis se plantea a partir del estudio microscópico de las fibras animales, procedentes de un conjunto de piezas textiles recuperadas en la estructura 2 del sitio Punta de la Peña 9 (PP9), de la microregión de Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Argentina). El sitio PP9 ha sido interpretado como una base residencial de actividades múltiples, con una ocupación prolongada entre ca. 2000 a 500 años AP y el contexto de recuperación de las piezas textiles fue interpretado como un depósito funerario que presenta un fechado radiocarbónico de 1460 +/- 40 años AP.

*En este análisis se parte del supuesto que existió un empleo pautado de dichas fibras, seleccionándose los vellones utilizados para la realización de los hilados, a partir de la gran variabilidad que estos presentan, en relación a: diferencias a nivel de “distintas especies” de camélidos aprovechados (silvestres- domésticos); variabilidad intra-especies, “regiones topográficas” de cada animal (panza; lomo; cogote; patas delanteras y traseras) y distintos “tipos” de llamas (*Lama glama*), relacionados con algún patrón productivo específico, en función de un beneficio económico esperado. A partir de la variabilidad observada en el análisis microscópico de las fibras se plantea la necesidad de este tipo de determinaciones en las tecnofacturas textiles para entender el rol desempeñado por la selección de los distintos tipos de fibras, como parte de la estrategia de transformación de la materia prima en una materialidad textil. Esta selección relacionada con el color; el grosor; características internas y el tipo de fibras (primarias y secundarias) podría responder a requerimientos tanto estéticos como técnico- estructurales, o de resistencia-tensión de las fibras, en función del tipo de pieza y de la función que cumplan dentro de las distintas piezas textiles analizadas, en tanto, formen parte de elementos estructurales (urdimbres tramas) o superestructurales (costuras). Este tipo de análisis planteado nos permitirá correlacionar, en las muestras arqueológicas, ciertos patrones en el uso del recurso fibra observados en la actualidad. Abordando lo que entendemos como tecnología textil en términos amplios, es decir, toda la gama de actividades involucradas desde la adquisición de las materias primas, la manufactura y hasta la obtención del producto terminado.*

INTRODUCCIÓN

Hasta el momento los materiales textiles hallados en el actual territorio Argentino, y especialmente en el NOA, muestran un largo proceso de producción que comenzó ca. 10000 AP y que

en algunas regiones continúa hasta la actualidad. Este proceso de manufactura textil implica el dominio y la interrelación de diversas técnicas, equipamientos técnicos y “*materias primas*” para la obtención del producto final deseado (Rolandi de Perrot y Nardi, 1978, Renard, 1999). En este sentido, las materialidades textiles presentan una larga historia de producción e investigación ya que desde comienzos de la década del 60’ estas materialidades son abordadas científicamente - desde líneas de análisis muy diversas y por un gran número de especialistas. No obstante esto, haciendo una revisión sobre la producción científica escrita sobre textilera, se puede advertir que la identificación taxonómica de las materias primas utilizadas para la confección de los tejidos es -salvo contadas excepciones- un tema escasamente desarrollando en profundidad¹. En la mayoría de los ejemplos vemos que este tipo de designaciones remiten simplemente a “fibras o lana de camélidos” en forma general. En la medida que se especifica una especie particular de camélido, esta determinación se hace apoyándose exclusivamente en el “color” de las fibras, atributo que como plantean algunos autores, trae aparejado algunos inconvenientes para determinaciones taxonómicas, sino se correlaciona con otros indicadores como el grosor de la fibra (Reigadas 1995).

A partir de lo expuesto, se puede advertir que la caracterización de las materias primas que conforman las materialidades textiles es un tema escasamente abordado. Minimizando de esta forma la gran gama de fibras presentes en los pelajes de los distintos camélidos, diversidad seguramente aprovechada por las/os tejedoras/res al momento de producir un tejido, en respuesta a requerimientos técnicos; estéticos; de tensión; de disponibilidad y porque no también simbólicos.

En este sentido, es que abordamos en este trabajo la caracterización de las materias primas utilizadas para la confección de un conjunto de piezas textiles, a partir del estudio microscópico de las fibras animales que conforman estas tecnofacturas.

Las muestras analizadas proceden de un conjunto de piezas textiles presentes durante momentos formativos, en el sitio Punta de la Peña 9 (en adelante PP9) microregión de Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Argentina). Para de esta forma avanzar sobre lo que consideramos la primera etapa de la producción de un tejido, vale decir, la selección de las materias primas utilizadas para su confección.

PUNTA DE LA PEÑA 9: EL CONTEXTO DE RECUPERACIÓN DE LA MUESTRA TEXTIL

Dentro de lo que ha sido definido por Aschero (1988) como “Microregión de Antofagasta de la Sierra” (ver Figura 1) ubicada en el ángulo noroeste de la provincia de Catamarca se encuentra el sitio Punta de la Peña 9 (en adelante PP9). Este sitio consta de una serie de estructuras arquitectónicas, ubicadas en el sector medio del curso del río Las Pitás, hacia la margen sur del mismo. De estas estructuras es de la Estructura 2 (E2)², de donde provienen el conjunto de materiales textiles analizados. (López Campeny, 2000, 2001 MS). El contexto de donde provienen dichas las piezas textiles, ha sido identificado como una tumba con un fechado radiocarbónico, que ubica este evento temporalmente en el 1460 +/- 40 años AP, corregida 1480 (López Campeny, 2000). Para el caso particular de la fauna de PP9, la muestra se presenta con un alto grado de fragmentación, debido a esto el porcentaje de especímenes identificados es de un 20% del total de la muestra. Sin embargo, el predominio del camélido es

1 Entre los trabajos mencionados los podemos separar según como denominan la materia prima en: “camélido” o “Fibras animales o fibras de Camélidos” (Oakland, 1994, Sinclair Aguirre, 1997, Conklin y Conklin, 1996, Renard, 1999). “Lana o Lana de Camélido” y que en algunas ocasiones se especifica de que especie se trataría, utilizando como variable para la determinación el color de las fibras (Rolandi de Perrot y Nardi, 1978, Rolandi de Perrot y Pérez de Micou, 1985, Rolandi de Perrot, 1979, 1992). Otros autores por su parte denominan a las materias primas como “Lana de Auquénido” (Ulloa, 1974).

2 Sus coordenadas geográficas son: 26°01’616’’ Lat. Sur y 67° 20’513’’ Long. Oeste, y con una altitud de 3620 msnm. (López Campeny 2000).

claro. Se cuenta para el sitio con la presencia de vicuña y llama, un dato que es importante remarcar es que perfil etario de la muestra refleja un amplio predominio de individuos adultos (entre un 65/70%) por sobre los juveniles y neonatos (López Campeny *et al.*, 2005).

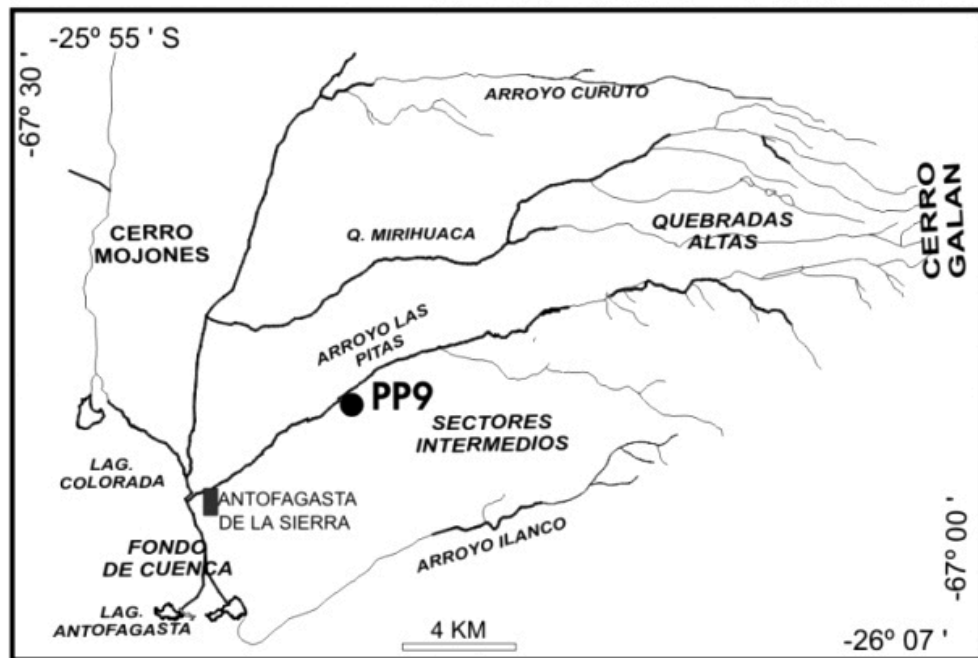


Figura 1. Detalle de la ubicación del sitio Punta de la Peña 9. Tomado y modificado de (López Campeny *et al.*, 2005)

DESDE LAS FIBRAS Y HASTA LAS PRENDAS...BREVES CONSIDERACIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN TEXTIL

La cadena de operaciones que se suceden en el transcurso de la producción de un textil - que va desde la obtención de los vellones y hasta el producto terminado - se suceden una serie de estrategias; decisiones y acciones en donde la diversidad presente en las fibras/vellones animales (diferencias dadas entre las distintas especies de camélidos y/o intra específica) es de substancial importancia.

Comenzaremos por explicitar que entendemos por materialidad “textil”, tenemos que aclarar que lo hacemos en una forma amplia y sin entrar en discusión sobre cuestiones idiomáticas que complejizan la definición de este tipo de materiales³. En su acepción más amplia en idioma español, según Fung (2002) se define como textil a: cualquier materia flexible que puede tejerse, a partir de una estructura lograda por la interacción (por enlazado, anillado, anudado, entrelazado, entretorcido, entrecruzado, trenzado, entre otros) de elementos individuales, en pares o formando juegos. (Fung, 2002). De esta definición de textil se desprende que otro concepto fundamental para el estudio de las construcciones con fibras es el de “estructura” textil, que de acuerdo con Emery (1966) se define sobre la base de las relaciones numéricas entre los elementos individuales y espaciales de qué manera estos interactúan. Mientras que la técnica se refiere a los procedimientos empleados en la manipulación de estos elementos para conformar la estructura resultante. En cuanto a los elementos que conforman una estructura textil tenemos por un lado, las urdimbres que constituyen los elementos fijos de

³ Para mayores detalles en el tema, ver Fung (2002).

la estructura del tejido y los elementos de tramas que son móviles. En el caso de presentar más cantidad de hilos de urdimbre, por sobre los hilos de trama decimos que el tejido se clasifica como “faz de urdimbre” y en el caso contrario de tener mayor cantidad de tramas por sobre urdimbres decimos que es “faz de trama”. Este punto es importante porque cada elemento como vemos cumple un rol específico dentro de la estructura del tejido. Las urdimbres como elementos visibles y como soporte de la estructura de la pieza, sobre las cuales recaen las tensiones producidas durante su confección. Las tramas como elementos móviles, están sometidos a una menor tensión y en la mayoría de los textiles aquí presentados conforman los elementos ocultos de la pieza. En tanto los elementos denominados “superestructurales” corresponden a los que no forman parte de la estructura de la pieza como pe, las costuras, flecos, adornos, etc.

Llegados a este punto es imperioso aclarar que cuando nos referimos a las distintas etapas en la confección de las tecnofacturas textiles, comenzamos nuestro análisis de forma arbitraria, a partir de la obtención de los vellones. Pero no dejamos de considerar como importantes a las fases previas. En relación con el manejo productivo de los rebaños de camélidos, con el énfasis puesto en la producción de fibras específicas para la confección de ciertas tecnofacturas textiles.

Así cuando Palacios (1988) se refiere a la tecnología del pastoreo andino, en relación al empadre de animales dentro de un rebaño, nos da un ejemplo claro del manejo en relación a la búsqueda de fibras específicas:

“Esta es la oportunidad que aprovechan los pastores para hacer una selección genética de sus animales: así colocan como sementales sólo aquellos animales machos considerados más fuertes, grandes, del color preferido /.../ que tengan lana abundante y que esta sea de buena calidad” (Félix Palacios, 1988: 91).

Ahora bien, para emprender la confección de una tecnofactura textil lo primero que debemos tener en cuenta es la materia prima a utilizar, se denomina a este paso como *obtención del vellón*: la lana se puede obtener mediante la esquila de animales en pie o de cueros según el caso, de las llamas puede provenir de cualquiera de las dos formas mencionadas, en cambio, siempre que se trate de vellones procedentes de especies silvestres de camélidos (guana-co/vicuña) esta es obtenida de los cueros ya que no se registran para esta zona y menos aún para momentos formativos - episodios de captura-esquila de animales silvestres como los planteados para el manejo de vicuñas (en Vilá, 2006 editora).

Una vez separados los vellones según el color y la región del animal a la que correspondan (fibras más finas/homogéneas en el lomo y gruesas/heterogéneas en las patas), se procede a la limpieza de los mismos, mediante la cual se retiran de forma manual y mecánica todas las impurezas y contaminantes vegetales, animales y minerales que estas posean, esta tarea se realiza con antelación al hilado de la lana.

Luego se procede a la *selección de las fibras para el hilado*, llegado a este punto estas se seleccionan y se someten a distintos procedimientos según, el destino final de uso de los hilos sean para sogas; cordeles; tejidos de telar.

Sogas: para la confección de las sogas se emplean los vellones procedentes del bordel (panza, cogote, patas delanteras, traseras y garras) se quitan con la mano las fibras primarias de mayor grosor (cinao cerda) y se la mezcla con vellones completos de la misma región corporal, este procedimiento se conoce como componer la lana. El hilo resultante es muy fuerte y muy apto para soportar grandes tensiones (Reigadas, 1996).

Cordeles: en la realización de estas tecnofacturas se utilizan las fibras procedentes de las patas traseras, delanteras y las garras, la composición de la lana en estos casos no solo es de cina, sino de desmote. (Reigadas, Op. cit.). A partir de dicho procedimiento se eliminan las fibras que por su mayor exposición al sol y el agua y que por tal, se encuentran más decoloradas, el hilo resultante es más delgado y de mayor calidad estética que el utilizado para la confección de sogas.

Tejidos: en el caso de los hilos destinados a formar parte de tejidos, la región corporal más ampliamente utilizada es el lomo (donde se dan los valores de grosor más homogéneos). Se efectúa la composición de la lana de cina y desmote (Reigadas, Op. cit.) las fibras que así se obtienen son las denominadas secundarias, más delgadas, descartando el producto de la composición (fibras primarias más gruesas). Este procedimiento se debe en parte a los vellones de los camélidos no solo tienen fibras finas, sino que contienen también fibras bastas o gruesas que pueden llegar a producir un efecto de picazón o “prickle” en contacto con la piel obligando a separar las fibras primarias (gruesas) o descender los vellones. El hilo resultante se conoce como “*Hilado*” y con ellos se arman las madejas para el tejido.

Como siguiente paso se efectúa el *hilado de los vellones* este procedimiento se realiza también, a través, de distintas técnicas y utilizando distintos equipamientos, en función del hilado que se requiera, cada uno con distintas características de torsión; tensión; número de cabos relacionados con la tecnofactura final de la cual formen parte. En el caso de requerir hilos que vayan a soportar grandes tensiones como los que forman parte de una sogá, presenta mayor cantidad de cabos y el procedimiento de hilado se realiza con huso y tortero. Para hilos que formen parte de cordeles se utiliza huso pero sin tortero y la cantidad de cabos es menor, y los hilos que sean destinados a tejidos el número de cabos que se unen son menos que en los cordeles, obteniendo de esta forma hilados más delgados y suaves. En este caso se puede observar una clara selección de las fibras dejando las de menor calidad para la conformación de las partes menos vistosas del tejido. Es en esta misma línea argumentativa que podemos citar la utilización de hilos de dos colores llamados “moliné” y que por lo general son los que forman parte de los elementos ocultos en un tejido. En contrapartida, podemos decir que los hilados de mejor calidad pasan a conformar los elementos visibles de un tejido.

UNA CARACTERIZACIÓN DE LOS CAMÉLIDOS, EN RELACIÓN A SUS FIBRAS

En cuanto al grosor de las fibras, podemos observar que la Vicuña (*lama vicugna*) presenta un bimanto bien definido, compuesto por una gran cantidad de fibras delgadas de hasta 25μ (80% del total). Una casi total ausencia de fibras intermedias y un bajo porcentaje de pelos gruesos, con valores que se agrupan entre las 6676μ . Es decir; encontramos fibras delgadas muy finas, ausencia o muy baja presencia de fibras intermedias y pelos gruesos no tan gruesos y en bajas cantidades.

Por su parte, en el Guanaco (*lama guanicoe*) las frecuencias de las fibras delgadas disminuyen registrándose hasta en un 70% de las observaciones, con valores cercanos a las 26μ . Las fibras intermedias se encuentran más representadas que en el caso de las vicuñas y un 20% se corresponde con los pelos gruesos, en este caso de mayores micronajes. Vale decir; tenemos fibras delgadas no tan delgadas y tendiendo hacia valores límites con respecto a las intermedias. Estas últimas algo más representadas y con pelos gruesos más gruesos que en la vicuña.

En la Llama (*lama glama*) faltan los pelos muy gruesos y las fibras muy finas características de las otras especies silvestres. En su lugar nos encontramos con una homogeneización en torno a los valores medios⁴, que la diferencian de la Vicuña donde estos están completamente ausentes. Dentro de los valores medios entre $46-56\mu$ encontramos sus valores excluyentes, que no coinciden con la lanilla o pelos de Vicuña y Guanaco (Reigadas, 1995).

Otra característica utilizada para la caracterización de estas distintas especies, en relación a sus fibras, es la médula, que en combinación con el grosor de las fibras sirven para determinaciones taxonómicas de las muestras. Para la médula se considera, en primer término su

⁴ Ryder en 1973 plantea que el desarrollo de la domesticación produce cambios en la estructura del vellón donde las fibras más gruesas se tornan más delgadas, conformando así, una fibra intermedia y, a su vez, las fibras finas se tornan más gruesas. Estrechando el abanico de grosores presentes en las fibras de la llama (Reigadas, 1995: 155).

presencia/ausencia y en el caso de estar presente se consigna que tipo de médula es: fragmentada, continua, discontinua⁵. Como así también, se calculan los parámetros correspondientes al Porcentaje Total de fibras Meduladas (PMT) e Índice de Medulación (IM). Este último se refiere a cual es la porción que la médula ocupa dentro de la fibra.

Con respecto a las distintas especies de camélidos podemos decir que: el PMT registrado para Vicuña llega a un 40% para los cuartos, paleta y cogote y a un 60 % en el costillar. El IM es siempre alto de entre 0.80-9. Las fibras delgadas presentan médulas fragmentadas y en los pelos muy gruesos medulación continua. En especímenes de Guanaco podemos observar PMT muy altos, cercanos al 90-100 % de sus fibras. El IM va de 0.40-7 para el lomo y de 0.70-9 para las patas, tanto delanteras como traseras. El tipo de medulación de las fibras medias y gruesas es continua y discontinua, mientras que los tipos fragmentada y discontinua se encuentran representados, en sus fibras delgadas.

En el caso de la Llama el PMT se presenta en un 80% para el cogote y lomo, 70% patas traseras y 100% en patas delanteras. El IM es muy bajo, 0.3 en el lomo, de 0.3-0.6 en el cogote y de 0.2-0.4 en las patas. En los pelos gruesos se registran los tres tipos de médula, las fibras intermedias se restringen a médulas continuas/discontinuas y en las fibras delgadas su distribución es fragmentada.

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Como vimos anteriormente ciertas variables y atributos como ser: el grosor de las fibras y las características de la médula, son las que nos permiten realizar una caracterización de las fibras procedentes de las tecnofacturas textiles, tendiente hacia la identificación taxonómica de los tipos de fibras utilizadas. En este sentido, a continuación describiremos de forma sintética los pasos recorridos en la observación de dichos caracteres.

Partiendo de las tecnofacturas textiles a analizar, se identifican los distintos elementos que conforman estas materialidades. Vale decir; se discriminan para la observación los elementos estructurales (tramas-urdimbres) y los superestructurales (pe. Costuras). Tomando a cada elemento por separado se procede a muestrear las fibras que los componen, las que serán observadas en el microscopio de polarización a 400x aumentos. Para posibilitar la observación microscópica de estas muestras, las fibras son montadas en un porta-objetos de vidrio sumergido en glicerina y cubierto por el cubre-objetos. Este tipo de muestras semi-permanentes, tienen la desventaja de ser menos durables en el tiempo, pero tienen la ventaja que nos permite mover las muestras después de montadas, si la observación de alguna característica en particular así lo requiera.

Una vez preparadas las muestras, son observadas al microscopio, consignándose en una ficha: a.- por **observación directa**; *grosor* de la fibra (en unidades de micras μ); *Médula* (presencia/ausencia) en el caso de estar presente, se registra el tipo de médula y grosor (μ) de la misma. b.- **observación indirecta**; se calcula el porcentaje de fibras meduladas, en correlación a las no-meduladas, obteniendo así el Porcentaje de Medulación Total (PMT) y el Índice de Medulación (IM). En el caso de los tipos de fibras, para las muestras arqueológicas se siguieron los criterios de Reigadas (1995), tomando el intervalo, 0-31 μ para las fibras delgadas o “lanilla”, entre 31-66 μ para las intermedias y pelos gruesos a todas aquellas mayores a 66 μ .

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Que nos dicen los textiles?, aquí se presentan los datos recabados a partir de la observación microscópica de las variables antes mencionadas. Y solo se describen, por cuestión de espacio editorial, los que se consideran más relevantes a la discusión del problema de estudio. *Textil N° 163/187*: Identificado como una Faja o posible “vincha”, es el único ejemplar de la

⁵ Atributos tomados de Reigadas (1995).

muestras que está confeccionado en faz de trama. Sus elementos de trama presentan un 90% de fibras entre 20-27 μ , siendo insignificativa la presencia de otro tipo de grosores. Sus Índices de medulación son bajos entre 0.20.3 y de 0.4 en los pocos casos de fibras intermedias. Por su parte el PMT es sumamente elevado. Los elementos de urdimbres están conformados por un 75% de lanilla entre 17-30 μ , el 25% restante de las fibras corresponden a intermedias, entre 32-46 μ . Podemos decir que en este caso la gran mayoría de las observaciones recaen dentro del intervalo 1646 μ , con IM también bajos, entre 0.20.3 y con un PMT de un 80% de sus fibras.

Textil N° 23: Fragmento de una Posible bolsita, faz de urdimbre. En cuanto a la distribución de los grosores de los elementos de tramas, vemos que en este textil un 75% se agrupan entre las fibras delgadas con valores de entre 10-25 μ y un 25% de pelos gruesos mayores a 66 μ llegando hasta 82 μ . Es muy alto el porcentaje de fibras no meduladas y los IM van desde valores bajos 0.3 para la lanilla y altos 0.7 en sus pelos gruesos. Las urdimbres, presentan valores de grosores aún menores siendo el 80% de sus fibras menores a 16 μ y el porcentaje restante corresponde a fibras intermedias (entre 32 y 42 μ). Para la lanilla casi la totalidad de sus fibras no presentan médula y los IM en los casos que si están presentes son de 0.30.4 para lanilla y 0.40.6 para intermedias. Las costuras, por su parte, están conformadas por un 55% de lanilla entre 17.5-30 μ y el 45% restante de fibras intermedias entre 35-55 μ . Los IM de las fibras delgadas son de 0.20.4 (con la mitad de sus fibras no meduladas) y en las intermedias de 0.40.6.

Textil N° 77: Fragmento de tela, faz de urdimbre. Las tramas muestran un 90% de fibras delgadas (entre 16-26 μ) con índices de medulación de 0.2 a 0.3 y PMT del 50%. Las fibras intermedias constituyen el 10% del total con IM mayores entre 0.4-0.6. Mientras que en las urdimbres el porcentaje de fibras delgadas es mayoritario (cercano al 80%) con grosores entre los 16-30 μ . Las fibras intermedias, presentan grosores que van entre 35-46 μ . En el caso de las urdimbres los IM presentan los mismos valores que para las tramas.

Textil N° 151: Posible manta, faz de urdimbre. En cuanto a las tramas se observa un 55% de fibras delgadas con valores entre 20-31 μ y el resto de fibras intermedias entre 35-46 μ . Vemos en este caso que los valores se encuentran contenidos entre el intervalo 20-46 μ . Sus IM son, para las fibras más finas 0.3 y para las intermedias de 0.2-0.4. Por su parte, para las urdimbres tenemos un 65% de lanilla (entre 15 y 30 μ) y un 35% de fibras intermedias (32-46 μ). En tanto los IM se presentan de forma similar a los descriptos para sus elementos de trama.

Textil 128a: Fragmento de tela, faz de urdimbre. En el caso de las tramas tenemos la lanilla presente en un 85% de las observaciones, con grosores entre las 16-30 μ , con IM de 0.20.3. Fibras intermedias con un 10% de representación (entre 35 y 46 μ) y muy pocos pelos mayores a 66 μ . Tanto en las fibras intermedias como los pelos gruesos tienen IM de entre 0.4-0.6. Las urdimbres, presentan menor cantidad de lanilla 53% y el resto son fibras intermedias, sin registrarse micronajes mayores a 65 μ . Como en los electos de trama los IM son menores (0.20.3) en las fibras finas y mayores (0.40.6) en las intermedias.

Textil N° 153/1b: Fragmento de bolsa, faz de urdimbre. En sus elementos de trama tenemos un 60% de fibras delgadas, con grosores entre 12-28 μ , un PMT del 40% y un IM de 0.2 (muy bajos) y un 40% de fibras intermedias (entre 36-42 μ) con IM de 0.3-0.4 y un PMT del 100%. Las urdimbres por su parte presentan mayor cantidad de lanilla (80%), más gruesa (entre 20-28 μ) con mayor porcentaje de fibras meduladas, IM entre 0.2-0.3. Un 20% de fibras son intermedias, todas meduladas y con IM del 0.5.

Textil N° 109: Fragmento de tela, faz de urdimbre. Las Tramas están constituidas por: un 80% de lanilla (entre 16-27 μ), con mas de la mitad de sus fibras meduladas e IM del 0.3-0.5. El resto de sus fibras son intermedias todas meduladas, con IM del 0.4. Las urdimbres en este caso presentan una situación muy similar al de las tramas, con las mismas distribuciones de grosores, índices de medulación y porcentajes de medulación total. Las costuras, por su parte, presentan un 75% de fibras delgadas (entre 25-30 μ) el 100% meduladas y con IM del 0.3-0.4.

Un 25% de fibras intermedias, también todas meduladas y con IM del 0.3.

También se analizaron en esta oportunidad una serie de cordeles y un único elemento trenzado registrado para la muestra. En síntesis podemos decir que estas tecnofacturas muestran una situación muy distinta a la observada en el caso de los tejidos. En las mismas se puede observar la presencia de una gran cantidad de fibras intermedias, bajos porcentajes en todos los casos de fibras delgadas y una gran presencia de pelos gruesos. Estos en algunos casos llegan hasta un 90% del total de observaciones y con grosores de hasta 115μ .

Por su parte, cuando se comparan los datos obtenidos, a partir del análisis de las tecnofacturas textiles de PP9, con los estándares de grosores presentes en fibras de camélidos actuales publicados por Reigadas (1995). Ver Figura 2. Se constata un amplio predominio de fibras asignables a taxones de Llama en la mayoría de las muestras de tejidos analizadas. Esto se apoya en la distribución de los grosores de las fibras presentes en las muestras analizadas. Donde la mayoría de las observaciones caen dentro del intervalo $26-36\mu$; la presencia de valores entre 46 y 60μ exclusivos para este taxón domestico; índices de medulación bajos en la mayoría de los casos diferentes a los descriptos para el Guanaco -. Se registra también la ausencia en los tejidos de pelos muy gruesos, que pueden estar respondiendo a diferencias en los procedimientos de hilado (pe, descordado en los hilados destinados a tejidos) y/o a la selección de las materias primas. Ahora bien, a pesar de este claro predominio en cuanto a la utilización de las fibras de Llama, no se descarta la utilización de fibras proveniente de otros taxones. La presencia de Vicuña podría estar reflejada en el Textil n° 23 - por la gran cantidad de fibras de colores (crema) y con valores por debajo de las 16μ , combinados con pelos gruesos ($66-82\mu$). Por su parte, en los cordeles pudieron observarse fibras muy bastas, mayores a 100μ , lo que podría indicar la utilización de Guanaco.

Esta marcada utilización de las fibras de camélidos, con un énfasis en el consumo de las procedentes de la Llama, pero son aportes de camélidos silvestres. Se corresponde con lo observado en el análisis de los restos óseos de camélidos recuperados de la E2 de PP9, donde se reporta, por un lado, la presencia de llama/vicuña. Como así también, dentro de Llama un amplio predominio de individuos adultos (entre un 65/70 %) por sobre los juveniles y neonatos (López Campeny et al. 2005). Esta alta proporción de individuos adultos podría corresponderse con una estrategia de manejo del rebaño que privilegie la producción de lana, utilizada para la confección de los tejidos analizados.

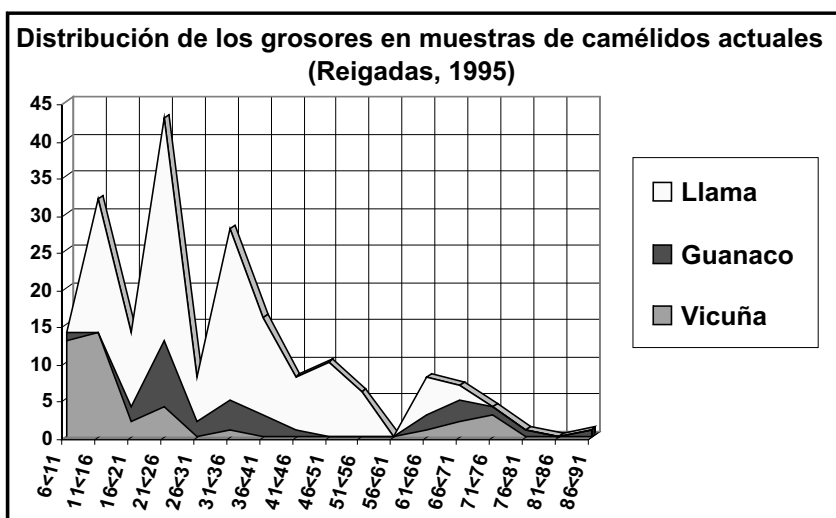


Figura 2. Distribución de los grosores de las fibras, registrados en poblaciones de camélidos actuales (Puna Norte Argentina). Tomado y modificado de Reigadas (1995: 160)

Para concluir planteamos que en esta primera aproximación al tema, se avanza con la idea de que es posible realizar determinaciones taxonómicas a partir de las fibras presentes en las tecnofacturas textiles. Como así también, se pueden rastrear algunos de los procedimientos técnicos desplegados al momento de su confección. Se contempla a los camélidos (tanto silvestres como domesticados) como fuente de una gran diversidad de fibras, que pueden responder de distinta forma a los requerimientos técnicos, estéticos y/o simbólicos, en la tarea de confección textil. Haciendo de la designación taxonómica de las fibras una importante fuente de información en los análisis sobre textilería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aschero, C.A.

1988 De punta a punta: producción, mantenimiento y diseño de puntas de proyectil precerámicas de la Puna Argentina. IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Buenos Aires.

Conklin, W. y B.M. Conklin

1996/97 Un textil Aguada en contexto atacameño. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 17. pp: 187-203. Buenos Aires.

Emery, I.

1966 *The Primary Structure of Fabrics*. The Textile Museum, Washington D.C.

Franquemont, E.M., C. Franquemont y B.J. Isbell

1992 *Awaq ñawin*: El ojo del tejedor. La práctica de la cultura en el tejido. *Revista Andina* 19, Año 10 (1): 47-80.

Fung, R.

2002 Clasificación y terminología en español de tejidos precolombinos. En: S. Demestre (ed.), *Actas de las II Jornadas Internacionales de Textiles Precolombinos*, pp: 391-399. Departamento de Arte de la Universidad Autónoma de Barcelona e Instituto Catalán de Cooperación Iberoamericana.

López Campeny, S.M.L.

2000 Tecnología, Iconografía y Ritual funerario. Tres dimensiones de análisis de los textiles formativos del Sitio Punta de la Peña 9 (Antofagasta de la Sierra, Argentina). *Estudios Atacameños* 20 Impreso 2002: 29-65.

2001 Actividades domésticas y organización del espacio intrasitio. El sitio Punta de la Peña 9. Antofagasta de la Sierra (Prov. De Catamarca). Tesis de Grado de Arqueología. Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán (MS)

López Campeny, S.M.L., D.E. Olivera, V.Y. Fernández Varela y J. Peña

2005 Procesos tafonómicos, subsistencia y uso del espacio: análisis de la arqueofauna de un sitio agropastoril de la Puna Meridional Argentina (Punta de la Peña 9, Antofagasta de la Sierra, Catamarca). *Intersecciones en Antropología* 6: 11-28. Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA, Argentina.

Millán de Palavecino, M.D.

1966 Descripción del material arqueológico proveniente de yacimientos de alta montaña en el área de la puna. *Anales de Arqueología y Etnología* XXI: 81-100. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.

Oakland, R.A.

1994 Tradición e Innovación en la Prehistoria Andina de San Pedro de Atacama. *Estudios Atacameños* 11: 109-120.

Reigadas, M.C.

1994 Caracterización de tipos de camélidos domésticos actuales para el estudio de fibras arqueológicas en tiempos de transición y consolidación de la domesticación animal. *Zoarqueología de camélidos* 1; Págs. 125-154.

Reigadas, M.C.

1995 Criterios metodológicos para la detección del proceso de domesticación de camélidos en el NOA a partir del análisis microscópico de fibras y cueros arqueológicos. Cuadernos N° 5, FHYCS, Universidad Nacional de Jujuy.

1996 El beneficio de la lana. Variabilidad tecnológica en manufacturas textiles actuales y arqueológicas en Susques (Prov. De Jujuy). XXV Aniversario del Museo Arqueológico Dr. Eduardo Casanova. Instituto Interdisciplinario de Tilcara. Facultad de Filosofía y Letras. UBA.

Renard, S.

1999 Textiles arqueológicos en el Noroeste de la Argentina. 100 siglos de actividad textil. En: P. Stemborg and A. Muñoz (Eds.), *Masked Histories: A Re-examination of the Rodolfo Schreiter collection from North webster Argentina*. Etnologiska Studier 43: 67-95, Göteborg.

Rolandi de Perrot, D.

1973 Los textiles tstileños. En: Cigliano (proyecto y dirección). Tástil. Una ciudad Preincaica Argentina. Cap. VI. pp. 231-399 Ediciones Cabargon. Buenos Aires.

1979 Los tejidos de Río Doncellas, Dpto. Cochínoca, Jujuy. En: Jornadas de Arqueología del N.O.A. Antiquitas. F.F. y L.U. del Salvador. Buenos Aires.

Rolandi de Perrot, D. y D. Jimenez de Pupareli

1985 La Tejeduría Tradicional de la Puna Argentino- Boliviana. Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología 10. pp. 205-289. Buenos Aires.

Rolandi de Perrot, D. y R. Nardi

1978 Catálogo 1000 años de Tejido en la Argentina. Instituto Nacional de Antropología. Buenos Aires

Rolandi de Perrot, D. y C. Pérez de Micou

1985 Los materiales textiles y cesteros de Huachichocana III y IV, Departamento de Tumbaya, Jujuy. En: *Paleoetnológica*, Vol. IX. pp: 35-41. Buenos Aires.

Sinclair Aguirre, C.

1997 Pinturas rupestres y textiles formativos en la región atacameña: paralelos iconográficos. *Estudios Atacameños N°14*. pp.: 327-338. Universidad del Norte. San Pedro de Atacama. Chile.

Ulloa, L.

1974 Análisis del material textil del sitio "El Laucho" PLM-7. En: Revista Chungara. N°3. pp. 75-105. Universidad de Tarapacá, Arica. Chile.

Vilá, B. (ed.)

2006 Investigación, conservación y manejo de vicuñas. Proyecto MACS-Argentina, Buenos Aires. 208 págs.



DETERMINACIÓN DE BIOTIPOS DE CANIDOS DOMÉSTICOS DEL MÉXICO PREHISPÁNICO

Raúl Valadez Azúa¹, Alicia Blanco Padilla², Bernardo Rodríguez Galicia¹

¹ Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México
raul_valadez@hotmail.com sanber65@hotmail.com

² Dirección de Salvamento Arqueológico del INAH zoo_7bpa@yahoo.com.mx

RESUMEN

En las colecciones arqueozoológicas provenientes del México prehispánico los cánidos domésticos son, sin duda, los más abundantes, diversos y significativos en cuanto a cantidad de usos y formas de interacción con el hombre. En 2006 fueron concluidos por los autores los estudios que permiten estudiar con detalle a los cánidos domésticos nativos de esta región del mundo. Entre los aspectos que se pueden abordar está la identificación del tipo de cánido estudiado, la determinación de sus dimensiones, el tipo de cánido doméstico a que pertenece, su sexo y edad. La posibilidad de reconstruir a los cánidos del México prehispánico en un nivel equivalente al que se hace con los humanos permite emplear a sus restos en la determinación de ciertos sucesos, por ejemplo reconstruir flujos migratorios humanos a partir de los tipos de cánidos presentes, reconocer influencias culturales o relaciones comerciales, determinar la época del año en que se llevaron a cabo eventos como entierros o ceremonias o la orientación de eventos religiosos en los cuales los cánidos fueron parte importante.

INTRODUCCIÓN

Parte del ámbito humano desde hace más de 20,000 años, *Canis familiaris* es un organismo con una enorme cantidad de información disponible con respecto a fenómenos naturales y antropogénicos que en él se manifiestan simultáneamente. Entidad biológica lo mismo que producto cultural, su estudio permite ubicar pensamiento humano con la misma fuerza que si se estudiara a los humanos mismos, condición demostrada dentro disciplinas tan distantes como pueden ser la zootecnia, por un lado, y la psicología, por el otro.

En las colecciones arqueozoológicas provenientes del México prehispánico los cánidos domésticos son, sin duda, los más abundantes, diversos y significativos en cuanto a cantidad de usos y formas de interacción con el hombre, lo que les convierte en excelentes fuentes de información sobre las comunidades humanas asociadas, condición que contrasta con el poco interés que se había creado respecto de la construcción de metodologías que permitieran obtener y aprovechar dicha información y que ha sido objeto de estudio de los autores desde 1989.

ANTECEDENTES

Presente en México desde hace por lo menos 10,000 años, *Canis familiaris* fue siempre objeto de un uso amplio e intenso por todos los pueblos que habitaron este territorio durante el periodo precolombino. Restos arqueozoológicos, iconografía y crónicas coloniales demuestran claramente el papel que se les daba a estos animales en numerosos ámbitos. En términos generales podemos verlo como fuente de carne y piel, como materia prima para elaboración de instrumentos y medicamentos, fue objeto de comercio, mascota, protector, compañero de caza, animal de sacrificio, compañía para los muertos, símbolo calendárico, de la lluvia, de la agricultura, del fuego, de etnias, personaje de cuentos, de mitos, compañero de dioses y dios.

La importancia de cada una de las asociaciones indicadas varió a lo largo del tiempo y de una cultura a otra, por lo que el estudio detallado de los perros asociados a un contexto arqueológico no solo proporciona datos acerca de su aprovechamiento, sino también de pautas culturales específicas, aspecto que cobra más valor si consideramos que es una de las tres especies arqueozoológicas más abundantes en México, sin embargo hasta 1989 no se consideró necesario definir métodos de estudio que permitieran reconocer en los restos aspectos tales como la raza o tipo, edad, sexo, huellas de manipulación, enfermedades o al menos la certeza de que se trataba de perros como tales.

OBJETIVOS

A partir de las circunstancias señaladas es objetivo del presente trabajo presentar los esquemas metodológicos que los autores han creado para el estudio de los perros arqueozoológicos provenientes de contextos prehispánicos en México (Blanco, Rodríguez y Valadez, en prensa), así como ejemplos de los beneficios que proporciona la información obtenida dentro de los estudios arqueológicos.

PLANTEAMIENTO ORIGINAL

En el México actual existen al menos dos tipos de perros cuyo esqueleto es idéntico al de los ejemplares arqueozoológicos: el perro pelón mexicano y otro, llamado sencillamente “perro común” y que es muy abundante en las zonas rurales, donde los perros de origen europeo son más bien escasos.

El reconocimiento de los biotipos de estas dos formas de perros fue la base a partir de la cual se seleccionaron un grupo de individuos arqueozoológicos en los cuales era indudable su pertenencia a la especie *Canis familiaris*. La toma de medidas de cráneo, mandíbula, dientes y huesos diversos (Driesch, 1976, Meadow, 2000) permitió individualizar a cada uno como un tipo de perro diferente y al mismo tiempo diferenciarlos de las dos especies silvestres del género *Canis*: el lobo (*C. lupus*) y el coyote (*C. latrans*) (Hall, 1981) a través de la comparación con ejemplares de colecciones mastozoológicas.

El estudio de ejemplares vivos de los dos tipos de perros permitió ubicar su ritmo de crecimiento y ciclo reproductivo, a partir de lo cual fue posible relacionar aspectos como evolución dental en el primer año de vida con las semanas de vida del organismo y esto, a su vez, con meses del año.

METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Paso I. Toma de datos

En el presente, todo individuo canino que llega para su estudio pasa por las siguientes etapas:

1. Toma de 16 medidas estándares de cráneo y mandíbula, más toda aquella que puede considerarse apropiada por su grado de preservación o aspectos que sobresalen.
2. Toma de fotografías de cráneo en vista nasal, occipital, basal, dorsal y lateral y de la mandíbula en cara labial.
3. Obtención de la longitud anteroposterior, ancho y altura de todas las piezas dentales presentes.
4. Reconocimiento de presencia o ausencia de alvéolos dentales.
5. Fotografías de piezas dentales en cara oclusal.
6. Toma de medidas de huesos poscraneales y reconocimiento de su grado de desarrollo ontogénico.
7. Reconocimiento de condición de desarrollo dental y grado de desgaste de piezas.
8. Determinación del sexo en individuos adultos a partir de aspectos morfológicos presentes en cráneo, mandíbula y pelvis.
9. Análisis de los restos en búsqueda de anomalías óseas que pueden relacionarse con padecimientos congénitos o traumatismos.
10. Búsqueda de evidencias relacionadas con manipulación, tales como cocimiento, huellas de corte o de manufactura del hueso o dientes.

Paso II. Reconstrucción de biotipos

Los lotes de información y medidas obtenidas se comparan con una base de datos creada por los autores o con esquemas diseñados para así reconstruir a cada ejemplar. De la lista anterior los rubros 1-7 permiten definir la especie y la raza o tipo de perro (Figura 1), con los rubros 6 y

7 se determina la edad del ejemplar, con el 8 el sexo del individuo, el 9 permite complementar su desarrollo en vida y el 10 la forma como murió y el empleo de su cuerpo o partes.

Una vez analizada e interpretada la información, cada ejemplar posee una ficha en la cual se incluye: especie, raza, sexo, edad que tenía al morir, si tuvo lesiones graves o enfermedades congénitas, uso que tuvo el ejemplar después de morir y, en individuos inmaduros, la época del año en que se dio su muerte (Figura 2).

Paso III. Impacto antropológico

El estudio de los cánidos arqueozoológicos del México prehispánico ha permitido alcanzar conocimientos de alto beneficio para los estudios antropológicos e históricos.

El reconocimiento pleno de la especie de *Canis* descubierta en un contexto arqueológico permite ubicar perfectamente el simbolismo asociado con el cánido presente. De esta forma ha sido posible ubicar aspectos tales como que el lobo se encontraba más vinculado con lo militar (Blanco *et al.*, 2007) y el perro con la lluvia, la agricultura (Valadez *et al.*, 2005) y el inframundo.

En el presente se tienen identificadas cinco formas de perros (Valadez, 2003) (Figura 3). El común mesoamericano se distribuyó en toda la región, el pelón mexicano o *xoloitzcuintle* (perro arrugado en náhuatl) y el *tlalchichi* (perrito de piso en náhuatl) fueron creados en el occidente de México hace unos dos mil años y de ahí se dispersaron hacia el centro, sur y sureste. El perro de rostro corto es exclusivo de la región maya, ubicada en el sureste de México y el “loberro” es el producto de un proceso intencionado de hibridación entre perros hembras y lobos machos.

Los loberros fueron una forma de cánido presente en el centro de México desde hace unos dos mil años. Su origen intencionado obedecía a dos razones, una práctica y otra simbólica. La primera implicaba la creación de individuos manejables, con cuerpo y temperamento de perro (hasta

cierto punto) pero que portaban la sangre de lobo y por tanto era equiparable en el uso (Valadez *et al.*, 2006), mientras que la segunda razón involucra la posesión de un animal dentro del cual se reunían las dos actividades económicas más importantes de la civilización mesoamericana: la agricultura y la guerra (Blanco *et al.*, 2006).

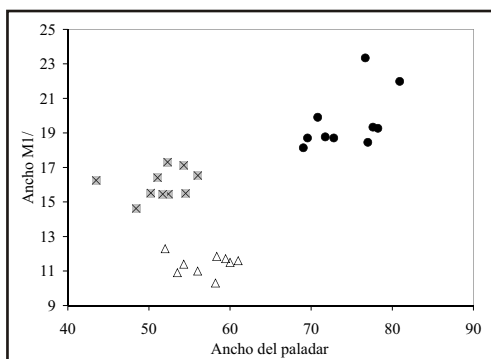


Figura 1. Comparación del ancho del primer molar superior y del paladar en lobos (círculos negros), coyotes (cuadros grises con cruz) y perros prehispánicos (triángulos blancos). Estas y otras medidas permiten identificar la especie de *Canis* en restos arqueozoológicos



Figura 2. Perro descubierto en un entierro al este de la actual ciudad de México, con una antigüedad de 2,500 años. El estudio determinó que era un perro común mesoamericano, macho, de casi un año de edad, con 440 mm de alzada, 587 mm de longitud y 9 kg. de peso. Fue sacrificado entre abril y mayo o entre octubre y noviembre. Ya muerto le fue extraída la piel, fue destazado, cocido, consumido y sus huesos acomodados en posición anatómica junto a un difunto, el cual presentaba incisivos tallados con la forma propia de *Canis* (Valadez *et al.*, 2004)

La actual ciudad de México fue construida sobre la ciudad de México-Tenochtitlan, capital de los mexicas, cultura dominante en el centro, este y sur de México al momento de la llegada de los españoles (siglo XVI). Su pirámide principal, llamada Templo Mayor, estaba dedicado a sus deidades y actividades principales: *Huitzilopochtli* y *Tlaloc*, dioses de la guerra y de la lluvia, respectivamente. En décadas pasadas se descubrieron varias cajas de piedra dentro de las cuales se encontraron animales sacrificados, entre ellos tres cánidos que fueron identificados como híbridos de lobo y perro (Blanco *et al.*, 2006). La asociación del perro con lo agrícola y del lobo con la guerra permitió concluir que estos animales habían sido sacrificados para hacer honor al Templo Mayor y a las dos deidades involucradas. Uno de los individuos tenía cinco meses de edad al morir y otro entre 18 y 22 meses, con lo cual se concluyó que su sacrificio se había realizado en dos fechas probables: entre final de marzo y final de mayo o entre mediados de octubre y mediados de diciembre. Glifos asociados a la Pirámide dan el año de 1454 como el momento en que se realizaron obras de ampliación del Templo que culminaron con estos actos de sacrificio, pero también como el año en que concluyó un periodo de sequía que había durado cuatro años y el inicio de una política de conquista que duró medio siglo (hasta 1502).

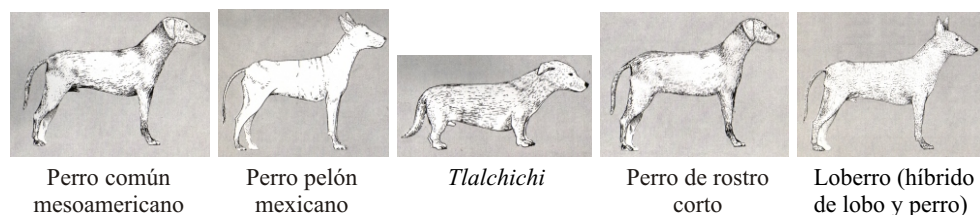


Figura 3. Tipos de perros reconocidos para el México prehispánico hasta 2007.

Estudios de biología molecular indican que el *tlalchichi* estaba vinculado con los perros llegados a Sudamérica hace varios miles de años (Valadez *et al.*, 2003)

Los perros, al ser parte de las comunidades humanas, viven y se dispersan junto con los humanos con los que conviven. A partir de esta afirmación se considera que los movimientos de tipos de perros al paso del tiempo son el resultado directo de movimientos humanos. El estudio de los restos de perros pelones descubiertos y la antigüedad asociada indica que su centro de origen se encuentra en el occidente de México, de donde se dispersaron, como parte de movimientos migratorios, hacia el sur y el centro a partir del siglo V de nuestra era (Valadez y Mestre, 1999). A partir del siglo IX del centro se da otro movimiento migratorio hacia el sureste, permitiendo que estos animales entraran a la zona maya (península de Yucatán) a partir del siglo XI (Blanco *et al.*, 1999). Entretanto, en el sur de México, los restos de *xoloitzcuintles* indican movimientos hacia Centroamérica y para el siglo XIII o XIV ya se encuentra en la zona andina (Mendoza, 2004). Estos movimientos son coherentes con los datos disponibles acerca de migraciones en el interior del territorio mexicano y sobre relaciones comerciales entre la zona andina y el occidente de México, siendo los restos de perros pelones marcadores de épocas en las cuales dichos contactos ya eran una realidad y, en algunos casos, la dirección de dichos flujos.

Los perros de rostro corto fueron siempre un tipo de animal exclusivo de la zona maya (sureste mexicano), no existiendo hasta el momento evidencia de que hubiera llegado al centro de México, circunstancia que, al unirse con los datos relacionados con los *xoloitzcuintles*, indican movimientos unidireccionales entre centro y sureste de México en tiempos prehispánicos.

Entre 1997 y 1998 se estudió un sitio arqueológico maya en la costa del caribe mexicano donde la gran mayoría de los restos correspondían a individuos de menos de un año que se habían sacrificado y colocado en entierros específicos. La determinación de la edad y su relación con el ciclo reproductivo del perro permitió concluir que el evento se había realizado

a mediados de julio, época en la cual se celebraba el inicio del año nuevo en la zona (Blanco *et al.*, 1999).

Crónicas del siglo XVI indican que en el centro de México existían fiestas en las cuales se guisaban crías de perros dentro de comidas organizadas por la élite. Este dato, unido nuevamente al ciclo reproductivo del perro, así como al del cultivo del maíz y al régimen de lluvias (Valadez *et al.*, 2005) indica que esta tradición partía del solapamiento de los tres procesos, coincidiendo la llegada de las camadas del primer evento reproductivo con el fin del periodo de siembra y el inicio de las lluvias (junio) y el segundo periodo reproductivo con la época de la cosecha y el fin de la temporada de lluvia (noviembre). Las fiestas, eventos indispensables para marcar los cambios en las actividades productivas y estacionales, eran también el momento para realizar un proceso de selección de perros, en el cual se determinaba que ejemplares se dejarían vivir para usos posteriores y cuales se utilizarían como alimento en ese momento, tradición que cumplía además con el papel de controlar las poblaciones de perros.

COMENTARIOS FINALES

El estudio de los perros presentes en los contextos arqueológicos conlleva una serie de beneficios en cuanto a la información que de ellos se deriva. Como producto cultural que son, su nacimiento, su vida y su muerte es un reflejo de los hombres con los que convivió y por tanto de su forma de pensar y de vivir. Su valor como fuente de datos es equivalente al de materiales como la cerámica o la lítica, cuya importancia se deriva de que son productos de la actividad humana. Si partimos de estos aspectos es inevitable concluir que el estudio de los perros arqueológicos es una actividad indispensable, más aún si partimos de un hecho comprobable: que están presentes en los sitios arqueológicos posiblemente desde el origen mismo de nuestra especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, A., R. Valadez y B. Rodríguez

1999 "Colección arqueozoológica de perros del sitio Chac-Mool, Punta Pájaros, Quintana Roo". *Arqueología (segunda época)*, 22: 89-106.

Blanco, A., B. Rodríguez, F. Viniegra, K. Olmos y R. Valadez

2006 "Híbridos de lobos y perros del Templo Mayor de Tenochtitlan". *AMMVEPE* 17(3):217-226.

2007 "El lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) en el contexto cultural prehispánico: los restos arqueozoológicos e iconografía". *AMMVEPE* 18(2):-.

en prensa *El Estudio de los Cánidos Arqueológicos del México Prehispánico*. Instituto de Investigaciones Antropológicas-Dirección de Salvamento Arqueológico del INAH.

Driesch, A.

1976A *Guide to the Measurement of Animals Bones from Archaeological sites*. Harvard University Peabody Museum Bulletin 1, Cambridge Ma.

Hall, R.

1981 *Mammals of North America*. Vol. 2, The Ronald Press Company, N.Y.

Meadow, R.

2000 "The contributions of Barbara Lawrence to the study of dogs, with a comprehensive listing of her measurements definitions". En: *Dogs through Time: An Archaeological Perspective*. Proceedings of the first ICAZ Symposium on the History of the Domestic Dog. Eighth Congress of the International Council for Archaeozoology (ICAZ98). BAR International Series 889, London, 35-48.

Mendoza, V.

2004 *El perro en las sociedades andinas del pasado: un aporte arqueozoológico (Del Formativo al Inkario. Altiplano norte de Bolivia)*. Tesis de Licenciatura de Arqueología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Valadez, R.

2003 *Domesticación animal*. Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.

Valadez, R. y G. Mestre

1999 *Historia del xoloitzcuintle en México*. UNAM, Museo Dolores Olmedo Patiño, Cámara de Diputados, México, 170 p.

Valadez, R., L. Gamboa, N. Vélez, B. Rodríguez, M. Gómez, R. García y G. Pérez

2004 “Perros y prácticas rituales en una antigua aldea de la Cuenca de México”. *AMMVEPE* 15(5):158-171.

Valadez, R., A. Blanco, B. Rodríguez, F. Viniegra y K. Olmos

2000 “Diagnóstico clínico de un perro encontrado en un entierro prehispánico”. *AMMVEPE* 11(1):24-29.

Valadez, R. J. Leonard y C. Vilá

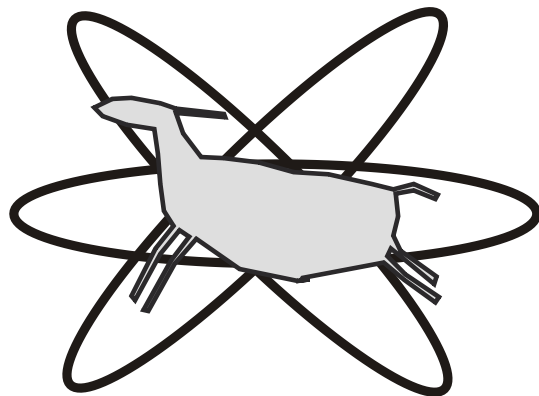
2003 “El origen del perro americano visto a través de la biología molecular”. *AMMVEPE* 14(3):73-82.

Valadez, R. y A. Blanco

2005 Perros, maíz, el México prehispánico. *AMMVEPE* 16(2):63-70.

Valadez, R., B. Rodríguez, L. Manzanilla y S. Tejeda

2006 “Dog-wolf hybrid biotype reconstruction from the archaeological city of Teotihuacan in Prehispanic Central México”. *Dogs and People in Social, Working, Economic or Symbolic Interaction. Proceedings of the 9th ICAZ Conference, Durham 2002*. Oxbow Books, 2006: 121-131.



Estadística e Informática



ANÁLISE, PROCESSAMENTO E IMPRESSÃO DE IMAGEM DIGITALIZADA COM A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE CORES

Estudo de Caso *Réplica de Pintura em Aquarela*

Arnaldo de A. Araújo, Alexandre C. Leão, Luiz A. C. Souza

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, Laboratório de Ciência da Conservação
(LACICOR) e Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis (CECOR) na
Escola de Belas Artes e Núcleo de Processamento Digital de Imagens (NPDI).

alexandre@studio3d.com.br luiz-souza@ufmg.br arnaldo@dcc.ufmg.br

RESUMEN

O presente trabalho apresenta um estudo de caso representativo de digitalização, análise, processamento digital e impressão de obra de arte. A documentação digital permite maior interação entre os profissionais, principalmente no que tange a análise visual de determinada obra, uma vez que possibilita o acesso rápido à imagem da mesma. O problema está na confiabilidade da percepção da imagem através de monitores de computadores ou nas impressões, pois em geral os sistemas não possuem gerenciamento de cores implementado. Ao utilizar gerenciamento de cores, é possível captar com consistência e qualidade os detalhes da obra original, tais como: textura, forma e cores, como também visualiza-las e imprimi-las com a mesma consistência. Para atingir tal objetivo na elaboração da réplica da aquarela apresentada nesse estudo, produzida pela artista plástica Carolina Pinelli em 2001, foram utilizados escâneres, programas para implementação de gerenciamento de cores, cartelas de referência de cores, colorímetros, espectrocolorímetros, softwares para processamento, tratamento e edição de imagens, dentre outros equipamentos e materiais. Esta imagem, depois de digitalizada, precisou de correções digitais, pois a cor e textura do papel que foi utilizado na impressão não possuíam as mesmas características em relação ao papel original.

INTRODUÇÃO

O enorme crescimento da digitalização de imagens, tanto com o propósito de documentação como também para acesso, principalmente agora com o crescente uso da interligação dos computadores pela rede (*Internet*), aumentou substancialmente a quantidade de imagens obtidas através de dispositivos de digitalização. Junto a isso, também a necessidade de visualização em monitores e impressão, de acordo com a Figura 1.

A pergunta mais comum, quando se utiliza imagem digital colorida, é: qual dispositivo traduz mais fielmente a realidade, no que se refere às cores e textura? Infelizmente, nenhum indivíduo, programa, ou dispositivo pode reproduzir a cor de forma fidedigna. Eles simplesmente registram a aparência da cor, a qual podem ser afetados pela iluminação e diversos outros fatores.

Com o objetivo de minimizar as diferenças de interpretação das cores por diferentes dispositivos, pode-se implementar o Sistema de Gerenciamento de Cores.

COMPOSIÇÃO BÁSICA DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE CORES

As principais componentes do gerenciamento de cores são o espaço de conexão de perfis, os perfis, o módulo de gerenciamento de cores e os objetivos de acabamento.

O espaço de conexão de perfis (*PCS Profile Connection Space*) é o padrão para medir e definir a cor utilizada nos dois modelos de cores, o CIEXYZ e o CIELAB, desenvolvidos pela CIE (Comissão Internacional de Iluminantes). É fornecido à cor um valor numérico não ambíguo dentro do modelo de cor, que é independente da maneira utilizada pelos dispositivos para



Figura 1. Dispositivos de digitalização, visualização e impressão

reproduzirem as cores [1].

O perfil de cor do dispositivo descreve a relação entre os valores numéricos do sinal de RGB ou CMYK e os valores correspondentes para o espaço de cor, ou seja, ele define os valores em CIE XYZ ou CIE LAB correspondentes aos valores de RGB ou CMYK.

Para possibilitar a conversão das cores é necessário o uso de dois perfis, o de entrada e o de saída, ou seja, o da fonte e o do destino. O perfil do dispositivo descreve as características do espaço de cor onde está localizado. Alguns dispositivos podem possuir apenas um perfil, como os monitores; outros possuem vários perfis de acordo com as necessidades e características de aplicações específicas, como as impressoras.

Os perfis de dispositivos são divididos em três classes:

- Perfis de entrada: para dispositivos como os escâneres e câmeras digitais.
- Perfis de exibição: para dispositivos como os monitores, projetores e telas de cristal líquido (LCD).
- Perfis de saída: para dispositivos como as impressoras jato de tinta, impressoras a laser, copiadoras, gravadoras de filme e impressoras gráficas.

O Módulo de Gerenciamento da Cor, do inglês *Color Management Module*, é a parte do Sistema de gerenciamento de cores (CMS - *Color Management System*) que realiza a conversão dos valores de RGB ou CMYK usando os dados contidos nos perfis. Ele utiliza o perfil para definir as cores que precisam ser combinadas no dispositivo de entrada, e os valores em RGB ou CMYK que precisariam ser combinados no dispositivo de saída.

O objetivo de acabamento (*Rendering Intents*) define a forma de conversão das cores que estão dentro e fora do gama de cores do dispositivo de destino. Cada dispositivo possui um limite para poder reproduzir as cores, definido pelas características físicas e químicas. O monitor, por exemplo, não pode reproduzir um vermelho mais saturado do que a capacidade permitida pelo fósforo vermelho. A impressora não pode reproduzir uma cor ciano mais saturada do que a tinta ciano utilizada seja capaz. A capacidade de reprodução da cor do dispositivo é chamada de gama de cores ou *gamut* [2].

As cores presentes no espaço de cor da imagem de origem e que não podem ser reproduzidas no dispositivo de saída são chamadas de *cores fora da gama*.

GERAÇÃO DE PERFIL DE CORES PARA DIGITALIZAÇÃO EM ESCÂNERES

Para se obter a cor que se deseja, primeiro é preciso saber que cor ela é. A principal tarefa do perfil de entrada é informar ao CMS (Sistema de gerenciamento de cores) qual é a cor.

A geração de perfil de entrada depende sempre de duas componentes:

- A cartela física de referência de cores que será escaneada ou fotografada.
- Um arquivo com descrição da cartela (TDF *Target Description File*), contendo os valores de referência para cada amostra de cor da cartela.

Para gerar um bom perfil para o escâner é necessário desativar todas as funções automáticas,

tais como: ponto branco e ponto preto automático, ganho de nitidez e outros.

As cartelas de referência mais comuns para escâneres são as IT8.7/1 (para luz transmitida) e a IT8.7/2 (para luz refletida) [1]. Essas cartelas são comercializadas por diferentes fornecedores. A versão da Kodak é a Q-60, seguindo o padrão IT8, conforme Figura 2.

Para digitalizar a imagem da aquarela pintada pela artista plástica Carolina Pinelli, foi utilizado um escâner da marca *Microtek* e modelo *ScanMaker 9800 XL*. Antes de digitalizar a imagem, foi realizada a geração do perfil de cor para este dispositivo. O procedimento realizado utilizou um software apropriado e seguindo as seguintes etapas: abre-se a imagem digitalizada da cartela que deve estar em formato TIF e seleciona-se o arquivo de referência para o tipo de cartela. Ajusta-se a posição da grade sobre as amostras de cores e executa a leitura das cores para a geração do perfil [3], conforme Figura 3.

A imagem da aquarela foi escaneada com as mesmas configurações utilizadas para a geração do perfil. De posse da imagem digitalizada, associa-se o perfil gerado anteriormente e salva a imagem no formato TIFF, juntamente com o perfil, conforme Figura 4.

O processamento da imagem foi realizado utilizando-se o programa *Adobe Photoshop* versão 7.0, onde foram realizados alguns ajustes. Ajuste de nitidez (*unsharp mask*) para corrigir pequena perda que ocorre durante a digitalização, também chamado de ajuste de foco. Devido

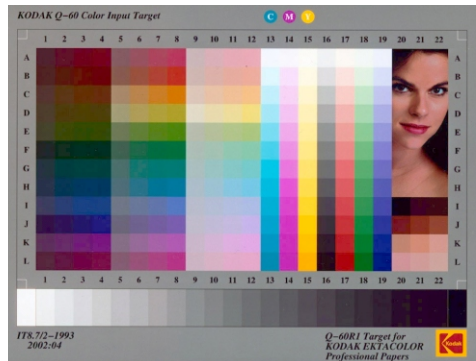


Figura 2. Cartela de referência IT8.7/2 da Kodak

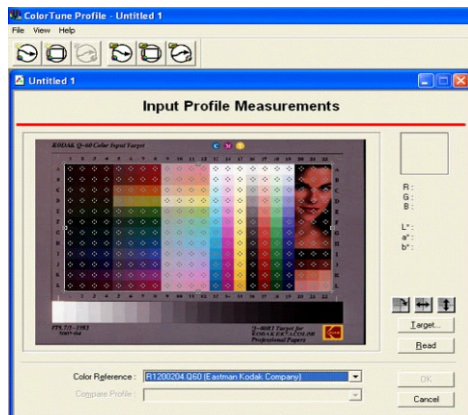


Figura 3. Software para geração de Perfil de Cor - cartela IT8.7/2 da Kodak

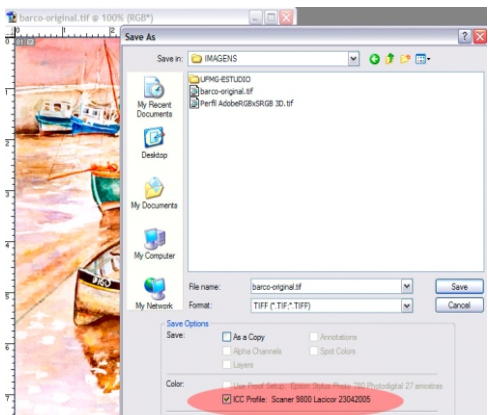


Figura 4. Gravação da imagem com perfil associado (em rosa)

à cor do papel da aquarela original ser diferente da que estava sendo utilizado para a impressão, fez-se necessário corrigir esta diferença através da leitura de cor dos dois papéis. Este procedimento foi realizado utilizando o espectrocolorímetro,

De posse das informações das cores dos dois papéis, foi confirmada a informação que até o momento era visual. O papel da aquarela original era mais escuro do que o utilizado para a impressão. Foram empregadas as informações numéricas do histograma selecionando os canais separadamente e executando as devidas compensações, conforme Figura 5.

Para facilitar a compreensão, a imagem original não possuía a cor branca, sendo a cor mais

clara a cor do papel. Entretanto, se fosse realizada a impressão no papel selecionado, que não era branco e nem da mesma tonalidade do papel original, ocorreria uma sobreposição de cores

sobre o papel, resultando numa tonalidade incorreta e, portanto uma reprodução inconsistente e imprecisa[3]. O procedimento foi realizado também na parte mais escura da imagem, conforme detalhe na Figura 6.

A impressora para produzir as cores de maneira consistente precisa ser caracterizada, ou seja, é preciso gerar um perfil, que é específico para cada conjunto de variáveis, tais como: o tipo do papel, resolução de impressão, tinta utilizada, marca e modelo da impressora, umidade relativa do ar e temperatura ambiente. O perfil para o papel da aquarela foi gerado utilizando um conjunto de 125 amostras de cores, conforme Figura 7.

As configurações de impressão foram anotadas no papel, como se segue: Impressora *Epson Stylus Photo 780*, tinta compatível da marca Helios, papel de aquarela “Dessin Desenho

200g/m²” da marca *Canson*, ajuste no *driver* da impressora para papel: *MatePaper*, resolução de 1440 dpi, sem ajuste de cor e na tela de gerenciamento de cores de impressão foi selecionada a opção “o mesmo da fonte”, sendo o espaço de cor “*Adobe RGB (1998)*”.

Segue abaixo uma seqüência de três imagens da aquarela, sendo em todas elas associado o perfil de cor do escâner, conforme Figura 8. A imagem à esquerda é a imagem da aquarela original. A imagem ao centro é o resultado da digitalização e impressão sem gerenciamento de cores e respeitando as configurações padrão dos equipamentos. Após a imagem impressa realizou-se a digitalização novamente. A imagem à direita recebeu todos os recursos do gerenciamento de cores, sendo escaneada com perfil de cor associado, onde as informações de cores relativas ao papel foram corrigidas e o perfil de cores para impressão foi associado no aplicativo de impressão do Photoshop. De posse da imagem impressa e seca, foi realizada nova digitalização.

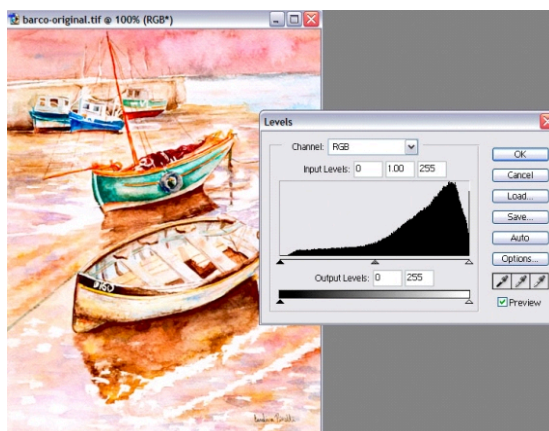


Figura 5. Histograma da imagem

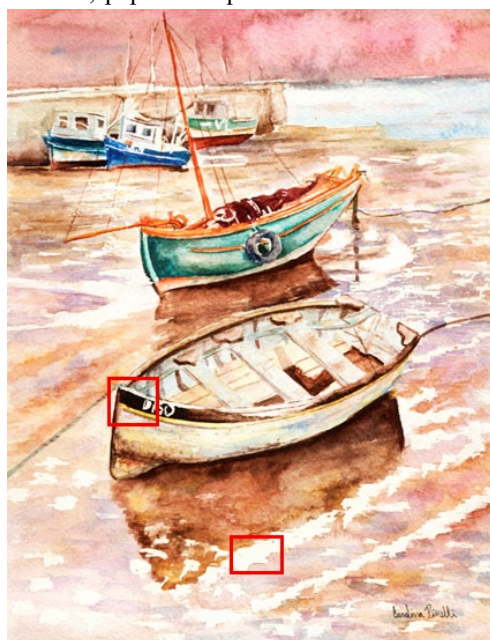


Figura 6. Em vermelho: detalhe da parte mais clara e a mais escura da imagem



Figura 7. Cartela impressa para geração do perfil



Figura 8. Imagem original (esquerda), impressa sem gerenciamento (centro) e com gerenciamento de cores (direita)

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na digitalização, utilizando o Sistema de Gerenciamento de Cores, confirmam que é possível digitalizar, documentar em arquivos digitais, visualizar e imprimir com consistência de cores.

Utilizar imagens digitais com Sistema de Gerenciamento de Cores possibilitará, no futuro, a obtenção de informações de cores de forma mais consistente do que o método atual. Para os profissionais que utilizam essa informação nas suas atividades, essa ferramenta tecnológica é muito importante e pode ser considerada uma aliada do processo de conservação e restauração.

AGRADECIMENTOS

Finep Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério de Ciência e Tecnologia

CAPES Coodenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FAPEMIG Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

EBA - Escola de Belas Artes / Universidade Federal de Minas Gerais

LACICOR Laboratório de Ciência da Conservação

NPDI Núcleo de Processamento Digital de Imagens

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fraser, B., *et al.* [1]

2005 Real Color Management, Second Edition, Estados Unidos: Peachpit Press.

TASI - Technical Advisory Service for Images [2]

2003 Setting up a Workspace for Digitisation.

2005 Disponível em <<http://www.tasi.ac.uk/advice/managing/pdf/workspace.pdf>>, acesso em: 15 jul.

Leão, A.C., A. de A. Araújo, L.A.C. Souza [3]

2005 Gerenciamento de Cores para Imagens Digitais. Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Belas Artes. 135 p.



MÉTODOS DE ORDENACIÓN Y TÉCNICAS DE AGRUPAMIENTO APLICADAS A LOS RECIPIENTES CERÁMICOS: LAS VASIJAS DE LOS CEMENTERIOS DE LA FALDA OCCIDENTAL DE ACONQUIJA

María Fabiana Bugliani

Museo Etnográfico

fbugliani@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados obtenidos a partir de la aplicación de métodos de ordenación y técnicas de agrupamiento sobre una colección de recipientes cerámicos. El conjunto en estudio está integrado por piezas procedentes de los cementerios excavados por el Ing. Weiser en la falda Occidental del Aconquija y constituye una colección significativa para conocer el repertorio estilístico que circulaba durante el Formativo en la región.

La posibilidad de contar con la pieza completa permitió realizar una serie de mediciones y utilizarlas para la aplicación de análisis multivariado. Para este estudio se realizaron observaciones de alturas, diámetros y la relación entre estas magnitudes en las vasijas.

Se presentan entonces, las diferentes pruebas exploradas, con las cuales se ha buscado ordenar y agrupar el material, generando una sistematización de los objetos basada en la morfología de los mismos. Por otra parte este trabajo ha permitido 'poner a prueba' los métodos de clasificación convencionales usados en el análisis de recipientes cerámicos y discutir la relevancia de los métodos estadísticos mencionados para ordenar y agrupar este tipo de artefactos.

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es presentar los resultados generados a partir de la aplicación de métodos de ordenación y técnicas de agrupamiento sobre una colección de recipientes cerámicos del Período Formativo (primer milenio A.D.) procedentes de la falda occidental del Aconquija, al sur de los valles Calchaquies. Se ha buscado ordenar y agrupar el material, generando una sistematización de los objetos basada en la morfología de los mismos. Asimismo este trabajo ha intentado 'poner a prueba' los métodos de clasificación convencionales usados en el análisis de recipientes cerámicos y discutir la relevancia de los métodos estadísticos mencionados para ordenar y agrupar este tipo de artefactos.

La muestra está integrada por 39 vasijas cerámicas halladas en 27 tumbas excavadas por el Ing. Wieser en su expedición de 1924-25 a la falda occidental del Aconquija y que hoy se alojan en el Museo de La Plata (Figura 1). En esta zona existen varios sitios arqueológicos formativos. La mayoría de ellos son áreas habitacionales muchas de ellas asociadas o cercanas a estructuras de cultivo como Loma Alta, Tesoro I e Ingenio del Arenal, entre otros.

Con anterioridad estas piezas fueron adscriptas a Grupos Morfológicos Generales definidos a partir de los criterios precisados por Balfet *et al.* (1983, 1988) donde las categorías se definen mediciones de profundidad, diámetro máximo y diámetro de la abertura. Siguiendo estos lineamientos se realizaron algunos ajustes a las definiciones generadas por esta propuesta, a fin de adaptar tales criterios a las características propias del conjunto analizado. Siguiendo esta metodología las vasijas fueron descriptas y categorizadas como pertenecientes a los grupos jarra, vaso, cuenco y olla entre otras formas. Esta diversidad morfológica hallada en el conjunto está acompañada por una variedad en la decoración que incluye diversas técnicas como la incisión, el modelado y la pintura y diferentes recursos plásticos y compositivos tanto figurativos como no figurativos.

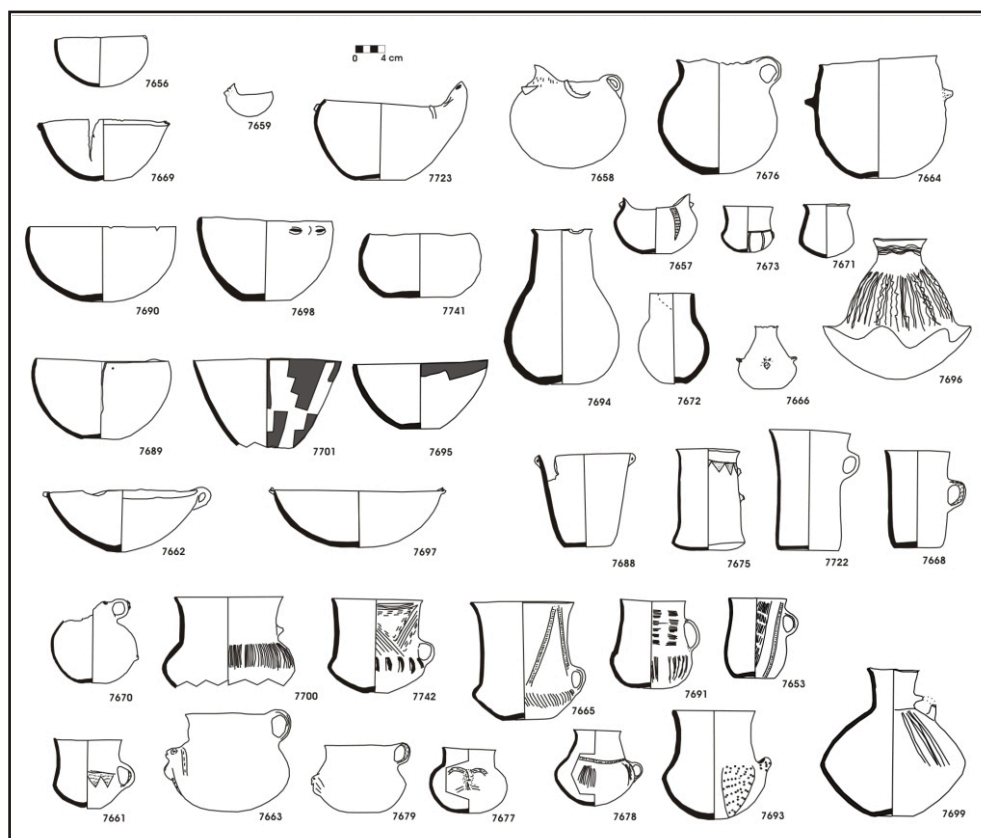


Figura 1. Vasijas de las tumbas de la falda occidental del Aconquija.
Colección Muniz Barreto, Museo La Plata

TÉCNICAS DE AGRUPAMIENTO: ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

La posibilidad de contar con una colección de vasijas enteras permitió realizar una serie de mediciones que fueron utilizadas para la aplicación de métodos de análisis multivariado (Lanteri *et al.*, 2005). Con el fin de generar una sistematización que atendiera a la observación de alturas, diámetros y la relación entre estas magnitudes en cada vasija y que pudiera ser otra manera de ordenamiento de las formas, diferente a la clasificación utilizada anteriormente, se procedió a la aplicación de técnicas multivariadas disponibles en el programa Past 1.64 (Hammer *et al.*, 2001).

Para estas pruebas se seleccionaron 9 variables cuantitativas consistentes en distintas mediciones sobre la pieza: A. altura total, B. altura del diámetro máximo, C. altura del diámetro mínimo, D. diámetro máximo, E. diámetro mínimo, F. diámetro de la boca, G. diámetro de la base, H. diferencia entre la altura total y la altura del diámetro mínimo, I. diferencia entre el diámetro mínimo y el diámetro máximo (Figura 2).

En primer término se aplicaron métodos de análisis de conglomerados (*cluster analysis*). Se ensayaron varias

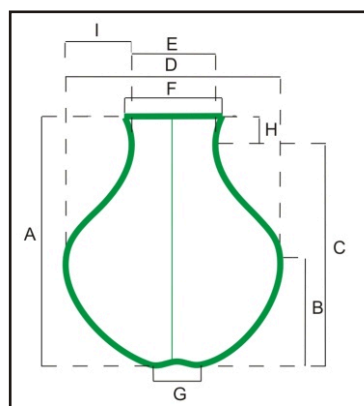


Figura 2. Medidas consideradas en el análisis

técnicas: por un lado análisis de conglomerados jerárquicos aglomerativos (*hierarchical ascending clustering*) usando diferentes algoritmos: método de Ward, *paired groups* y distintas medidas de distancia: euclídeana y de correlación. Por otra parte, se aplicó un análisis no jerárquico o partitivo (*K-means*).

Los análisis jerárquicos aglomerativos agrupan los elementos más similares entre sí, luego agregan a esos grupos nuevos elementos, y unen también los grupos entre sí a niveles de similitud progresivamente menores, hasta que finalmente quedan todos unidos en un único grupo. Los métodos partitivos funcionan recalculando el centro del conglomerado cada vez que se suma un nuevo individuo al grupo (Shennan, 1992).

Para todas las pruebas las medidas fueron divididas por la altura total de la pieza de manera de estandarizar los valores de las variables y tratar de minimizar los efectos de variación provocados por el factor tamaño global (Shennan, 1992:263). Los diagramas arborescentes resultantes, tanto para el método de Ward (Figura 3) como el de *paired groups* usando distancia euclídeana (Figura 3) mostraron dos agrupaciones mayores: un conjunto (A) coincidente con lo que hemos denominado cuencos y escudillas en la clasificación 'tradicional' y otro (B) que engloba jarras, jarros, ollas y vasos altos con asa. El tercer método utilizado *paired groups* con distancia de correlación- también subdivide la muestra en dos grupos pero diferencia en una tercera rama (C) las piezas catalogadas con anterioridad como vasos altos (Figura 4).

Si bien a primera vista las configuraciones de los tres dendrogramas muestran diferencias, seguramente producto de los diferentes métodos y algoritmos utilizados, hay asociaciones de vasijas que se mantienen en los distintos ordenamientos. Como se observa en los diagramas, dentro del Grupo A las piezas #7688 y #7741 se encuentran siempre sub-agrupadas y separadas del resto de las vasijas, ambas piezas pueden definirse cualitativamente como piezas abiertas profundas, una calificada como cuenco y otra como vaso. El otro subgrupo está integrado por las piezas de forma cuenco y por la única escudilla identificada por la clasificación 'tradicional'.

El Grupo B presenta configuraciones internas más disímiles según el método empleado, pero las asociaciones entre individuos se mantienen. Por una parte se agrupan las piezas #7661, #7653, #7675, #7693, #7691 (marcadas en la figura con color azul), estas piezas presentan

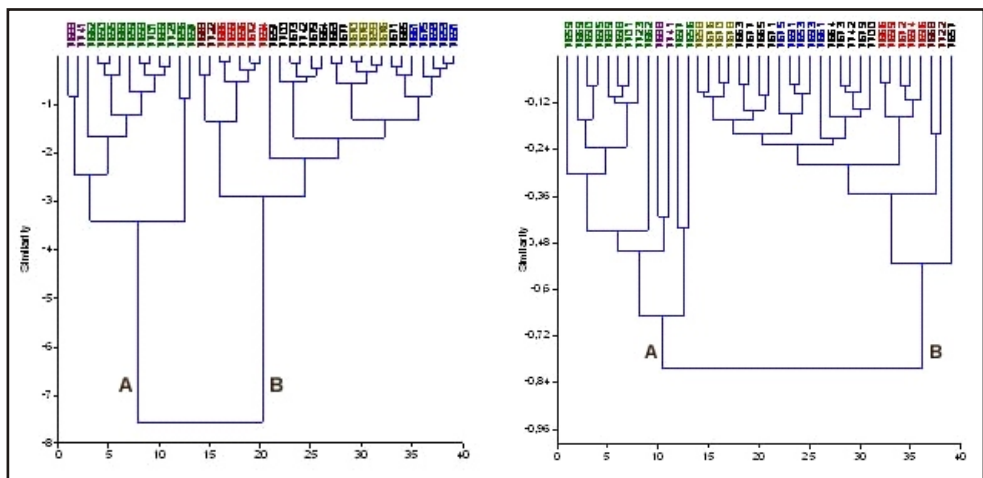


Figura 3. Izq. Dendrograma resultante de la aplicación del Método de Ward, (r) o CCC (coeficiente de correlación cofenética) = 0,8398. Der. Dendrograma resultante de la aplicación de *paired groups* usando distancia euclídeana, (r) o CCC (coeficiente de correlación cofenética) = 0,8764

cuellos muy poco diferenciados del cuerpo y poseen el diámetro máximo bastante cercano a la base de la pieza.

Otro subgrupo que se mantiene reunido en todos los resultados es el conformado por #7658, #7678, #7670 y #7676 (en color amarillo oscuro) el cual comprende piezas de cuerpos globulares y cuellos poco definidos. Un tercer conjunto lo componen las vasijas #7672, #7694, #7696, #7666 y #7699 y corresponde a jarras de cuellos bien marcados y estrechos (señaladas en color rojo).

Las restantes piezas -marcadas en color negro- aparecen agrupadas en el dendrograma resultante del método de *paired groups* con distancia de correlación (Figura 4), mientras que en los otros dos métodos aparecen subdivididas en conjuntos menores aunque siempre conservando una posición cercana y separadas de los grupos ya mencionados.

Como se dijo anteriormente las piezas catalogadas como vasos altos (#7722 y #7668) forman un conjunto separado. Con el método de *paired groups* (usando distancia de correlación) conforman un conjunto al que denominamos C, mientras que usando los otros métodos aparecen como una rama aparte del Grupo B, pero separada de las jarras.

Por otra parte, en los resultados obtenidos por el método partitivo o de *K-means*, no se observaron agrupaciones tan claras como las alcanzadas por los métodos aglomerativos. Se registraron variaciones significativas en las agrupaciones obtenidas de acuerdo al número de grupos o '*clusters*' solicitados, siendo seis el número de grupos que presenta más similitudes con la clasificación alcanzada a través de los métodos jerárquicos.

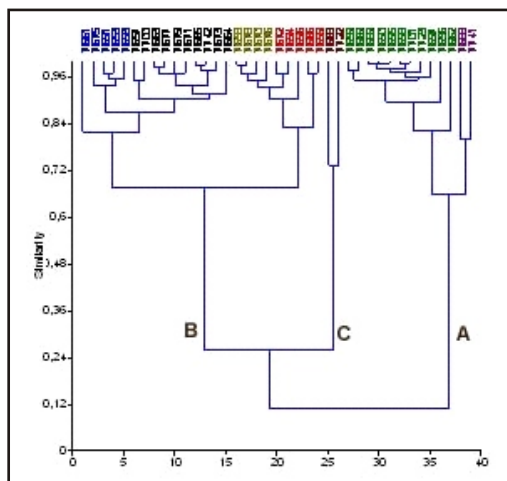


Figura 4. Dendrograma resultante de la aplicación del Método de *paired groups* usando distancia de correlación, (r) o CCC (coeficiente de correlación cofenética) = 0,8959

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Además de la utilización de los diferentes métodos de conglomerados se aplicó a la muestra el Análisis de Componentes Principales (ACP). Esta prueba se realizó sobre las 39 vasijas y se consideraron las variables B a I empleadas anteriormente (Figura 2); los resultados obtenidos se presentan en los gráficos siguientes (Figura 5).

Los componentes 1 y 2, ambos con valores propios mayores a 1, suman el 82% de la variación en los datos. El componente 1 explica más del 60% de la variación y presenta una elevada correlación positiva con valores de correlación superiores a 0,8 con las variables B (altura del diámetro máximo), D (diámetro máximo), F (diámetro de la boca), H (diferencia entre la altura total y la altura del diámetro mínimo) e I (diferencia entre el diámetro mínimo y el diámetro máximo). Por su parte el componente 2 explica el 17% y se asocia con las variables E (diámetro mínimo) y G (diámetro de la base) las cuales presentan valores de correlación de 0,89 y 0,44 respectivamente.

El diagrama de dispersión de las vasijas en los dos primeros componentes principales permite cruzar la información anterior con los casos individuales. En el esquema se observan dos claras agrupaciones discretas, mientras que unas pocas vasijas se ubican en posiciones fuera de la distribución principal. Un primer conjunto de puntuaciones a la derecha del gráfico reúne las vasijas con valores altos para las variables B y C, agrupando a las vasijas con diámetros

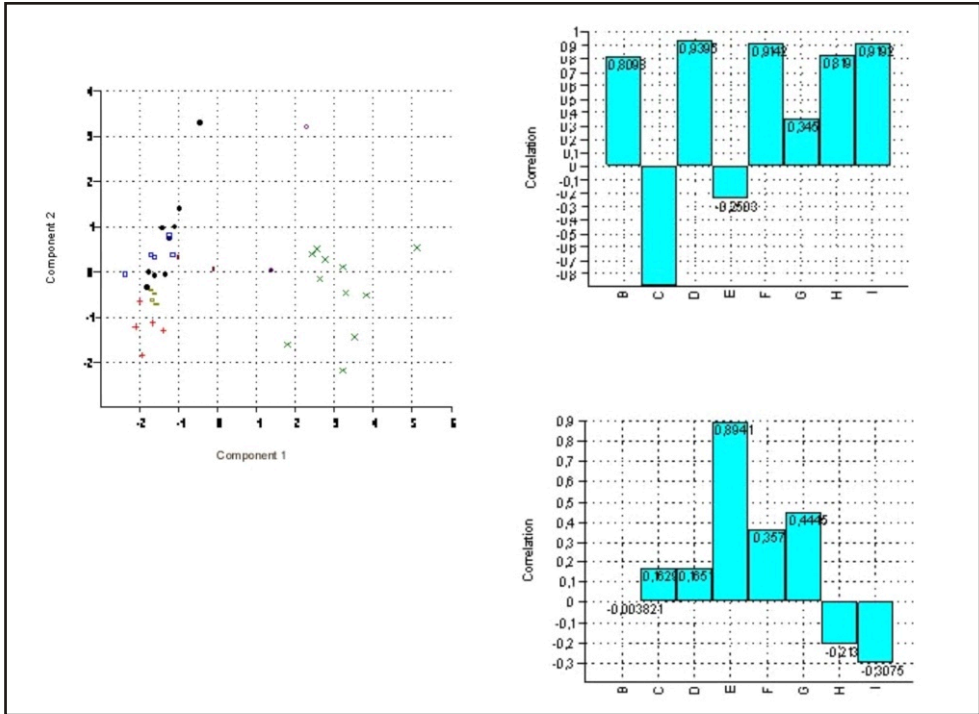


Figura 5. Izq. Diagrama de dispersión de las vasijas en los dos componentes principales.

Der. Arriba: coeficientes de correlación para las 8 variables en el Componente 1.

Der. abajo: coeficientes de correlación para las 8 variables en el Componente 2

máximos grandes ubicados sobre la altura total de la pieza. Se trata de piezas abiertas con diámetros máximos coincidentes con la boca de la vasija. El segundo conjunto reúne las piezas restringidas distribuyéndose a lo largo del eje del componente 2, desde las piezas con cuellos más estrechos hacia piezas con cuellos poco marcados, sólo insinuados.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos mediante los métodos de análisis de conglomerados vemos que los mismos presentan grandes semejanzas. Para simplificar la explicación, en el diagrama de dispersión resultante del ACP se han utilizado los mismos colores usados en los dendrogramas para identificar las vasijas. En la Figura 5 (izquierda) puede observarse como se mantienen agrupados los recipientes que se reunían en las otras pruebas, dentro de las dos nubes mayores se distinguen, también por este método, los conjuntos definidos por los métodos de conglomerados.

Sólo unas pocas piezas se alejan de las concentraciones mayores y las mismas corresponden a vasijas que tampoco tenían una clara ubicación en las otras pruebas. La pieza # 7657 fue una de las que más cambios de agrupación presentó en las diferentes pruebas ensayadas. Lo mismo ocurre con las piezas #7741 y #7688 que se encontraban agrupadas entre sí en los análisis de conglomerados.

CONSIDERACIONES FINALES

Los diferentes métodos aplicados aquí, nos permiten ordenar y agrupar el conjunto estudiado desde otra perspectiva de análisis, la cual posibilita también 'poner a prueba' los métodos de clasificación convencionales y contrastar nuestras percepciones. Los métodos de conglomerados sirven para agrupar objetos similares en el mismo conglomerado y a través de distintos métodos definir un grupo (Shennan. 1992:243). Las pruebas realizadas en este caso dieron

resultados semejantes entre sí produciendo particiones en dos grupos mayores que luego se subdividieron en conjuntos menores que se mantienen con la aplicación de los diferentes métodos. Pocas fueron las piezas que no tuvieron un comportamiento constante usando las distintas pruebas. Por este motivo y siguiendo la evaluación de Shennan respecto de la superposición entre los miembros de los conglomerados, sería de esperar que estas respuestas similares nos estuvieran indicando que la estructura descubierta es auténtica (Shennan, op.cit:232). Por otra parte el uso del ACP permitió agrupar las mismas vasijas y observar la covariación entre variables; además, a través de la representación gráfica de estos resultados, se pudo proyectar y visualizar la distribución de los datos.

Creemos que los métodos de análisis estadísticos aplicados aquí son de gran utilidad para producir un ordenamiento de los objetos más allá de aspectos intuitivos. Su aplicación puede ayudarnos a hacer más explícitas las bases de nuestras decisiones en materia de clasificación y ordenamiento y puede revelar esquemas presentes en el material que de otro modo no emergerían debido, por ejemplo, a la complejidad de los datos originales.

Asimismo, es necesario enfatizar la importancia de aspectos cualitativos u otras características de la vasija difíciles de describir a través de valores numéricos y que no deben descartarse al momento de clasificar una pieza, ya que pueden ser fundamentales para entender el significado de estos objetos dentro del sistema social. Coincidimos, en este sentido, con la observación realizada por Shennan para quien “El ojo y la mente son excelentes para proporcionar una impresión general de un conjunto peculiar de artefactos (si es que estamos estudiando artefactos), en términos de la variación morfológica entre ellos. Para separar la variación global en aspectos distintos, esto es, para analizarla, es mejor usar métodos apropiados y así conseguir una nueva información; después del análisis, el examen visual puede desempeñar todavía un papel importante.” (Shennan, 1992:270).

Por último, es necesario recalcar la necesidad de aplicar diferentes técnicas y análisis a fin mantener un contralor de los resultados obtenidos y realizar comparaciones entre los mismos. En el caso del análisis de conglomerados, otra forma de evaluar los resultados es a través del cálculo del coeficiente de correlación cofenética $-(r)$ o CCC- que permite observar el grado de distorsión de los dendrogramas (Shennan, 1992, Lanteri *et al.*, 2005). Asimismo el uso de métodos alternativos, el ACP en este caso, permite realizar otra evaluación de los resultados.

AGRADECIMIENTOS

A Ma. Cristina Scattolin por facilitarme generosamente los datos de base sobre los cuales se calcularon las magnitudes utilizadas en este trabajo y se aplicaron los métodos estadísticos aquí detallados. A las autoridades y asistentes del Museo de La Plata por permitirme el acceso a la colección estudiada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lanteri, A.A., C. Margaría y M.M. Cigliano

2005 Análisis multivariado: técnicas de agrupamientos. Árboles de distancias. En: Lanteri A.A. y M.M. Cigliano (Eds.) *Sistemática Biológica: fundamentos teóricos y ejercitaciones*: 93-106. Editorial de la Universidad de La Plata. La Plata.

Hammer, O., D. Harper y P. Ryan

2001 PAST: Palaeontological statistics software package for education y data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9 pp.

Shennan, S.

1992 *Arqueología cuantitativa*. Editorial Crítica. Barcelona.



TENDENCIAS OBSERVADAS EN LA VARIABILIDAD DE LOS RASPADORES DE NORTE Y SUR DE PATAGONIA. EXPLORANDO LAS INTERRELACIONES ENTRE FORMA, TAMAÑO E HISTORIA DE VIDA

Marcelo Cardillo, Judith Charlin

Departamento de Investigaciones Prehistóricas y Arqueológicas-Instituto
Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas-CONICET
marcelo.cardillo@gmail.com jucharlin@yahoo.com.ar

RESUMEN

Este trabajo se propone explorar la variabilidad existente en los raspadores de Norte y Sur de Patagonia. Para ello se aplicaron técnicas tanto de morfometría tradicional (correlaciones entre variables métricas) como geométrica (análisis de contornos). Estas últimas, permiten una adecuada descripción cuantitativa de la forma de un objeto independientemente de su tamaño. Las muestras analizadas comprenden conjuntos de superficie y estratigrafía con dataciones que permiten asignarlos al Holoceno Tardío.

Los resultados del análisis morfométrico indican la existencia de diseños compartidos entre ambos sectores. Asimismo se observan correlaciones entre algunas variables métricas como el largo y la cantidad de filos activos por pieza y determinadas morfologías.

Por otro lado, se observan diferencias entre el norte y sur de Patagonia en cuanto a variables métricas como los tamaños de los artefactos y el largo promedio de los filos. Algunas de las tendencias observadas podrían relacionarse con diferencias en la historia de vida de los instrumentos, la disponibilidad de materias primas líticas así como con distintos requerimientos de performance entre sectores.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la variabilidad métrica y morfológica de los instrumentos clasificados como raspadores, de acuerdo con sus características tecno-morfológicas, ha brindado valiosa información sobre diversos aspectos relacionadas con la organización tecnológica de los grupos humanos tales como: el proceso de manufactura, la historia de vida y el grado de reducción de los artefactos, el diseño, el tipo de enmangue, entre otras cosas (Dibble, 1987, Franco, 1994, Morrow, 1997, Shott, 1995, Hiscock y Attenbrow, 2002, 2003 y 2005, Blades, 2003, Bousman, 2005). En una escala amplia, estas variables también funcionan como indicadores de diferencias tecnológicas entre poblaciones humanas. Estas diferencias ofrecen los medios para discutir sobre la movilidad e interacción entre poblaciones. Con este fin se comparan dos conjuntos de raspadores procedentes de dos áreas de Patagonia distantes entre sí 1200 km. aproximadamente: la costa del golfo de San Matías en la provincia de Río Negro y el campo volcánico Pali Aike en la provincia de Santa Cruz (Figura 1).

La selección de esta clase de instrumentos se debe a su relativa abundancia en las áreas comparadas y por tratarse de un diseño relativamente estandarizado, lo que permite utilizar el mismo conjunto de variables para el análisis. Asimismo se han realizado comparaciones similares con otras categorías artefactuales a escala macroregional (Franco *et al.*, 2005 y 2006, Cardillo *et al.*, 2005)

CASOS DE ESTUDIO

El campo volcánico Pali Aike se localiza en la cuenca Austral o de Magallanes, al este de los Andes entre los 46° y 55° S (Skewes, 1978, Agostini *et al.*, 1999, Corbella 2002, D'Orazio *et al.*, 2000). La mayor parte de Pali Aike comprende el sector meridional de la Pcia. de Santa



Figura 1. Muestras de raspadores de los sectores norte y sur de Patagonia

comparabilidad entre las muestras. Los raspadores procedentes del golfo San Matías suman un total de 80 ejemplares, la totalidad de los cuales se encuentran manufacturados sobre rocas silíceas (calcedonia y ópalo). Este conjunto de rocas también es el predominante para la manufactura de los raspadores en Pali Aike, representando el 49% del total. Sin embargo, en esta área se registra una mayor diversidad petrográfica dentro de las rocas silíceas, habiéndose utilizado calcedonia, ópalo, jaspe, sílice y xilópalo. En segundo lugar de abundancia se encuentran las rocas de grano fino oscuro (RGFO), alcanzando el 38%. Bajo esta denominación agrupamos a un conjunto de rocas volcánicas y sedimentarias de color negro muy similares macroscópicamente, por lo cual es difícil diferenciarlas sin un análisis de cortes delgados (cf. Charlin, 2005).

METODOLOGÍA

En la caracterización y comparación entre los conjuntos del norte y sur de Patagonia se emplearon técnicas de análisis estadísticas para variables métricas y morfométricas. Las variables métricas consideradas fueron: peso (medido en gramos con resolución de 0.1 gr. en una balanza digital), espesor máximo (medido en mm. mediante un calibre de corredera), largo del filo (medido en mm. con una cinta métrica flexible con el fin de disminuir el error de medición de las curvaturas de los filos), ángulo medido (*sensu* Aschero, 1983) y cantidad de filos por pieza. Esta última variable incluyó todos los filos adicionales observados en el

Cruz, entre el río Coyle (50° S) y la frontera con Chile, extendiéndose -ya en este país- hasta el Estrecho de Magallanes (52° S) (Corbella, op. cit.).

La muestra de raspadores que se incluye en el presente análisis ha sido recuperada en diversos sectores del campo volcánico, a través de excavaciones y sondeos en cuevas y aleros con ocupaciones asignadas al Holoceno tardío (*ca.* 4.000-1.000 años AP), como así también por medio de recolecciones de superficie sistemáticas y asistemáticas (Tabla 1).

El conjunto de raspadores de norpatagonia procede de muestreos de superficie de distintos sitios ubicados en la costa norte y oeste del golfo de San Matías, en la costa Rionegrina. Los sitios que han sido excavados también mostraron ocupaciones para el Holoceno tardío (Favier Dubois *et al.*, 2005).

En la Tabla 1 se presenta la procedencia de los conjuntos de raspadores analizados, el tipo de relevamiento por el que fueron recuperados, los fechados radiocarbónicos disponibles y el tamaño de las muestras. En el análisis que se presenta solamente han sido considerados los raspadores enteros ya que este aspecto constituye uno de los requisitos necesarios para el análisis morfológico. Los raspadores procedentes del área de Pali Aike suman un total de 75 ejemplares, que representan el 77% del total de raspadores recuperados. Si bien Las Buitreras cueva 1 presenta evidencias de ocupación humana desde *ca.* 7.600 A.P (Sanguinetti de Bórmida, 1976), para el presente estudio solamente se han considerado los raspadores recuperados entre las capas I y IV (4.310±110 AP) para mantener la

Área	Lugar de procedencia	Tipo de relevamiento	<i>N</i>	Fechados ¹⁴ C (años AP)
GOLFO	Costa norte	superficie	54	1100±90; 4000±130
SAN	Costa oeste	superficie	26	
MATIAS	Total		80	
PALI AIKE	Las Buitreras cueva 1	estratigrafía	17	4.310±110; 670±60; 750±60
		estratigrafía	4	
	Alero Norte 1	superficie	2	
	Alero Norte 2	superficie	3	
		estratigrafía	2	3.490±50; 1.760±70
	Cueva Orejas de Burro 1	superficie	1	
	Cueva Orejas de Burro 2	superficie	1	
	Alero Orejas de Burro 11	superficie	1	
	Laguna Azul	superficie	5	
	Cerro de los Frailes	superficie	4	
	Gap	superficie	10	
		estratigrafía	15	3.100±70; 1.360±35; 965±40
	Cueva Cóndor 1	superficie	6	
	Alero 41	superficie	2	
	Alero 46	superficie	2	
	Total		75	
Total general			155	

Tabla 1. Muestras de raspadores analizadas de norte y sur de Patagonia

artefacto, aunque no fueran clasificados morfológicamente como filos en raspador.

El peso fue seleccionado como medida para describir el tamaño general del instrumento ya que es sensible a pequeñas variaciones en las dimensiones. Mientras que las otras variables fueron seleccionadas por constituir buenos indicadores de la reducción o historia de vida del instrumento, como así también de las variaciones relacionadas con el empuje (Keeley, 1982, Shott, 1995, Bousman, 2005, Morrow, 1997).

Para efectuar las comparaciones entre ambos conjuntos y evaluar la existencia de diferencias se realizaron *test* de hipótesis paramétricos y no paramétricos de acuerdo a las características de las variables analizadas.

Para los análisis morfométricos se empleó el análisis de Fourier Elíptico (EFA) (Kuhl y Giardina en Rohlf, 1990). El mismo es especialmente útil para lograr una descripción cuantitativa de la forma que puede ser empleada para describir o comparar conjuntos de objetos, a partir de sus contornos. Mediante este método, la descripción de la forma se realiza a partir de *n* parámetros denominados armónicas, cada una de las cuales contribuye a la descripción de la forma empírica en diferente grado. Las primeras armónicas describen un contorno de una manera muy general, mientras que las últimas describen variaciones de forma que ocurren a pequeña escala. Posteriormente, las armónicas son normalizadas para eliminar el efecto del tamaño, orientación y rotación. El grado de resolución necesario para la descripción de una forma cualquiera puede ser manipulado de esta manera a partir de la selección del número de armónicas. La utilización de esta metodología permite realizar una descripción cuantitativa de la forma de manera continua. Esto disminuye, entre otras cosas, la subjetividad de la definición tipológica o en categorías de forma cuya variación se comporta muchas veces

como un continuo (Gero y Mazzullo, 1984), además de permitir un tratamiento estadístico de la forma. Las primeras armónicas capturan la forma general del contorno redondeamiento, alargamiento, compresión, mientras que las de alto orden muestran la angularidad del contorno, como puede ser por ejemplo, la irregularidad de las aristas de los artefactos. Para la obtención de los contornos se utilizó el programa Past (1.67) (Hammer *et al.*, 2001, Hammer, 2007) mediante 100 puntos distribuidos de manera regular a lo largo del contorno usando el programa *TPSdig* (Rohlf, 2006).

RESULTADOS

Análisis métrico: Comparación entre los conjuntos

El resultado de la comparación entre los sectores norte (N) y sur (S) de Patagonia señala la existencia de diferencias significativas en la mayoría de las variables métricas de los dos conjuntos. La media y la varianza de las variables continuas (peso, espesor máximo y largo del filo) fueron comparadas a través de los *test* t y F (Tabla 2).

Como se observa en la Tabla 2 existen diferencias significativas entre las tres variables continuas. El peso y el largo promedio de los filos son mayores en el sector N, mientras que los raspadores son más espesos hacia el S. Asimismo, se observa que la varianza es mayor en todos los casos en el sector sur.

Variab	Sectores	Media	Varianza	t (p<00.5)	F (p<00.5)
Peso(gr.)	Norte	7.35	17.09	2.83 (0.004)	1.83 (0.008)
	Sur	6.43	43.10		
Largo del filo (mm.)	Norte	27.57	73.33	2.23 (0.02)	1.76 (0.07)
	Sur	23.40	202.16		
Espesor (mm.)	Norte	7.63	5.50	2.00 (0.04)	1.58 (0.04)
	Sur	8.49	8.72		

Tabla 2. Media y varianza de las variables métricas comparadas entre los conjuntos y resultados de los *test* de hipótesis. El peso fue normalizado aplicando la transformación *log₁₀* en caso de que varianzas diferentes en el peso y espesor la significación fue obtenida a partir de 10.000 permutaciones

En el caso de las variables discretas (como la cantidad de filos por instrumento) y en intervalos (como el ángulo medido del filo), se utilizaron los *test* no paramétricos de Chi cuadrado y Kruskal-Wallis, respectivamente. Los resultados indican que existe una diferencia significativa en el ángulo medido entre sectores (KW= 8.39 *p*=0.003) con una mediana de 70° para el área N y 75° para el área S. En cuanto a la cantidad de filos por instrumento, no se observan diferencias significativas (*X*²=3.11 *p*=0.37).

Para evaluar la relación entre las distintas variables se empleó el coeficiente *r* de Pearson. El nivel de significación estadística (*p*=0.05) fue obtenido por remuestreo mediante el programa *Past* (1.67). El análisis muestra que, en general, no existe una alta correlación entre las variables métricas (Tabla 3). La mayor correlación se observa entre el peso y el espesor máximo, indicando que los artefactos más espesos tienden a ser los de mayor tamaño. En menor grado se registra una correlación baja y significativa entre el ángulo medido del filo y el espesor máximo, señalando que los instrumentos más espesos tienden a poseer ángulos más obtusos. Por último, se observa una correlación negativa y baja entre la cantidad de filos por instrumento y el largo del filo. Esto implica que a mayor cantidad de filos, éstos son más cortos.

Análisis Morfométrico

Los análisis de componentes principales (CP) realizados sobre los coeficientes del EFA

Variables	Largo del filo (en mm.)		Espesor máx. (en mm.)		Ángulo medido (en grados)		Cantidad de filos por instrumento	
	<i>r</i>	<i>p</i> <0.05	<i>r</i>	<i>p</i> <0.05	<i>r</i>	<i>p</i> <0.05	<i>r</i>	<i>p</i> <0.05
Peso	0.13	0.0	0.71	0.00	0.14	0.07	0.14	0.06
Largo del filo			0.15	0.06	-0.01	0.87	-0.17	0.02
Espesor máx.					0.32	0.00	0.05	0.52
Ángulo medido							0.02	0.74

Tabla 3. Matriz de correlación entre las variables

permiten reducir la variabilidad de la muestra a cinco CP que explican un 95% de la variabilidad total observada, de los cuales los tres primeros son los que comprenden el mayor porcentaje de variación (Tabla 4).

Los dos primeros CP que describen conjuntamente un 77% de la varianza, son representados mediante la estimación de densidad de Kernel, en donde se ven los ejes de mayor variación morfológica. Las formas muestran los extremos de variación morfológica (dos desvíos estándar, para cada uno de estos componentes). Se observa que si bien ambas muestras ocupan sectores similares del espacio de forma, poseen picos de densidad distintos, poseyendo los del área N formas de tendencia más redondeada y los del área S más alargada (Figura 2).

El análisis multivariado de la varianza no paramétrico (NPMANOVA) sobre los cinco componentes principales de forma, señala que no es posible diferenciar ambos conjuntos ($F=0.27$ $p=0.82$), por lo que si bien existen diferencias en la frecuencia de formas, las

Componente	Eigenvalue	% Varianza explicada	% acumulado
CP1	0.013	66.84	66.84
CP2	0.002	10.66	77.50
CP3	0.002	8.79	86.30
CP4	0.001	4.92	91.23
CP5	0.001	3.79	95.02

Tabla 4. Valores obtenidos del análisis de Componentes Principales

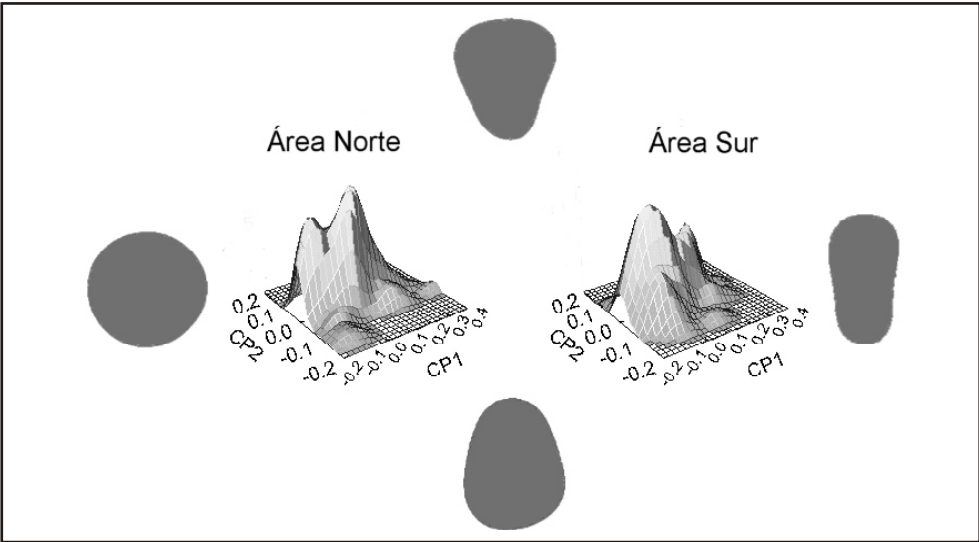


Figura 2. Gráfico de densidad de formas en las áreas norte y sur de Patagonia

distribuciones son estadísticamente semejantes. Por consiguiente, es posible tratarlas como un solo conjunto al realizar los análisis de correlación entre variables métricas y morfológicas.

Correlación entre los análisis morfométricos y métricos

Las correlaciones realizadas entre los cinco CP y las variables métricas y discretas que han sido utilizadas para caracterizar a los raspadores muestran una relación significativa y negativa entre el CP1 y el largo de los filos y una correlación baja positiva entre el CP4 y la cantidad de filos por instrumento (Tabla 5). Las demás variables consideradas no presentan correlaciones significativas entre sí. En el primer caso, la correlación señala que las formas más redondeadas presentan filos de mayor longitud, en tanto que las formas más alargadas presentan filos más cortos. La segunda correlación indica que a mayor cantidad de filos la forma es más angular.

Componente	Peso		Largo del filo		Espesor máx.		Ángulo medido		Cantidad de filos por instrumento	
	<i>r</i>	<i>p</i> <0.05	<i>r</i>	<i>p</i> <0.05	<i>r</i>	<i>p</i> <0.05	<i>r</i>	<i>p</i> <0.05	<i>r</i>	<i>p</i> <0.05
PC1	0.012	0.878	-0.276	0.001	-0.100	0.216	0.019	0.812	0.047	0.557
PC2	-0.127	0.115	0.142	0.077	-0.114	0.158	-0.146	0.069	-0.118	0.142
PC3	0.058	0.474	-0.147	0.068	-0.002	0.976	-0.153	0.058	-0.022	0.790
PC4	0.150	0.063	0.063	0.434	0.137	0.089	0.066	0.418	0.239	0.003
PC5	0.128	0.113	0.095	0.239	0.119	0.140	-0.069	0.394	-0.053	0.510

Tabla 5. Matriz de correlación entre los CP y las variables métricas y discretas

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A partir de los análisis realizados se observa que no existen diferencias morfológicas significativas entre los conjuntos de N y S de Patagonia. Se observan, sin embargo, diferencias en la frecuencia de formas representadas, predominando en el área N las formas redondeadas y en el S las alargadas. Los resultados obtenidos a través del análisis morfológico contrastan, en cierta medida, con las diferencias observadas en las variables métricas entre ambos conjuntos. Por un lado, en el área N se registran los mayores tamaños de los raspadores. Esto podría encontrarse relacionado con la mayor oferta de materias primas líticas en esta área, tanto en la abundancia como en el tamaño de los nódulos. Al mismo tiempo, las diferencias de tamaño estarían dando cuenta de historias de vida y grados de reducción disímiles entre ambos sectores, lo cual podría considerarse como una variable dependiente de la disponibilidad de materias primas líticas. Asimismo, las diferencias de tamaño podrían estar relacionadas con aspectos funcionales y con la presencia/ausencia de enmangue.

Por otro lado, en el área S se registran raspadores más espesos. Estas diferencias podrían relacionarse con el tipo de formas-base utilizadas para la manufactura de estos instrumentos (Morrow, 1997). En este sentido, mientras en Pali Aike predomina la utilización de lascas primarias y secundarias, generalmente obtenidas mediante talla bipolar, hacia el norte se utilizaron formas-base más delgadas, principalmente lascas angulares.

Las variables relacionadas con el filo también muestran discrepancias entre los sectores, siendo más largos y más agudos los filos del área N. Esto podría estar relacionado con la mayor oferta de materias primas líticas en esta zona y con una historia de vida más corta reflejada en ángulos de descarte menores. En el área S las diferencias observadas sugieren instrumentos con una historia de vida más larga, lo cual se encuentra en relación con la escasa disponibilidad de rocas silíceas en las fuentes potenciales de aprovisionamiento. Al respecto, sobre un total de aproximadamente 50 muestreos de rocas realizados en los depósitos naturales de rocas que se encuentran disponibles en el campo volcánico, sólo en dos de ellos

fue posible recuperar un nódulo de calcedonia y uno de jaspe. Asimismo la disponibilidad de RGFO es baja, aunque en mayor proporción que las rocas silíceas. El menor largo de los filos en el área S puede estar relacionado con el tamaño pequeño de las formas-base utilizadas para la manufactura de los raspadores, lo cual se encuentra en estrecha relación con el tamaño pequeño que presentan los nódulos de rocas silíceas y RGFO, en comparación con la dacita, por ejemplo. Asimismo esto se puede encontrar relacionado con las técnicas de enmangue empleadas (Shott, 1995, Bousman, 2005).

Por último, en el sector N se registra, en general, una menor varianza que en la zona meridional, lo que puede tener que ver con diseños más estandarizados hacia el N, así como con una menor variación producto del proceso de reactivación.

A modo de conclusión podemos señalar que los patrones discutidos tienen relevancia en dos escalas: a nivel local se observa una estrecha relación entre las características métricas de los raspadores y las diferencias en la disponibilidad y utilización de las materias primas líticas entre ambos sectores; a una escala macroregional, si bien no se observan grandes variaciones morfológicas, estos patrones sugieren diferencias en las estrategias implementadas de elaboración y uso de los raspadores por parte de los grupos humanos de nord y sudpatagonia.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue en parte realizado con una beca doctoral CONICET y dentro del proyecto PIP CONICET 6415 dirigido por los Dres. Florencia Borella y Cristian Favier Dubois.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostini, S., M. D'Orazio, O. Gonzalez-Ferran, M. Haller, E. Innocetti, A. Lahsen, P. Manetti, F. Mazzarini, R. Mazzuoli y C. Meister
1999 The Pali Aike Volcanic Field, Southern Patagonia: petrogenesis and geodynamic significance. En: *Actas del XIV Congreso Geológico Argentino*, Tomo II: 261-264, Salta.
- Aschero, C.
1983 Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. Revisión para cátedra de Ergología y Tecnología (FFyL-UBA). Buenos Aires. Ms.
- Blades, B.
2003 End scraper reduction and hunter-gatherer mobility. *American Antiquity* 68 (1): 141-156.
- Bousman, B.
2005 Coping with risk: later stone age technological strategies at Blydefontein rock shelter, South Africa. *Journal of Anthropological Archaeology* 24: 193-226.
- Cardillo M, I Pérez, N Franco y G Barrientos
2005 Variabilidad morfológica en puntas de proyectil pedunculadas del holoceno en el Sur de Patagonia continental (provincia de Santa Cruz). Sextas Jornadas de la Arqueología de la Patagonia. Punta Arenas, Chile. Resúmenes publicados.
- Charlin, J.
2005. Aprovechamiento de materias primas líticas en el campo volcánico de Pali Aike (Santa Cruz): una primera aproximación a partir del análisis de los núcleos. *Werken* n° 7: 39-58.
- Corbella, H.
2002 El campo volcánico-tectónico de Pali Aike. En: *Geología y recursos naturales de Santa Cruz*. Relatorio del XV Congreso Geológico Argentino. El Calafate, 1-18: 285-301. Buenos Aires.
- Dibble, H.
1987 The interpretation of Middle Paleolithic Scraper Morphology. *American Antiquity* 52 (1): 109-117.

- D'Orazio, M., S. Agostini, F. Mazzarini, F. Innocenti, P. Manetti, M. J. Haller y A. Lahsen.
2000 The Pali Aike volcanic Field, Patagonia: Slab-Window Magmatism near the Tip of South America. *Tectonophysics* 321: 407-427.
- Favier Dubois, C.M, F. Borella, L. Manzi, M. Cardillo, S. Lanzelotti, F. Scartascini y E. Borges Vaz
2005 Aproximación regional al registro arqueológico de la costa rionegrina. En: *Arqueología de la Costa Patagónica. Perspectivas para la conservación*. Editado por I. Cruz y S. Caracotche, Capítulo 3, Universidad Nacional de la Patagonia Austral y Secretaría de Cultura de la Provincia de Chubut (en prensa).
- Franco, N.
1994 Maximización en el aprovechamiento de los recursos líticos. Un caso analizado en el Área Interserrana Bonaerense. En *Arqueología de cazadores-recolectores. Límites, casos y aperturas*. J. L. Lanata y L. A. Borrero compiladores, pp. 75-88. Arqueología contemporánea 5. Edición Especial.
- Franco, N., M. Cardillo y L. Borrero
2005 Una primera aproximación a la variabilidad presente en las puntas denominadas "Bird IV". *Werken* 6 (1): 81-95.
- Franco, N., A. Castro, M. Cardillo y J. Charlin
2006 El valor de los indicadores tecnomorfológicos y funcionales para discutir la interacción entre grupos sociales: el caso de los cazadores-recolectores del Holoceno Tardío del extremo sur de Patagonia continental. Trabajo presentado en el 52º Congreso Internacional de Americanistas, Sevilla, España.
- Hiscock, P. y V. Attenbrow
2002 Morphological and reduction continuums in Eastern Australia: Measurement and implications at Capertee 3. *Tempus* 7: 167-174.
- 2003 Early australian implement variation: a reduction model. *Journal of Archaeological Science* 30: 239-249.
- 2005 Reduction continuums and tool use. En: *Lithics 'Down Under': Recent Australian Approachs to Lithic Reduction, Use and Clasification*, ed. por C. Clarkson y L. Lamb, pp. 43-55. British Archaeological Reports. Internacional Monograph series. Oxford: Archaeopress.
- Gero, J., J. Mazzullo
1987 Analysis of Artifact Shape Using Fourier Series in Closed Form *Journal of Field Archaeology*. Vol. 11, No. 3
- Hammer, O., D.A.T. Harper anyd P. . Ryan
2001 PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9.
http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hammer, O.
2007 PAST - *Palaeontological STatistics*, ver. 1.67. D.A.T. Harper and P.D. Ryan.
<http://folk.uio.no/ohammer/past>
- Keeley, L.
1988 Lithic Economy, Style and Use: A Comparison of Three Late Magdalenian Sites. *Lithic Technology* 17: 19-25.
- Morrow, J.
1997 End scraper morphology and use life: an approach for studying paleoindian lithic technology and mobility. *Lithic Technology* 22 (1): 70-85.
- Rohlf, F.J.
1990 Fitting Curves to outlines. *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. Special Pub. No. 2, Univ. of Michigan Museum of Zoology: Ann Arbor, pp 167-178

Rohlf, F.J.

2006 tps serie softwares. Disponible en <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>

Sanguinetti de Bórmida, A.

1976 Excavaciones prehistóricas en la cueva de Las Buitreras, Santa Cruz, Argentina.
Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología X: 271-292.

Shott, M.

1995 Curation, use rates and the formation of scraper assemblages. *Lithic Technology* 20 (1): 53-72.

Skewes, M.

1978 Geología, petrología, quimismo y origen de los volcanes del área de Pali-Aike, Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, vol. 9:



ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LOS CABEZALES LÍTICOS “COLA DE PESCADO” DEL URUGUAY

Carola Castiñeira¹, Marcelo Cardillo², Judith Charlin², Juan Carlos Fernicola³,
Jorge Baeza⁴

1 Ministerio de Educación y Cultura de Uruguay

carolac12004@yahoo.com

2 DIPA-IMHICIHU-CONICET marcelo_cardillo@hotmail.com judith_charlin@yahoo.com.ar

3 Museo de Ciencias Naturales B. Rivadavia

jctano@mcn.gov.ar

4 Universidad de la Rep. Oriental del Uruguay

RESUMEN

Se presentan los resultados preliminares alcanzados mediante análisis de morfometría tradicional y geométrica sobre una muestra de cabezales líticos clasificados como “cola de pescado”, pertenecientes a colecciones públicas y privadas de la Rep. Oriental del Uruguay.

Asimismo, la muestra fue sometida a diferentes test estadísticos paramétricos, tales como componentes principales y correlación por mínimos cuadrados, que permitieron estudiar la variación morfométrica observada.

Los resultados del Relative Warps sobre las variables morfológicas permitieron discriminar dos ejes principales que explican el 70% de la variación observada. La variabilidad morfológica muestra un pasaje gradual de formas más alargadas hacia formas más comprimidas. Asimismo se ha registrado correlación entre algunos aspectos de la morfología y variables métricas como largo, ancho y espesor de los cabezales y entre el tamaño geométrico y la forma. A partir de las relaciones observadas se discute si las mismas pueden ser atribuidas a diferencias en el diseño y/o la historia de vida de estos instrumentos.

Finalmente se estudia la variación morfológica en relación con los tipos de materias primas y la distribución geográfica de los artefactos, no encontrando correspondencia entre los morfotipos y estas variables.

INTRODUCCIÓN

El registro de cabezales líticos morfológicamente definidos como “cola de pescado” (Bird, 1969 en Politis, 1991, Schobinger, 1973) en Uruguay, ha sido ampliamente destacado por diferentes autores (Bosh *et al.*, 1980, Fleghenheimer *et al.*, 2003, Hilbert, 1991, Nami, 2007, Politis, 1991, Suárez, 2002, 2004, entre otros).

Los diferentes abordajes han permitido reconocer no solo la variabilidad del registro existente dentro de este grupo tecnomorfológico (utilización de materias primas locales, presencia / ausencia de acanaladura, producción y mantenimiento de filos) sino que han aportado a la contextualización regional de estas evidencias en relación con el proceso de colonización humana durante la transición Pleistoceno tardío Holoceno (Fleghenheimer *et al.*, 2003, Politis, 1991, Suárez, 2002, 2004).

Mediante el análisis morfométrico de un conjunto de cabezales líticos “colas de pescado”, acervo patrimonial del Uruguay, nos proponemos discutir si la variabilidad observada puede ser atribuida a diferencias estilísticas adoptadas por los sistemas socioculturales prehistóricos que poblaron la región, o si la misma presenta mayor relación con la historia de vida de estos artefactos. La discusión de estos tópicos permitirá reconocer aspectos de las estrategias tecnológicas implementadas durante el proceso de ocupación humana temprana a escala regional.

CARACTERÍSTICAS DEL OBJETO DE ESTUDIO

Fueron analizados 24 instrumentos bifaciales clasificados como “puntas de proyectil cola de pescado”, procedentes de recolecciones superficiales de diferentes localidades de Uruguay, pertenecientes a colecciones públicas y privadas (ver Tabla 1). Si bien, debido al contexto de hallazgo no se posee cronología radiocarbónica de referencia, el tipo “cola de pescado” es

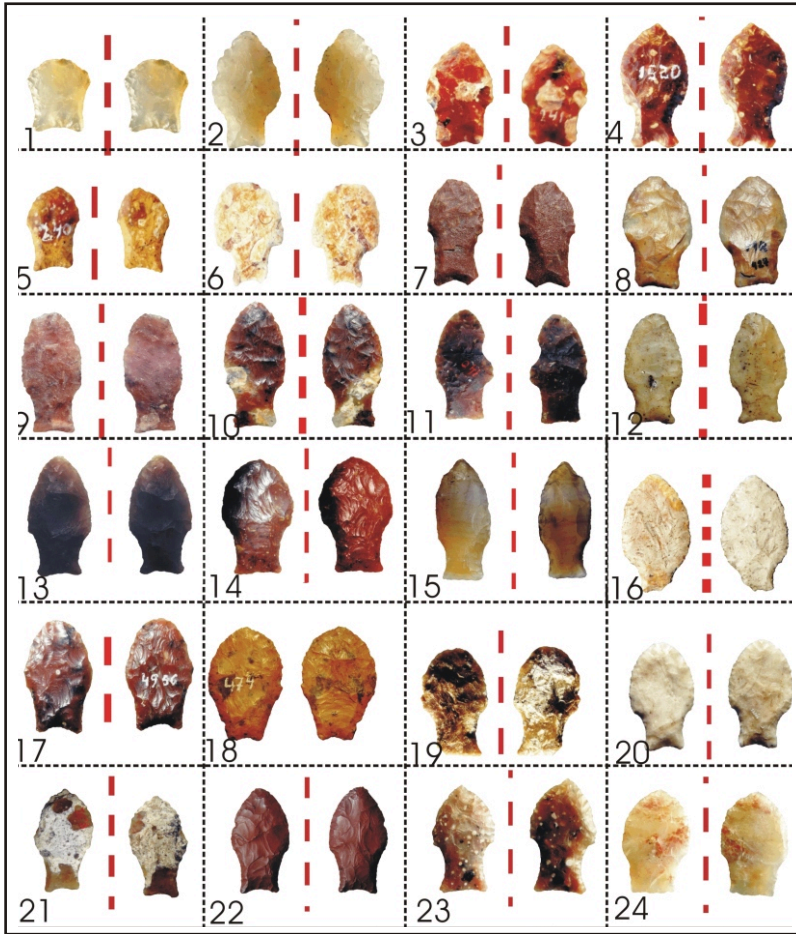


Figura 1. “Cola de pescado” seleccionadas para el análisis de morfometría geométrica

asignado en la literatura arqueológica regional al proceso de ocupación humana en la transición Pleistoceno Holoceno (Nami, 1997, Politis, 1991, entre otros).

Para el análisis que se presenta fueron relevados un conjunto limitado de variables métricas, las cuales básicamente constaron en la anotación de medidas máximas (ver Tabla 1).

METODOLOGÍA

Los datos fueron obtenidos a partir imágenes digitales con plano focal perpendicular al objeto. Fueron procesadas mediante el programa Make fan (Sheets, 2001) que permite distribuir líneas radiales o paralelas, espaciadas a intervalos iguales sobre la fotografía, sobre las que luego es posible colocar los *semilandmarks*. Se colocaron dos *landmarks* (uno en el ápice y otro en el punto de máxima curvatura de la base) y 36 *semilandmarks* a lo largo del contorno. Los *landmarks* fueron colocados en los puntos geoméricamente homólogos dentro de las morfologías como el ápice y el punto medio de la base. Estos puntos, sirven de base a la superposición morfológica y al correcto alineamiento de los *semilandmarks*, con el fin de que se localicen a distancias similares en las distintas morfologías, tal que las variaciones que muestren sean efecto de la variación morfológica y no en las diferencias en su posición relativa. La conversión a *semilandmarks* del contorno, así como el cálculo de los *relative warps* fue realizada mediante los programas *Tps util* (Rohlf, 2004a) y *Relative warps* (Rohlf, 2004b).

Nº	Procedencia	Colección	M. P.	E.	L.	A.	L. P.	A.P.
1	Tacuarembó	Balsamo	Calcedonia	0,4	4,5	2,8	1,5	2
2	Tacuarembó	Balsamo	Calcedonia	0,6	5	3	1,6	1,8
3	Tacuarembó	Azipun	Cal.silicificada	0,5	4	2,6	1,4	1,9
4	Tacuarembó	Azipun	Cal.silicificada	0,5	5,5	2,8	1,7	1,9
5	Tacuarembó	Azipun	Cal.silicificada	0,4	3,3	2,8	1,2	1,5
6	Tacuarembó	Azipun	Cal.silicificada	0,3	2,6	1,9	1,6	1,6
7	Durazno	Museo	Arenisca	0,4	4,1	2,3	1,8	1,8
8	Durazno	Museo	Opalo	0,4	4,6	2,7	1,5	1,6
9	Durazno	Museo	Cal.silicificada	0,6	6	2,3	1,5	1,7
10	Durazno	Museo	Cal.silicificada	0,5	5,9	2,5	1,6	1,7
11	Tacuarembó	Machado	Cal.silicificada	0,7	5,6	2,8	1,8	1,9
12	Durazno	M.D	Calcedonia	0,5	5	2,5	1,6	1,7
13	Durazno	Cayetano	Opalo	0,5	4,7	2,3	1,4	1,5
14	Durazno	W.Sanchez	Cal.silicificada	0,5	5,3	3,5	1,7	2,1
15	Durazno	W.Sanchez	Calcedonia	0,7	5,5	2	1,5	1,8
16	Centro oeste	MNA	Cal.silicificada	0,7	9,3	4,8	1,7	2,2
17	Canelones	MNA	Cal.silicificada	0,4	4,1	2,8	1,2	1,8
18	Rocha	MNA	Opalo	0,6	5,8	3,4	1,7	1,7
19	Canelones	Florines	Cal.silicificada	0,6	4,3	2,6	1,7	1,7
20	Canelones	Museo	Cal.silicificada	0,8	6	3,4	1,7	2
21	Tacuarembó	Machado	Sin identificar	0,6	4,7	2,7	1,8	1,5
22	Tacuarembó	Muga	Jaspe	0,6	4,8	2,5	1,8	1,7
23	Tacuarembó	Balsamo	Cal.silicificada	0,6	4,5	2,7	1,8	2
24	Tacuarembó	Balsamo	Opalo	0,5	S/d	S/d	1,7	2

Referencias de la Tabla. Nº= número ingresado a la base de datos y con correspondencia con la Figura 1. Cal. = caliza. MD = Museo Durazno, MNA = Museo Nacional de Antropología, E. = Espesor máximo, L. = Largo máximo, A. = ancho máximo, L. P. = largo del pedúnculo, A.P. = Ancho pedúnculo.

Tabla 1. Atributos relevados de las “colas de pescado” para el análisis morfométrico

El análisis basado en la aplicación del método de *thin plate splines* (Bookstein, 1991), permitió visualizar las deformaciones ocurridas en un conjunto de puntos de referencia con relación a una morfología de consenso.

Se calcularon los *relative warps*, componentes principales de los *partial warps*. Estos, describen toda la variación morfológica descomponiéndola en componente uniforme (deformaciones por compresión y alargamiento de la forma) y no uniforme (deformaciones locales). Los primeros *relative warps* capturan los ejes de mayor variación morfológica al igual que los componentes principales ordinarios, pero permiten su visualización a través de la grilla de deformación *Tps Relative Warps* (Rohlf, 2004b)

Con el objetivo de analizar las correlaciones entre forma y tamaño, se utilizó el programa *Tpspls* (1.13) (Rohlf, 2002) que computa los ejes de máxima covariación entre los componentes de forma y las variables métricas utilizando mínimos cuadrados. Como variable de tamaño para realizar la regresión con la forma se utilizó el tamaño centroide que es el tamaño geométrico del objeto y es un paso previo al cálculo de las deformaciones ya que se utiliza para reescalar y estandarizar las imágenes previas a la superposición.

RESULTADOS

El resultado del análisis de *Relative Waps* señala que el primer componente explica el 55 % de la variación morfológica de la muestra (ver Figura 2). Esta variación se manifiesta en la morfología general como cambios en el alargamiento y compresión de la forma. El segundo componente, que resume el 20 % de la variabilidad, muestra deformaciones más locales, principalmente en el sector del pedúnculo, concretamente, en el ángulo definido por el

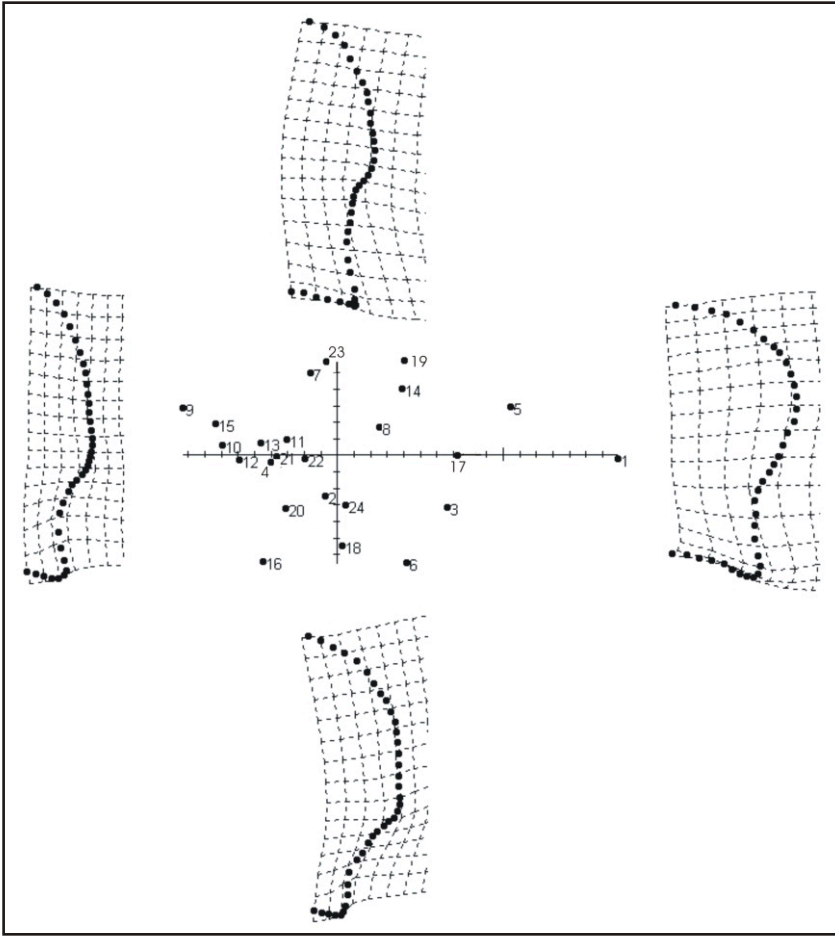


Figura 2. Variaciones morfológicas de los cabezales líticos

hombro y la base del mismo. Los puntajes positivos, muestran pedúnculos de tipo divergentes cóncavo y los puntajes negativos pedúnculos convergentes cóncavos.

Las variaciones explicadas por el primer componente pueden ser relacionadas con los cambios morfológicos producto de la historia de vida del artefacto. Varios estudios experimentales sobre manufactura, uso y reactivación de puntas de proyectil (Flenniken y Raymond, 1986, Towner y Warburton, 1990), como así también sobre el grado de reducción en piezas arqueológicas (Bettinger y Eerkens, 1999) evidencian que la mayor variación se registra en el largo de los cabezales. En la muestra analizada, la compresión de la pieza se manifiesta a través del grado de convexidad del limbo, lo cual se encuentra relacionado positivamente con un estadio avanzado de reactivación (ver Figura 1, n°s 1-13-14).

Los cambios en la morfología del pedúnculo, indicados por el segundo componente, podrían relacionarse con diferentes técnicas de enmangue (cf. Franco *et al.*, 2006), dado que el pedúnculo es la zona menos afectada por la reactivación (Flenniken y Raymond,

Nº	SV	%	% Acumulado
1	0.29500	55.65	55.65
2	0.16721	17.88	- 73.53
3	0.13739	12.07	85.60

Tabla 2: Valores y porcentajes explicados por deformaciones relativas

op. cit., Towner y Warburton, op. cit., Bettinger y Eerkens, op. cit.). Estudios sobre la funcionalidad de los cabezales líticos han mostrado que variaciones en el ancho del pedúnculo, entre otros atributos, se encuentran relacionadas con diferentes técnicas de caza (Ratto, 1994).

Correlación entre morfología y variables métricas

La correlación entre el tamaño centroide (tamaño geométrico obtenido a partir de la imagen) y las coordenadas de forma, mediante la superposición de procrustes fue analizada utilizando PLS, el cual presentó una intensidad de 0.65, sugiriendo una relación moderadamente alta entre ambas variables.

La correlación entre el espesor de la pieza y las variables de forma presenta un valor medio alto de 0.58. Esto estaría sugiriendo que las formas más alargadas son más espesas, en tanto que las más pequeñas son más delgadas. Por una parte, la relación forma alargada con mayor espesor podría estar presentando evidencias de adopción de medidas de reaseguro a efectos de minimizar el riesgo durante el uso y potenciar su vida útil. Por otra parte, las formas gráciles podrían ser consecuencia del adelgazamiento producto de la historia de vida o de una búsqueda intencional de potenciar la aerodinámica.

El valor de PLS entre el largo del pedúnculo y la forma es bajo (0.38). Esto sugiere que el largo no estaría mayormente afectado por cambios en la forma.

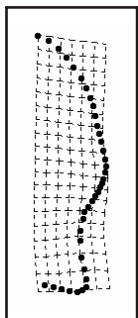


Figura 3. Relaciones entre forma y tamaño, forma estimada para tamaños grandes

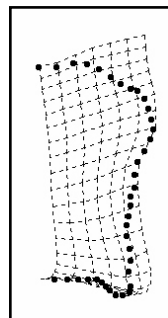


Figura 4. Relaciones entre forma y tamaño, forma estimada para tamaños más pequeños

Morfología y áreas geográficas

La relación entre áreas y forma, muestra una correlación media baja (0.40). Por consiguiente, las variaciones morfológicas no pueden ser fácilmente atribuidas a los lugares de procedencia de los artefactos. Complementariamente a este resultado, el análisis de componentes principales (CP1 y CP2) no muestra agrupamientos diferenciales de las variables de tamaño por área.

El valor de PLS entre materia prima y forma es bajo (0.32) y al igual que en el resultado anterior, el análisis de componentes principales, no muestra formas diferenciales en relación con el tipo de materia prima. Cabe señalar que las mismas son todas de naturaleza silícea, presentando una calidad muy buena y excelente para la talla, excepto la arenisca que constituye un solo caso.

CONCLUSIONES

Las relaciones observadas entre aspectos de la forma y tamaño, principalmente concentradas en el área del limbo, estaría sugiriendo que el cambio en el tamaño estaría mayormente relacionado con la reactivación de los limbos. A mayor reactivación menor tamaño y mayor convexidad del limbo.

La distribución morfológica observada no muestra discontinuidades que sugieran la existencia de dos o más grupos estadísticos separados. Esto podría ser interpretado como un gradiente de reactivación entre formas descartadas luego de una larga vida útil y otras con

poca reactivación.

El área del pedúnculo se presenta con menores modificaciones en relación con el cambio de las variables métricas. Esto sugiere que no habrían sido sensibles a la reactivación en el grado en que lo manifiestan los limbos, por lo que, la morfología y la variabilidad métrica del pedúnculo pueden contener los indicadores más fiables para estudios de cambio morfológico y cladístico.

Las relaciones entre materias primas, localidades y forma, no se manifiestan como significativas, lo que sugiere que no serían limitantes para las características del morfotipo “cola pescado”. Esto último, estaría revalorizando los análisis a escala regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, D., J. Rohlf y D. Slice

2004 Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the 'Revolution'. *Italian Journal of Zoology* 71: 5-16.

Bettinger, R. y J. Eerkens

1999 Point typologies, cultural transmission, and the spread of bow-and-arrow technology in the prehistoric Great Basin. *American Antiquity* 64 (2): 231-242.

Bosch A., A. Olivera y J. Femeninas

1980 Dispersión de las puntas de proyectil líticas “pisciforme” en el Uruguay. En: *Tercer Congreso Nacional de Arqueología. Cuarto encuentro de Arqueología del Litoral*. Centro de estudios arqueológicos (Eds), pp. 245-261, Montevideo.

Bookstein, F.L.

1991 *Morphometrics tools for landmarks data. Geometry and biology*. Cambridge University Press. New York.

Fleghenheimer, N., C. Bayón, M. Valente, J. Baeza y J. Femeninas

2003 Long distance tool stone transport in the Argentine Pampas. *Quaternary International* 109-110: 49-64.

Flenniken, J. y A. Raymond

1986 Morphological projectile point typology: replication, experimentation and technological analysis. *American Antiquity* 51 (3): 603-614.

Franco, N., A. Castro, M. Cardillo y J. Charlin

2006 El valor de los indicadores tecnomorfológicos y funcionales para discutir la interacción entre grupos sociales: el caso de los cazadores-recolectores del Holoceno Tardío del extremo sur de Patagonia continental. Trabajo presentado en el 52º Congreso Internacional de Americanistas, Sevilla, España.

Hilbert, K.

1991 Aspectos de la Arqueología en Uruguay. En: *Ava Materialien zur Allegenmein und Vergleichenden Archäologie*, Vol. 44, Verlag Philipp Von Zabern Mainz am Rhein. Alemania.

Miotti, L.

1996 Piedra Museo (Santa Cruz), nuevos datos para la ocupación Pleistocénica en Patagonia. En: *Arqueología solo Patagonia*, J. Gómez Otero ed., pp. 93-101. Centro Nacional Patagónico.

Nami, H.

2007 Research in the Middle Negro River Basin (Uruguay) and the Paleoindian Occupation of the Southern Cone. *Current Anthropology* 48: 164-174.

Politis, G.

1991 Fishtail projectile points in the southern cone of South America: an overview. En: *Clovis: Origins and Adaptation*, R. Bonnicksen (Ed.), pp. 287-301. Centre for Study of the First American, University of Maine, Orion.

Ratto, N.

1994 Funcionalidad vs. adscripción cultural: cabezales líticos de la margen norte del estrecho de Magallanes. En *Arqueología de cazadores-recolectores. Límites, casos y aperturas*. J. L. Lanata y L. A. Borrero compiladores, pp. 105-120. Arqueología contemporánea 5. Edición Especial.

Rohlf, F.J.

1993 Relative warp analysis and an example of its application to mosquito wings. En: *Contributions to Morphometrics* 8, editado por Marcus, L. F., E. Bello y A. García-Valdecasas, pp. 131-159. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). Madrid, España.

2002 *Tpspls. Version 1.13*. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.

2004a. *tpsUtil, file utility program. version 1.29*. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.

2004b. *tpsRelw, relative warps analysis, version 1.39*. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook

Suárez, R.

2002 Investigaciones paleoindias en Uruguay: estado actual del conocimiento y recientes investigaciones en la localidad arqueológica Pay Paso (Río Cuareim, Depto. de Artigas). En: *Del Mar a los Salitrales. Diez mil años de Historia Pampeana en el Umbral del Tercer Milenio*. Mazzanti D., Berón M., y Oliva F. (Eds). Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Humanidades, Laboratorio de Arqueología.

2004 La arqueología de los primeros americanos en Uruguay. Componentes paleoindios del Río Uruguay Cuareim y asociación entre cazadores humanos y fauna pleistocénica en el sitio Pay Paso 1. En: *La Arqueología ante los desafíos del nuevo siglo*, editado por Beovide, L., Curbelo, C. y Barreto, I. (Eds), pp. 1-41. Cd. Montevideo.

Towner, R. y M. Warburton

1990 Projectile point rejuvenation: a technological analysis. *Journal of Field Archaeology* 17 (3): 311-321.



TÉCNICAS DE MUESTREO DE DESECHOS DE TALLA LÍTICA: UN CASO DE ESTUDIO: CAPA 2 PCZ -I, ANTOFAGASTA DE LA SIERRA PROV. CATAMARCA

Jorge Funes Coronel, María Alejandra Schmitz

Instituto de Arqueología UNT

Jorgefunes77@yahoo.com.ar

mariaalejandraschmitz@yahoo.com.ar

RESUMEN

El objetivo del trabajo es aplicar estrategias de muestreo representativas de un conjunto de desechos líticos recuperados en uno de los cuatro micro-sectores que conforman la capa 2 (1°) del sitio Peñas de la Cruz 1.1 (Martínez, 2000), Antofagasta de la Sierra (Catamarca) a 3665 msnm. Se usaron como parámetro de control, los porcentajes de las variedades petrográficas presentes en el conjunto a estudiar. Con el propósito de conocer técnicas de muestreo aptas para el análisis de variables determinadas en conjuntos comparables con el analizado, de los micro-sectores de las capas siguientes.

*Los muestreos aplicados fueron: **Aleatorio Simple**, por la técnica de cuarteos (divide al conjunto en cuatro partes tomando uno ó dos cuartos para su análisis), el **Sistemático** definido por la relación de tamaño entre la población y la muestra (10 %, 20%, etc.). Esta técnica implica conocer el número de individuos de la población para estimar el tamaño de la muestra, en nuestro caso tomaremos esta relación como control de la representatividad de la fracción. Por último, aplicamos la técnica de **Estimación de una proporción**.*

Dividimos a los desechos de población y muestra en tres categorías, enteros, fracturados con talón y fracturados sin talón; analizando a las dos primeras, llamadas, número mínimo de desechos (NMD).

Se selecciono una variable de observación: variedades petrográficas, poblacionales y muestrales luego se ajustaron los tamaños las de muestras hasta que fueron coherentes con el poblacional, usando los valores del NMD poblacional como control; conjuntamente se evaluó que técnica de muestreo es más confiable.

Los mayores porcentajes se presentan en materias primas cercanas al sitio, como se esperaba, pero las demás se encuentran bien representadas. No se distingue hasta ahora una selección de rocas ni en las proporciones de las mismas ni en los tamaños de los desechos, siendo estos muy homogéneos en todas las variedades.

INTRODUCCIÓN

El material analizado procede de dos sondeos realizados en un pequeño alero Pcz1.1, ubicado 3665 msnm, en la Puna Meridional Argentina, en las cercanías de la localidad de Antofagasta de la Sierra, Catamarca. El sondeo efectuado en 1999, abarco sólo 1 m². De este sector proviene la mayor parte de las evidencias recuperadas (Martínez, 2000b y 2003). Se presentan evidencias de cazadores-recolectores en un lapso de tiempo entre 7910-7220 ca.

El análisis de los desechos se enfoca a identificar los momentos representados de la secuencia de producción de artefactos líticos en el sitio. En un tiempo y espacio acotados en la secuencia de ocupación. Nos interesa observar las posibles modalidades de talla desarrolladas, como también el tratamiento técnico diferencial de materias primas, lo cual se relaciona estrechamente con el paquete de opciones tecnológicas disponibles para el grupo de cazadores-recolectores que ocuparon este alero. A la luz de los artefactos formalizados recuperados de este sitio, las puntas de proyectil lanceoladas, (N=48) confeccionadas por adelgazamiento bifacial son mayoría, (Martínez, 2003). Es de esperar entonces que los DT indiquen eventos tecnológicos orientados a la reducción bifacial, regularización y mantenimiento de filos de artefactos formalizados. Sin embargo esperamos captar indicadores que caractericen la dinámica tecnológica, como por ejemplo, la explotación de las materias primas próximas al alero como es el caso de la vulcanita 2 (Vc2), el grado de inversión tecnológica en las mismas,

y cruzar esta información con el tratamiento tecnológico observado en rocas que no se encuentran en las proximidades de PCz -1.1. La información conjunta sobre las etapas de producción como sobre las modalidades de talla empleada, puede considerarse al momento de caracterizar funcionalmente al sitio como un campamento logístico en la microregión de Antofagasta de la Sierra (Martínez, 2003).

METODOLOGÍA

Los muestreos aplicados fueron: **Aleatorio Simple**, por la técnica de **cuarteos** (divide al conjunto en cuatro partes tomando uno ó dos cuartos para su análisis), el **Sistemático** definido por la relación de tamaño entre la población y la muestra (10%, 20%, etc.). Esta técnica implica conocer el número de individuos de la población para estimar el tamaño de la muestra, en nuestro caso tomaremos esta relación como control de la representatividad de la fracción. Por último, aplicamos la técnica de **Estimación de una proporción**.

La aplicación de los diferentes test nos estaría indicando una relación muy fuerte entre tamaño de muestra y la representatividad de las materias primas. Esto nos llevaría a plantear como hipótesis que para un análisis de materias primas presentes en una población de desechos de talla, de un tamaño inferior a los 1.000 (NMD), tomando una muestra del 10% obtendríamos proporciones representativas del conjunto

Cabe mencionar que en los diferentes muestreos los distintos tamaños en que se presentan los desechos interfieren en la representatividad de las muestras. El método que evidenció mayor sensibilidad a este problema es el de **cuarteos**, esto se observa en la cantidad de lascas que componen cada cuarto. Es importante destacar que este efecto negativo puede ser compensado con un tamaño de muestra adecuado, en nuestro caso es del 25%.

Para el presente análisis tecnológico, se analizó un conjunto de DT procedentes del microsector “C”, de la capa 2 (2°) de la misma se recuperaron un total de 2377 individuos. Una primera caracterización del material fue establecer su Número mínimo de desechos, (NMD) conformado por los enteros más los fracturados con talón, (Aschero *et al.*, 1993-94). El NMD se compone de 1311 ítems (ver Figura 1). Por razones de operatividad se utilizó un muestreo probabilístico “**Estimación de una proporción**” utilizando al “tipo de materia prima”, como variable rectora. Se generó un tamaño de muestra apropiado para mantener la representatividad del conjunto con un nivel de significación del 95%; la muestra analizada se compuso de 300 desechos. Cabe destacar que para el análisis tecnológico se tomaron solo a los DT ENT, ya que los FCT, generan incertidumbre en variables como tamaño, terminación, y facetas en cara dorsal (ver Tabla 1).

La muestra se analizó en función de un número de variables tecno-morfológicas que consideramos relevantes al momento de interpretar adecuadamente a los desechos desde un enfoque conjuntivo, con el objeto de definir una *tendencia tecnológica* en la secuencia de producción (Bellelli, 1991). En esto radica la importancia de considerar al estado de fragmentación como un punto de arranque en el análisis ya que indica la presencia del talón, siendo éste portador de información sobre las decisiones tecnológicas que guiaron a la producción lítica el alero, tanto en las etapas de la reducción como en los aspectos particulares que se dieron en dicho proceso. Las variables empleadas son, tipo de lasca, tamaño de los desechos, tipos de talones, tipos de bulbos, regularización del frente de extracción, abrasión. En la selección de estas variables de análisis se siguió la propuesta metodológica de Aschero (1975, 1983).

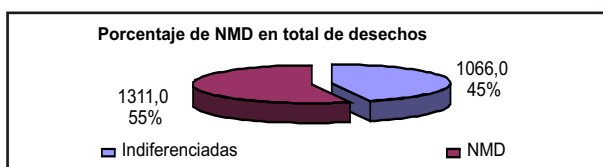


Figura 1. Porcentajes tomados de NMD en relación al total de desechos

		ENTERAS								Total
		vc1	%	vc2	%	vc4	%	vc7	%	
Tamaño	Muy Pequeño	17	31,5	76	62,8	12	92,3	33	100,0	138
	Pequeño	34	63,0	40	33,1	1	7,7	0	0,0	75
	Mediano Pequeño	3	5,6	5	4,1	0	0,0	0	0,0	8
Tipo de Lascas	Primaria	0	0,0	4	3,3	0	0,0	0	0,0	4
	áng. con reserva	1	1,9	2	1,7	0	0,0	0	0,0	3
	áng. sin reserva	27	50,0	53	43,8	4	30,8	9	27,3	93
	Arista	3	5,6	13	10,7	0	0,0	3	9,1	19
	Plana	6	11,1	15	12,4	4	30,8	11	33,3	36
	adelgazamiento	16	29,6	26	21,2	1	7,7	0	0,0	43
	reactivación	1	1,9	8	6,6	4	30,8	10	30,3	23

Tabla 1. Frecuencia absoluta y porcentual de las principales variables de análisis tomadas por materia prima en lascas enteras

RESULTADOS

En cuanto al estado de fragmentación de la muestra se observa que el NMD se compone del 58% de los DT. (Figura1), dicho grupo se conforma a la vez de 221 enteros y 79 fracturados con talón, 73.6% y 26.3% respectivamente (ver Figuras 2 y 3). En la Tabla 1 se registran los valores de tamaño y tipo de lasca por materia prima. Conviene mencionar que de los tipos de rocas representados solo la Vulcanita 2 (Vc2) se encuentra en un afloramiento a poca distancia del sitio, le sigue la vulcanita 1 (Vc1) a una distancia mayor a 2 Km., las vulcanitas restantes se encuentran en formas de bloques aislados a mayores distancias (Martínez, com. per.).

Podemos apreciar la escasa representación de las lascas externas (primarias y angulares con reserva de corteza) en el conjunto, contrariamente las internas en especial las de adelgazamiento bifacial dominan la tendencia en particular en las Vc2 y Vc1, seguidas de las lascas planas y de reactivación en Vc7 y Vc4.

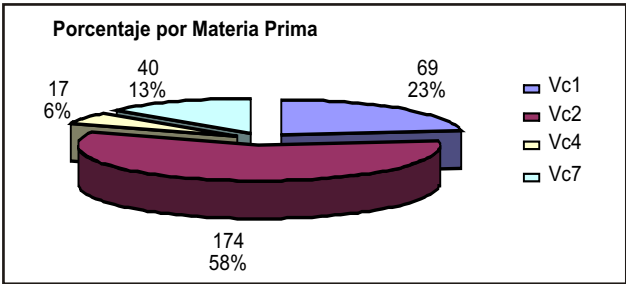


Figura 2. Materia primas presentes en la muestra

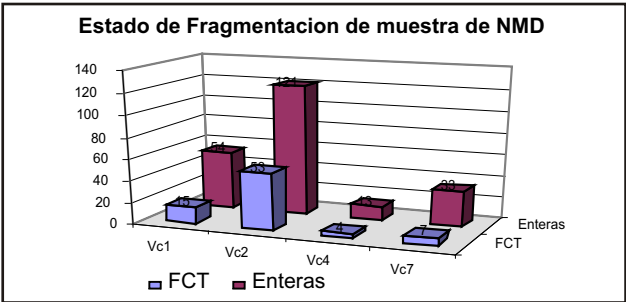


Figura 3. Fragmentación de la muestra en cantidades

En cuanto al tamaño de los desechos (modulo litométrico se usó el modelo de Bagolini modificado en Aschero, 1975), la Tabla 1 muestra una distribución bastante pareja de los tamaños entre todos los tipos de rocas, siendo en las vulcanitas 7 y 4 donde están más representados porcentualmente los tamaños muy pequeño y pequeño, mientras el tamaño mediano pequeño solo se da en las vulcanitas 1 y 2.

Con respecto a la distribución de talones, se nota un predominio de los filiformes, seguidos por los lisos y los facetados, ahora bien esta distribución es desigual por materia prima, al observar la Tabla 2, notamos que la Vc2 y Vc1, seguida de la Vc4 concentran la mayoría de los lisos, mientras que en la Vc7 predominan los filiformes y puntiformes; por su parte en la Vc4 se encuentra un alto porcentaje de filiformes; los talones facetados se agrupan en las vulcanitas 1,2 y 4 respectivamente.

En cuanto al tratamiento de plataformas, se diferenciaron técnicas de abrasión y de regularización del frente de extracción, ambas se presentan en las vulcanitas 1 y 2, siendo la abrasión de plataformas la que más se repite en los dos tipos de rocas, la preparación de plataforma en las Vc4 y Vc7 no es significativa.

En cuanto a los diferentes tipos de bulbos, en la Tabla 3 se los considera en función de los tamaños de los desechos, se observa que en los tamaños muy pequeños y pequeños predomina el tipo difuso, seguido por los no diferenciados, en el tamaño mediano pequeño predomina el tipo difuso, seguido por el pronunciado.

		NMD (Enteras + FCT)								Total	Total Gral.
		vc1	%	vc2	%	vc4	%	vc7	%		
Tipo de Talón	Liso	18	26,1	58	33,3	4	23,5	4	10,0	84	300
	Facetado	17	24,6	32	18,4	2	11,8	2	5,0	53	
	Filiforme	23	33,3	67	38,5	10	58,8	18	45,0	118	
	Diedro	4	5,8	4	2,3	0	0,0	1	2,5	9	
	Puntiforme	7	10,1	11	6,3	1	5,9	15	37,5	34	
	No Diferenciado	0	0,0	2	1,1	0	0,0	0	0,0	2	
Tratamiento de Plataforma	Abrasión	21	61,7	51	68,0	0	0,0	6	75,0	78	117
	Reg de Frente	13	38,3	24	32,0	0	0,0	2	25,0	39	

Tabla 2. Tipos de talones y tratamiento de plataformas por materia prima en NMD

		Tipo de Bulbo						Total
		Pronunciado	%	Difuso	%	No Diferenciado	%	
Tamaño	Muy Pequeño	9	6,52	91	65,94	38	27,54	138
	Pequeño	6	8,00	58	77,33	11	14,67	75
	Mediano Pequeño	3	37,50	5	62,50	0	0,00	8

Tabla 3. Tipos de bulbo por tamaño en lascas enteras

DISCUSIÓN

A partir del análisis conjuntivo de la muestra podemos pensar que en la capa 2 (2º) del sitio Peñas de la Cruz 1.1, se llevaron a cabo actividades de talla relacionadas con los últimos eventos de la reducción bifacial, como también así, tareas de regularización y reactivación de

filos de artefactos. Es notable un tratamiento diferencial de la materia prima en estos eventos. En las vulcanitas 1 y 2, son claros los indicios de etapas avanzadas de la reducción bifacial, como predominio de lascas internas, lascas de adelgazamiento bifacial, tamaños desde mediano pequeño hacia abajo, la presencia importante de talones facetados, filiformes y en menor medida lisos (de muy bajo espesor), como también un fuerte tratamiento de las plataformas de percusión, visibles en las técnicas de abrasión como de regularización del frente de extracción. Además el alto porcentaje de lascas angulares y planas de tamaños pequeño y muy pequeño en estas materias primas, asociadas a talones filiformes, facetados y puntiformes, nos lleva a pensar en la posible regularización de filos de artefactos formalizados.

En cuanto al tratamiento técnico observado en las vulcanitas 4 y 7, podemos decir que se registran evidencias de reactivación de filos, en función de las altas frecuencias de tamaños muy pequeños que llegan al 100% y 92% de los casos en las Vc 7 y Vc4 respectivamente, además el predominio de lascas planas y de reactivación en estas rocas, los talones filiformes y puntiformes son amplia mayoría en las dos variedades de roca.

Finalmente en lo que respecta a la modalidad de talla observamos indicadores estimados por varios autores (Nami, 1991, Nami y Bellelli, 1994, Aschero *et al.*, 1993-94, Aschero *et al.*, 1988, Espinoza, 1995, Andrefsky, 1998) como asociados a la talla por percusión por percutor blando: talones filiformes, puntiformes, diedros, conjuntamente con la presencia de labios, ondas de percusión y bulbos difusos, siendo indicadores también de retoque bifacial (ver Figura 4 y Tablas 2 y 3).

Por otra parte el alto porcentaje de talones puntiformes, diedros, sumado esto a una alta representación del punto de percusión en estos talones, y a la recuperación de 18 extremos distales de retocadores en diáfisis de huesos largos de camélidos (Martínez *et al.*, 2005) nos indica que la técnica de talla por presión esta muy bien representada en esta muestra de desechos de talla.

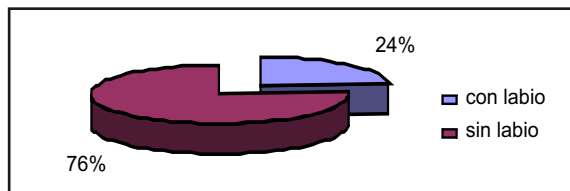


Figura 4. Presencia de labio en desechos

DISCUSIONES

A partir del análisis conjuntivo de la muestra podemos pensar que en la capa 2 (2°) del sitio Peñas de la Cruz 1.1, se llevaron a cabo actividades de talla relacionadas con los últimos eventos de la reducción bifacial, como también así, tareas de regularización y reactivación de filos de artefactos. Es notable un tratamiento diferencial de la materia prima en estos eventos. En las vulcanitas 1 y 2, son claros los indicios de etapas avanzadas de la reducción bifacial, como predominio de lascas internas, lascas de adelgazamiento bifacial, tamaños desde mediano pequeño hacia abajo, la presencia importante de talones facetados, filiformes y en menor medida lisos (de muy bajo espesor), como también un fuerte tratamiento de las plataformas de percusión, visibles en las técnicas de abrasión como de regularización del frente de extracción. Además el alto porcentaje de lascas angulares y planas de tamaños pequeño y muy pequeño en estas materias primas, asociadas a talones filiformes, facetados y puntiformes, nos lleva a pensar en la posible regularización de filos de artefactos formalizados.

En cuanto al tratamiento técnico observado en las vulcanitas 4 y 7, podemos decir que se

registrar evidencias de reactivación de filos, en función de las altas frecuencias de tamaños muy pequeños que llegan al 100% y 92% de los casos en las Vc 7 y Vc4 respectivamente, además el predominio de lascas planas y de reactivación en estas rocas, los talones filiformes y puntiformes son amplia mayoría en las dos variedades de roca.

Finalmente en lo que respecta a la modalidad de talla observamos indicadores estimados por varios autores (Nami, 1991, Nami y Bellelli, 1994, Aschero *et al.*, 1993-94, Aschero *et al.*, 1988, Espinoza, 1995, Andrefsky, 1998) como asociados a la talla por percusión por percutor blando: talones filiformes, puntiformes, diedros, conjuntamente con la presencia de labios, ondas de percusión y bulbos difusos, siendo indicadores también de retoque bifacial (ver Figura 4 y Tablas 2 y 3).

Por otra parte el alto porcentaje de talones puntiformes, diedros, sumado esto a una alta representación del punto de percusión en estos talones, y a la recuperación de 18 extremos distales de retocadores en diáfisis de huesos largos de camélidos (Martínez *et al.*, 2005) nos indica que la técnica de talla por presión esta muy bien representada en esta muestra de desechos de talla.

CONCLUSIONES

Este trabajo se enfocó en un problema dado: la producción lítica en un momento y lugar determinado (un microsector de una capa estratigráfica en un alero de la puna argentina). El desafío fue generar una metodología operativa, en el sentido que nos permita manejar adecuadamente un número muy grande de items que debían ser censados, agrupados y analizados en conjunto. El primer problema que surgió es el manejo simultaneo de tantos desechos en función del tiempo que debía invertirse en analizarlos, se tuvo que optar por un método de muestreo que diera respuesta a este inconveniente sin perder la representatividad, y a su vez permitiendo ganar tiempo y lograr un manejo optimo del conjunto. Pensando en un futuro análisis tecnológico de los desechos de talla del total de las capas estratigráficas, como dato diremos que, la excavación es de sólo 1m cuadrado, conformado por 4 microsectores con 3 capas estratigráficas y hasta 5 extracciones por capa (Martínez, com pers), donde en promedio de cada microsector se encuentran 2500 desechos, esto justifica por si mismo el énfasis en ajustar la metodología de análisis de laboratorio, con el fin de lograr la mayor optimización del tiempo, recursos humanos y efectividad del análisis, con este objetivo se testearon distintos métodos de muestreo probabilística, resultando los más recomendables el de “estimación de una proporción” y el “estratificado proporcional”, cuando se trabaja con más de una unidad de muestreo. En este caso se partió de un conjunto lítico de 2377 DT, luego de una separación por estado de fragmentación para establecer el NMD se redujo a 1311 DT de esta cifra se partió con un muestreo de estimación de una proporción de $P: \frac{1}{2}$, ajustando un tamaño de muestra a 300 DT, logrando mantener la representatividad del conjunto, con un error de estimación del 5% o lo que es lo mismo, un nivel de significación del 95%. Sobre esta muestra se realizó un análisis tecno-morfológico de los DT y se extienden nuestras observaciones para el resto de la capa arqueológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrefsky, Jr.

1998 “Lithics macroscopic approaches to análisis” Cambridge University Press.

Aschero C.A., L.M. Manzi y A.G. Gómez

1993-94 “Producción de recursos líticos y uso del espacio en el nivel 2b4 de Quebrada Seca 3”. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, Vol. XIX: 191-214. Buenos Aires.

Belleli C.

1991 “Los desechos de talla en la interpretación arqueológica. Un sitio de superficie en el valle de Piedra Parada (Chubut)”. Presentado al simposio Estudios líticos en Argentina. Vías de análisis y desarrollo actual (coord. H. Nami).X Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Catamarca. Shincal 3 (2): 79-93.

Espinosa, S.

1995 "Dr. Scholl y Monsieur Fleur: De Talones y Bulbos". Cuadernos del Inst. Nac. de Antropología y Pensamiento Latinoamericano 16. Pág. 317.

Martínez, J.

2000b "Ocupaciones humanas tempranas y tecnología de caza en la microregión de Antofagasta de la Sierra (10.000- 7.000 AP)". Tesis doctoral. UNT. m.s.

2003 "Peñas de la Cruz 1: Un sitio temprano en la Puna Argentina" (m.s.).

Martínez, J., J. Funes Coronel y A. Arreguez

2005 "Cazadores-recolectores puneños bajo la lupa: Peñas de la Cruz 1.1 y su registro" VII Jornadas de comunicación FCN e Instituto Miguel Lillo UNT.

Nami, H.

1991 "Desechos de talla y teoría de alcance medio: un caso de Península Mitre. Tierra del Fuego" Shincal 3: 94-112 Catamarca.

-Nami, H. y C. Bellelli

1994 "Hojas, experimentos y análisis de desechos de talla. Implicaciones arqueológicas para la patagonia centro-septentrional" Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano 15: 199-223.



ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN MÉTRICA EN MORTEROS MÚLTIPLES DE EL SHINCAL DE QUIMIVIL, CATAMARCA

Marco Antonio Giovannetti¹, Paula Natalia González²

1 Dto Cco. De Arqueología, Museo de La Plata, FCNyM, UNLP marcogiovannetti@gmail.com

2 División Antropología. Museo de La Plata. FCNyM, UNLP pgonzalez@fcnym.unlp.edu.ar

RESUMEN

El Shincal de Quimivil es un sitio arqueológico ubicado en las proximidades del río Quimivil sobre la serranía de Zapata, departamento de Belén, Catamarca. Ha sido definido como un centro administrativo y Capital Provincial del imperio Inka luego de su avance y colonización de las regiones sureñas del Collasuyu (Raffino et al., 2004). En los últimos años se han desarrollado numerosos proyectos que indagan diferentes perspectivas de la historia ocupacional del sitio. Uno de estos proyectos se ha focalizado en otros indicadores arqueológicos que no se restringen a los límites de las estructuras arquitectónicas principales del sitio sino que se encuentran esparcidos a lo largo de un amplio rango que llega a superar los 4 kilómetros. Entre estos indicadores es interesante destacar el hallazgo de numerosos conjuntos de molienda de carácter múltiple algunos de los cuales llegan a superar las 60 unidades de molienda. El objetivo de este trabajo es analizar el grado de similitud, tanto métrica como morfológica, de los distintos conjuntos de molienda con el fin de establecer posibles regularidades en las formas de construcción y utilización de los mismos. Este análisis resulta particularmente relevante debido a la dificultad de hallar indicadores claros de contemporaneidad de los distintos conjuntos ya que no todos han sido objeto de excavaciones arqueológicas. La muestra incluida en este trabajo comprende un total de 260 unidades de molienda, correspondientes a 11 conjuntos. De cada unidad se obtuvieron medidas lineales de los diámetros mayor y menor, y de la profundidad. La comparación del tamaño y la forma de los morteros se realizó mediante análisis de componentes principales sobre las variables lineales sin estandarizar y estandarizadas por la media geométrica. Se realizaron análisis comparando las unidades de molienda tanto al interior de cada conjunto como también entre los diferentes conjuntos que se hallan dispersos en la zona.

INTRODUCCIÓN

La problemática relacionada con el estudio de los instrumentos de molienda arqueológicos en el NOA ha tenido hasta no hace mucho tiempo escasa relevancia en los trabajos de investigación. Son muy recientes los aportes de nuevas investigaciones que arrojan luz sobre una de las actividades más destacadas de la vida de sociedades con desarrollo agrícola y aún en formas de vida cazadora recolectora (Babot y Apella, 2001, Babot, 2004). Los instrumentos de molienda son muy comunes de hallar en cualquier contexto doméstico donde se hubieran asentado estos grupos. Existen incluso, aún sin la necesidad de realizar estudios complejos y apelando a la observación directa, diferentes tipos de instrumentos que pueden dividirse según distintos tipos de clasificaciones. Uno que puede realizarse es el que apunta a la posibilidad de transportar estos instrumentos clasificándolos en “móviles individuales” (que por su tamaño relativamente pequeño pueden ser movilizados con escaso esfuerzo presentando en general una sola oquedad para el aprovechamiento de una persona por vez) y por otro lado aquellos “múltiples inmóviles” (aparecen por lo general en grandes rocas y presentan numerosas oquedades). A su vez una clasificación de la forma de las unidades puede realizarse de acuerdo a diferencias morfológicas, tanto desde la morfología del contorno de la boca como de los perfiles que puedan presentar (Giovannetti, en prensa).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar una serie de conjuntos de molienda múltiples hallados en las inmediaciones del sitio arqueológico El Shincal de Quimivil en el departamento de Belén (Catamarca). El Shincal está ubicado en las proximidades del río Quimivil sobre la serranía de Zapata. Ha sido definido como un centro administrativo y Capital Provincial del

imperio Inka luego de su avance y colonización de las regiones sureñas del Kollasuyu (Raffino *et al.*, 2004, Williams, 2002-2005). En los últimos años se han desarrollado numerosos proyectos que indagan diferentes perspectivas de la historia ocupacional del sitio. Uno de estos proyectos se ha focalizado en otros indicadores arqueológicos que no se restringen a los límites de las estructuras arquitectónicas principales del sitio sino que se encuentran esparcidos a lo largo de un amplio rango que llega a superar los 4 kilómetros (Giovannetti, 2005). Los análisis específicos realizados sobre unidades de molienda¹ de diferentes conjuntos intentan evaluar el grado de similitud, tanto métrica como morfológica, de los distintos conjuntos de molienda con el fin de establecer posibles regularidades en las formas de construcción y utilización de los mismos. Este análisis resulta particularmente relevante debido a la dificultad de hallar indicadores claros de contemporaneidad de los distintos conjuntos ya que no todos han sido objeto de excavaciones arqueológicas. Este último hecho se relacionaría, en gran parte, a la escasez de trabajos vinculados a los morteros o estructuras de molienda ya que no es posible actualmente establecer la existencia de tipologías relacionadas a momentos y regiones particulares, ya sea desde el punto de vista funcional como estilístico.

LOS CONJUNTOS DE MOLIENDA EN EL SHINCAL DE QUIMIVIL

Fueron hallados a lo largo de varias campañas de prospección desde el año 2003 un total de 19 conjuntos de molienda de dimensiones y cantidades muy diferentes. Hay algunos que apenas muestran un par de unidades y otros que superan ampliamente las cincuenta. En este trabajo intentaremos analizar desde un enfoque estadístico siete de estos conjuntos. El recorte realizado sobre la totalidad responde a criterios de muestreo estadístico ya que elegimos los que poseían mayor cantidad de unidades para de esta forma minimizar los errores relacionados a muestras poco confiables.

El objetivo del presente trabajo se relaciona con la búsqueda de posibles patrones morfológicos y dimensionales de las unidades, tanto al interior de cada conjunto de molienda como en la puesta en comparación entre los diferentes conjuntos. Ante las preguntas que dirigieron este objetivo podemos exponer el caso concreto de la dificultad de relacionar cronológicamente este tipo de registro arqueológico con el desarrollo de las sociedades en las regiones donde se emplazan dichos testimonios. Al no poder establecer certezas cronológicas es muy dificultoso establecer los momentos de utilización concreta y por ende vincularlos a los grupos definidos en los períodos establecidos para el NOA. Nuestro interés por supuesto se direcciona hacia las ocupaciones inkaicas de la zona dada la cercanía de la mayor parte de los conjuntos con El Shincal (algunos de ellos están dentro de los límites de las ruinas mismas). Pero también debemos reconocer el hallazgo de distintos tipos de cerámica perteneciente a diferentes períodos de ocupación de la región (cerámica tipo Aguada, tipo Ciénaga o de momentos más tardíos, Belén) descontando además la cercanía de sitios de probada ocupación Aguada como la Loma Larga (González, 1998). A partir de esto estamos reconociendo que no podemos partir de la idea de que todos los conjuntos sean contemporáneos o, en caso de serlo, pertenezcan a un período relacionado al momento de ocupación inkaico. Estas afirmaciones necesitan ser contrastadas con evidencia detallada conseguida del estudio de los conjuntos de molienda mismos. Es por ello que a partir del análisis estadístico multivariado pretendemos contrastar la posibilidad de que los conjuntos presenten patrones constitutivos como para acercarnos a la idea de que hayan sido construidos y utilizados en un mismo momento, es decir que fueran contemporáneos. La hipótesis de que pudieran estar relacionados al período inkaico, en pleno funcionamiento de El Shincal, será contrastada con excavaciones sistemáticas de los conjuntos mismos, trabajo que será motivo de otras publicaciones. Por el momento aquí intentaremos acercarnos a la búsqueda de patrones a través del análisis estadístico de variables registradas en los conjuntos y en las unidades de molienda

¹ Consideraremos como “unidades de molienda” a cada una de las oquedades que se presentan en el “conjunto de molienda”, denominación esta última que utilizaremos para designar a la roca soporte donde se disponen las oquedades.

METODOLOGÍA

Como indicáramos previamente, se hallaron 19 conjuntos de molienda en El Shincal y sus inmediaciones. La cantidad total de unidades contabilizada en el total de los mismos es de 286. Fueron seleccionados 7 conjuntos por presentar un número importante de unidades lo suficientemente representativa como para confiar en los resultados. Los conjuntos seleccionados y el total de unidades en cada uno se exponen en la Tabla 1.

Las horadaciones, como puede establecerse en la misma tabla, pueden dividirse por la forma que presentan vistas en planta en: 1) circulares; 2) ovaladas. Con respecto a los primeros podemos decir que corresponden a las formas consideradas como cupuliformes, con paredes perfectamente cilíndricas y un diámetro de la boca bastante similar al de la base. En relación a los de forma oval los lugareños las asimilan con las “pecanas” que ellos conocen, siendo éstas una especie de fuente de piedra donde se muele con otra roca apoyada sobre su concavidad realizando un movimiento de tipo pendular (Giovannetti, en prensa).

Para realizar la descripción cuantitativa de cada unidad de molienda se relevaron tres variables lineales: 1) diámetro mayor (DMa); 2) diámetro menor (DMe) y 3) profundidad máxima (Prof). Estas variables describen la forma de cada unidad pero contienen al mismo tiempo información acerca del tamaño de las estructuras. Por lo tanto, con el fin de analizar ambos componentes, forma y tamaño, de manera independiente se empleó la metodología desarrollada por Mosimann y sus colaboradores (Darroch y Mosimann, 1985). Dentro de esta aproximación el tamaño es definido como cualquier combinación lineal de los datos que permite escalar las variables originales, en este caso la medida de tamaño empleada fue la media geométrica (MG). La MG se define como la raíz *n*-ésima del producto de las *n* variables relevadas (Jungers *et al.*, 1995) y brinda una medida del tamaño general del objeto. Una vez definido el tamaño, la forma de los objetos es descrita mediante proporciones (i.e. variables de forma). Las mismas resultan de dividir cada variable por la variable de tamaño (i.e. MG) de cada objeto. De esta manera todos los objetos han sido escalados, es decir las diferencias restantes se deben a diferencias en forma (Bookstein, 1989).

Las variables de forma y de tamaño (i.e. las variables sin estandarizar) fueron utilizadas posteriormente en análisis de componentes principales (ACP). Este análisis es una técnica estadística multivariada de reducción de datos, y es útil como herramienta exploratoria para evaluar la estructura subyacente de los datos (Manly, 1994). El principal objetivo del ACP es encontrar el menor número posible de dimensiones ortogonales que den cuenta de la mayor parte de la varianza en las medidas originales. En el proceso de extracción toda la varianza original será capturada y distribuida en el nuevo sistema de coordenadas.

Conjunto	Código	Nº unidades	Cupuliformes (a)	Ovalados (b)
Albá	A	51	44	7
EGP	EGP	61	51	10
Gran Roca				
Ovalada	GRO	13	13	0
El Escondido	EE	30	26	4
Ruinas	R	15	13	2
Formas Raras	FR	36	35	1
Piedra Volcada	PV	13	11	2

Tabla 1. Conjuntos analizados, códigos con los aparecerán en los gráficos y cantidades absolutas de cada conjunto

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan los valores medios y el desvío estándar por conjunto para las tres variables relevadas. El promedio del diámetro mayor de las unidades cupuliformes de todos los conjuntos se encuentra entre los 17 y casi 21 cm. El diámetro menor entre poco más de 15,5

Conjunto	Dma	Dme	Prof
Ra	19.04 ± 5.13	17.77 ± 5.13	12.35 ± 7.76
Rb	23.50 ± 13.44	17.25 ± 8.84	16.25 ± 18.74
GROa	17.35 ± 4.60	16.27 ± 4.71	7.23 ± 3.52
Aa	19.99 ± 2.87	18.68 ± 2.84	8.06 ± 2.51
Ab	22.42 ± 2.76	15.75 ± 1.78	3.92 ± 1.39
PVa	20.18 ± 3.89	19.64 ± 3.50	14.18 ± 6.29
PVb	15.00 ± 1.41	11.50 ± 2.12	1.50 ± 1.41
EGPa	20.86 ± 2.33	19.79 ± 3.08	9.59 ± 4.08
EGPb	22.30 ± 3.07	15.60 ± 2.05	4.13 ± 3.37
FRa	16.96 ± 3.90	15.66 ± 3.99	11.71 ± 5.58
FRb	18.00	9.00	2.50
EEa	19.74 ± 4.23	18.02 ± 4.63	10.70 ± 5.74
EEb	14.50 ± 2.12	11.00 ± 1.41	4.00 ± 1.41

Tabla 2. En la tabla se presentan los valores medios y el desvío estándar para cada una de las variables relevadas

y 20 cm. La profundidad presenta un rango mayor de diferencia estableciéndose entre poco más de 7 y 14 cm, donde en la mayor parte de los conjuntos presenta también mayor desvío. En cuanto a las unidades ovals podemos ver que el diámetro mayor está entre los 14,5 y 23,5 cm. El diámetro menor se ubica entre los 9 y 17,25 cm. Es necesario aclarar un par de puntos importantes aquí ya que se presentan enormes diferencias entre los desvíos también. Por un lado el número de unidades tipo oval es mucho menor en cada conjunto que los cupuliformes como puede verse en la Tabla 1. Además el gran desvío de las unidades de las Ruinas se debe a que son solo 2 pero muy diferentes entre sí. Las profundidades en general son bajas y con menor desvío que los diámetros, salvo un caso del conjunto Ruinas que escapa a todos los parámetros generales.

El análisis de componentes principales realizado a partir de las variables de forma (Figura 1), es decir las originales divididas por la media geométrica, permite diferenciar las dos morfologías establecidas previamente (i.e. cupuliformes y ovals). El primer eje da cuenta de la 91,71% de la variación explicada y la variable con mayor peso (0,78) en este eje es el diámetro mayor. Esto indica que a lo largo de este eje los morteros se diferencian principalmente por el tamaño relativo de esta variable. Así los puntos que se ubiquen más hacia la derecha del gráfico poseerán una mayor diferencia entre su valor absoluto de diámetro mayor y diámetro menor y su media geométrica (ambos valores positivos) y una menor diferencia en cuanto a la profundidad. Lo contrario sucede a medida que nos desplazamos hacia la izquierda. Esto no significa que los valores más volcados hacia la derecha o izquierda posean un mayor o menor diámetro o profundidad absoluta, sino solo que se diferencian mas con la media geométrica que es un valor relativo a la relación entre las tres variables. Sólo es más grande su diámetro mayor en relación al diámetro menor y la profundidad (Figura 1). Es importante señalar por otro lado que del sector positivo del eje se encuentran las morfologías definidas como “pecanas” (ovals).

El análisis de componentes principales de las variables de tamaño sin estandarizar indica que hay mayor dispersión entre los morteros que la encontrada a partir del análisis de la forma. El primer eje da cuenta del 79,15% de la variación explicada y la variable con mayor peso en este eje es la profundidad (0,70), por otro lado el DMA y el DME tienen valores positivos pero menores (0,47 y 0,53 respectivamente). Este eje separa los morteros según el tamaño, con los

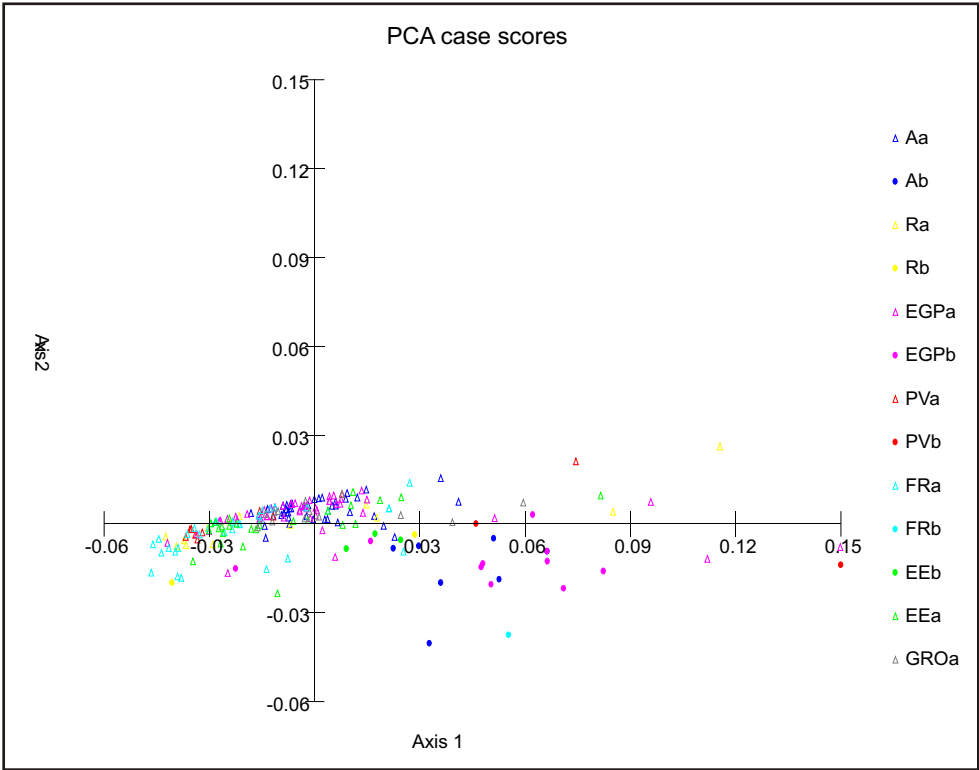


Figura 1. Análisis de componentes principales realizado a partir de las variables estandarizadas

más pequeños del lado negativo mientras los de mayor tamaño se ubican del lado positivo (Figura 2). Las morfologías de tipo “pecana” se diferencian del resto por presentar un menor tamaño. A lo largo del segundo eje, que explica el 17% de la variación, se separan los conjuntos de EGP y Albá. En este eje, la profundidad también es la variable con mayor peso (0,70), por lo tanto los dos conjuntos mencionados se caracterizan por una menor profundidad que el resto según la dispersión en este eje pero considerando que el eje 1 concentra una mayor proporción de la variabilidad observada es difícil pensar estos datos en términos absolutos. Por otro lado es de destacar la cercanía de las unidades de estos dos conjuntos, tanto desde los cupuliformes como de los ovals, aproximándose mucho también el conjunto “Gran Roca Ovalada”. Los cuatro conjuntos restantes se hallan algo dispersos a lo largo del eje 1. Notamos también cierto alejamiento del conjunto Formas Raras que, como también se ve en la tabla 2 posee menores diámetros relativos. De cualquier forma es posible hallar varios ejemplares del conjunto EGP muy próximo al FR, demostrando que la mayor dispersión del análisis de las variables no estandarizadas involucra a todos los conjuntos.

CONCLUSIONES

Existen varios puntos que podemos destacar a partir de los análisis previamente presentados. En primer lugar es muy clara, en todos los conjuntos, la diferenciación de los tipos cupuliformes de los tipos ovoidales. Si bien esta diferencia fue establecida previamente a partir de la observación en el campo, se hacía necesario hacer un análisis cuantitativo estadístico para establecer con claridad esta división dada la gran cantidad de unidades que se necesitaban analizar. En términos generales podemos decir que las formas ovaladas (pecanas según los habitantes de El Shincal actual) se diferencian por un marcado desarrollo de un diámetro sobre

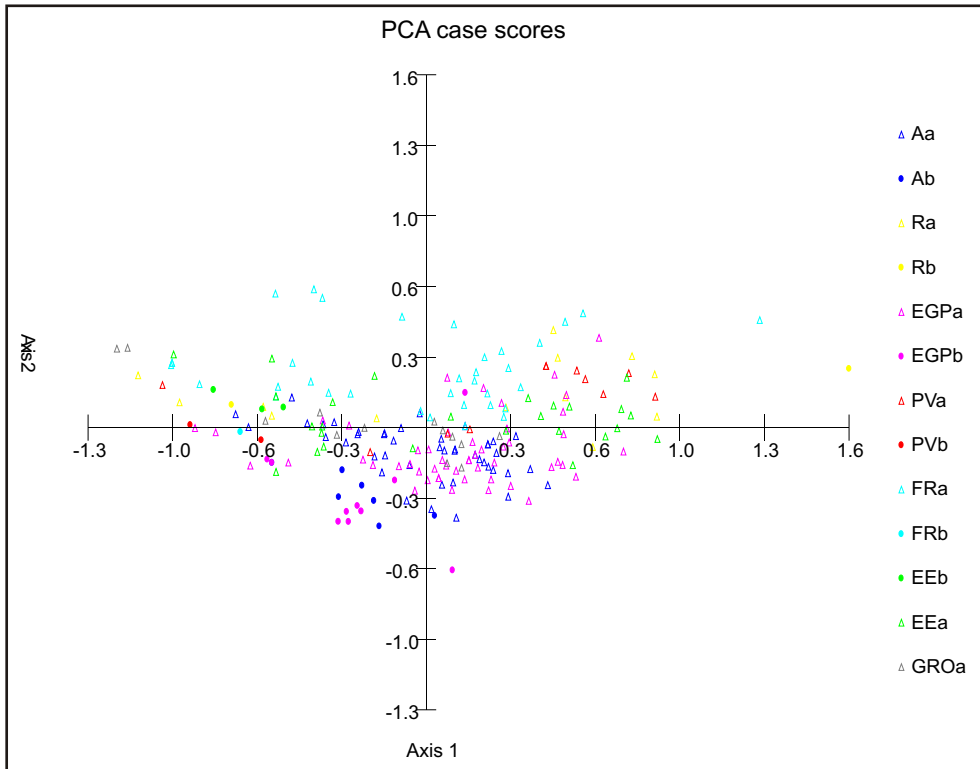


Figura 2. Análisis de componentes principales realizado a partir de las variables sin estandarizar

otro y una escasa profundidad aunque se presenten unidades con más profundidades que otras. Los cupuliformes en general poseen una boca circular y forma de cúpula valga la redundancia. Las profundidades son variables aún dentro de un mismo conjunto. Sobre este punto es importante discutir dado que esta variable es la que ha sido la que aportara mayor variabilidad en la muestra. Es conocido el hecho de que las profundidades de las unidades de molienda se hacen mayores a medida que se prolonga su uso en el tiempo (Rusconi, 1945, Menghin, 1958). Es posible que las diferencias en profundidad en los conjuntos de El Shincal se relacionen con el mismo fenómeno y, aceptando esta idea, podemos pensar que existen dentro de cada conjunto unidades de molienda con menor tiempo o intensidad de uso que otras. Esto puede ser el resultado de diferencias de edades relativas (unos se fabricaron antes y por ende fueron mas usados) o quizás diferencias de uso en molienda de productos diversos. Esto podrá ser contrastado con análisis específicos sobre las oquedades (en la actualidad se están desarrollando análisis de microrrestos vegetales). Lo mismo podemos plantear para los distintos conjuntos. Es posible observar significativas diferencias en la Figura 2 y habíamos notado que la variable de mayor variación era la profundidad. Es posible también que algunos conjuntos sean más antiguos que otros. Y a partir de este punto penetramos en otra discusión importante para los objetivos de este trabajo; ¿es posible establecer cierta contemporaneidad entre los mismos, es decir habrían sido usados simultáneamente todos? El análisis a partir de las “formas” muestra una gran homogeneidad en la forma del contorno para cada uno de los tipos. El tipo cupuliforme está presente en todos los conjuntos y el tipo ovalado está en todos menos en GRO, aunque en un número mucho menor.

Por lo tanto uno de los resultados principales que surgen de estos análisis es que se observa una homogeneidad general entre los conjuntos siempre y cuando se tenga en cuenta el tipo

morfológico (ovalados y cupuliformes). Esto apoya más la hipótesis de que los conjuntos pudieran ser construidos y utilizados en momentos relativamente contemporáneos y probablemente con la misma función. También apoyaría la idea de que existieron, quizás, técnicas de manufactura de las unidades estandarizadas a pesar de que con el correr del tiempo y del uso pudiera variar la profundidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Babot, M. y M. Apella

2001 Análisis funcional de artefactos de molienda de El Infiernillo, Tucumán. *Actas XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina* 43-52. Córdoba, Argentina.

Babot, M.

2004 *Tecnología y utilización de artefactos de molienda en el noroeste prehispánico*. Tesis de Doctorado en Arqueología, Fac. de Cs Nat. e IML, UNT. Tucumán, Argentina

Bookstein, L.

1989 "Size and shape": a comment on semantic. *Systematic Zoology* 38: 173-180.

Darroch, J.N. y J.E. Mosimann

1985 Canonical and principal component of shape. *Biométrie* 72: 241-252.

Giovannetti, M.

2005 Articulación entre el sistema agrícola, sistema de irrigación y áreas de molienda como medida del grado de ocupación Inka en El Shincal y Los Colorados (Valle de Hualfín, Provincia de Catamarca). Plan de tesis Doctoral. FCNyM, UNLP.

En Prensa. Los morteros múltiples en el noroeste argentino: un enfoque interregional. *Actas de XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Río Cuarto.

González, A.

1998 *Cultura La Aguada*. Arqueología y Diseños. Filmediciones Valero. Buenos Aires.

Mainly, F.J.

1994 *Multivariate statistical methods. A primer*. Second edition. Chapman & Hall, London.

Menghin, O.

1958 Las piedras de cúpula con referencia especial a la Argentina. *Revista de Educación*. Año III N° 6 (Nueva Serie). Ministerio de Educación. La Plata.

Raffino, R.

2004 *El Shincal de Quimivil*. Sarquis Editora. San Fernando del Valle de Catamarca.

Rusconi, C.

1945 Molinos y morteros indígenas de Mendoza. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*. Entrega III, tomo CXXXIX. Buenos Aires.

Williams, V.

2002-2005 Provincias y capitales. Una visita a Tolombón, Salta, Argentina. *Xama* 15-18: 177-198. Mendoza.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD ARTEFACTUAL DE LA COSTA EN RELACIÓN CON OTRAS ÁREAS DE SANTA CRUZ

Analia Herrera, Alicia Castro

Departamento Científico de Arqueología. UNLP

RESUMEN

En este trabajo -que se desprende como continuación del anterior- se presenta nueva información que permite abordar nuevas dificultades y problemas en relación a los tipos de artefactos y, se discute la asimetría o desigualdad a nivel de la información, lo cual repercute en el análisis de la organización tecnológica de las sociedades del pasado.

Se propone en este trabajo ampliar y discutir la información registrada sobre tecnología y uso de artefactos y materias primas líticas de sociedades cazadores-recolectores para el momento 2500-3000AP de sitios arqueológicos de la provincia de Santa Cruz, enfrentando los problemas a través de la organización de los datos y su selección que permitan una comparación ordenada. Los primeros datos registrados permitieron comparar las frecuencias líticas de dos conjuntos líticos importantes: PNPM y la costa de Santa Cruz, abordando resultados parciales.

En este trabajo se suman nuevos datos provenientes del sur de la provincia ampliando la comparación hacia este sector de Santa Cruz, previamente se seleccionarán los datos para su posterior comparación. Los nuevos problemas se relacionan con la heterogeneidad en la información de sitios pertenecientes a un mismo periodo y en diferentes espacios de la provincia de Santa Cruz: frecuencias de instrumentos, frecuencias de desechos o de materias primas en artefactos, descripciones de instrumentos sin frecuencias.

Frente a tanta variedad en la información, surge la necesidad de organizar la misma permitiendo luego su comparación. De este modo se decide metodológicamente trabajar con las frecuencias de artefactos y realizar una comparación entre muestras a nivel estadístico y por el otro lado seleccionar algunos datos observables no numéricos de los sitios.

En algunos casos los datos son incompletos. A tanta variedad se le suma el hecho que algunos provienen de sitios estratigráficos y otros de superficie, con la dificultad de carecer de fechados, provenientes de UM-unidad de muestreo. No obstante, hasta donde los datos lo permitan, es posible comparar las frecuencias de los artefactos líticos de sitios estratigráficos del sector oeste, ubicados en o cercanos al Parque Nacional Perito Moreno- PNPM-, la costa en el sector este y el sur de la provincia. También se seleccionarán aquellos datos cualitativos que proporcionen información sobre ausencia-presencia de elementos diagnósticos como valvas, obsidiana verdosa y negra.

En este trabajo se deja planteado la importancia de detenerse en estos problemas metodológicos, y de organizar la información registrada y discutir los alcances y límites de estas comparaciones. Al integrar el resultado de las comparaciones es posible discutir sobre la posibilidad de intercambio de elementos desde sur a la costa o al revés, si hay elementos distintivos de la costa en el sur y si las frecuencias de los artefactos presentan o no diferencias significativas entre los grupos representados.

INTRODUCCIÓN

Se propone en este trabajo ampliar y discutir la información registrada sobre tecnología y uso de artefactos líticos de sociedades cazadoras para el lapso 2500-3000 AP que ocuparon distintas áreas de la provincia de Santa Cruz. En un primer momento de esta investigación, los primeros datos registrados permitieron comparar las frecuencias líticas de 2 conjuntos líticos importantes: PNPM (Parque Nacional Perito Moreno) en el sector noroeste de la provincia y la costa en el sector este, abordando resultados parciales-presentados en el congreso anterior-. En este trabajo se suman nuevos datos provenientes del sur de Santa Cruz permitiendo

ampliar la comparación hacia ese sector. Los nuevos problemas se relacionan con la heterogeneidad en la información de sitios pertenecientes a un mismo período y en diferentes espacios en la provincia.

La tarea de recolectar la información, uniendo e integrando la información aislada, a partir de un relevamiento bibliográfico, considerando los trabajos de investigación documentados desde 50 años atrás como material de estudio, en un principio fue azarosa. Después surgió la necesidad de organizar la misma bajo ciertas pautas y criterios comunes a todos los sitios que permitan su comparación. De este modo se decide metodológicamente trabajar con las frecuencias de artefactos explicitadas en los trabajos, para realizar una comparación estadística y por el otro lado, seleccionar algunos datos observables no numéricos de los sitios que permitan otra comparación paralela, para aquellos casos en que no presentaban frecuencias artefactuales.

El rastreo y ensamblaje de datos numéricos y cualitativos, provenientes de fuentes escritas de la investigación documentada, nos permite acceder a nueva información que a su vez nos enfrenta a nuevas dificultades y problemas en torno a la asimetría a nivel informacional, lo cual repercute en el análisis e interpretación de la organización tecnológica de las sociedades del pasado.

METODOLOGÍA

Con el fin de contextualizar la costa en relación a sus alrededores y comprender mejor el uso de la misma durante el 2500 AP, los objetivos de este trabajo apuntan a comparar las frecuencias de los instrumentos líticos y ciertas variables observables que estén explicitados en los trabajos publicados acerca de los sitios.

En este sentido, ampliar la cantidad de información nos permite no sólo ordenar mejor los datos sino también ampliar la comparación. Sin embargo, al ampliar la cantidad de información surgieron nuevos problemas metodológicos: la dificultad de encontrar datos precisos en las distintas áreas de Santa Cruz, los pocos fechados en diversas áreas, pocos sitios con estratigrafía trabajados y muchos sitios sobre superficie que carecen de cronología. En algunos casos, no se explicitaba la diferenciación entre lasca retocada de sin retoque, otros no contaban los artefactos sumario ni los filos naturales-obviamente en función de sus intereses y objetivos, en casos así se decidió no elegirlos como muestra para esta comparación. Se decide seleccionar cuidadosamente las muestras, aunque después repercute en la realidad de que sean pocas las mismas. Como así también en no considerar a los desechos, ya que no era considerado de igual manera por todos: en algunos los contaban, en otros los ignoraban.

Se suma a esta complejidad el hecho de que no en todos los sectores se aborda con la misma precisión tipológica en el análisis de las distintas áreas trabajadas en la provincia, haciéndose difícil la comprensión de la información.

Al sur de Santa Cruz, los casos arqueológicos son diversos, como es el caso de Sierra Baguales, sectores medio e inferior del interfluvio Coyle-Gallegos, lago Cardiel (Belardi *et al.*, 2003, Ercolano *et al.*, 2000, Franco, 2004), los trabajos se centran en su gran mayoría sobre la variedad de la materia lítica y no tanto en su tecnología, lo que limita una comparación. Sin embargo, se puede decir que a los ojos de varios investigadores esa variedad ha resultado interesante, lo cual nos lleva a implementar una comparación paralela que tenga en cuenta los elementos observables, introduciendo información nominal que ayude a completar la escasa información en algunos sectores sobre frecuencias líticas. Frente a tanta variedad y desigualdad en la información podemos cuestionarnos ¿cómo ordenar para que sea factible una comparación entre los sitios?.

En un intento metodológico por resolver estos problemas, se procedió a establecer ciertos controles metodológicos en el tratamiento de dos tipos de información cuantitativa y cualitativa, con el fin de integrar la información proveniente de niveles de análisis diferentes.

Se seleccionaron aquellos datos numéricos que permitan una comparación estadística, a

través del análisis de varianza aplicando la prueba de Snedecor. Por otro lado, con los otros datos no numéricos que arrojaban los sitios, se los sometió a una comparación cualitativa en base a la ausencia o presencia de ciertas variables observables. Se realiza un análisis de varianza entre las muestras para ver si existen diferencias significativas entre sí, lo cual nos permite evaluar si existe una variación significativa o que supera la variación dada por el azar entre las medias maestras, entre las muestras de determinado sector de la provincia.

Comparación cuantitativa. Análisis de varianza

Sitios del sector de Santa Cruz: Parque Nacional Perito Moreno (PNPM).

	ADO	AGV	ADG	CRR3	PV3	Cerro de los Indios
I F.	213	90	88	39	108	100
I no F.	54	64	48	17	16	25

$F=11,60$ para 5 y 6 ° de libertad.

$p=0,05$ el valor es 4,39. El valor de F es superior al valor de la distribución, por lo tanto es significativo.

$p=0,01$ el valor es 8,75. F está por encima de este valor. Por lo tanto es significativo.

Estos conjuntos provienen de aleros estatigráficos en su mayoría.

Los conjuntos de instrumentos de los sitios de este sector de la provincia se caracterizan por ser muy ricos en su variedad tipológica: bifaces, raspadores, raederas, muesca, puntas, denticulados, instrumentos pulidos, raclettes, RBO, cepillos, punta burilante, lascas sobre lámina retocadas, etc.

Los instrumentos no formatizados (I No F) contienen por lo general lascas no retocadas, filos naturales, instrumentos con reserva de corteza y núcleos.

Sitios del sur de Santa Cruz.

	Potrok Aike	Juni Aike	Peggy Bird
I. F.	204	179	88
I. No F.	255	1020	199

$F:2,71$

$P:0,05$ el valor es 9,55.

$P:0,01$ el valor es 30,81, en ambos casos el valor de F es inferior al valor de la distribución estimada, por lo tanto no es significativo.

Los conjuntos líticos de estos sitios se ubican en el contexto de aleros con estratigrafía y cronología absoluta. Entre los instrumentos formatizados se encuentran raederas, raspador, cepillos, denticulados, rodados con retoques, bolas de boleadoras, raclettes.

Los no formalizados: lascas, láminas, núcleos, percutores, chopping tools, filos naturales, muescas naturales, puntas destacadas naturales, y guijarros.

No se consideraron los desechos. Cabe aclarar que las frecuencias rescatadas de los sitios eran superiores, pero para este trabajo sólo se consideran las frecuencias usadas como muestras de análisis para cada sitio en particular.

Sitios de la costa.

	Cabo Blanco	Moreno
I. F.	31	4
I. no F.	262	33

F: 2,42

P: 0,05 el valor es 18,51

P: 0,01 el valor es 98,49. La variación observada no es significativa.

En este conjunto de muestras para la costa no se incorporó Punta Bustamante por pertenecer en la costa sur de Santa Cruz, muy distante de estos otros sitios que están al norte. En próximas revisiones se tendrá en cuenta sus frecuencias juntamente con otras representativas de la costa sur.

El conjunto de muestras de instrumentos formatizados (IF) de los sitios de la costa e inmediaciones de la misma se caracteriza por contener: lascas retocadas, raspadores, láminas, bolas de boleadoras, rompecráneos, cuchillos retocados, cantos rodados y hemi rodados con retoques.

El conjunto de instrumentos no formatizados (I No F) se encuentran núcleos y restos de núcleos, lascas y filos naturales sin retoques, productos de talla y de desbaste y cantos rodados sin retoque. Dentro de los productos de talla se consideran las láminas angulares, alargadas, triangulares y los filos naturales, exceptuando los indeterminados y las esquirlas.

Comparación cualitativa

	Variedad lítica	Inst Oseos.	Valvas	rompecráneos	Puntas dest/buril	Piquete o/pulido	denticulados	Arte rupestre
1)a. el pescador		X				X		
1)Sierra baguales	X					X		
1)Las buitreras		X	X		X			X
1)a. potrok aike		X	X		X			X
1)Rio gallegos	X		X			X		X
2)La martita								X
2)Los toldos		X	X		X			X
3)Cabo blanco/medanosa			X	X	X	X	X	
4)Rio pinturas Salitroso	X	X			X	X	X	X

1 Sector Sur

3 Sector centro: meseta

2 Sector centro: meseta

4 Sector centro: meseta

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Durante el proceso de búsqueda de los datos, se pudo observar que las conclusiones abordadas en los primeros trabajos en Santa Cruz, marcaban relaciones con otros sitios del norte, la mayoría comparaban sus hallazgos con los del sitio Los Toldos o con la cueva de las Manos

por ejemplo. Según se muestra en algunos de los trabajos, se usaba como referencia los conjuntos líticos de Los Toldos para comparar otros sitios del sur (Sanguinetti). En el área de cueva de las manos, Alto Río Pinturas, también parece darse un contexto transicional muy relacionado con el Toldense: muchos artefactos en lascas, cuhillos de filo natural, artefactos compuestos, como raspadores combinados con puntas burilantes, con muescas, con denticulados, bola boleadora (Aschero). Gómez Otero también concluye en observaciones similares. En la zona sur del Río Santa Cruz y el bosque cercano a la laguna Cóndor, se desarrolló un sistema cultural de cazadores-recolectores no especializados, antepasados directos de los tehuelches meridionales históricos, entre el 4500 y comienzos del período histórico. Concluye además que esta dispersión geográfica coincide con la que apuntaba Casamiquela (1980) para la lengua "aonik" o "aois" hablada por los tehuelches meridionales australes. Los tehuelches boreales estarían al norte del río Santa Cruz.

Victor Durán en su trabajo en la meseta en el área de La Martita también encuentra relaciones entre el grupo estilístico C con D del Río Pinturas. Estas manifestaciones del área de La Martita se han correlacionado con el "estilo de pisadas" definido por Menghin (1957) y ubicado en el 2500 AP en el área de Río Pinturas.

Durante el relevamiento bibliográfico encontramos coincidencias y relaciones observadas por otros investigadores en trabajos publicados hace 20 y 50 años atrás. Sus conclusiones apuntaron a viejas relaciones entre el sector noroeste y el sur de Santa Cruz, y el sector noreste con el sur nuevamente. Sin embargo la relación entre sector septentrional-oeste y septentrional-este no aparece. En otras palabras, la relación PNPM y costa es nula a deducir por el análisis de las frecuencias líticas.

Se ha considerado a los trabajos previos no como simples antecedentes de investigación en el área, sino como información relevante. Es importante unir la información que aparece aislada y fragmentada. El relevamiento bibliográfico permite esto, considerando la investigación documentada como material de estudio.

Para el lapso 2500-3000 AP, el análisis de varianza realizado sobre el registro de frecuencias, permite observar cierta variabilidad significativa en términos estadísticos entre las muestras de los sitios de PNPM, y cierta variabilidad no significativa en los sitios del sur. Los valores bajos para el área del sur indicarían que las frecuencias de las muestras no se diferencian entre sí, pudiendo señalar ciertas relaciones entre la costa y el sur. Aunque esa poca variabilidad podría no corresponder al mismo grupo poblacional, en el sentido de que no necesariamente menor varianza indicaría mayor movilidad social de un mismo grupo. Esta duda aumenta al tener en cuenta que las muestras del sur son pocas en relación al sector precordillerano a lo que hay algo más de destacar y que excede nuestro control metodológico es como controlar la relativa y desigual intensidad de trabajo arqueológico en las distintas áreas que repercute en la cantidad y el tamaño de las muestras. Por otro lado la costa tiene otro problema: la probabilidad de supervivencia de material óseo es baja, hay escasas referencias sobre arpones, perforadores de hueso, que sólo más tiempo de trabajo de campo nos confirmará su presencia o ausencia en la costa (Vignati, 1930, Menghin, 1952).

Las muestras de los sitios del sur no difieren significativamente del promedio general de artefactos para esa área, a diferencia de lo que ocurre en PNPM.

Esto puede traducirse en que en el lado oeste, una mayor densidad ocupacional y mayor tiempo de asentamiento explicaría esa variabilidad artefactual. A diferencia de lo que ocurre en la costa: cierta homogeneidad en sus frecuencias podría indicar menor densidad poblacional y mayor movilidad de los mismos grupos por la costa. El conjunto artefactual de la costa presenta una tecnología simple en comparación con los resultados obtenidos de los conjuntos de PNPM.

Integrando los dos tipos de evidencias podemos decir que hay elementos distintivos del sur como lo es la obsidiana de color, instrumentos óseos, arte rupestre y que la zona oeste

precordillerana comparte parcialmente, y la costa carece de estos, que quizás se relacione con la difícil preservación de los mismos.

Por otro lado, en relación a la II comparación de los elementos diagnósticos observados en los sitios, parece apuntar a las observaciones ya descriptas en trabajos anteriores previos en el área. Parece acentuarse mas la relación costa -sur y PNPM-sur y no costa-PNPM.

La idea de intercambio no sería adecuada, si hubiese sido así deberían encontrarse elementos distintivos del sur como ser la obsidiana de color en la costa o instrumentos óseos o arte rupestre. La dispersión de la obsidiana de color en el sur ya fue tratada por diversos autores: en el área del Lago Argentino (Carballo *et al.*, 1999), mares interiores (Ortiz Troncoso, 1975), en Baguales (San Román y Morillo, 1999, Franco y Stern, 2000), en zona volcánica de Pali Aike (Stern, 2000), canal del Beagle (Orquera y Piana, 1999) Sin embargo, el uso de valvas de la costa se ha registrado en sitios del sur: en Cerro Redondo y en la cuenca media de Río Coyle, en la cuenca superior del Río Santa Cruz, y en el valle del Río Gallegos (Carballo, 1988, Gómez Otero, 1986-1987, Molina, 1967, Ortiz Troncoso, 1973, Sanguinetti de Bórmida, 1976).

Se sugiere entonces, la idea de movilidad social de las poblaciones y su traslado en una única dirección: de norte a sur y no al revés.

La costa estuvo más relacionada con el sur que con el lado oeste. Casamiquela (1969) analizó la diferenciación entre tehuelches septentrionales de los meridionales para el período postcontacto. Analiza las observaciones de los viajeros y exploradores a quienes se les hacía muy difícil diferenciar cultural y físicamente a las poblaciones, ya que había emparentamientos entre tehuelches septentrionales con los del sur como resultado de alianzas. Para el momento tardío 2500-3000 AP previo al contacto, se puede apreciar a través de las frecuencias líticas observadas en sitios arqueológicos y de variables observadas en los mismos, cierta variabilidad en los grupos pero también cierta distancia cultural y tecnológica entre los sitios PNPM y costa, que tienen que ver con procesos de adscripción e identificación en momentos críticos previos al contacto, como parte de estrategias de lucha en momentos previos al período histórico.

En este trabajo se ha planteado la importancia de detenerse en los problemas metodológicos y de organizar la información registrada y discutiendo los alcances y límites de las comparaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aschero, Gradin Aguerre

1976 Investigaciones arqueológicas en la Cueva de las Manos, Alto Río Pinturas. Relaciones X.

Belardi, Goñi, Bourlot, Aragoné

2003 Uso del espacio y paisajes arqueológicos en la cuenca del lago Cardiel (provincia de Santa Cruz) Magallania, Anales del Inst. Patagonia: 31. Chile.

Carballo, Borrero, Franco, Belardi, Howitz, Muñoz, Campan, Martin, Borella, Garcia, Savanti, Lanta

1999 Arqueología de la costa del lago Argentino, Río la Lema y Pampa altas intermedias (Santa Cruz). Praehistoria 3.

Casamiquela

1969 Pruebas etnohistóricas de la filiación tehuelche septentrional de los querandíes. Un panorama etnológico del área pan-pampeana y patagónica adyacente. Dirección Biblioteca y Museo. Santiago . Chile.

Castro, Moreno, Martinelli y Pepe

1998 Restos faunísticos, artefactos líticos: mas información sobre la costa norte de Santa

- Cruz. IV Jornadas de arqueología de Patagonia. Tomo II Río Gallegos.
- Castro, Moreno Izeta
1997 Descripción del material lítico del sitio Cabo Blanco 1. XII Congreso Nacional de arqueología argentina. La Plata.
- Castro, Moreno, Andolfo, Giménez, Peña, Mazzitelli, Zubimendi, Ambrústolo
2003 Análisis distribucional en la costa de Santa Cruz (Patagonia Argentina): alcances y resultados. Magallania, Anales del Inst de la Patagonia, serie cs humanas. 31. Punta Arenas, Chile.
- Cattáneo
1997 Organización de la tecnología en la Patagonia centro meridional: el caso de la localidad arqueológica Piedra Museo, Pcia. de Santa Cruz. XII Congreso nacional de arqueología argentina. La Plata.
- Duran
1986 Arte rupestre área de La Martita. Anales de arqueologia, tomo 30-40 Mendoza.
- Ercolano, Carballo y Masón
2000 El uso del espacio por parte de poblaciones cazadoras-recolectoras en la cuenca inferior del Río Gallegos, extremo sur de Patagonia, Argentina. Anales del Inst. Patagonia, series humanas : 28. Chile.
- Franco
2004 La organización tecnológica y el uso de escalas espaciales amplias. El caso del sur y oeste del lago Argentino. En Temas de arqueología, análisis lítico.
- García Ferrando
1985 Socioestadística. Introducción a la estadística en sociología. Alianza Editorial. SA Madrid.
- Gómez Otero
1986-1987 Investigaciones arqueológicas en el alero Potrok-Aike (provincia de Santa Cruz). Relaciones XVII/I. Bs As.
1990. Cazadores tardíos en la zona fronteriza del paralelo 52° sur I El paraje de Juni Aike. Anales del Inst Patagonia: 19. Chile.
- Goñi, Guraieb
1996 Eran tres aleros. análisis intersitio de conjuntos artefactuales líticos en el Parque Nacional Perito Moreno (provincia de Santa Cruz). arqueología, sólo Patagonia, II Jornadas. Gómez Otero editora.
- Guraieb
1999 Análisis de la diversidad en los conjuntos instrumentales líticos de cerro de los indios (lago Posadas, Santa Cruz). Desde el país de los gigantes. Tomo 1. UNPA.
- Menghin
1952 Fundamentos cronológicos de la prehistoria de Patagonia. Rev Runa vol 5.
1957 Estilos de arte rupestre de la Patagonia. Acta prehistórica I Bs As.
- Molina
1965 El abrigo de los pescadores (provincia de Santa Cruz).
- Moreno y Castro
1995 Sitio Moreno: datos preliminares de un sitio chico en la costa norte de Santa Cruz, Argentina. Anales del Inst. Patagonia, serie cs humanas: 23. Punta Arenas, Chile.
- Prieto
1990 Cazadores tardíos en la zona fronteriza del paralelo 52° sur II Alero Peggy Bird. Anales del Inst. Patagonia: 19. Punta Arenas. Chile.
- Sanguinetti
1976 Excavaciones prehistóricas en la cueva de "Las Buitreras" (provincia de Santa Cruz). En

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

Relaciones. Vol X. Bs As.

San Román y Morello

1999 Caracterización arqueológica preliminar de la cuenca del Río Baguales: provincia Última Esperanza, Magallanes Chile). Anales del Inst. de la Patagonia: 27.

Stern

2000 Fuentes de artefactos de obsidiana en los sitios arqueológicos de las cuevas de Pali Aike y Fells y Cañadón Leona en Patagonia austral. En Anales del Inst. Patagonia: 29.

Stern y Franco

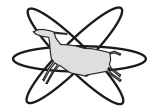
2000 Obsidiana gris verdosa veteada de la cuenca superior del Río Santa Cruz, extremo sur de Patagonia. Anales del Inst. Patagonia :28. Chile.

Ortiz Troncoso

1973 Artefactos de sílex de una tumba de Morro Philippi, valle medio del Río Gallegos (provincia de Santa Cruz, Rep Argentina). Anales del Inst. Patagonia. Vol IV N 1-3. Punta Arenas, Chile.

Vignati

1930 Instrumental óseo aborigen procedente de Cabo Blanco (Gobernación de Santa Cruz). Notas del Museo Etnográfico n° 2. Bs. As.



MODELOS DETERMINISTAS Y ESTOCÁSTICOS DE LA DISPERSIÓN HUMANA INICIAL EN AMÉRICA

José Luis Lanata^{1,2}, Luis Martino^{2,3}, Ana Osella^{2,3}

1 Dep. de Antropología, Universidad de Buenos Aires *jllanata@filo.uba.ar*

2 CONICET *lmartino@df.uba.ar*

3 Dep. de Física, Universidad de Buenos Aires *osella@df.uba.ar*

RESUMEN

A fin de explorar la dinámica inicial de la dispersión humana en el continente americano se realizaron simulaciones con Monte-Carlo sobre la base de reconstrucciones paleoecológicas que cubren entre el 18 y el 9 rcybp. Presentamos aquí las de América. El objetivo del trabajo es comparar las simulaciones deterministas (en la cual los hábitats disponibles poseen diferentes capacidades de sustento y coeficiente de difusión, definidos en base a datos etnográficos para poblaciones actuales de cazadores-recolectores) de trabajos previos con simulaciones estocásticas que emplean la misma base de datos paleoambientales y demográficos. Se tomaron distintas tasas de crecimiento demográfico como así también se consideró el efecto que pudieron tener los corredores ambientales en el proceso de dispersión. Los modelos resultantes de las simulaciones son semejantes al caso determinista, mostrando la presencia en Sudamérica de dos metapoblaciones distintas y con densidades poblacionales diferenciales desde los momentos tempranos de la dispersión y un área con mayores condiciones de intercambio genético y/o cultural.

INTRODUCCIÓN

Las variaciones ambientales tanto espaciales como temporales producen cambios en la calidad, la diversidad y la densidad de los recursos; estos cambios son percibidos e impactan directamente en los grupos humanos. La interrelación entre estos procesos y los cambios culturales e incluso genéticos fueron estudiados por Hastings y Harrison (1994), así también como su interrelación con los nichos ecológicos (Laland *et al.*, 2000). El estudio de la dinámica poblacional humana fue estudiada desde el punto de vista histórico (van Valen, 1971), así como la viabilidad de persistencia de una población en el tiempo en un determinado ambiente (Commins *et al.*, 1980); también se hicieron estudios por métodos analíticos tales como el modelo Match-Corridor-Matrix (e.g. Ricketts, 2001).

La adaptabilidad humana a un nuevo ambiente depende de cómo los diferentes grupos se encuentran interconectados a través de patrones de movilidad y de la diversidad de hábitat que pueden explorar para obtener recursos. Las metapoblaciones, definidas como la suma de las poblaciones locales en determinado espacio y tiempo, son afectadas por esta relación. Resumiendo podemos suponer que la dispersión humana depende de:

- Diferentes propiedades de los mosaicos ambientales.
- Condiciones paleo-ecológicas que permitan una migración.
- Contingencias paleo-demográficas (puentes intercontinentales, cuellos de botella, etc.).
- Pulsos paleo-ambientales causados por la extinción o cambio del ambiente.
- El grado de competencia por determinados recursos.
- Reorganización de los ecosistemas y su relación entre los cambios genéticos o culturales.

Otro factor a tener en cuenta es la existencia de corredores ambientales que en el caso del Continente Americano se encuentra enfatizado para América del Sur en donde los Andes juegan un rol preponderante (Lanata, 2002, 2005).

MODELOS DE DISPERSIÓN

Los modelos de difusión aplicados en la biología fueron utilizados por primera vez por Fisher (1937) para modelar el modo de avance de un gen dominante. Su uso se generalizó posterior-

mente para el caso de la expansión de animales (Williamson, 1996). En antropología, Steele *et. al.* (1998) aplicaron este modelo para el caso de la dispersión de humanos en Norte América.

El modelo parte de la ecuación:

$$\frac{dn}{dt} = A_{(n,a,K)} + B_{(n,D)} \quad (1)$$

El término $A_{(n,a,K)}$ es un término asociado al crecimiento poblacional y tiene la forma:

$$A_{(n,a,K)} = a \cdot n \left(1 - \frac{n}{K}\right) \quad (2)$$

con α la tasa máxima de crecimiento, K es la capacidad de sustento del ambiente y n es la población del ambiente en cuestión.

El término $B_{(n,D)} = \nabla(D \times \nabla n)$ es el término asociado con la evolución espacial de la población y en caso que el coeficiente de difusión D no dependa de la posición obtenemos la ecuación de difusión sin convección:

$$B_{(n,D)} = \nabla^2 Dn \quad (3)$$

Esta ecuación posee sólo solución analítica para el caso en que la difusión se produzca en una dimensión. Para dos dimensiones se puede resolver el sistema utilizando soluciones numéricas; en general, este tipo de soluciones pueden separarse en dos grandes ramas, las de tipo determinista en el cual se resuelve la ecuación utilizando aproximaciones, como es el caso de diferencias finitas, y las de tipo estocástico, que establecen probabilidades de transición para modelar la evolución.

En trabajos previos (Martino *et al.*, 2005), se resolvió la ec. 1 aplicando la técnica de diferencias finitas de nueve puntos para el caso anisótropo, definiendo en cada celda un parámetro de difusión D_r y una capacidad de sustento K_r y tal que el flujo desde una celda l hacia una celda k estaba dado por un coeficiente efectivo de difusión $\bar{D} = \sqrt{D_l D_k}$ (Martino *et al.*, 2007).

Los parámetros K y D se encuentran definidos por mapas paleoambientales reconstruidos por Adams para períodos entre el Pleistoceno Final y Holoceno Temprano (Adams, 1998). Estos mapas definen diecisiete paleoambientes cada uno de los cuales posee una dada capacidad de sustento y un parámetro de difusión, de acuerdo con una analogía para tribus cazadoras-recolectoras en ambientes actuales (p.e., Kelly, 1995, Bindford, 2001).

Como ejemplo y con el objetivo de realizar la posterior comparación en la Figura 1 se muestra el proceso de poblamiento americano obtenido para $\alpha = 0,05$. Puede observarse que el continente se completa en 5000 años; este resultado se encuentra en concordancia con las dataciones arqueológicas; asimismo se puede observar un desdoblamiento en el frente de onda en Sudamérica (uno de los frentes avanza por la cordillera, mientras que el otro lo hace por Amazonia). Este hecho coincide con datos craneométricos que separan a la población americana en dos meta poblaciones (Pucciarelli *et al.*, 2006).

El modelo estadístico utiliza simulaciones Monte Carlo. Cada individuo posee cierta probabilidad de migrar hacia una celda vecina o de quedarse en la celda en que se encuentra. Estas probabilidades están relacionadas con la solución determinista de la ec. 1. A cada individuo se le asigna en el nacimiento un número al azar perteneciente a una distribución gaussiana centrada en $x_m = 25$ años, con dispersión $\sigma = 5$ años; al superar en edad ese número el individuo muere. La reproducción se realiza mediante el siguiente proceso:

- Cada individuo en su nacimiento tiene 50 % de posibilidad de ser macho o hembra.
- En caso de ser hembra, ésta posee una probabilidad de ser una reproductora activa (90 %) o inactiva (10 %).

- Las hembras activas comienzan su período de reproducción a los 10 años, finalizando el mismo a los 25 años.
- En cada paso de tiempo existe la posibilidad que una hembra activa se reproduzca, en este caso la hembra entra en un período de latencia por 1 año luego del cual vuelve a ser una reproductora activa.

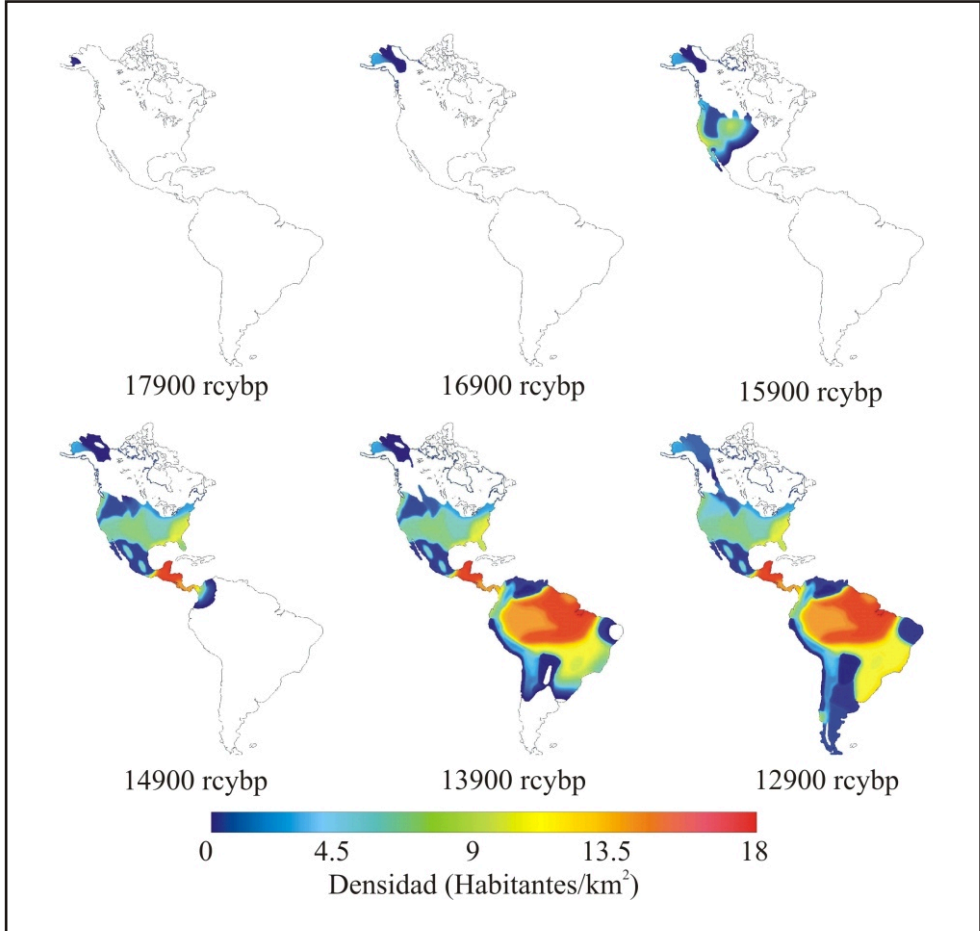


Figura 1. Mapas de evolución obtenidos para el modelo determinista con $\alpha = 0,05$

La determinación de los parámetros K y D de cada una de las celdas que componen al sistema fue realizada sorteando números al azar de distribuciones normales, manteniendo en promedio los valores de cada uno de los ambientes utilizados para las simulaciones deterministas.

La Figura 2 muestra la cantidad de habitantes vs. tiempo para distintos valores del parámetro α . Para $\alpha < 0,015$ la población no es viable y se extingue rápidamente; en el caso de $0,02 < \alpha < 0,04$ la población es viable pero la velocidad de expansión es lenta y no se cumplen los fechados (p.e. Monte Verde en Chile). Para $\alpha > 0,04$; los sitios arqueológicos aparecen en zonas ya pobladas.

Los resultados de las simulaciones para $\alpha = 0,02$ y $\alpha = 0,05$ se muestran en las Figuras 3 y 4 respectivamente. Para $\alpha = 0,02$, luego de 11000 años de evolución la población no consiguió llegar a Sudamérica. Esto nos indica que esta tasa de crecimiento si bien da como resultado

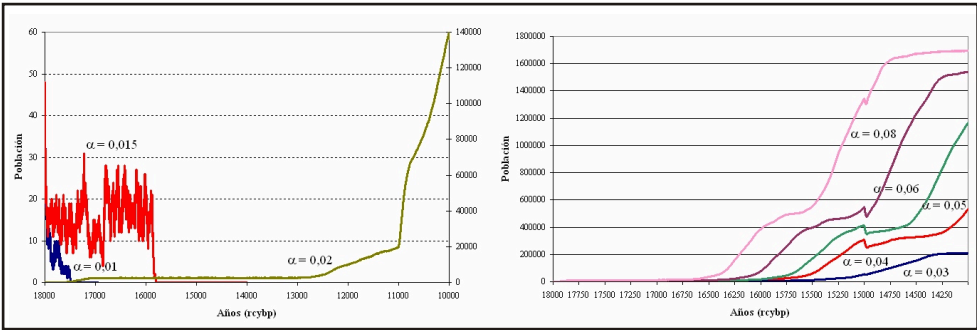


Figura 2. Población en función del tiempo para distintos valores de α

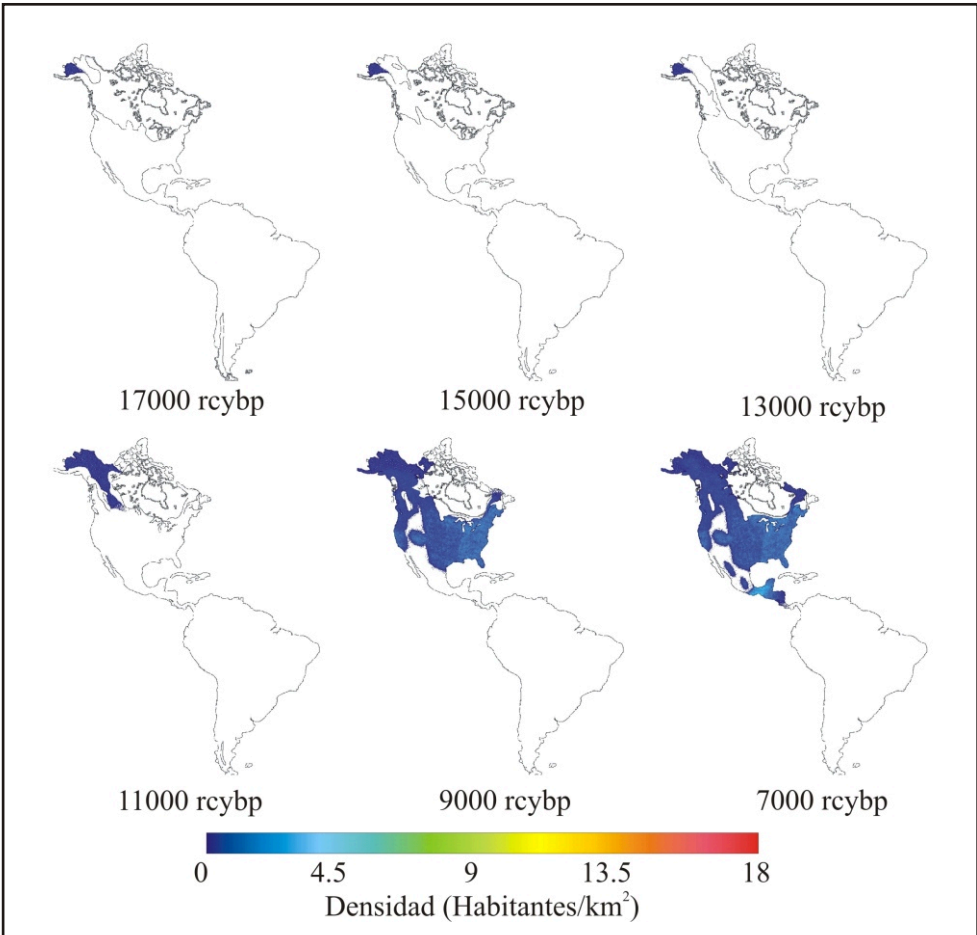


Figura 3. Evolución para el modelo estocástico con $\alpha = 0,02$

una población viable, no produce una expansión lo suficientemente rápida como para que exista población antes de los 7000 rcybp en Sudamérica, en discordancia con los fechados arqueológicos que se encuentran en esa zona.

En el caso de $\alpha = 0,05$ se llega al sur de la Patagonia en 5000 años, cumpliendo el fechado más antiguo de Sudamérica (Monte Verde 13700 rcybp). Luego de la entrada en Sudamérica, el

frente de avance se separa en dos, en concordancia con el modelo determinista y con los indicios craneométricos antes mencionados.

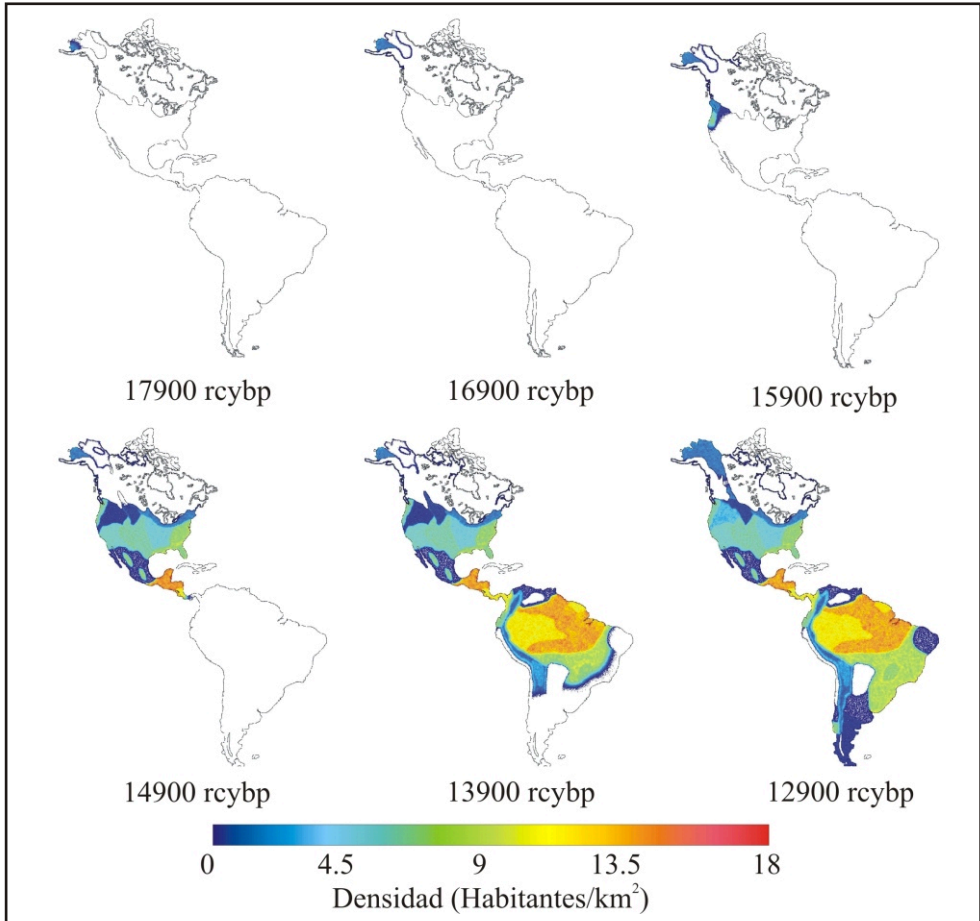


Figura 4. Evolución para el modelo estocástico con $\alpha = 0,05$

CONCLUSIONES

Los modelos de dispersión estocásticos muestran que tasas de crecimiento menores a $\alpha < 0,2$ hacen que la invasión resulte no viable mientras que tasas relativamente altas, $\alpha > 0,4$, son necesarias para que toda la evidencia arqueológica se cumpla. Este resultado es coincidente con los resultados obtenidos en modelos aplicados a invasiones territoriales por especies animales en donde no existen depredadores; en estos casos necesariamente la tasa de reproducción es alta.

En suma, basados en las simulaciones podemos asumir que la dispersión humana en América podría tener las siguientes características:

- Fue relativamente rápida, entre 5000 y 5500 años
- Los corredores ambientales jugaron un papel importante en la aceleración del proceso
- El índice de crecimiento de la población (α) debe ser mayor a 2% para que una invasión sea viable.

La difusión en un medio anisótropo parece ser una buena forma de simular el poblamiento

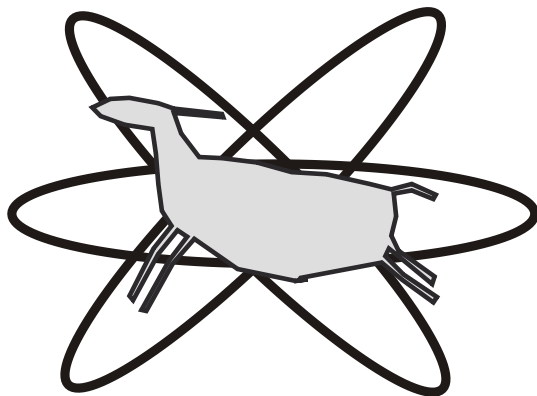
americano, ya que en Sudamérica el frente de onda se divide en dos (un frente andino y otro amazónico) en concordancia con datos craneométricos.

Considerando la dinámica de la dispersión, los dos modelos permiten estimar diferentes parámetros poblacionales importantes y, que a nuestro entender, podrían ser independientes del momento de su inicio. En primer lugar, una tasa de crecimiento demográfico promedio del 1,5% anual no hubiese permitido la persistencia humana en el continente. Los cazadores-recolectores habrían estado en algún momento por debajo de la mínima población viable (MVP) lo que las habría llevado a su extinción, independientemente de que hayan llegado o no a Tierra del Fuego. A partir de una tasa de crecimiento demográfico del 2% anual o mayor-vemos que la diferencia temporal para cubrir todo el continente no es importante máx 3000, min 2000. Si bien los corredores ambientales aceleran la dispersión, los de la vertiente pacífica parecen contribuir a que se llegue más rápidamente al extremo sur del continente. Estos resultados indicarían que la dispersión en Sudamérica se vio favorecida por la presencia de ambientes con una K alta en la vía de entrada, que tras el cuello de botella espacial de Costa Rica y Panamá, permitieron un éxito reproductivo alto en las poblaciones de cazadores-recolectores. Esta es una característica distintiva dentro de la dispersión global de nuestra especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, J.
1998 South America during the last 15000 years.
www.esd.ornl.gov/projects/gen/nercSOUTHAMERICA.html.
- Binford, L.R.
2001 *Constructing Frames of Reference: An Analytical Method for Archaeological Theory Buildings Ethnographic and Environmental Data*. University of California Press. Berkeley.
- Commins, H.N., W.D. Hamilton y R.M. May
1980 Evolutionary stable dispersal strategies. *Journal of Theoretical Biology* 82: 205-230.
- Fisher, R.A.
1937 The wave of advantageous genes. *Annals of Eugenics* 7:355-369.
- Hanski, I.
1999 *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press. Oxford.
- Hastings, A. y S. Harrison
1994 Metapopulation dynamics and genetics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25: 167-188.
- Laland, K.N., J. Odling-Smee y M.W. Feldman
2001 Cultural niche construction and human evolution. *Journal of Evolutionary Biology* 14: 22-33.
- Lanata, J.L. y A. García
2002 Metapopulation and colonization of space. Paper presented at Modelling Human Global Dispersal Workshop. British Academy International Networks Workshop, Southampton.
- 2005 Environmental corridors and early human dispersal in South America. Paper presented at the 70th Annual Meeting of the Society for American Archaeology. Salt Lake City.
- Martino, L., A. Osella y J.L. Lanata
2005 Simulaciones numéricas de las dispersión paleoindia en Sudamérica. Paper presented at the 1er Congreso Argentino de Arqueometría. Rosario.
- Martino, L., A. Osella, C. Dorso y J.L. Lanata
2007 (ms) On the Fisher equation for anisotropic diffusion: Simulating South-American human dispersals.

- Pucciarelli, H.M., W.A. Neves, R. González-José, M.L. Sardia, F. Ramírez Rozzi, A. Struck, y M.Y. Bonilla
 2006 EastWest cranial differentiation in pre-Columbian human populations of South America
HOMO Journal of Comparative Human Biology 57:33150.
- Ricketts, T.
 2001 The Matrix Matters. Effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist* 158: 87-99.
- Steele, J.
 2002 Evolution, ecology, and human adaptability. In *Tendencias en Arqueología Evolutiva*. J.L. Lanata and G. Martínez eds., pp. 207-220. UNC. Olavarria.
- Steele, J., J. Adams y T. Sluckin
 1998 Modelling Paleoindian dispersals. *World Archaeology* 30: 286-305. Stephens, D. W. and J. R. Krebs 1987 *Foraging Theory*. Princeton University Press. Princeton, 1987.
- van Valen, L.
 1971 Group selection and the evolution of dispersal. *Evolution* 25: 591598.
- Williamson, M.
 1996 *Biological Invasions*. Chapman and Hall. London.



Preservación y Conservación



CONSERVACIÓN ARQUEOLÓGICA: IMPLICANCIAS Y POSIBILIDADES

Gabriela Ammirati

Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti, Facultad de Filosofía y Letras,
Universidad de Buenos Aires
gammi13@yahoo.com

RESUMEN

La Conservación arqueológica abarca diversos campos de acción. En Argentina este campo es habitual relacionarlo a la restauración y guarda de objetos, limitando sus implicancias y posibilidades de trabajo, evolución y desarrollo. Contribuye a esto el hecho que la conservación, recién hace muy pocos años, ha sido incluida como disciplina universitaria.

En otros países, la conservación arqueológica se ha ido desarrollando paralelamente a la arqueología. Es así como se puede observar la presencia de conservadores en campañas arqueológicas, formando parte de equipos interdisciplinarios, aportando sus conocimientos, habilidades y técnicas específicas, contribuyendo al mejor desarrollo de los trabajos de campo y de investigación.

El objetivo del presente trabajo es ampliar la visión de los posibles campos de acción de la conservación arqueológica y mostrar algunos de los beneficios de la integración de esta disciplina con la Arqueología.

Este artículo muestra algunas de las variadas actividades de la conservación arqueológica. Para ello se ha elegido exponer algunas tareas relacionadas con la guarda, limpieza, desalinización, restauración, experimentación con consolidantes, entre otros, realizados con materiales provenientes de campañas arqueológicas y colecciones de museos.

CONSERVACIÓN ARQUEOLÓGICA: IMPLICANCIAS Y POSIBILIDADES

Aunque la Conservación Arqueológica en Argentina es conocida por los trabajos de restauración y guarda de los materiales, prácticamente se desconoce cual es el campo de acción posible de esta disciplina. Este desconocimiento se debe a la escasez de conservadores en nuestro país, que se encuentren preparados y con experiencia para actuar adecuadamente en esta línea de la conservación. Por otra parte influye también el poco conocimiento de algunos arqueólogos del potencial y real trabajo de un conservador arqueológico, así como de los beneficios que ofrece integrar a este profesional en sus equipos de trabajos (más allá de las conocidas actividades de restauración y guarda, que es generalmente para lo que se solicita los servicios de un conservador).

Pero, ¿cuál es el perfil de un conservador arqueológico?. Ya sea Conservador dedicado a la Arqueología, o Arqueólogo especializado en Conservación, no queda duda que debe poseer el bagaje propio necesario de ambas disciplinas, para poder desarrollar adecuadamente su campo de trabajo.

Desde la Arqueología debe poseer como mínimo, conocimientos de los marcos teóricos, de las metodologías y técnicas de trabajo arqueológicas, tanto en terreno como en laboratorio, y de las posibles líneas de investigación que los distintos materiales (artefactos, estructuras, sitios) le ofrecen al Arqueólogo.

Desde la Conservación, es necesario haber incorporado los conocimientos sobre métodos y técnicas de recuperación de los materiales, en terreno y en laboratorio. Conocer los distintos agentes de deterioros que influyen sobre éstos, los mecanismos de degradación intrínsecos a cada material, manipulación, transporte y guarda propicios. La importancia de los materiales de transporte, guarda, limpieza, consolidación, restauración (teniendo en cuenta que éstos deben ser lo más inertes y reversibles posibles), y poseer habilidades técnicas/manuales adecuadas para poder realizar su trabajo.

Por todo esto, un conservador arqueológico debe estar familiarizado con la química y la tecnología de los materiales, y debería poder interactuar con los Arqueólogos, comprendiendo

el lenguaje y los medios con los que cuenta para poder realizar su investigación.

Ahora bien, ¿cuál es el verdadero campo de acción de un conservador arqueológico?. Como ya se expuso, la restauración y la guarda de objetos son las actividades más conocidas, pero éstas no son más que una pequeña parte de las amplias posibilidades que ofrece la conservación arqueológica. Hay que tener en cuenta que la restauración, en Arqueología, se encuentra prácticamente en desuso, poniéndose el énfasis en la salvaguarda de la información propia y asociada de un material arqueológico. Siguiendo esta línea, es importante tener presente que una inadecuada conservación del patrimonio arqueológico puede provocar tergiversación de los datos y pérdida total o parcial de la evidencia necesaria para la investigación, es por ello que el campo de acción de un conservador arqueológico es mucho más amplio que las dos actividades mencionadas.

Abarca también los trabajos de planificación y rescate de materiales en terreno, preparación y transporte de dichos materiales, diagnósticos de deterioros, prevención de los mismos, tratamientos adecuados de limpieza, consolidación, desalinización, etc., realización y solicitud de análisis físico-químicos para la caracterización de materiales con el fin de establecer métodos de conservación propicios, diseño y realización de trabajos experimentales de conservación, entre otros.

Queda claro que el campo de acción de un conservador arqueológico es amplio y complejo, ya que abarca distintas actividades, áreas de trabajo y conocimientos específicos. Dada la complejidad y variedad de esta disciplina, es posible entender que al igual que el arqueólogo que se especializa en distintas áreas y materiales (cerámica, lítico, arquitectura, fauna, arqueología de cazadores-recolectores, histórica, etc.), un conservador arqueológico debería también poder especializarse en las distintas áreas de acción y materiales (materiales orgánicos, inorgánicos, proveniente de sitios subacuáticos, de altura, áridos, conservación de sitios y estructuras, de colecciones museísticas, etc.).

En la actualidad en Argentina existen conservadores arqueológicos que se han ido especializando en distintas áreas, por ejemplo textiles, cerámica, metales, y aunque muchas de las actividades que realizan son las relacionados con la restauración y la guarda, se puede observar que están enfocando el trabajo cada vez más, en la conservación preventiva para evitar daños, en el apoyo de los análisis científicos para la determinación de materiales y deterioros, ayudando en la elección de los tratamientos a seguir, y poco a poco, en los trabajos de experimentación, abriéndose así un campo de investigación en conservación arqueológica prácticamente inexplorado en nuestro país.

Por el momento, aunque la posibilidad de incursionar en las diversas áreas de la conservación arqueológica es difícil y en algunos casos se encuentra en etapa primaria (como la participación de conservadores en excavaciones), es importante que aquellos que nos dedicamos a la conservación arqueológica en Argentina podamos romper con la barrera de los trabajos específicos de “restauración y guarda” demostrando los beneficios que puede brindar la aplicación de los variados campos de acción de nuestra disciplina.

A continuación, y a modo de ejemplo, presento algunos de los trabajos, en curso, tanto con materiales provenientes de excavación como con materiales de colecciones de museo.

MATERIAL ARQUEOLÓGICO PROVENIENTE DE LA CORBETA HOLANDESA HOORN

Se muestran los trabajos de conservación del material arqueológico proveniente de la corbeta holandesa Hoorn, que naufragó en el año 1615 en Puerto Deseado, Santa Cruz, Argentina. La conservación de estos materiales se realiza dentro del marco del proyecto de recuperación que lleva a cabo desde el año 2004, el Programa de Arqueología Subacuática (Proas) del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.

Hay que tener en cuenta que se trata de materiales arqueológicos subacuáticos. Éstos provie-

nen de un medioambiente con características propias que lo diferencian del medioambiente terrestre en general. Debido a estas condiciones los métodos y técnicas de conservación que se ejerciten deben ser específicos para este tipo de materiales.

Entre las distintas actividades de conservación que se practican, se encuentran la limpieza, guarda, trabajos de desalinización, unión de fragmentos de ser necesario, y experimentación con consolidantes utilizados para la preservación de distintos materiales.

La adecuada guarda del material arqueológico, en este caso fragmentos cerámicos, utilizando materiales inertes, soportes seguros y diseñados para la visualización de los fragmentos sin tener necesidad de manipularlos constantemente, ayuda al trabajo de investigación de los arqueólogos y a la mejor preservación de los materiales.

La unión de fragmentos presenta distintas problemáticas. A veces, dependiendo de la investigación que se esté realizando, puede ser un paso necesario, y otras veces no. Lo que sí hay que tener en cuenta cuando se practica, es la posibilidad de volver atrás en esta decisión, utilizando materiales de conservación reversibles. Pero es importante saber que la vuelta atrás en cualquier tratamiento realizado, conlleva indefectiblemente a pérdidas en el material.



Figura 1. Pipa de caolín, conformada por casi 50 fragmentos

COLECCIÓN PROVENIENTE DEL MUSEO ETNOGRÁFICO J. B. AMBROSETTI

Se presentan los trabajos de limpieza realizados en los metales que conforman parte de los trajes bolivianos pertenecientes a la colección del Museo Etnográfico Ambrosetti.

Previo al comienzo de la limpieza de los metales se tuvo en cuenta que “limpiar” no es simplemente retirar lo que podríamos creer que es suciedad en una primera impresión. Si hiciéramos esto, podríamos estar retirando parte importante de la pieza que puede brindar información de cómo fue realizada, del momento en que se realizó (costumbres, comercio, moda, tecnología, etc.), y/o del uso que se le dio.

Por ello, antes de decidir limpiar debemos tener en cuenta el sustrato o materiales en los que está realizado un objeto, la tecnología utilizada en su confección, la naturaleza de la suciedad, las características físico-químicas de ésta (de qué tipo de residuo se trata), el medioambiente en el que está o estará el objeto, el uso que se le dio en el pasado y el uso en la actualidad (para exhibición, investigación, didáctica).

Cuando se desarrolló este trabajo se presentó una problemática y fue que al momento de realizarlo no se pudo analizar las características físico-químicas de parte de la “suciedad” presente. Por esta circunstancia, se decidió retirar aquella que claramente se pudo identificar: polvo, residuos de materiales de limpieza, concreciones, productos inestables de corrosión.

Lo importante aquí es que cuando se practica cualquier tratamiento de limpieza, se tenga en cuenta la mayor cantidad posible de variables y se evalúe cuan necesario es este tratamiento y hasta donde debe llegar. Es conveniente, salvo casos particulares, seguir el criterio de mínima intervención para evitar la pérdida de material constitutivo del objeto (como por ejemplo lacas o resinas originales).

Presencia de diferentes tipos de residuos, algunos de ellos fácilmente distinguibles como los restos de productos de limpieza, larvas de insectos, productos de corrosión. Sin embargo es importante apelar a diferentes tipos de análisis científicos que permitan establecer que tipo de productos están presentes sobre la superficie del objeto.



Figura 2. Tratamiento de limpieza

COLECCIÓN DE ESTUDIO ARQUEOLÓGICA Y REPLICATIVA

Además de los conocimientos teóricos y de las metodologías y técnicas de trabajo tanto arqueológicas como de conservación, los trabajos experimentales en conservación arqueológica son muy importantes.

Este tipo de trabajos, no sólo permiten abocarse a la búsqueda de mejores materiales de uso para la conservación (y restauración de ser necesario), sino que posibilitan avanzar y mejorar en metodologías y técnicas aplicables en los tratamientos.

La experimentación permite poder establecer con anterioridad cómo puede llegar a actuar un material y/o tratamiento en un determinado objeto, lo que proporciona información para la prevención de deterioros, otra área más de la disciplina de la conservación arqueológica.

También la experimentación posibilita la práctica en la determinación de materiales (tipos de fibras, de maderas, etc.), y la investigación estadística en cuanto a los deterioros que sufren éstos a través del tiempo y/o bajo determinadas circunstancias (por ejemplo medioambiente adverso).

En los trabajos de experimentación se pueden utilizar colecciones de estudios o replicativas, además de variados tipos de aparatos, adhesivos, análisis, metodologías e hipótesis.

Por ejemplo en la búsqueda del método más apropiado para desalinizar un determinado tipo de

cerámica, se pueden utilizar pHímetros, tiras y soluciones reactivas (que ayudarán a determinar presencia y tipo de sales).

También se puede utilizar un horno para añejar muestras, y ver cómo se comporta un adhesivo, por ejemplo, o cómo se degrada un material (madera en la foto).

O se puede realizar prácticas con diferentes tipos de adhesivos utilizados como consolidantes (en la foto madera proveniente de un medio subacuático, en sucrosa).



Figura 3. Madera proveniente de un medio subacuático, en sucrosa

CONCLUSIONES

A modo de conclusión, como quedó expuesto en este trabajo, el campo de la Conservación Arqueológica es amplio y ofrece unas variadas líneas de acción y desarrollo como la guarda, la limpieza, desalinización, restauración, experimentación, etc. A su vez el trabajo se puede desarrollar en diferentes ámbitos (sitios subacuáticos, de altura, áridos, conservación de sitios y estructuras, colecciones museísticas) y materiales (orgánicos, inorgánicos).

Al igual que con otras ciencias, como la Química, Biología, etc, la posibilidad de diálogo e interdisciplinariedad entre Conservadores y Arqueólogos debería ser mucho más corriente.

Indudablemente, la Conservación arqueológica y la Arqueología deben moverse a la par ya que comparten la misma cultura material con la que trabajan, más allá que cada una se plantee con ésta distintas problemáticas a resolver.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ammirati, G., S. Rivara y F. Marte

2003 "Conservación y restauración de la loza arqueológica Creamware del Museo Nacional Casa del Virrey Liniers". *Postprints 6to Congreso Internacional, Patrimonio Cultural: Contexto y Conservación*. La Habana, Cuba.

Ammirati, G.

2004 "Before cleaning. What we should consider before starting any cleaning treatment". *Preprint del 32nd American Institution of Conservation Annual Meeting*, Portland, Oregon, USA.

2005 "Intervención en los trajes bolivianos del Museo Etnográfico Ambrosetti". *Preprint de las IV Jornadas Técnicas sobre Conservación, Exhibición y Extensión Educativa en Museos*. Tucumán, Argentina.

2006 "Preservation Strategies for Archaeological Collections at the Ethnographic Museum Ambrosetti". *Preprint del 34th American Institution of Conservation Annual Meeting*. Providence, Rhode Island, USA.

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

Cassman, V.

1997 “Simbiosis entre la Arqueología, Conservación y Museos”. En *Actas Seminario Conservación y Deterioro de Materiales*, realizado en Buenos Aires, Argentina.

Fernández Ibañez, C.

1988 “Arqueología y Conservación. Una visión general”, *Espacio, tiempo y forma, Serie II, Hª Antigua*, tomo I, págs. 427-442

Sanz Nájera, M.

1988 “La Conservación en Arqueología”, *Munibe, suplemento n° 6*, págs. 65-71. San Sebastián, España.

Tite, M.

1982 “The organization of Archaeometry research at the British Museum”. *Future Directions in Archaeometry. A round table*, págs. 111-113. Washington D.C, USA.



MONITOREO PARA LA CONSERVACIÓN DE ARTE RUPESTRE

Lorena Ferraro

Administración de Parques Nacionales

lferraro@apn.gov.ar

RESUMEN

No es posible concebir a la conservación, y a una estrategia de conservación, si no es a través de una definición multidisciplinaria. Por lo tanto, no es posible gestionar recursos culturales si no es a partir de la integración de múltiples líneas de acción como la investigación, la conservación física, el uso público, la participación comunitaria, el registro y el monitoreo. Una forma eficaz de hacerlo es a través de un Plan de Manejo.

Así, hemos encarado un trabajo en el sitio arqueológico con arte rupestre Los Pizarrones (Parque Nacional Talampaya, provincia de La Rioja). En este se buscó dar satisfacción a las demandas y acciones definidas en el Plan de Manejo del Área Protegida, en cuanto a la ejecución de tareas de Manejo de Recursos Culturales, partiendo de un diagnóstico inicial que evaluó el estado de conservación y riesgo de alteración del conjunto de sus bienes culturales y propuso medidas para su corrección y mitigación, asumiendo que existía una insuficiente información de base para ser aplicada al manejo. En este sentido, la meta principal de nuestro trabajo consistió en aportar a la construcción más certera de la línea de base sobre el sitio en cuanto a sus valores científicos y sociales y a su estado de conservación (a partir del establecimiento y seguimiento de indicadores, es decir, el monitoreo) y en satisfacer las demandas de varios grupos de interés en cuanto a la conservación efectiva del sitio.

Con respecto a las conclusiones arribadas en nuestro estudio, desde el punto de vista de la investigación logramos tener un registro exhaustivo del arte rupestre como base de información para el reconocimiento de su valor científico, estético y cultural a fin de ponderarlo ante una eventual intervención de su materia, soporte o entorno. Para ello aplicamos las metodologías de análisis diseñadas desde la arqueología de arte para integrar este tipo de evidencia al conjunto del registro arqueológico.

Desde el punto de vista del deterioro del sitio, se ha trabajado sobre el estudio del microambiente, macroambiente y partes constitutivas del sitio. El monitoreo se ha basado en una serie de variables como: variación de puntos de erosión, de intensidad tonal, de sedimentación de la base del paredón con arte, capacidad de transporte del Río Talampaya, modificación de su cauce, magnitud de las crecidas, incidencia de la erosión eólica. Estas se midieron -con mayor o menor éxito- utilizando diversas herramientas: mediciones con calibre, Guía Munsell Soil Color Chart, trampa de sedimentos, estaqueado de los cauces, estación meteorológica y sensores de temperatura de la roca. Estas múltiples mediciones, realizadas a lo largo de cuatro años, han permitido elaborar un diagnóstico ajustado y proponer un tratamiento de intervención para el sitio.

INTRODUCCIÓN

No es posible concebir a la conservación, y a una estrategia de conservación, si no es a través de una definición multidisciplinaria. Por lo tanto, no es posible gestionar recursos culturales si no es a partir de la integración de múltiples líneas de acción como la investigación, la conservación física, el uso público, la participación comunitaria, el registro y el monitoreo. Una forma eficaz de hacerlo es a través de un Plan de Manejo.

Así, hemos encarado un trabajo en el sitio arqueológico con arte rupestre Los Pizarrones (Parque Nacional Talampaya PNT-, provincia de La Rioja). En este se buscó dar satisfacción a las demandas y acciones definidas en el Plan de Manejo del Área Protegida (APN 2001), específicamente en cuanto a la ejecución de tareas de Manejo de Recursos Culturales, partiendo de un diagnóstico inicial (Molinari, 1999) que evaluó el estado de conservación y riesgo de alteración del conjunto de sus bienes culturales y propuso medidas para su correc-

ción y mitigación, asumiendo que existía una insuficiente información básica para ser aplicada al manejo. En este sentido, la meta principal de nuestro trabajo consistió en aportar a la construcción más certera de la línea de base sobre el sitio en cuanto a sus valores científicos y sociales y a su estado de conservación (a partir del establecimiento y seguimiento de indicadores, es decir, el monitoreo) y en satisfacer las demandas de varios grupos de interés en cuanto a la conservación efectiva del sitio (Ferraro, 2005a, 2006).

EL SITIO ARQUEOLÓGICO

El sitio arqueológico Los Pizarrones es un extenso paredón -con orientación N (azimut 110° - 0°)- que presenta un único panel con arte rupestre. Su superficie máxima decorada es de 15,34 metros de largo y 1,48 metros de ancho y ha sido descrito por varios autores (Schobiger, 1966, Cáceres Freyre, 1966, Giordano y Gonaldi, 1991, entre otros).

Se encuentra ubicado sobre las paredes del valle del Río Talampaya. Este valle longitudinal, labrado sobre areniscas de la formación geológica homónima, tiene un ancho de aproximadamente 100 m, por el que el río divaga en forma sinuosa. Sus nacientes se encuentran a 10 km aguas arriba de Los Pizarrones. En los sectores próximos al sitio, existen varios cauces que separan meandros donde se forman barras vegetadas. Los Pizarrones queda expuesto a la salida de uno de los meandros, sobre uno de los cauces principales. En períodos de crecidas normales el río avanza con carga arenosa y la deposita sobre el paredón hasta un nivel de equilibrio, posiblemente el actual. Durante crecidas extraordinarias, la energía del agua es alta y genera una mayor removilización de la arena del cauce respecto a la que deposita al mermar la crecida, observándose con posterioridad una cota menor del piso del valle en la zona del paredón de Los Pizarrones.

PROBLEMA

El problema fundamental que se nos presentaba de acuerdo a la evaluación y definición de estrategias del Plan de Manejo del PNT (APN, 2001, Molinari, 1999) era que los principales inconvenientes para la conservación se derivaban de la acción mecánica del río Talampaya y el viento. Este plan proponía como una medida de protección el re-encauzamiento del río y la implantación de una barrera arbórea y arbustiva. El acondicionamiento exterior del sitio evitaría la erosión hídrica y eólica, respectivamente. Para la ejecución de dichos trabajos debía analizarse la factibilidad y perdurabilidad de las obras.

Sumado al requerimiento de estos estudios y debido a la necesidad remarcada en el Plan de Manejo de desarrollar un diagnóstico -estableciendo indicadores para el seguimiento del estado de conservación del bien así como para la definición más precisa de su riesgo de alteración-, en 2002 planteamos la exigencia de definir en el campo los parámetros a evaluar en un monitoreo más minucioso y sistemático de los grabados y del paredón. Para ello también contábamos con los materiales producidos por relevamientos antecedentes -útiles para plantear parámetros y expectativas con respecto al ritmo de deterioro de los grabados-, dándole mayor profundidad temporal al estudio.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se han aplicado metodologías específicas que siguen un esquema conceptual que involucra, en el marco de la evaluación, el monitoreo y el mantenimiento, etapas de documentación y análisis de las causas de deterioro para arribar a un diagnóstico que permitan analizar tratamientos posibles y así alcanzar finalmente la toma de decisión.

Los primeros trabajos de monitoreo de las condiciones microambientales de cuevas se remontan al siglo XIX (Cigna, 2002). En principio tenían fines científicos y más tarde, objetivos vinculados con las condiciones de visitación. Los mejoramientos técnicos (nuevos instrumentos con autonomía de almacenamiento de datos y mayor precisión), a partir de la segunda mitad del siglo XX y la incorporación de modelos matemáticos en el procesamiento de los datos, también han aumentado la potencialidad de este tipo de análisis. En los trabajos

de conservación de arte rupestre existen antecedentes de estudios y monitoreos microclimáticos tanto para sitios a cielo abierto como, principalmente, para cuevas. Vidal *et al.* (1991) dan cuenta de los trabajos de monitoreo y medición de la temperatura y humedad del aire para estimar el impacto de la visitación y establecer una capacidad de carga tentativa en la Grotte des Combarelles en Eyzies.

Para nuestro diseño hemos seguido algunos antecedentes insoslayables en la materia. Stanley Price (1989) propone una serie de etapas y criterios que deberán guiar los trabajos de conservación de arte rupestre. Nos interesa destacar el referido al análisis de los factores que causan el deterioro. Seguel y Bahamóndez (1993) proponen el relevamiento planialtimétrico de los síntomas para identificar y cuantificar áreas diferenciadas de conservación y profundizar en el conocimiento de los agentes y factores que intervienen en ese proceso. Villar García (1991) plantea que es necesario considerar a los motivos rupestres, al soporte y a aquellos agentes y factores que interactúan en su ambiente (el aire que lo circunda, el agua que circula interna y externamente, las poblaciones biológicas que habitan en las rocas, la visitación) como elementos que conforman el ecosistema bajo manejo. Una vez definido el ecosistema de un sitio con arte rupestre, es necesario determinar valores medios y modelos matemáticos, referidos a intervalos de tiempo adecuados, y su evolución a lo largo de un año, de todas aquellas variables y características que definen el ecosistema tal como el campo de temperaturas, estado higrométrico, ventilación, composición y carácter del agua, contaminación de su atmósfera, coordenadas cromáticas de puntos de color significativos, malformaciones superficiales y flora microbiana del aire, el agua y la roca.

Para sistematizar el diagnóstico del estado de conservación del arte rupestre se ha implementado la Planilla diseñada para los sitios del Parque Nacional Perito Moreno (Ferraro y Molinari, 2001), modificada para su aplicación en este caso. Se han sintetizados los agentes y factores de deterioro, las clases y tipos de daño, las causas, efectos, consecuencias y lesiones posibles, el método utilizado para la medición de los efectos y los antecedentes de tratamiento de dichos problemas así como la aplicación de métodos de investigación documentados; también nos hemos planteado resultados esperados en términos de comportamiento y evolución de indicadores (Goldsmith, 1991).

Para la clasificación de dichos agentes y factores se ha tomado su origen: biológicos, antrópicos (separados de los anteriores debido a su complejidad), climáticos, hidrológicos (también separados de la categoría precedente a causa de la multiplicidad de procesos que desencadena) y geomorfológicos. En este punto es importante recalcar que la incidencia de dichos factores depende de las características de la roca: dureza, elasticidad, porosidad, etc. La primera entrada para su análisis es a través del estudio de las lesiones, que a su vez se agrupan en diferentes tipos: físicas (humedad-capilar, infiltración, condensación- y suciedad); mecánicas (deformaciones, grietas, fisuras, desprendimientos); químicas (eflorescencias, oxidación y corrosión); orgánicas (animal y vegetal). Estando siempre presente para cada una de ellas la erosión (para pautas de clasificación normalizadas ver Raccomandazioni Normal, 1988).

Diseño del monitoreo: además del requerimiento de una identificación de lesiones y agentes intervinientes, hemos planteado la necesidad de diseñar un monitoreo para la evaluación a corto plazo de la incidencia de los diferentes factores que actúan en el sitio. Un monitoreo puede ser definido como la vigilancia intermitente (regular o irregular) que tiene por objetivo comprobar el cambio o el mantenimiento de los valores de una variable de acuerdo con un modelo o estimación predeterminada de los resultados (Goldsmith, 1991) fijada como línea de base. En nuestro caso se trata simplemente de la evaluación diagnóstica de Los Pizarrones por lo que es un tipo de monitoreo regulatorio (*sensu* Goldsmith, 1991) ya que está orientado a la verificación y cuantificación del accionar de los agentes de deterioro.

Inicialmente se incluyó el seguimiento de las siguientes variables: 1) Variación (incremento) de puntos de erosión detectados en el panel con arte rupestre; 2) Variación en la intensidad tonal del surco de los grabados rupestres y de la pátina desarrollada sobre el panel (sectores sin

arte); 3) Capacidad de transporte del río, en el entorno inmediato del recurso; 4) Variación (incremento/descenso) de la sedimentación en la base del paredón; 5) Modificaciones a nivel general del panel con arte rupestre y del entorno del sitio arqueológico; 6) Aparición de nuevos graffiti; 7) Modificaciones en el cauce del Río Talampaya; 8) Incidencia de la erosión eólica sobre el paredón con grabados; 9) Magnitud de las crecidas; 10) Incidencia de la amplitud térmica.

Con respecto al instrumental utilizado para este trabajo, requieren una mención aparte el data logger y la estación meteorológica. El primero de ellos es un logger de milivoltios equipado con cuatro sensores de temperatura de la roca que captura información entre los -40°C y 125°C. La distribución de los sensores en el sitio se hizo en una zona por encima de sector decorado. Los hoyos tienen distintas profundidades -dos de ellos están colocados a 5 cm y los restantes a 8,5 cm- con el objetivo de monitorear el posible comportamiento térmico desigual de la roca desde la superficie hacia su interior.

La estación meteorológica esta equipada con diferentes sensores para medir: a) temperatura interior y exterior; b) humedad interior y exterior; c) viento: dirección y velocidad; d) lluvia; e) presión atmosférica. Consta de un anemómetro, un pluviómetro, un termómetro y medidores de humedad.

RESULTADOS

En el presente punto se detallan resultados de análisis cuyos inicios se remontan a 2002 (Ferraro, 2002, 2003, 2005b y c, Ferraro *et al.*, 2003 a y b): el estudio sobre el comportamiento de los canales del río de acuerdo a las crecidas a través de un sistema de posicionamiento de estacas; los análisis granulométricos de muestras captadas por una trampa de sedimentos colocada en el sitio con el objetivo de caracterizar la incidencia del viento y la consecuente erosión eólica sobre el paredón, a su vez enmarcados en los datos del anemómetro de una estación meteorológica emplazada en el lugar; finalmente, los datos generales de los sensores climáticos instalados en el sitio.

En este marco, se analiza a continuación el estado de conservación de los grabados rupestres. Finalmente, se examinan los datos de monitoreo del recurso y su entorno que retoma e incorpora gran parte de los análisis precedentes y establece el seguimiento de indicadores.

Estacas de medición sobre el Río Talampaya: su posicionamiento responde a la necesidad de evaluar la movilidad del canal principal según la magnitud de las crecidas. Por ello se distribuyeron sobre los cauces que provienen de aguas arriba, sobre la desembocadura de una quebrada subsidiaria ubicada en la margen sur del río y que aporta en dirección hacia Los Pizarrones y, por último, aguas abajo del sitio.

Trampa de sedimentos: fue colocada para cuantificar el impacto de partículas de sedimento acarreadas por el viento a diferentes alturas del soporte rocoso, para acercarnos a la comprensión del proceso de erosión eólica. Se instaló en el extremo E del panel con grabados, de forma casi paralela al paredón. Sobre las muestras tomadas durante 2005 se efectuó un análisis granulométrico. Este estudio consistió en la determinación del peso, la cantidad, forma (esfericidad y redondez) y el tamaño de los clastos a partir del tamizado mecánico y la inspección de la mineralogía con lupa y microscopio (Ponce, com. pers.).

El análisis permitió realizar las correspondientes curvas granulométricas según el tamaño de los tamices. Los resultados de la granulometría de los sedimentos muestran que la mayoría de los niveles presenta curvas similares más allá de la altura en la que se disponen las bocas desde las que fueron entrampados.

Análisis de los datos de los sensores meteorológicos: El análisis que realizamos a continuación no es exhaustivo ya que no contamos con los resultados de un año completo. Por ese motivo se muestran algunos ejemplos de tendencias observadas en los datos y se excluye la posterior y necesaria modelización matemática para su cuantificación (Villar García, 1991).

Son significativos los datos de la variación de temperatura tanto del ambiente como de la roca.

La información que se presenta solo sirve como un promedio que nos permite caracterizar el comportamiento general de la roca en cuanto a sus ciclos de calentamiento - enfriamiento.

También fue muy revelador analizar el cruce de información entre ambos dispositivos de medición con relación a la amplitud térmica. La variación en un día de gran amplitud térmica muestra que las máximas temperaturas del ambiente y de la roca se dan en las primeras horas de la tarde. En ese momento se produce una separación importante entre los sensores de la roca ubicados a 8,5 cm de profundidad y aquellos colocados a 5 cm. También puede observarse la diferencia de 17°C entre la temperatura del ambiente y la de la pared (a 5 cm de la superficie) en el momento de máximo calor del día.

Pero no sólo es importante la variación que puede darse en un día. Apoyando estas consideraciones, podemos ver la amplitud térmica registrada a lo largo del mes de julio de 2005 por la estación meteorológica. Allí observamos máximas que superan los 32°C y mínimas que descienden a los -5°C.

Estado de conservación del recurso: Para el estudio del estado de conservación del sitio hemos desarrollado un examen aplicando la Planilla de registro del estado de conservación del arte rupestre. A partir de ello se han bosquejado las lesiones sobre una foto del sitio.

En general, se ha evaluado que el 42% de los motivos se encuentran completos y nítidos, el 37% esta completo pero desvaído, mientras que el 11% aparece incompleto y desvaído y el 10% esta incompleto pero nítido. Eso nos da idea de que muy pocos son los motivos altamente afectados. En la siguiente figura hemos consignado las diferentes lesiones que perturban a los motivos y el porcentaje de motivos afectados por cada uno de los daños.

Monitoreo del sitio y su entorno: En una primera instancia (octubre de 2002) y a los fines de contar con información diagnóstica acerca de la evolución del estado de conservación de Los Pizarrones, se diseñó un plan de monitoreo, planillas para la toma de datos y se programaron los estudios que se detallaron anteriormente (trampa de sedimentos, estacas de medición del caudal del río Talampaya, sensores meteorológicos). Las tareas se continuaron en trabajos de campo realizados en abril, octubre y noviembre de 2003, diciembre de 2004, enero, febrero, junio, agosto y septiembre de 2005, así como en tareas y recorridas del personal de guardaparques durante 2002 a 2005.

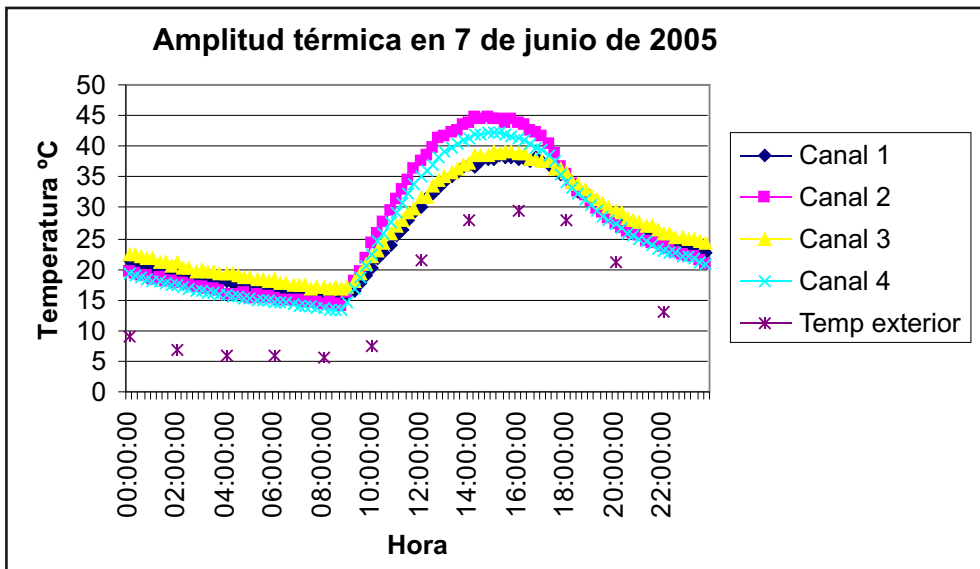


Figura 1. Amplitud térmica diaria según data logger y estación meteorológica

Si bien las consideraciones sobre el diseño y los resultados del monitoreo serán discutidos infra, en este punto cabe destacar ciertas cuestiones: algunas tomas de datos sobre las variables iniciales no lograron replicarse con éxito por lo que se abandonó su seguimiento hasta tanto no se encuentren formas alternativas de medición; ciertas muestras se perdieron y otras no resultaron significativas como para someterlas a estudio; finalmente, otras variables fueron incorporándose a lo largo del tiempo. Por todo ello es que el intervalo de datos no es similar para cada una de las variables y los resultados son dispares, aunque no por ello infructuosos.

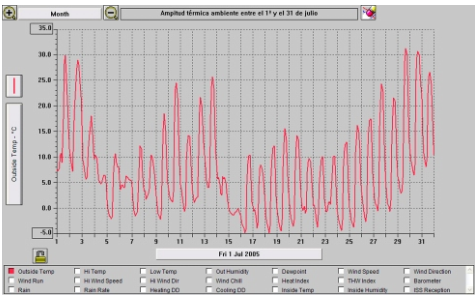


Figura 3. Amplitud térmica mensual



Figura 2. Croquis de lesiones de Los Pizarrones

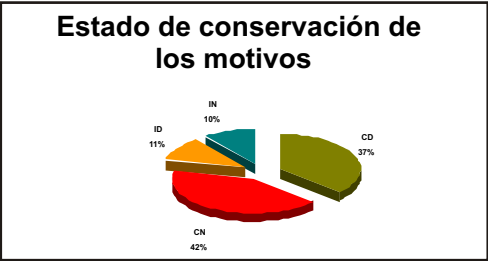


Figura 4. Estado de los motivos

CONCLUSIONES

Con respecto a las conclusiones arribadas en nuestro estudio, desde el punto de vista de la investigación logramos tener un registro exhaustivo del arte rupestre como base de información para el reconocimiento de su valor científico, estético y cultural a fin de ponderarlo ante una eventual intervención de su materia, soporte o entorno. Para ello aplicamos las metodologías de análisis diseñadas desde la arqueología de arte para integrar este tipo de evidencia al conjunto del registro arqueológico.

Desde el punto de vista del deterioro del sitio, se ha trabajado sobre el estudio del microambiente, macroambiente y partes constitutivas del sitio. El monitoreo se ha basado en una serie de variables como: variación de puntos de erosión, de intensidad tonal, de sedimentación de la base del paredón con arte, capacidad de transporte del Río Talampaya, modificación de su cauce, magnitud de las crecidas, incidencia de la erosión eólica. Estas se midieron -con mayor o menor éxito- utilizando diversas herramientas: mediciones con calibre, Guía Munsell Soil Color Chart (2000), trampa de sedimentos, estaqueado de los cauces, estación meteorológica y sensores de temperatura de la roca. Estas múltiples mediciones, realizadas a lo largo de cuatro años (Ferraro, 2005b), han permitido elaborar un diagnóstico ajustado y proponer un tratamiento de intervención para el sitio con el que se han fijado medidas a corto, mediano y largo plazo para asegurar la perduración de Los Pizarrones en condiciones sostenibles mientras las condiciones de su materia así lo permitan.

Como reflexión final, retomamos la idea de Villar García (1991), en el sentido de que una vez hecho el diagnóstico e implementadas las decisiones de manejo, es necesario seguir profundizando constantemente en el estudio del origen de los fenómenos intervinientes. Es por ello que propone que “...las conclusiones alcanzadas, y aún las decisiones tomadas, nunca deben aceptarse como totalmente definitivas...” (Villar García, 1991:138) puesto que, como los procesos de deterioro son extremadamente lentos, nunca puede asegurarse radicalmente que las decisiones ejecutadas son las más convenientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administración de Parques Nacionales [APN]

2001 Parque Nacional Talampaya. Plan de Manejo Fase II. Versión revisada y actualizada a noviembre de 2001. M. S.

Cáceres Freyre, J.

1966 Los grabados primitivos de la Quebrada de Talampaya, en La Rioja. *La Nación* 30 de abril. Buenos Aires.

Cigna, A.

2002 Modern Trend in Cave Monitoring. *Acta Carsologica*, 31/1 <http://www.zrc-sazu.si/izrk/carsologica/acta311a/pdf/Cigna.pdf>.

Ferraro, L.

2002 *Informe sobre el Taller de actualización del Programa de Documentación y Preservación del Arte Rupestre Argentino con el Dr. Ian Wainwright*. Administración de Parques Nacionales. M.S.

2003 *Evaluación de la conservación del arte rupestre del PN Talampaya*. Administración de Parques Nacionales. MS.

2005a. Los valores de nuestros bienes patrimoniales. *Parques Nacionales, nuestro patrimonio natural y cultural*. Revista de divulgación general de la Administración de Parques Nacionales 1 (2): 26 -27. Buenos Aires.

2005b. *Arte rupestre de Los Pizarrones: análisis y prospección del valor cultural extraordinario de los Parques Ischigualasto-Talampaya*. Primer Informe. M.S.

2005c. *Arte rupestre de Los Pizarrones: análisis y prospección del valor cultural extraordinario de los Parques Ischigualasto-Talampaya*. Segundo Informe. M.S.

2006 *Los Pizarrones: investigación, conservación y difusión de arte rupestre en el Parque Nacional Talampaya*. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Editorial APN, Buenos Aires, *en prensa*.

Ferraro, L., M. Gonaldi, H. Paradela, A. Caselli, L. Ruiz, J. Monguillot, J. Romero Dindorf, M. Pagni, S. Arias y C. Rodríguez

2003 a. Informe de comisión. P. N. Talampaya Recurso Cultural Los Pizarrones. 14 y 15 de octubre de 2002. Administración de Parques Nacionales. MS.

Ferraro, L. y R. Molinari

2001 Arte en el manejo: procesos naturales de deterioro, graffitis y difusión interpretativa en sitios arqueológicos del P.N. Perito Moreno (Prov. de Santa Cruz). *Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*: 267 -280.

Ferraro, L., H. Paradela, R. Molinari, A. Caselli, M. Pagni y M. Gonaldi

Los Pizarrones (Parque Nacional Talampaya, Provincia de La Rioja; Argentina): un desafío para la conservación del arte rupestre de los Sitios del patrimonio Mundial Latinoamericanos. *VI Congreso Internacional de Arte Rupestre*: 127-128. S.S. de Jujuy.

Giordano, A.R. y M.E. Gonaldi

1991 Manifestaciones del arte rupestre en una zona de alto interés turístico. Una política de protección. M. M. Podestá, M. I. Hernández Llosas y S. F. Renard (eds.). *El Arte rupestre en la arqueología contemporánea*: 85-91. Buenos Aires.

Goldsmith, B. (Ed.).

1991 *Monitoring for conservation and ecology*. Chapman and Hall, London.

Molinari, R.

1999 *Planteos preliminares para el Manejo de Recursos Culturales en el Parque Nacional Talampaya*. Administración de Parques Nacionales. M. S.

Munsell Soil Color Charts

2000 New Windsor.

Schobinger, J.

1966 Notas sobre los petroglifos de Talampaya (Provincia de La Rioja). *Antiquitas* II: 1-4. Boletín de la Asociación de Amigos del Instituto de Arqueología. Facultad de Historia y Letras de la Universidad del Salvador.

Seguel R. y M. Bahamóndez

1993 Conservación del patrimonio arqueológico en Radal Siete Tazas: situación actual y estrategias de intervención. *Patrimonio arqueológico en Areas Silvestres Protegidas*: 81 - 106. CONAF. Chile.

Stanley Price, N.

1989 What makes a conservation treatment acceptable or not? K. Helen y P. Crotty (eds) *Preserving our Rock Art Heritage. Proceedings from the Symposium on Rock Art Conservation and Protection*. Fourteenth Annual ARARA Conference. Occasional Paper 1: 17-22. American Rock Art Research Association. San Miguel. California.

Raccomandazioni Normal.

1988 Normal 1/88 Alterazioni Macroscopiche dei Materiali Lapidei: Lessico. Raccomandazioni Normal. Alterazioni dei materiali lapidei e trattamenti conservativi proposte per l'unificazione dei metodi sperimentali di studio e di controllo. CNR Centro di Studio Milano e Roma Sulle Cause di Deterioramento e sui metodi di conservazione delle Opere d'arte ICR Istituto Centrale per il Restauro.

Vidal, P., J. Vouvé y J. Brunet

1991 La grotte des Combarelles I aux Eyzies; aménagement et contact direct du public avec les œuvres pariétales. Pearson y Swartz (eds.) *Rock Art and Posterity. Conserving, managing and recording rock art*. Occasional AURA Publication 4: 16 - 23. Australian Rock Art Research Association. Melbourne.

Villar García, E.

1991 Metodología y modelización en el estudio de la conservación del arte rupestre. *La protección y conservación del arte rupestre paleolítico*: 137 - 140. Mesa redonda Hispano - Francesa, Asturias.



CARACTERIZACIÓN DE AGENTES DEL DETERIORO DE LOS MONOLITOS DE PIEDRA ARENISCA DEL INFIERNITO - COLOMBIA

Ali Duran Öcal¹, Thomas Cramer², Siegfried Siegesmund³

1 Departamento de Antropología, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
adocal@unal.edu.co

2 Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
thrcramer@unal.edu.co

3 Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen (GZG), Abteilung
Strukturgeologie und Geodynamik ssieges@gwdg.de

RESUMEN

Presentamos los resultados preliminares de una investigación sobre las principales características de los procesos de deterioro que afectan construcciones arqueológicas del Parque Arqueológico de Monquirá “El Infiernito”, ubicadas en el municipio de Villa de Leyva, Colombia, para que posteriormente se puedan implementar medidas de conservación y restauración. Las columnas de piedra arenisca tienen un tamaño de 0.80 m hasta 4.50 m de altura, aproximadamente. Compuestas de areniscas con cemento cuarzoso y algunas intercalaciones arcillosas se encuentran en un clima semiárido y afectadas principalmente por procesos de meteorización física, fuerte insolación, viento, formación de sales y biocosturas cuyos agentes biológicos aprovechan los momentos de lluvia y humedad para mantenerse en los substratos sin que se pueda definir por el momento hasta que punto resulten destructivos.

INTRODUCCIÓN

En el valle del Río Leyva se encuentran las milenarias construcciones megalíticas del Infiernito, conocidas como el Observatorio Solar Muisca, que representan una muestra del pensamiento y la forma de entender el mundo de los antiguos habitantes prehispánicos de la actual Colombia (Figura 1). Allí quedó plasmada materialmente la astronomía que practicaron y la cosmología que desarrollaron, influidos por el medio natural que les rodeaba y por el cosmos que asomaba en la bóveda celeste.

Están ubicadas dentro del Parque Arqueológico de Monquirá, aproximadamente a 6 kilómetros del municipio de Villa de Leyva, en una amplia explanada árida y seca, llamada “El Infiernito” por las cálidas temperaturas al final del año. Las columnas de piedra arenisca se encuentran dispuestas en sucesión regular con un tamaño de 1.80 m hasta 4.50 m de altura, aproximadamente.

El estado de los monolitos expuestos al aire libre presenta importantes problemas debido a la acción de los agentes medioambientales. Esa fue la razón para desarrollar un proyecto de



Figura 1. Vista general del Parque Arqueológico de Monquirá “El Infiernito”

investigación en el cuadro de una tesis doctoral que se lleva a cabo entre los departamentos de Antropología y Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia y el Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen (Alemania).

El proyecto persigue una serie de objetivos encaminados a la protección y conservación del conjunto de los monolitos del Infiernito y a su puesta en valor como un activo cultural de primera línea, a escala municipal y regional.

Dentro de los principales factores que están involucrados en el deterioro de los materiales pertenecientes al patrimonio cultural y rocas ornamentales en general pueden mencionarse:

- a) Influencia ambiental que provoca meteorización por procesos físicos y químicos,
- b) Procesos de biodeterioro,
- c) Contaminación antropogénica (e.g. creciente número de turistas, gases corrosivos).

La meteorización actúa sobre las rocas naturales en forma de un conjunto complejo de procesos mecánicos o físicos, químicos y biológicos (e.g. Riederer, 1988, Winkler, 1994, Lorenz & Gwosdz, 2003, Cramer, 2004, Siegesmund, 2005).

Factores intrínsecos importantes tanto para que se produzcan daños como para poder determinar medidas protectoras adecuadas son las propiedades petrográficas de la roca, su composición mineralógica, textura, porosidad, fracturamientos abiertos y escondidos etc. Los resultados de estos procesos combinados exterior como interiormente se reflejan primero en la patina, el límite entre la roca y el medio ambiente, para moverse gradualmente hacia el interior de la roca, debilitando la cohesión e integridad física y química de los cristales y granos hasta poder alcanzar su destrucción completa.

Como parte de la meteorización física, los cambios rápidos y fuertes de temperaturas (entre día y noche) pueden producir tensiones entre los cristales, especialmente si tienen coeficientes y anisotropías térmicas acentuadas, produciendo debilitamiento y desprendimientos; minerales oscuros pueden acumular más energía térmica. Los poros abiertos pueden llenarse de agua que aumenta su volumen en un 9% durante las heladas, produciendo presiones de 2200 kg/cm². A eso se suma la presión considerable causada por sales disueltas o introducidas de afuera o por descomposición interna, como calcita, yeso etc., cuando se cristalizan (e.g. transformación de anhidrita a yeso con una presión hasta 1100 kg/cm²). Microfracturas producidas por las herramientas de los artesanos, estática equivocada en la construcción a menudo agravada por el levantamiento después de las excavaciones la actuación de raíces, fuego, temblores, vientos fuertes etc. dañan adicionalmente la roca y preparan el camino para la degradación física, química y biológica suplementaria y acelerada.

En general, las altas temperaturas con alta pluvialidad -frecuentes en áreas tropicales- favorecen la meteorización química. Los primeros y más afectados son los minerales máficos y plagioclasas ricas en Ca, asimismo las calcitas y areniscas con cemento carbonático o componentes arcillosos.

En los procesos de biodeterioro intervienen bacterias quimicolitotróficas, autotróficas y heterotróficas, hongos, algas, líquenes, musgos y plantas superiores. A menudo producen ácidos, acelerando los procesos de descomposición química.

No siempre las costras -sean de origen químico o biológico- pueden ser admitidas como dañosas; a veces cumplen una función protectora (e.g. Franzini, 1995, Pohl, 2000) y desaceleran el proceso de meteorización, inevitable en cualquier material geológico. En una dirección similar apuntan medidas tan sencillas como la protección de los objetos contra la lluvia, viento e insolación directa. Un conocimiento preciso de los diferentes mecanismos e interacciones es indispensable considerando el hecho de que pese a todas las mejoras todavía no se ha encontrado ninguna sustancia o película protectora que con el tiempo no contenga también un cierto grado de riesgo (e.g. Poullos *et al.*, 1999, Alessandrini *et al.*, 2000, Henon *et al.*, 2002; Boke & Gauri, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de trabajo se inició recogiendo información bibliográfica de un área bien estudiada geológicamente (e.g. Etayo-Serna, 1968, Cardozo Puentes & Ramírez Quiroga, 1982, Galvis & Rubiano, 1982, Malagon & Ruiz, 1990, Patarroyo & Moreno Murillo, 1997, Ramírez, 2004). Esta era parte de un vasto mar cretácico que dejó *shales* con considerable contenido fósil y areniscas que sirvieron como material de construcción importante tanto para los habitantes indios como para los habitantes de hoy en día. El trabajo de campo permitió evaluar la geomorfología como ambiente arqueológico, y las diferentes litologías como posibles fuentes del material usado en la época precolombina. Muestras de rocas que sin duda sirvieron como materia prima de los artefactos permiten caracterizar las areniscas y sus patologías sin alterar los monolitos. A través de fotografías digitales se documenta la información de las zonas deterioradas de los monolitos así como se identifican los puntos de muestreo. Mediante el Microscopio Petrográfico se estudia la mineralogía y las relaciones de las texturas de las muestras. Estudios mineralógicos y petrofísicos adicionales (porosidad, ultrasonido, resistencia etc.) permitirán la caracterización precisa de las areniscas para determinar los métodos más adecuados para su protección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados son preliminares pero ya significativos. La comparación de las características de las rocas signos de meteorización, mineralogía visible, color, granulometría y el tamaño de bloques considerable permite determinar que los monolitos fueron erigidos de una arenisca local que no requería sistemas de transporte especiales. Las excavaciones les han expuestos a un nuevo ciclo de deterioro del cual se describirán a continuación algunos aspectos.

Características medioambientales y comportamiento del material

Los análisis sobre el clima y el medioambiente nos han servido para constatar y explicar una buena parte de los deterioros de los monolitos.

Dentro de los factores climáticos, los más relevantes son los relacionados con la temperatura, el viento y la lluvia. Las diferencias de temperatura entre los días son muy marcadas. La amplitud térmica ronda los 17.9° C pudiendo alcanzar incluso los 30°C. Durante el invierno pueden alcanzarse temperaturas mínimas inferiores a -5°C, y en verano superiores a 40°C. La variabilidad de precipitaciones es muy grande, con un promedio anual de 700 mm-1000 mm, aunque globalmente el clima pueda calificarse de semiárido. Las lluvias se concentran principalmente en primavera y en otoño, con valores mínimos en verano. Los días de escarcha tienen su máximo en enero. Los vientos dominantes proceden del Noroeste (Ramírez, 2004).

Estos factores y la condensación en horas de madrugada favorecen la penetración del agua hasta estratos interiores del material lo que implica disgregaciones, movimiento de sales, fracturas etc.

Las abundantes lluvias caídas durante el otoño e invierno se infiltran en los monolitos. Así, las sales que habían permanecido disueltas durante el invierno empiezan a cristalizarse aprovechando zonas de debilidad de la piedra apareciendo eflorescencias en la primavera. Se identificaron subeflorescencias y criptoflorescencias con efectos mucho más deteriorantes.

Los vientos de componente noroeste ejercen su acción abrasiva a través del polvo transportado fácilmente en un área montañosa semidesértica con una capa de vegetación protectora muy reducida, originando superficies de los monolitos con alveolización y redondeamiento de los relieves.

Encontramos monolitos afectados por una fina biocostra constituida por líquenes crustáceos. Su colonización se ha centrado en la superficie, sobre todo en los monolitos más porosos, por lo que aquí su acción es más dañosa. Los líquenes ejercen una acción mecánica sobre la piedra por el cambio de volumen de sus hifas, pero también inician procesos químicos de solubilización del sustrato por la acción de los ácidos líquénicos que llevan asociados, así como por la de

otros ácidos orgánicos simples (ácido oxálico, cítrico y glucónico). También encontramos musgos en menos cantidades cuyo principal riesgo radica en preparar el camino a la invasión de otras plantas vasculares más destructivas.

Formas de deterioro

A continuación se describen brevemente las formas de alteración más importantes que se observan en los monolitos del parque Arqueológico de Monquirá:

1. **Arenización.** Pérdidas grano a grano del material pétreo con especial incidencia en elementos labrados.
2. **Alveolización.** Oquedades en zonas de material muy poroso y de dimensión elevada del grano (Figura 2).
3. **Costras.** Blanquecinas, provocadas por la precipitación de calcita proveniente de la disolución de carbonatos o plagioclasa del propio material pétreo de los monolitos. Grises, por acumulación de polvo o partículas de contaminación atmosférica, arcillas, calcita y yeso. Negras, compuestas por partículas de contaminación, hollín y abundante yeso originado por la acción de los contaminantes sobre el material pétreo (Figura 2).
4. **Desplacados y descamaciones.** Desprendimientos con forma de placas (Figura 3) o escamas (Figura 4), debido a la marcada anisotropía que presentan los cristales de calcita constituyentes de la calcarenita, con diferentes magnitudes de dilatación dependiendo de la dirección del cristal que se considere. Morfologías de alteración que también podrían originarse por la acción del agua de la lluvia que primero disuelve la calcita y luego esta se recrystaliza o precipita en la superficie del elemento pétreo dando lugar a pequeñas placas de dicha fase mineral.

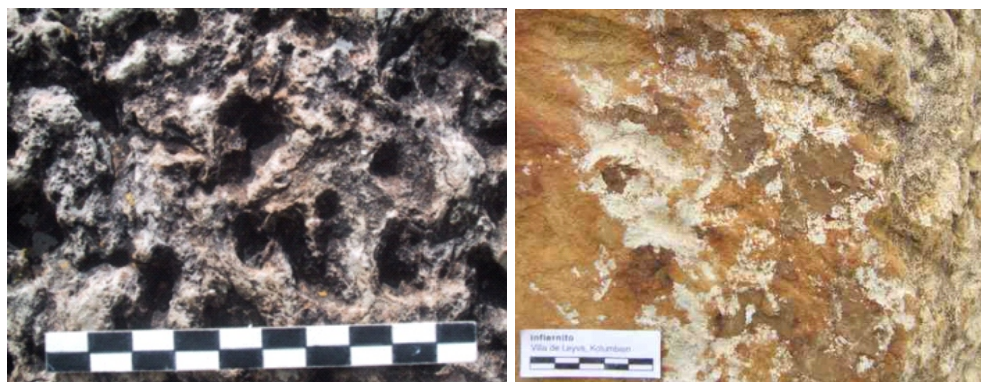


Figura 2. Alveolización (izq.) y costras de calcita (der.)

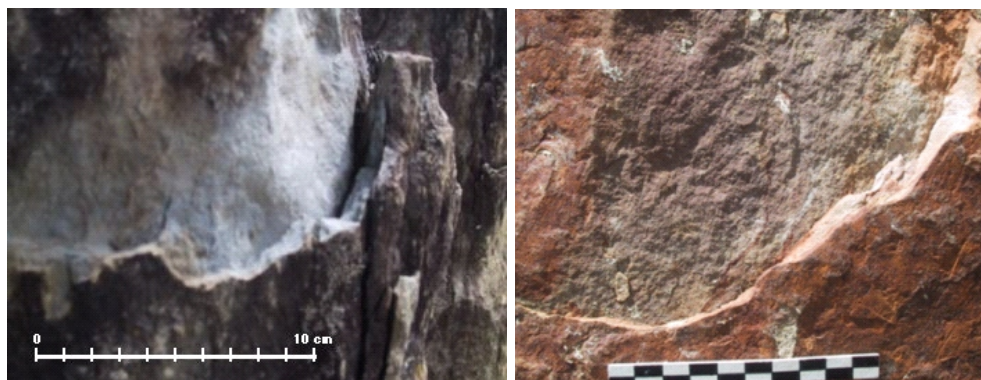


Figura 3. Desprendimientos en forma de placas



Figura 4. Escamas

5. **Eflorescencias.** Eflorescencias salinas, procedentes de una fuerte presencia de sales en el material. Forman manchas formadas por pequeñas agujas o polvillo blanquecino que se desprenden fácilmente (Figura 5).
6. **Alteraciones Cromáticas Superficiales.** Las alteraciones cromáticas superficiales se corresponde con un cambio de color de la superficie de los monolitos (Figura 6).

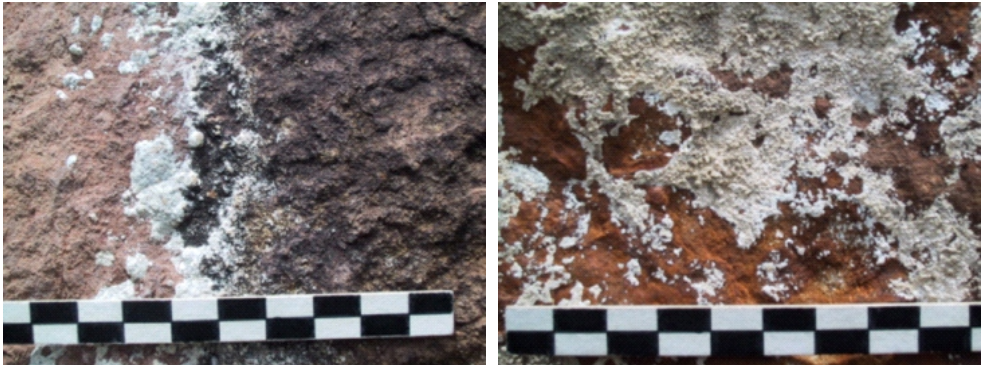


Figura 5. Eflorescencias



Figura 6. Alteraciones cromáticas en los monolitos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alessandrini, G., M. Aglietto, V. Castelvetro, F. Ciardelli, R. Peruzzi y L. Toniolo
2000 *Comparative evaluation of fluorinated and unfluorinated acrylic copolymers as water-repellent coating materials for stone* Journal of Applied Polymer Science, **76**(6): 962-977.
- Boke, H. y K.L. Gauri
2003 *Reducing marble-SO₂ reaction rate by the application of certain surfactants* □ Water Air and Soil Pollution, **142**(1-4): 59-70.
- Cardozo Puentes, E. y C. Ramírez Quiroga
1982 *Estratigrafía, ambiente y paleogeografía de la Fm. Rosablanca en el área de Moniquirá-Villa de Leiva*, Diploma thesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Cramer, T.
2004 *Multivariate Herkunftsanalyse von Marmor auf petrographischer und geochemischer Basis - Das Beispiel kleinasiatischer archaischer, hellenistischer und römischer Marmorobjekte der Berliner Antikensammlung und ihre Zuordnung zu mediterranen und anatolischen Marmorlagerstätten*, Dissertation FG Lagerstättenforschung, Berlin, 340 p. URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:83-opus-7426>.
- Etayo-Serna, F.
1968 *Sinopsis Estratigrafica de la region de Villa de Leiva y zonas proximas* □ Boletín de Geología, **8**(21).
- Franzini, M.
1995 *Stones in monuments: natural and anthropogenic deterioration of marble artifacts* □ European Journal of Mineralogy, **7**: 735-743.
- Galvis, G., J.N. y Rubiano O., J. L.
1982 *Estratigrafía y facies de la Formación Arcabuco en el área de Villa de Leyva Moniquirá-Palermo (Departamento de Boyacá)*, Diploma thesis, Universidad Nacional de Colombia.
- Henon, F.E., R.G. Carbonell, y J.M. DeSimone
2002 *Effect of polymer coatings from CO₂ on water-vapor transport in porous media* □ Aiche Journal, **48**(5): 941-952.
- Lorenz, W. y W. Gwosdz
2003 *Manual on the Geological-technical Assessment of Mineral Construction Materials*, Schweizerbart, Stuttgart, 103 fig., 301 tab., 510 p.
- Malagon, C. y C. Ruiz, J. C.
1990 *Evaluación geologica y economica de las calizas de la Formacion Rosablanca y del miembro arenoso de la Formación Paja al norte de Arcabuco (Boyacá)*, Diploma tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Patarroyo, P. y M. Moreno Murillo
1997 *Nuevas Consideraciones en torno al Cabeceo del Anticlinal de Arcabuco, en cercanías de Villa de Leyva - Boyacá* En: Geología Colombiana, Bogotá.
- Pohl, W.
2000 *Wechselwirkungen zwischen endolithischen Biofilmen und Karbonatgesteinen in alpinen Gebieten Mitteleuropas*, Dissertation, Universidad Göttingen, 175 p.
- Poulios, I., P. Spathis, A. Grigoriadou, K. Delidou y P. Tsoumparis
1999 *Protection of marbles against corrosion and microbial corrosion with TiO₂ coatings* □ Journal of Environmental Science and Health, **34**(7): 1455-1471.
- Ramírez, Y.
2004 *Caracterización geológica y correlación petrográfica de vestigios líticos en el Parque Arqueológico el Infiernito en Villa de Leiva (Boyacá)*, Diploma tesis, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso.

Riederer, J.

1988 *The decay and conservation of marbles on archaeological monuments* □ En: Herz, N. & Waelkens, M. (eds.) *Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade*, Vol. 153, 465-474, Dordrecht, Boston (Kluwer Academic Publishers).

Siegesmund, S. (ed.)

2005 *Geowissenschaften und Denkmalpflege. Bauwerkskartierung, Natursteinverwitterung, Konservierungsstrategien*, - Themenheft aus der Reihe "Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften", **156** (1), Schweizerbart, Stuttgart.

Winkler, E.M.

1994 *Stone in Architecture - Properties, Durability*, Springer-Verlag, Berlin, 313 p.



TOBA VOLCÁNICA COMO MATERIAL ARQUEOLÓGICO EN COLOMBIA. CARACTERIZACIÓN, CAUSAS DE LA DESCOMPOSICIÓN Y CONCEPTOS DE CONSERVACIÓN

Ali Duran Öcal¹, Siegfried Siegesmund²

1 Departamento de Antropología, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
adocal@unal.edu.co

2 Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen (GZG), Abteilung
Strukturgeologie und Geodynamik
ssieges@gwdg.de

RESUMEN

El Parque Arqueológico de San Agustín y el Parque Arqueológico de Tierradentro son los centros ceremoniales más importantes del circuito arqueológico en Colombia (Figura 1). Ambos sitios fueron designados en 1945 y declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 1995. Se analizan la toba volcánica como material arqueológico con especial énfasis en la estatuaria del Parque Arqueológico de San Agustín y en los hipogeos del Parque Arqueológico de Tierradentro, las principales causas de deterioro, así como las acciones desarrolladas para su conservación.



Figura 1. Vista general del Parque Arqueológico de San Agustín (izq.) y Parque Arqueológico de Tierradentro

INTRODUCCIÓN

En San Agustín se destacan por la presencia de grandes estatuas y relieves en rocas propias de la región como andesitas y tobas, como parte de temples, montículos funerarios, aterrazamientos, caminos y terraplenes. Hay tres tipos básicos de obras: estatuas solas o en grupos, tallas en lajas planas de piedra y tallas en peñascos y sobre la roca viva (Figura 2). En Tierradentro se encuentran tumbas subterráneas (Figura 2), y estatuas de toba volcánica, más sencillas que las de San Agustín.

El análisis de las materias primas empleadas en el sitio, pone en evidencia que en San Agustín y en Tierradentro, la materia prima más utilizada es la roca piroclástica de tipo dacítico, andesítico, riolítico y la ignimbrita (Tello, 1981, Amortegui, 2001). Se presenta en varios colores, siendo la más abundante la de color rosado, gris claro y oscuro, existiendo también las de coloración amarillento, pardo o verdoso. Aparte de las estatuas y los hipogeos, se encuentran piezas líticas hechas de toba volcánica de coloración que va desde el gris acero hasta el azulado y verduzco (Llanos y Pinto, 1997). En varios de estos lugares existen canteras que se mantienen en explotación continua desde la época precolombina hasta nuestros días.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de trabajo se inició recopilación bibliográfica sobre la geología de la zona de estudio (e.g. Barrero *et al.*, 1969, van Houten, 1976, Kroonenberg *et al.*, 1980, Kroonenberg



Figura 2. El Templo del Sol en el Parque Arqueológico de San Agustín (izquierda) y la vista interior de una tumba del Parque Arqueológico de Tierradentro

et. al., 1980, Tello, 1981, Kroonenberg y Diederix, 1982, Kroonenberg *et. al.*, 1982, Amortegui, 2001). Se ha realizado como punto de partida de un diagnóstico del deterioro donde se reconoce el área de estudio y se realizó la toma de muestras, y el análisis geológico de la región con la ayuda de las fotografías aéreas. De este diagnóstico se espera determinar prioridades de las intervenciones a realizar. Se fue haciendo un chequeo de las variaciones de las características físicas y mecánicas de las estatuas de San Agustín y de los hipogeos del Tierradentro, lo que permitió conocer las mejores alternativas para la consolidación de la toba volcánica.

Geología de la región y petrografía de toba volcánica

La geología de estas regiones, aunque presentan algunas diferencias, tienen un factor común a partir del Mioceno, hace veinte millones de años, en el Terciario Superior, cuando se inicia la gran actividad volcánica final de la Cordillera Central, depositando material volcánica con cuarenta volcanes principales, desde Manizales hasta Ecuador (van Houten, 1976), evento perteneciente a la fase final del dominado Ciclo Geotectónico Andino (Barrero *et. al.*, 1969). La zona de investigación, donde afloran unidades desde el Jurásico hasta el presente los cuales son básicamente constituidas por una variedad de rocas ígneas de diferente composición, que comprenden diques andesíticos y rocas volcánicas (Tello, 1981, Kroonenberg y Diederix, 1982).

Rocas volcánicas son aquellas rocas ígneas cuya formación está relacionada con la actividad volcánica que se depositan en la superficie terrestre como consecuencia de un proceso eruptivo. Estos fragmentos también denominados piroclastos, presentan una gran variedad de tamaños, que se sitúan tanto más cerca del cráter volcánico, cuanto mayor es su tamaño. Según el tamaño que presente las rocas piroclásticas se dividen en cenizas (< 2 mm), lapillo (64 - 2 mm) y bombas volcánicas (> 64 mm). La textura puede ser muy variada y el tono no es ni muy claro ni muy oscuro, algunos de los cuales se pueden distinguir a simple vista (Hatch *et. al.*, 1972).

Las rocas que afloran en el área corresponden a rocas ígneas de diferentes orígenes y composiciones, pequeños afloramientos aisladas de sedimentitas cretácicas; y las ignimbritas son el tipo de roca que domina la región de San Agustín. El estudio petrográfico de las secciones delgadas diferencian las variaciones de las rocas volcánicas, entre los cuales son la ignimbritas riolíticas riódacíticas, bloques de andesita y flujos basálticos (Tello, 1981, Amortegui, 2001). A simple vista se diferencian en que los tobas tienen un color amarillento, casi blanco; poseen fragmentos de rocas que en las estatuas se observan a manera de lunares, además por al alto contenido de vidrio y su alta porosidad y permeabilidad han permitido que les penetre el agua y las altere, erosionándolas pérdida progresiva de sus formas. Dentro de los análisis petrográficos efectuados en fragmentos de estatuas y piedras de moler de *Tierradentro*, se encontró que aquellas estatuas de color gris claro con inclusiones de fragmentos de roca a

manera de lunares, son tobas (cenizas compactas) junto con lavas andesíticas, de color rosado. (Tello, 1981).

Proceso de deterioro y formas de alteración

Los estatuarias de San Agustín y los tumbas de Tierradentro fueron tallados en toba volcánica, que es básicamente un conglomerado heterogéneo de ceniza volcánica, compactada y cementada por una matriz de sílice. Esta heterogeneidad le confiere una alta vulnerabilidad a los distintos agentes, principalmente del intemperismo (Auras *et. al.*, 2000, Siegesmund *et. al.*, 2005).

Las características climáticas de la zona constituyen el factor de alteración más importante, los más relevantes son los relacionados con la temperatura, el viento y la lluvia. La zona se caracteriza por tener un clima montaña tropical con un nivel de pluviosidad superior los 1.100 mm al año y con temperaturas que oscilan entre los 12 y los 23°C. La humedad relativa promedio en ambas zonas es 80%. El alto nivel de pluviosidad y viento de la región hace que mayoría de las estatuas están sometidas permanentemente a fuertes lluvias, lo que erosiona la superficie y provoca un continuo proceso de lavado del elemento cementante de la toba.

Parque Arqueológico de San Agustín

Las estatuas al estar expuesta al aire libre están permanentemente sometida a fuertes radiaciones solares. Debido a las permanentes lluvias que repentinamente afectan la región, las estatuas se empapan, bajando bruscamente su temperatura debido al proceso de evaporación. Este permanente ciclo de expansión y contracción térmica diferencial provoca un importante debilitamiento en las interfases frío-caliente, lo que se evidencia en el continuo desprendimiento de material superficial.

Los vientos ejercen su acción abrasiva sobre los monolitos (Figura 3), originando superficies con alveolización y redondeamiento de los relieves, contribuyendo también a acelerar el proceso de evaporación del agua que satura los monolitos tras las lluvias, aumentando así la velocidad de cristalización de las sales.

La suciedad superficial constituida por partículas sólidas naturales favorece la colonización



Figura 3. Alteración cromática (izq.) y erosión superficial causadas por el viento

de microorganismos que generando desprendimientos en la superficie de las esculturas. En la parte superiores de los esculturas se observaban manchas de *excrementos* (murciélagos y aves). Las telarañas, los capullos y otras formas asociados a insectos se encontraban igualmente en las esculturas y las lajas de los templetes. Se encuentran áreas afectadas por una fina *biocostra* constituida principalmente por líquenes crustáceos. Los líquenes ejercen una acción mecánica sobre la piedra, pero también inician procesos químicos de solubilización del sustrato por la acción de los ácidos liquénicos que llevan asociados, así como la de otros ácidos orgánicos¹ y las enzimas. También se encuentran además, algas, hepáticas, musgos y algunas plantas vasculares, que afectan en menor grado a los monumentos.

Se detectan en las esculturas las *sales solubles* de cloruro y de sulfato. Los cloruros llegan a la escultura a través de la humedad que asciende por capilaridad y provienen de los productos metabólicos de organismos y de la materia orgánica en descomposición arrastrada por la suciedad superficial mientras que los sulfatos provienen del cemento utilizado para algunos de la estatuas para su restauración realizadas anteriormente.

El resultado cristalización de sales se expresa como pérdida de la resistencia mecánica de la piedra aumentando la tendencia a disgregarse y los indicador es la *alveolización*. La alveolización está relacionada con ciclos de evaporación y condensación de la humedad asociada a la sal soluble. Los minerales ferromagnesianos constitutivos de la ignimbrita, en presencia de humedad, se hidrolizan produciendo *alteraciones cromáticas* (Figura 3) en la toba volcánica (dilatación química).

Parque Arqueológico de Tierradentro

Las factores geológicas de la zona, la condición actual de las rocas en que fueron tallados, el agua circulante, la dinámica local del área, como también de cambios físicos y químicos en las rocas producidos por agentes atmosféricos son los problemáticas de la conservación de Tierradentro (Figura 4). En la región donde se construyeron los hipogeos afloran a la superficie tres unidades roca que se diferencian entre sí en composición y edad: la Unidad A es un conjunto de rocas carbonatadas muy consolidadas y fracturadas, la Unidad B es un aglomerado o brecha volcánica compuestas de fragmentos de rocas ígneas y metamórficas y, la Unidad C es un conjunto de materiales producidos por explosiones volcánicas, mezclados con fragmentos de rocas ígneas y metamórficas (Tello, 1981). Gracias a su posición topográfica en los puntos más elevados de la zona y a la facilidad de corte de los materiales que la conforman, es la Unidad C que en ella fueron labrados los hipogeos (Tello, 1981).

La toba volcánica es muy duro cuando está seco, pero al entrar contacto con el agua se altera fraccionándose en pedacitos y formando arcillas. Por el grado importante de porosidad que presentan las tobas volcánicas, se saturan de agua con rapidez en presencia de los fluidos llevados por la lluvia y las quebradas. Esta agua, al quedarse en los espacios vacíos disponibles, es la que las meteoriza o altera por la composición de sus materiales. Puede decirse entonces que el agua se constituye en el agente más importante de deterioro de los hipogeos. La humedad llega por aguas lluvias en los hipogeos que no tienen techo protectora o que logra filtrarse en los que tienen cobertizos². La filtración de agua genera áreas propicias para la colonización de hongos que inciden en el deterioro de los hipogeos, ya sea por crecimiento en las fisuras ocasionando desprendimiento de roca o pañete.

Los murciélagos e insectos, microorganismos, plantas vasculares son causas de alteración físicas y químicas en los hipogeos en donde aparecen las condiciones ideales para su desarrollo. La iluminación artificial dentro de los hipogeos es uno de los factores que inciden crecimiento de algas.

El turismo, aunque en menor grado, también ha aportado como un agente de deterioro para

1 Ácido oxálico, cítrico y glucónico.

2 Se puede observar por el goteo en los techos interiores de los hipogeos.



Figura 4. Los problemas de conservación observados en los hipogeos

ambos sitios arqueológicos. Los visitantes pueden circular libremente y sin control por casi todos los monumentos, con todo el riesgo que ello implica.

Conservación de toba volcánica

El proceso de conservación es la operación que consiste en impregnar los objetos de piedras deteriorados, con sustancias químicas con el fin de restituir la cohesión, resistencia y firmeza original perdida, así como de la formación de una película coherente que cubra tanto la superficie como los poros del material, y químicamente formando enlaces que restablezcan la solidez de la estructura granular (Núñez *et. al.*, 2006).

La efectividad de un consolidante depende, de la profundidad de penetración y de su distribución en el interior de la piedra. Los consolidantes deben penetrar en la piedra de modo que alcancen la zona alterada y también la parte sana. En caso contrario, al polimerizar el producto, se puede generar una superficie de discontinuidad física, que podría facilitar el desprendimiento de la capa de la piedra, con lo cual se inducirían daños mayores.

La *hidrofugación* es el tratamiento utilizado para reducir la absorción de agua a través de la superficie de los materiales. Las propiedades de estos productos son la impermeabilidad al agua líquida y permeabilidad al vapor de agua. Tiene que tener las propiedades como la estabilidad frente a los agentes químicos y a los rayos UV, la reversibilidad y una buena adhesión. Para la consolidación e hidrofugación se han utilizado una gran variedad de materiales, incluyendo compuestos inorgánicos, polímeros sintéticos y alcoxisilanos.

Compuestos inorgánicos

Sustancias inorgánicas, de naturaleza semejante a la de los componentes de la piedra que por reacción química precipitan un compuesto en el sistema poroso de un material pétreo, el cual aglutina las partículas o componentes minerales realizando una función cementante. Su naturaleza puede ser de carbonatación aérea, hidratación, hidrólisis, neutralización alcalina, etc (Zoghلامي, 2003). Entre ellos se encuentran hidróxido cálcico, hidróxido de bario, silicatos alcalinos, fluorsilicatos, anhídrido carbónico y carbonato, sulfato de aluminio, aluminato potásico, etc. Los materiales inorgánicos fueron ampliamente usados durante el

siglo XIX y en menor grado en nuestros días por la razón que producen una fase blanca insoluble, ya sea por precipitación de una sal o reaccionando químicamente con la piedra.

Polímeros sintéticos

Se llaman así por fabricarse a partir de moléculas sencillas, que se unen entre sí mediante una reacción llamada polimerización, dando lugar a una agrupación de grandes dimensiones (Gómez, 2000). Entre los polímeros sintéticos se encuentran resinas acrílicas y resinas epóxicas. Los mayores inconvenientes que presentan estos consolidantes son pérdida de su efecto a medio plazo, pueden cambiar de color y tienen poca capacidad de penetración.

Los resinas acrílicas son materiales termoplásticos que tienen una buena resistencia al envejecimiento y particularmente a los agentes químicos y a la luz. Debido a estas características las resinas acrílicas han sido utilizadas en los materiales pétreos y generalmente los resultados obtenidos son satisfactorios.

La utilización de las resinas epóxicas como consolidantes de materiales pétreos está muy extendida por sus características mecánicas (resistencia a la compresión, a la tracción y a la flexión) pero presenta dificultad de penetración en la estructura porosa debido a su alta viscosidad. Sin embargo, algunos investigadores han encontrado que las resinas epóxicas son lo más adecuado para la piedra caliza en comparación con los consolidantes alcoxisilanos (Selwitz, 1992).

Consolidantes silicoorgánicos (alcoxisilanos)

Los alcoxisilanos son considerados como los consolidantes más promisorios para los materiales pétreos de composición silícica y en general de las piedras de toba volcánica. Los productos de esta polimerización son de la misma naturaleza que las rocas silíceas y son capaces de formar enlaces siloxano con la matriz mineral deteriorada de la piedra (Núñez *et. al.*, 2006), y mantienen la fluidez el tiempo necesario para lograr una buena penetración y polimerizar completamente en el interior de la piedra (Gómez, 2000).

Entre ellos el uso de silicato de etilo (tetraalcoxisilanos) en los últimos tiempos ha ido en aumento por los inconvenientes que presentaron los otros materiales. Este consolidante origina la precipitación de un compuesto que carece de grupos orgánicos de estructura reticular semejante a la de la sílice, que forma uniones estables en los poros de la rocas que contengan silicatos (Gómez, 2000), además no ocluye los poros y es muy estable en el tiempo.

CONCLUSIONES

Se concluye que los productos organosilícicos son generalmente los que mejor se adaptan a los requisitos de un buen consolidante porque los productos inorgánicos implican el riesgo de formar sales solubles y los polímeros sintéticos tienen poca capacidad de penetración y envejecen rápidamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amortegui, A.

2001 *Petrografía de las rocas volcánicas y mineralogía de sus productos de alteración, en la zona arqueológica de San Agustín, Huila*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Geociencias, Bogotá.

Auras, M., P. Egloffstein y E. Steindlberger

2000 Vulkanische Tuffsteine - Entstehung, Verwitterung, Konservierung, In: *Institut für Steinkonservierung: 10 Jahre Institut für Steinkonservierung e.V.* / [Red.: Karin Kraus]. - Mainz, 2000. - (Bericht / Institut für Steinkonservierung e.V. ; 10). - S. 35-52.

Barrero, D., J. Alvarez, T. Kassem

1969 Actividad Ignea y Tectónica en la Cordillera Central, durante el Meso-Cenozoico, *Boletín Geológico, INGEOMINAS VOLUMEN 17*, Nos. 1-3, pp. 145-173.

Etayo, T. (ed.)

1994 *Estudios geológicos del Valle Superior del Magdalena*, Universidad Nacional, p. XVII 1-17.

Gómez, M.L.

2000 *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Cátedra, Madrid.

Hatch, F.H., A.K. Wells, M.K. Wells

1972 *The Petrology of the Igneous Rocks*, 3th edition. (George Allen & Unwin Ltd),

Kroonenberg, S.B., A. Leon, J.M. Pastana, M.R. Pessoa

1980 Ignimbritas plio-pleistocénicas en el suroeste del Huila, Colombia, y su influencia en el desarrollo morfológico. Memoria Primer seminario sobre el Cuaternario de Colombia, *Revista CIAF* (Bogotá) 6, 1-3, 293-314.

Kroonenberg, S.B. y H. Diederix

1982 Geology of South-Central Huila, Uppermost Magdalena Valley, Colombia. Field Guide 21st Annual Field Conference Colomb. Soc. Petroleum Geol. & Geophys.

Kroonenberg, S.B., H. Pichler, H. Diederix

1982 Cenozoic alkalibasaltic to ultrabasic volcanism in the Uppermost Magdalena Valley, South-central Huila Department, Colombia. *Geología norandina* (Bogotá), 5: 19-26.

Llanos, H., M. Pinto,

1997 Las industrias líticas de San Agustín, FIAN-Banco de la República, Bogotá.

Núñez, R.Z., J.A. Cervantes Jáuregui, D.E. Álvarez Gasca, V.R. Zamudio y M. Salazar Hernández

2006 *La investigación científica en la conservación de monumentos de cantera*, in: Acta Universitaria, mayo-agosto, año/vol. 16, número 002, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México, pp. 38-50.

ÖCAL, A.D.

1999 *Conservación y Restauración de la Toba Volcánica*. Reporte de la investigación en el laboratorio para la conservación y restauración de la toba volcánica del Parque Arqueológico de Tierradentro (Cauca - Colombia), 2 v., Secretaría Ejecutiva del Convenio Andres Bello-SECAB, Bogotá.

Selwitz, C.M.

1992 *Epoxy Resins in Stone Conservation*, Research in Conservation 7 Getty Conservation Institute, Marina del Rey.

Siegesmund, S. (ed.)

2005 Geowissenschaften und Denkmalpflege. Bauwerkskartierung, Natursteinverwitterung, Konservierungsstrategien, - Themenheft aus der Reihe "*Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*", 156 (1), Schweizerbart, Stuttgart.

Tello, H.

1981 *Geología de algunos sitios arqueológicos*, Banco de República, Bogotá.

van Houten, F.B.

1976 Late Cenozoic volcanoclastic deposits, Andean Foredeep, Colombia, *Geol. Soc. of Am. Bull.* Vol. 87, No. 4, April 1976, págs. 481-495.

Zoghliami, K.

2003 *Las areniscas miocénicas de la Formación Fortuna utilizadas en la construcción del acueducto Romano de Zaghuan- Cartago. Caracterización petrofísica, alterabilidad y ensayos de control de idoneidad de tratamientos de restauración*, PhD. Tesis, Departament de Geologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.



TRATAMIENTO DE CONSERVACIÓN EN PIEZAS DE HIERRO, RESERVA NATURAL OTAMENDI (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Mariana Romiti, Alberto Cimino

Administración de Parques Nacionales, Programa Manejo de Recursos Culturales
recult@apn.gov.ar

RESUMEN

Desde el manejo de recursos culturales, la conservación (l.s) puede ser definida como el uso racional, rentable y sustentable del patrimonio para mejorar el bienestar de las poblaciones y los ecosistemas de los cuales forman parte. Esta idea refuerza el carácter social, participativo y dinámico del patrimonio cultural. Por esta razón, los avances realizados en el ámbito de la investigación no apuntan únicamente a incrementar el conocimiento científico del patrimonio cultural, sino también a revalorizar su aspecto histórico y social entre los miembros de la comunidad.

Al mismo tiempo, desde un punto de vista técnico, el término conservación (s.s) hace referencia al conjunto de actividades tendientes a mantener la integridad física de los objetos y sitios arqueológicos. De esta manera, el objetivo de la conservación de materiales arqueológicos es minimizar el deterioro de las piezas y, en consecuencia, la pérdida de información, ya sea cuando los materiales son extraídos de la matriz que los contiene, como así también durante su embalaje, transporte y posterior análisis.

El propósito de este trabajo es dar a conocer las recientes tareas de conservación aplicadas a objetos de hierro provenientes del sitio “La Estancia”, RN Otamendi. Dichas tareas se llevaron a cabo a fin de detener el deterioro físico y químico que los afectaban y lograr una mayor estabilidad de las piezas.

La conservación física (s.s) es parte de una estrategia mayor de conservación (l.s), que no solo pretende detener el proceso de deterioro en las piezas metálicas que fueron tratadas, sino que también permite su puesta en valor en el Centro de Visitantes que se está gestando en la Reserva Natural Otamendi, otorgándoles una función activa para la sociedad.

INTRODUCCIÓN

En la Reserva Natural Otamendi (Partido de Campana, Buenos Aires) se ha recuperado el sitio “La Estancia” (Recurso Cultural N° 282 - Registro Nacional de Recursos Culturales en Jurisdicción de APN) material arqueológico correspondiente a ocupaciones históricas (desde el siglo XVIII hasta inicios del siglo XIX)¹. Este sitio ha sido identificado como un posible basurero histórico del casco de Estancia perteneciente al Ing. Rómulo Otamendi (Weissel, 2006).

Los materiales hallados consisten en fragmentos de loza, vidrios, metales y piezas óseas de fauna entre otros. En el conjunto también se encontraron algunos objetos metálicos. Estos hallazgos han sido recientemente reintegrados al Programa Manejo de Recursos Culturales de la Administración de Parques Nacionales (APN).

El estado de conservación de los artefactos metálicos recuperados es malo debido al proceso de corrosión que han sufrido por la acción de diversos agentes, por lo que resultó necesario realizarles algún tipo de intervención para lograr su estabilización².

El propósito de este trabajo es dar a conocer las tareas de conservación aplicadas a objetos de

¹ Las tareas de campo fueron realizadas en octubre de 2002 a cargo del Lic. Marcelo Weissel y colaboradores.

² Para dicha tarea contamos con el asesoramiento técnico del Consv. Alberto Orsetti, del Área de Conservación y Restauración, Dirección General Casco Histórico, dependiente de la Secretaría de Cultura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

hierro provenientes del sitio “La Estancia”, las cuales se llevaron a cabo a fin de detener el deterioro físico y químico que los afectaban y lograr una mayor estabilidad de las piezas.

CONSIDERACIONES GENERALES EN RELACIÓN AL DETERIORO DE METALES

Los objetos metálicos sufren ataques que no se observan sobre otros materiales (Montiel Leguey, 1999). En la mayoría de los casos, la acción oxidante del medio ambiente provoca un estado variable de deterioro en los objetos arqueológicos metálicos. Esto se debe principalmente a la presencia de oxígeno y agua en el medio en que se encuentran enterradas, al mismo tiempo que se ven afectados por diferentes agentes (sales, sustancias oxidantes, bacterias, acción de la luz, etc.). Es por esto que el medio ambiente específico de cada zona influye en la velocidad de corrosión del metal (Iglesias, 2006, Montiel Leguey, 1999).

Los metales tienden a su estado estable en combinación con distintos elementos, como ser oxígeno, hidrógeno, azufre, entre otros. El proceso de corrosión de los mismos es el resultado de la reacción del material con el medio, produciéndose de esta manera la formación de un óxido u otro componente a partir del metal original. Como consecuencia, el material original sufre una transformación, tanto a nivel de su composición como de su estructura física (Ciarlo, 2006:88).

Algunos de los factores que se deben tener en cuenta al momento de evaluar los efectos producidos sobre artefactos metálicos son:

- Características químicas del suelo: grado de acidez o alcalinidad, salinidad, humedad, etc. (Montiel Leguey, 1999, Pifferetti, 2001).
- Características físicas del suelo: composición, textura, porosidad, permeabilidad al aire, conductividad eléctrica, etc. (Montiel Leguey, 1999, Pifferetti, 2001).
- Características biológicas del suelo (Montiel Leguey, 1999, Pifferetti, 2001).
- Características de la aleación metálica.
- Factores naturales del medio ambiente: clima, temperatura, precipitaciones.
- Acciones antrópicas (Montiel Leguey, 1999).
- Relación con otros elementos metálicos (Ciarlo, 2006).

El grado de corrosión que pueden sufrir los artefactos metálicos no dependen generalmente de su antigüedad sino de las características que se desprenden de la interacción medio ambiente-aleación metálica (Pifferetti, 2001). Los objetos metálicos son altamente sensibles a los procesos químicos, pudiendo ser modificados de manera drástica cuando son enterrados (Sease, 1984). Es por esto que el objetivo de la conservación de materiales arqueológicos es minimizar el deterioro de las piezas y, en consecuencia, la pérdida de información, ya sea cuando los materiales son extraídos de la matriz que los contiene, como así también durante su embalaje, transporte y posterior análisis (Sease, 1984, Stanley Price, 1984). El tratamiento de conservación aplicado sobre piezas metálicas busca revertir el proceso de corrosión que ellas hayan sufrido. Los objetos de hierro en particular, se corroen fácilmente, acumulándose en su superficie formaciones de óxidos e hidróxidos de hierro. La corrosión de las piezas de hierro puede ser muy severa resultando difícil su restauración (Montiel Leguey, 1999).

MATERIAL METÁLICO DEL SITIO “LA ESTANCIA”

Los materiales procedentes del Sitio “La Estancia” presentan diversos grados de oxidación, desde leves alteraciones superficiales hasta la casi completa alteración de la pieza. Las piezas sometidas a tratamiento de conservación consisten en:

- Una pieza de 37 cm x 34 cm; 2.600 Kg. La misma fue identificada como “Pie de carruaje para ascenso, mapeo 54” (Weissel, 2006) (Figura 1).
- Una pieza de 50 cm x 16 cm, de 4.550 kg. Identificada como “Pieza de fundición, mapeo 55” (Weissel, 2006) (Figura 2).



Figura 1. Posible estribo de carruaje antes y después del tratamiento (Sitio “La Estancia” RC n° 282, mapeo 54, RNO)



Figura 2. Pieza de fundición antes y después del tratamiento (Sitio “La Estancia” RC n° 282, mapeo 54, RNO)

PROCESO DE CONSERVACIÓN SOBRE MATERIALES ARQUEOLÓGICOS METÁLICOS DE LA RNO

Pie de carruaje para ascenso

En primer lugar se comenzó con la limpieza mecánica del artefacto identificado como estribo. Se utilizaron para esta tarea cepillos de acero de distintas medidas como así también martillo y cincel para desprender los restos de mineralización del hierro presentes en la superficie del objeto.

Una vez liberada la superficie de las impurezas producidas por la corrosión, la base de esta

pieza fue sometida a una técnica electroquímica para completar su limpieza. Se aplicó esta técnica debido a que este sector de la pieza presenta distintos niveles de láminas que podrían ser alteradas si se las limpiaba mecánicamente. Por otro lado, la base del estribo es el área que presenta mayor grado de deterioro, y si bien la electrólisis es un proceso químico agresivo, tomando las precauciones necesarias resultó ser el menos dañino.

La pieza fue colocada en una cubeta con una solución de soda cáustica al 2% la cual actúa como medio conductor entre dos electrodos. Uno de los electrodos es sujetado al artefacto, a modo de ánodo (polo negativo), mientras que el otro se sujeta a una plancha de aluminio, cátodo (polo positivo). Luego se aplicó, durante 4 horas, una tensión de aproximadamente 10 V. El paso de corriente provocó un ligero burbujeo al mismo tiempo que comenzó la reducción de los productos de corrosión a su estado estable (Ciarlo, 2006, Landa *et al.*, 2006, Traversa *et al.*, 2002). Se debe tener en cuenta que tanto la corriente y el voltaje aplicados como así también la solución utilizada determinarán la correcta eliminación de los cloruros y, por lo tanto, la estabilización del artefacto. A esto también debe sumarse el tamaño y estado de deterioro de la pieza (Ciarlo, 2006). Una vez aplicado este método, se realizó una segunda limpieza manual del objeto para desprender los restos mineralizados en el sector donde se aplicó la electrólisis. Mediante un torno con cepillos de cerdas de acero se limpiaron las oquedades que no pudieron ser tratadas manualmente.

Finalmente, se aplicó alcohol etílico para evaporar los restos de humedad que hubieran quedado en el artefacto. Luego se aplicó una capa de ácido tánico, el cual inhibe la corrosión del hierro. Después de esta aplicación fue necesario dejar secar la pieza varias horas, para luego limpiarla con un cepillo de cerdas de plástico y así retirar los residuos producidos por las reacciones químicas propias de este producto. Una vez terminada esta etapa se aplicó un barniz, AC 80 diluido al 10% en Xileno, el cual sella y protege la superficie del artefacto para evitar la acción del medio ambiente (Figura 1).

Pieza de fundición

Para la limpieza mecánica del artefacto de fundición, se retiraron con cepillo de cerdas de plástico los restos de sedimento y productos de corrosión que aún tenía adheridos. Luego se procedió a la remoción del óxido con cepillo de cerdas de acero de varias medidas, y en algunos casos martillo y cincel. Las tareas de limpieza mecánica fueron llevadas a cabo en varias etapas debido a que la pieza se encontraba totalmente cubierta de óxido. Además, la superficie rugosa y las pequeñas oquedades con óxido presentes en este artefacto obligaron a realizar un trabajo con un mayor grado de detalle y para esto se utilizaron cepillos de alambre accionados por un torno y en algunos casos agujas de acero para remover las mineralizaciones producidas por la corrosión (Figura 2). Una vez despejada la superficie de la pieza fue posible identificar en su cara interna el número “406” y posiblemente una letra “A” debajo de éste (Figura 3).



Figura 3. Detalle número de serie en pieza de fundición antes y después del tratamiento (Sitio “La Estancia” RC n° 282, mapeo 54, RNO)

Al igual que en la pieza anterior, se aplicó alcohol etílico y luego el ácido tánico, el cual inhibe la corrosión del hierro. Una vez seca, la pieza fue cepillada manualmente a fin de retirar los residuos producidos por el ácido. Finalmente, la pieza fue barnizada con AC 80 diluido al 10% en Xileno. Ambas piezas fueron almacenadas en cajas de cartón utilizando planchas de polietileno expandido a modo de base contenedora para asegurar su resguardo (Figura 4).



Figura 4. Almacenamiento en planchas de polietileno expandido. Sitio “La Estancia” (RNO)

CONSIDERACIONES FINALES

Desde el manejo de recursos culturales, la conservación (*l.s*) puede ser definida como el uso racional, rentable y sustentable del patrimonio para mejorar el bienestar de las poblaciones y los ecosistemas de los cuales forman parte (Molinari *et al.*, 2000). Esta idea refuerza el carácter social, participativo y dinámico del patrimonio cultural (Molinari *et al.*, 2000). Por esta razón, los avances realizados en el ámbito de la investigación no apuntan únicamente a incrementar el conocimiento científico del patrimonio cultural, sino también a revalorizar su aspecto histórico y social entre los miembros de la comunidad (Molinari *et al.*, 2000).

Al mismo tiempo, desde un punto de vista técnico, el término conservación (*s.s*) hace referencia al conjunto de actividades tendientes a mantener la integridad física de los objetos y sitios arqueológicos (Molinari *et al.*, 2000). De esta manera, el objetivo de la conservación de materiales arqueológicos es minimizar el deterioro de las piezas y, en consecuencia, la pérdida de información, ya sea cuando los materiales son extraídos de la matriz que los contiene, como así también durante su embalaje, transporte y posterior análisis (Sease, 1984, Stanley Price, 1984).

Según lo expresado en párrafos precedentes, las tareas de conservación física (*s.s*) descriptas en este trabajo son parte de una estrategia mayor de conservación (*l.s*). Es decir, que no sólo se pretende detener el proceso de deterioro en las piezas metálicas que fueron tratadas, sino que también permite recuperar nuevos datos acerca de las mismas y su posterior puesta en valor en el Centro de Visitantes que se está gestando en la Reserva Natural Otamendi, otorgándoles una función activa para la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Nicolás Ciarlo y a Carlos Landa por la bibliografía facilitada. A Alberto Orsetti por su valioso asesoramiento y a Lorena Ferraro por la lectura crítica del manuscrito. Los contenidos de este trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ciarlo, N.

2006 Metodología de estudio de artefactos ferrosos corroídos en un medio subacuático. Un caso de Estudio: las concreciones del Sitio Hoorn. En: *La zaranda de ideas*, 2:87-106. Buenos Aires.

Iglesias, M.T.

2006 Limpieza orgánica de metales alterados por la corrosión, 29:423-430. En: *Estudios de arqueología histórica*. Tapia A., Ramos M. y Baldasarre C. (ed). Tierra del Fuego.

Landa, C., E. Montanari y H. De Rosa

2006 Arqueometalurgia de una pieza ferrosa del Fortín Otamendi (1858 - 1869). Ms.

Molinari, R., L. Ferraro, H. Paradela y S. Caracotche

2001 Odisea del Manejo: Conservación del patrimonio arqueológico y perspectiva holística.

Ponencia presentada al 2do congreso virtual de Antropología y Arqueología. Octubre

2000. www.naya.org.ar

Montiel Leguey, V.

1999. Restauración electroquímica de piezas arqueológicas metálicas. Publicación del seminario teórico práctico. Universidad de Alicante. MS.

Pifferetti, A.

2001 Algunos casos de corrosión por terrenos en aleaciones de cobre de origen arqueológico.

Jornadas SAM-CONAMET-AAS, pp. 787-794.

Sease, C.

1984 A Conservation Manual for the field archaeologist. *Archaeological Research Tool*, Volumen 4. Institute archaeology, University of California, Los Angeles.

Stanley Price, N.

1984 Excavación y Conservación. En: *La Conservación en Excavaciones Arqueológicas*.

Cap. 1. ICCROM. Roma.

Weissel, M.

2006 Hallazgos arqueológicos en la Reserva Natural Ingeniero Rómulo Otamendi. Ms.



HISTÓRIA DA ARTE TÉCNICA: ESTUDO DE CASO DE UMA POSSÍVEL OBRA DE GAINSBOROUGH ENCONTRADA NO BRASIL

Alessandra Rosado, Luiz Antônio Cruz Souza

Laboratório de Ciência da Conservação - LACICOR - Escola de Belas Artes

Universidade Federal de Minas Gerais

alessandra.rosado@gmail.com

uiz-souza@ufmg.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo colaborar através da História da Arte Técnica na possível confirmação de autoria de uma pintura a óleo sobre tela ao pintor inglês do século XVIII, Thomas Gainsborough.

A abordagem do problema através da metodologia da História da Arte Técnica permitiu o levantamento de informações como origem, datação, estilo e tecnologia construtiva desta obra.

Apresentam-se os resultados das análises científicas realizadas no Laboratório de Ciência da Conservação da Escola de Belas Artes da UFMG sobre a técnica e materiais utilizados pelo o autor da pintura anônima comparados aos materiais e técnicas usados por Gainsborough.

INTRODUÇÃO

No ano de 2004 foram realizados estudos no Laboratório de Ciências da Conservação (LACICOR) da Escola de Belas Artes da Universidade de Minas Gerais, de uma pintura anônima (Figura. 1) a óleo sobre tela medindo 117 x 78 cm (sem a moldura) com a finalidade de verificar a época de produção e possível autoria.

Os resultados dos estudos de cunho interdisciplinar levantaram a hipótese de que a obra apresentava características técnicas, formais e estilísticas semelhantes à obra *The Woodman* produzida por Thomas Gainsborough em 1787 (Vaughan, 2002). Esta original desapareceu em um incêndio ocorrido em 1810 na Inglaterra. É considerada uma de suas últimas obras, pois ele faleceu em agosto de 1788, vítima de um câncer.

Existe uma gravura em metal feita por Peter Simon em 1791 (Figura 2), representando a obra *The Woodman* (Vaughan, 2002). Comparando a gravura de Peter Simon com a pintura anônima verifica-se uma semelhança incontestável que não deixa dúvidas de que é uma pintura derivada da produção original de Thomas Gainsborough.



Figura 1. Pintura a óleo sobre tela “O lenhador”



Figura 2. Peter Simon. *The Woodman*. c.1790-1791. Gravura d’après Gainsborough. 64,3 x 43,2 cm. The British Museum. Londres

METODOLOGIA

Para averiguar a hipótese da obra que se encontra no Brasil ter sido produzida por Gainsborough - presumivelmente como um estudo em menor escala da obra desaparecida no incêndio de Exton Park - realizou-se uma investigação preliminar dentro dos moldes metodológicos da História da Arte Técnica e Arqueometria apresentados a seguir:

- análise formal e estilística da obra anônima comparada à produção artística de Gainsborough;
- estudo do estado de conservação e técnica de construção da obra anônima através exames com auxílio da lupa binocular aumento 10 vezes, luz rasante, fluorescência de ultravioleta e radiografia X.
- análises laboratoriais da pintura anônima (Espectometria no Infravermelho por Transformada de Fourier FTIR, Microscopia de Luz Polarizada PML, testes de solubilidade, testes microquímicos, microscopia, microsonda eletrônica de varredura e utilização do Sistema Portátil de Fluorescência de Raios X - EDXRF) dos materiais e técnicas pictóricas comparadas às publicações referentes ao resultado de pesquisas sobre materiais e técnicas usados por Gainsborough na composição de suas obras.

A realização desse trabalho tem caráter experimental, na aplicação de uma metodologia específica para análises de atribuição e comprovação de autoria de obras de arte, uma vez que, no Brasil essa prática de autenticação é feita principalmente através de análise formal e estilística. Outro importante legado desse trabalho é a ampliação do campo de investigação científica de obras de arte através da utilização de equipamentos de análise científica utilizados pela arqueometria.

Ressalta-se que todas as análises laboratoriais desse estudo preliminar foram realizadas no LACICOR com a cooperação do Laboratório de Física Nuclear Aplicada (LFNA) do Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná, na utilização do Sistema Portátil de Fluorescência de Raios X (EDXRF) para análise complementar da pintura a óleo sobre tela.

RESULTADOS

Para se conceituar um objeto artístico como resultado da criação humana englobando os aspectos sociais, econômicos e históricos além das análises histórico-artísticas e do diagnóstico do seu estado de conservação é necessário o estudo da técnica e dos materiais utilizados pelo artista para compor sua obra. Tanto a técnica como os materiais determinam o efeito visual final da obra, de acordo com as escolhas e a forma que foram manipulados pelo artista. Além disso, os materiais e técnicas são representações da sociedade na qual o artífice viveu. Eles refletem as influências do local e época em que a obra foi produzida, sejam elas de origem econômica, estética, histórica ou cultural.

Estudos de Jones (1997) e Green (1982) revelam que todas as pinturas a óleo de Gainsborough foram efetuadas em tecido de linho estirado sobre chassi de madeira (suporte que foi comumente utilizado pela maioria dos artistas europeus dos séculos XVIII e XIX).

O tecido da tela da obra analisada também é constituído por fibras de linho, não possui emendas e é possível observar através do exame da radiografia X as irregularidades dos fios do tecido.

Cortes estratigráficos revelam uma característica peculiar da base de preparação da pintura: a presença de duas camadas de bases brancas intercaladas provavelmente por cola protéica (Figura 3). Esse tipo de base de preparação é encontrado em algumas obras de Gainsborough como, por exemplo, no retrato de “Dr Ralph Schomberg” pintado por Gainsborough presumivelmente em 1771 (Figura 4).

A base de preparação analisada é composta por branco de chumbo, carbonato de cálcio e óleo (presumivelmente de linhaça) apresentando também compostos argilosos e sílica. Ainda com

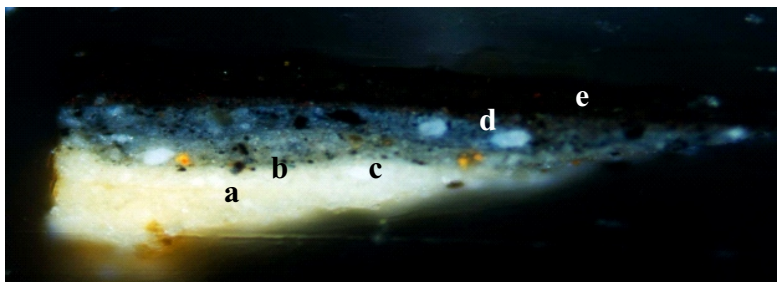


Figura 3. Corte estratigráfico. Amostra retirada na lateral superior esquerda da tela região do céu. Legenda: **a** e **c** base de preparação; **b** interface entre as duas camadas de base de preparação feita provavelmente com cola protéica; **d**- camada pictórica cinza; **e**- camada pictórica azul

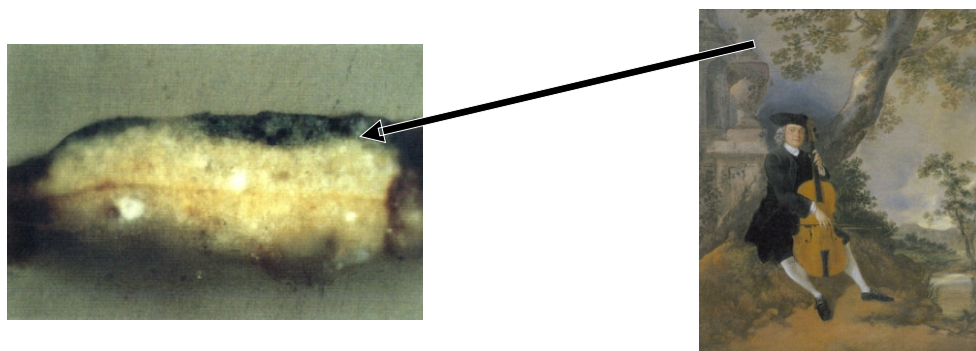


Figura 4. Corte estratigráfico - amostra retirada da região do céu, na borda esquerda da tela: (A e B) 2 camadas de base de preparação de um cinza pálido separadas por uma camada de cola protéica (C). *The Rev. John Chafy Playing the Violoncello in a Landscape* (Gainsborough, c. 1750-2). A esquerda: Corte estratigráfico da amostra retirada da lateral esquerda (céu). Fonte: Jones, 1999. p.48,49

relação à técnica encontrada na base de preparação de algumas das obras de Gainsborough salienta-se que ele usava *ground glass*. A utilização de pó de vidro na composição da base em algumas de suas obras indica que talvez ele tenha sido influenciado pelas pinturas holandesas produzidas nos século XVII, cujos pintores usavam *ground glass* (Jones, 1997).

A mistura de pigmentos que compõem o azul do céu da obra anônima é composta por óleo (provavelmente linhaça), branco de chumbo, carbonato de cálcio, azul da Prússia, negro de ossos e calcita (carbonato de cálcio).

Nas análises dos pigmentos usados por Gainsborough para representar céu acinzentado é encontrado o preto (de ossos ou de carvão) como pigmento principal e azul da Prússia. O pigmento terra verde aparece também em outras representações de céu acinzentado em adição ao branco de chumbo, *pink lake* e carbonato de cálcio (Foister, 1997).

A amostra retirada da camada verde da vegetação da tela em análise apresenta traços de amarelo de Nápoles e terras (óxidos de ferro).

O verde nas paisagens de Gainsborough pode conter, às vezes, o carbonato de cálcio e brilho com o uso de pigmentos semi-translúcidos como o orpiment (ouro pigmento). Uma sombra cinza nas folhagens pode ter preto, terra verde, azul da Prússia, amarelo, vermelho, ocre marrons, amarelo de Nápoles, lacas amarelas (amarelos translúcidos feitos a base de plantas secas) e ocasionalmente o orpiment (Jones, 1999).

Na carnação da pintura em estudo foram identificados o vermelho e o branco de chumbo, tipos de pigmentos usados também nas composições de algumas das carnações elaboradas por Gainsborough.

Foram identificados também, pigmentos marrons terrosos à base de óxidos de ferro que caracterizam a cor marrom usada na representação das rochas da pintura. Os marrons usados nas obras de Gainsborough são também de origem terrosa como ocre e sombras que, dependendo do efeito cromático pretendido pelo autor, eram combinados com preto de ossos, azul da Prússia, lacas, branco de chumbo, calcita e vermelho.

Na Londres do século XVIII (Glanville, 1988) havia referências sobre o uso de substâncias betuminosas em pinturas a óleo. Não existem estudos analíticos que comprovem o uso de betume nos trabalhos de Gainsborough, porém a presença de craquelês específicos em muitas de suas pinturas indica a utilização dessa substância.

Presume-se que nas áreas de sombra da obra anônima foi usado o betume, devido a alta concentração de craquelês nestas regiões, hipótese sujeita a confirmações em estudos futuros.

Essas considerações preliminares sobre as análises apresentadas demonstraram claramente os pontos coincidentes entre a técnica de construção utilizada por Gainsborough, em algumas de suas obras, pelo autor da tela de autoria desconhecida.

CONCLUSÕES

As análises preliminares apresentadas demonstram claramente que se trata de uma obra produzida no século XVIII com técnicas e materiais semelhantes aos empregados por Gainsborough em algumas de suas obras.

Entretanto, outras questões sobre a autoria da obra que foram levantadas ao longo desta pesquisa ainda não foram respondidas. Novas análises estão sendo realizadas e estima-se discutir os resultados em colaboração com restauradores, historiadores da arte, *connaisseurs* e curadores da Tate Gallery, Gainsborough's House e Museu de Arte de São Paulo para conclusões definitivas fundamentadas através da interdisciplinaridade e das análises científicas.

É importante salientar que todo resultado das análises técnicas efetuadas de objetos artísticos deve ser estudado comparativamente com o de bancos de dados de referência básica, como por exemplo, receitas de fabricação de pigmentos compiladas de fontes antigas, referências bibliográficas sobre estudos técnicos de obras de artistas contemporâneos à obra que está sendo analisada, e outros. A conclusão dessas análises nunca deve ser tratada como um dado específico, mas deve ser embasada em todas as implicações estéticas, históricas, sociais e técnicas que o objeto estudado comporta, porque as conclusões do cientista são influenciadas por estes fatores (Peruzini, 1994, Torraca, 1988).

Souza, nesse contexto, ressalta que:

“... o trabalho de análise de materiais constitutivos de obras de arte é na maioria das vezes, um trabalho de equipe, no qual diversos profissionais contribuem com sua especialidade para obtenção dos resultados para os quais foram utilizados dados algumas vezes obtidos de forma isolada. São poucos os laboratórios e museus que possuem profissionais capazes de analisar em conjunto o amplo espectro de resultados obtidos em análises de pigmentos, aglutinantes, radiografias, reflectografias no infravermelho, etc. É muito importante, portanto, que o profissional tenha um conhecimento das técnicas pictóricas, de produtos naturais, análise instrumental, história da arte, e que tenha também um conhecimento prático dos materiais com que trabalha e busca identificar, porque se estes requisitos não forem preenchidos, corre-se o risco deste profissional ficar se auto-iludindo com resultados e análises mal elaboradas, as quais estarão completamente fora da realidade, apesar de parecerem embasadas cientificamente” (Souza, 1996, p. 26).

As análises para o estudo dos materiais constitutivos de obras de arte devem ser adequadas aos estudos efetuados pelos trabalhos dos conservadores e historiadores da arte. Por isso tanto os cientistas como, conservadores e historiadores devem estar preparados para formular de modo claro e concreto suas considerações e questões sobre a obra analisada, possibilitando a compreensão de seus trabalhos e a elaboração de uma conclusão em equipe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Foister, S.

1997 *Young Gainsborough and the English taste for Dutch landscape*. In: Apollo, v 146. Aug. p 3-10.

Glanville, H.

1988 *Gainsborough as Artist and Artisan*. In: A Nest of Nightingales, exh. Cat. Dulwich Picture Gallery, London., p.16-25.

Green, T.R.

1982 *The Techniques used in the Examination of Paintings*. The Tate Gallery, London, p. 16-22 (a).

1982 *Thomas Gainsborough Pomeranian Bitch and Puppy* The Tate Gallery, London, p. 23-25 (b).

Jones, R.

1999 The Rev. John Chafy Playing the Violoncello in a Landscape. In: Paint and Purpose: A study of technique in British Art. London, p. 48-53.

1997 *Gainsborough's materials and methods. A remarkable ability to make paint sparkle*. In: Apollo, v 146. Aug. p 19-26.

Perusini, G.

1994 *Il Restauro dei Dipinti e delle Sculture Lignee. Storia, teorie e tecniche*. Udine: Del Bianco Editore, 471 p.

Souza, L.A.C.

1996 *Evolução da tecnologia de policromias nas esculturas em Minas Gerais no século XVIII: o interior inacabado da igreja Matriz de Nossa Senhora. da Conceição de Catas Altas do Mato Dentro, um monumento exemplar*. 1996. Tese (Doutorado em Ciências Químicas) - ICEX, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 297 p.

Torraca, G.

1988 *Il progetto di restauro tra artigianato e industria, lo studio scientifico e la documentazione*. In: Le scienze, gli operatori le istituzioni all'á soglia degli anni 90. Atti del convegno de Bressanone, 21-24 giugno, Padova, 1988. p.129-205.

Vaughan, W.

2002 *Gainsborough*. London; Thames & Hudson.



O PAPEL DA HISTÓRIA DA ARTE TÉCNICA E ARQUEOMETRIA NO PROCESSO DE AUTENTICAÇÃO DE OBRAS DE ARTE. UM ESTUDO PRELIMINAR

Alessandra Rosado, Luiz A.C. Souza, Yacy Ara Froner Gonçalves

Laboratório de Ciência da Conservação - CECOR - EBA - Universidade Federal de

Minas Gerais UFMG

alessandra.rosado@gmail.com

luiz-souza@ufmg.br

froner@ufmg.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo estudar o papel das ciências naturais (física e química) no estudo da arte entre os séculos XIX e XXI, com particular interesse na atuação dessas disciplinas nos processos de autenticação de obras de arte.

A metodologia utilizada neste trabalho foi a análise das práticas de atuação da História da Arte e ciências no estudo de obras de arte registradas em bibliografias publicadas no campo da conservação e restauração do patrimônio cultural.

Observa-se também a constituição de dois novos campos de atuação das disciplinas humanas e das ciências naturais, adequados ao exercício da interdisciplinaridade: História da Arte Técnica e Arqueometria, ferramentas indispensáveis no estudo de autenticação de obras de arte.

INTRODUÇÃO

A avaliação de objetos artísticos para averiguar uma provável atribuição autoral era feita quase que exclusivamente por *connaissanceur* ou peritos com formação em História e/ou História da Arte, através basicamente da análise dos aspectos formais, estilísticos e dos dados documentais sobre a obra.

A introdução de exames científicos como ferramentas analíticas, para o estudo de obras de arte, a partir do século XIX intensifica-se consideravelmente nos séculos XX e XXI, sendo um novo tipo de avaliação de objetos artísticos através de uma metodologia interdisciplinar, envolvendo o emprego da conservação preventiva, da restauração, da Ciência da Conservação e da História da Arte. Essa abordagem contribuiu para a composição dos campos de estudo denominados de Arqueometria e História da Arte Técnica (Ainsworth, 2005).

Define-se como objeto da pesquisa o estudo relacionado ao desenvolvimento da metodologia sobre preservação e análises de obras de arte produzida pelos cientistas e historiadores da arte ocidentais entre os anos de 1850 a 2005.

Articulada ao processo de análise científica de obras de arte, a partir do século XIX. Tal metodologia integra o conjunto de cinco importantes práticas que orientaram a produção de novas bases de atuação das ciências da conservação e humanas no contexto de autenticação de obras de arte. São elas:

- introdução de laboratórios de análise científica e conservação em instituições museológicas;
- traduções de manuais técnicos artísticos antigos;
- submissão das obras de arte a exames científicos para identificação dos materiais e técnicas empregados na feitura da obra;
- trabalhos realizados em parceria entre cientistas, historiadores da arte e *connaissanceurs* no estudo de pinturas de grandes mestres;
- estabelecimento de princípios norteadores da relação entre as ciências puras e humanas, dados os pressupostos fundamentados na arqueometria e história da arte técnica.

Através da análise dessas práticas procura-se identificar, a partir da temática da autenticação de obras de arte, os pontos de contato entre a produção de uma estrutura fortemente vinculada

à História da Arte e a consolidação de uma prática interdisciplinar afinada com as diretrizes da Arqueometria e História da Arte Técnica.

Na identificação de tais pontos de contato, os termos conservação preventiva, análise de materiais e técnicas artísticas, atribuição, datação e investimento financeiro afirmam-se como elementos moduladores da relação que se procura produzir entre historiadores da arte, museólogos, *connaisseurs* e cientistas e as formas de pesquisa postas pela arqueometria e história da arte técnica. É através da prática da Arqueometria e da História da Arte Técnica que tal metodologia busca, nos processos de autenticação de obras de arte reivindicar para as ciências naturais e humanas a tarefa de analisarem conjuntamente a obra de arte.

DESENVOLVIMENTO

A autenticação de obras de arte tem como objetivo identificar a autoria e origem de objetos artísticos anônimos através de uma investigação interdisciplinar envolvendo estudos históricos, formais, estilísticos, técnicos e científicos desses objetos. Entretanto, a união da Ciência da Conservação e da História da Arte nesses projetos ainda está em formação, como veremos a seguir.

A concepção de autenticidade para Pastoureau (1998) está vinculada a uma construção cultural que possui diferentes definições para cada tipo de sociedade e época.

Diante do exposto, define-se o período compreendido entre os séculos XIX e XXI com a intenção de abarcar o processo de autenticação de obras de arte vinculada à *práxis* da Ciência da Conservação e História da Arte através do contexto ocidental e, a partir da segunda metade do século XIX, procura-se consolidar o diálogo entre as ciências da conservação e humanas para uma análise criteriosa e interdisciplinar do patrimônio cultural artístico.

Na constituição de tal metodologia analítica, observamos a preponderância do uso da História da Arte¹ nos estudos de autoria frente às análises das ciências da conservação, tendo em vista que esta última só foi reconhecida como uma disciplina científica no século XXI por uma organização governamental dos Estados Unidos (Khandekar, 2005).

Uma obra autêntica é entendida como um trabalho artístico em que a origem e autoria são reconhecidas. Apesar de a autenticidade ter tido sempre uma determinada importância no valor dos objetos artísticos, entre os séculos XVI e XVIII o significado mais enfatizado da obra era de cunho individual, sendo validada, por exemplo, pela sua representação simbólica para atender um gosto estético da época (Perusini, 1994).

Somente a partir do século XIX, paralelamente à criação de museus², o conceito de autenticação de obras referente à comprovação da genuinidade da obra de arte tornou-se familiar. É também a partir deste século que as obras passam a ser avaliadas como investimento financeiro obras autênticas implicam na possibilidade de serem vendidas ou adquiridas a preços altíssimos no mercado da arte.

No entanto, o trabalho de autenticação não é fácil, pois muitas obras podem não apresentar assinatura de seus autores e, além disso, muitos dos grandes artistas da história ocidental tinham em seus ateliês ajudantes e discípulos que aprendiam e criavam. O mestre geralmente interferia na obra de seus discípulos, muitas vezes esboçava a composição ou acrescentava detalhes naquelas que estavam sendo elaboradas ou nas que já haviam sido finalizadas. Essa prática da interferência do mestre nas obras de seus alunos era muito comum também nas escolas de Belas Artes do século XIX e início do século XX.

1 No caso de bens culturais, as Ciências Humanas têm preferência frente às Ciências Exatas, pois é ela a responsável pelo estudo da função primária da obra de arte, que é a de estimular nossa sensibilidade estética (Urbani, 1982).

2 Inauguração do museu de Napoleão em Paris no ano de 1803; em 1823 o Museu do Prado à base das coleções da Casa Real na Espanha; em 1838 a Galeria Nacional e em 1857 o *Victoria and Albert Museum* ambos em Londres; e 1888 o Museu de Berlim, Alemanha (Peruzini, 1994).

Como então reconhecer uma falsificação? A resposta a essa pergunta tornou-se um tema de pesquisa dos historiadores da arte e da ciência da conservação ao longo dos anos.

Curadores, antiquários e historiadores da arte é que tinham o reconhecimento de suas aptidões para análise de obras de arte, considerados como *experts* que haviam desenvolvido um “olhar apurado” para examinar uma obra artística e diagnosticar se eram ou não autênticas (Ainsworth, 2005). Esses profissionais apoiavam seus pareceres principalmente em dados estilísticos.

Na segunda metade do século XIX, Giovani Morelli, um médico italiano e estudioso de pinturas criou um método de autenticação de pinturas denominado análise estilística de composições secundárias.(Lukicheva, 1987).

Esse método que é também adotado por historiadores da arte no Brasil como um meio seguro de avaliar atribuições (Hill, 2001), está longe de ser considerado como um método infalível ou universal, pois todo o método de autenticação de obra de arte que utiliza apenas uma disciplina isolada para analisá-la esta fadada a cometer enganos.

No mercado da arte o risco de construir cadeias interpretativas, circulares, baseadas totalmente em conjecturas é muito forte, pois geralmente as análises das obras feitas por *connaisseurs*, historiadores da arte e curadores têm como base quase que exclusiva a análise formal estilística que dá margem a livres associações baseadas normalmente sobre uma pretendida decifração simbólica do objeto artístico.

Qual a saída para a solução dos problemas relacionados a uma possível atribuição de autoria? A saída não é a eliminação dessas formas de pesquisas adotadas pela História da Arte, mas a criação de instrumentos de controle adequados através da interdisciplinaridade e das análises científicas.

Esta consciência sobre a necessidade do apoio das análises científicas para confirmar as evidências levantadas pelos estudos dos profissionais de história da arte de determinados objetos de arte começa a despertar, ainda timidamente, após a descoberta do raio X pelo cientista W.C. Roentgen, que em 1895 tenta fazer a primeira radiografia de uma pintura (Gilardoni, 1977).

O uso do raio-X na pesquisa sobre autenticação de pinturas ocorreu em 1935, no Museu Brookllyn de Nova York, Estados Unidos. Com o auxílio do raio X o cientista Pertsing elaborou um método de exame de pinturas sobre tela pertencentes ao acervo desse museu (Mancia, 1944).

A partir de então, observa-se uma série de empregos isolados da ciência aplicada às análises dos materiais e das técnicas de objetos artísticos. Os resultados dessas análises em alguns casos contradiziam interpretações feitas pelos historiadores da arte. Os processos civis e penais que surgiram devido a erros cometidos por *experts* em questões de comprovação de autoria começaram a promover certo descrédito nas autenticações baseadas unicamente em impressões formais estilísticas (Arnau, 1961).

O avanço das pesquisas e da utilização de novos métodos científicos de análise do patrimônio artístico cultural - como o emprego do infravermelho, dendrocronologia e carbono 14 - começa a provocar uma mudança na metodologia usada por *connaisseurs* e historiadores da arte. Esses profissionais passam a buscar o apoio da ciência da conservação para não incorrerem em erros de interpretação, através da aplicação de apenas um único método de investigação³.

3 Bruyn (1979), alerta que discussões sobre a definição da autenticação da obra de um artista baseado apenas no estudo geral do seu estilo não são suficientes, pois são julgamentos subjetivos que podem resultar em interpretações diversas e conseqüentemente gerarem diferentes atribuições para uma mesma pintura. De acordo com Bruyn (1979) e Schwartz (1998), para haver um melhor entendimento sobre a atribuição de autoria é necessário ampliar o campo de pesquisa utilizando como apoio novas técnicas científicas analíticas aplicadas pelos cientistas da conservação em seus trabalhos.

Contudo, as rápidas mudanças nos métodos de pesquisa e o avanço dos equipamentos técnicos de investigação, não refletiram no lento processo de conscientização e na formação de grupos interdisciplinares de investigação compostos por curadores, historiadores da arte, *connaisseurs* e cientistas da conservação, com a capacidade de se comunicarem entre si, utilizando uma linguagem inteligível a todos.

O desenvolvimento de abordagens interdisciplinares envolvendo historiadores da arte curadores e cientistas tiveram como grande fomentador Edward Forbes⁴ que em 1931 criou o Department for Conservation and Tecnical Research. Os trabalhos realizados nesta instituição chamaram atenção para investigação dos materiais e técnicas de arte, bem como para questões relacionadas à procedência das produções artísticas originais (Ainsworth, 2005).

Nesse mesmo período, surgiram também traduções de manuais artísticos antigos como “O livro da Arte” contendo a descrição de materiais e métodos empregados no fazer artístico, escrito no século XV por Cennino Cennini, na Itália (Motta, 1976).

Publicações desse tipo indicavam a preocupação dos cientistas na busca do conhecimento das técnicas pictóricas antigas através da compilação de fontes sobre esse assunto produzidas em épocas contemporâneas às obras antigas.

Observa-se um esforço de alguns cientistas para que o emprego de seus estudos sobre materiais e técnicas fosse apresentado como suporte às análises de historiadores da arte. Porém até a década de 70 essa metodologia interdisciplinar criada pelos cientistas da conservação não havia sido difundida plenamente entre as instituições universitárias e museológicas. Essa carência era reflexo também do pouco número de conservadores que trabalhavam em museus cujo quadro de funcionários era formado quase que exclusivamente por curadores e historiadores da arte (Lasko e Lodwijks, 1982). A partir dos anos 70, cientistas da importância dos estudos científicos das obras artísticas, grandes museus decidem criar seus próprios laboratórios de pesquisa e vários laboratórios de universidades passaram também a direcionar pesquisas sobre objetos artísticos com o objetivo de determinar-lhes a origem e tecnologia.

Importantes pinturas de instituições museológicas passaram a ser fotografadas com luzes especiais como ultravioleta e infravermelho, radiografadas e até datadas com a utilização do sistema de datação através do carbono 14. Essas práticas reforçam o desenvolvimento da ciência nos museus e do mesmo modo o auxílio às pesquisas realizadas por curadores e historiadores da arte através da publicação de seus trabalhos em revistas especializadas e seminários.

Nessa mesma época a National Gallery, em Londres, iniciou a publicação do National Gallery Technical Bulletin mostrando a possibilidade de trabalhos em conjunto entre curadores, conservadores e cientistas da conservação no estudo de pinturas. Entre 1988 e 1989, o Departamento de Ciências da Conservação da National Gallery promoveu uma série de exposições intitulada de *Art in the Making*, com o objetivo de apresentar a públicos leigos e especializados os resultados das pesquisas técnicas empreendidas pela Galeria.

A primeira exposição de uma série empreendida nesse projeto da National Gallery foi sobre a obra de Rembrandt, organizada por um comitê formado por um restaurador, David Bomford; um curador, Christopher Brown e um cientista, Ashok Roy. Esse comitê produziu catálogos sobre esse assunto cujos textos foram produtos da discussão teórica entre eles. Os textos apresentam informações sobre os materiais e técnicas usadas por Rembrandt e também análises sobre a história e estilo desse pintor (Bomford *et al.*, 1988).

Ainsworth (2005) considera os estudos sobre Rembrandt como representantes do verdadeiro estudo interdisciplinar sobre pintura. O envolvimento de diversos especialistas vindos de diversas áreas do conhecimento incluindo a ciência da conservação neste estudo permitiu que

4 Diretor do museu Fogg Art Museum, no ano de 1920.

fossem formuladas conclusões mais fundamentadas que geraram mudanças a respeito de algumas datações e atribuições das obras de Rembrandt.

Segundo Lasko e Lodwijkstra (1982) e Ainsworth (2005) para encorajar a comunicação entre conservadores, cientistas da conservação, curadores e historiadores da arte é necessário que haja mudança referente à educação dada a esses profissionais no início de seus cursos. Essa mudança requer, por exemplo, o ensino obrigatório de história da técnica nos cursos de história da arte. Outra forma para promover o diálogo entre esses profissionais que trabalham em museus e universidades é através de estudos colaborativos e a publicação dos resultados destes trabalhos. Salienta-se que estudos colaborativos entre cientistas da conservação e história da arte são as bases epistemológicas da História da Arte Técnica.

No Brasil, o Laboratório de Ciências da Conservação (LACICOR), da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), coordenado pelo professor Dr. Luiz Antônio Cruz Souza também tem alcançado avanços em relação à metodologia da História da Arte Técnica.

Desde a década de 90, o LACICOR tem sido solicitado para estudos analíticos de obras artísticas pertencentes a instituições museológicas, igrejas históricas ou a coleções particulares para a investigação científica de materiais e técnicas empregadas na construção da obra analisada. Algumas dessas análises são solicitadas por colecionadores ou instituições que buscam a confirmação de uma autoria, devido principalmente a processos judiciais movidos pelo Ministério Público (quando se trata de obras suspeitas de pertencerem ao patrimônio cultural público), ou então para valorizar a obra no mercado de artes, ou para concretização de uma possível compra.

O LACICOR possui uma linha metodológica interdisciplinar, sempre aberta à operacionalização de pesquisas em colaboração com vários departamentos científicos estaduais, nacionais e internacionais.

Essa abertura promoveu, por exemplo, no ano de 2004, a cooperação do Laboratório de Física Nuclear Aplicada (LFNA) do Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná, na utilização do Sistema Portátil de Fluorescência de Raios X (EDXRF) para análise complementar da pintura a óleo sobre tela intitulada de *O Lenhador* de propriedade particular que foi analisada pelo LACICOR com objetivo de averiguar uma possível autoria (Appoloni, 2006).

Esse equipamento EDXRF possibilita análise não destrutiva da composição elementar dos pigmentos de uma pintura e é extensivamente usado na Arqueometria⁵.

Para promover uma maior comunicação e troca de experiências com os principais museus do Brasil, o LACICOR elaborou um projeto junto ao Departamento de Museus e Centros Culturais (DEMU) do Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional (IPHAN) que oferece oficinas de formação e capacitação museológica para profissionais que atuam nessas instituições. Esse trabalho possibilita que historiadores da arte e curadores destes museus apreendam sobre a linguagem e os métodos usados pela ciência da conservação preventiva e, conseqüentemente, com esse entendimento o diálogo entre as ciências humanas e ciências da conservação, é facilitado com isso amplia a possibilidade de trabalhos em cooperação.

Diante deste contexto, verifica-se que a ciência da conservação do século XXI relacionada à pesquisa de autenticação de obras de arte está sendo caracterizada pelo uso de duas grandes áreas científicas: História da Arte Técnica e Arqueometria.

Essas áreas interagem entre si tão intensivamente que difícil de distinguir uma da outra, pois

⁵ Arqueometria é a união entre a arqueologia e conservação preventiva com as ciências experimentais. Reúne arqueólogos historiadores, conservadores e cientistas que aplicam técnicas instrumentais aos objetos do patrimônio para extrair deles informações tecnológica, culturais e históricas (Chiari e Leona, 2005).

ambas envolvem estudos do patrimônio cultural artístico com o objetivo de entender para que ele foi feito, por quem foi feito, onde foi feito e como foi feito (Chiari e Leona, 2005). Ambas incluem estudos de procedência, tecnologia de materiais antigos e contemporâneos, técnicas de datação e autenticação de obras de arte.

A ciência da conservação com o uso destas duas áreas torna-se articuladora entre a teoria científica das ciências exatas e humanas, e cada vez mais vem conduzindo pesquisas que envolvem profissionais acadêmicos e de instituições de museus, cujos resultados demonstram que a análise dos vários aspectos - culturais, econômicos, estilísticos, históricos, etc. - que um objeto artístico representa só é possível através da interdisciplinaridade e do diálogo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse trabalho, destacou-se o processo de inserção das ciências naturais nas análises de obras de arte, a partir de um viés particular: autenticação de obras de arte. Essa temática tomada nos termos dos vínculos estabelecidos entre ciências humanas e ciências naturais possibilitou o avanço de algumas considerações sobre o processo de atuação dessas áreas em trabalhos relacionados a arte e cultura como o esforço de constituição de um campo de atuação interdisciplinar.

Notadamente a partir da década de 1970 quando a questão do uso das ciências naturais foi admitida como importante ferramenta no processo de renovação nos estudos de arte esse olhar interdisciplinar dimensionou os parâmetros norteadores dos campos de atuação da arqueometria e história da arte técnica.

Considera-se que os resultados dessa pesquisa sobre os aspectos metodológicos utilizados pelos historiadores da arte como de cientistas nos processos de autenticação de obras de arte, precisam ser mais aprofundados uma vez que só puderam ser abordados em sua generalidade. Esta tarefa de aprofundamento torna-se necessária principalmente para o entendimento dos processos de autenticação de obras de arte no contexto brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ainsworth, M.W.

2005 *From connoisseurship to Technical Art History- The Evolution of the Interdisciplinary Study of Art*. In: The Getty Conservation Institute Newsletter, v.20, n. 1.

Appoloni, C.R. *et. al.*

2006 *Estudo da composição química elementar dos pigmentos de uma pintura atribuída a Gainsborough com um sistema portátil de fluorescência de raios x*. In: ARC Revista Brasileira de Arqueometria Restauração Conservação Edição Especial Nº 1 MARÇO 2006 - AERPA Editora *Resumos do III Simpósio de Técnicas Avançadas em Conservação de Bens Culturais - Olinda*.

Arnau, F.

1961 *El arte de falsificar el arte*. Barcelona, Noguer, 416p.

Bomford, D., C. Brown y A. Roy

1998 *Art in the making. Rembrandt*. In: National Gallery Publications, 160p.

Chiari, G. y M. Leona

2006 *The State of Conservation Science*. Disponível em:

<http://www.getty.edu/conservation/publications/newsletters/pdf/v.20.n.2.pdf> 2005. acesso em 2 de março de 2006.

GilardonI, A.

1977 *X-rays in art: physics-techniques- applications*. Italy: Gilardoni S.P.A.

Hill, M.C. de S.

2001 A imaginária de Francisco Xavier de Brito; atribuição e especulação de mercado. In: Imagem Brasileira. Belo Horizonte, p.169-170.

Khandekar, N.

2006 *A Diverse Discipline: A Discussion about Conservation Science*. Disponível em: [http://www. Getty.edu/conservation/publications/newsletters/pdf/v.20.n2 pdf](http://www.Getty.edu/conservation/publications/newsletters/pdf/v.20.n2_pdf) 2005. Acesso em; 2 de março de 2006.

Lasko, P. y J. Lodwijks

1982 *Curator and scientist: towards unity of aim*. Museum v. 34, n. 1, p.31-32.

Lukicheva, K.

1987 *Artistic expertise and restoration*. In: Conservation and Restoration of pictorial Art. IIC, Butterworth's, London, p. 553-554.

Mancia, R.

1944 L'esame scientifico delle opera d'arte e il loro restauro. Milano, Ulrico Hoepli.

Motta, E.

1976 *Iniciação á pintura*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 216 p.

Pastoureau, M.

1998 *Vrai ou faux? Copier, emiter, falsifier*. Paris: Bibliothèque Nationale, p.23-24.

Perusini, G.

1994 *Il Restauro dei Dipinti e delle Sculture Lignee. Storia, teorie e tecniche*. Udine: Del Bianco Editore, 471 p.



CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DA ESCULTURA COLONIAL MINEIRA EM CEDRO: UM ESTUDO PRELIMINAR PARA ESTIMAR FLUTUAÇÕES PERMISSÍVEIS DE UMIDADE RELATIVA

Alessandra Rosado, Luiz Antônio Cruz Souza

Laboratório de Ciência da Conservação - LACICOR - Escola de Belas Artes
Universidade Federal de Minas Gerais

alessandra.rosado@gmail.com

luiz-souza@ufmg.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo contribuir para a estimativa de valores de umidade relativa permissíveis para esculturas coloniais mineiras, a partir de experimentos que determinam o teor de umidade e a caracterização elástica do cedro submetido a variações de umidade relativa. Foi adotada uma abordagem interdisciplinar através da qual, além dos ensaios, estudaram-se aspectos históricos sobre a técnica escultórica setecentista e caracterizaram-se as tipologias de degradação relacionadas ao comportamento higroscópico da madeira através da análise comparativa entre 71 esculturas policromadas esculpidas em cedro. Os resultados obtidos nos ensaios, permitiram um estudo sobre a possibilidade do emprego de flutuações de UR (entre 45% e 65%) especificadas neste estudo para a conservação das esculturas em cedro.

INTRODUÇÃO

Um dos conceitos referentes aos séculos XX e XXI é o de mobilidade. É notável a tendência de disseminação cultural e artística, como podemos observar nos inúmeros eventos nacionais e internacionais (exposições, seminários e festivais) que quase sempre ocorrem nas principais capitais mundiais.

Seguindo essa tendência, os acervos dos museus, igrejas e colecionadores não ficam expostos somente nas suas respectivas salas de origem. Através de acordos culturais entre os responsáveis pela guarda de bens móveis e integrados, esses objetos viajam e são expostos em várias regiões do país e do mundo assumindo o papel de instrumentos do conhecimento e difusores de culturas diversas.

Minas Gerais participa de exposições estaduais, nacionais e internacionais enviando, principalmente, obras em madeira pertencentes aos períodos barroco e rococó. A madeira utilizada como suporte para talha, escultura (dourada e policromada) ou para pinturas à têmpera ou a óleo, desempenhou, sem dúvida alguma, o papel de ser a alma da arte produzida pelos escultores, entalhadores e pintores do setecentos.

Um importante estudo publicado por Pedro Lisboa^[1] sobre o tipo de madeira usada no barroco e rococó mineiro revela que a espécie mais utilizada pelos artesãos dessa época foi o cedro, por ser uma madeira facilmente encontrada e possuir características (físicas, químicas e biológicas) que facilitam o trabalho de escultura e permitem grande diversificação nas suas aplicações. As esculturas setecentistas em cedro, como todo material orgânico, são vulneráveis às variações das condições ambientais (principalmente referentes a mudanças de umidade e temperatura), por isso requerem cuidados especiais quando são retiradas do seu ambiente de origem para serem expostas em outros locais.

O controle do microclima do ambiente, ao qual as obras ficam expostas, está diretamente ligado ao conhecimento das alterações físicas da madeira na qual a peça foi construída.

Diante desse contexto, propõe-se uma análise do comportamento higroscópico do cedro em função da variação da umidade relativa (UR). Nesse sentido, o objeto deste trabalho encontra-se relacionado com a história da técnica construtiva das esculturas coloniais mineiras, com o estudo das tipologias de degradação em função da movimentação mecânica do cedro, com os

ensaios laboratoriais realizados com essa madeira (em parceria com o departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais) e com a estimativa de flutuações permissíveis de umidade relativa adequadas a essa tipologia de material.

MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Guichen e Tapol^[2], para estimar níveis de UR apropriados à conservação de objetos culturais é necessário, primeiramente, a observação de quatro critérios básicos: estudo da técnica de fabricação do objeto; identificação da natureza do material de que o objeto é constituído; análise das condições climáticas do local de exposição dos objetos; análise das tipologias de degradação.

Tais critérios são determinantes para que as instituições responsáveis pela guarda de bens culturais não adotem normas de controle climático determinadas por padrões descritos, na literatura básica de conservação preventiva, de forma indiscriminada.

Este projeto foi organizado seguindo os critérios propostos por Guichen e Tapol (1998), acrescentando a eles a realização de experimentos que determinam o teor de umidade a caracterização elástica do cedro submetido a variações de umidade relativa e a observação do comportamento higroscópico das amostras, em cedro, preparadas com a técnica do douramento aquoso, com cera de abelha, cera microcristalina e Osmocolor.

Considerou-se que decisões corretas sobre a adoção de políticas de conservação preventiva devem ser baseadas em conclusões de estudos precisos, com a melhor confiabilidade possível, o que demanda a elaboração de parâmetros e normas de avaliação das medidas de conservação preventiva aplicadas para cada caso analisado.

Foi adotada uma abordagem interdisciplinar através da qual, além dos ensaios, estudaram-se aspectos históricos sobre a técnica escultórica setecentista, apresentou-se o conceito de umidade relativa, ressaltando a importância do conhecimento da carta psicrométrica como ferramenta indispensável na definição de flutuações permissíveis de UR nas coleções patrimoniais. Identificou-se a tipologia de construção dos locais que abrigam grande parte do acervo das esculturas coloniais mineiras relacionando-a à influência que exerce na dinâmica climática desses edifícios; após a definição do local da obra, analisamos as tipologias de degradação das esculturas causadas pela movimentação mecânica do cedro em função da variação de UR através da análise comparativa entre 71 (setenta e uma) esculturas policromadas esculpidas em cedro.

A madeira cedro (*cedrela sp*) utilizada nos experimentos foi originária da cidade São João Evangelista, Minas Gerais, tendo idade aproximada de 21 anos.

Toda a metodologia experimental seguiu, no geral, as normas técnicas prescritas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) -- NBR 7190/97^[3]; as análises de estudos publicados na área de conservação preventiva sobre as propriedades mecânicas dos objetos (feitos em madeira policromada e dourada) em função das flutuações de umidade relativa e dos ensaios realizados por cientistas da conservação para avaliar o uso de barreiras hidro-repelentes em madeiras.

RESULTADOS

O ganho de umidade de uma determinada escultura, em madeira, causa o seu inchamento e a perda causa retração; essas variações volumétricas e dimensionais diferem segundo o plano de corte do tronco^[4]. São três as direções geométricas da madeira definidas pelo corte: o transversal, que é perpendicular ao eixo do tronco; o radial obedece a um plano longitudinal que se estende pelo eixo do tronco e o tangencial paralelo ao eixo do tronco.

Uma escultura em cedro apresenta estes três planos de corte e talhos intermediários entre eles, além disso, também é composta geralmente pela união de dois ou mais blocos cujas

respectivas fibras podem apresentar direções de corte opostas uma a outra. Essa técnica de construção aliada à característica anisotrópica da madeira determina as tipologias de degradação das esculturas que se manifestam principalmente das seguintes formas:

- Danos ao suporte: rachaduras, fissuras, deformações (empenamentos e nós), separações dos blocos constituintes das esculturas, desprendimentos de cravos e ou pinos, travamentos de articulações (nas esculturas de vestir);
- Danos à camada pictórica: craquelês e perdas do estrato pictórico.

Nas esculturas analisadas observamos que existe a predominância da utilização do tronco no sentido vertical. Longitudinalmente, a madeira é formada, principalmente, por fibras que não absorvem umidade; assim sendo, a movimentação mecânica nessa direção é mínima --- portanto, o comprimento de uma escultura não varia muito quando perde ou ganha umidade.

Os efeitos da contração e dilatação na madeira são sentidos de uma forma mais intensa na direção perpendicular (tangencial e radial). As rachaduras e fissuras, portanto, ocorrem, sobretudo, no sentido do centro (área da medula) para a região externa abrindo-se em forma de “V” devido à prevalência da contração tangencial sobre a radial quando perde umidade para o ambiente^[5]. Nas esculturas ocadas, verifica-se também essa mesma tendência no posicionamento das rachaduras e fissuras.

As rachaduras e fissuras podem ser superficiais, ou seja, ocorrendo apenas nas regiões periféricas da escultura ou mais profundas.

Deformações nas esculturas, de forma côncava ou convexa, chamadas de empenamentos, podem ocorrer nos blocos das esculturas cortados em forma de tábua (como os tampos feitos para cobrir a área aberta na parte posterior da peça para ocá-la ou as bases de espessura fina presentes principalmente nas esculturas de roca).

Esse tipo de corte, devido à anisotropia da madeira, tende a encurvar-se com o lado côncavo oposto à face policromada, porque durante a troca de umidade com o ambiente o estrato posterior tende a absorver ou eliminar umidade mais rapidamente que o anterior, com policromia.

A separação dos blocos das esculturas é devida à anisotropia da madeira, cuja tensão mecânica é potencializada nessas áreas de união, especialmente, quando os blocos são de procedências diversas do tronco, ou seja, com cortes que apresentam perfis da direção da fibra opostas (tendo, conseqüentemente, trabalho de contração e dilatação diferentes). Essa diferença também pode provocar rachaduras. No caso das ligações dos blocos feitas com pinos de madeira ou cravos eles também podem soltar-se, principalmente, nas esculturas que são submetidas a ciclos constantes de variações de umidade.

As articulações das imagens de vestir, geralmente, travam com a movimentação da madeira em função da absorção de umidade. Não se identificou nenhuma escultura com indícios de defeitos derivados da presença de nós ou nódulo; como o cedro adulto é uma árvore de tronco longo, com ramos e galhos predominantemente na parte superior (copa), presume-se que essa característica facilitava o uso principalmente do tronco, conseqüentemente, livre de nós. Porém, como as esculturas são policromadas e impedem a visão geral do lenho, não se eliminou a probabilidade da existência de esculturas com nós.

É importante salientar também que as esculturas feitas com a utilização do cerne e alborno são mais propensas a deformações, porque a madeira do alborno é mais susceptível às variações de umidade do que a do cerne (e essas diferenças de tensões promovem danos com maior rapidez).

Todas as esculturas estudadas apresentavam a policromia com craquelês e desprendimento. A causa desse tipo de dano não deve ser atribuída apenas ao envelhecimento do pigmento os chamados craquelês de idade, mas também ao comportamento higroscópico da madeira no transcorrer do tempo. Verificou-se que todo o tipo de craquelê resultante da deformação da

madeira (contração ou dilatação) atinge todas as camadas da policromia.

Foram identificadas as seguintes tipologias de craquelês :

- craquelê paralelo à fibra da madeira: ocorre principalmente nas áreas das esculturas com a madeira talhada no sentido longitudinal e sem ondulações, como é encontrado, geralmente, na parte de trás das esculturas feitas para serem expostas em altares.
- craquelê perpendicular à fibra da madeira: ocorre principalmente nas áreas que possuem ondulações como, por exemplo, nas representações do panejamento das vestes ou na face;
- craquelê de linha: ocorre sobre as áreas onde há deslocamento das junções de blocos (como no corte facial para a colocação dos olhos de vidro; encaixes dos braços ou nas áreas complementares do panejamento). O craquelê de linha também pode ser originado pela existência de pequenas fissuras no suporte.

Observou-se que as áreas das esculturas com espessura mais fina e as regiões de união dos blocos constituintes da peça são as mais propensas a apresentarem perdas da camada pictórica em função da movimentação higroscópica do cedro. As perdas da policromia, nesse caso, concentram-se, principalmente, nas seguintes localidades da escultura: extremidades da testa, nariz, queixo, dedos das mãos e pés, das pregas e barras das vestimentas.

Para aumentar o tempo de preservação dessas esculturas é necessário minimizar os efeitos do comportamento higroscópico em função da variação da UR do ambiente no qual estão expostas. Isso pode ser alcançado conhecendo o comportamento higroscópico do cedro para estabelecer as flutuações permissíveis a esses objetos.

Para a realização dos experimentos com o cedro (para averiguar seu comportamento higroscópico) no Laboratório de Ciências da Conservação da escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) foi construído um equipamento denominado de câmara úmida que permitiu o controle da UR do ar, através da utilização de soluções salinas saturadas.

Os resultados obtidos foram usados para elaboração de gráfico que permitiu uma visualização geral da variação da massa do cedro em relação a alteração do seu teor de umidade. Nesse gráfico verifica-se que os intervalos da isoterma (entre 18% e 34% de UR acima de 60% de UR) apresentam uma inclinação mais acentuada. Essa tendência implica que, apesar de os valores de UE seguirem uma ordem crescente, o processo de adsorção do cedro é maior nesses intervalos.

A avaliação do teor de umidade do cedro (substrato) é importante para elaboração de um diagnóstico referente ao comportamento dessa espécie de madeira em função da UR. Contudo, como grande parte das esculturas são policromadas é necessário estudar, também, como o cedro se comporta em função dos estratos que o recobrem. Outra questão importante para ser analisada é o comportamento do cedro com base, bolo, douramento e camadas hidrófobas (cera microcristalina, cera de abelha e Osmocolor) apresentando áreas sem policromia expostas. Geralmente essas camadas hidro-repelentes são aplicadas em áreas da escultura não aparentes e que não apresentam policromia, como a parte interna do corte transversal da base, parte interna de junção de bloco e áreas posteriores não comprometendo a leitura histórico-estética da peça.

Devido a esse procedimento foi analisada também a eficiência desses produtos aplicados sobre uma face nua (transversal, radial ou tangencial) dos corpos-de-prova dourados. Os corpos-de-prova foram dourados para se avaliarem também o douramento como barreira a umidade.

Como não foi encontrada uma metodologia específica para analisarem esses fatores achou-se prudente fazer-se um estudo prévio de cada um deles para que se estabelecessem parâmetros que pudessem ser usados em ensaios futuros.

Através dos experimentos preliminares com o cedro revestido com camadas de proteção e

douramento observou-se que os corpos-de-prova com cera de abelha e cera microcristalina permaneceram estáveis frente à variação de 18% a 74% UR dentro da câmara.

As amostras recobertas com Osmocolor, mostraram que esse produto (como barreira higroscópica) foi eficiente apenas durante os ciclos 34% e 53% de UR. As amostras com douramento aquoso também permaneceram estáveis durante os ciclos 34% e 53% de UR. As amostras douradas e com camada de proteção (cera de abelha e microcristalina) permaneceram estáveis durante as variações de UR entre 18% a 53%.

Os resultados demonstraram que a metodologia usada para análise do comportamento higroscópico do cedro (em função do tamanho dos corpos-de-prova e das tipologias de camadas aplicadas sobre sua superfície) foi satisfatória, pois a variação de massa dos corpos-de-prova apresentou-se diferenciada, coerente com a bibliografia estudada sobre a propriedade hidrófoba do douramento, ceras e vernizes.

O experimento para obtenção do Módulo de Elasticidade do cedro foi realizado no Laboratório do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da UFMG.

Para o controle das umidades relativas do ar (as quais os corpos-de-prova foram submetidos) foi utilizada a Câmara climatização (máquina FANEM modelo 345).

Os resultados obtidos no Módulo de Elasticidade (MPa) do cedro apresentados em gráfico caracterizam a área entre os intervalos de variação de UR acima de 45% até 65% como uma provável zona de movimento elástico do cedro; conseqüentemente sem o perigo de danos plásticos que são irreversíveis. Contudo, deve-se ter o cuidado com o uso destas estimativas de UR previstas, neste estudo, de forma indiscriminada (uma vez que elas foram obtidas conforme a condição padrão pré-estabelecida para o ensaio, ou seja, para as condições de 30% a 80% de UR e temperatura de 25°C (ciclos climáticos com duração de 24 horas) e com os corpos-de-prova previamente aclimatados a 60% de UR.

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo geral estimar experimentalmente níveis de UR para a preservação de esculturas coloniais mineiras em cedro.

No desenvolvimento da pesquisa foram analisadas através do estudo comparativo, degradações mecânicas de 71 esculturas em cedro, douradas e policromadas, pertencentes ao acervo do Museu Arquidiocesano de Arte Sacra de Mariana localizado em Mariana, Minas Gerais. Os resultados apontaram a recorrência de danos como craquelês e rachaduras que caracterizam tipologia de danos provenientes da movimentação higroscópica do cedro.

Considerou-se que as esculturas que são transferidas do seu ambiente de origem para serem expostas em outros locais, apresentam um grande potencial para sofrerem danos mecânicos em função da mudança de UR. É importante avaliar o teor de umidade de equilíbrio do cedro para verificar sua compatibilidade com as médias de UR do local a que se destina.

Conseguiu-se estabelecer o teor de umidade de equilíbrio do cedro, em função das variações de umidade relativa (UR) entre 18% a 74%, o que torna possível um planejamento seguro do controle das flutuações climáticas no ambiente em que esculturas em cedro ficam expostas a tais mudanças de umidade.

Desenvolveu-se uma metodologia analítica específica para avaliação do comportamento higroscópico das esculturas coloniais mineiras em cedro, em função da presença de base de preparação, bolo, douramento e camadas hidrófobas, que poderá ser empregada em estudos futuros podendo ser ampliadas as possibilidades de gerenciamento dos ambientes de exposição das esculturas que apresentam essas variantes.

Levando em conta as condições experimentais e os resultados obtidos nos ensaios do desenvolvimento da caracterização elástica do cedro submetido a mudanças de UR, foram apontadas as flutuações de umidade entre 45% e 65% como estimativas de UR em que o

potencial de risco para a ocorrência de deformações plásticas às esculturas em cedro é possível de ser controlado. Outra importante contribuição da pesquisa foi a construção de um equipamento de baixo custo, denominado de câmara úmida, para obtenção de umidades relativas controladas. O uso da câmara úmida demonstrou sua adequação e eficiência no levantamento de isotermas de equilíbrio.

Cabe lembrar, também, a necessidade de se ampliar este trabalho com novos estudos que nos ajudem a compreender melhor, não somente o comportamento higroscópico do cedro (em função das camadas sobre a sua superfície), mas também o comportamento físico e mecânico dos estratos constituintes da camada pictórica, para se fazer uma avaliação mais precisa sobre as medidas de conservação preventiva adequadas ao contexto do objeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lisboa, P. [1]

1994 *Uma madeira muito usada no barroco mineiro*. In: *Ciência Hoje*, v.117, n.97, p.18-20.

Guichen, G. y B. Tapol [2]

1998 *Climate Control in Museuns*. Rome: ICCROM, s/p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas - ABNT. NBR 7190. [3]

1997 *Projeto de estruturas de madeira*. Rio de Janeiro.

Fischesser, B. [4]

1981 *Conhecer as árvores*. Guaíba: Coleção EUROAGRO, 275 .p

Perusini, G. [5]

1994 *Il restauro dei dipinti e delle sculture lignee: storia, teorie e tecniche*. 2 ed. Udine: Del Bianco Editore, 303 p.



A PRESERVAÇÃO DE SÍTIOS RUPESTRES NO AGRESTE DE PERNAMBUCO (BRASIL): UMA ANÁLISE PETROLÓGICA

Claristella Santos¹, Lucila Ester Prado Borges², Mariano Gorki²,

Sergio Pacheco Neves², Tania Andrade Lima³

¹ NEI/UFPE

claristella@gmail.com

² DGEO/UFPE

ester@ufpe.br

gm@ufpe.br

serpane@hotmail.com.br

³ Museu Nacional /UFRJ

talima@infolink.com.br

RESUMO

Um dos grandes problemas relativos à preservação de sítios rupestres no Nordeste semi-árido do Brasil é a ação do intemperismo, em particular o deslocamento (esfoliação esferoidal). Neste trabalho apresentamos um estudo desse fenômeno em rochas graníticas, em uma área onde foram registrados 54 sítios arqueológicos: os municípios de Brejo da Madre de Deus, Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe, Tacaimbó e Jataúba.

Observou-se que 87% dos suportes rochosos sofreram esse tipo de ação, o que requer reflexão sobre possíveis estratégias destinadas a minimizar o problema, de maneira a contribuir para a longevidade de sítios arqueológicos.

A análise petrológica identificou na área a ocorrência de 3 tipos de rochas: biotita granito e diorito a quartzo monzodiorito, presente nas maiores altitudes da área; e hornblenda biotita quartzo monzonito nos vales. As rochas que constituem os vales apresentam um teor menor de quartzo (mineral bastante resistente ao intemperismo) e mostram a presença de anfibólios (grupo de minerais que ocupam os últimos graus de estabilidade, segundo a Série de Goldich). Esses fatores contribuem para uma maior velocidade de intemperismo. Portanto, embora toda a área tenha sido submetida às mesmas condições, as rochas de menor resistência ao intemperismo sofreram, evidentemente, mais rápida alteração.

A partir dessa interpretação petrológica, pretende-se oferecer um diagnóstico dos suportes mais vulneráveis ao deslocamento/destruição das pinturas rupestres e sua interrelação com a variação da amplitude térmica. Essas conclusões primárias levam a uma busca de soluções que irão demandar um estudo interdisciplinar. O objetivo é encontrar soluções não apenas reparadoras para painéis rupestres deslocados, mas, sobretudo, de natureza preventiva, com vistas a minimizar esse tipo de ação física sobre os sítios arqueológicos e desta forma contribuir para a sua preservação no Nordeste do Brasil.

INTRODUÇÃO

Em cinco municípios do Agreste pernambucano foram registrados 54 sítios rupestres, cuja base rochosa pertence à família dos granitóides. Em 87% desses sítios os painéis rupestres sofrem a ação de um agente natural comum nesse tipo de suporte petrológico: a esfoliação esferoidal. Este artigo surgiu do propósito de buscar uma explicação para elucidar as causas das diferenças entre o estado de preservação de alguns painéis rupestres, em relação a outros, associando tais informações aos suportes utilizados.

Procurou-se investigar o que vem sendo desenvolvido no Brasil em termos de preservação de sítios rupestres, de maneira a buscar subsídio para o conhecimento do que vem sendo realizado para tentar deter a continuidade dos impactos naturais sobre as pinturas, considerando suportes de outra natureza litológica. Nesse sentido, destacamos aqui a grande importância dos trabalhos de conservação que vêm sendo empreendidos por Lage^[1,2] nos sítios rupestres sobretudo do Parque Nacional da Serra da Capivara.

A compreensão da esfoliação esferoidal, que é diferente nos distintos suportes rupestres, é um caminho para o desenvolvimento de estudos para as situações diferenciais de preservação.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA ÁREA EM ESTUDO

O Agreste é uma zona fisiográfica situada no Nordeste do Brasil e que no Estado de Pernambuco ocupa 25% do seu território geopolítico (Figura 1). Trata-se de uma área de

transição entre a Zona da Mata e o Sertão, apresentando de um modo geral solo pedregoso, com vegetação constituída por caatinga e mata serrana. Por ser uma zona de transição, apresenta localmente certas características climático-vegetacionais de ambas. A principal feição geológica da região é a Província Borborema que constitui um marco na porção leste, onde estão as terras mais úmidas (Zona da Mata), enquanto no lado oeste o clima vai ficando cada vez mais seco (Sertão).

A Província Borborema é caracterizada por zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais de direção E-W e dextrais e sinistrais de direção N-NE e NE-SW, sendo separadas em faixas de dobramentos e zonas tectonicamente mais estáveis. A estas zonas de cisalhamento foi associado intenso magmatismo granítico e metamorfismo de alto grau^[3, 4, 5]. Estas atividades foram datadas por métodos diversos entre 550 e 590 Ma^[6, 7, 8, 9, 10]. O magmatismo granítico foi bastante intenso em grande parte desta região é formada por afloramentos de rochas graníticas com feições típicas de erosão por esfoliação esferoidal e colapso de blocos.

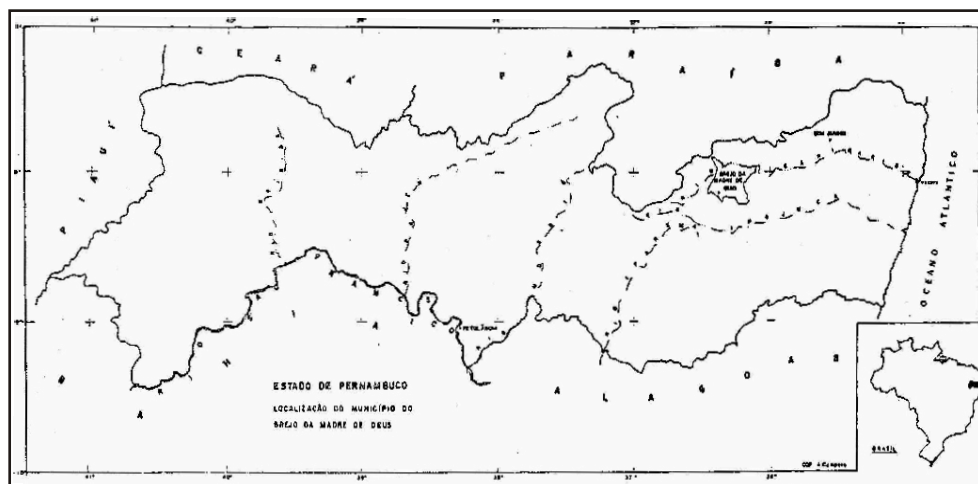


Figura 1. Mapa de localização do Agreste Pernambucano (Fonte: Lima, 1985)

OS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS NO VALE DE FAZENDA NOVA

Em relação à região do Brejo da Madre de Deus, o primeiro trabalho que chama a atenção sobre a situação do estado de preservação dos sítios rupestres é Lima^[11], deixando claro que tanto os impactos naturais como os antrópicos, além de questões teóricas, constituem um obstáculo ao estudo dos registros rupestre no agreste pernambucano.

Precisamente neste trabalho tomamos como base de estudo o Vale de Fazenda Nova, por apresentar situação litológica variada, além da representatividade de sítios rupestres, um total de 24, face a sua posição na litologia da área. Enfatizamos aqui que o conhecimento das propriedades petrológicas dos seus suportes e preferentemente dos aspectos climáticos da região, nos fornece uma visão excepcional de alguns fatores causais dos impactos físico-químicos produzidos, possibilitando uma reflexão acerca dos aspectos preservacionistas a serem implementados. Esse estudo, que tem sido ampliado pelos autores deste trabalho para outras litologias em sítios rupestres, revela um caráter preditivo no que tange especificamente a relação entre sítios dessa natureza e a respectiva litologia. O conhecimento das propriedades petrológicas dos suportes dos sítios rupestres, e preferentemente, dos aspectos climáticos da região, nos fornece uma visão excepcional de alguns fatores causais dos impactos físico-químicos produzidos, possibilitando uma reflexão acerca dos aspectos preservacionistas a serem implementados.

A PETROLOGIA DOS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS

O corpo ígneo que ocorre na área pertence ao batólito Caruaru-Arcoverde^[12, 13]. Trata-se de uma rocha de composição quartzo monzonítica a granítica de granulação grossa, localmente porfirítica.

Os tipos litológicos (rochas) que constituem os sítios estudados são, segundo a classificação de Streckeisen^[14], denominados de biotita granito e diorito a quartzo monzodiorito, presente nas maiores altitudes da área e hornblenda biotita quartzo sienito, este último constituinte do vale.

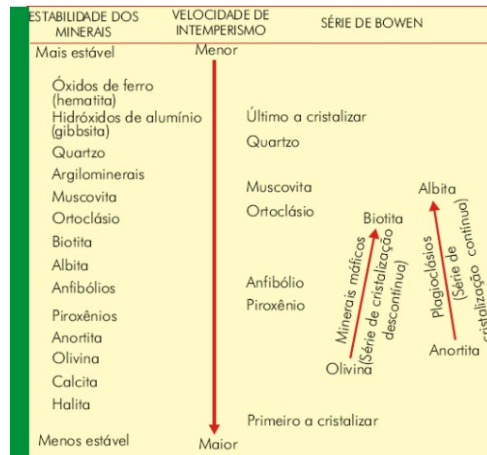


Tabela 1. Série Goldich (Fonte: Teixeira et al. Decifrando a Terra, S. Paulo: Oficina de Textos, 2000)

hornblenda, mineral do grupo dos anfibólios (grupo de minerais que ocupam os últimos graus de estabilidade, segundo a Série de Goldich). Esses fatores contribuem para uma maior velocidade de intemperismo, explicam a freqüente observação de cavidades nos abrigos situados nessas litologias e justificam que os vales onde esses sítios estão situados foram formados a partir da ação intempérica físico-química. Portanto, embora toda a área tenha sido submetida às mesmas condições, as rochas de menor resistência ao intemperismo sofreram, evidentemente, mais rápida alteração.

PROPOSTAS DE CONSERVAÇÃO E LIMITES NATURAIS

A preservação de sítios rupestres é uma questão que envolve grande complexidade, pois não implica apenas aspectos relacionados aos instrumentos legais, institucionais ou de educação patrimonial. Poderíamos enumerar aqui diversos outros elementos que, no conjunto, formam um complexo que interfere diretamente para que um testemunho rupestre perdure por longo tempo. Contudo, um dos principais aspectos inerentes à preservação de pinturas e ou gravuras rupestres envolve o suporte utilizado pelos grupos pré-históricos para a realização dos registros e, evidentemente, as condições climáticas e resistência às intempéries da base e do pigmento usados para gravar e/ou pintar.

No Brasil, podemos asseverar que poucas são as medidas físico-químicas utilizadas na preservação dos sítios rupestres a fim de minimizar os impactos naturais. Estudos específicos nessa linha vêm sendo desenvolvidos por Conceição Lage^[1], principalmente no Parque Nacional da Serra da Capivara e no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Nordeste do Brasil.

Lá, os sítios têm sido atingidos principalmente por fatores de ordem climática ou por agentes

naturais como ninhos de insetos. Contudo, Lage vem desenvolvendo ações de conservação em sítios da região desde 1985.

Procedimentos sistemáticos de limpeza de painéis rupestres tiveram início a partir de 1991, favorecendo cerca de 250 sítios rupestres que desde então vêm sendo acompanhados. A metodologia empregada na limpeza dos suportes parietais dos sítios vem sendo desenvolvida desde observações locais a microscópicas, envolvendo: “estudo de camadas estratigráficas, testes microquímicos, análises espectrométricas I.V., Raman, Fluorescência X até Microscopia eletrônica de varredura^[1]”.

O processo envolve o diagnóstico sobre a condição de conservação dos sítios rupestres; análise dos pigmentos usados nas pinturas; identificação da base rochosa utilizada em termos de composição e, finalmente, a interferência, se necessária, podendo variar desde a limpeza à consolidação do suporte pictórico.

Chegamos agora ao que nos interessa de forma direta neste trabalho. No caso dos sítios rupestres cuja base pertence à família dos granitóides, cremos que as ações mais urgentes dizem respeito, em grande parte dos casos, à consolidação do suporte das pinturas. Conforme já mencionamos, a esfoliação esferoidal é um fenômeno que atinge seriamente as pinturas no Vale de Fazenda Nova.

A principal causa da esfoliação esferoidal em regiões semi-áridas é atribuída principalmente à amplitude térmica. Assim, a diferença de temperatura dia/noite paulatinamente vem atingindo de forma dramática vários painéis rupestres. No caso dos granitóides menos estáveis, com maior velocidade intempérica, de acordo com a Série de Goldich, há casos em que o painel, quando atingido pela esfoliação, não resiste ao mínimo toque, podendo esfacular-se rapidamente.

No caso dos granitóides, um outro aspecto a ser comentado diz respeito a duas de suas propriedades: a) baixa permeabilidade e; b) má condução de calor. Com isso, queremos dizer que: em condições de amplitudes térmicas consideráveis, o calor acumulado durante o dia é lentamente liberado à noite, quando as temperaturas são mais baixas. Conseqüentemente, a esfoliação torna-se mais rápida.

Uma outra questão refere-se ao início do processo de deslocamento. Se o processo de esfoliação começa a atingir parte de um painel rupestre, caso o mesmo esteja exposto a outros agentes naturais como a chuva, por exemplo, poder-se-á acumular água, poeira e ainda se desenvolver algum tipo de vegetação na frincha entre a área a ser deslocada e o suporte, acelerando ainda mais o deslocamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

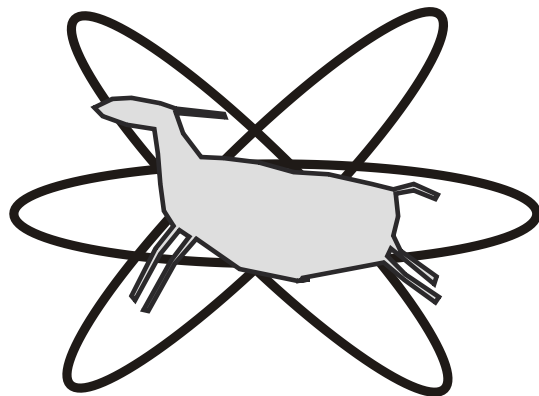
Pelas razões apontadas acima, cremos que são prementes medidas que detenham ou, no mínimo, retardem a esfoliação esferoidal. O estudo dos fatores que acarretam esse processo e a identificação dos suportes, a partir do diagnóstico petrológico, já constitui um grande passo para o desenvolvimento de ações preventivas. Ou seja, permite dizer que sítios serão mais provavelmente afetados, de tal forma que trabalhos preventivos possam ser direcionados para eles.

A capacidade de prever que sítios estarão mais expostos à degradação e procurar, tanto quanto possível, controlá-la é um passo significativo. Nesse caso, medidas já testadas em suportes graníticos devem ser aplicadas. Referimo-nos à consolidação e manutenção dos painéis rupestres sujeitos à ação intempérica e, especialmente, ao processo de esfoliação.

Portanto, apontamos aqui que esta pesquisa nos permite prever, através do estudo petrológico, que, no âmbito da família dos granitóides, é possível prognosticar quais sítios merecerão monitoramento constante para retardar a degradação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lage, M.C.S.M. [1]
- 2002a Contribuição da arqueoquímica para o estudo da arte rupestre. In: **Fumdamentos**. Fundação Museu do Homem Americano. V. 1, n. 2. São Raimundo Nonato Piauí, (255-264).
- Lage, M.C.S.M., P. Hugon y M. Marques [2]
- 2003 Os pigmentos pré-históricos de grafismos rupestres do sertão central do Ceará: análise química e reconstituição da técnica de realização. In: **Fumdamentos**. Fundação Museu do Homem Americano. V. 1, n. 3 São Raimundo Nonato Piauí, (147-161).
- Caby, R., A.N. Sial, M.H. Arthaud y A. Vauchez [3]
- 1991 Crustal evolution and the Brasiliano orogeny in Northeast Brazil. In: R.D. Dallmeyer and J.P. Lécorché (Editors), *The West African orogens and circum-Atlantic correlatives*. Springer, Berlim, pp. 373-397.
- Vauchez, A., S.P. Neves, R. Caby, M. Corsini, M. Egydio-silva, M.H. Arthaud y V. Amaro [4]
- 1995 The Borborema shear zone system, NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences** 8, 247-266.
- Neves, S.P. y G. Mariano [5], [12]
- 1997 High-K calc-alkalic plutons in NE Brazil: origin of the biotite diorite/quartz monzonite to granite association and implications for the evolution of the Borborema Province. **International Geology Review** 39, 621-638. [5]
1999. Assessing the tectonic significance of a large-scale transcurrent shear zone system: the Pernambuco lineament, northeastern Brazil. **Journal of Structural Geology** 21, 1369-1383. [12]
- Monié, P., R. Caby y M.H. Arthaud [7]
- 1997 The Neoproterozoic Brasiliano orogeny in northeast Brazil: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and petrostructural data from Ceara. *Precambrian Research* 81, 241-264.
- Corsini, M., *et. al.* [8]
- 1998 Thermal history of the Pan-African/Brasiliano Borborema Province of northeast Brazil deduced from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analysis. **Tectonophysics** 285, 103-117.
- Neves, S.P., S.C. Melo, C.A.V. Moura, G. Mariano y J.M.R. Silva [10]
- 2004 Zircon Pb-Pb geochronology of the Caruaru area, northeastern Brazil: temporal constraints on the Proterozoic evolution of Borborema Province. **International Geology Review** 46, 52-63.
- Lima, J.M.D. y A.B. De E Nascimento [11]
- 1992 A fragilidade dos estudos de arte rupestre em Pernambuco. **Revista Symposium**, 34(2), jul/dez, 196-210, Recife.
- Neves, S.P., A. Vauchez, y G. Feraud [13]
- 2000 Tectono-thermal evolution, magma emplacement, and shear zone development in the Caruaru area (Borborema Province, NE Brazil). **Precambrian Research** 99, 1-32.
- Streckeisen LeMaitre [14]
- 1976 - 1989 in HIBBARD, M. J. 1995. *Petrography to petrogenesis*. Pub. Prentice-Hall Inc, New Jersey.



PROSPECCIÓN



APLICACIÓN DE GRP PARA EL ESTUDIO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE LOS TETELES DE OCOTITLA, TLAXCALA, MÉXICO

Denisse L. Argote Espino¹, René E. Chávez Segura¹, Pedro A. López García²

1 Departamento de Exploración Geofísica, Instituto de Geofísica-UNAM

efenfi@yahoo.com

exprene@igeofcu.unam.mx

2 Centro INAH-Tlaxcala

dplopez@prodigy.net.mx

RESUMEN

Se realizó un estudio geofísico en el sitio arqueológico de Los Teteles de Ocotitla, estado de Tlaxcala, utilizando la técnica de Radar de Penetración Terrestre y Campo Total Magnético, con el fin de localizar estructuras arquitectónicas enterradas que pudieran ser de interés para futuras excavaciones. El sitio está compuesto por varias terrazas con señales de ocupación prehispánica, de posible influencia teotihuacana, de las cuales se estudiaron principalmente tres. En la terraza M5 se registró un grupo de anomalías que podían indicar la posible presencia de una de las tumbas excavadas por García Cook en 1974. En la terraza M1 se muestran dos anomalías aparentemente conformando dos muros derrumbados, así como un piso por debajo de ellos; así mismo, se registra una anomalía que corresponde probablemente a una tumba. Los resultados arrojados en esta investigación muestran la viabilidad de los métodos geofísicos, como el radar, para la prospección arqueológica previa a la excavación.

INTRODUCCIÓN

El sitio arqueológico de los Teteles de Ocotitla está localizado en una zona rural en la porción central de la Sierra de Ocotitla, al noreste del Volcán de la Malinche, dentro del estado de Tlaxcala, al centro de México (Figura 1). En el sitio se observa la presencia de varios montículos, los cuales corresponden a los restos de pequeñas pirámides. Un camino de terracería que cruza por el centro de este sitio ha destruido parcialmente restos de pirámides, por lo que se pueden ver expuestos algunos de los muros y los pisos. La sierra, dentro de la cual está ubicado el sitio, constituía un paso obligado en épocas prehispánicas entre el Valle de México y la zona del Golfo de México, por lo que poseía gran importancia como centro regulador del tránsito comercial.

En su mayoría, este sitio está compuesto por varias terrazas artificiales con evidencia de ocupación humana, probablemente contemporáneo al período teotihuacano. Una de las terrazas superiores fue excavada por el arqueólogo García Cook y su equipo en la década de 1970, encontrando una tumba que contenía alrededor de 300 ofrendas (García, 1996). Él reportó que la tumba tenía la forma de un cuarto rectangular, cuyo material de construcción estaba conformado por lajas de toba andesítica, roca característica de la región. Actualmente, las terrazas aún se mantienen planas debido a que siguen siendo usadas para la agricultura, por lo que presentan surcos ocasionados por el arado tradicional. Debido a que este sitio cumplía con todos los requisitos, tanto de importancia cultural como de accesibilidad, se llevó a cabo un estudio geofísico con el fin de localizar estructuras arqueológicas enterradas, como tumbas, habitaciones, etc. Las características físicas de este sitio permitieron el diseño de una rápida investigación aplicando los métodos de GPR y, posteriormente, de Magnetometría.

ENCLAVE GEOLÓGICO

En el sitio se encuentran rocas de volcánicas y origen lacustre de Terciario. La Figura 1 muestra una geología simplificada de la porción NE del estado de Tlaxcala (INEGI, 2006). Las rocas volcánicas son basaltos y tobas de composición andesítica. Extensiones reducidas de rocas sedimentarias se registran en las partes inferiores de las laderas de la Sierra, constituidas principalmente por conglomerados y aluviones. La estratigrafía de esta porción del estado está conformada por depósitos del Terciario de rocas andesíticas, los cuales están ampliamente distribuidos dentro del eje del Cinturón Volcánico Transmexicano, el cual corta por la mitad

al territorio mexicano en dirección E-W. El Cuaternario está representado por depósitos basálticos distribuidos como flujos volcánicos y conos cineríticos. El Volcán La Malinche, que se encuentra localizado al S de la ciudad de Huamantla, es un ejemplo de esto. La toba andesítica del período plesitocénico está ampliamente distribuido y forma las tierras bajas que se extienden por la mayoría del estado de Tlaxcala.

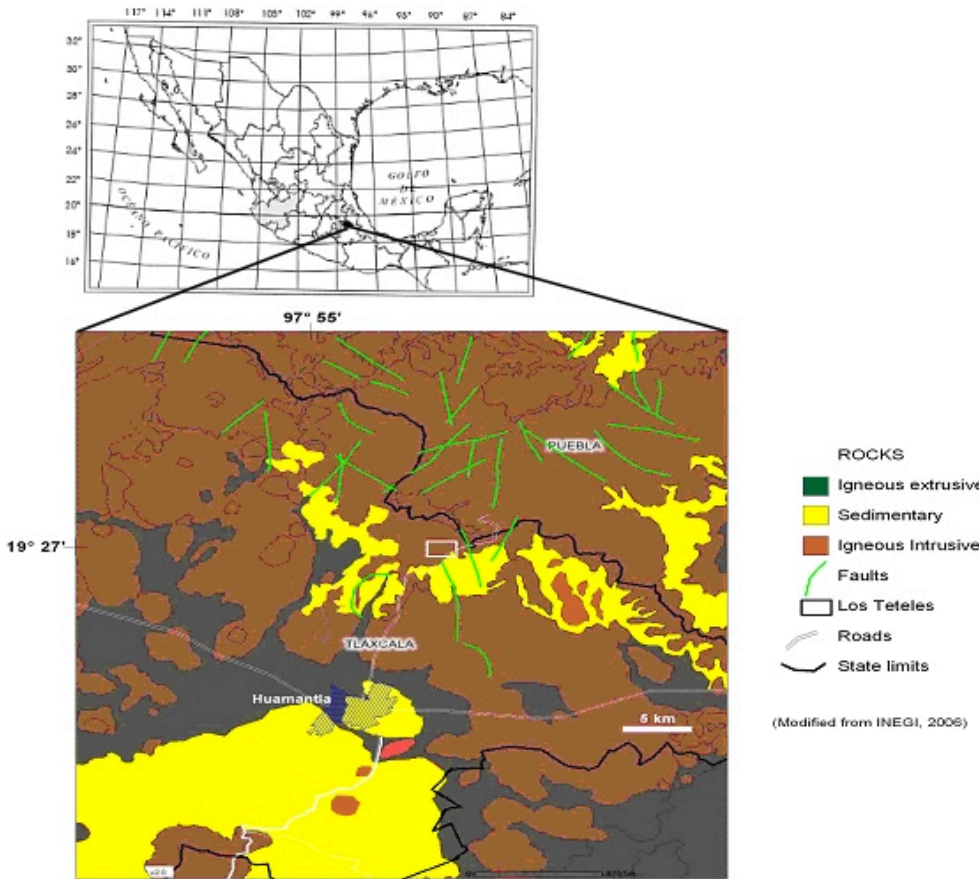


Figura 1. Localización del sitio arqueológico (rectángulo rosa) y geología simplificada de la porción NE del estado de Tlaxcala tomada de INEGI (2006)

ESTUDIO GEOFÍSICO

Para trabajar con el radar se seleccionaron tres terrazas principales (Figura 2). Una terraza extra, localizada a la orilla del camino de terracería por lo que presentaba muros expuestos, se utilizó para la calibración y confirmación del buen funcionamiento del equipo con los parámetros seleccionados. Las otras tres terrazas (**M1**, **M3** y **M5**) fueron seleccionadas para realizar el estudio geofísico detallado por tener las condiciones adecuadas para el mismo, como un terreno relativamente plano que permitiera el paso del radar así como la presencia de material arqueológico de superficie. Cabe mencionar que la terraza M5 corresponde al área investigada por García Cook (1996).

El Radar de Penetración Terrestre (GPR), es una técnica de prospección geofísica basado en la emisión de impulsos electromagnéticos, que se transmiten en el subsuelo mediante una antena transmisora en la superficie. Las reflexiones de estas señales son detectadas por una antena

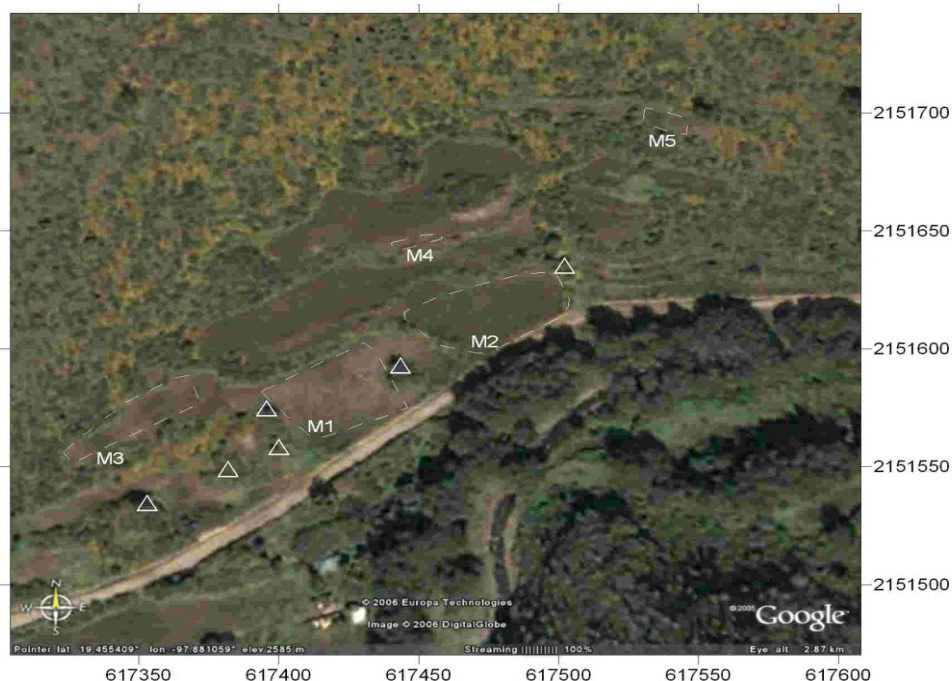


Figura 2. El área de estudio se encuentra en una serie de terrazas artificiales (M1 a M5). Los triángulos muestran la ubicación de los restos de las pirámides. En la terraza M5 fue donde García Cook (1996) realizó el hallazgo de la tumba antigua (imagen generada por Google-Earth, 2006)

receptora. Estas señales generan una serie de registros de ondas electromagnéticas reflejadas en un perfil de espacio-tiempo que definen las características estratigráficas del subsuelo y las anomalías geológicas en el mismo (Annan, 1996). Al desplazar la antena sobre la superficie se registra el conjunto de reflexiones producidas, con lo que se obtiene una imagen bidimensional de las reflexiones bajo la línea de prospección.

La instrumentación utilizada para esta prospección consistió en un sistema mono-estático SIR-2000 de Geophysical Survey System Inc. (GSSI, 1997) y una antena con frecuencia central de 270 MHz, modelo 5104. La frecuencia de operación es uno de los factores que determinan la resolución y penetración de los objetivos a investigar en un estudio de GPR.

En la terraza **M5** se llevaron a cabo tres perfiles, dos en dirección Este-Oeste de 24 m de largo y 3 m de separación entre ellas, y uno perpendicular en dirección Norte-Sur de 9 m de largo que cruzaba una anomalía detectada en los primeros perfiles horizontales. En la terraza **M3** se realizaron 5 perfiles en dirección NE-SW de 55 m de largo, cubriendo toda la longitud de la terraza, y 6 perfiles perpendiculares en dirección NW-SE de 14 m de largo cubriendo la parte central de la terraza. En la terraza **M1** se realizaron 5 perfiles horizontales en dirección NE-SW de 30 m de largo y 7 perfiles verticales en dirección NW-SE de 12 m de largo. Esta terraza presentaba una elevación central y cierta inclinación que descendía en dirección de la carretera, motivo que impidió que se pudiera cubrir toda la terraza con el GPR en ese momento. Una vez obtenidos todos los perfiles en campo, se procedió a su análisis en laboratorio.

Los datos contienen ruido que impiden observar con certeza las anomalías que representan los datos reales. Por lo tanto, es necesario remover las frecuencias ruidosas así como otros tipos de artefactos. El procesamiento se compuso de tres partes: la edición de los datos, el filtrado y el realce del despliegue final. Finalmente, se creó un modelo tridimensional y super-

tridimensional de cada una de las terrazas. El modelo tridimensional simple interpola los datos de los perfiles que corren en la misma dirección, mientras que el modelo super-tridimensional interpola perfiles que corran en diferentes direcciones. A estos modelos se les puede dar una presentación en forma de isosuperficies, seleccionando el rango de tonos de color que representa a las amplitudes más altas, esto permite visualizar solo las anomalías de interés.

Además del GPR, posteriormente se realizó un estudio de campo magnético de alta resolución en las terrazas **M1**, **M2**, **M3**, **M4** y **M5**. El equipo empleado fue un magnetómetro GEM-GSM19W con una resolución de 0.0015 nT. Observaciones continuas fueron hechas a lo largo de transectos en dirección N-S. La posición de cada estación fueron obtenidas por medio de un GPS integrado a la consola del magnetómetro. Se registraron medidas cada 0.5 seg. Debido a que la investigación con magnetometría todavía está en la fase de procesamiento y obtención de resultados, aquí sólo se presentará una interpretación integrada de los datos de magnetometría con los de radar en las terrazas **M1** y **M5**.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la terraza **M5**, anteriormente excavada por García Cook, pueden ser observados en la Figura 3. El gradiente vertical magnético muestra varias anomalías, siendo la principal una anomalía dipolar localizada a la derecha del mapa (ver cuadrado en línea discontinua). Esta anomalía puede ser con la anomalía de GPR enmarcada con líneas discontinuas en el diagrama. Según los resultados, esta estructura mide aproximadamente 3x3m² y esta enterrada a 1m de profundidad. La geometría de la estructura asemeja a la de un pequeño cuarto, similar a la de la tumba reportada por Gacía Cook (1996).

Otra de las terrazas estudiadas fue la **M1** (Figura 4). Las observaciones de campo total magnético fueron adquiridas a los largo de los perfiles de GPR. La sección de GPR muestra diferentes estructuras relacionadas con probables muros, pisos y una figura parecida a un cuarto, similar a la inferida en la terraza **M5** (cuadrado discontinuo, T). El tamaño de esta anomalía es ligeramente mayor al de la terraza **M5** y la profundidad a la cima es menor a 1 m.

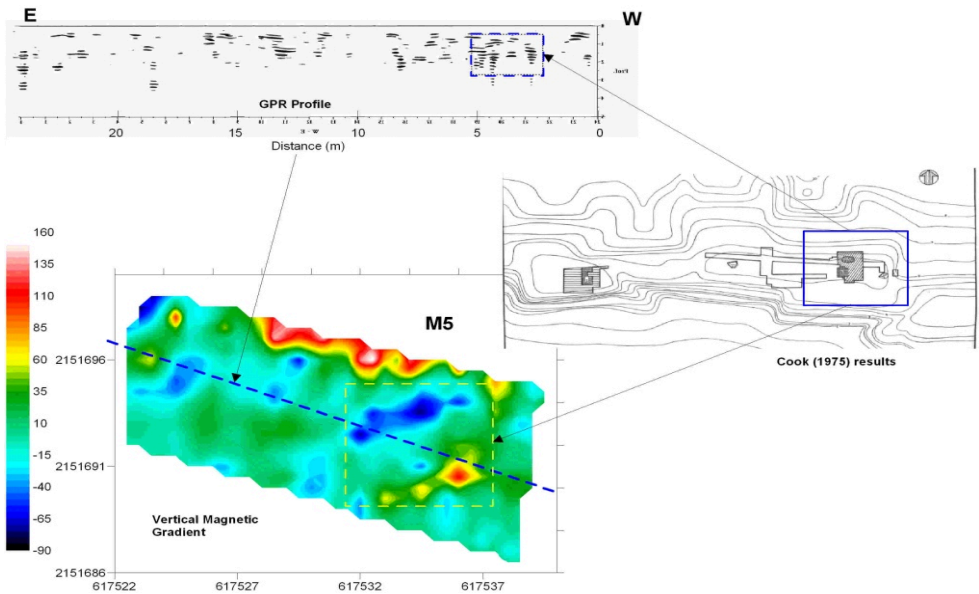


Figura 3. Resultados del gradiente vertical magnético (abajo) y el GPR (arriba) comparados con el plano de excavación (derecha) de García Cook (1996; García y Merino 1997)

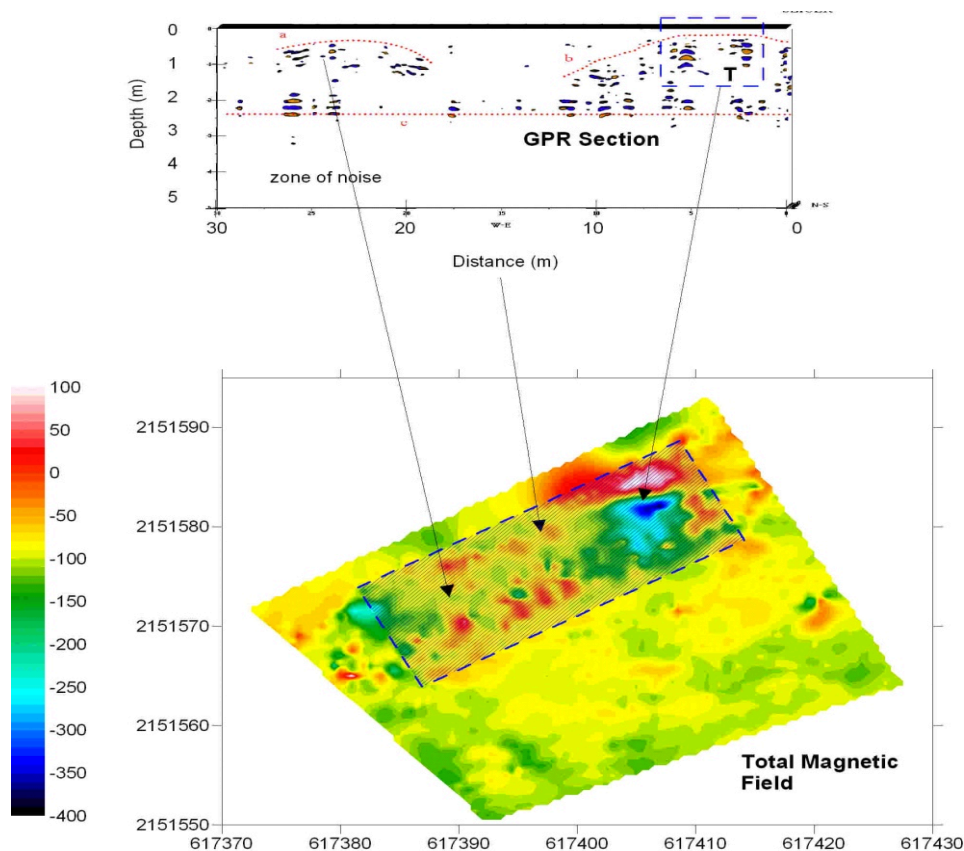


Figura 4. Resultados geofísicos obtenidos en la terraza M1. La posición de una posible tumba fue inferida en la sección de GPR (T) y el mapa de campo total magnético (observar las flechas)

El campo total magnético observado muestra una serie de anomalías interesantes. En particular, existe una correlación entre un grupo de anomalías de GPR con una figura magnética localizada en la porción NE de la terraza. Esta es una anomalía dipolar invertida, que generalmente es relacionada con huecos rodeados de material magnético (Arzate *et al.*, 1990), por lo que podría inferirse la posible presencia de otra tumba.

El mapa magnético muestra además una serie de anomalías a lo largo de un corredor de 30 m de largo y 10 m de ancho, aproximadamente. Esto puede deberse a la presencia de pisos prehispánicos o los restos de estructuras más complejas, como escalinatas. En el perfil de GPR también se puede notar la presencia de un rasgo horizontal (línea horizontal discontinua al fondo del perfil), lo que podría respaldar las interpretaciones hechas por los datos magnéticos.

CONCLUSIONES

En las líneas de GPR levantadas se encontró evidencia de elementos de posible interés arqueológico. Aunque no todas las anomalías registradas fueron muy evidentes (las hipérbolas no estaban muy marcadas), cabe notar que no se debe a la ausencia de material arqueológico sino a la baja reflectividad del mismo. Además, la poca compactación del suelo provocó una serie de rebotes de la señal que también afectan al registro de la misma en los radargramas. Aún así, las anomalías encontradas a través de la prospección geofísica permitieron ubicar posibles estructuras de interés arqueológico así como sus profundidades, así como definir tamaños y posibles geometrías. Estos datos son de utilidad para la interpretación de la función

del sitio de acuerdo a la distribución espacial de sus elementos, y puede servir como base para futuras excavaciones del sitio. La investigación aquí desarrollada nos muestra que, con una adecuada estrategia de investigación y conocimiento previo de la zona, la prospección geofísica en sitios arqueológicos dentro de medios rurales es eficaz y útil en la investigación arqueológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Annan, P.

1996 Ground Penetrating Radar, Workshop Notes, Sensor and Software

Arzate, J.A., E.L. Flores, R.E. Chávez, L.Barba y L. Manzanilla

1990 Magnetic prospecting for tunnels and caves in Teotihuacan, México: in S.H. Ward, ed., *Investigations in Geophysics 5 (SEG-USA): Geotechnical and Environmental Geophysics*, III, 155-162.

García Cook, A.

1996 El desarrollo cultural prehispánico en el norte del área, intento de una secuencia cultural: in: *Antología de Tlaxcala*, Ed. A. García-Cook y B. Merino **1**, 247-254.

GSSI

1997 Radan for Windows. Geophysical Survey System. Inc. pp 122.



PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN SAN IGNACIO MINÍ

V. Bongiovanni, N. Bonomo, M. de la Vega, L. Martino, A. Osella

Grupo de Geofísica Aplicada y Ambiental

Dpto. Física - FCEyN - Universidad de Buenos Aires - CONICET

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue realizar prospecciones geofísicas en distintos sectores del predio donde se encuentra ubicada la Misión Jesuítica de San Ignacio Miní, a fin de localizar posibles estructuras enterradas. Se aplicaron dos métodos de prospección, método geoeléctrico y método de inducción electromagnética de frecuencia variable, a fin de obtener tomografías eléctricas del subsuelo. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en dos sectores, uno ubicado en la zona correspondiente a la entrada, donde se encuentra en la actualidad el Centro de Interpretación y un sector ubicado en lo que en su momento funcionó como huerta de la Misión. A partir del análisis de los datos, se obtuvo para cada sector una distribución de anomalías que pueden ser asociadas con la presencia de posibles estructuras enterradas.

INTRODUCCIÓN

A partir de la aplicación de métodos de prospección eléctrica y electromagnética se pueden obtener con una adecuada interpretación conjunta de los datos, tomografías 2D y 3D de alta resolución del subsuelo, a partir de mediciones realizadas en superficie. Estos métodos son no invasivos y no destructivos y, por lo tanto, tienen amplias aplicaciones en temas ambientales, como por ejemplo, en detección de estructuras enterradas, caracterización y monitoreo de contaminantes, mapeos de sitios arqueológicos (e.g. Osella *et al.*, 2005, Linford, 2006).

Se analizaron cuatro sectores dentro del predio, actualmente cercado, donde se encuentran las ruinas de la Misión Jesuítica de San Ignacio Miní, en la Provincia de Misiones. En la Figura 1 se muestra un esquema del sitio donde se indican los sectores estudiados. Aquí se van a presentar resultados obtenidos en dos de las zonas: Sector 2, que abarca todo el jardín de entrada y el sector correspondiente a la Huerta.

En el presente trabajo se van a utilizar dos métodos, el método geoeléctrico y el método de inducción electromagnética (EMI). En ambos casos se caracterizan los materiales a partir de su resistividad eléctrica; por lo tanto, se busca obtener una imagen del subsuelo, que muestre las variaciones de la resistividad de la corteza tanto laterales como en profundidad, lo que permite detectar y caracterizar cuerpos o estructuras cuya resistividad difiera de las del medio circundante. Este mapa en profundidad de la resistividad eléctrica se denomina Tomografía Eléctrica. En tomografías 2D se consideran variaciones en los valores de resistividad del subsuelo tanto en profundidad como en una de las direcciones laterales, mientras que en los casos 3D se consideran las dos direcciones laterales y en profundidad.

Las mediciones electromagnéticas se realizaron con un equipo de perfilaje electromagnético multifrecuencial GEM-2 (Figura 2a) y para los perfiles Dipolo-Dipolo, se utilizó un resistímetro automático multielectrodo Saris 500 (Figura 2b).

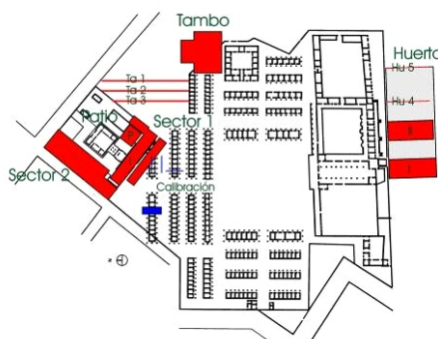


Figura 1. Las áreas sombreadas corresponden a las zonas estudiadas



Figura 2. (a) Equipo de perfilaje multifrecuencial GEM-2 y (b) Sistema de multielectrodos de adquisición de datos geoelectricos Saris

SECTOR 2

Una foto correspondiente al Sector 2 (ver ubicación en Figura 1), junto con la descripción de los sondeos realizados se muestra en la Figura 3.

En la Figura 4a se muestra una visualización de los datos obtenidos con el perfilaje electro-magnético, para cuatro frecuencias (mayor frecuencia, menor penetración en profundidad). Las anomalías resistivas se pueden identificar claramente. En la Figura 4b se muestra la tomografía eléctrica obtenida a partir de los datos geoelectricos adquiridos en la grilla señalada en la Figura 3b. También aquí se observa esa anomalía resistiva.



Figura 3. (a) Foto del Sector 2. (b) Las áreas sombreadas corresponden a las zonas relevadas con GEM. Las líneas rojas corresponden a perfiles dipolo-dipolo (indicadas como líneas L y T). Los “0” indican los comienzos de líneas. El área rosa indica la zona donde se realizó una tomografía 3D

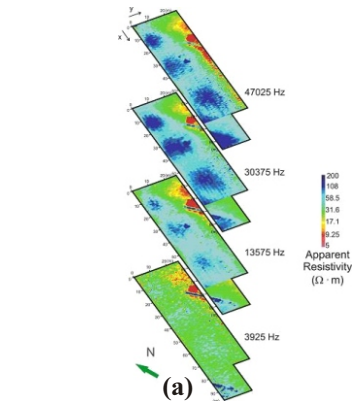
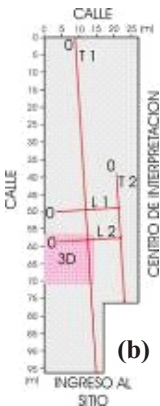
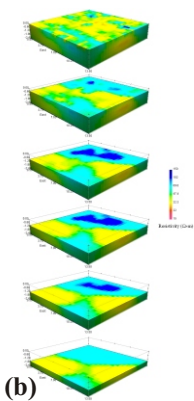


Figura 4. (a) Visualización de los datos del Gem-2. (b) Tomografía 3D obtenida a partir de los datos geoelectricos, correspondientes a la zona marcada 3D en la Figura 3b



Se utilizaron todos los datos para realizar una inversión 3D del sector. La tomografía resultante se filtró a fin de registrar sólo anomalías resistivas, que podían estar relacionadas con las estructuras buscadas. En la Figura 5 se muestra el resultado. Se observa claramente que las anomalías están ubicadas regularmente, con separaciones que coinciden con las separaciones que se observan entre las casas. Hay que tener en cuenta que, siguiendo los planos del sitio, las casas presentaban una distribución regular.

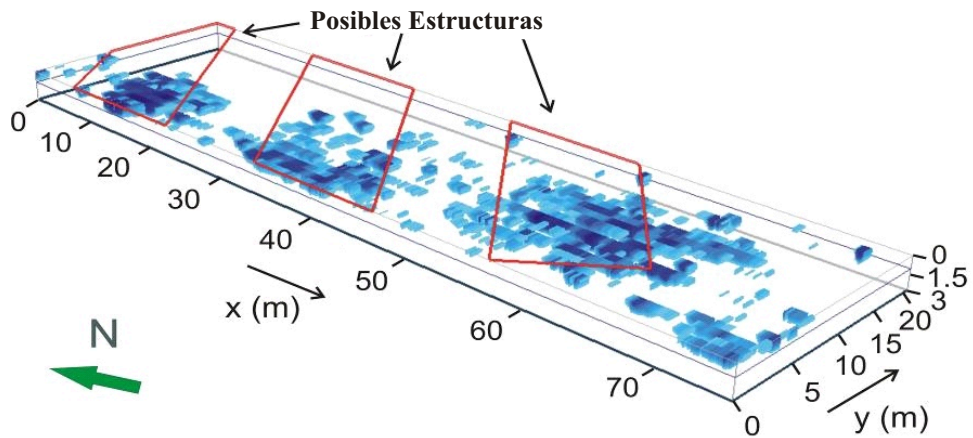


Figura 5. Imagen 3D de las anomalías asociadas con la presencia de estructuras enterradas

SECTOR HUERTA

En la Figura 6 se muestran los sub-sectores analizados de la huerta (ver su ubicación en el plano mostrado en la Figura.1). Se seleccionaron dos zonas, I y II, de aproximadamente 1000 m² cada una, que fueron cubiertos con el método electromagnético. Se completó con cuatro líneas de Dipolo-Dipolo a lo largo del eje y, T1, T3, T4 y T5, aproximadamente cada 30 m y de 40 m de largo, y otra línea T2, de 20 m de largo ubicada en el borde del sub-sector I. Se completó este sub-sector I con cuatro líneas L1, L2, L3 y L4.

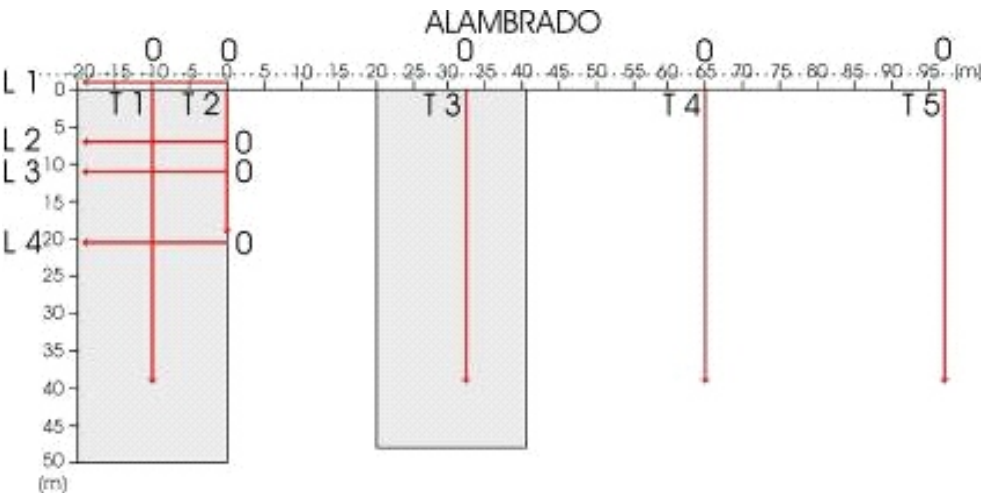


Figura 6. Las áreas sombreadas corresponden a las zonas relevadas con GEM. Las líneas rojas corresponden a perfiles Dipolo-Dipolo (indicadas como líneas L y T) . Los “0” indican los comienzos de líneas

En la Figura 7 se muestran dos fotos del sector, una vista que muestra la ubicación vistas desde la Iglesia, donde quedan evidentes las características del suelo.

En la Figura 8 se muestran algunos de los resultados obtenidos a partir de los datos electromagnéticos. En general, se muestran más inhomogéneos, debido probablemente a movimientos de suelo. En el sub-sector II se nota, para la frecuencia más alta, una anomalía centrada en $y = 25$ m, que parece continuarse, aunque menos definida, en el sub-sector I (Figura 8a), y que parece empalmar con una anomalía a lo largo de la dirección y , en x entre 30 y 35 m (mostradas con flechas en el dibujo). Estas anomalías se observan hasta frecuencias del orden de los 6000 Hz y ya para la frecuencia más baja, no se observan. Cuando el barrido es vertical, aparecen respuestas un poco más variadas. Para frecuencias altas se observan zonas de alta y baja resistividad sin geometrías muy definidas. El resultado más interesante aparece para la frecuencia 13575 Hz, donde una marcada anomalía aparece en el sub-sector I, en el centro del mismo (Figura 8b), y se diluye para la frecuencia más baja.

Las Tomografías eléctricas, obtenidas a partir de la inversión de las líneas geoelectricas permiten localizar mejor estas estructuras resistivas. Como ejemplo, se muestran las correspondientes a las líneas T (Figura 6). Sin mayores comentarios, en este caso las estructuras se identifican inmediatamente y se marcan con flechas.



Figura 7. Fotos correspondientes al Sector de la Huerta donde se realizaron las prospecciones

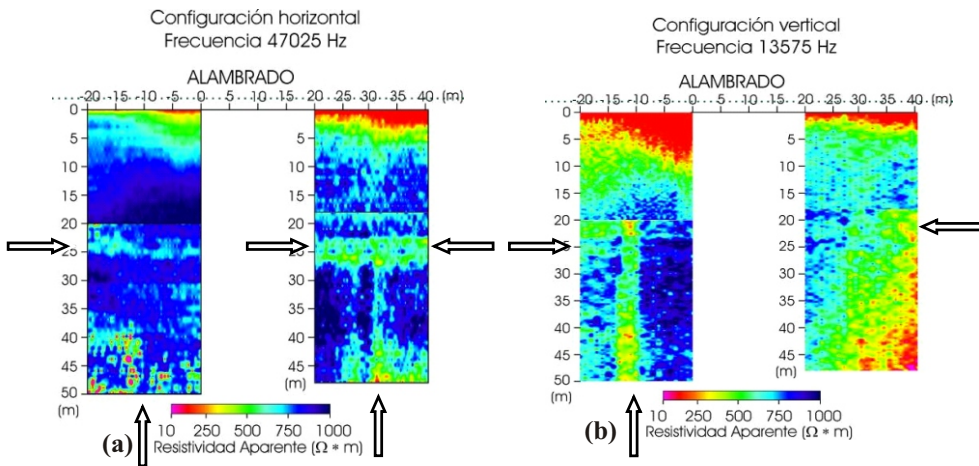


Figura 8. Visualización de datos GEM (a): barrido horizontal y frecuencia de 47025 Hz y (b) para barrido vertical y frecuencia 13575 Hz

Finalmente, en la Figura 10 se muestra el mapa de anomalías obtenido a partir de los resultados previos. En este mapa volcamos los resultados obtenidos a partir de los datos de GEM y de las Tomografías eléctricas. Se observa claramente los alineamientos de las estructuras anómalas. Estas generan respuestas más conductoras que el medio que la contienen. Aparecen también algunas anomalías dispersas.

Una posible interpretación es que las estructuras alineadas estén limitadas por lechos de piedras y por dentro el material sea más sedimentario e incluso más húmedo, lo que produce un aumento de la conductividad.

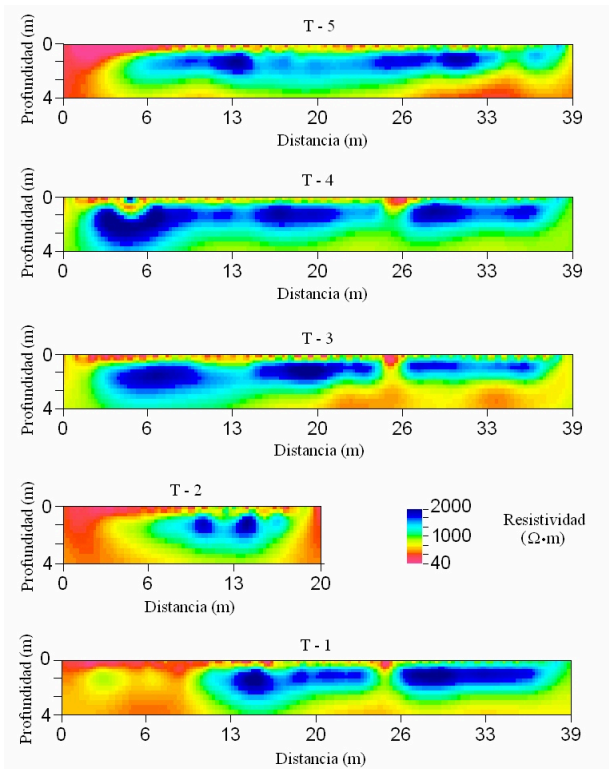


Figura 9. Tomografías eléctricas correspondientes a las líneas T.

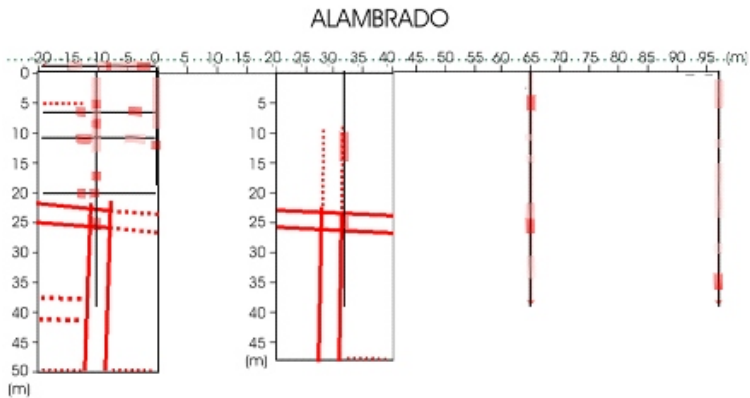


Figura 10. Mapa de anomalías, obtenidas a partir de los datos de GEM y la Tomografías Eléctricas

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en cada zona se pueden resumir en los siguientes puntos.

En el Sector 2 las anomalías resistivas han sido claramente delimitadas y sus ubicaciones coinciden con posibles proyecciones de las líneas de los pabellones. La periodicidad sugiere un origen antrópico. La tomografía 3D en un sector donde esas anomalías fueron detectadas marca claramente las geometrías de los objetos que generan esas anomalías.

En el Sector de la Huerta son claramente visibles los alineamientos de las anomalías así como de las estructuras que las generan. Estas, por su distribución y localización, podrían estar asociadas a la presencia de canales, teniendo en cuenta que la huerta contaba con un sistema de drenaje. Y, más aún, parecen detectarse dos hileras que probablemente corrieran paralelas hasta separarse en algún tramo que aquí no resolvimos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue patrocinado por la World Monuments Funds y apoyado con fondos de subsidios de CONICET y ANPCyT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Linford, N.

2006 The application of geophysical methods to archaeological prospection. *Rep. Prog. Phys.* 69, 22052257.

Osella, A., M. de la Vega y E. Lascano

2005 3D electrical imaging of an archaeological site using electric and electromagnetic methods, *Geophysics*, 70 (4), 101-107.



ANÁLISIS GEOQUÍMICOS EN UN SITIO ARQUEOLÓGICO DE TIERRAS BAJAS (TUCUMÁN-ARGENTINA)

Mario A. Caria, José M. Sayago

Instituto de Geociencias y Medio Ambiente (INGEMA). Tucumán

mcaria1@yahoo.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo analiza la utilización de geoindicadores en sedimentos arqueológicos para determinar las posibles actividades domésticas llevadas a cabo en un sitio prehispánico. Estos análisis fueron realizados en un sector de las tierras bajas tucumanas. El sitio arqueológico Ticucho 1 está ubicado en la localidad de Ticucho, departamento Trancas, provincia de Tucumán.

Si bien, las características geográficas de ubicación del sitio (Monte Chaqueño) limitan la disponibilidad de un registro arqueológico, lo suficientemente amplio y diverso en sus componentes, como para realizar una lectura más precisa sobre las actividades llevadas a cabo por los grupos prehispánicos ocupantes del mismo, el registro arqueológico del que disponemos permitió realizar un análisis aproximado de los sectores del sitio aprovechados y usados por los grupos prehispánicos ocupantes del sitio.

SITIO TICUCHO 1

Se encuentra sobre la superficie superior de un glacis, en la margen derecha del río Vipos (S: 26°30'1"W: 65°14'43"). En este sitio se realizaron excavaciones y pozos de sondeo, análisis polínicos, sedimentológicos, químicos y radiocarbónicos

El sitio está conformado por una serie de estructuras de piedras dispersas en un área de aproximadamente 10 000 m², cronológicamente se ubica en una edad no calibrada de 102035 AP (Caria, 1998, Colaneri y Caría, 2000, Caria y Garralla, 2003). Éstas pueden ser clasificadas, según su morfología, en tres tipos:

- 1 Estructuras circulares:** se visualizaron cuatro estructuras de este tipo. Son de unos 2 a 4 m de diámetro, donde se perciben solamente unos pocos centímetros de dichas piedras aflorando en la superficie del suelo.
- 2 Hileras rectas de piedra:** se encuentran cerca de las estructuras circulares. Las mismas son piedras que afloran a pocos centímetros del suelo, siguiendo una línea recta de pocos metros (2 a 5 m). Estas, están formadas por una o dos hileras de piedras, paralelas entre sí, insinuando una especie de doble muro.
- 3 Líneas de acumulación de piedras:** éstas tienen una extensión aproximada de 20 m por unos 2 a 3 m de ancho. Estas, se encuentran muy cerca de los límites de la superficie superior del glacis.

Se excavaron dos estructuras circulares arrojando los siguientes resultados:

Estructura 1: se realizó una trinchera donde se establecieron 6 sectores (N-S, E1, E2, E3, E4 y E5). Se recuperó material cerámico (fragmentos) del tipo ordinario, fragmentos de huesos animales en mal estado de conservación y una punta de flecha de cuarzo y un fragmento de obsidiana.

Estructura 2: se excavó una parte del muro, el cual presentaba signos de derrumbe. Entre las piedras que constituían este derrumbe se encontraba un hacha de basalto del tipo tres cuartos no formatizada. Se recuperaron, además, fragmentos cerámicos del tipo ordinario.

Uno de los elementos más recurrentes en este sitio es la presencia de morteros de piedra, los cuales se encuentran dispersos en toda el área del mismo.

Concentraciones químicas: en el nivel de piso establecido (capa II de la estructura 1) se determinaron las mediciones de pH y las concentraciones de carbonatos, carbono, materia

orgánica y fósforo orgánico (Caria y Sayago, 2005) (Tablas 1 y 2). En base a estos resultados se infieren los sectores de mayor uso dentro del sitio.

SECTORES DE CAPA II	pH	CARBONATOS %	CARBONO %	MATERIA ORGÁNICA %	FÓSFORO ORGÁNICO ppm
N-S	8	5,27	0,76	1,31	0,004
E1	8	10,20	0,48	0,83	0,011
E2	8	12,90	0,38	0,66	0,011
E3	8	11,87	0,52	0,90	0,004
E4	8,5	8,54	0,24	0,41	0,005
E5	8,5	8,54	0,24	0,41	0,005

Tabla 1. Determinaciones químicas de la capa II de la Estructura 1

SECTORES DE CAPA II	pH	CARBONATOS %	CARBONO %	MATERIA ORGÁNICA %	FÓSFORO ORGÁNICO ppm
Trinchera Central	8	8,29	1,06	1,83	0,02
Trinchera Este	8	5,77	0,64	1,1	0,012
Trinchera Oeste	8	9,51	0,64	1,10	0,008

Tabla 2. Determinaciones químicas de la capa II de los sectores externos a la Estructura 1

Al analizar los datos de ambas tablas se infieren que:

- 1 A mayor concentración de carbono menor es la concentración de carbonatos.
- 2 La relación entre la concentración de materia orgánica respecto a la del fósforo orgánico es errática.
- 3 El pH se mantiene uniforme (8), variando levemente (8,5) cuando la concentración de materia orgánica es menor.
- 4 En el sector E2 se observa que existe una variación respecto del resto de los sectores, marcando un punto de inflexión. La máxima concentración de carbonatos se encuentra en este sector, mientras que el carbono y la materia orgánica se hayan en menor cantidad respecto a los sectores circundantes E1 y E3. Por otra parte, el fósforo orgánico tiene su máxima concentración en este sector (al igual que en el E1). No hay diferencias de pH.
- 5 Respecto a los sectores E4 y E5, no hay variación en el pH y las demás concentraciones, por lo que se toman como un solo sector de actividad.

En las figuras siguientes se presentan los mapas de distribución de las tablas analizadas.

CONCLUSIONES

Los análisis químicos estuvieron orientados a la determinación de áreas diferenciales en el uso de los pisos de ocupación del sitio Ticucho 1. Al no existir referencias sobre la conformación de las áreas de actividades para sitios con las características ya señaladas en el área de estudio, orientamos estos análisis en la búsqueda de respuestas sobre cómo se dieron las relaciones de ocupación interna del sitio. Nuestro objetivo era aplicar el uso de geoindicadores químicos en sitios con baja visibilidad y un limitado registro arqueológico. Se realizó un muestreo en

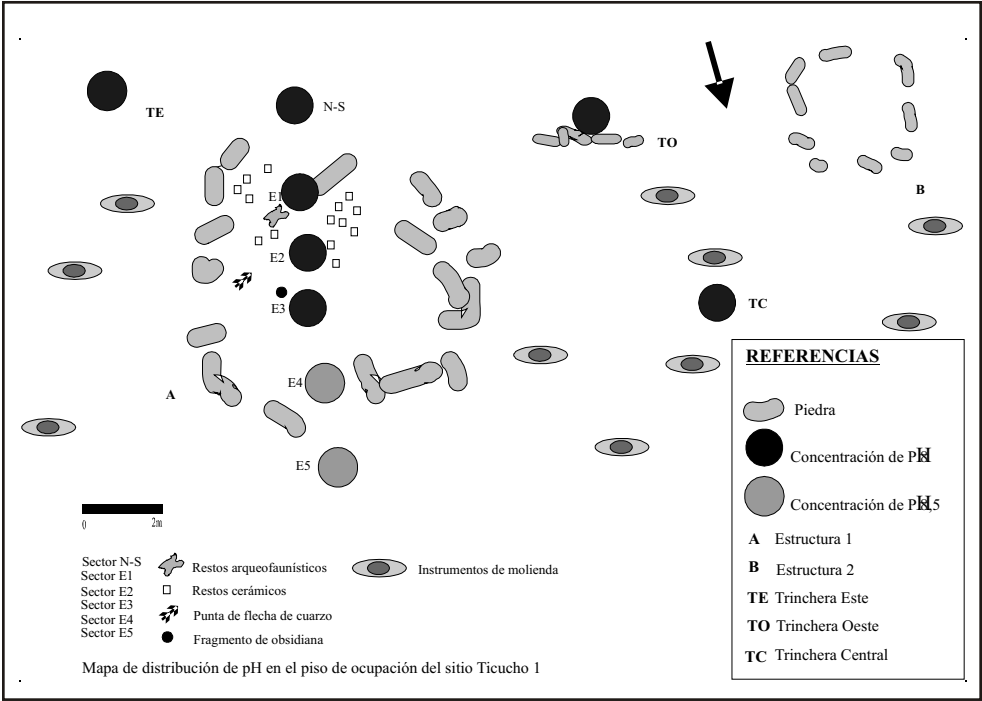


Figura 1. Mapa de distribución de pH en el piso de ocupación del sitio Ticucho 1

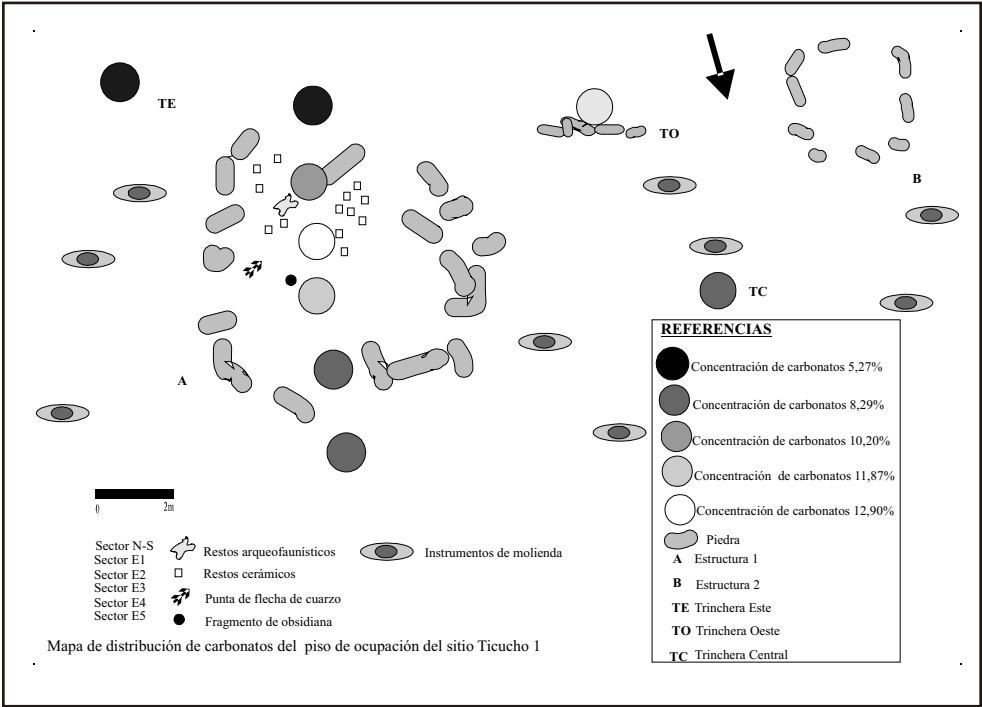


Figura 2. Mapa de distribución de carbonatos del piso de ocupación del sitio Ticucho 1

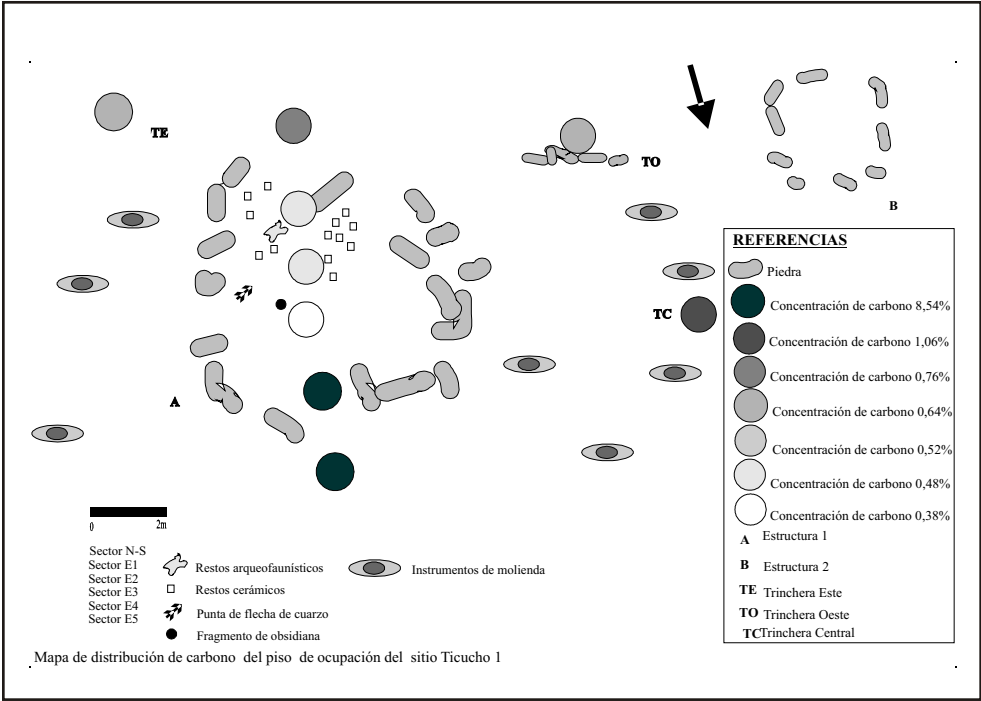


Figura 3. Mapa de distribución de carbono del piso de ocupación del sitio Ticucho 1

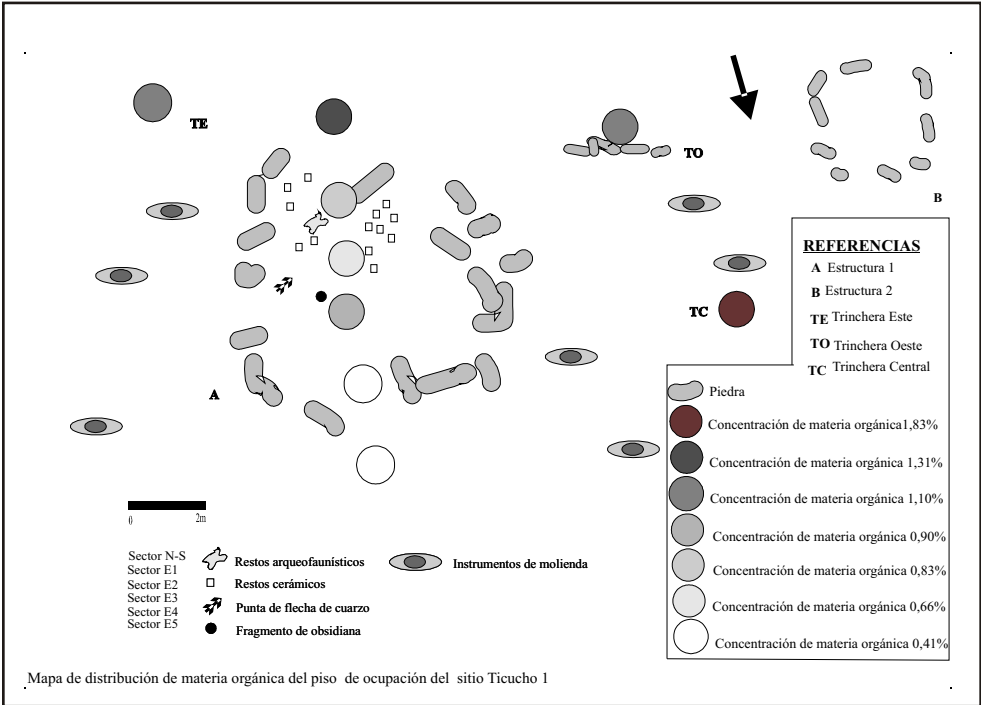


Figura 4. Mapa de distribución de materia orgánica del piso de ocupación del sitio Ticucho 1

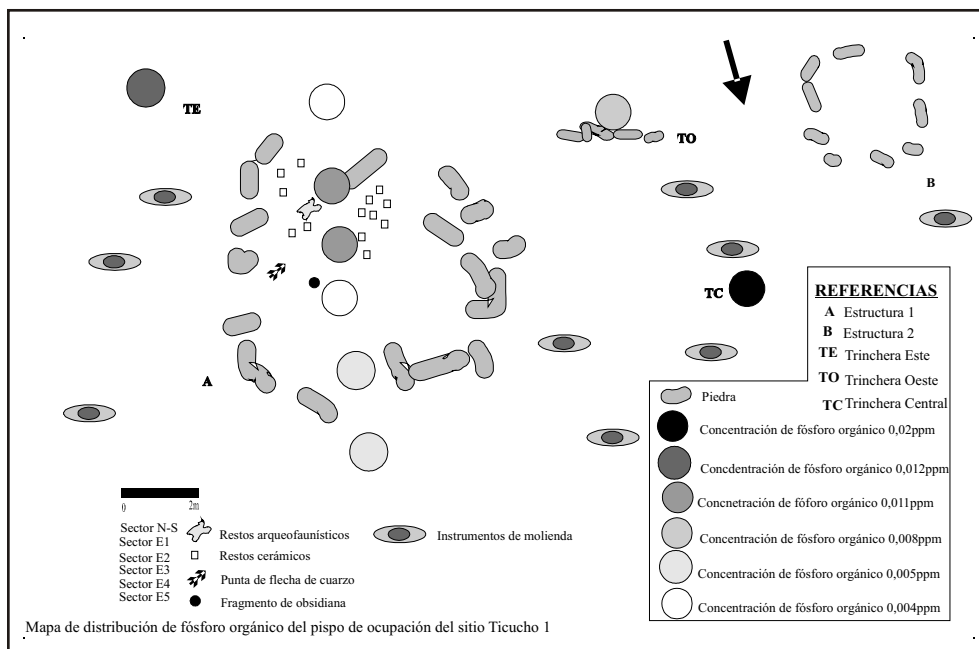


Figura 5. Mapa de distribución de fósforo orgánico del piso de ocupación del sitio Ticucho 1

diferentes sectores del piso de ocupación del sitio (capa II), específicamente en la Estructura 1 y en las áreas abiertas de dicho sitio (patio?).

Para el estudio de todas estas posibles áreas de uso diferencial del piso de ocupación, se tuvo en cuenta, también, su ubicación y contexto, sus dimensiones, su contenido y su asociación con elementos vecinos. Estos datos permitieron, en parte, determinar la función para la que fue destinado el sitio (Manzanilla, 1986).

De los mapas de distribución química (Figuras 1 a 5) podemos realizar las siguientes interpretaciones:

- 1 La mayor concentración de carbono se encuentra fuera de la Estructura 1 (en los límites externos a ella y en el sector del patio?) (Figura 3).
- 2 La mayor concentración de carbonatos se encuentra en el interior de la Estructura 1 (Figura 2).
- 3 La mayor concentración de materia orgánica se encuentra fuera de la Estructura 1, es decir en los sectores correspondientes al patio (?). Se observa, también, que la materia orgánica disminuye desde el sector N-S hacia el sector E5 (Figura 4).
- 4 La mayor concentración de fósforo orgánico se localiza fuera de la estructura, mientras que los menores valores se encuentran dentro de la misma (Figura 5).
- 5 El pH es prácticamente uniforme en todo el espacio considerado del sitio (Figura 1).

Si analizamos la distribución de los materiales arqueológicos en la Estructura 1, observamos que los restos cerámicos, materiales líticos y arqueofaunísticos se relacionan directamente con el sector E1 y E2, los que poseen la mayor concentración de fósforo orgánico dentro de la estructura. Resultando lógica dicha asociación, dada la presencia de restos óseos. Sin embargo, estas concentraciones dentro de la estructura son menores a las presentes fuera de ella. Es importante señalar al respecto, que “las estructuras tienen menor concentración de fosfatos que sus alrededores, lo cual significa que la mayor parte de los desechos no están

sobre la estructura sino en el área vecina” (Barba, 1990). Si bien, no recuperamos restos de ninguna clase en los pozos de sondeo realizados en las Trincheras TE, TO y TC, podemos asociar las altas concentraciones de fósforo a los sectores relacionados con los instrumentos de molienda distribuidos en todo el sitio.

Se observa, también, que la concentración de los materiales arqueológicos se encuentran asociados especialmente a los sectores E1 y E2, en directa relación, con la mayor concentración de materia orgánica dentro de la estructura. También, la presencia de los mayores porcentajes de carbonatos de calcio indican que ese espacio particular de la estructura pudo servir para la depositación o procesamiento de ciertos alimentos (Caria, 2004).

Determinar áreas específicas de uso del espacio, en este sitio, y específicamente en la Estructura 1 (doméstica), resulta problemática. La definición poco clara de los aspectos arquitectónicos, junto con las limitaciones impuestas por el registro arqueológico, no permiten precisar los espacios específicos para cada actividad social. Si bien, pudieron establecerse algunas relaciones entre las diferentes concentraciones químicas, resulta complejo establecer con precisión la relación directa entre esas concentraciones y la actividad social de la cual formaron parte. Aún así, consideramos valioso este tipo de intento, sobre todo, en sitios con un ambiente característico del Bosque Chaqueño Occidental, más aún con grupos sociales que practicaron la caza y la recolección como eje principal de su subsistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barba, L.
1990 Radiografía de un sitio arqueológico. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Caria, M.
1998 Aproximación a la arqueología de Ticucho (depto. Trancas, prov. de Tucumán). CRISCO. TOMO II, UNSTA. Tucumán.
1998 Aproximación a la arqueología de Ticucho. CRISCO. Tomo I. 25-28. Tucumán.
2004 Arqueología del paisaje en la Cuenca Tapia-Trancas y áreas vecinas (Tucumán-Argentina). Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. Inédita.
- Caria, M y J. Sayago
2005 Determinación de áreas de actividad arqueológica mediante el uso de indicadores. Serie Monográfica y Didáctica N° 45:10. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Tucumán.
- Caria, M y S. Garralla
2003 Caracterización arqueopalinológica del sitio Ticucho 1 (Cuenca Tapia-Trancas. Tucumán. Argentina). Cuaternario y Geomorfología. Collantes, Sayago y Neder Eds.: 421-428. Tucumán.
- Colaneri, M y M. Caria
2000 Bioarqueología del sitio Ticucho (Tucumán, Argentina). Estudio preliminar. Abstrac of the 65 Annual Meeting. Society for American Archaeology. Philadelphia. USA.
- Manzanilla, L.
1986 Unidades habitacionales mesoamericanas y sus áreas de actividad. (Editora). Universidad Nacional Autónoma de México.



PERSPECTIVAS ESPACIALES DESDE EL SITIO PEÑAS COLORADAS 3 CUMBRE (PC3 -C), ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, CATAMARCA

María Lorena Cohen

CONICET- (ISES) Instituto Superior de Estudios Sociales- Instituto de Arqueología y Museo (IAM), Facultad de Ciencias Naturales e I. M. L., Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina marialorenacohen@yahoo.com.ar

RESUMEN

En este trabajo se presentó el sitio Peñas Coloradas 3 cumbre -PC3 (c) en relación con el trabajo de análisis espacial efectuado en el mismo. Éste se ubica en la región de la puna meridional, en el Dpto. de Antofagasta de la Sierra, Catamarca. Si bien los sitios Peñas Coloradas 1, 2, 3 y 4 son conocidos en la arqueología de la zona por ser referentes del estilo en arte rupestre definido como “modalidad Peñas Coloradas”, es muy poco lo que se ha tratado acerca de la arquitectura próxima a estos paneles de arte. Este es el caso del sitio PC3 (c), que puede definirse como un conjunto de estructuras de diversas modalidades constructivas, emplazado sobre la cumbre plana de una Peña que tiene pendiente abrupta en gran parte de su perímetro (Peña Colorada 3). El material superficial, de excavación y modalidades constructivas sugieren una cronología que va desde el Tardío hasta el momento de Contacto Hispano-Indígena (ca 1000 1532 AD).

Los análisis aplicados fueron en primer lugar, de la forma y luego de la percepción, ambos a dos niveles: a) sitio-entorno y b) el sitio en sí mismo. En una primera instancia se intentó definir la lógica formal que subyace a la organización y las características espaciales internas del sitio y en su vínculo con el entorno, teniendo en cuenta los principios y modos de las relaciones espaciales. Posteriormente, a partir del diseño y organización formal, se efectuó el análisis de la percepción cinética y visual. Para la primera se determinó el grado de permeabilidad y la circulación en diferentes escalas espaciales: asentamiento (PC 3 (c) y proximidades), emplazamiento (geoforma sobre la que se ubica el sitio PC3 c) e intrasitio (P C3 (c)). En cuanto a la percepción visual, se determinó la visualización de las formas y volúmenes intrasitio y desde fuera del emplazamiento. Para este último se tuvieron en cuenta la determinación de las estrategias de visibilidad (inhibición, ocultamiento, monumentalización y exhibición). También se definió la visibilidad, entendida como el grado de visualización posible desde un punto, en este caso, desde el sitio hacia su entorno.

Para posibilitar estos análisis, los datos requeridos se extrajeron del campo y de fotografías satelitales escaladas y geo-referenciadas. En el campo se realizó un relevamiento arquitectónico y plani-altimétrico del sitio PC3(c), atendiendo a variables como las modalidades constructivas y los atributos del diseño arquitectónico, además, a la identificación de umbrales y sus características (orientación, tipo de construcción, presencia de desnivel, deflactores, etc.) y, a otra escala, las características cuali-cuantitativas de la geoforma sobre el que se emplaza el sitio.

Los resultados presentados a partir del análisis de las relaciones espaciales a diferentes escalas, vinculado con el sitio PC3 (c), constituyen una primera instancia en el intento de una aproximación a la determinación de las prácticas sociales asociadas con esa espacialidad, una base sobre la cual se apoyarán las inferencias sobre la organización social de aquellos grupos humanos que construyeron y habitaron ese paisaje social.

INTRODUCCIÓN

Presento el análisis de la dimensión espacial efectuado en el sitio Peñas Coloradas 3 cumbre (en adelante PC3-c) ubicado en la Puna Meridional, Antofagasta de la Sierra, Catamarca. Si bien los sitios Peñas Coloradas 1, 2, 3 y 4 son conocidos en la arqueología de la zona por ser referentes del estilo en arte rupestre definido como “modalidad Peñas Coloradas”, no se ha

tratado en profundidad la arquitectura próxima a estos paneles de arte. Es el caso del sitio PC3-c, un asentamiento sobre la cumbre relativamente plana de una Peña. El material recuperado en excavaciones y superficie y las modalidades constructivas sugieren una cronología que va desde el Tardío hasta el momento de Contacto Hispano-Indígena (ca 1000-1532 años AD), prolongándose mediante la reutilización de antiguas estructuras, hasta épocas recientes. Analizando la espacialidad, pretendo formular hipótesis sobre lógicas sociales vinculadas con el control, jerarquías y la diferenciación social relacionadas con este asentamiento, generando información que pueda luego completar el cuadro narrativo de la sociedad antofagasteña a partir de ca 1000 años AD.

CUESTIONES GENERALES DEL TARDÍO EN ANTOFAGASTA

Una caracterización del período tardío para Antofagasta (Olivera y Vigliani, 2000/2002, Olivera *et al.*, 2003-2005) supone que luego de 900 años AD, los pastores de la cuenca de Antofagasta tuvieron una organización jerárquica, con aldeas agrícola-pastoriles en todos los sectores de la micro-región, con las de mayor desarrollo productivo en el Fondo de Cuenca¹ representadas por los sitios de Bajo del Coypar y Campo Cortaderas. Posteriormente, desde ca 650 años AD, La Alumbreira² y El Coyparcito ejercieron el control hacia los espacios (de topografía más alta) vinculados con la producción pastoril y agrícola de autoconsumo y el tráfico caravanero (campesinado). Testimonio del cambio en la organización social es abordado desde las representaciones en el arte rupestre, las que ya muestran evidencias de diferenciación social, aparición de estatus, conflictos armados desde el período Medio en adelante. Las figuras humanas con elementos distintivos, asociadas a figuras de llama, sustentó la propuesta de élites emergentes con una injerencia cada vez mayor en la actividad pastoril en la región desde ese período. Ya en el Tardío, esta diferenciación social se haría más evidente con la representación del *uncu* y el escutiforme (Aschero, 1999, 2000 y 2005) el arte rupestre del período Tardío se habría tratado de un arte de pastores, con una buena visibilidad, asociados al campesinado, a asentamientos de reducida extensión con control de campos de pastura y/o con las sendas que los conectan. Posteriormente el arte rupestre comienza a representarse más próximo a los poblados defendidos, estableciendo así un nexo entre segmentos sociales diferentes, relacionando a los pastores, productores de este arte, con las élites que ejercen su poder sobre espacios productivos y rituales (Aschero, 2000, Martel, 2006), la redistribución de excedentes de la producción pastoril y sobre los bienes movilizados por intercambio caravanero.

El conocimiento del Tardío de Antofagasta se focaliza en sitios del Fondo de Cuenca. Otros sectores, de las quebradas subsidiarias, con sitios que corresponden también a una cronología posterior a ca 1000 años AD deben ser incorporados para lograr una comprensión abarcativa de la organización social y espacial para ese momento en toda la micro-región. Con esto, el supuesto de las cabeceras de poder en fondo de cuenca que controlaban los poblados dispersos en el resto de la topografía micro-regional, podrá ser puesto a prueba con mayor evidencia. Los trabajos que se están realizando en los sitios que corresponden a una cronología posterior al ca 1000 años AD, en la quebrada del río las Pitas, que desemboca en Fondo de Cuenca, encaran un análisis de base espacial y con miras de articularse entre sí integrando otros contextos de fechados tardíos-coloniales, de esta quebrada (Quiroga y Cohen, 2007). Se tratan de las investigaciones de Quiroga en el sitio Punta de la Peña 3, un conjunto de estructuras habitacionales y productivas con fisonomía de poblado (Quiroga, 2007) y mis investigaciones en el sitio PC3-c cuyos resultados preliminares desprendidos del análisis de la dimensión espacial, presento más adelante.

1 Sector más bajo recorrido por el río principal Punilla, poseedor de las mayores ventajas para las actividades agrícola-ganaderas.

2 Su ocupación se habría extendido probablemente hasta épocas de la colonia, dado el fechado de 210 ± 70 años AP de un contexto funerario, (Olivera y Vigliani, 2000/2002) constituyéndose incluso en “la primera Antofagasta” (Olivera, com. pers. 2007).

El abordaje de la espacialidad permite proponer líneas de interpretación acerca de los aspectos de la sociedad vinculados con la distribución del poder entre sus agentes y la estructura de relaciones sociales. Este “despegue social” del espacio está implicado en una perspectiva que contempla que *la producción social del ambiente construido permite la reproducción de la sociedad* (Moore, 1996).

HERRAMIENTAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS

Lo social del espacio. Espacialidad, paisaje y arquitectura, son conceptos que sintetizan mi universo interpretativo. Parto de la premisa que considera al espacio en sus múltiples dimensiones, además de la física, pues es también una construcción social y simbólica (Criado, 1999). La **espacialidad** alude a su dimensión social (Soja, 1995) y por lo tanto abordar un **paisaje** cultural desde la espacialidad, es suponer su incidencia en la estructuración y reproducción de la vida social (Criado, 1993, Troncoso, 2001). El paisaje tiene la paradoja de ser experimentado como algo “natural” mientras en que realidad legitima y reproduce una estructura social dada y con ello, las relaciones de poder, haciéndolas parecer naturales (Tilley, 1996).

Los ambientes construidos pautan el comportamiento social y son un componente central de las estrategias de control y prestigio al encontrarse diferencialmente disponibles para la gente, y al regular el acceso de los individuos a los recursos. Por esto, las relaciones de poder pueden ser abordadas desde el **espacio arquitectónico** (Foucault, 1998, Nielsen, 1995). Según Criado (1999), la arquitectura es una tecnología constructiva que domestica el mundo físico ordenando el espacio natural, a su vez que controla e impone la pauta de percepción del entorno por parte de los individuos que la usan. El estudio de la estructura espacial, permite acceder no sólo a la lógica espacial de una determinada comunidad, sino también a la propia lógica social de ese espacio (Hillier y Hanson, 1984, Sanz, 1993, Borrazás *et al.*, 2002).

Metodología. En este intento de interpretar la lógica social que operaba en el pasado detrás de un paisaje construido particular, seguiré una metodología que a), opere con las herramientas conceptuales tomadas de la *Arqueotectura* (Borrazas *et al.*, 2002) o arqueología de la arquitectura y la espacialidad o paisajes sociales (Criado Boado, 1993, 1999, Nielsen, 1995), para lograr mayor precisión técnica en la descripción y b), que parta de la planialtimetría del sitio y de las dimensiones espaciales de su emplazamiento, recogidas en el campo³ y de información de fotografías satelitales del sitio (Google Earth).

Ahora bien, la metodología aplicada contemplará los análisis de la **forma**, como primera instancia y luego, de la **percepción cinética y visual** del espacio construido; ambos análisis en dos escalas: sitio- entorno y el sitio en sí. Dentro de la percepción visual, se determinarán **las estrategias de visibilidad** (*sensu* Criado Boado, 1993), las que se basan en el supuesto que, detrás de todo objeto cultural hay una racionalidad espacial que involucra la voluntad de hacer que los procesos sociales y sus resultados sean más o menos visibles o invisibles a nivel social.

- El análisis de la **forma**⁴ permitirá definir la lógica formal que subyace a la organización, delineando la forma genérica de la que se parte, como base de la organización espacial. El análisis formal contempla la estratigrafía (etapas de la construcción), y el espacio en sí mismo. Este último trata de identificar los factores organizativos siguiendo: a) *modos de relaciones espaciales* (espacio interior a otro; espacios conexos; espacios contiguos; espacios vinculados por otro común); b) *modos de organización espacial* de las formas (organización centralizada, lineal, axial, radial, agrupadas o en trama); c) *principios organizadores adicionales* que permiten la coexistencia perceptiva y conceptual de varias formas y espacios dentro de un todo ordenado y unificado (eje, simetría y jerarquía).

³ Hemos realizado los trabajos de planialtimetría en agosto de 2006 y febrero de 2007, en el marco del proyecto PIP n° 6398, dirigidos por el Lic. C. Aschero.

⁴ Esta metodología es extraída del ámbito de la Arquitectura (Baker, 1994, Ching, 1995, Borrazas *et al.*, 2002).

- El análisis de la **percepción**, considerando el recorrido del espacio, con la vista y el movimiento. Acá se identifica cómo los espacios son diseñados / pensados, organizados, etc, para propiciar cierta percepción respecto a su entorno (natural-físico y respecto a otros espacios construidos) y a la construcción en sí misma, con el fin último de acceder a la racionalidad del grupo que la creó y usó (Borrazas *et al.*, 2002).

En torno a la percepción cinética, un análisis posible es el de la circulación que intenta no sólo valorar el momento de entrada a cada espacio, sino obtener una perspectiva integrada del sistema de tránsito. Otro análisis, el de permeabilidad, evalúan la comunicación, la cantidad, disposición de los modos de accesos. En cuanto a la percepción visual, acá se tiene en cuenta la visualización de las formas y volúmenes intrasitio y desde y hacia fuera del emplazamiento. Aquí se incluye la determinación de las estrategias de visibilidad (inhibición, ocultamiento, monumentalización y exhibición). Se considera dentro de este análisis el grado de visualización posible desde un punto, en el interior del sitio, y hacia su entorno. Finalmente se dará cabida a los atributos del diseño arquitectónico (*sensu* Nielsen, 1995) presentes.

EL CASO DE ESTUDIO

El Sitio Peñas coloradas 3 cumbre se ubica en la localidad homónima, sobre la cima de uno de los 4 cerritos conocidos como Peñas Coloradas 1, 2, 3 y 4, que afloran al Este del curso inferior del Río Las Pitás.

Una óptica desde el emplazamiento: pendiente abrupta y altura se combinan en la mayor parte de su perímetro, de ahí que se describa con la forma de acantilado. Una pendiente relativamente más suave hacia el sector SE, formada por material sedimentario que asciende a modo de rampa, se combina con pequeños cortes del farallón que permiten escalar a la cumbre. Este último sector constituye un espacio de acceso a la cima, y es delimitado por dos puntos (señalados con flechas en el plano, Figura 1). La altura del acantilado, desde su base hasta el extremo superior, tomada en el sector SO, es de 12 m, ascendiendo 3 metros más, en una pequeña lomada hacia el E, próxima al acceso, diferencia que puede notarse con la lectura de las curvas de nivel. Si bien se trata de una superficie relativamente plana, esta cumbre presenta una serie de desniveles, en unos casos culturales, y en otros, naturales (lomada), pero aprovechados de manera cultural.

En las paredes del farallón, se emplaza un arte rupestre correspondiente con diferentes períodos, incluidos el Tardío e Inka (Podestá, 1990, Aschero, 1999). Los paneles con representaciones rupestres se emplazan en distintos sectores de la peña y son visibles desde diversos puntos. Es interesante que su ubicación no coincida con los puntos de acceso al sitio de la cumbre, encontrándose, en cambio, próximos a otros rasgos, por ejemplo; un bloque con morteros (N), restos de antiguas estructuras de piedra en la base de la peña (NO) y a espacios configurados entre bloques desprendidos que son actuales corrales (E-SE). Otro rasgo, son en las oquedades en la base de la peña, al O, que presentan signos de reapertura y un piso preparado de sedimento rojizo, pudiendo tratarse de antiguas tumbas, en base a la conocida tradición de depósitos funerarios en oquedades naturales (Aschero *et al.*, 2002).

El principio organizativo en una escala del emplazamiento, podría definirse como el de jerarquía en relación al paisaje circundante⁵. Esto es dado por la presencia de ciertas estrategias que lo distinguen de su entorno: el acantilado, con sus paneles de arte reutilizado por varios períodos, es el único de un conjunto de 4 peñas- que posee un asentamiento en su cumbre, presentando con esto una cualidad diferenciada respecto al entorno mostrando una localización estratégica.

Una óptica desde el sitio: está conformado por un total de 26 estructuras más los vestigios de una muralla periférica que estuvo emplazada en el borde E SE del precipicio, en el sector de acceso.

En base a los diferentes modos arquitectónicos he definido los siguientes tipos: estructuras

⁵ Siguiendo los postulados de Ching (1995, en Borrazás *et al.*, 2002) para este principio.

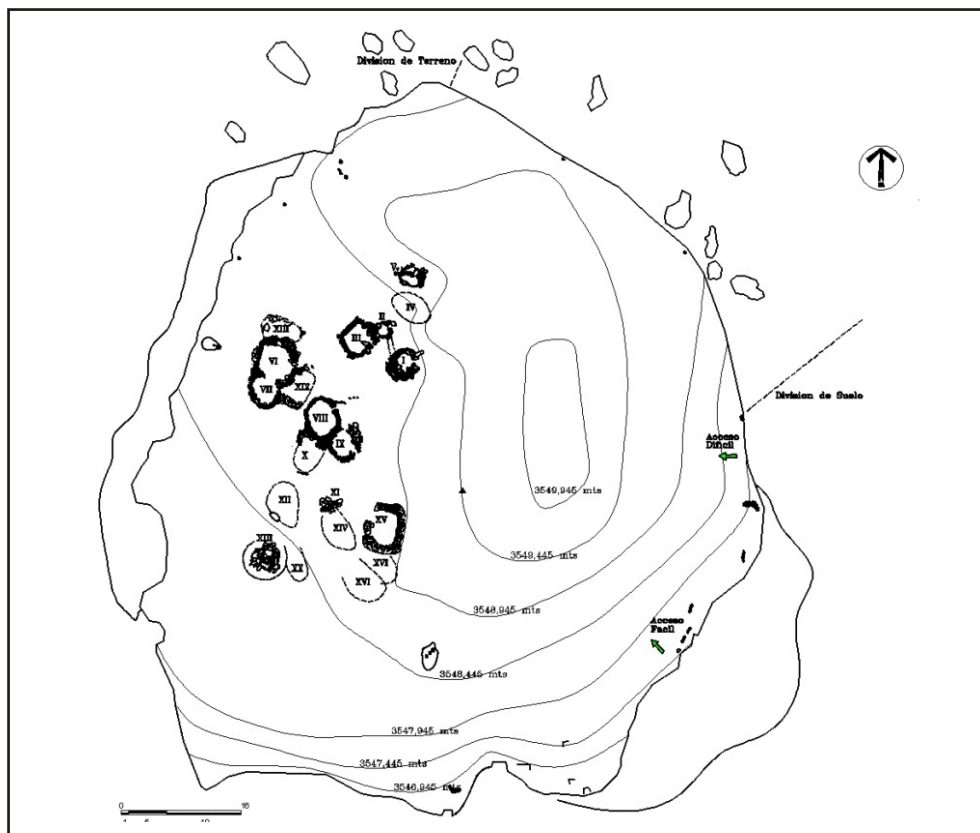


Figura 1. Plano del sitio

con paredes de piedra (PP), estructuras en hondonada (H), estructuras en corte (EC), restos de muralla periférica (MP), y si bien, no son estructuras en el sentido arquitectónico, también incluiré a los morteros (M), por tratarse de “rasgos” que al ser fijos, imprimen una configuración específica al espacio construido y a la circulación. Las características que definen a cada modalidad son:

(PP) Pared de piedra, presentan una forma variada, las rocas pueden disponerse de diversas formas: laja sobre laja; piedras paradas; muros doble, con relleno de ripio y sedimento en el interior; estas configuraciones pueden combinarse en un mismo recinto o no y presentar en algunos casos argamasa, piedras canteadas y/o sistema cuñas. Algunas estructuras se asocian a montículos conformados por sedimento y ripio que constituyen un nexo entre éstas, o bien, presentan bordos de ese material (sectorizados en un lado o en su contorno, a modo de anillo), que sostienen por fuera la estructura interna de piedras. **(EC)** Estructuras en corte, se presentan a modo de escalonamientos en el borde del farallón, con base en desnivel del suelo. Son cortes o ángulos rectos de la roca base del farallón, con barro amasado cubriéndolos y, en algunos casos, éste tiene una cubierta con piedras lajas muy finas, **(H)** Hondonadas, se trata de piedras clavadas que delimitan una depresión central, con un bordo levantado por fuera de estas, conformado por ripio y sedimento acumulado. Presentan formas de circulares a elipsoidales, cerradas o abiertas. **(MP)** Muralla periférica, de la queda en pie sólo sectores⁶, se extiende al E y SE de la Peña, y sus vestigios son hileras de piedras clavadas y restos de pircado levantado con piedras.

6 El propietario de las tierras don Ernesto Morales, nos relató que descalzó la antigua muralla para montar los pircados de los corrales construidos al pie de este acantilado.

LOS ANÁLISIS APLICADOS AL CASO

El análisis formal del espacio

El modo de organización de estas estructuras arquitectónicas, permite hablar de un modo de *organización agrupada*⁷, que diferencia a dos conjuntos. El primero se ubica en posición centro oeste de la cumbre, aunque desplazada hacia el oeste. Se trata de 20 estructuras, del tipo pared de piedra (PP) y hondonadas (H) que conforman 5 subconjuntos con recintos *contiguos*, y ciertas estructuras aisladas entre éstos, pero muy próximas. El principio organizativo que dispone a este conjunto es *el eje*, una línea imaginaria que se orienta en dirección NE-SO, que une a dos puntos en el espacio. Las cabeceras están dadas por dos estructuras del tipo PP. En el plano (Figura 1), puede notarse a partir de las curvas de nivel, que los recintos de cabecera del eje principal se ubican con una diferencia altitudinal dada por el relieve natural, de aproximadamente de 50 cm, mientras que las otras estructuras se encuentran prácticamente en un plano de altura media entre ambas.

Con la vista puesta en el plano del sitio (Figura 1), se observa que el centro de este eje está dado por el conjunto de estructuras VIII, IX y X correspondientes las dos primeras al tipo PP y la última a H. La orientación de sus vanos de acceso es hacia el este, o sector de entrada al asentamiento. Hacia el NE de este centro se ubica otro subconjunto con estructuras contiguas conformado por las denominadas I, II y III, todas del tipo PP; las dos primeras, con una resolución de falsa bóveda se encuentran unidas por una formación monticular desprendida de muro a muro. La orientación de los accesos, en el caso de I y II es hacia el NE y en III, es hacia SE. Siguiendo hacia el NE se presenta la estructura IV, del tipo H y luego, encabezando el eje, la estructura V, del tipo PP. Ésta, no presenta un vano de acceso claro, constituyéndose más bien como un pozo delineado por piedras clavadas en el suelo, conformando una estructura subterránea con acceso desde la parte superior. Del grupo central hacia el NO, otro conjunto, con las estructuras VI, VII, XVIII y XIX, las dos primeras, del tipo PP y las últimas, del H. Los accesos en los casos de VI y VII se orientan hacia el E. Desde el grupo central hacia el SO, se sucede en primer término la H XII y luego encabezando el eje, la estructura XIII del tipo PP, con resolución de falsa bóveda (la única preservada) y un vano de acceso con orientación hacia el NE. Anexo a esta estructura se encuentra la H XX, abierta hacia el NE. Hacia el SE del centro siguen las estructura XI y XIV, la primera del tipo PP y la segunda, H, ambas contiguas. La estructura XI, conforma un pozo o “cista”, con piedras lajas a modo de techo, su acceso está dado por un escalón hacia el E. Finalmente cerrando el conjunto hacia el E-S, la estructura XV, del tipo PP con acceso orientado al O, este recinto es contiguo hacia el S con las estructuras del tipo H XVI y XVII, que se abren también hacia el O. Al SE de estas hondonadas se presenta una roca con tres morteros fijos. Resulta destacable que gran parte de los accesos se orientan hacia el E. La Tabla 1 sintetiza algunos aspectos de esta descripción.

El eje mayor o predominante (de 46,40m de longitud), con las estructuras I, II, III, I, IV, V, VIII, IX, X, XII, XIII y XX distribuidas a lo largo del mismo, presenta una rama hacia el O por el N, con las estructuras VI, VII, XVIII y XIX, y otra, hacia el E por el S, con las estructuras XI, XIV, XV, XVI y XVII. Como muestra la Figura 2, el esquema de ordenamiento espacial general, puede leerse como un eje mayor NE-SO, y otro menor (de 40m de longitud), que lo cruza por el centro, en dirección NO-SE. Se desprende de esto, un principio organizador articulado sobre un eje principal y otro menor, que conforman una cruz desproporcionada que sigue la orientación NE-SO y NO-SE, respectivamente.

En cuanto a la segunda agrupación detectada, ésta se ubica en el sector SE y próximo al borde de la Peña, son una serie de 6 estructuras en corte (EC) y entre ellas, restos de la muralla periférica. No puede hablarse de un principio ordenador formal de estos espacios (eje, simetría, jerarquía), pero en cambio, sí es claro un ordenamiento siguiendo al filo SE del acantilado. Todas las EC tienen aberturas orientadas hacia el S.

⁷ Definido como un conjunto de espacios celulares que comparten relaciones de proximidad. Éstos se pueden organizar entorno a un punto de entrada, un eje de circulación, etc. (Borrazás *et al.*, 2002).

		Pared de piedra (PP)	Hondonadas (H)	En corte (EC)	Morteros fijos (M)	Muralla periferica (MP)
Ubicación cardinal. Y según cuadrantes, para PP y H		Centro; N y S	Centro; N y S	SE	NE, NO y SE	E y S
N=		11	9	6	14	
Densidad según cuadrantes (PP y H)	N	6	3			
	C	2	1			
	S	3	5			
Densidad según puntos cardinales (EC y M)	NE				3	
	NO				8	
	SE			6	3	

Tabla 1. Síntesis de algunos aspectos relacionados con los diferentes tipos constructivos (N, Orientación, Densidad)

Con respecto a la distribución de los morteros fijos, éstos siguen un patrón periférico al primer conjunto de estructuras, es decir, excluido del espacio de circulación interna del grupo⁸, hacia el SE un conjunto de 3 sobre una misma roca, y dispuestos muy próximos al precipicio, al NE, 2 y al NO, 8 (ver Tabla 1).

El análisis formal de la estratigrafía

Se determinaron las fases constructivas para cada estructura excavada. En todos los casos intervenidos de las estructuras del tipo PP (I, II, III⁹, V, VIII, XI, XIII y XV) e incluyendo la única hondonada excavada, X, se registró un primer evento de limpieza del sedimento suelto conformado por pedregullo e ignimbrita meteorizada (de espesor promedio de 40 cm), despejando la roca base, mostrando signos de exhondación o rebajamiento en algunos casos (muy claro en V). Luego, se prepararon pisos con sedimento rojo en ciertas estructuras I, II, III, V, XI y XIII. No se halló en la estructura XV, ni en la única hondonada abordada (X), tampoco en VIII. De aquí se puede desprender **un patrón según el cual las estructuras de menores dimensiones, con evidencias de techados¹⁰ sí presentaron un piso rojo preparado¹¹**. Entre la fase de limpieza de la roca base y la

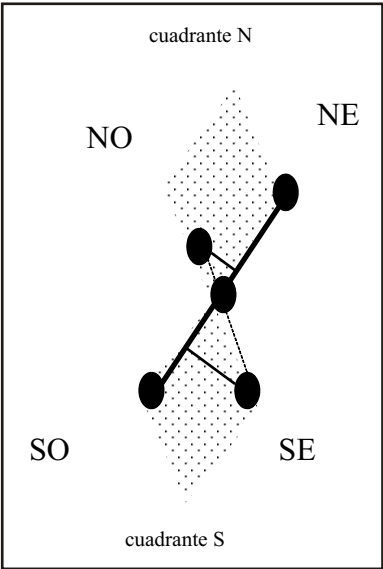


Figura 2. Esquema que representa el principio organizador de la forma del espacio para el conjunto principal de estructuras del sitio (en el centro oeste de la cima)

8 Sólo en un caso se halló un mortero fijo en el interior de una estructura (XIII), pero aquí se cuentan sólo aquellos que por estar distribuidos en el exterior de los recintos, pudieron intervenir en la circulación.
9 Por su discontinuidad, es claro sólo como zócalo.
10 Con indicios de falsa bóveda o con lajas planas a modo de tapas.
11 Si bien aquí no incluyo el contexto asociado, curiosamente se trata de posibles escenarios funerarios y depósitos.

construcción del piso rojo, se presentan ciertos rasgos, como un evento de combustión en el basamento (en II) y un mortero fijo en el acceso de XIII. Se busca la nivelación del piso (con el sedimento rojizo, y/o con las lajas planas horizontales). Todas las estructuras en mayor o menor medida pueden considerarse semibuterráneas, con el piso de ocupación por debajo de la formación del suelo de la Peña. Esto se refuerza visualmente con la construcción de los bordos de sedimento y gravilla que se elevan rodeando a las hondonadas, o a veces asociados con las estructuras del tipo PP funcionando como contramuros (o montículos conectores). Se advierte una intencionalidad subyacente en las fases constructivas: resguardo del interior de estas estructuras, disminuir su visibilidad con pisos de ocupación por debajo del nivel superficial y el resguardo visual dado por los anillos perimetrales de detritos.

En relación con el segundo agregado, sólo se excavó una EC, cuya pauta constructiva se mencionó más arriba

El análisis de la percepción

a) Circulación: Al observar el plano, las curvas muestran que en el sector de acceso, se yergue una lomada baja de pendiente suave, pero con altura suficiente como para ocultar el paisaje construido del conjunto de estructuras al centro oeste de la cumbre. La primera tendencia de movimiento una vez en la cumbre, es ascender esa loma en búsqueda de una percepción del paisaje en toda su magnitud (el afuera y el adentro de la cumbre). En la Figura 3, se muestra un diagrama de circulación “posible” que constituye sólo un camino, cuya tendencia más probable de recorrido, es la marcada hasta el nodo I. Desde allí se despliegan múltiples

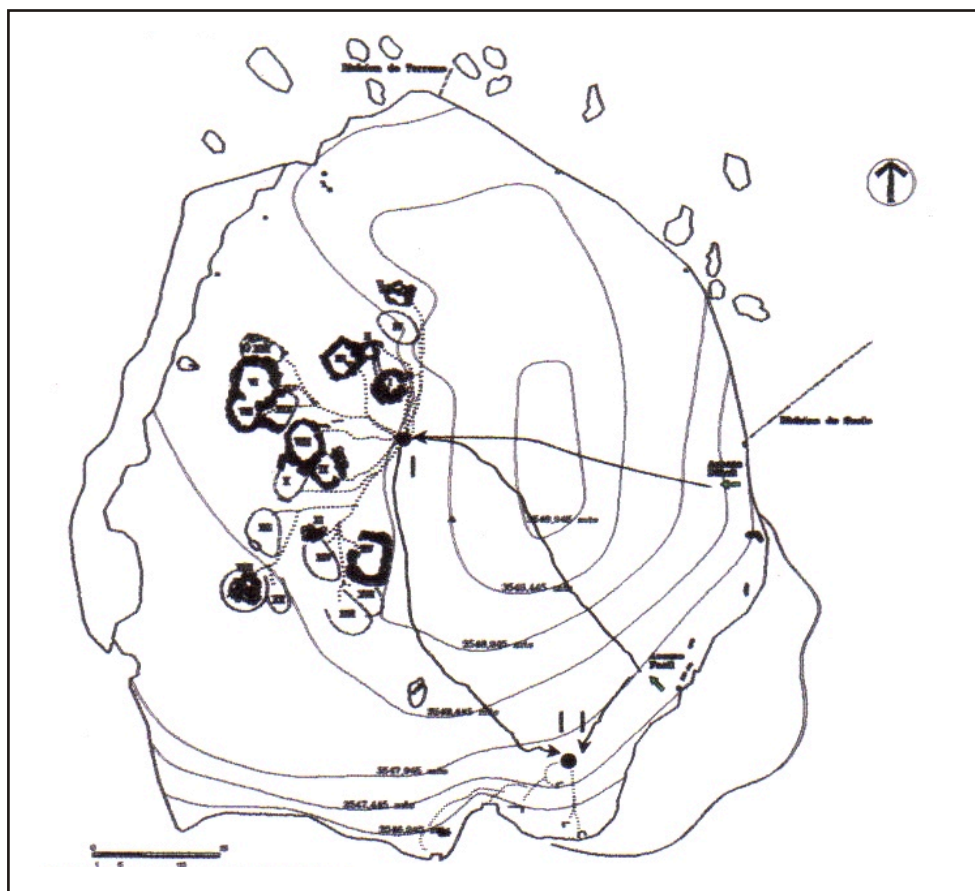


Figura 3. Diagrama de circulación sugerida para el sitio

alternativas de tránsito aunque restringidas por la percepción de formas y los espacios construidos (disposición de las estructuras y de los morteros). Es una circulación bastante arbitraria, pero con tendencias sugeridas por la configuración formal del espacio, interviniendo rasgos naturales y construidos. Esto es diferente a escala del emplazamiento, en donde una muralla periférica linda con el único sector de acceso a la cumbre de la Peña. La *cuasi* “libre circulación”, una vez en el asentamiento, se refuerza con una permeabilidad intrasitio distribuida, de accesos directos sin recintos intermediarios¹².

b) Visibilidad: Una vez producido el acceso a la cima, el nivel de percepción visual es mayor para el primer conjunto (aunque luego de descender la lomada), que para el segundo. Los planos de visibilidad están dados por las diferencias en el relieve y la configuración de las estructuras. Las estrategias de visibilización, de acuerdo a las características ya descritas del asentamiento y su emplazamiento, se enmarcarían dentro de una intencionalidad de ocultamiento que constituye una estrategia consciente de invisibilizar o enmascarar la presencia de acción social y sus resultados. Ahora bien, se pueden interpretar diferentes estrategias de visibilidad presentes, según sea cada nivel espacial de un fenómeno (Borrazás *et al.*, 2002). De modo que, en otra escala, considerando el afloramiento sobre el que se emplaza el sitio, puede discutirse la posibilidad de una estrategia de monumentalización del mismo, dado por las propiedades visuales de los paneles de arte de profundidad temporal y temáticas de carga social importante (situaciones de conflicto social y rituales productivos coligados a diversas prácticas socioeconómicas -pastoreo, caravaneo, etc. (Aschero, 1999).

CONSIDERACIONES FINALES

Con el abordaje la espacialidad del sitio PC3-c, pueden desprenderse ciertos supuestos acerca de una lógica social que estructuraría el paisaje construido, acorde con un contexto social, marcado por situaciones de desigualdad y ejercicio del control en varios aspectos, acentuado a partir del Tardío. Los factores organizativos del paisaje construido en PC 3-c, tienen en cuenta la relación de las construcciones, con el lugar en el que se emplazan, atendiendo la orientación, vistas y accesos. La determinación de una distribución de las estructuras en torno a los ejes cruzados NE-SO/NO-SE puede interpretarse como favoreciendo un alcance visual desde cada cabecera de eje, hacia direcciones diferentes. Esto es coherente además, con la búsqueda de un emplazamiento -la cima- que permita de manera natural la visualización del paisaje circundante. Entonces la diagramación del espacio construido como la elección del emplazamiento tendrían una intencionalidad subyacente idéntica: una búsqueda hacia el control visual máximo del paisaje (360° a la redonda). La orientación de los accesos muestra que, en el conjunto principal del sitio, 6 estructuras de 12 con aberturas discernibles, se orientan hacia el este, coincidiendo con el sector de acceso al sitio. Esto, puede vincularse con la presencia de la muralla periférica levantada en el único sector de acceso, y en conjunto llevan a suponer un restringido y controlado acceso al asentamiento, y por lo tanto, una actitud de restricción ante los “foráneos”. Tratándose de una circulación no dirigida y una permeabilidad distribuida de los accesos, puede suponerse que una vez cruzada la entrada a la cima, todos los agentes tienen prácticamente la misma posibilidad de circulación. La configuración de las estructuras, como semisubterráneas y subterráneas, sumado al bordo de detritos que rodea a muchas de éstas (mimetizándolas de alguna manera), más la presencia de una lomada de acceso que restringe la visual en una primera instancia, connotan una intencionalidad de ocultamiento. Posicionando al asentamiento en el contexto tardío con el afianzamiento de las diferenciaciones sociales, la estrategia de ocultamiento puede estar relacionada con una necesidad de defensa, reforzada con el amplio control visual desde el asentamiento. Se estarían presentando

12 Aún así, algunas estructuras son más abiertas al paso que otras, según sea la presencia o no de escalones y deflectores de entrada. Por ejemplo, la estructuras XIII, XI, I, II, V, poseen un acceso más “complicado” dado por un escalón y una entrada estrecha. Éstas se asociarían en principio con contextos funerarios y/o depósitos. Estructuras como la VI y la VIII, poseen un deflector de acceso más un escalón en la segunda, las excavaciones en esta última, muestra un contexto de cocina.

atributos de un diseño arquitectónico (*sensu* Nielsen, 1995) vinculados con prácticas de una sociedad marcada por una distribución desigual del poder: **una accesibilidad restringida, atributos visuales marcados por un control arquitectónico de la visión, y un posicionamiento jerárquico dentro de la estructura del paisaje próximo**. Finalmente, estos resultados constituyen una base para ser completada con el estudio de los contextos arqueológicos recuperados de excavación (por ejemplo, comienzo a interpretar una arquitectura de la muerte y de la vida imbricadas en la cumbre). Con el abordaje de la espacialidad de PC3-c, se tiene material de base como para delinear las prácticas sociales del espacio para este asentamiento en una cronología que sería tentativamente posterior a *ca* 1000 años AD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aschero, C.A.

1999 “El Arte Rupestre del desierto Puneño y el Noroeste Argentino”. *Arte Rupestres en los Andes de Capricornio*. Museo Chileno de Arte Precolombino; pp 97-135.

2000 “Figuras humanas, camélidos y espacios en la interacción circumpuneña”. En: *Arte en las Rocas. Arte rupestre, menhires y piedras de colores en Argentina*. Eds. M. Podestá y M. De Hoyos. S.A.A. y A.A.I.N.A.P.L. Buenos Aires; pp15-44.

2005 “Íconos, Huancas y complejidad en la Puna sur argentina”. En: *Procesos Sociales Prehispánicos en los Andes Meridionales*, editorial Brujas, Córdoba, en prensa.

Aschero, C.A., R. Zurita, M.G. Colaneri y A. Toselli

2002 “El bebé de la Peña” En: *Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Córdoba; pp 329-338.

Borrazás, P.M., J.M. Ayán Vila y R. Blanco Roeta

2002 “Bases teórico-metodológicas para una arqueología de la arquitectura” En: *TAPA trabajos de arqueología e patrimonio*, N 25, ISSN 1597-5357, pp 12-101.

Criado Boado, F. (1993). “Visibilidad e Interpretación del Registro Arqueológico”. *Trabajos de Prehistoria* 50 España; pp39- 56.

Criado Boado, F.

1999 “Del terreno al espacio: planteamientos y perspectivas para la arqueología del paisaje”. *CAPA* (Criterios y Convenciones en Arqueología del Paisaje), 6. Grupo de Investigación en Arqueología del Paisaje. Universidad de Santiago de Compostela. pp 1-58.

Foucault, M

1998 *Vigilar y Castigar*. Siglo veintiuno editores. México.

Olivera, D y S. Vigliani

2000-2002 “Proceso Cultural, uso del espacio y producción agrícola en la Puna meridional”. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología* 19. Buenos Aires. pp 459-482.

Olivera, D., S. Vigliani, A. Elías, L. Grana y P. Tchilinguirian

2003-2005 “La ocupación Tardía-Inka en la Puna Meridional: el sitio Campo Cortaderas”. *Cuadernos del INAPL* 20. Bs. As. pp 257-278.

Podestá, M.M.

1990 Ms- Informe de beca doctoral. CONICET.

Quiroga, L.

2007 Ms. La experiencia del espacio construido; relevamiento y representación gráfica de arquitectura y entorno (Punta de la Peña 3 Antofagasta de la Sierra- La Angostura El bolsón- Catamarca). Trabajo enviado a Actas del 2º congreso Argentino y Primer Latinoamericano de Arqueometría.

Quiroga, L. y M.L.Cohen

2007 Ms. Múltiples espacios una misma Peña. Diseño arquitectónico y emplazamiento en sitios tardíos. Punta de la Peña, Antofagasta de la Sierra, Catamarca. Resumen enviado al XVI Congreso de Arqueología Argentina. Jujuy.

Martel, A.R.

2006 Ms. Arte rupestre: construcción y significación del espacio en la Puna Meridional argentina (Antofagasta de la Sierra, Catamarca). Trabajo presentado en el VII Simposio Internacional de Arte Rupestre, Diciembre 2006. Arica.

Moore, J.

1996 *Architecture and power in the Ancient Andes*. Cambridge University Press, Cambridge.

Nielsen, A.

1995 "Architecture performance and Reproduction of social power". *Expanding Archaeology*. James Skibo, William Walker y Axel Nielsen. Foundations of archaeological inquiry. University of Utah Press. Salt Lake City; pp 47-66.

Soja, W

1995 *Postmodern Geographies. The reassertion of space in critical social theory*. Verso. London-New York.

Tilley, C

1996 "The Power of the rocks: topography and monument construction on Bodmin Moor". *World Archaeology* 28, N°2, London.; pp 161-175.

Troncoso, A.

2001 "Espacio y Poder" En: *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología* N°32. pp10-23.



DETECCIÓN DE SITIOS MAYAS DESDE EL ESPACIO EXTERIOR UTILIZANDO IMÁGENES DE RADAR

Pedro A. López García, Denisse L. Argote Espino

Departamento de Exploración Geofísica, Instituto de Geofísica-UNAM

efenfi@yahoo.com

RESUMEN

La cultura Maya se extendió en una región que comprende el sureste de México y América Central, asentándose en zonas selváticas de difícil acceso y de vegetación abundante. Debido a las condiciones climáticas del área maya y a su alto contenido de nubes, la fotografía aérea ha tenido limitaciones en la prospección arqueológica. En este trabajo se propone una metodología para realzar y detectar sitios arqueológicos de la cultura maya utilizando imágenes de radar de alta resolución. El procesamiento de la imagen incluye un proceso multi-look reduciendo así el speckle y el clutter de la vegetación y reforzando la presencia de los sitios arqueológicos en la imagen. Posteriormente, esta imagen se somete a un método de restauración por medio de un filtro Geométrico que reduce la degradación del ruido speckle y la aproxima más a la escena original. Una vez que las imágenes de radar son filtradas, se aplica un procesamiento utilizando algoritmos de Morfología Matemática que garantizan la discriminación de sitios arqueológicos de la imagen.

INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años se han estado llevando investigaciones que pretenden demostrar que es posible realizar estudios de prospección arqueológica utilizando imágenes de radar (Siemens y Puleston, 1972, Anon., 1995, Fowler, 1995, Holcomb, 1998). Los sensores activos de tipo radar de apertura sintética (SAR), trabajan en la región de las microondas del espectro electromagnético. Las ventajas de estos sensores son que: i) son sistemas independientes de la radiación solar, es decir, las longitudes de onda no son absorbidas ni dispersadas por efectos atmosféricos, ii) se tiene control sobre la geometría de observación, y iii) detectan rugosidad, pendiente, así como información de la conductividad eléctrica del terreno. Independientemente de la longitud de onda, las señales de radar pueden ser transmitidas o recibidas en diferentes modos de polarización. Es decir, la señal puede ser filtrada de tal manera que sus vibraciones de onda electromagnética sean restringidas a un solo plano perpendicular a la dirección de la propagación de la onda. La señal, entonces, puede ser transmitida en plano vertical u horizontal o combinaciones de éstos.

IMÁGENES DE RADAR: RUIDO SPECKLE Y MORFOLOGÍA MATEMÁTICA PARA IMÁGENES BINARIAS Y EN TONOS DE GRIS

El ruido speckle está presente en todas las imágenes producidas por sistemas que emplean radiación coherente como fuente de iluminación (Pastrana, 1996), es el resultado de un fenómeno físico inherente al proceso de formación de la imagen. Teóricamente, el ruido speckle para imágenes de un solo look obedece a una función de densidad de la distribución de Rayleigh. Una manera en que el speckle puede ser removido o reducido es creando una imagen de vista múltiple o *multilook* que se realiza al promediar varias imágenes estadísticamente independientes.

En morfología matemática 3D, una imagen de niveles de gris es una función definida en un espacio tridimensional: la imagen es vista como un relieve topográfico al asociar a cada píxel una elevación proporcional a su intensidad. De esta forma, las imágenes de niveles de gris aparecen como mesetas rodeadas de pendientes inclinadas. Conjuntamente con esta superficie, se considera un elemento estructural que es un objeto tridimensional de cierta forma y tamaño (Figura 1). El elemento estructural interacciona con la superficie de la imagen generando otra de diferente morfología. La interacción entre la superficie de la imagen y el elemento estructural está definida por los diversos operadores de la morfología matemática.

De esta manera, las formas son dilucidadas por el elemento estructural (que forma una estructura geométrica conveniente) para extraer o remover rasgos como picos, lomas, mesetas, colinas depresiones y cambios profundos.

Las operaciones básicas de la morfología matemática en 3D para imágenes en niveles de gris son la erosión, la dilatación, la apertura y la cerradura. La idea de estas operaciones es transformar la imagen de niveles de gris en comparaciones locales entre la imagen y las traslaciones del elemento estructural que actúa como un sensor de propiedades geométricas de la función que explora la imagen para realzar los rasgos de interés. Las operaciones morfológicas en una imagen de niveles de gris se representan, en general, como la exploración del elemento estructural tridimensional sobre las formas que describen la intensidad o brillantez de la imagen. Las ecuaciones de estos operadores básicos son las siguientes:

1. Erosión de una imagen f por el elemento estructural B :

$$(f \ominus B)(x,y) = \min\{f(u,v) \mid B(u-x, v-y) \subseteq \mathbb{Z}^2; (u-x, v-y) \in B\} \quad (1)$$

donde (x,y,u,v) son las coordenadas espaciales en la imagen y \mathbb{Z}^2 es el espacio discreto bidimensional. En la erosión, el objeto reduce su extensión espacial uniformemente.

2. Dilatación de una imagen f por el elemento estructural B

$$(f \oplus B)(x,y) = \max\{f(u,v) \mid B(u-x, v-y) \subseteq \mathbb{Z}^2; (u-x, v-y) \in B\} \quad (2)$$

donde el elemento estructural B aumenta el objeto uniformemente en su extensión espacial.

3. Apertura de la imagen f por el elemento estructural B

$$(f \circ B)(x,y) = [(f \ominus B) \oplus B](x,y) \quad (3)$$

y es utilizada para suavizar los contornos, realzar valles y eliminar rasgos pequeños de la superficie de la imagen.

4. Cerradura de una imagen f por el elemento estructural B

$$(f \circ B)(x,y) = [(f \oplus B) \ominus B](x,y) \quad (4)$$

y es utilizada para rellenar huecos en los objetos, suavizar valles y contornos y para realzar algunos rasgos de la superficie de la imagen.

ZONA DE PROSPECCIÓN

La zona de prospección elegida para probar las hipótesis de trabajo se encuentra en el estado de Quintana Roo, México y corresponde a un cuadrante de selva maya en donde se tiene buena referencia de la existencia de varios sitios arqueológicos monumentales, registrados por el proyecto Sur de Quintana Roo (Nalda *et al.*, 1997). La exploración de esta región se ha llevado a cabo durante varios años, utilizando fotografía aérea y recorridos de superficie; por medio de estas técnicas, se ha intentado definir el patrón de asentamientos de la región. Bajo este esquema de investigación se ha podido registrar sitios arqueológicos del periodo clásico temprano y terminal, que cuentan con una gran variedad de templos, plataformas, plazas, juegos de pelota y sistemas de cultivo; entre estos sitios se encuentran Dzibanché, el Conjunto Central (Lamay), Tutil, Kinich-ná, Kohunlich, etcétera.

ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES DE RADAR

Tres imágenes de radar de la misma escena fueron adquiridas con la agencia especial del sistema Radarsat. Estas imágenes cubren el área de estudio que se encuentra en el Estado de Quintana Roo, México (Figura 2). Las coordenadas geográficas del cuadrángulo de la imagen, empezando de la esquina noroeste y siguiendo en dirección a las manecillas del reloj: [18° 49' 35.95" N, 88° 51' 42.39" W], [18° 44' 55.75" N, 88° 26' 51.58" W], [18° 14' 35.52" N, 88° 33' 12.18" W], [18° 19' 16.51" N, 88° 57' 58.36" W].

Las tres imágenes de radar fueron co-registradas utilizando una transformación polinomial de primer orden, posteriormente fueron promediadas (procesamiento multilook). El promedio de las imágenes tiende a reducir la presencia del speckle y, por otro lado, reafirma y realza los objetos que son constantes como son los caminos, ciudades y sitios arqueológicos. Después fueron seleccionadas cuatro subregiones de la imagen por lo que se hicieron los cuatro recortes correspondientes.

Para reducir el speckle de la imagen de radar se considero el cociente señal/ruido, preservación del contraste y brillantez de la imagen, preservación de bordes, preservación sobre detalles de textura, diferencia de la imagen original con la imagen filtrada y el cálculo equivalente del número de looks, para este fin se utilizo un filtro morfológico conocido como filtro Geométrico basado en la transformación “Hit or Miss” (Pratt, 1991).

Una vez filtrada la imagen, se hizo el procesamiento morfológico para hacer la discriminación de los sitios arqueológicos. Los modelos de elemento estructural utilizados en estas operaciones morfológicas fueron formas geométricas de tamaños variables como el paraboloide, el cubo, una semi-esfera, un cono, un cilindro y una Gausiana (Figura 2), tomando en cuenta las formas que presentan las pirámides tanto restauradas como sin reconstruir. El tamaño de estos elementos estructurales fueron de 5 x 5 a 15 x 15 pixels en la dirección X-Y. Las cuatro operaciones definidas arriba fueron aplicadas con estos elementos estructurales. Los mejores resultados fueron logrados con la dilatación, utilizando un cono como elemento estructural. Para un mejor realce de los asentamientos arqueológicos se aplicó el operador de Kirsch (Pratt, 2001).

Las imágenes resultantes del procesamiento muestran un conjunto de rasgos circulares y rectangulares. A partir de sitios arqueológicos de coordenadas geográficas conocidas y publicadas en la literatura (Nalda *et al.*, 1997), se pudo inferir que estos aparecen como rasgos rectangulares, mientras que el clutter y el speckle aparecen como objetos redondos (Figura 3). Estas inferencias establecen el fundamento para el trabajo de campo que se describe en la siguiente sección.



Figura 1. Localización de la zona de prospección (estado de Quintana Roo, México)

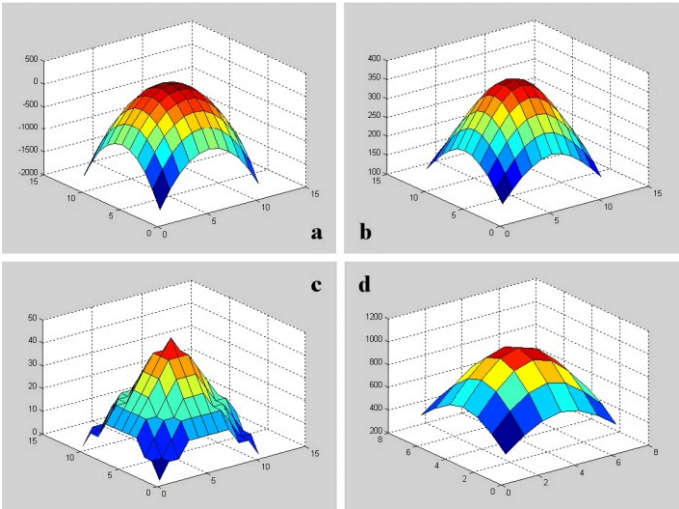


Figura 2. Ejemplos de elementos estructurales Utilizados con las operaciones de morfología Matemática

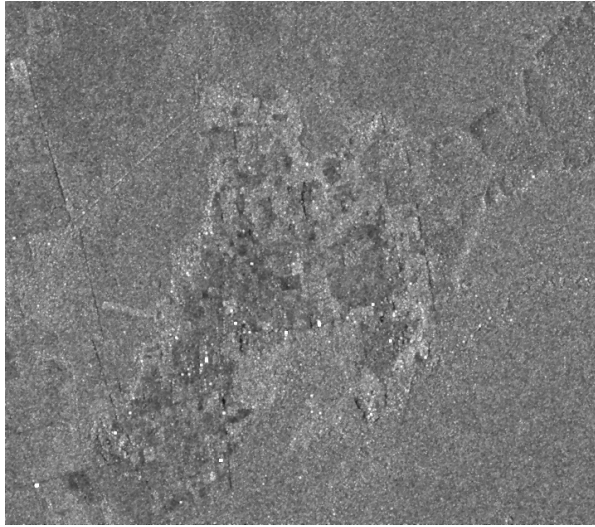


Figura 3. Procesamiento digital utilizando la operación morfológica de la dilatación mostrando el conjunto de rasgos circulares correspondientes a sitios arqueológicos

RESULTADOS

La Figura 4 muestra los resultados del procesamiento digital. Todos los objetos rectangulares importantes presentes en estas imágenes fueron numerados progresivamente del 1 al 22, y representaron posibles sitios arqueológicos seleccionados para su verificación. Estas 22 marcas fueron verificadas en campo para su verificación y los resultados obtenidos indican que la mayoría de estas marcas correspondieron a sitios con evidencia real de estructuras arqueológicas, solamente 3 marcas fueron erróneas. Se encontraron tres tipos principales de asentamientos: (i) los sitios mayas conocidos, como son el caso de Tutil 1 (marca 11), Tutil 2 (marca 12), Complejo Central (marca 13), Dzibanche (marca 14), Kinich-na (marca 15), Pol Box (marca 16) y Kohunlich (marca 19); (ii) los sitios arqueológicos de segundo orden, numerados con las marcas 5, 6, 9, 20, 21 y 22; y (iii) los sitios arqueológicos de tercer orden, numerados con las marcas 1, 2, 3, 4, 7 y 18.

Cabe recordar que los sitios de primer orden corresponden a sitios grandes con estructuras monumentales, los de segundo orden se relacionan con aquellos también importantes pero de menor tamaño y con estructuras no tan altas. Los sitios de tercer orden se refieren a asentamientos comunes con estructuras de tipo casa-habitación (Nalda *et al.*, 1997). Las marcas con números 8, 10 y 17 corresponden a construcciones modernas con techos de lámina y son consideradas como falsas alarmas dentro del análisis de la imagen ya que, por la fuerte respuesta que tienen hacia la señal del radar, no se pueden discriminar de los sitios arqueológicos.

Los resultados presentados en las cuatro escenas de la Figura 4 confirman nuestras hipótesis de que los objetos rectangulares corresponden en su mayoría a sitios arqueológicos, mientras que los objetos circulares corresponden a otro tipo de objetos de la escena. De acuerdo con nuestros resultados, la proporción de éxitos es de casi el 86%. Los campos cubiertos de piedra con una cierta rugosidad de la textura de su superficie producen una respuesta similar a la de los sitios arqueológicos. Construcciones modernas con techos de lámina generan una fuerte retrodispersión de la señal que se traduce en una confusión con los sitios arqueológicos. Otros asentamientos modernos como las ciudades, poblados y ranchos producen una confusión similar. Pero la ubicación de la mayoría de los poblados modernos es bien conocida, por lo que pueden ser discriminados a priori de los sitios arqueológicos.

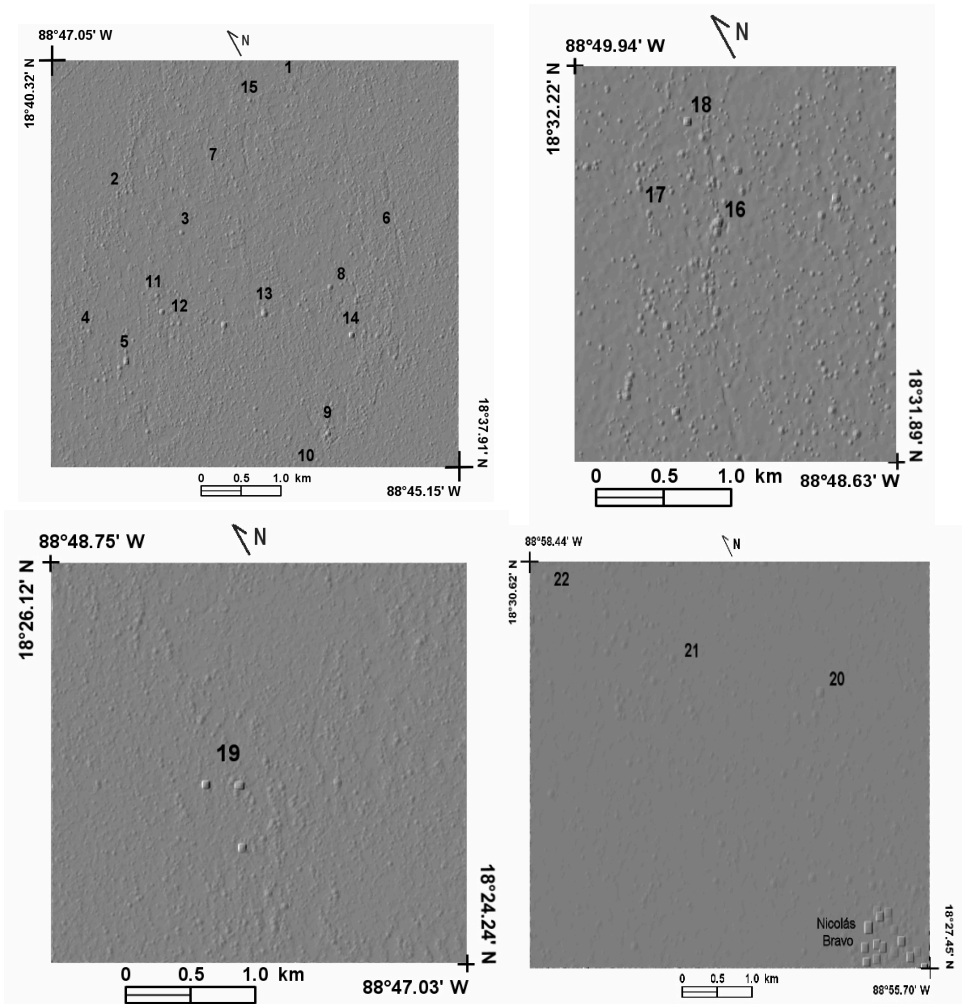


Figura 4. Resultado del procesamiento digital de la imagen de radar mediante el operador de dilatación de morfología matemática

CONCLUSIONES

Se propone un nuevo método de prospección arqueológica para la detección de sitios arqueológicos en zonas con topografía uniforme, que presenten alta densidad de cobertura vegetal y con alto contenido de nubes. El método se basa en el análisis de imágenes de radar por medio de un conjunto de transformaciones morfológicas. Las imágenes de radar son independientes de las condiciones atmosféricas, por lo que pueden ser utilizadas en zonas de selva con abundante vegetación y gran cantidad de nubes. El uso de morfología matemática con las imágenes de radar para la prospección arqueológica es una nueva herramienta que parece tener un alto potencial en la investigación de acuerdo a los resultados presentados en este trabajo.

En este método se pueden identificar tres etapas principales. Primero, el promedio aritmético de las tres imágenes de radar. En una escena dada de un paisaje como el de la Península de Yucatán, los sitios arqueológicos permanecen sin cambio durante largos periodos de tiempo. Otros rasgos de la escena, como la cubierta vegetal y asentamientos modernos experimentan cambios. Por lo que, el promedio de varias imágenes de la misma escena adquiridas en

diferentes, tienden a reducir el ruido speckle y el clutter de la vegetación mientras que se refuerzan los rasgos arqueológicos. Segundo, un filtro morfológico adecuado, conocido como el filtro Geométrico reduce la presencia del ruido speckle y del clutter preservando los rasgos asociados a los sitios arqueológicos. Y tercero, una transformación morfológica para realzar los rasgos de la imagen asociados a sitios arqueológicos. Esta transformación realza estos rasgos en mayor proporción que los remanentes del ruido speckle y del clutter. A su vez, la aplicación final del operador de Kirsch introduce una apariencia como de iluminación en la imagen que posteriormente realza los sitios arqueológicos.

A través del trabajo de campo se confirma la presencia de sitios arqueológicos detectados por este método. La proporción de éxitos es relativamente alta aunque prevalece cierta confusión debida a los asentamientos modernos y algunos rasgos particulares de la escena que presentan una textura y pendiente similar a la de los sitios arqueológicos. Con el uso del radar polarimétrico (que puede enviar la señal en diferentes polaridades al mismo tiempo) e imágenes de mayor resolución, esta confusión puede disminuir en una mayor proporción. La aplicación de este tipo de estudios puede construir un puente entre disciplinas que aparentemente no tienen conexión alguna, pero que juntas pueden proporcionar información que de otra forma sería muy difícil de obtener. La localización e identificación de sitios arqueológicos de diferente orden por medio de técnicas espaciales pueden aumentar nuestro conocimiento acerca de los patrones de asentamiento que prevalecían en diferentes épocas prehispánicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anon.

1995 "Angkor by satellite", *Athena Review*, vol. 1, no. 1, pp. 12-13.

Folan, W.J., J. Marcus y F.M. Millar

1995 "Verification of a Maya Settlement Model & through Remote Sensing", *Cambridge Archaeological Journal*, vol. 5, núm. 2, pp. 277-301.

Holcomb, D.W.

1998 "Application of imaging radar to archaeological research, principles & applications of imaging radar", en F.M. Henderson y A.J. Lewis (eds.), *Manual of Remote Sensing*, Vol.2, New York, John Wiley & Sons, pp. 769-777.

2001 "Imaging radar and archaeological survey: An example from the Gobi Desert of Southern Mongolia," *Journal of Field Archaeology*, vol. 28, núms. 1-2, pp. 131-141.

Nalda, E., A. Velazquez, S. Balanzario y A. Maciel

1997 "Proyecto Arqueológico Sur de Quintana Roo, 1993-1994, Kohunlich", Reporte Técnico, vol. I A, México, INAH.

Pastrana, R.

1996 "Restauración de imágenes digitales: eliminación de ruido por medio de un filtro Geométrico", *Tesis de Licenciatura*, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Pratt, W.K.

2001 *Digital Image Processing*, New York, John Wiley & Sons, Inc.

Siemens, A.H. y D.E. Pulestone

1972 "Ridged fields and associated features in southern Campeche: new perspectives on the Lowland Maya", *American Antiquity*, vol. 37, pp. 228-239.

Sternberg, S.R.

1986 "Grayscale morphology", *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, vol. 2, pp. 377-393.

Wagner, D.

1991 "Analysis of Prehistoric Roadways in Chaco Canyon Using Remotely Sensed Digital Data", en Trombols (Ed.), *Ancient Road Networks and Settlement Hierarchies in the New World*, Cambridge, Cambridge University Press.



DISTANCIAS Y ÁREAS DE INFLUENCIA EN EL ESPACIO INTRASITIO: POSIBILIDADES DE APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS EN LA MICROESCALA

Liliana M. Manzi

CONICET-IMHICIHU-DIPA

lm_manzi@yahoo.com.ar

RESUMEN

La propuesta consiste explorar las potencialidades metodológicas de los sistemas de información geográfica -SIG/GIS- y su incidencia en la interpretación de relaciones espaciales en escalas reducidas.

Para ello, se propone analizar niveles estratigráficos del depósito arqueológico Quebrada Seca 3 (QS3), Antofagasta de la Sierra, Catamarca. Situación que requerirá de la evaluación de la manera más eficiente de representar objetos y estructuras, en cuanto a sus formas y dimensiones planas, teniendo en cuenta que los sistemas vectoriales ofrecen diferentes recursos para tales fines, yendo desde los adimensionales, los lineales a los bi-dimensionales.

A pesar de que los SIG han sido concebidos para la realización de análisis espaciales en escalas amplias, principalmente desde la mesoescala a la megaescala, se prevé que su aplicación en la expresión espacial más pequeña del registro arqueológico, resta aún ser discutida.

En general los análisis intrasitio han sido desarrollados a partir de tests estadísticos buscando poner a prueba la existencia de relaciones espaciales entre vestigios arqueológicos cuantificables, tales como partes esqueléticas, astillas óseas, artefactos, etc., dejando fuera a las estructuras de planta, explicadas de manera cualitativa.

Al mismo tiempo, se tiene la percepción de que las interrelaciones espaciales sustentadas entre materiales arqueológicos registrados dentro de un mismo nivel estratigráfico, son de menor complejidad que las que pueden establecerse en escalas más amplias.

En consecuencia, entendiendo que la escala intrasitio no está aún agotada, se pretende realizar análisis espaciales integrativos de datos, más que segmentados por conjuntos ergológicos; teniendo en cuenta, principalmente, las distancias y las áreas de influencia de rasgos e ítems, además establecer cuantificaciones de frecuencias, densidades y diversidad de elementos, aprovechando las potencialidades analíticas que los entornos SIG-GIS ofrecen.

INTRODUCCIÓN

Se propone explorar las potencialidades metodológicas de los sistemas de información geográfica -SIG- para la interpretación de relaciones espaciales entre artefactos y estructuras de planta en escalas reducidas; a pesar de que estos fueron concebidos para la realización de análisis espaciales en escalas amplias, regionales o superiores.

Los análisis intrasitio se desarrollaron, generalmente, a partir de tests estadísticos para poner a prueba la existencia de relaciones espaciales entre frecuencias artefactuales, dejando fuera de consideración la evidencia arqueológica cuya expresión es básicamente cualitativa. Por este motivo, se pretende realizar análisis que tengan en cuenta las distancias y áreas de influencia de estructuras e ítems aprovechando las potencialidades analíticas de los SIG.

EL SITIO QUEBRADA SECA 3 (QS3)

Es un depósito arqueológico conformado por el material de relleno de una oquedad abierta en los farallones ignimbritas que delimitan la vega de Quebrada Seca. Está constituido por diversos niveles estratificados que representan una secuencia de ocupación asignable al período Arcaico (ca. 9200 a 2500 años AP).

La estratigrafía comprende las capas 1, 2a y 2b. Esta última está compuesta por un sedimento arenoso a areno-limoso con diversos aportes antropógenos (Aschero, 1988), dentro de la cual

fue determinada la existencia de 28 niveles estratigráficos de distintas potencias.

El nivel estratigráfico 2b4, aquí analizado, tiene una datación ubicable entre los 4800 y 5300 años AP, de acuerdo con los fechados ^{14}C obtenidos para los niveles 2b3 -Beta-27802: 4770 ± 80 AP- y 2b5 -Beta-59927: 5380 ± 70 AP-.

La excavación fue realizada mediante *decapage*, siguiendo la distribución espacial del material arqueológico y de las estructuras, y utilizando cuadrículas de 1 m^2 , subdivididas en 4 microsectores de 0.50 m^2 . Se mantuvieron por separado los conjuntos registrados bi y tridimensionalmente y graficados en plantas de excavación de los recuperados en zaranda y embolsados por microsector.

Debido a las diferencias topográficas que presenta el techo del abrigo, las cuales podrían haber incidido en la habitabilidad del espacio intrasitio, fueron distinguidos el sector cueva, que no permite el ingreso de individuos de pié, y el sector alero, donde esto no sólo es posible sino que también es factible la circulación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La escala local o micro-escala se refiere a un lugar en el espacio, que puede corresponder a un sitio arqueológico; entendido como la sumatoria de eventos naturales y antrópicos sobre un sector limitado del paisaje.

Haciendo uso de los recursos para la digitalización de información de los sistemas vectoriales SIG fue mapeada la distribución de desechos de talla, instrumentos líticos y estructuras a partir de las plantas de excavación. Los instrumentos fueron tabulados ($N=17$) sin distinguir grupos tipológicos, los desechos de talla ($N=1347$) a partir de sus tamaños y agrupados en pequeños ($n=907$) -hipermicrolascas y microlascas-, medianos ($n=287$) -lascas pequeñas y lascas- y grandes ($n=153$) -lascas grandes-, mientras que las estructuras fueron clasificadas por clases.

La información ingresada en la base de datos SIG debe ser geo-referenciada para que resulte posible identificar su localización y estudiar sus relaciones espaciales. Pero, si los espacios analizados corresponden a pequeñas superficies de terreno (como el nivel 2b4 - $22,65 \text{ m}^2$ -), por ser similares a un plano puede no ser necesario efectuar su proyección sobre la superficie de la tierra; a riesgo de limitar análisis futuros. Tratando de no limitar las comparaciones se procedió a geo-referenciar, en primer lugar, el sitio QS3, para luego, dentro de éste posicionar una grilla hecha en CAD sobre la cual fue ubicada la planta de excavación del nivel 2b4.

Los análisis espaciales seleccionados tienen por meta estudiar las relaciones espaciales entre artefactos y estructuras. Estas últimas fueron consideradas como superficies que "contienen" y que "registran items en sus adyacencias", siendo contabilizadas las frecuencias correspondientes a cada situación. Los conteos efectuados en las áreas adyacentes fueron realizados dentro de los $0,50 \text{ m}$ que rodean la estructura. En los casos en que más de una estructura compartía un mismo espacio circundante, éste fue dividido en partes iguales de modo que los ítems fueran capturados una sola vez.

Los análisis de distancias se orientan a reconocer relaciones de proximidad. La extensión de ArcView 3.2 *Nearest Features* permitió generar grupos entre clases artefactuales cercanas, siendo seleccionado un máximo de 5 elementos con los cuales se establecieron relaciones de vecindad. Un número mayor de relaciones no resultó conveniente, al no ser posible visualizar los patrones identificados. Por medio del ejecutable *Find Distance*, de la extensión *Spatial Analyst*, fue calculada la distancia euclideana entre los ítems que pueden ser capturados a una distancia determinada - $0,50 \text{ m}$ -, dando por resultado una grilla que da cuenta de dichas distancias; incluyendo en el cálculo las celdas vacías.

IDENTIFICACIÓN DE PATRONES DISTRIBUCIONALES INTRASITIO

La distribución de las estructuras (Figura 1) parece estar condicionada por las posibilidades topográficas de QS3. Los vegetales -*Stipa sp.*- concentrados (A1 y 2) se encuentran en sobre el

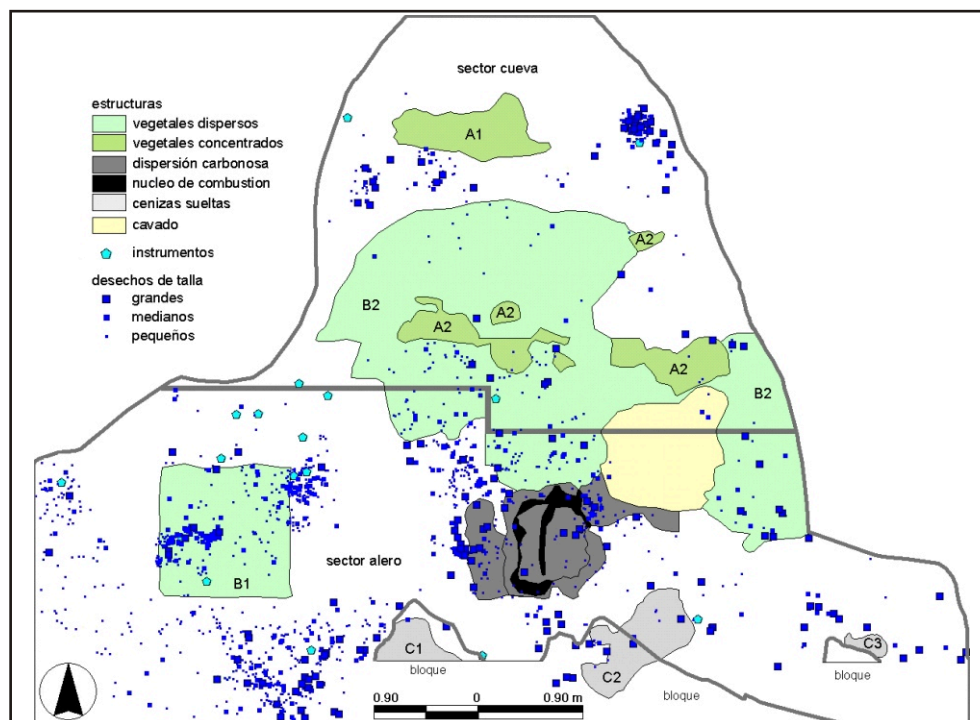


Figura 1. Distribución de las estructuras

sector cueva, mientras que los dispersos (B1 y 2) se registran tanto en este como en el sector alero. Ambas acumulaciones pueden ser atribuidas a una eventual adecuación del espacio intrasitio, donde la concentración del material que las compone no necesariamente respondería a usos diferentes.

Las estructuras de combustión y de cavado se encuentran en el sector alero; espacio topográficamente más amplio y sin mayores obstáculos. El único limitante observable lo ofrecen los bloques ubicados hacia el frente, debajo de los cuales y en sus inmediaciones se registran cenizas sueltas, atribuibles a posibles episodio/s de mantenimiento del fogón, y desechos de talla, principalmente de tamaños grandes, que podrían haber sido desplazados a causa de la circulación humana.

En la Tabla 1 son presentadas las relaciones entre estructuras y artefactos, donde la comparación de las frecuencias arrojadas por las relaciones “contiene”/“no contiene” muestran pocas diferencias. En cambio si se comparan las frecuencias por clase de estructura, las diferencias resultan más notorias. La mayor cantidad de artefactos se encuentran en las adyacencias de las estructuras A1 y 2 y C1, 2 y 3. La misma tendencia, aunque de menor magnitud, es observada en las estructuras B1 y 2 y de combustión. En ambas puede reconocerse la superposición de descartes, sin embargo en la segunda, debe incluirse una distinción entre el área de dispersión carbonosa, que registra descartes, y el núcleo de combustión, que no los registra.

La dispersión de materiales alrededor de la estructura de combustión puede ser atribuida a un uso intensivo de esta y de sus áreas adyacentes. El material combustionado pudo haberse esparcido desde el núcleo hacia afuera tanto de forma intencional, calentando los alrededores con cenizas y brasas o modificando las dimensiones del fogón, como post-depositacional, a causa del uso reiterado de las mismas. En tanto, la depositación de desechos de talla pudo haber sucedido a partir de episodios sucesivos de talla y por desplazamientos desde afuera hacia adentro, atribuibles a los efectos del pateo de elementos.

Estructuras /Artefactos	Contiene -completamente-					Áreas adyacentes -no contiene-				
	Grandes	Medianos	Pequeños	Instrumentos	•	Grandes	Medianos	Pequeños	Instrumentos	•
A1	0	0	0	0	0	11	12	30	0	53
A2	0	0	4	0	4	2	3	4	0	9
B1	23	27	167	1	218	12	49	193	7	261
B2	6	60	151	2	219	12	28	64	2	106
C1	0	1	0	0	1	5	5	15	1	26
C2	3	2	6	0	11	11	4	12	1	28
C3	0	0	0	0	0	9	6	3	0	18
Combustión	15	17	74	0	106	18	30	70	0	118
Cavado	0	3	2	0	5	0	0	0	0	0
Total (1173)	47	110	404	3	564	78	134	388	11	619

Tabla 1. Relaciones espaciales

La estructura de cavado, definida por la casi ausencia de artefactos y por el límite que impone a las estructuras que la rodean, puede tener un carácter intrusivo, donde los escasos artefactos que registra pueden deberse a desplazamientos post-depositacionales.

Los desechos de talla distribuidos por el resto de la superficie dejan ver microsectores que no registran hallazgos. Muchos de estos pueden ser relacionados con factores topográficos que inhibirían las posibilidades de registrar artefactos, en donde la distancia al techo es reducida - inferior a 1 m- o se produjo el desprendimiento de bloques. También se observa la ausencia de hallazgos en relación con las acumulaciones de vegetales A1, de cenizas sueltas C3 y con espacios topográficamente despejados del sector alero.

Los instrumentos líticos podrían estar dando cuenta de diferentes situaciones de depositación, siendo descartados de manera aislada, próximos a los bloques del frente, agrupados en las adyacencias de B1 y 2 o superpuestos a esas mismas acumulaciones.

Las relaciones espaciales identificadas mediante el análisis de distancias euclidianas permiten constatar que los desechos de talla (Figura 2) se agrupan más estrechamente en el intervalo de 0 a 0.363 m., mientras que los instrumentos (Figura 3) lo hacen entre 0 a 0,344 m. Esto indicaría que, en líneas generales, ambas clases artefactuales muestran modos semejantes de depositación, cuyas diferencias, en parte, serían atribuibles a las cantidades que sustentan.

Teniendo en cuenta el proceso de producción lítica se realizó un cálculo de distancias que toma a los instrumentos y desechos de talla grandes como centroides (Figuras 4 y 5). A partir de ellos fueron exploradas relaciones -no excluyentes- con sólo 5 elementos de las demás

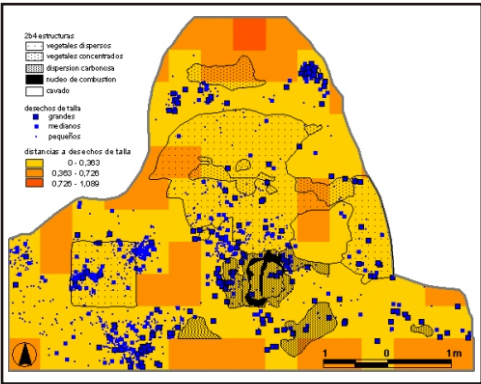


Figura 2. Desechos de talla

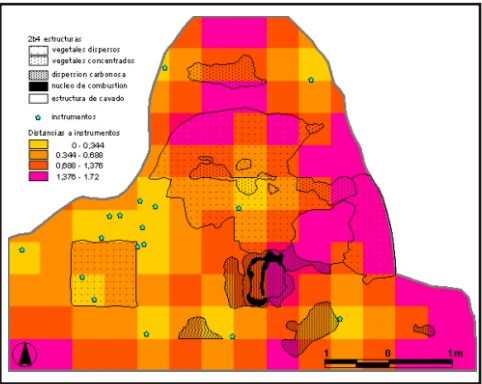


Figura 3. Instrumentos

clases artefactuales (Tabla 2), hecho que lleva a que resulten multiplicadas las cantidades de relaciones identificadas con respecto a las frecuencias registradas por clase artefactual.

Los resultados permiten indicar que las distancias mínimas evidencian una cuasi-superposición de algunos ítems sobre los centroides. Las distancias máximas, a pesar de que fueron establecidas con respecto a los ítems más cercanos, muestran una alta dispersión, circunstancia que se vería aumentada si se vincularan más elementos a cada centroide. La misma situación está indicada a través de la distancia promedio, sustentada por la media aritmética, y de los desvíos estándar.

Los desechos de talla (Figura 4) depositados en el sector cueva evidencian agrupaciones de ítems de diferentes tamaños, las cuales se encuentran: 1) cercanas a la pared, 2) en los espacios intermedios entre las acumulaciones de vegetales concentrados y dispersos, 3) superpuestas a las estructuras B1 y 2; estando próximas a las paredes u ocupando el espacio central. En el sector alero se constata la presencia de: 1) pocos desechos grandes próximos a las paredes, 2) ítems de diferentes tamaños sobre las acumulaciones de vegetales dispersos y 3) mayor abundancia de tamaños grandes al lado o debajo de los bloques; algunos de los cuales están ubicados en las inmediaciones o superpuestos a las cenizas sueltas.

En la periferia de la estructura de combustión se registran desechos de talla, principalmente de tamaños grandes, tanto en el espacio que la separa de la acumulación de vegetales -B- como sobre las cenizas y carbones que se dispersan a partir del núcleo.

El descarte de instrumentos (Figura 5) en el sector cueva es registrado: 1) en las inmediaciones de las paredes rocosas, distinguiéndose la disposición de 1 ítem alejado y otro próximo a una agrupación de desechos de talla y 2) superpuesto con las acumulaciones de vegetales dispersos -B2- y vinculado a unos pocos desechos. En el sector alero se observa una agrupación de 8 instrumentos que entre sí guardan distancias inferiores a los 0,50 m, abarcando una superficie inferior a 1 m. La distancia promedio entre estos y los desechos de tamaños pequeños son menores a los 0,30 m, de los medianos a los 0,50 m y de los grandes a los 0,70 m. Los restantes

Clases artefactuales	Relaciones			Distancias (m.)			
	centroides	*	ítems	mínima	máxima	promedio	desvío estándar
intrumentos-DT grandes	17	5	85	0,024	1,046	0,474	0,237
instrumentos-DT medianos	17	5	85	0,024	0,737	0,293	0,188
instrumentos-DT pequeños	17	5	85	0,023	0,496	0,184	0,147
DT grandes-medianos	153	5	765	0,011	1,223	0,236	0,159
DT grandes-pequeños	153	5	765	0,018	1 750	0,176	0,133

Tabla 2. Relaciones identificadas

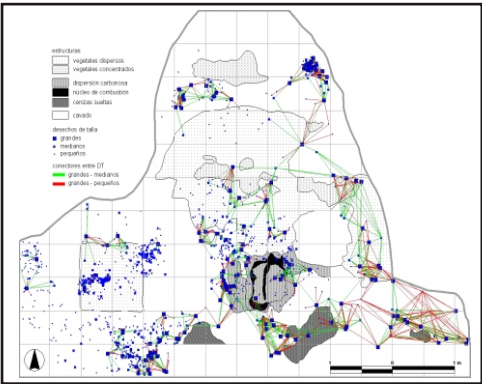


Figura 4. Desechos de talla

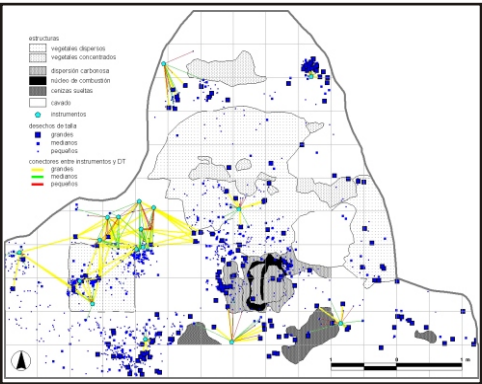


Figura 5. Descarte de instrumentos

están depositados en cercanía de: la estructura B1, los bloques, los desechos grandes y las cenizas sueltas. Posiblemente, ambas distribuciones se relacionan con las mayores dimensiones que tienen los instrumentos, comportándose de modo semejantes a los desechos de talla grande, pudiendo su depositación estar en algunos casos vinculada con procesos de talla y en otros con reemplazos y abandonos.

DISCUSIONES

Los comportamientos humanos observados en la escala sistémica, en el transcurso de unas pocas décadas, permitieron formular modelos de la organización espacial intrasitio (Binford, 1982, 1988). Por su parte, las distribuciones arqueológicas, producto de las actividades de muchos y diferentes individuos en el transcurso de varias generaciones (Ebert, 1992), llevan a que la estructura del registro arqueológico no pueda ser directamente comparada con la información etnográfica. Por este motivo, el registro etnográfico es utilizando para generar hipótesis conductuales que deben ser contrastadas con evidencia arqueológica.

La depositación artefactual en el nivel estratigráfico 2b4 parece responder a distintos procesos de descarte, donde la duración de las ocupaciones pudo haber incidido en la conformación de las agrupaciones identificadas. Se espera que en ocupaciones breves las actividades que originan grandes cantidades de descartes se ubiquen lejos de los espacios de uso intensivo, quedando los descartes depositados *in situ* (Binford, 1988). Expectativa que puede ser confrontada con las distribuciones de desechos de talla, producto de diversos episodios de manufactura, donde el proceso de producción lítica, por ser una actividad que genera altas frecuencias de desechos, conduce a que se registren agrupaciones de items de diferentes tamaños en ciertos sectores de QS3.

En el sector cueva, donde el acceso está limitado, las lascas desprendidas caerían en las inmediaciones de los lugares en donde habrían tenido lugar los episodios de talla. Comportamientos semejantes habrían originado las agrupaciones artefactuales que circundan la estructura de combustión y de acumulación de vegetales B1, a pesar de estar localizadas en el sector alero, donde no se observan limitantes topográficos que justifiquen la permanencia de descartes que podrían interferir en el paso o en el desarrollo de otras actividades. Esto último, al parecer se opone a las observaciones etnográficas que se refieren al tratamiento diferencial otorgado a los descartes de grandes dimensiones, los cuales son arrojados hacia otros lugares o removidos hacia otras ubicaciones (Binford, 1988).

Las distribuciones observadas en 2b4 resultan comparativamente contradictorias. Se constata la presencia de agrupaciones de desechos de talla en lugares aptos para la circulación y la permanencia de individuos, lo cual podría estar haciendo alusión a ocupaciones breves. Al mismo tiempo se tienen descartes depositados en proximidad de las paredes, tanto del sector cueva como alero, permitiendo pensar en un intento por dejar libre de desperdicios los espacios aptos para otros usos. Las acumulaciones de vegetales también parecen expresarse en estos dos sentidos. Las bajas densidades que conforman las más grandes estructuras de acumulación de vegetales pueden ser relacionadas con estadias breves, lo cual es acorde con una baja inversión de energía en la búsqueda y conformación de camadas. En contraposición, se tienen densas acumulaciones que podrían corresponderse con lapsos de permanencias más prolongados.

Una posible interpretación involucraría ocupaciones sucesivas, con duraciones diferentes, generando en todo momento el agregado materiales arqueológicos. Algunas ocupaciones podrían contribuir a una mayor estructuración de las depositaciones artefactuales, mientras que otras posibilitarían disposiciones de items más laxas. Teniendo presente las observaciones etnográficas referidas al mantenimiento de lugares y a la eliminación de descartes molestos, puede pensarse en eventos ocupacionales inicialmente más estructurados, con descartes localizados en los lugares menos atractivos para otras actividades y manteniendo las estructuras existentes. Luego, a través de ocupaciones sucesivas, algunas de esas estructuras podrían

ARQUEOMETRÍA LATINOAMERICANA

haber sido modificadas por mantenimiento, para hacerlas más adecuadas, o por la mezcla de elementos que se iban depositando y desplazando desde otros sectores, dando por resultado patrones espaciales menos estructurados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aschero, C.

1988 Informe CONICET. CICyT, Período 1986/87. Buenos Aires. MS.

Binford, L.

1982 The Archaeology of Place. *Journal of Anthropological Archaeology* 1:5-31.

1988 En busca del pasado. Editorial. Crítica. Barcelona.

Ebert, J.

1992 *Distributional Archaeology*. University of New Mexico Press, Albuquerque.



DISTRIBUCIONES SIMULADAS

**Liliana M. Manzi¹, Juan Bautista Belardi², Marcela Alejandra Maurell³,
Franco Román Herrera³, Juan José Concetti³**

1 CONICET-IMHICIHU-DIPA *lm_manzi@yahoo.com.ar*

2 CONICET- UNPA (Universidad Nacional de la Patagonia Austral)

3 UNPA (Universidad Nacional de la Patagonia Austral)

RESUMEN

Los análisis distribucionales apuntan a generar información arqueológica en escala regional o suprarregional, enfatizando la dimensión espacial registro arqueológico.

El objetivo de este trabajo es presentar una aproximación metodológica, que en un nivel exploratorio, permita evaluar las potencialidades de los métodos de recolección y registro de información a partir de la determinación de transectas.

Mediante el uso de un programa específico, denominado simulador arqueológico, se dispusieron cantidades predefinidas de puntos, cuya particularidad es la de ser adimensionales, sobre una superficie determinada; entendiendo que estos podrían corresponder tanto a artefactos como a elementos óseos. La meta es evaluar, a partir de distribuciones de puntos conocidas -o simuladas- la cantidad de transectas y muestreos necesarios para dar cuenta de tales distribuciones y la efectividad del método de muestreo seleccionado; particularmente, a partir de qué momento la información obtenida es redundante.

Los modelos de simulación son una herramienta analítica que hacen posible monitorear el comportamiento de un cierto número de variables partiendo de una situación inicial que, al ser fijada por el investigador, resulta conocida.

Los procedimientos involucrados en la simulación constaron de:

- 1) la delimitación de un espacio, que resultara metodológicamente acorde con una eventual escala regional,*
- 2) la distribución de distintas cantidades de puntos, representando diferentes frecuencias y densidades artefactuales,*
- 3) la disposición de un número variable de transectas y*
- 4) la comparación entre densidades artefactuales reales con las relevadas mediante los muestreos practicados.*

Las implicancias formuladas no sólo tiene valor científico-metodológico sino también operativo, puesto que contribuyen a estimar los costos requeridos en la obtención de datos utilizando un método de muestreos específico. Por eso, la simulación no pretende ser real, sino que se dirige a evaluar la efectividad de las transectas como método de registro de datos.

Por último, resta mencionar que de las 1500 tiradas efectuadas con el programa de simulación se obtuvieron 1500 resultados posibles para cada evaluación. En consecuencia, para hacer comprensible lo que está sucediendo se necesita de la estadística inductiva con el fin de obtener un panorama resumido de la situación simulada.

INTRODUCCIÓN

Los análisis distribucionales tienen como meta dar cuenta de las formas de uso del espacio por parte de las poblaciones humanas generando información expresada mediante densidades artefactuales, en escalas regionales o superiores (Thomas, 1975, Foley, 1981, Schofield, 1991, Rossignol y Wandsnider, 1992, entre otros). Es en la comparación de las densidades artefactuales relativas muestreadas en diferentes sectores del espacio cuando las mismas cobran relevancia, dado que los valores obtenidos no son absolutos, sino que adquieren sentido al establecerse diferencias o semejanzas en las formas en que el registro arqueológico se distribuye (*sensu* Foley, 1981).

En nuestro país se han utilizado las transectas como forma de relevamiento de información distribucional, empleando muestreos tanto con forma de cruz como unilineales (Belardi, 2005, Borrero *et al.*, 1992, Espinosa, 2000, Ratto, 2000, entre otros).

El objetivo de este trabajo es presentar una aproximación metodológica que, en un nivel exploratorio, permita evaluar las potencialidades de los métodos de recolección y registro de información a partir de la determinación de transectas. Para ello, se generó un programa computacional que simula distribuciones de puntos al azar -que podrían corresponder tanto a artefactos como a elementos óseos- y de transectas, sobre una superficie determinada. Se considera que los análisis efectuados a partir de distribuciones de puntos simuladas permiten reconocer la cantidad de transectas y de muestreos necesarios para dar cuenta de tales distribuciones y de la efectividad de los métodos de muestreo; particularmente, a partir de qué momento la información arqueológica obtenida comienza a ser redundante.

SIMULACIONES, TRANSECTAS Y MUESTREOS

Los modelos de simulación son una herramienta analítica que hace posible monitorear el comportamiento de un cierto número de variables partiendo de una situación inicial conocida. Los procedimientos involucrados en la simulación implementada constaron de: 1) la delimitación de un espacio, cuya superficie resultara comparable con los sectores que eventualmente son relevados en una escala regional, 2) la distribución de distintas cantidades de puntos y el respectivo cálculo de densidades, 3) la disposición de un número variable de transectas (unidades de muestreo) y 4) la comparación entre densidades artefactuales reales con las relevadas mediante transectas.

Se desarrolló un simulador que emula la distribución al azar de puntos adimensionales sobre un espacio, en condiciones de visibilidad arqueológica absoluta. Este programa permite seleccionar las cantidades de puntos que serán distribuidos, oscilando entre un mínimo de 5000 a un máximo de 250 000. Sobre ese mismo espacio, también se dispusieron las transectas y se realizaron conteos automáticos de los puntos intersectados. La simulación permite conocer con precisión las frecuencias y ubicaciones de los puntos, a la vez que permite evaluar si los datos relevados son representativos de la distribución real y poner a prueba las bondades y limitaciones del método de muestreo seleccionado, al posibilitar la manipulación controlada de las variables involucradas en su diseño.

La secuencia de repetición fue de 1500 corridas del programa, debido a que se considera que este número garantiza que las reiteraciones de los conteos efectuados sea representativa de la efectividad del método de muestreo seleccionado. Al finalizar las corridas, el entorno informático genera una tabla con el cálculo estadístico de distintos parámetros y del error inherente a cada uno de los escenarios planteados (1).

La superficie definida es de 25 km² (5000 x 5000 m) entendiendo que puede tratarse de una dimensión intermedia dentro de la escala regional y que se pueden arribar a conclusiones sólidas, con un costo razonable de requerimientos técnicos y profesionales. En el espacio así determinado, se dispusieron distintas cantidades de puntos dando por resultado diferentes escenarios para ser muestreados mediante transectas: 25 000, 50 000 y 100 000, con densidades de 0,001; 0,002 y 0,004 puntos por m² respectivamente.

Se considera que los escenarios son comparables, asumiendo la ausencia de los procesos de formación del registro arqueológico y que las condiciones de visibilidad arqueológica son semejantes. Sobre cada uno de los escenarios se trazó un número estipulado, pero variable, de transectas. A partir de 5 transectas se fueron aplicando incrementos paulatinos, obteniéndose aumentos de 10, 15, 20, hasta alcanzar un máximo de 25 unidades. El diseño de transectas empleado consta de 10 muestreos alineados de manera continua en forma de cruz. Cada cruz presenta cuatro brazos de 50 m de largo por 5 m de ancho (Foley, 1981:38), cubriendo una superficie de 1000 m². La ubicación de las 5 primeras transectas fue establecida al azar, mientras que las siguientes fueron localizadas evitando su superposición con las anteriores.

DENSIDADES REALES *VERSUS* DENSIDADES RELEVADAS

En el campo no es posible conocer de manera directa si la presencia/ausencia de hallazgos responde a la realidad, o si está influenciada por el método de muestreo, independientemente de que estos correspondan a los denominados métodos probabilísticos (Blalock, 1992). Durante las prospecciones arqueológicas, un espacio es recorrido usualmente una única vez, más allá del método de muestreo que se implemente o de la cantidad de transectas que se definan. En la práctica se parte del hecho de que, cuanto mayor es la superficie muestreada o cuanto más intensamente es estudiada, mayores son las posibilidades de registrar artefactos, estableciéndose una relación directa entre la intensidad/tamaño del muestreo y la frecuencia/densidad de artefactos registrados.

No es necesario que los valores sustentados por las densidades de puntos interceptadas en las distribuciones simuladas sean idénticos a las densidades reales de puntos (obtenidas al dividir la cantidad de puntos dispuestos en cada escenario por la superficie establecida). Solamente se requiere que las densidades calculadas a partir del distinto número de transectas reflejen las frecuencias artefactuales que efectivamente son registradas mediante las transectas, siendo las diferencias existentes entre cada escenario -o distribuciones de puntos- explicadas a partir de las densidades de artefactos. Sin embargo, es posible prever que las frecuencias artefactuales en que se expresa el registro arqueológico respondan tanto a factores de localización como a procesos post-depositacionales.

Las 1500 corridas arrojan, para cada diseño de transectas, 1500 resultados posibles. Entonces, para poder hacer comprensible lo que está sucediendo se necesita de estadísticas inductivas que brinden un panorama resumido de la situación simulada. Para ello, se calcula la media aritmética, que ofrece un promedio de los puntos interceptados, y los desvíos respecto de la misma, que dan cuenta de las diferencias observadas en los registros efectuados mediante las diferentes corridas. Se entiende que los desvíos de la media pueden ser interpretados como aquellos casos que se presentan en contra de los considerados positivos, sustentados por los promedios de las corridas para cada diseño de transecta. Se empleó el generador de números *random* que tiene el lenguaje de programación Java. Este es un generador de números pseudoaleatorio, que utiliza una semilla de 48-bit, el cual es modificado usando la formula de congruencia lineal.

El cálculo del error permite conocer la confiabilidad del ajuste de los datos en término de probabilidad, bajo el supuesto que las variaciones ocurridas son bajas y que pueden ser atribuidas al azar. En el presente caso, el error ha sido calculado con una probabilidad del 95%, mostrando que en la mayoría de los escenarios el error es inferior al 5%. La excepción más marcada la sustenta el escenario conformado por 25 000 puntos, donde se debe asumir una confiabilidad del 90% para que los valores obtenidos resulten significativos. En la Tabla 1 se presentan los valores arrojados por el simulador arqueológico para cada distribución de puntos.

Las medias calculadas a partir del total de corridas del programa permiten conocer en torno a qué valores oscilan las frecuencias de puntos interceptadas por las transectas. Una expectativa lógica es que, al incrementar el número de muestreos, también aumentan las cantidades de hallazgos, ya que la superficie muestreada es mayor.

Las tendencias identificadas a través de los estadísticos de dispersión muestran que la distribución de puntos es heterogénea, dado que los valores sustentados por la media como por la varianza son semejantes, e incluso en algunos casos estos últimos superan a la primera.

Las densidades reales, obtenidas a partir de la cantidad total de items, arrojan valores muy bajos, que se alejan de la unidad, dependiendo del aumento que registran las distribuciones de puntos sobre la superficie muestreada y del pasaje de un escenario a otro.

Al comparar las densidades calculadas para las superficies muestreadas con los valores de las densidades reales, son claras las distancias existentes entre unas y otras. Conocer y comparar

25,000 Puntos		Densidad real 0,001					
Transectas	Muestreos	m²	Media	Densidades	Varianza	D. Estándar	Error¹
5	50	50000	53,87	2,15 x10 ⁻⁰⁶	57,80	7,60	0,57
10	100	100000	108,04	4,32 x10 ⁻⁰⁶	117,88	10,85	0,82
15	150	150000	162,33	6,49 x10 ⁻⁰⁶	175,52	13,24	1,00
20	200	200000	216,68	8,66 x10 ⁻⁰⁶	239,75	15,48	1,17
25	250	250000	270,72	1,08 x10 ⁻⁰⁵	302,75	17,39	1,31
50,000 Puntos		Densidad real 0,002					
Transectas	Muestreos	m²	Media	Densidades	Varianza	D. Estándar	Error
5	50	50000	108,53	4,34 x10 ⁻⁰⁶	110,67	10,51	0,10
10	100	100000	216,68	8,66 x10 ⁻⁰⁶	221,45	14,88	0,14
15	150	150000	325,18	1,30 x10 ⁻⁰⁵	348,18	18,65	0,17
20	200	200000	433,48	1,73 x10 ⁻⁰⁵	453,92	21,30	0,2
25	250	250000	541,63	2,16 x10 ⁻⁰⁵	569,27	23,85	0,22
100,000 Puntos		Densidad real 0,004					
Transectas	Muestreos	m²	Media	Densidades	Varianza	D. Estándar	Error
5	50	50000	216,90	8,67 x10 ⁻⁰⁶	215,35	14,67	0,14
10	100	100000	433,07	1,73 x10 ⁻⁰⁵	444,30	21,07	0,20
15	150	150000	649,38	2,59 x10 ⁻⁰⁵	697,81	26,41	0,25
20	200	200000	865,52	3,46 x10 ⁻⁰⁵	874,27	29,56	0,28
25	250	250000	1081,96	4,32 x10 ⁻⁰⁵	1115,08	33,39	0,31

Tabla 1. Información generada en la simulación

ambos valores sólo tiene sentido en los modelos de simulación, al ofrecer un parámetro de comparación, donde ya se tiene una idea de que las densidades reales o absolutas para cada uno de los escenarios son bajísimas; incluso en aquellos que registraban una muy alta cantidad de puntos.

En la realidad de los muestreos arqueológicos no hay forma de conocer cuál es el tamaño de la población de artefactos (N). En cambio, si lo que se esperara de esta simulación fuera conocer cual es la cantidad de transectas necesarias para alcanzar un valor de densidad próximo al conocido, debiera haberse continuado aumentando la cantidad de muestreos. No obstante, es interesante tener una estimación de qué tan cerca se está del mismo, para ver cuánto se separan las muestras tomadas del fenómeno que se quiere estudiar. En cambio, sí se puede acceder a valores que dan cuenta del momento en que se llega a una *meseta*, donde las tendencias

1 La formula aplicada para la determinación del error en los diferentes escenarios es la siguiente:

$$n = \frac{(z_0 - z_1)^2 s^2}{(m_1 - m_2)^2}$$

donde:

n: Tamaño de la Muestra

z₀: Valor Crítico de z (Variable Estandarizada), para el Nivel de Significación (Error de Tipo I)

z₁: Valor Crítico de z , respecto de la probabilidad designada del Error de Tipo II ()

σ²: Varianza Poblacional

μ₀: Valor Hipotético de la Media

μ₁: Valor Alternativa Específico de la Media

μ₁-μ₀: Discrepancia (Error)

Despejando:

$$(m_1 - m_0) = \sqrt{\frac{(z_0 - z_1)^2 s^2}{n}}$$

expuestas presentan poca o nula variación y la información comienza a ser redundante. Lo cual es coherente con la razón de ser de los métodos de muestreo, puesto que a partir de la recolección de muestras (n), se espera conocer las características de la población (N) que representan (Blalock, 1992).

En las densidades calculadas para cada uno de los escenarios, se observa que el aumento de las mismas se debe a la intensificación de los muestreos y al incremento del número de ítems dispuestos. Tomando en cuenta los lugares después de la coma hasta encontrar en un valor diferente de cero (0), las densidades reales se ubican entre 10^{-4} y 10^{-3} , mientras que en las densidades calculadas se encuentran en un orden de magnitud entre 10^{-7} , 10^{-6} y 10^{-5} , según los casos. En ambas situaciones, las densidades son siempre bajas.

Los valores de los exponenciales disminuyen a partir de las 10 líneas de transectas para luego mantenerse invariables, a pesar de la intensificación de los muestreos, hasta llegar al número máximo de transectas dispuestas, que es la que presenta el exponente más bajo. Al comparar las tendencias representadas por las densidades se tiene que los valores aumentan de 2 en 2, pero que no se duplican.

Las medidas de dispersión, obtenidas mediante el cálculo de la varianza y del desvío estándar, permiten conocer cuán heterogénea es la distribución de puntos al comparar esos valores con los indicados por la media. La comparación de los resultados a través de los distintos escenarios da cuenta de la muy alta dispersión, dada la semejanza entre los valores de la media y de la varianza, lo cual hace explícito que la forma que asume esta distribución de puntos al azar no concentra los valores en torno a la media, tal como lo representa la curva de Gauss, sino que resulta aplanada, semejante a las descriptas por curvas asintóticas (Blalock, 1992).

En escenarios de 25000 puntos y utilizando diseños de 5 y 10 transectas, con 2 desvíos (ver Tabla 1), quedan casi anulada las posibilidades de interceptar puntos con 15 y 20 transectas se reduce a la mitad y con 25 transectas, la efectividad de la intercepción supera la posibilidad de no efectuar registros. En consecuencia, la efectividad de las transectas queda comprometida en donde las frecuencias artefactuales son menores, pero a pesar de ello, queda indicada la baja densidad de hallazgos existentes. En cambio, la tendencia va en aumento en los casos sucesivos, hasta llegar al máximo de 100 000 artefactos, donde la efectividad del método de muestreo es superlativa.

Lo expuesto permite pensar que a pesar de las diferencias registradas, quedan delineadas las tendencias de la sucesión de incrementos en respuesta a ritmos aritméticos que involucran tanto sumatorias como multiplicaciones. Lo importante de esto es que tales ritmos expresan redundancia en la información registrada, siendo posible reconocer con mayor precisión las tendencias en la magnitud de los aumentos. Es decir que no se puede predecir con exactitud la cantidad de artefactos que se podrán registrar en el muestreo siguiente, aunque sí es posible tener expectativas de cómo deberían comportarse las frecuencias de hallazgo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En las investigaciones arqueológicas el número de artefactos pasibles de ser registrados es siempre desconocido. No obstante, la experiencia de campo puede dar al arqueólogo algunas pistas acerca de la abundancia que potencialmente podrá hallar, dependiendo del lugar geográfico y del momento cronológico y cultural bajo estudio.

En la práctica arqueológica usualmente se recorre un mismo espacio una sola vez, lo cual es distinto a intensificar el muestreo aumentando la cantidad de transectas. Pero, es idéntico a lo que sucede en la simulación, donde las 1500 corridas del programa corresponden a nuevos escenarios con diferentes distribuciones de puntos a partir de los cuales se realizan los conteos correspondientes y se calculan las estadísticas de concentración, dispersión y el error de muestreo.

El alto número de corridas con sus múltiples resultados torna dificultoso que puedan ser

consideradas las frecuencias obtenidas, motivo por el cual se requiere que se calcule la media aritmética de puntos interceptados, teniendo por meta dar cuenta de la efectividad del método de muestreo. El mayor logro alcanzado por medio de la simulación es haber obtenido una medida de confianza que permita evaluar las posibilidades de realizar hallazgos en comparación con una distribución conocida. Las distribuciones arqueológicas de estrategias cazadoras-recolectoras (al menos en Patagonia austral) arrojan usualmente frecuencias y densidades artefactuales bajas (Belardi, 2005, Borrero *et al.*, 1992 y citas allí presentes). Dicha situación tiene incidencia en las bajas posibilidades de realizar hallazgos y, muy probablemente, en su escasa representación.

Sobre la base de la experiencia de campo en arqueología distribucional, utilizando los diseños de transectas aquí presentados puede mencionarse que con sólo 5 transectas (50 muestreos) se está realizando un esfuerzo importante para llevarlos a cabo. Mucho más costoso es aún, acceder a un número significativo de muestreos que de cuenta de cuándo la información es redundante. En cambio, si lo que se busca es dar con la estructura distribucional del registro arqueológico sobre un estrato, posiblemente con un número menor de muestreos se logre ese objetivo.

Por lo expuesto, se considera que los muestreos mediante el trazado de transectas es un método efectivo para tener una idea clara acerca de la densidad de artefactos en el espacio muestreado puesto que no importa las frecuencias de los registros, sino las comparaciones que pueden efectuarse a partir de los mismos, tanto para decidir si es preciso intensificar los muestreos como para hacerlos comparables con otras transectas y/o con otras áreas de investigación. El logro del simulador arqueológico es haber permitido obtener una medida de confianza que permite evaluar la efectividad del método de muestreo seleccionado, confirmando la aptitud de las transectas para relevar información espacial en escalas regionales o supra-regionales.

AGRADECIMIENTOS

A los Dres. Gustavo Barrientos y Luis Borrero por la lectura del manuscrito y sus valiosos comentarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Belardi, J.B.

2005 *Paisajes arqueológicos: un estudio comparativo de diferentes ambientes patagónicos*. BAR International Series 1390. Oxford.

Blalock, H.

1992 *Estadística social*. Fondo de Cultura Económica. México.

Borrero, L., J. Lanata y B. Ventura

1992 Distribuciones de hallazgos aislados en piedra del Aguila. *Análisis Espacial en Arqueología de la Patagonia*. Lanata J. L. y L. Borrero (ed.). Editorial Yuchán. Buenos Aires. pp:9-20.

Espinosa, S

2000 Los conjuntos artefactuales líticos de la estepa y del bosque en el Parque Nacional Perito Moreno (Santa Cruz). *Desde el país de los gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia*. Universidad Nacional de la Patagonia Austral (ed.). Tomo II:557-567.

Foley, R.

1981 *Off Site Archaeology and Human Adaptation in Eastern Africa. An Analysis of Regional Artefact Density in the Amboseli, Southern Kenya*. Cambridge Monographs in African Archaeology 3. BAR International Series 97. London.

Ratto, N.

2000 La estructura del registro arqueológico en la cuenca superior del valle de Chascuil (departamento Tinogasta, Catamarca). *Arqueología* 10:39-78.

Rossignol, J. y A. Wandsnider

1992 *The Temporal Dimension Archaeological Landscapes. Space, Time, and Archaeological Landscapes*. Rossignol, J. y A. Wandsnider (ed.). Plenum Press. New York. pp: 163-165.

Schofield, A.

1991 Artifact Distributions as Activity Areas: Examples from South-East Hampshire. *Interpreting Artefact Scatters: contributions to ploughzone archaeology*. Schofield, A. (ed.). Oxbow Monograph 4. pp117-128.

Thomas, D.

1975 Nonsite Sampling in Archaeology: Up the Creek Without a Site?. *Sampling in Archaeology*, James, W. (ed.). The University of Arizona Press. Tucson. pp: 61-83.



PROSPECCIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL EJE VOLCÁNICO VILLARRICA-LANÍN (CENTRO SUR DE CHILE). APLICACIÓN DE NUEVAS ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y RESULTADOS

Doina Munita¹, Leonor Adán²

¹ doinamunita@yahoo.com

² Dirección Museológica Universidad Austral de Chile. Sociedad Chilena de Arqueología
ladan@uach.cl

RESUMEN

Como parte de un proceso de investigación paulatino, desarrollado en el área lacustre del centro-sur de Chile, se expone algunos de los resultados y una discusión acerca de la aplicación de metodologías de prospección arqueológica, cuyo diseño, asistido por sistemas de información geográfica, comprende a las principales variables incidentes sobre el reconocimiento inicial de recursos arqueológicos y las características ambientales en esta región. El diseño y aplicación metodológica ha surgido a partir de la necesidad de la resolución de problemas específicos, nutriendo con datos relevantes a la propuesta de la Tradición arqueológica de bosques templados.

LA TRADICIÓN ARQUEOLÓGICA DE BOSQUES TEMPLADOS, HIPÓTESIS DE TRABAJO

La Tradición Arqueológica de Bosques Templados surge como una herramienta analítica, a partir de la información arqueológica recabada inicialmente en el lago Calafquén. Ha sido definida a través de la aplicación de enfoques culturales y ecológicos, donde las ocupaciones en medios boscosos, específicamente los bosques templados, estarían caracterizadas por “...el desarrollo de tecnologías líticas y óseas fuertemente expeditivas y oportunistas en la explotación de materias primas¹ (García, 2005a y b, Jackson y García, 2005), actividades de recolección y trampeo recurrentes en el tiempo (Velásquez y Adán, 2004) y un uso del espacio a través de una alta movilidad residencial (García, 2005a, Mera y García, 1999), como también, suponemos, formando parte de ejes de movilidad e interacción de mayor amplitud tanto en un sentido N-S como W-E. [...] Este modo de vida de grupos cazadores recolectores efectivo, conspicuo y de amplia profundidad temporal, que entendemos como una opción cultural y no necesariamente como resultado de una situación de marginalidad, suponemos se extendería en los otros lagos del eje Villarrica-Lanín (Villarrica, Colico y Caburgua).” (Adán et al., 2006). Este concepto se ha definido para grupos de cazadores-recolectores precerámicos (ca. 10.000 a 2.000 años A.P.) y poblaciones adscritas al período Alfarero Temprano (ca. 2.000 a 600 años A.P.), pese a lo cual podríamos considerar la validez de algunas de sus principales características para momentos más tardíos, al menos en grupos que ocuparon el macizo cordillerano (p.e. poblaciones pehuenche).

A partir de esta propuesta, se pretende abordar la arqueología del área en términos regionales, proponiendo la configuración del eje Villarrica-Lanín. Éste, como unidad arbitraria de trabajo, responde a la necesidad de contrastar una de nuestras hipótesis directrices, referida a las distinciones culturales y ecológicas presentes entre el área caracterizada por la Tradición Arqueológica de Bosques Templados y un segundo eje septentrional, definido por los volcanes Lonquimay y Llaima. Esta segunda unidad, ubicada más al oriente y a mayor altitud que el eje Villarrica-Lanín, se caracteriza en términos forestales por el dominio de la araucaria (*Araucaria araucana*) y especies caducas, situación que podría determinar una mayor dependencia del piñón por sobre otros recursos propios de la diversidad boscosa descrita para

¹ Esta característica ha sido registrada exclusivamente en contextos de cazadores-recolectores precerámicos.

la unidad Villarrica-Lanín. Además, se debe considerar la eventual presencia de presas mayores (p.e. camélidos) y la existencia de canteras de materias primas líticas de buena calidad, variables que permitirían establecer diferencias por cuanto los medios de subsistencia en este último sector, estarían mayormente vinculados a la caza.

OBJETIVOS

A través de este trabajo se pretende:

- 1.- Dar cuenta de las metodologías de prospección arqueológica utilizadas inicialmente en nuestro proyecto (Adán *et al.*, 2006).
- 2.- Mostrar algunos resultados de las prospecciones realizadas a través del diseño propuesto.
- 3.- Abrir la discusión acerca de las metodologías más apropiadas para el acercamiento inicial a los recursos arqueológicos y el trabajo en áreas boscosas, en términos regionales.

DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO: EJE VILLARRICA-LANÍN

El área lacustre-cordillerana en Chile (39° a 41° Lat. S) se caracteriza, entre otros aspectos biogeográficos, por la presencia de un conjunto de lagos de origen glaciar, volcanes y distintas formaciones del bosque templado. El territorio contemplado en el presente trabajo, corresponde a la sección meridional de nuestra área de estudio y se configura a partir de los volcanes Villarrica (2.847 msnm) y Lanín (3.754 msnm), considerando los sistemas de subcuencas lacustres y fluviales relacionados. Aunque recordar que las fronteras geo-políticas actuales no corresponden a un reflejo de los difusos límites culturales que se podrían dilucidar para los grupos ancestrales, no está de más observar que la cordillera en estas latitudes, no se comporta como una frontera infranqueable sino más bien como una unidad geomorfológica inserta en un territorio que comprende ambas vertientes, valles y relieve serrano asociado a sus piedemontes, con una alta frecuencia de pasos transcordilleranos y baja altitud (que alcanza ~2.000 m.s.n.m. como altura promedio máxima).

Al observar la cartografía, destacan las diferencias de relieve existentes y la posición que ocupan los grandes lagos. En términos estructurales, es posible distinguir entre el Área Cordillerana y el Margen Oriental de la Depresión Central. La cadena de lagos comprendidos en este último sector (Colico, Villarrica y Calafquén), se sitúa a los pies de Los Andes, conectando los valles cordilleranos con la depresión intermedia (Villagrán *et al.*, 1993: 3). La excepción a esto, la constituye el lago Caburgua, formado en un valle cordillerano cerrado durante la intensa actividad volcánica desarrollada en la zona durante el Holoceno. La vegetación del área, se caracteriza por una formación de bosque templado con presencia de bosque caducifolio mixto de la cordillera de Los Andes (asociación de bosque de Raulí (*Nothofagus alpina*) y Coihue (*Nothofagus dombeyi*)) y de bosque laurifolio de Los Lagos, en el que domina el Ulmo (*Eucryphia cordifolia*), la Tepa (*Laurelia philippiana*) y Tineo (*Weinmannia trichosperma*). En cuanto a sus características hidrográficas, los lagos Colico, Caburgua y Villarrica drenan sus aguas hacia la cuenca del río Toltén, mientras que el lago Calafquén lo hace a la cuenca del Valdivia (Adán *et al.*, 2006).

Como parte de la metodología, los límites y subdivisiones del área de estudio, fueron establecidos a partir de SIG² (Arc View 3.2© y Geomedia professional 5.2©). Para su definición, se utilizó información de cuencas hidrográficas provenientes del modelo de elevación digital SRTM 90m y red hídrica proveniente de la Dirección General de Aguas. El área está conformada por 11 sub-cuencas (que fueron consideradas como estratos horizontales al momento del muestreo), sobre las que se aplicó diferentes capas de información (p.e. cobertura geográfica de red vial, tipos forestales, localidades y cartas IGM, a escala 1: 50.000 cuyas

2 El trabajo en SIG fue realizado por el Ingeniero Forestal, Aldo Farías (World Wildlife Fund) y el Licenciado en Arqueología, Camilo Robles.

fuentes corresponden al MOP, CONAF, INE y WWF³), como sistemas de información ambiental regional (SIAR⁴) e información geográfica sistematizada y pertinente para el área.

METODOLOGÍA APLICADA

La sub-área de estudio, presenta una serie de particularidades que inciden en la prospección, principalmente dificultades en la accesibilidad y sobre todo visibilidad. Ambientalmente se debe considerar la densa cubierta vegetal, presente prácticamente durante todo el año. En términos culturales, la presencia de comunidades *mapuche* y la división territorial que existe en numerosos sectores, generalmente actúa como una seria limitante durante la etapa de prospección. A los factores mencionados, se debe añadir el acceso estacional a ciertos puntos, que si bien pueden ser alcanzados durante todo el año en forma pedestre, durante las estaciones frías no permite el desarrollo de un trabajo adecuado, debido a las condiciones climáticas (intensas lluvias, nevazones en las partes más altas, cortes de caminos, salidas de los cursos fluviales, etc.). Ante estas dificultades, implementamos un modelo de prospección, donde arqueólogos y antropólogos con experiencia de campo en la zona, aplican una estrategia que combina una de las técnicas de prospección intensiva más utilizada, en conjunto al acercamiento “clásico” de prospección extensiva que hemos denominado prospección dirigida. Durante su desarrollo, se consideró la aplicación de metodologías sistemáticas y de registro controlado, a través de diseños contruidos a partir de experiencias previas en la zona (p.e. cuenca de Valdivia) (Munita y Fariás, 2006) y el trabajo asistido por SIG.

La metodología de prospección para el hallazgo de nuevos sitios, fue abordada a través de un muestreo estratificado aleatorio simple (Gallardo y Cornejo, 1986, Fernández, 2000). El trabajar con diferentes estratos horizontales (11), definidos a partir de características geográficas (subcuencas fluviales y lacustres), permitió establecer la frecuencia y representatividad arqueológica en cada uno de ellos. Estos, fueron manejados como capas de información al momento de planificar las estrategias de prospección y en el posterior análisis de los datos, utilizando como herramienta de sistematización un SIG, en el afán de visualizar posibles patrones y/o relaciones en y entre los diferentes acimientos (Araneda, 2002). Si bien esta metodología replica en parte algunas experiencias ya desarrolladas en la zona central de Chile, ésta considera nuevos elementos de manejo territorial como es el uso de suelos y características biogeográficas, proponiendo la distinción entre áreas *prospectables* y *no prospectables* mediante la técnica de inspección superficial simple.

La selección de la muestra (cuadrantes de 1 km x 1 km) se realizó excluyendo áreas no prospectables predefinidas según experiencias de campo previas (Figura 1), de lo que se obtuvo una superficie prospectable de 2.673 km². Considerando las condiciones ambientales, los recursos humanos (cuadrillas) y materiales (recursos y logística), se estimó una superficie aproximada de 13,4 km² (0,5% del área exclusivamente prospectable) posible de cubrir de forma intensiva en la sub-área de estudio Villarrica-Lanín. Se calculó las áreas prospectables para cada estrato horizontal y se aproximó un número mínimo de cuadrantes a inspeccionar por subcuenca.

RESULTADOS INICIALES DE LAS PROSPECCIONES

A la fecha, se cuenta con una base de datos que reúne la información de 122 recursos arqueológicos en el área de estudio. De acuerdo con la metodología propuesta, durante el año 2006 realizamos dos campañas de prospección terrestre (junio y diciembre). De los recursos arqueológicos existentes en nuestra base, 39 (31,71%) fueron registrados durante la campaña de invierno, 48 (39,02%) en la campaña de verano y los restantes (n = 36) ya habían sido

3 Ministerio de Obras Públicas, Corporación Nacional Forestal, Instituto Nacional de Estadísticas y World Wild Foundation.

4 Cobertura geográfica de: red hídrica (1: 20.000), curvas de nivel (cada 25 m) y límites administrativos (1: 25.000).

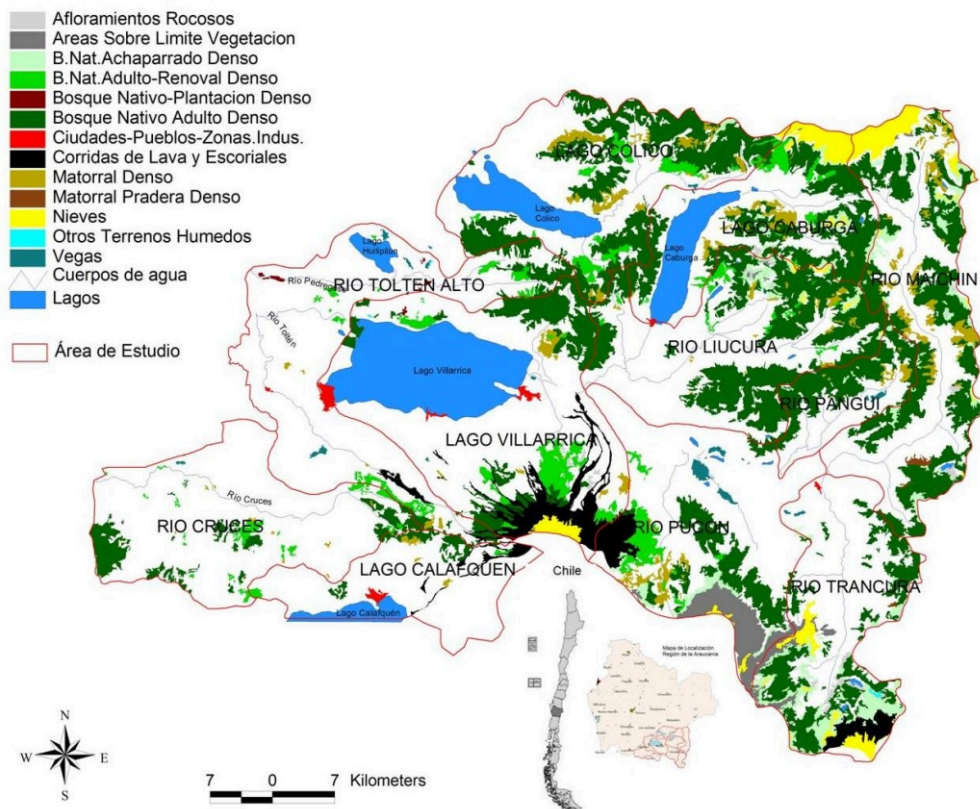
Áreas No Prospectables

Figura 1. Categorías de uso del suelo no prospectables en cada una de las sub-cuencas del área de estudio

reconocidos en proyectos anteriores. La información reunida, tanto de los recursos arqueológicos como de las áreas prospectadas, fue traspasada a bases de datos Excel directamente de las fichas completadas en terreno, que fueron elaboradas considerando variables relativas a identificación, localización, clasificación cultural, descripción de restos arqueológicos, descripción física y entorno, estado de conservación, registro y documentación. Para el caso de las áreas prospectadas (que presentasen o no recursos arqueológicos), éstas fueron registradas mediante polígonos. Gracias a ello se logró establecer un cálculo exacto de las zonas inspeccionadas y determinar el área total cubierta. Posteriormente esta información fue ingresada en un SIG, como parte de la unificación de los datos recolectados.

A partir de la información registrada en el eje Villarrica-Lanín, se analizó de manera preliminar algunas frecuencias. Se consideró los porcentajes de sitios arqueológicos y hallazgos aislados presentes por cada subcuenca (Tabla 1), la estrategia de prospección utilizada (Figura 2), condición y tipo de recursos (Figura 3). En relación al tipo (considerando tanto sitios arqueológicos como hallazgos aislados) se consideró las variables de condición y funcionalidad inferida del registro superficial ($n = 90$; 73,17% del total), además de la información contextual proveniente de sondeos y excavaciones que alcanza al 26,83% ($n = 33$) de los yacimientos arqueológicos. La adscripción crono-cultural de los recursos arqueológicos (Figuras 4 y 5) en la mayoría de los casos aquí considerados, se ha definido por las características de los materiales culturales registrados en la superficie de los contextos.

En cuanto a la distribución de sitios abiertos por subcuenca, ésta se observó relativamente

Estrato	Área (km²)	% área total	Área prospectable (km²)	% del área estrato	Superficie a prospectar km² (0,5% del área prospectable)	Área prospectada (km²)	% revisado del área prospectable	Cantidad recursos arqueológ.	% del total de hallazgos
Lago Colico ⁵	462	10.28	214	46.4	1.07	0	0	0	0
Río Maichín	472	10.51	226	46.4	1.13	2.171849	0.961	9	7.38
Lago Caburga	332	7.39	122	36.7	0.61	0.4465248	0.366	12	9.84
Río Liucura	441	9.82	244	55.4	1.22	1.014781	0.416	13	10.66
Río Pangui	124	2.76	61	49	0.305	1.9023404	3.119	6	4.92
Río Pucón	459	10.22	286	62.4	1.43	1.230779	0.43	6	4.92
Río Trancura	375	8.35	207	55.1	1.035	2.067934	0.999	8	6.56
Río Cruces	436	9.71	385	88.3	1.925	2.4876997	0.646	9	7.38
Lago Villarrica	682	15.18	331	48.5	1.655	1.477062	0.446	17	13.93
Río Toltén A.	477	10.62	412	86.4	2.06	0.653565	0.159	7	5.74
Lago Calafquén	232	5.16	185	80.1	0.925	0.8254115	0.446	35	28.69
Total	4492	100	2673	-	13.365	14.2779464	0.53	122	100

Tabla 1. Resumen de superficies prospectadas, frecuencias y hallazgos arqueológicos en el eje Villarrica-Lanín

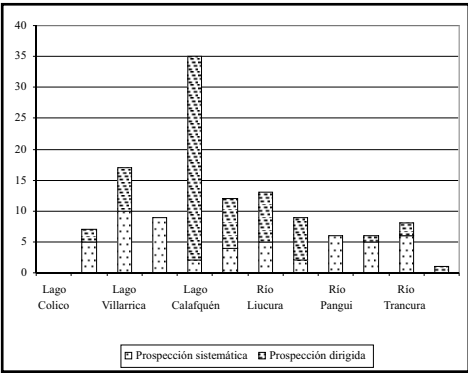


Figura 2. Frecuencias del total de recursos arqueológicos manejados en la base de datos, con relación a la estrategia de prospección

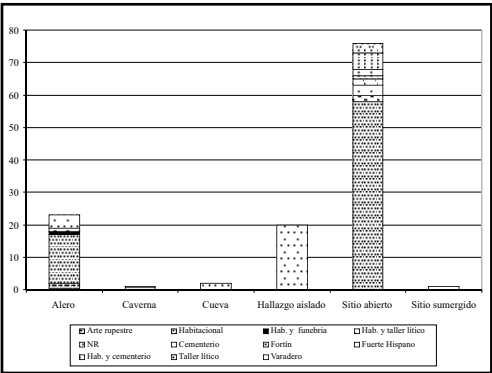


Figura 3. Frecuencias en relación su condición y funcionalidad

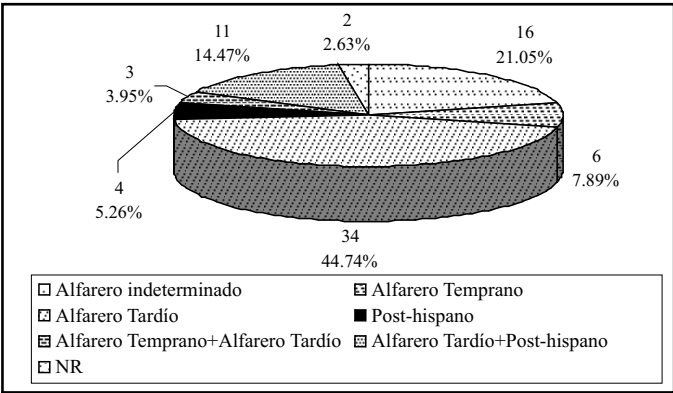


Figura 4. Frecuencias en sitios abiertos (n = 76) según adscripción crono-cultural

5 Esta subcuenca permanece actualmente como un área desconocida desde el punto de vista arqueológico, ya que será prospectada durante el segundo año de proyecto según decisiones logísticas.

uniforme (con un promedio de 6,9) en la mayoría de ellas⁶. Una situación distinta se observa en las subcuencas cordilleras meridionales Río Maichín y Río Panguí, para el primer caso, los yacimientos bajo aleros rocosos superan los sitios abiertos registrados, mientras que en el segundo, lo hacen los hallazgos aislados. Otra diferencia observada entre la sección del macizo cordillerano y el área lacustre piedmontana (margen oriental de la depresión central) corresponde a la mayor representación de materias primas de origen alóctono (sílices y obsidiana) en la sección cordillerana. Si bien esto puede ser explicado por la cercanía de los contextos a las fuentes de aprovisionamiento (volcánicas), éstas últimas no han sido registradas, además de existir una gran diferencia en cuanto a la cantidad de materiales líticos realizados sobre estas materias primas foráneas, entre los yacimientos registrados en ambos territorios.

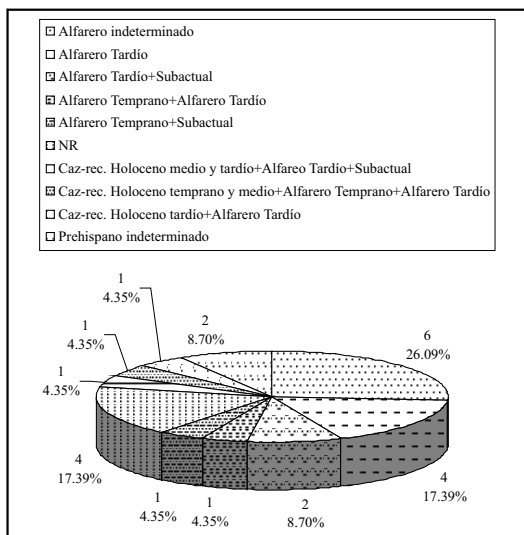


Figura 5. Frecuencias en sitios de aleros (n = 23) según adscripción crono-cultural

DISCUSIÓN

El trabajo expuesto, responde a la necesidad de abordar sistemáticamente un territorio extenso en términos arqueológicos regionales. Debe destacarse además que el presente estudio constituye el primer esfuerzo en la zona por efectuar un reconocimiento de escala regional basado en el SIG como herramienta de análisis, proporcionándonos esta vez, posibilidades de comparación con un sustento empírico más sólido y una disminución de los sesgos metodológicos de zonas boscosas y con población indígena.

El eje volcánico Villarrica-Lanín, fue planteado como una unidad de trabajo arbitraria ante la observación inicial de, al menos, dos panoramas arqueológicos presentes en el área de estudio. Esta sub-área meridional, constituyó una división territorial operativa al momento de la recolección y posterior análisis de los datos y aunque no corresponde a una unidad geográfica “homogénea”, permitió un adecuado relevo de información.

Una vez realizadas las prospecciones, de acuerdo a los resultados obtenidos y las observaciones de campo, asumimos una serie de sesgos metodológicos -en directa relación con el ambiente-, que deben ser manejados al momento de planificar una prospección arqueológica en áreas boscosas o de características similares a nuestra área de estudio. La existencia de estos sesgos, que se debe considerar en los análisis de la información obtenida, podrían ser resueltos minimizando su efecto; para ésto, se propone algunas soluciones que han sido y/o serán testeadas durante el transcurso del proyecto (Tabla 2).

En relación al SIG como herramienta de análisis, hasta ahora hemos realizado algunos ejercicios (p.e. segregación de recursos arqueológicos de acuerdo a rangos altitudinales, análisis de áreas de influencia intersitios, rangos de valores de distancia a recursos hídricos) que si bien resultan útiles al momento de plantear un ordenamiento de los datos, nos demuestran los vacíos existentes en cuanto a la cobertura de áreas y la fuerte incidencia de las variables de visibilidad y perceptibilidad en las prospecciones, dejando en evidencia los sesgos que se debe considerar en futuras aplicaciones de los SIG. Varias son, por lo tanto, las

6 No se consideró a la subcuenca del Lago Calafquén, debido a que la intensidad de prospección es mayor al resto de las subcuencas dado el trabajo previo realizado en otros proyectos de investigación.

	Sesgos metodológicos	Consideraciones - Soluciones
Inspección superficial simple	Alta incidencia de variables limitantes (baja visibilidad, perceptibilidad y difícil accesibilidad) en sectores con cubierta vegetal densa.	Elección de áreas despejadas y erosionadas en la inspección, por sobre la realización de transectas.
	Alto índice de sedimentación debido a la fuerte actividad volcánica holocénica y glaciaciones pleistocénicas.	Aplicación de una estrategia combinada de prospección (extensiva + intensiva) que no haga depender los resultados de una metodología sistemática.
	Mayor registro de recursos superficiales del Período Alfarero Tardío.	Realización de sondeos sistemáticos en los yacimientos tardíos (ante la posibilidad de la reocupación del espacio).
	Difícil discriminación entre componentes crono-culturales (sitios alfareros habitacionales)	Sistematicidad de fechados (TL) de sitios superficiales
Diseño aplicado	Discriminación de áreas <i>prospectables</i> y <i>no prospectables</i> como impedimento para la realización de análisis estadísticos exactos.	Consideración de las <i>áreas no prospectables</i> como unidades de trabajo diferenciadas.
		Aplicación de estrategias de prospección diseñadas de acuerdo a sus propias características (p.e. transectas de barrenados en el interior de bosques, prospección dirigida bordeando las coladas volcánicas, etc.).

Tabla 2. Resumen de sesgos metodológicos advertidos durante las prospecciones y consideraciones/soluciones propuestas

tareas metodológicas a realizar en un área que recién comienza a ser develada por la disciplina arqueológica actual.

AGRADECIMIENTOS

A todos quienes participaron durante las campañas de prospección y especialmente a Rodrigo Mera, por su constante apoyo. Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto FONDECYT Nº 1060216.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adán, L., C. García, R. Mera, M. Godoy y D. Carabias
2006 *Habitando bosques, lagos y volcanes: comparación de las ocupaciones Arcaico y Alfarero temprano en los ámbitos Llaima-Lonquimay y Villarrica- Lanín (39ª S)*. Concurso Nacional de proyectos FONDECYT Regular (Nº 1060216).

Araneda, E.
2002 Uso de sistemas de información geográficos y análisis espacial en arqueología: proyecciones y limitaciones. *Estudios Atacameños* 22: 59-75.

Fernández V.
2000 *Teoría y Método de la arqueología*. Editorial Síntesis, Madrid, España.

Gallardo, F. y L. Cornejo
1986 El diseño de la prospección arqueológica: un caso de estudio. *Chungara* 16-17. *Actas del X Congreso Nacional de Arqueología Chilena*: 409-420. Arica.

Munita, D. y A. Farías
2006 Metodologías de prospección arqueológica y aplicación de SIG. Áreas de estudio en las cuencas de Valdivia y Toltén. Trabajo presentado en el XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena. Valdivia.

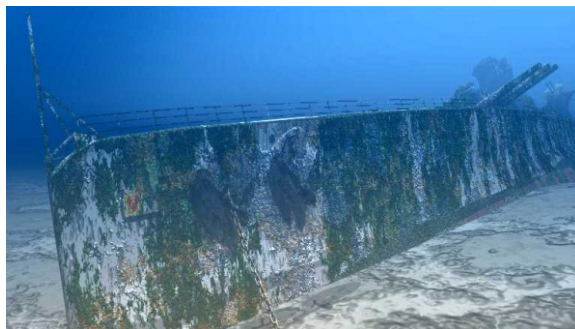
Villagrán, C., J. Varela, H. Fuenzalida, H. Veit, J.J. Armesto y J.C. Aravena.
1993 Antecedentes geomorfológicos y vegetacionales para el análisis del Cuaternario de la región de los Lagos de Chile. *El Cuaternario de la región de Los Lagos del sur de Chile*, pp.1-50. Taller internacional “El Cuaternario de Chile”, Santiago, Chile.



AVANCES EN EL PROYECTO DEL ACORAZADO ADMIRAL GRAF SPEE (MONTEVIDEO, URUGUAY)

Atilio Nasti

Departamento de Historia, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Católica Argentina
atilionasti@uolsinectis.com.ar



RESUMEN

Gran parte del desarrollo de la civilización se ha basado lamentablemente en los conflictos armados y el mar ha sido uno de los mayores escenarios de esta etapa de la historia humana. Durante los últimos años se ha observado la dedicación de muchos proyectos de arqueología subacuática a relevar buques hundidos pertenecientes a la segunda guerra mundial. Casos como el Bismark, el HMS Hood y submarinos como el I52, son algunos ejemplos.

El siglo XX ha sido testigo del más grande enfrentamiento bélico entre naciones y en este contexto, sabemos de la importancia histórica de la presencia del Graf Spee en las costas Uruguayas y del papel que jugó en la llamada Batalla del Río de la Plata en 1939. Es por tal motivo, que debe de prestarse al naufragio del Graf Spee la importancia que merece como evidencia del pasado reciente. Con una eslora de 185,62 m, una manga de 21,58 m, 8,35 m de calado y un desplazamiento de 12.000 tn, el Graf Spee fue botado en Wilhemshaven en 1934. Construido en acero, debían soldarse con electrodos especiales, y suponían tecnología de punta en su época, y un secreto militar.

En esta presentación, se pretende describir los trabajos de prospección electrónica cuyo objeto fue llevar adelante un estudio sistemático para evaluar el estado actual del naufragio y tomar conocimiento de la dispersión espacial aproximada de los restos en el lecho del río. Los métodos utilizados para esta tarea fueron, básicamente, técnicas electrónicas de control remoto (sonar de barrido lateral), teniendo, de esta manera, una primera aproximación del grado de integridad del buque. Por otro lado también se tendrá información sobre el grado de sedimentación del navío sobre el lecho

Durante el verano de 2004 se recuperó una de las piezas más llamativas tecnológicamente hablando del instrumental de a bordo del Graf Spee, el telémetro de tiro. Con este instrumental diseñado y construido por la firma Carl Zeiss de Alemania, el Graf Spee contaba con una tecnología novedosa para los años de pre guerra. A través del telémetro estereoscópico se podían calcular las distancias de tiro y comunicar al grupo de artilleros la distancia de elevación de tiro de cada una de las baterías.

El telémetro está en proceso de restauración, llevándose a cabo tareas de micro desgaste en base a tratamiento de arenado fino, relleno con material epoxi de las cavidades, producto de la oxidación y la cobertura con pintura antióxido. Se está evaluando la pintura original y posiblemente sea reconstruido su sistema óptico con piezas originales a través de trabajo de técnicos de la firma Zeiss que aún operan en el mercado.

INTRODUCCIÓN

Gran parte del desarrollo de la civilización se ha basado, lamentablemente, en los conflictos armados y el mar, ha sido uno de los principales escenarios del devenir de la historia humana. Durante los últimos años se ha observado la dedicación de muchos proyectos de arqueología subacuática a relevar buques hundidos pertenecientes a la segunda guerra mundial. Casos como el *Bismark*, el HMS *Hood* y submarinos como el *I52*, son algunos ejemplos.(Ballard, 2001).

El siglo XX ha sido testigo del más grande enfrentamiento bélico entre naciones y en este contexto, sabemos de la importancia histórica de la presencia del *Graf Spee* en las costas Uruguayas y del papel que jugó en la llamada Batalla del Río de la Plata en 1939. La arqueología se ocupa del registro arqueológico y, en este sentido, debe prestarse atención a toda la evidencia y el naufragio del *Graf Spee* constituye una evidencia del pasado reciente que debe rescatarse.

Desde hace tiempo se ha venido recuperando esta evidencia del fondo marino, lagos y de ríos continentales objetos que pertenecen al pasado reciente, pero sólo en los últimos años se ha encarado científicamente esta importante tarea de la arqueología (Pearson, 1995, Green, 1990 a y b).

En este sentido, por las características ambientales en donde se produjo el naufragio y de la forma de hundimiento, el pecio del *Graf Spee* constituye en si mismo un desafío. Es por ello que es prioritario la elaboración un diseño de investigación que contemple el principal objetivo: la instrumentación técnico-metodológica y futura restauración del registro histórico, asegurando en última instancia la difusión de los hallazgos realizados (Nasti, 2003 a y b, 2004).

BREVE RESEÑA HISTÓRICA

Hacia 1939, la marina alemana no podía enfrentarse con la inglesa en una batalla decisiva de superficie, sin embargo, con su flota de *U-Boot* y los rápidos y poderosos acorazados de bolsillo, estaba en situación de provocar el desconcierto en las más vitales rutas de comunicación, a través de las cuales se desarrollaba el tráfico inglés. Dos de aquellos acorazados habían abandonado su base antes del comienzo de la guerra y uno de ellos el *Graf Spee* inició una singladura que llamó la atención de todo el mundo.

La marina inglesa había conseguido localizar aquel enemigo tan escurridizo con mucho esfuerzo. El *Graf Spee* era superior en potencia de fuego y capacidad de blindaje, pero los cruceros ingleses contaban con la ventaja del número y la capacidad de maniobra, además de su secular tradición naval. Luego de la llamada *Batalla del Río de la Plata* el 13 de diciembre de 1939, entra al puerto de Montevideo a las 14 hs. (Figura 1).

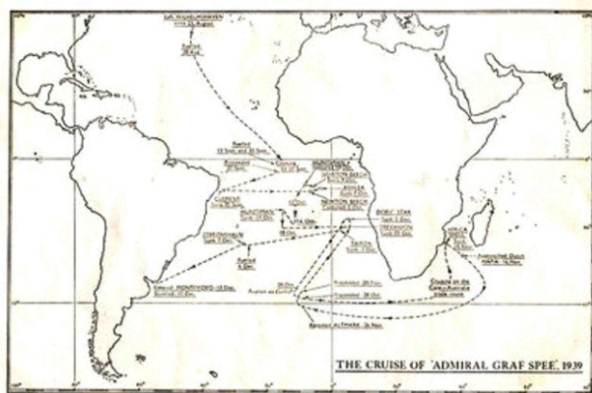


Figura 1. Recorrido del *Graf Spee*, 1939

Bloqueado el estuario por la llamada *Fuerza G* formada por los cruceros Británicos *Achilles*, *Ajax*, *Cumberland* y *Exeter*, el Comandante Langsdorff, hace salir al buque del canal principal y lo conduce sobre un bajo fondo abriendo los “*Kingston*” (compuertas que sirven para introducir agua de mar directamente en el casco).

Se pusieron algunas cargas explosivas sobre las escotillas abiertas de los principales depósitos de municiones y en los puentes se esparció gasolina a la que prendieron fuego los últimos hombres que habían quedado en el buque. Luego de arder por tres días se hundió el 17 de diciembre de 1939 (Figura 2).



Figura 2. Hundimiento del *Graf Spee*

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El *Graf Spee* había sido botado en *Wilhemshaven* en 1934 y sus características técnicas eran:

Eslora: 185,62 m

Manga : 21,58 m

Calado: 8,35 m

Desplazamiento: 12 000 ton

Tripulación: 44 oficiales y 1050 suboficiales y marineros

Propulsión: 8 motores Diesel, con una potencia total de 56 000 HP

Velocidad: 26 nudos

Autonomía: 19.000 millas

Armamento: 6 cañones de 280 mm (montados en dos torres triples) con proyectiles de 304 Kg y un alcance máximo de 28 Km. Para blancos de superficie

8 cañones antiaéreos de 150 mm en montajes simples para blancos de superficie

8 cañones antiaéreos de 37 mm en montajes dobles para blancos de superficie y aéreos

6 cañones de tiro rápido de 105 mm en montajes dobles para blancos de superficie y aéreos

6 cañones antiaéreo de 88mm

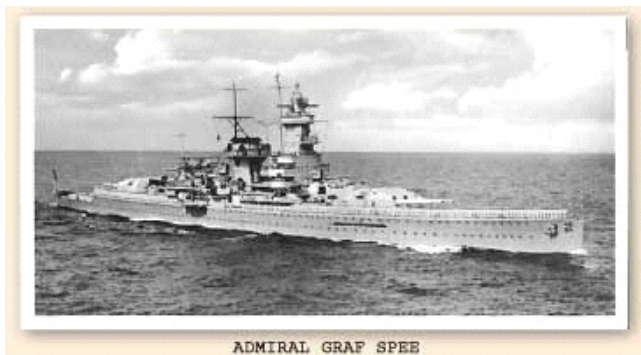
6 tubos lanzatorpedos de 533 mm en cubierta

2 hidroaviones “*Arado*” lanzados por catapulta

El barco estaba construido en acero del tipo conocido como *ST 52*, en las estructuras de menor importancia y acero tipo *ST 45* y metales livianos como aluminio en las estructuras principales. Debido a la imperiosa necesidad de reducir peso, el 90% del casco y estructuras estaban soldadas. El acero y las soldaduras utilizadas en este caso eran corrientes, y no suponían secreto alguno, sin embargo el peso total del barco de 16 320 toneladas, y su estructura representaba el 26,4% del mismo. (Acosta y Lara, 2005 com. pers) (Figura 3).

Para el blindaje se utilizó el conocido acero *Krup*, mientras que para las zonas más expuestas se utilizó acero al níquel. El acero para blindaje *KC-Blindaje* (*Krupp Cementier*) bajo las

denominaciones *Wotan hart* (Wotan duro) y *Wotan weich* (Wotan blando), haciendo alusión a *Wotan*, dios de la mitología germánica, presentaban una excelente relación peso-resistencia, pudiéndose lograr mayor protección con capas más delgadas y así aportar al ahorro de peso final. Estos dos nuevos aceros debían soldarse con electrodos especiales,



ADMIRAL GRAF SPEE

Figura 3. *Graf Spee*

suponían tecnología de punta en su época y un secreto militar. La importancia de estos materiales quedó evidenciada por el gran interés mostrado por parte de los propios ingleses. En efecto, en abril de 1940 gran parte de la superestructura del barco permanecía en la superficie y una comisión de expertos navales ingleses inspeccionaron el barco y elaboraron una lista de piezas a extraer del navío. El informe fue entregado al embajador Millington-Drake, e incluía, entre otras cosas, detalles de montajes artilleros, instrumentos ópticos, muestras del metal del blindaje y muestras de soldadura.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Debido a las características de este naufragio, el diseño de investigación tiene, a los fines analíticos, tres etapas de desarrollo: *Etapas de Prospección, Etapas de Rescate y Etapas de Restauración*. Por principios operativos y hasta tanto no obtengamos los resultados esperados sólo nos ocuparemos de la primera etapa de este diseño de investigación.

ETAPA DE PROSPECCIÓN

Aunque existen datos exactos de lugar y modo de hundimiento, se debió llevar adelante un estudio sistemático para evaluar el estado actual del naufragio y tomar conocimiento de la dispersión espacial aproximada de los restos en el lecho del río.

Los métodos utilizados para esta tarea fueron, básicamente, de técnicas electrónicas de sensores remotos (sonar de barrido lateral), los cuales no producen alteraciones de los materiales históricos ni al medio ambiente marino. Con la utilización de un sonar *Klein 595* digital de 500 Khz de frecuencia volcado a un software de mapeo en mosaico en tiempo real tipo *Chesapeake Technology* y el apoyo de dos sonares *Marinesonics* de 100 a 900 Khz y un magnetómetro *GSM 19 M*, se evaluará la distribución de los objetos hundidos, al mismo tiempo que su asociación relativa. Con estos datos se podrá obtener el área de dispersión y una evaluación cuali-cuantitativa de los objetos existentes (Figura 4).

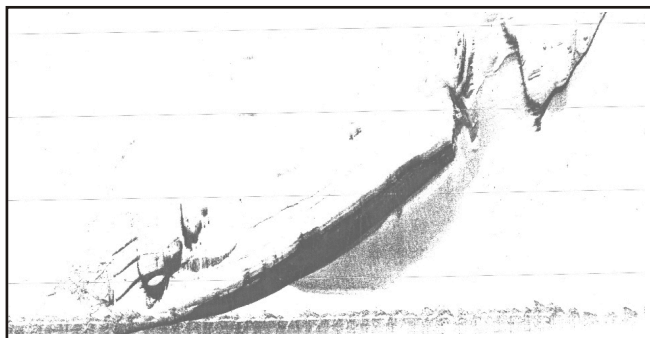


Figura 4. Imagen del Sonar

Afortunadamente contamos con imágenes, planos de diseño y datos históricos de este navío por lo que serán valiosas guías para determinar el estado de la estructura general, tanto del casco como de las cubiertas, torretas y demás instalaciones.

En primer lugar el relevamiento estará dirigido a la confección de un diagrama del estado general del pecio sobre un gráfico completo del navío. De esta manera se tendrá una primera aproximación sobre el estado de integridad del buque. Por otro lado también se tendrá información sobre el grado de sedimentación del casco sobre el lecho del río. Tomando en consideración que la tasa de sedimentación es relativamente alta, es prioritario realizar cuanto antes este relevamiento, ya que indirectamente nos estaría indicando el tiempo que tardará en desaparecer esta evidencia histórica en el fango del lecho del río.

En esta etapa de prospección específica se ha realizado la toma de una muestra del casco para evaluar el blindaje y estudiar las uniones de las planchas de acero soldadas eléctricamente ya que esta nave no poseía remaches. La realización de estudios espectrográficos y metalométricos se están llevando a cabo en el Departamento de Materiales del Instituto Sabato, dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica, bajo la dirección del Ingeniero Tulio Palacios (2006). El objetivo es la evaluación de la metodología que deberá realizarse sobre el tratamiento y conservación del naufragio.

Si bien en 1997, miembros del equipo MARE (Maritime Archaeological Research) bajo la dirección del Profesor Mensum Bound, extraen una de las baterías secundarias de 150 mm que se encuentra actualmente en Montevideo (Figuras 5 y 6) la tarea principal aún no ha sido concluida. En efecto, durante el verano de 2004 se recuperó una de las piezas tecnológicamente más avanzadas del instrumental de a bordo del *Graf Spee*, el telémetro estereoscópico de tiro.

El telémetro está en restauración. Luego de un proceso de micro desgaste sobre la base de arenado fino, se restauraron las partes deterioradas por oxidación con la aplicación de material epoxi y la cobertura de tres capas de pintura antióxido (Figuras 7 y 8).

Actualmente se está evaluando la aplicación de la pintura original y posiblemente sea reconstruido su sistema óptico con piezas originales a través del trabajo de técnicos de la firma Zeiss que aún operan en el mercado.

Con este instrumental diseñado y construido por la firma Carl Zeiss de Alemania, el *Graf Spee* contaba con una tecnología novedosa para los años de pre guerra. A través del telémetro estereoscópico se podía calcular la distancia de tiro y comunicar al grupo de artilleros la distancia de elevación de tiro de cada una de las baterías.

El telémetro extraído por el Grupo de Rescate estaba ubicado en el punto más alto del buque,



Figura 5. Sacando un cañón

Figura 6. El cañón restaurado



Figura 7. Arenado del blindaje del telémetro de proa



Figura 8. Blindaje del telémetro de proa

en la cofa de combate, apoyado en el techo del comando acorazado. En realidad lo que se ve de él no es el telémetro en sí, sino el cuerpo acorazado (20mm de espesor-KC) que lo protege, compuesto por un cilindro central de unos 2,0 m de altura y diámetro similar, y dos brazos con igual blindaje que contiene los brazos del mismo.

El aparato óptico tiene una base (distancia entre objetivos) de 10,5 metros y es del tipo estereoscópico. El buque portaba, además de este ejemplar, uno similar a popa, sobre el techo del comando acorazado trasero y uno en la parte trasera superior de cada una de las torres pesadas.

La operación de este telémetro era mecánica, estando estabilizados en altura por medio de giróscopos, y los movimientos de ronz y altura se realizaba por medio de motores eléctricos. El habitáculo del telémetro extraído portaba a su vez en su techo, una estructura circular de dimensiones similares pero sin blindaje, que alojaba al radar de exploración *FUMO 22* y su antena. La tripulación que operaba el telémetro estaba integrada por 4 hombres. En la Figura 9 se observa un modelo del telémetro del Graf Spee.

Las mediciones realizadas por el telemetrista eran transmitidas eléctricamente por medio de un botón (permitía enviar una señal continua o intermitente) a la posición del oficial de

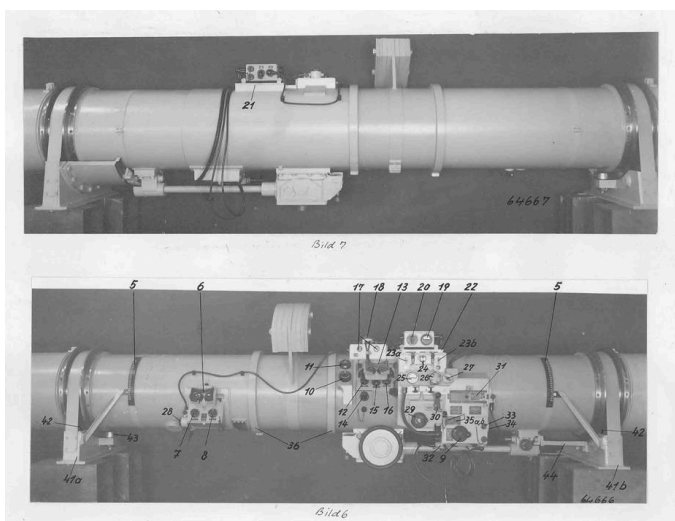


Figura 9. Gemelo del telémetro de proa del Graf Spee. (Zeiss Lmt.)

artillería, y a la central calculadora donde se registraba en la impresora del aparato denominado *EU-Ermittler* (algo así como “comunicador de la diferencia de distancia”). Este aparato permitía visualizar gráficamente el movimiento del blanco y realizar los cálculos para predecir su posición e integrar estos valores al cálculo de tiro.

Todos los sistemas de armas podían operar independientemente y estaban dotados de miras lo que permitía la puntería local, es decir ser apuntados directamente por el jefe de la pieza. Por el contrario, los montajes de artillería de 37mm y 20 mm, no estaban vinculados a sistemas de control centralizados y se servían de telémetros portátiles para la obtención de las distancias. Esta pieza se apoyaba en los hombros del telemetrista por medio de un arnés diseñado a esos efectos. Se llamaban *Messbalken* y eran del sistema de coincidencia.

La artillería antiaérea pesada compuesta por los montajes de 105 mm estaba dirigida por 3 centrales calculadoras ubicadas conjuntamente con los telémetros correspondientes. La tripulación de la pieza recibía los valores de ronzá y elevación, y graduación de la espoleta de tiempo; y dirigía los cañones de acuerdo a estos, o los mismos eran comandados a distancia desde la misma central.

La artillería pesada (280 mm) y mediana (150 mm) recibían las órdenes desde centrales artilleras compartidas, que conectaban con las baterías medianas y pesadas según fuera necesario. Los cañones podían comandarse a distancia o fijar los ángulos localmente. El disparo podía ser local por el jefe de la pieza, por el oficial de artillería en la posición acorazada de la cofa, o por la central calculadora situada debajo del puente blindado.

El oficial de artillería responsable de las operaciones seleccionaba el tipo de munición que debía dispararse. El fuego más efectivo era el comandado centralmente por medio del oficial de artillería y la central calculadora. El menos efectivo era el local ya que no se lograba la mayor concentración de fuego posible. Este fue uno de los problemas que tuvo el Graf Spee con su artillería mediana, ya que debido a averías en los sistemas de adquisición de blancos, debió utilizar puntería local y no logró ningún blanco.

CONCLUSIONES

La conservación de los materiales es la constante en todo proyecto de investigación. La continuidad en los tratamientos y el rigor científico en su aplicación es el punto de partida para llegar a un éxito final de cualquier empresa de estas características, es por este motivo que la tarea de los buzos, del arqueólogo y eventualmente del conservador, están en íntima relación constituyendo una unidad indisoluble en todo proyecto de investigación subacuático. La prospección sistemática del naufragio del *Graf Spee* brindará por vez primera un estado actual de su condición física y una propuesta metodológica para la conservación y tratamiento de sus piezas.

AGRADECIMIENTOS

A todos los hombres que trabajan en el Proyecto del Graf Spee. En especial al Sr. Héctor Bado, Jefe de Operaciones. Mi gratitud también al Señor De Acosta y Lara, estudioso y experto en la historia del Graf Spee el cual me brindó numerosos datos inéditos. Finalmente al Sr. Alfredo Etchegaray Carvallido Director General del Proyecto, por su comprensión y apoyo en los momentos difíciles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Green, J.
- 1990a *Maritime Archaeology*, Academic Press.
- 1990b *Archaeology Underwater*. The NAS Guide to Principles and Practice. Nautical Archaeological Society.
- 1998 Science for Conservators. An Introduction to Materials. Crafts Council Conservation Science Teaching Series. London.

Nasti, A.

2003a El Proyecto San Rafael/Isla de Lobos. Contribución a la arqueología subacuática en Uruguay. En *Mediterraneum. Protection of Cultural and Environmental Heritages. Protection of the Underwater Cultural Patrimony*. Vol III, Cap 3. Facolta di Studi Arabo-Islamici e del Mediterraneo. Universita L'Orientale" Naples, Italy.

2003b A witness of Trafalgar. The iron canon of HMS Agamemnon. *INA quarterly* 30.3 pg13-16. *Institute of Nautical Archaeology*. College Station, TX, USA.

2004 La Gaditana reveals Spinola heritage. *Shipwreck Magazine*, pp 23-27, London.

Palacio T., A. Nasti, S.I. Núñez Pettinari y M.R. Eppis

2006 Caracterización metalúrgica de una tapa de guerra del acorazado Graf Spee. *Primer Congreso Argentino de Arqueometría*. Universidad Nacional de Rosario.

Pearson, C.

1987 *Conservation of Maritime archaeological objects*. Butterworths.

1995 *Scientific methods in underwater archaeology. Proceedings of a European Seminar held at The Zoological Field Station of Tvärminne, Finland*

Purnell & Sons Ltd

1968 *History of the Second World War.*



SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS EN LA TELEDETECCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS ARQUEOLÓGICAS (EL MOLLAR - TUCUMÁN)

Jimena Roldán^{1,2}, M. Marta Sampietro Vattuone^{1,2}, Liliana del Valle Neder^{1,3}

1 INGEMA. Fac. de Cs. Naturales e IML. UNT 2 CONICET 3 CIUNT

jimena_rolدان@yahoo.com sampietro@tucbbs.com.ar linede@csnat.unt.edu.ar

RESUMEN

Los procesos post-depositacionales a los cuales está sometido todo sitio arqueológico alteran la forma en que las estructuras arqueológicas se conservan. La complejidad de estos procesos lleva a una conservación diferencial de las mismas en un área determinada.

El objetivo de este trabajo es mostrar la forma en que la utilización de métodos y técnicas como la fotointerpretación, SIG y aquellas provenientes de la geomorfología (unidades de paisaje) son útiles en el reconocimiento del estado de conservación de estructuras arqueológicas.

La implementación de esta metodología no invasiva es útil para diagnosticar la situación del sitio arqueológico en un contexto paisajístico determinado para, finalmente, poder plantear las medidas de conservación pertinentes.

En el caso en cuestión, se observó un alto grado de erosión en la superficie de la geoforma que afectó directamente a las estructuras arqueológicas, sepultándolas en algunos casos y destruyéndolas en otros.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de métodos y técnicas en el estudio del registro arqueológico, proveniente de otras disciplinas, ha permitido que los arqueólogos tengan acceso a todo un mundo de información. Herramientas como la fotointerpretación, sistemas de información geográficos (SIG) y la utilización de métodos y técnicas provenientes de la geomorfología le dieron un nuevo enfoque a la primera aproximación que un arqueólogo realiza a un área de estudio determinada. Además de permitir organizar de forma diferente la base de datos arqueológica.

La utilización de estas herramientas dio a los arqueólogos la ventaja de poder precisar los objetivos planteados para cada zona de estudio, en virtud de las necesidades que se desprendían en cada caso.

Dentro de este marco, el objetivo de este trabajo es mostrar un caso concreto de análisis en el cual la utilización de métodos y técnicas como la fotointerpretación, SIG y aquellas provenientes de la geomorfología (unidades de paisaje) son útiles en el reconocimiento del estado de conservación de estructuras arqueológicas.

El área de estudio se ubica en el piedemonte del Cerro Ñuñorco Grande (El Mollar- Valle de Tafi) y se circunscribe a una unidad geomorfológica conocida con el nombre de glaciis cubierto (Figura 1).

Culturalmente, el valle de Tafi fue el asiento de la cultura formativa Tafi (Siglo I al IX D.C.) (Nuñez Regueiro y García Azcárate, 1996). En el área en cuestión se han identificado estructuras tanto de tipo residencial como agrícola-ganadera.

METODOLOGÍA

Le elección de una unidad geomorfológica tiene como fundamento un principio básico: es adecuada para discriminar cualidades y categorías de paisaje, por tratarse de una unidad ambiental básica que posee una génesis y evolución temporal común a toda su superficie y homogeneidad espacial dada por la recurrencia de elementos morfogenéticos endógenos (Sayago y Collantes, 1991). Esto permite tener una visión dinámica e integrada de los

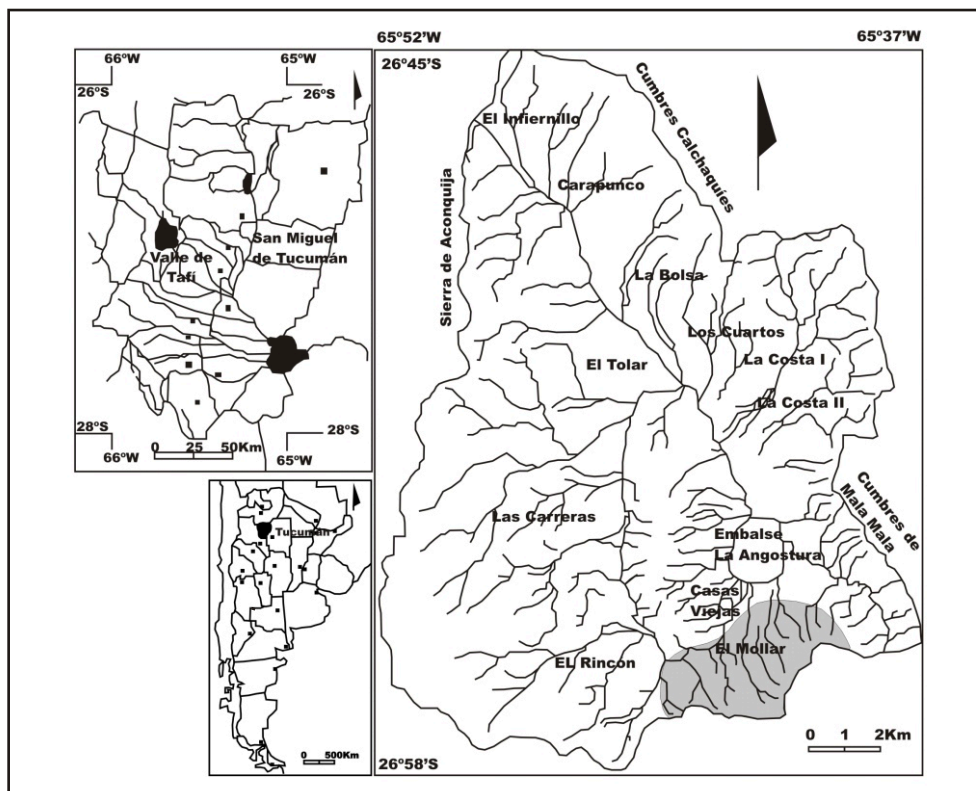


Figura 1. Mapa de ubicación con el área de estudio resaltado en gris, tomado de Sampietro Vattuone (2002)

procesos post-depositacionales que afectaron a las estructuras arqueológicas ubicadas dentro de la geoforma y por lo tanto de los procesos erosivos relacionados con el estado actual de las mismas.

La unidad geomorfológica considerada (glacis cubierto) se define como una forma pedemontana relativamente plana a ondulada, de morfometría similar a los glacis de erosión, pero caracterizados por una cubierta clástica de aproximadamente 15 m de espesor que cubren a los materiales loésicos finipleistocenos de la Formación Tafi del Valle (Collantes, 2001).

Una vez delimitada el área de estudio, se llevó a cabo la fotointerpretación sistemática de los rasgos superficiales (morfogenéticos y arqueológicos) a escala 1:20.000 (fotos aéreas relevadas en el año 2001). Escala adecuada para el estudio detallado y clasificación de estos rasgos.

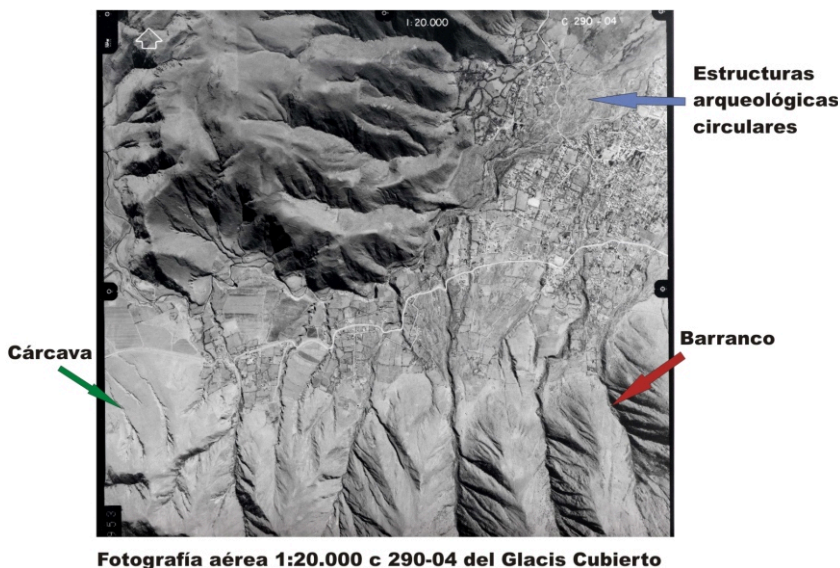
En un primer momento se fotointerpretaron los procesos morfogenéticos asociados a la geoforma (morfogénesis y procesos morfodinámicos) con estereoscopia de espejos.

Dentro de los procesos morfodinámicos que afectan una geoforma podemos encontrar procesos erosivos naturales, que modelan la superficie terrestre mediante remoción y transporte de materiales diversos por acción del agua, viento, hielo o gravedad. Cuando estos procesos son acelerados por la acción del hombre son denominados procesos de erosión antrópica (Bergsma, 1996).

En el caso bajo estudio, encontramos gran cantidad de rasgos producto de erosión hídrica, como ser cárcavas y barrancos (las primeras vendrían a ser estadios tempranos en el desarrollo de futuros barrancos) (Bergsma, 1996). Asimismo se destacan rasgos producto de erosión

antrópica como resultado de las actividades agrícolas y ganaderas, y de la urbanización, como ser, la construcción de viviendas, caminos, diques, industrias, ferrocarriles, etc.

En las fotografías aéreas, el reconocimiento de estos rasgos se da a partir de los tonos de grises observados (Bergsma, 1980). En el caso de la morfodinámica los barrancos y cárcavas tienen patrones lineales donde se ven sombras y profundidad (Bergsma, 1980) y en el de las estructuras arqueológicas se observan patrones geométricos y lineales paralelos (Figura 2). Sin embargo, siempre es necesario hacer controles de campo con posterioridad, porque si bien ambos tipos de patrones son característicos, algunos suelen generar confusiones, sin descartar que la escala utilizada condiciona el grado de detalle en su observación.



Fotografía aérea 1:20.000 c.290-04 del Glacis Cubierto

Figura 2. Ejemplo de cómo se ven la morfodinámica y estructuras arqueológicas en una foto aérea del glacis cubierto de El Mollar, valle de Tafi (Tucumán)

Una vez tenidos en cuenta todos estos factores se confeccionaron tres calcos diferentes a partir de la foto interpretación:

- En el primero se tuvo en cuenta la topografía de la zona donde se reconocieron las divisorias de aguas, ruta provincial, límite ladera-piedemonte y piedemonte-fondo de valle, cauces temporarios y permanentes como así también los límites de la unidad de paisaje. Figura 3.
- En el segundo caso, se tuvo en cuenta la morfodinámica del área, donde se reconocieron barrancos en forma de V, U y fondo plano, escarpas de erosión por procesos de remoción en masa con erosión lateral de cauce incipiente, y cárcavas incipientes y ramificadas con retroceso de cabeceras. Figura 4.
- En el tercero, se observaron las estructuras prehispánicas reconocibles, donde se hallaron las de tipo residencial, agrícola y posiblemente ganadera, definidas por otros investigadores para el valle de Tafi (Berberían *et al.*, 1988, Giani y Berberían, 1999, Sampietro Vattuone, 1994). Figura 5.

Tratamiento digital

El paso a seguir, fue la incorporación de la cartografía temática a un sistema de información geográfico (SIG). La utilización del SIG permite la manipulación, almacenamiento e integración de una gran cantidad de datos espaciales y en el caso de la arqueología es una nueva forma de estudiar viejos planteos para la formulación de nuevas hipótesis (Limp,

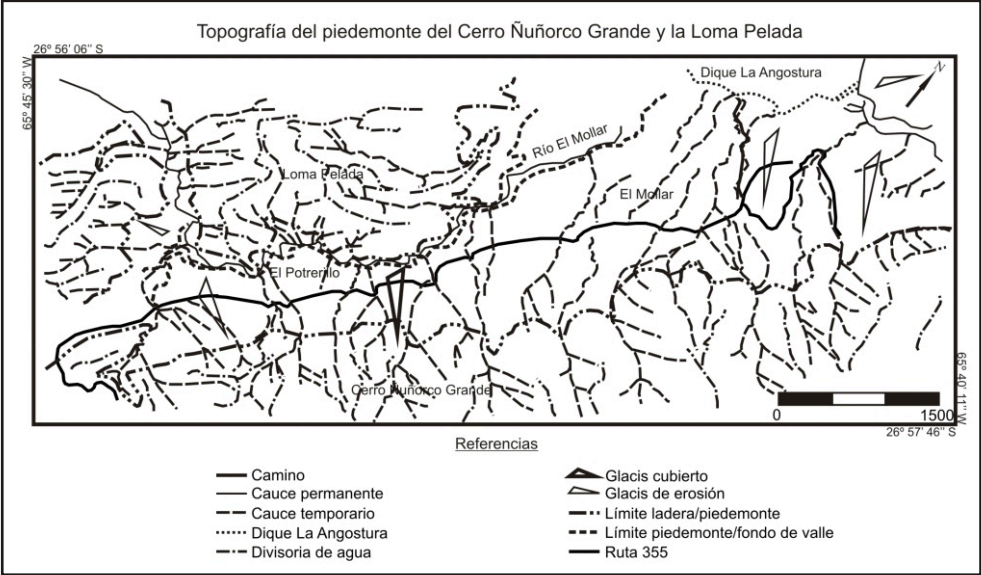


Figura 3. Topografía del glacis cubierto en El Mollar, valle de Tafi (Tucumán)

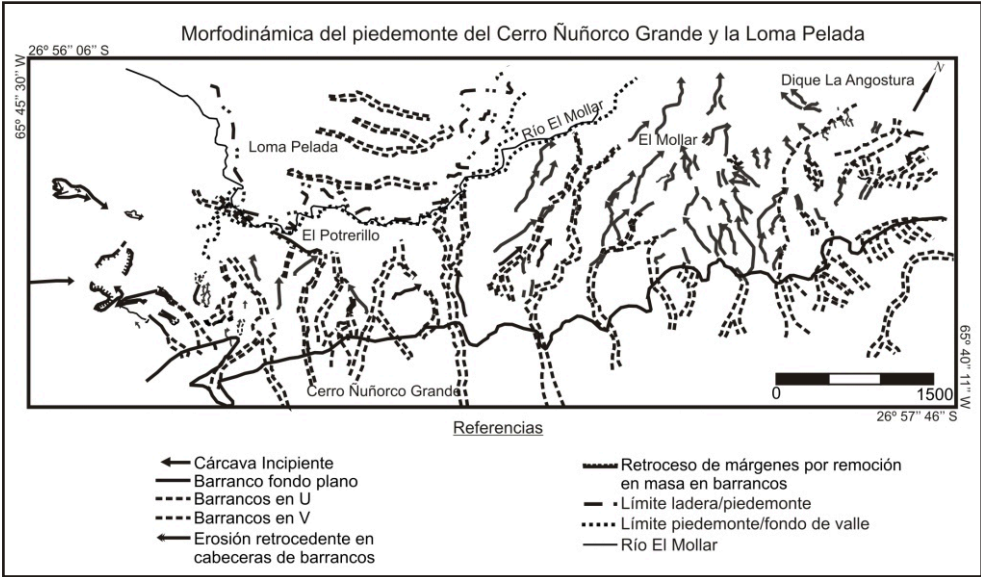


Figura 4. Morfodinámica del glacis cubierto en El Mollar, valle de Tafi (Tucumán)

2001). De esta manera, en el estudio tomado a modo de ejemplo, la integración de los rasgos geomorfológicos y arqueológicos permitió evaluar el estado de conservación en el cual se encuentran las estructuras arqueológicas remanentes.

La cartografía fue digitalizada a partir del escaneado de las fotos aéreas y en el caso de los calcos se incorporaron a través de la tableta digitalizadora y/o por interpretación visual desde pantalla, se introdujeron con formato raster o vectorial según el caso, utilizando el programa ILWIS 3.3 desarrollado por ITC (Holanda). Para la interpretación visual desde pantalla las fotos aéreas tuvieron que ser georreferenciadas, para lo cual se utilizó una imagen LANDSAT (1998) del valle de Tafi. Figuras 3, 4 y 5.

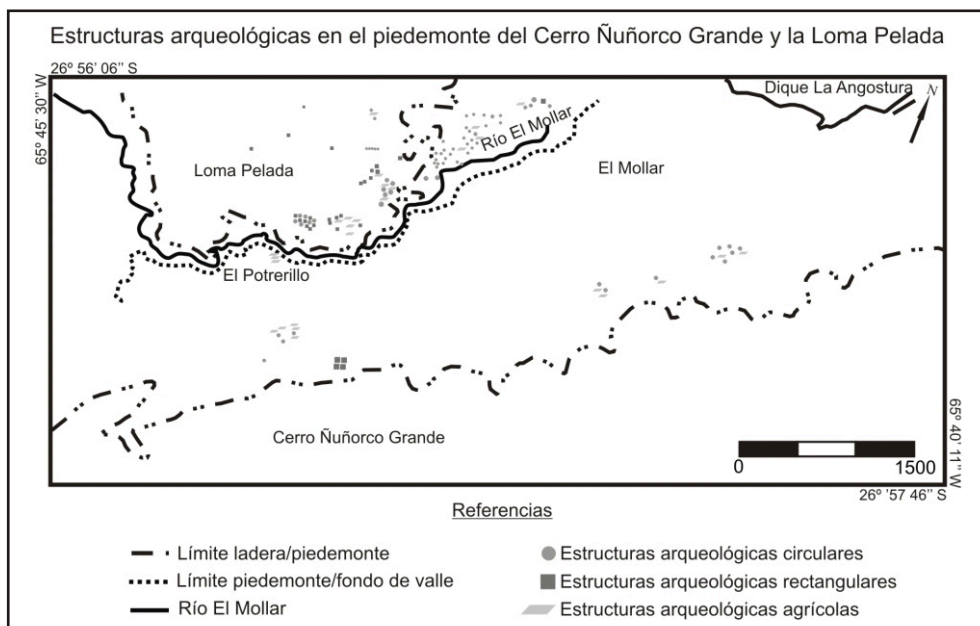


Figura 5. Estructuras arqueológicas circulares, rectangulares y agrícolas, en el glacis cubierto y la Loma Pelada. El Mollar, valle de Taí (Tucumán)

CONSIDERACIONES FINALES

En este trabajo hemos visto alguno de los aportes que esta metodología puede realizar para el entendimiento del registro arqueológico asociado al paisaje que lo rodea en relación con el estado de conservación de los rasgos apreciables por teledetección. A partir de fotointerpretación y digitalización, se obtuvo la cartografía temática, donde pudieron relacionarse los procesos erosivos naturales y antrópicos que presenta la geoforma con la distribución de las estructuras arqueológicas.

En el área en cuestión se visualizaron proceso de erosión, remoción en masa (movimiento aguas abajo de los suelos o materiales rocosos bajo la influencia de la gravedad con el aporte de agua o hielo) y sepultamiento de estructuras arqueológicas.

La urbanización provocó la desaparición de gran parte del patrón de asentamiento, mientras que en las zonas poco urbanizadas el pastoreo del ganado y la actividad agrícola alteraron parcial o totalmente las estructuras arqueológicas.

Hay predominio de procesos erosivos hídricos en forma de cárcavas y barrancos, por lo que, la erosión diferencial de las estructuras dentro de la geoforma responde a la dinámica natural de la unidad de paisaje. Geomorfológicamente, los procesos erosivos observados son de grado severo con cárcavas muy largas (>3.000 m) que presentan ramificaciones y remoción en masa en sus márgenes.

El alto grado de erosión superficial observada como resultado de la pérdida de la cobertura vegetal por el sobrepastoreo y prácticas agrícolas no conservacionistas sumados a los procesos erosivos naturales llevaron a la existencia del paisaje actual, el cual muestra un grado moderado a severo de deterioro, agravado por la presión antrópica.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Instituto de Geociencia y Medio Ambiente (INGEMA. UNT) por brindar las herramientas necesarias para la ejecución de este trabajo y al Geol. José Busnelli por su ayuda en el manejo del programa (ILWIS 3.3) empleado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berberián, E.E., A.E. Nielsen, E. Argüero de Dorsch, B. Bixio, L.A. Spalletti, J.A. Salazar y E.L., Pillado
1988 Sistemas de asentamientos prehispánicos en el Valle de Tafí. Comechingonia. Córdoba, Argentina.
- Bergsma, E.
1980 Aerial photo-interpretation for soil erosion and conservation surveys. ITC
1996 Terminology for soil erosion and conservation. International Society of Soil Science.
- Collantes, M.M.
2001 Paleogeomorfología y Geología del Cuaternario de la cuenca del río Tafí, dpto. Tafí del Valle, provincia de Tucumán. Tesis doctoral inédita. UNSA.
- Giani, L.M y E.E., Berberián
1999 Consideraciones acerca de la variabilidad formal en el diseño de las plantas de arquitectura en el NOA durante las etapas Formativas y de Desarrollos Regionales. XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Tomo I, págs:83-88. La Plata.
- Limp, W.F.
2001 Geographic Information Systems in Historic Preservation. Archives and Museum Informatics 13:325-340. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Núñez Regueiro, V.A. y J. García Azcárate.
1996 Investigaciones arqueológicas en El Mollar, Dpto. Tafí del Valle, Pcia. de Tucumán. XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina. 13° parte, págs: 87-97. Mendoza.
- Sampietro Vattuone, M.M.
1994 Uso del espacio y manejo pre-hispánico de suelo y agua en el cono del río Blanco. Tafí del Valle. Seminario, inédito. Fac. de Cs. Naturales e IML. UNT. Tucumán.
- 2002 Contribución al conocimiento geoarqueológico del valle de Tafí Tucumán (Argentina). Tesis doctoral en Arqueología. Fac. de Cs. Naturales e IML. UNT. Tucumán.
- Sayago, J.M. y M.M. Collantes
2001 Evolución paleogeomorfológica del valle de Tafí (Tucumán, Argentina) durante el Cuaternario Superior. Bamberger Geographische Schriften Bd. 11:109-24, Bamberg.



IMÁGENES SATELITALES, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ESPACIAL DE LA ARQUITECTURA. EL CASO DE LA ALUMBRERA, PERÍODOS TARDÍO E INCAICO, PUNA DE CATAMARCA

Pedro Salminci, Daniel Olivera, Pablo Tchilinguirian

CONICET-INAPL

pedrosalminci@yahoo.com.ar

deolivera@movi.com.ar

polianptchil@yahoo.com.ar

RESUMEN

El objetivo de la presente exposición es dar a conocer la metodología y los primeros resultados obtenidos en la investigación sobre la organización sociopolítica y el uso del espacio prehispánico en la microrregión de Antofagasta de la Sierra (Puna de Catamarca) a partir del período tardío, específicamente en el conglomerado semiurbano conocido como La Alumbra: -23° 06' S, -67° 25' W. Desde el punto de vista geológico el asentamiento se ubica sobre un conjunto de coladas basálticas de edad pleistocena cubiertas parcialmente por arenas eólicas holocenas. La topografía volcánica está conformada por elevaciones (coladas) y depresiones alargadas (abras de intercoladas) que alcanzan desniveles de 20 a 35 m. El límite norte del asentamiento es la laguna de Antofagasta, mientras que por el oeste, sur y este está rodeada por geoformas volcánicas. La primera etapa del análisis consistió en trabajos de gabinete dirigidos a obtener una planimetría del asentamiento a partir de imágenes satelitales de alta resolución y su posterior digitalización y georreferenciación mediante programas de información geográfica (ArcView). De este modo se obtuvo una idea general acerca de la organización de los espacios internos y externos del asentamiento. Una de las características distintivas es la existencia de una serie de murallas que rodean la aglomeración arquitectónica en su totalidad hasta las costas de la laguna. A partir de éstas y de las características del relieve se distingue un ordenamiento espacial en tres sectores: 1) sector central ubicado en el interior de la muralla interna compuesto por: a) aglomeraciones densas de recintos construidos sobre las elevaciones basálticas y b) construcciones de mayor tamaño y de mayor dispersión sobre los bajos de las abras intercoladas; 2) sector intermedio, ubicado entre la muralla externa y la interna, caracterizado por grandes espacios y recintos, limitados por muros y escarpas del relieve, y por pequeños recintos circulares y 3) sector periférico, ubicado fuera de la muralla externa hacia el este del asentamiento y compuesto por grandes recintos aislados. Aún no es posible interpretar los mecanismos sociales que determinaron esta diagramación espacial pero podemos proponer algunas ideas para dirigir futuras actividades. Desde el punto de vista de la sintaxis espacial, el primer sector sería el más profundo, privado y denso. Esto indicaría que se trata del sector residencial. Considerando estas mismas variables, el segundo sector sería un espacio intermedio apto para la concentración de gran cantidad de personas y animales. El último sector es un espacio totalmente abierto y sin control alguno y podría tratarse de corrales. Las futuras tareas de campo estarán dirigidas a la toma de puntos para una más correcta georreferenciación y la corrección de errores producto de las imperfecciones y sombras de las imágenes satelitales, el relevamiento del sistema de circulación del asentamiento, de la organización de los espacios internos de los edificios y de las técnicas constructivas en los edificios y murallas que componen el asentamiento.

INTRODUCCIÓN

La teledetección de estructuras arqueológicas a través de imágenes producidas por sensores remotos es un método analítico cuya eficacia ha sido probada en nuestro país desde hace ya varias décadas, en un principio a través del uso de fotografías aéreas (p. ej. Cigliano y Raffino, 1973, Albeck y Scattolin, 1984, entre otros) y más recientemente mediante imágenes satelitales de alta resolución (p. ej. Matteucci y Scheinsohn, 2004, Vitri, 2003, entre otros). A su vez,

los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas poderosas que posibilitan el almacenamiento y la administración de gran cantidad de datos y permiten el análisis geográfico y espacial de los mismos facilitando los cambios de escala.

Esta publicación forma parte de un proyecto de investigación que tiene como objetivo general estudiar la organización sociopolítica de las sociedades que habitaron la microrregión de Antofagasta de la Sierra (Puna Meridional Argentina) durante el período Tardío-Inca (ca. 1000-1535 A.D¹) a través del análisis en múltiples escalas del espacio arqueológico residencial y productivo. Los objetivos específicos se dirigen a: estudiar la distribución de los espacios internos y externos creados por los límites arquitectónicos y naturales (acantilados, afloramientos) de sitios de la microrregión; analizar la relación del sitio con la ecología y topografía micro y macrorregionales; establecer el marco paleoambiental en que se desarrolló la ocupación; y estudiar la relación sociopolítica y económica entre sitios del período Tardío-Inca regional.

En esta oportunidad presentaremos la primera etapa de la investigación centrada en la utilización de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica para obtener una planimetría y avanzar en el análisis de la organización social del espacio en el sitio arqueológico La Alumbra. Presentamos algunos detalles referidos a aspectos técnicos relacionados al uso de las herramientas informáticas, así como la metodología y los resultados preliminares obtenidos hasta el momento.

El principio teórico que rige el estudio considera a los límites físicos de un asentamiento como dispositivos que dirigen los movimientos (Hillier y Hanson, 1984) y regulan patrones de privacidad y copresencia (Giddens, 1984) relacionados con los hábitat domésticos y con zonas comunes de circulación, constituyéndose el conjunto de límites en una herramienta de control y organización de la vida social. En este contexto las características y relaciones entre las distintas unidades de espacio contribuyen a la constitución de *habitus* (*sensu* Bourdieu, 1977) y a la reproducción de un orden social.

En el contexto en que se llevan a cabo los estudios de análisis espacial del sitio, se tiene en cuenta que el arreglo arquitectónico que observamos en la actualidad es el resultado de cientos de años de desarrollo sociocultural y de otros cientos de años de abandono, destrucción y saqueo. Por lo tanto, se debe ser prudente al momento de sacar conclusiones y considerar las mencionadas alteraciones cuando se realicen inferencias a partir de los datos de campo y gabinete.

LA ALUMBRERA EN EL MARCO LOCAL Y REGIONAL: ANTECEDENTES

El sitio está ubicado a orillas de la laguna homónima (-23° 06'S, -67° 25'W) a los 3400 m.s.n.m., sobre un conjunto de coladas basálticas de edad pleistocena cubiertas parcialmente por arenas eólicas holocenas. Estas últimas se acumulan preferentemente en las zonas protegidas por el viento como ser las depresiones existentes entre coladas (arenales). La topografía y el relieve resultan sumamente importantes para comprender la organización del espacio (ver 1). El nivel más bajo del asentamiento está representado por la laguna y la paleocosta de edad Holocena de la misma. A partir de allí las coladas basálticas crecen en altitud hacia el sur hasta llegar a los límites del cono de escorias del volcán Alumbra. Existen desniveles importantes entre las coladas (abras intercoladas) con pendientes muy pronunciadas escarpas muy pronunciadas (>60°) con desniveles de hasta 35m.

Tanto los inicios de la ocupación como el abandono del sitio aún no son del todo claros, pero se

1 A pesar de que la conquista española significó un cambio abrupto para las poblaciones autóctonas del área andina, aún no se sabe con seguridad cuando y cómo se disolvieron las sociedades de la región puneña de Antofagasta, por lo que consideramos la fecha de 1535 como un límite temporal clásico y, quizás, demasiado temprano para interpretar ciertas ruinas que, como la de La Alumbra, pudieron haber sido utilizadas incluso hasta bien entrado el S XVII.

estima que sus inicios datan de mediados del período tardío alrededor de los años 1200-1300 A. D. y que la ocupación finalizaría en algún momento del período hispano indígena, quizás en relación a la fundación del pueblo de Antofagasta de la Sierra en el S XVII² (Olivera y Vigliani, 2000/2002, Olivera *et al.*, 2003/2005, García *et al.*, 2000).

El desarrollo del asentamiento está vinculado con los sitios de Bajo del Coypar, donde se evidencia una nueva forma de explotación agrícola basada en la instalación de un sistema de riego por inundación de parcelas ubicadas en las tierras bajas y planas de la terraza aluvial de edad pleistocena del río Punilla (Tchilinguirian y Olivera, 2000). Los comienzos de este sistema se relacionan con un pico de máxima sequedad ubicado alrededor de los años 900-1000 A.P (Olivera *et al.*, 2004).

A nivel regional el asentamiento funcionó como un nodo de captación de productos provenientes de los sectores con mayor altitud de la cuenca destinados al intercambio caravanero con productos de otras regiones, en especial con los provenientes de los valles mesotermiales de Hualfín y Abaucán. Al respecto Raffino y Cigliano (1973) concuerdan en que debió existir en La Alumbra, (aunque no haya sido detectado en su visita) "... un sitio específico donde se cristalizara este rol, es decir un lugar de mercado." (*op. cit.*: 249).

En este sentido y en relación a la ecología regional y a los contextos de la tecnología y estilos cerámicos y funerarios, se propuso que "... La Alumbra sería una población culturalmente Belén [III] que actuaría como límite ecológico natural: El valle de Hualfín." y como "...una colonia avanzada, dependiente de uno o más centros administrativos..." dentro de un modelo ecológico de verticalidad (*op. cit.*: 251-252).

Sin embargo, fechados radiocarbónicos (*ca.* 1000 A.D.) provenientes de las estructuras habitacionales de Bajo del Coypar sugieren una ocupación más temprana del área, indicando que la relación social y comercial entre Puna y Valle fue intensa desde épocas iniciales del Tardío (Olivera, 1991). Estudios etnohistóricos y antropológicos postulan que estas relaciones se mantuvieron incluso hasta tiempos históricos y actuales y describen que tropas de mulas partían desde Antofagasta hacia distintos destinos³ para intercambiar bienes, muchas veces de manera pautada por relaciones de parentesco (Palma, 1969, García *et al.*, 2000).

Otro tema de discusión es la característica fortificada o no del asentamiento y su relación con la guerra y los conflictos armados durante el Tardío. Mientras que algunos autores afirman que en La Alumbra no prevaleció el carácter defensivo (Raffino y Cigliano, 1973), otros sostienen que se trata de un asentamiento fortificado (Olivera, 1991).

Por último, se reconoce la presencia incaica en la microrregión, manifestada en la ampliación del sistema agrícola, la instalación de una Fortaleza ó Pukara (Coyparcito) y su estimada influencia en algunas estructuras arquitectónicas de La Alumbra (Cigliano y Rafino, 1973, Olivera, 1991).

IMÁGENES SATELITALES Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El diseño metodológico incluyó varias etapas. La primera consistió en obtener una imagen satelital georreferenciada del sitio con una resolución espacial que permitiera la observación estructuras arqueológicas y con una escala que abarcara la totalidad del asentamiento. Una segunda instancia consistió en la creación de un SIG en donde se incluyó a la imagen y se procedió a la digitalización de las geoformas y la arquitectura visible. La última etapa consistió en el análisis espacial basado en las divisiones creadas por la topografía y la arquitectura.

Además de los potenciales problemas de visibilidad en zonas de vegetación densa y/o por

2 La primera referencia histórica de Antofagasta data de 1633 en relación a la jurisdicción de Londres de Pomán (García *et al.*, 2000).

3 Las relaciones se establecían tanto con los valles mesotermiales (Belén, Fiambalá, Molinos) como con otros oasis puneños (San Antonio de los Cobres, San Pedro de Atacama).

nubosidades al momento de la captura de la imagen, uno de los principales impedimentos para el empleo de estas herramientas en arqueología es el alto costo de las mismas en relación a los presupuestos disponibles. No obstante, determinadas zonas poseen actualmente imágenes satelitales con la resolución necesaria para detectar arquitectura antigua, las cuales son accesibles de manera gratuita a través de Internet (Google Earth).

A diferencia de grandes extensiones del noroeste argentino y posiblemente debido a la existencia de intereses sobre los recursos mineros regionales, una porción importante de la cuenca del río Punilla cuenta con imágenes de alta resolución (1x1m por píxel) en donde se encuentra incluido, entre otros, el sitio La Alumbra.

Sin embargo, existen inconvenientes para exportar imágenes de grandes porciones de territorio y realizar análisis espaciales fuera de Google Earth sin que se pierda la alta resolución requerida. Para resolver este problema se extrajeron porciones de imágenes contiguas con la mayor resolución posible y luego se armó un mosaico utilizando un programa de manejo de imágenes (p.e., Adobe Photoshop). Una vez elaborado el mosaico, éste fue georreferenciado a partir de la ubicación de puntos en la imagen (por lo menos ocho) con sus correspondientes coordenadas geográficas. Este procedimiento puede ser realizado en el campo (se recomienda GPS geodésico) o bien a partir de puntos tomados de Google Earth. La georreferenciación se realizó a través del programa ENVI, pero pueden utilizarse otros (Global Mapper, ArcView, ArcGIS, etc.). Una vez georreferenciada la imagen, se puede comenzar a trabajar en el SIG. La imagen así obtenida puede observarse en la Figura 1 y el croquis basado en la misma en la Figura 2.

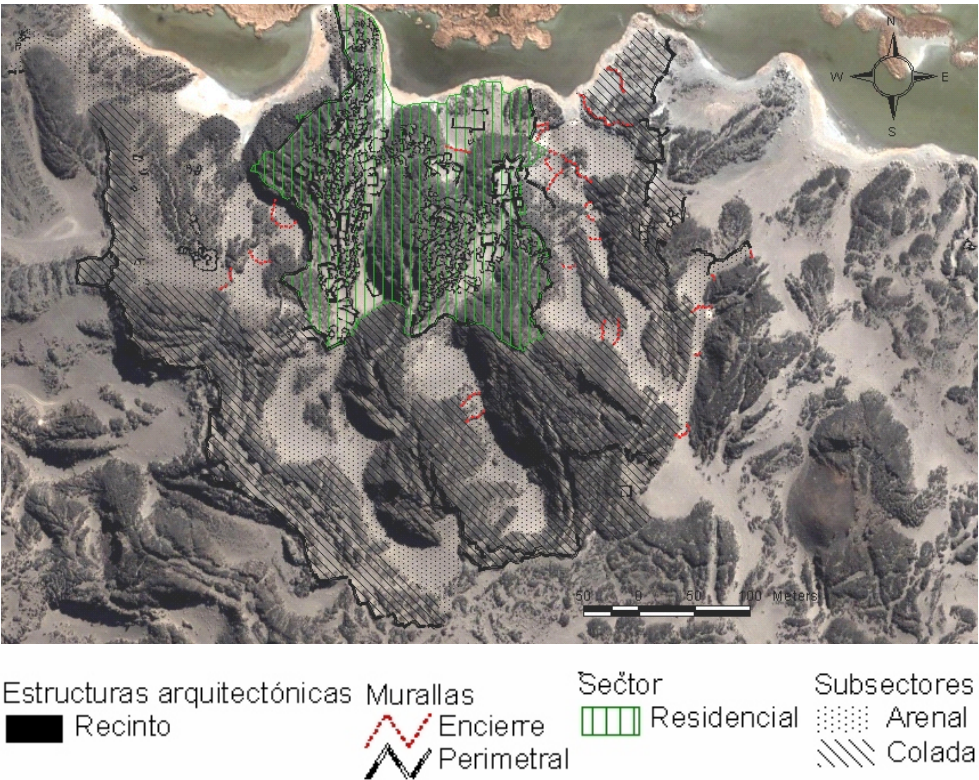


Figura 1. Imagen satelital de La Alumbra, digitalización y distinción de sectores, subsectores y murallas los subsectores de coladas (elevaciones) asociados a defensa y vigilancia y los de arenal (bajos) hipotéticamente asociados a actividades de intercambio

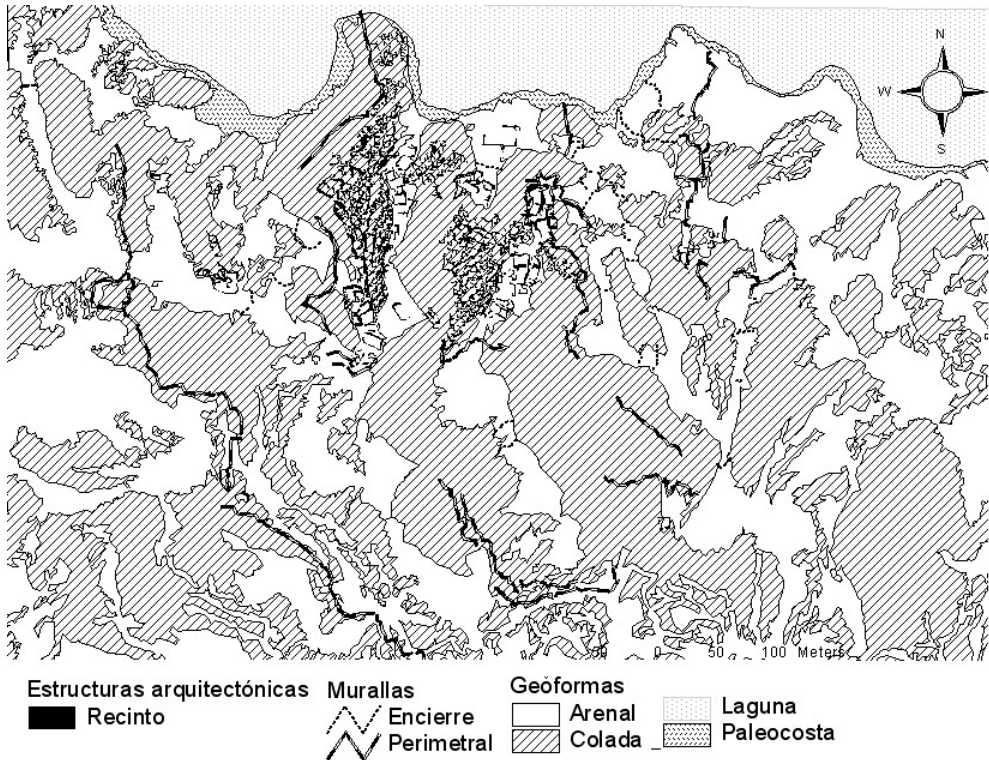


Figura 2. Croquis utilizando GIS sobre la imagen satelital de La Alumbraera con la distinción de sectores, subsectores y murallas e incluyendo las geóformas más representativas

Un sistema de información geográfica particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. El SIG cuenta también con una base de datos gráfica con información georreferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. En este sentido, la potencialidad de la herramienta en arqueología es enorme teniendo en cuenta que es posible almacenar, gestionar y analizar datos no sólo de sitios y estructuras inmuebles, sino también materiales muebles a nivel local, regional y hasta global.

En este caso, la creación del SIG se inició a partir de la imagen georreferenciada de La Alumbraera, la cual proporcionó la base gráfica (raster) para comenzar a crear, a partir del proceso de digitalización, los elementos sujetos al análisis espacial (vectores). Los elementos representados en el SIG fueron los límites físicos (naturales y antrópicos) y los espacios delimitados por estos. Con respecto a los límites naturales se distinguieron cuatro tipos de geóformas: laguna, paleocosta, arenal y colada basáltica. Dentro de los límites antrópicos fue posible distinguir entre murallas perimetrales, muros de recintos y muros de encierre.

LA ORGANIZACIÓN SOCIAL DEL ESPACIO EN LA ALUMBRERA

Las estructuras arquitectónicas de un asentamiento (y en muchos casos la topografía y hasta la vegetación densa), crean un conjunto de barreras físicas y un sistema de superficies y volúmenes de espacios contiguos que regulan el tránsito, y previenen los encuentros entre individuos ordenando no sólo espacios sino relaciones entre personas (Hillier y Hanson, 1984, Grahame, 1995, Stockett, 2004).

La digitalización sobre la imagen satelital posibilitó realizar divisiones del asentamiento en distintas unidades de espacio delimitadas por muros y geoformas, calcular las superficies, porcentajes de densidad arquitectónica⁴ de las mismas, longitudes de murallas y distancias entre puntos. Permitió además evaluar de manera preliminar aspectos relacionados con la accesibilidad, la profundidad⁵ y la visibilidad⁶ de las diferentes unidades de espacio y realizar estimaciones con respecto al manejo social y político del espacio local.

Los rasgos principales que caracterizan el diseño arquitectónico de La Alumbra son una concentración de recintos que se extiende entre las zonas bajas de arenal y las elevaciones de las coladas basálticas a partir de la paleocosta y dos sistemas concéntricos de murallas perimetrales que rodean esta concentración hasta las costas de la laguna. Tomando en cuenta los límites naturales y antrópicos se realizó una primera división en tres sectores: central; intermedio y periférico, los que a su vez se dividieron en varios subsectores (Figuras 1 y 2).

El sector central está delimitado por la laguna en su extremo norte y por el sistema de murallas interno, cuyos tramos suman una longitud aproximada de 670 m. Este sector posee una superficie igual a 47600 m² y una alta densidad de estructuras con un porcentaje estimado en 31,6%. Es posible dividirlo en dos subsectores con características específicas: a) aglomeraciones densas de recintos construidos sobre las elevaciones basálticas y b) construcciones con tendencia a la forma rectangular y de mayor tamaño sobre los bajos de los arenales.

El sector intermedio está delimitado por el sistema de murallas interno y por el externo, cuyos segmentos suman una longitud de aproximadamente 1600 m. Su superficie total es de 160000 m². Se caracteriza por incluir unidades de espacio menores (subsectores) delimitadas por muros y escarpas del relieve con baja densidad arquitectónica estimada en un 3.1%. Estos pueden ser agrupados en base a su tamaño, densidad arquitectónica y geoforma predominante (relacionada a la altitud media y la visibilidad). De acuerdo con las primeras variables, se observa hacia el oeste y sobre todo hacia el este del asentamiento un mayor número de subsectores caracterizados por ser de menor tamaño y poseer mayor densidad arquitectónica. Contrariamente la porción sur del sector intermedio esta compuesta sólo por tres subsectores de mayor tamaño y con escasa densidad edilicia.

Por último, el sector periférico está ubicado fuera de la muralla externa, sus límites exceden la escala de la imagen satelital y su extensión no ha sido aún establecida. Se han detectado recintos de tamaño variado hacia el este del asentamiento pero no podemos incluir detalladamente a este sector en relación al resto del asentamiento hasta futuras prospecciones.

Aún no es posible ofrecer una interpretación segura acerca de los mecanismos sociales que determinaron esta diagramación espacial pero podemos discutir algunas ideas acerca de la distribución de las diferentes unidades de espacio reconocidas anteriormente y con respecto al trazado general y a los sistemas de murallas del asentamiento.

En primer lugar, consideramos al sector central como el locus de habitación principal del asentamiento debido a la alta densidad arquitectónica. Su ubicación relativa a los sectores intermedio y periférico lo convierte en el más profundo y menos accesible, demostrando la intención de aislar y proteger este espacio de las irrupciones desde el exterior. En cuanto a los subsectores diferenciados, y si bien debemos esperar a los relevamientos en el campo, consideramos que la tendencia a mayores tamaños y formas rectangulares en las zonas bajas de los arenales se deben a una mayor libertad constructiva posibilitada por la ausencia de

4 Se calcula entre la superficie de una unidad de espacio y la superficie ocupada por los muros. Esta última, calculada a partir de la digitalización de muros sobre la imagen, puede incluir errores por sombras y/o derrumbes y deberá ser reevaluada con los datos obtenidos en el terreno.

5 Estos términos provenientes de la sintaxis espacial (Hillier y Hanson, 1984) expresan valores referidos a la posición de las unidades de espacio dentro de la trama del asentamiento y se relacionan con la permeabilidad y control de los movimientos y la regulación de la privacidad en las mismas.

6 La visibilidad desde distintos puntos de un asentamiento se relaciona con la posibilidad de vigilar, proteger y controlar no sólo las zonas externas, sino también las internas (Foucault, 1979).

afloramientos, mientras que en los sectores de coladas la arquitectura se adaptó al relieve existente y aún no podemos arriesgar diferencias en cuanto a sus usos.

El sector intermedio es mucho más extenso y menos denso que el sector central, aunque existen diferencias entre los distintos subsectores. En este sentido, los subsectores al oeste y este presentan mayor densidad arquitectónica con respecto al sector sur. Estas características indicarían una mayor cantidad de actividades y flujo de tránsito en relación al sector central, y quizás pueda revelar que el crecimiento del asentamiento se estaba produciendo hacia estos extremos y no hacia el sur. En este sector dos tipos de muros se construyeron diferencialmente en relación a las geoformas. Sobre las coladas se instalaron murallas perimetrales mientras que en las zonas bajas se emplazaron murallas divisoras, ambas obras en su conjunto maximizan el control del tránsito y dificultan incursiones hacia el interior del sector intermedio y central.

El relieve de las distintas unidades de espacio del sector intermedio puede arrojar luz sobre la diferencia entre sus usos. Mientras que los subsectores ubicados en los bajos de arenal se tratan de espacios amplios aptos para la concentración de gran cantidad de personas y animales, los ubicados en los acantilados representan espacios poco propicios para desplegar algún tipo de actividad excepto la relacionada a la vigilancia de los sectores bajos y a la defensa del asentamiento. De acuerdo a este razonamiento proponemos hipotéticamente que los subsectores bajos eran lugares relacionados con los intercambios a gran escala para las prácticas comerciales las cuales podían ser controladas desde las zonas elevadas.

Con respecto a los sistemas de murallas y la discusión en torno a su función defensiva y al conflicto armado creemos que La Alumbra presenta en su conjunto características indiscutiblemente defensivas, aunque podrían haber funcionado también como una refinada herramienta de control en las posibles interacciones comerciales que se desarrollarían en su interior. Varias objeciones pueden realizarse en contra de la hipótesis defensiva. En primer lugar, que la muralla perimetral externa no está completamente cerrada hacia el sector sur, y en segundo lugar, que no existe fortificación sobre las orillas de la laguna representando ambas características debilidades militares ante asedios e invasiones. Sin embargo, debemos considerar que estas objeciones tienen validez desde una perspectiva occidental del conflicto bélico que no era el manejado por las poblaciones prehispánicas en donde hay pocas evidencias de largos asedios antes de la existencia del sistema militar inka o del uso de embarcaciones para sortear volúmenes de agua (Arkush y Stanish, 2005, Keeley *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

Los resultados aquí presentados corresponden a la primera etapa del análisis espacial de La Alumbra y están referidos a las observaciones realizadas solamente sobre la imagen satelital. Si bien hemos obtenido importante información preliminar, estos datos deberán ser revisados a la luz de los obtenidos en el terreno, para alcanzar un mayor detalle de la realidad física del asentamiento. A partir de las tareas realizadas se obtuvieron índices superficiales, relaciones altitudinales y de contigüidad entre los distintos sectores creados por los límites físicos del asentamiento que ofrecen una referencia parcial con respecto al tipo e intensidad de uso de una unidad de espacio particular.

Sobre la base de los indicadores trabajados y contemplando los antecedentes de investigación revisados, consideramos a La Alumbra como la sede residencial y centro político microrregional relacionado con la producción agrícola de Bajo del Coypar y como nodo a gran escala del comercio caravanero establecido entre pisos altitudinales más altos, otros oasis puneños y zonas más bajas como los valles mesotermiales. En este sentido, el asentamiento fue habitado por grupos sociales interesados en mantener bajo una protección rigurosa el sector residencial y bajo un control estricto las áreas intermedias del asentamiento relacionadas posiblemente con el intercambio.

Las futuras tareas de campo estarán dirigidas a la toma de puntos para una más correcta

georreferenciación y la corrección de errores producto de las imperfecciones y sombras de las imágenes satelitales, el relevamiento del sistema de circulación del asentamiento, de la organización de los espacios internos de los edificios y de las técnicas constructivas en los edificios y murallas que componen el asentamiento, tareas que nos permitirán ampliar nuestro conocimiento actual acerca de la organización social y política de las comunidades que habitaron este territorio del Noroeste Argentino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albeck, M. y M. Scattolín

1984 Análisis preliminar de los asentamientos prehispánicos de Laguna Blanca (Catamarca) mediante el uso de la fotografía aérea. *Revista del Museo de La Plata* N. S. Tomo VIII, Antropología 61: 279-302.

Arkush, A. y C. Stanish

2005 Interpreting Conflict in the Ancient Andes. Implications for the Archaeology of Warfare. *Current Anthropology* V46, N1: 3-27

Bourdieu, P.

1977 *Outline of a Theory of Practice*. Cambridge University Press, Cambridge.

Cigliano, E. y R. Raffino

1973 Tastil: un modelo cultural de adaptación, funcionamiento y desarrollo de una sociedad urbana prehistórica. *Relaciones de la S.A.A.* Tomo VII, N.S.: 159-181

Fucault, M.

1979 *Vigilar y castiga. Nacimiento de la prisión*. Siglo XXI. Buenos Aires.

García, S., D. Rolandi y D. Olivera

2000 *Puna e historia. Antofagasta de la Sierra, Catamarca*. Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología, Buenos Aires.

Giddens, A.

1984 *La constitución de la sociedad*. Amorrortu Editores, Buenos Aires.

Grahame, M.

1995 *The Houses of Pompeii. Space and Social Interaction*. University of Southampton.

Hillier, B. y J. Hanson

1984. *The Social Logic of Space*. Cambridge University Press, Cambridge.

Keeley, L., M. Fontana. y R. Quick

2007 Baffles and Bastions: The Universal features of Fortifications. *Journal of Archaeological Research* 15: 55-95

Matteucci, S. y V. Scheinsohn

2004 Procesamiento de imágenes, SIG y modelos ecológicos aplicados a la arqueología. *GeoFocus (Artículos)*, n°4, p. 93-109. ISSN: 1578-5157

Olivera, D.

1991 La ocupación inka en la puna meridional argentina: Departamento de Antofagasta de la Sierra, Catamarca. *El Imperio Inka: Actualización y perspectivas por el registro arqueológico y etnohistórico*. Vol II. *Comechingonia*. Tomo especial: 31-72. Córdoba, Argentina.

Olivera, D. y S. Vigliani

2000/2002. Proceso cultural, uso del espacio y producción agrícola en la puna meridional argentina. *Cuadernos del Instituto nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 19: 459-481.

Olivera, D., P. Thilingurián y L. Grana

2004 Paleoambiente y arqueología en la puna meridional argentina: archivos ambientales, escalas de análisis y registro arqueofaunístico. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXIX.

- Olivera, D., S. Vigliani, A. Elías, L. Grana y P. Thilingurián
 2003/2005. La ocupación Tardío-Inca en la puna meridional argentina: El sitio Campo Cortaderas. *Cuadernos del instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 20: 257-277.
- Palma, N.
 1969 *Antofagasta de la Sierra, pasado y presente de un típico pueblo puneño*. La prensa; Sección Ilustrada, 9 de noviembre. Buenos Aires.
- Raffino, R. y E. Cigliano
 1973 La Alumbreira. Antofagasta de la Sierra. Un modelo de ecología cultural prehispánica. *Relaciones de la S.A.A.* Tomo VII, N.S.: 241-257.
- Stockett, M.
 2004 Approachin social practice through access analysis at Las Canoas, Honduras. *Latin American Antiquity* Vol 16, N°4: 385-407.
- Thilingurián, P. y D. Olivera
 2000 De aguas y tierras: aporte para la reactivación de campos agrícolas arqueológicos en la puna argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXV: 99-118.
- Vitry, C.
 2003 Control territorial a través de puestos de observación y peaje en el camino del inca. Tramo Morohuasi-Incahuasi, Salta, Argentina. *Cuadernos de la facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad de Jujuy* N° 020: 151-152.



EL SUELO COMO ARTEFACTO: UNA EXPERIENCIA DESDE EL NOA

María Marta Sampietro Vattuone

INGEMA - Cátedra de Antropología Biológica - CONICET. Facultad de Ciencias Naturales. UNT
sampietro@tucbbs.com.ar

RESUMEN

El uso de datos de las geociencias ha cobrado cada vez más importancia dentro de la arqueología. Esta complementariedad conformó poco a poco un grupo de especialistas con un enfoque distinto en la manera de hacer arqueología: los geoarqueólogos. Desde la perspectiva teórica más radical, geoarqueología puede ser entendida como una manera de hacer arqueología donde se promueve la aplicación de cualquier método, técnica, concepto o conocimiento de las geociencias para resolver un problema de índole arqueológica. Así, un criterio clave es que las interpretaciones arqueológicas son producidas usando ideas o métodos basados en las ciencias de la tierra. La meta es el estudio del registro artefactual, donde cualquier objeto físico, rasgo o paisaje, tanto fabricado como alterado por el hombre, es considerado un artefacto.

Es en este marco que se plantea el objetivo de esta presentación donde se propone al suelo como un objeto material modificado voluntaria o involuntariamente, que contiene información clave para la reconstrucción de las pautas de conducta pasadas que no necesariamente poseen un registro artefactual en el sentido tradicional.

Para probar esta perspectiva se presentan los resultados obtenidos en los últimos diez años de investigación en el valle de Tafí considerando contextos domésticos y agrarios. En el caso de los primeros, la aplicación de metodologías de análisis de suelo y sedimentos han brindado la posibilidad de generar nuevas hipótesis en relación a la organización de estos espacios. La aplicación de las citadas metodologías ha permitido la reconstrucción de prácticas agrarias y condiciones de laboreo del suelo que hasta ahora eran desconocidas y escasamente especuladas.

INTRODUCCIÓN

La geoarqueología es de gran importancia para la comprensión del contexto arqueológico. De hecho, las ciencias de la tierra juegan un rol importante en la interpretación de este contexto, tanto desde el punto de vista teórico como metodológico.

Los antecedentes del uso de la geología para evaluar el contexto arqueológico yacen en los comienzos de la arqueología iniciándose en los siglos XVIII y XIX por la búsqueda de respuestas cronológicas y el desarrollo de principios básicos llegando al S XX como una colaboración estrecha entre los científicos naturales y arqueólogos. En la actualidad se ha establecido la convergencia de las dos disciplinas en numerosas áreas.

A través de la historia de su interacción se usaron conceptos y técnicas derivados de las ciencias de la tierra para analizar procesos envueltos en la formación del contexto arqueológico-sedimentario para tratar de establecer las características paleoambientales asociadas a los sitios arqueológicos, para desarrollar marcos cronológicos y para determinar las características físicas de artefactos y geofactos.

Es en este marco que se plantea el objetivo de esta presentación donde se propone al suelo como un objeto material modificado voluntaria o involuntariamente (otorgándole la categoría de artefacto), que contiene información clave para la reconstrucción de las pautas de conducta pasadas que no necesariamente poseen un registro artefactual en el sentido tradicional.

GEOARQUEOLOGÍA EN SENTIDO AMPLIO

El término geoarqueología ha sido utilizado cada vez con mayor frecuencia desde los '70s para designar una variedad de tipos de investigaciones que usan técnicas de las geociencias para la

evaluación del registro arqueológico. La categorización de este tipo de investigaciones depende de si el término es usado en un sentido amplio o más estrecho.

A los efectos de los objetivos planteados, geoarqueología en sentido amplio puede ser entendida como la aplicación de las geociencias y sus subcampos al estudio del contexto arqueológico. El criterio clave es que las interpretaciones arqueológicas son producidas usando ideas o métodos basados en las ciencias de la tierra.

Entonces, geoarqueología debería ser entendida como una disciplina en la cual la principal meta es el estudio del registro artefactual y donde cualquier objeto físico, rasgo o paisaje, tanto hecho como alterado por el hombre es considerado un artefacto (Rapp y Hill, 1998).

Esta es una definición que indica que la disciplina se enfoca en inferir el comportamiento antropológico pasado y también busca evaluar rasgos no comportamentales del contexto arqueológico. Una gran meta es evaluar y comprender el comportamiento humano pasado pero es mayor aun entender los procesos que produjeron el contexto artefactual final disponible para observación y estudio.

La relación de la geoarqueología con otras disciplinas y subdisciplinas ha sido tema de muchísimas discusiones. Esta definición amplia muestra que ésta puede incluir muchos aspectos de la arqueometría, arqueología ambiental, arqueología, geología del cuaternario, geografía, tafonomía, entre otras.

EL SUELO COMO ARTEFACTO

La comprensión básica del ecosistema del suelo de un área de actividad humana enterrada puede contribuir enormemente a la comprensión de las sociedades. En este contexto, la consideración del suelo como un artefacto contribuirá al conocimiento de las relaciones espaciales y modos de vida de las poblaciones que habitaron previamente en una parcela de suelo.

Considerado de esta manera, el suelo puede ser categorizado tipológicamente al igual que otro tipo de artefactos, es decir: tecnológicamente, cronológicamente y en relación a su tecnofunción y sociofunción. Esto es posible en la medida en que se realice una aproximación analítica al mismo, en tanto objeto de estudio, evaluando las variaciones químicas entre suelos disturbados y no disturbados y la correlación entre los tipos de artefactos y las anomalías químicas asociadas (Daigle, 1996).

Así se llega al concepto de área de actividad entendida como un sector donde hubo actividad humana sostenida. Son áreas que se establecen y mantienen debido a que poseen rasgos ambientales que las hacen particularmente beneficiosas a los fines que esa cultura necesita. En un contexto cultural específico, las áreas de actividad tienden a ser repetidas hasta que el ambiente cambia o el grupo humano deja de beneficiarse (Daigle, 1996).

FIRMAS QUÍMICAS, ALCANCES Y SIGNIFICADOS

Las actividades humanas, que se llevan a cabo sobre las superficies de ocupación y mediante el laboreo de los suelos, dejan tras de sí un sinnúmero de evidencias involuntarias apreciables a través de la cuantificación de las alteraciones químicas que estas introducen (también denominadas firmas químicas) (Eidt, 1984, 1985, Fernández *et al.*, 2002, Roldán y Sampietro, 2003, Roldán, 2004, Sampietro y Vattuone, 2005).

Las firmas químicas están directamente relacionadas con las ocupaciones y son depositadas por los habitantes de manera sistemática, homogénea e inconsciente (Schlezing, 1999).

La interpretación de los datos de laboratorio obtenidos se realiza mediante comparación entre perfiles descritos en distintos contextos arqueológico y a través de analogías con sociedades cuyos modos de vida son similares a los estudiados (Wells *et al.*, 2000).

Finalmente, proveen información imprescindible para reconstruir el uso que han tenido los suelos a lo largo del tiempo (Entwistle *et al.*, 2000, Jaiyeoba, 2003).

Entre los indicadores considerados fundamentales se destaca la estimación de los contenidos de fosfato orgánico. Dado que estos compuestos se tornan rápidamente insolubles, la acreción del fósforo es cuantificable siglos después, salvo que el suelo propiamente haya sido erosionado (Eidt, 1984, 1985, Wells *et al.*, 2000). Así, la concentración de fósforo es variable según las características de las actividades realizadas, cuando se han utilizado abonos orgánicos en los andenes de cultivo es posible encontrar niveles mayores que en el material parental. Por el contrario, el uso sostenido del suelo produce un empobrecimiento de este elemento (McManamon, 1984). Otros elementos igualmente significativos para valorar las características de la explotación y las posibilidades productivas de los paleosuelos son calcio, hierro disponible, cobre disponible y manganeso (Roldán y Sampietro, 2003, Roldán, 2004, Sampietro y Vattuone, 2005).

METODOLOGÍA

A lo largo de todas las investigaciones presentadas en este trabajo se tuvieron presentes esencialmente dos situaciones distintas. Por un lado se consideraron las áreas de actividad en términos de unidad residencial y por otro en términos del uso agrario que se dio al suelo de toda una unidad geomorfológica contemplando así dos escalas de análisis y funciones completamente distintas.

Las descripciones de campo se realizaron siguiendo las mismas pautas sin importar el tipo de contexto arqueológico en que fueron realizadas, se consideraron los cambios en la dureza relativa del perfil para determinar el espesor de cada horizonte, conjuntamente se consideró color (usando la nomenclatura de Munsell), estructura (forma característica y organización de los agregados), textura (contenido relativo de limo, arcilla y arena), pH y límite entre cada uno de los mismos. También se determinaron consistencia en seco y húmedo, presencia y abundancia relativa de barnices y carbonatos, raíces y otras formaciones especiales (Sampietro Vattuone, 2002).

Se tomaron muestras del sector central de cada horizonte y en laboratorio se realizaron análisis físico-químicos para evaluar el grado de alteración que presentaban los diversos perfiles.

Se consideró especialmente importante evaluar las variaciones de textura, mediante tamizado en seco y el método de Bouyoucos (1936) para la fracción de limos y arcillas; pH, con pHmetro digital de vidrio; materia orgánica por el método de Walkley y Black (1946) oxidando la materia orgánica y titulando con dicromato de potasio; fósforo disponible, total y orgánico mediante la aplicación del método de Fiske y Subbarow (1925); carbonatos por reacción con ácido clorhídrico al 10%; calcio por el método complexiométrico titulando con EDTA Na₂ (APHA-AWWA-WPCF 1992).

Dado el interés en evaluar las características agronómicas de los suelos agrícolas se determinó la biodisponibilidad de hierro, cobre y manganeso mediante métodos adaptados de las propuestas de Dewis y Freitas (1984).

El análisis de áreas de actividad residencial se hizo teniendo en cuenta los contenidos de fósforo, pH, calcio y distribución en el espacio de tiestos cerámicos y restos óseos.

Toda la información obtenida fue paulatinamente integrada en un sistema de información geográfico utilizando el software ILWIS 3.3.

ALGUNOS CASOS DE ESTUDIO

Firmas químicas y áreas de actividad doméstica

Para lograr una mejor visión sobre la estructuración interna del espacio dentro de una unidad residencial Tafi se realizó la primera aproximación sistemática al estudio de firmas químicas en pisos ocupacionales. Aunque los restos macroscópicos son fácilmente reconocibles, ellos no representan todas las actividades o estructuras del espacio dentro del área doméstica. Los indicadores químicos se relacionan más directamente con las actividades realizadas y normalmente son depositados de manera más homogénea (Schlezing, 1999).

Se obtuvieron 107 muestras de piso a intervalos regulares. Las mismas fueron analizadas en laboratorio considerando pH, calcio, fósforo disponible y fósforo orgánico. Los valores puntuales obtenidos fueron interpolados con el uso de ILWIS 3.3 para representar la superficie continua del piso de ocupación.

Las determinaciones realizadas en el perfil de suelo proporcionaron un armazón comparativo en sentido vertical. El horizonte 2A fue la superficie del suelo formativa. Hasta ahora no hay ninguna evidencia de que los pisos hayan sido construidos de manera especial. Otro elemento comparativo son los trabajos etnoarqueológico realizados en diversas regiones (Fernández *et al.*, 2002).

En síntesis, esta aproximación permitió determinar, de acuerdo a los valores de pH, distribuciones de cerámica y huesos, concentraciones de calcio, fósforo orgánico e inorgánico y la descripción del perfil de suelo, la presencia de tres áreas de actividad distintivas. Al norte del patio probablemente destinada al desmembramiento de animales de caza (*Mazama sp.* o *Hippocamelus antisensis*, *Ctenomys knighti*, y *Llama guanicoe*). Las concentraciones altas de fosfato orgánico acompañadas de los restos óseos de los animales mencionados y valores bajos de pH dan soporte a esta interpretación. Una segunda área de actividad, contra la pared sur del patio, estuvo probablemente destinada al procesamiento y almacenamiento de vegetales, esta inferencia se basa en la presencia de abundantes tiestos cerámicos, altos valores de fósforo orgánico y pH más alcalino. La tercera área, y la menos visible en términos materiales, es la relacionada con las cistas funerarias construidas debajo del piso, probablemente relacionada con ofrendas realizadas que elevaron enormemente los valores de fósforo orgánico (Sampietro y Vattuone, 2005).

La producción agraria

Tomando una geoforma del valle de Tafi como área de análisis para la identificación del impacto producido por las prácticas agrarias se estudiaron veintiocho perfiles los cuales mostraron que existen dos ciclos edáficos bien diferenciados y es sobre el ciclo más antiguo (paleosuelo) sobre el cual se realizó esta actividad (Sampietro Vattuone, 1994, Sampietro Vattuone, 2002, Roldán, 2004).

En la totalidad de los perfiles estudiados se observan discontinuidades pedológicas, evidenciadas por compactación, oscurecimiento del suelo, concentración de fósforos, alternancia en los valores de cobre, diferencias estructurales y en el contenido de materia orgánica, que indican la presencia de un paleosuelo bien definido con rastros de actividad antrópica en sus características morfológicas y químicas (Roldán *et al.*, 2005).

El paleosuelo presenta características morfológicas y químicas óptimas para el buen desarrollo de las plantas en las zonas de los andenes, gracias a un pH ligeramente ácido, PER y PEA que poseen valores que se encuentran dentro de rangos aceptables, buena estructura, textura y calidad de la materia orgánica, valores de calcio no muy elevados y concentraciones de micronutrientes (Fe, Mn y Cu) no tóxicas para las plantas. Sin embargo, la porosidad tiende a ser escasa a regular, situación poco beneficiosa para la práctica agraria, probablemente fruto del mismo laboreo aunque éste no afectó los suelos de modo de llegar a un formar pie de arado (Roldán, 2004).

El buen desarrollo de las plantas cultivadas se dio como resultado del óptimo rendimiento de los elementos formadores del suelo. Debido a que el suelo pierde minerales por la actividad agrícola se incorporaron fertilizantes orgánicos para reponer lo perdido y de esa forma asegurar la continuidad de los cultivos. Es pertinente considerar que las condiciones climáticas húmedas y algo más cálidas imperantes durante la ocupación del valle facilitaron la actividad agrícola de la cultura Tafi (Roldán *et al.*, 2005).

Finalmente, se destaca en todo momento la notable integración que existe entre el paisaje (características de los suelos, relieve, recursos naturales) y los recursos culturales (tecnología aplicada a la sistematización del agua y del suelo).

CONCLUSIONES

La adhesión a la perspectiva teórica planteada ha permitido el análisis de los suelos a partir de la descripción de sus características internas y en función a las relaciones establecidas entre suelo, superficie de ocupación y materiales arqueológicos asociados.

En este punto la tipificación de los distintos indicadores involucrados se ofrece como una herramienta útil a la hora de distinguir actividades que no necesariamente dejan rasgos superficiales distintivos.

La identificación de firmas químicas ha permitido hacer la primera aproximación al estudio de áreas de actividad en la región, proveyendo un marco comparativo nuevo necesario para futuras investigaciones.

Por otra parte el diagnóstico de los suelos desde la perspectiva físico-química permitirá abordar temas tales como la reconstrucción de la productividad de los mismos y su capacidad de carga más allá de la propia caracterización de cuáles fueron las prácticas utilizadas para cada período y cultura específicos en el pasado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA-AWWA-WPCF

1992 Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (17th edition). Editorial Díaz de Santos. Madrid. España.

Bouyoucos, G.J.

1936 Direction for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method. Soil Science 42:225-230.

Daigle, R.P.

1996 Soil as artifact: Soil chemistry from the Levi Jordan plantation in Brazoria County, Texas. Tesis de Maestría. Universidad de Houston. USA.

Dewis J. y F. Freitas

1984 Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Boletín de suelos de la FAO 10. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, Italia.

Eidt, R.C.

1984 Advances in abandoned settlement analysis: Applications to prehistoric anthrosols in Colombia, South America. Milwaukee: Center for Latin American Studies, University of Wisconsin, Milwaukee.

1985 Theoretical and practical considerations in the analysis of anthrosols. In G. Rapp Jr., G. Gifford, & J.A. Gifford (Eds.), Archaeological Geology (pp. 150-190). New Haven: Yale University Press.

Entwistle, J.A., R.A. Dodgshon y P.W. Abrahams

2000 An Investigation of Former Land-use Activity through the Physical and Chemical Analysis of Soils from the Isle of Lewis, Outer Hebrides. Archaeological Prospection: 171-188.

Fernández, F.G., R.E. Terry, I. Takeshi y M. Eberl

2002 An ethnoarchaeological study of chemical residues in the floors and soils of Q'echi' Maya house at Las Pozas, Guatemala. Geoarchaeology, 17, 487-519.

Fiske G.H. y Y. Subbarow

1925 The colorimetric determination of phosphorous. Journal of Biological Chemistry. 66, pp 375-400.

Jaiyeoba, I.A.

2003 Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid Savannah. Soil & Tillage Research 70:91-98.

McManamon, F.B.

1984 Discovering sites unseen. In M.B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Methods and Theory* 7 (pp. 233-292). New York: Academic Press.

Rapp, G. Jr. y C.L. Hill

1998 *Geoarchaeology*. Yale University Press. New Haven and London.

Roldán, J.

2004 Efectos antrópicos del uso del suelo durante el Formativo en el valle de Tafi. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Naturales e IML.

Roldán, J y M.M. Sampietro

2003 Agricultura prehispánica en el NOA- valle de Tafi, Tucumán. VIII Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral y I Jornadas de Ciencias Naturales del NOA. Salta. Agroecología. Pp 93.

Roldán J., M.M. Sampietro Vattuone, L. Neder y M.A. Vattuone

2005 Estudios pedológicos y geoquímicos en suelos agrícolas prehispánicos pertenecientes a la Cultura Tafi (valle de Tafi-Tucumán). XVI Congreso Geológico Argentino. Editado en CD.

Sampietro Vattuone, M.M.

1994 Uso del Espacio y Manejo Prehispánico de Suelo y Agua en el Cono del río Blanco. Tafi del valle. Tesis de grado para obtener el título de Arqueóloga. Facultad de Ciencias Naturales e I. M. L., Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

2002 Aproximación al conocimiento geoarqueológico del valle de Tafi. Tucumán Argentina. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales. UNT.

Sampietro, M.M. y M. A. Vattuone

2005 Reconstruction of activity areas at a Formative household in Northwest Argentina. *Geoarchaeology: an international journal*. *Geoarchaeology: An International Journal*, Vol. 20, No. 4, 337-354.

Schleizinger, D.R.

1999 Organic phosphorus and elemental ratios as indicators of prehistoric human occupation. *Journal of Archaeological Science*, 27, 479-492.

Walkley, A. y L. Black.

1946A examination of the degradational method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37:29-38.

Wells, E.C., R.E. Terry, J.J. Parnell, P.J. Hardin, M.W. Jackson y S.D. Houston

2000 Chemical Analyses of Ancient Anthrosols in Residential Areas at Piedras Negras, Guatemala. *Journal of Archaeological Science* 27:449-462.



PALEOAMBIENTES Y GEOARQUEOLOGÍA: SITIOS CORRAL GRANDE Y ARROYO LAS PITAS. ANTOFAGASTA DE LA SIERRA (PROV. DE CATAMARCA, PUNA MERIDIONAL ARGENTINA)

Pablo Tchilinguirian¹, Daniel Olivera²

1 UBA-INAPL pauliantchil@yahoo.com.ar
2 CONICET-INAPL y UBA deolivera@gmail.com

RESUMEN

Numerosos sitios arqueológicos de la región de Antofagasta de la Sierra se ubican en zonas con humedales (vegas Altoandinas y lagunas permanentes) que presentaron diferentes condiciones de biomasa, estabilidad geomorfológica y cuerpos de agua a lo largo del Holoceno. A partir de los estudios realizados (Tchilinguirian y Olivera, 2005 y Olivera et al., 2006) se identifica una fase húmeda en el Holoceno Temprano, una fase árida en el Holoceno medio, una fase húmeda seguida de una fase seca en el Holoceno Tardío. Este comportamiento general tiene diferente respuesta estratigráfica-geomorfológica en cada cuenca fluvial o zona lacustre de la región. El presente trabajo describe y evalúa los cambios paleoambientales, en el sentido estratigráfico y geomorfológico, que presentó el paisaje a lo largo del Holoceno frente a dos zonas arqueológicas relevantes de la zona de Antofagasta de la Sierra: la cuenca media del Río Las Pitás y la cuenca inferior del arroyo Mojones-El Otro Río. El análisis se realizó mediante mapeo geomorfológico a lo largo de las cuencas fluviales y relevamiento de perfiles topográficos transversales en los arroyos, junto con la confección de descripciones sedimentológicas. Los resultados preliminares indican que en ambos sectores se desarrollaron niveles de terraza de edad Holocena temprana, media y tardía cuyos depósitos incluyen capas de antiguas vegas mineralotróficas fósiles. Las mismas presentan extensiones paleogeográficas mucho más extendidas en superficie y a lo largo de la red de drenaje respecto de las actuales vegas. En consecuencia se concluye que el balance hidrológico fue más positivo que el actual durante las fases húmedas del Holoceno. Por el contrario, durante el Holoceno Medio, la fase árida, las vegas se retrajeron hacia la cuenca alta. La retracción se desarrolló a través de dos procesos: la erosión y/o el sepultamiento aluvial-coluvial o eólico de las vegas, conjuntamente con el reemplazo por ecosistemas arbustivos indicadores de menor humedad como el "Campo-Tolar".

Algunas conclusiones geoarqueológicas que se desprenden de este estudio están referidas a la influencia de la evolución geomorfológica en las condiciones de visibilidad-registro y la migración altitudinal de las vegas en la cuenca de drenaje como condicionante de la ocupación cultural.

INTRODUCCIÓN

En la región de Antofagasta de la Sierra, Puna Catamarqueña, se ubican numerosos sitios arqueológicos que han sido muy importantes para el estudio de la evolución cultural y uso del espacio por parte de las comunidades (Aschero, 1986, 1988, Aschero et al., 1992, Escola, 1990, Elkin, 1992, Aschero, 1993-94, Olivera et al., 1994, López Campeny, 2001, Hoesman, 2002, Martínez, 2005, entre otros). Los sitios se ubican cerca (100 a 2000 m) de humedales activos de la cuenca del río Punilla, sin embargo muchos de los mismos se ubican lindantes a humedales fósiles o en vías de degradación. Los estudios geológicos realizados en los humedales de la cuenca del río Punilla indican que la región sufrió oscilaciones ambientales a escala regional y local en los últimos 10 000 años. En este sentido los estudios concluyeron que en la región de la baja cuenca del Punilla se registraron cuatro fases paleoambientales con extensiones y retracciones-deseccaciones de los mismos (Olivera et al., 2006, Tchilinguirian y Olivera et al., 2006). En consecuencia se plantea la pregunta acerca de la relación existente entre la evolución de los humedales y la ubicación de los sitios arqueológicos en esta región hiperdesértica donde el rol del humedal reviste un particular importancia desde el punto de vista del abastecimiento de recursos.

El presente trabajo presenta los primeros datos paleoambientales brindados desde una perspectiva sedimentológica y geomorfológica en dos sistemas fluviales afluentes al río Punilla, que se denominan río Las Pitas y río Mojones. El objetivo consiste en reconocer la evolución ambiental de estas dos quebradas fluviales en relación a la ubicación de algunos sitios y a los cambios en la disponibilidad de recursos de interés arqueológico.

MÉTODO DE TRABAJO

La primera etapa del trabajo consistió en la elaboración de la cartografía geomorfológica e hidrográfica a escala 1:10.000 de las cuencas del río Las Pitas y el río Mojones. El mapeo geomorfológico consistió en realizar la cartografía de las geoformas estimadas de edad Holocena en base a los estudios cronoestratigráficos realizados en otras zonas de la cuenca (Tchilinguirian y Olivera, 2005).

La segunda etapa del trabajo se realizó en el campo e incluyó la descripción de perfiles sedimentarios en las geoformas de edad holocena, posteriormente se realizó la interpretación de los paleoambientes. Las consideraciones arqueológicas se obtuvieron a partir de los antecedentes bibliográficos para el caso de Quebrada de las Pitas y a partir del relevamiento de campo de superficie realizado en los sitios de Corral Grande. El esquema de trabajo se completo realizando un modelo de evolución paleoambiental de ambos sistemas fluviales y en que sentido se asociaba con las ocupaciones culturales presentes.

RESULTADOS

Paleoambientales y oferta de recursos

El paisaje de Puna presenta zonas con diferente disponibilidad específica de recursos naturales como ser la cantidad y tipo de biomasa vegetal y la cantidad y calidad de agua y suelos cultivables. Las distintas zonas tienen características ambientales que le son particulares y que están definidas por factores geomorfológicos, ecológicos, hidrológicos y edáficos. La zona con mayor oferta potencial de biomasa vegetal y agua corresponde a un ambiente muy particular de la Puna que se denomina "vegas, bofedales o turbales de altura". El mismo es un humedal de altura (Caziani y Derlindati, 1999), o sea un ambiente natural cuyas características ecológicas y biofísicas están controladas o reguladas en gran medida por la dinámica de las aguas superficiales y subterráneas. En la zona Puneña los humedales tienen la particularidad que se desarrollan en una región predominantemente hiperárida donde las precipitaciones a los 3800 m de altura no alcanzan los 10 mm/año y la evaporación es superior a los 3000 mm/año. Por lo tanto, la presencia de los mismos constituye "oasis" en una región donde el déficit hídrico es muy elevado. Los humedales tienen diferencias entre si que están determinadas por una serie de factores como ser: el régimen hídrico, el tipo de suelos que presentan, el valor de la productividad primaria, la química de las aguas, la dinámica geomorfológica y las condiciones meteorológicas locales. En forma general, el régimen hídrico y el tipo de suelos de los humedales son los dos factores más importantes que brindan datos indirectos acerca de la disponibilidad específica del recurso, lo que es de utilidad para los estudios geoarqueológicos como ser disponibilidad de pasturas, calidad del agua y la aptitud del humedal para el cultivo. En este sentido, los humedales pueden clasificarse en dos grandes grupos: los que presentan suelos orgánicos y en los se desarrollan suelos minerales. Los primeros se originan en ambientes permanentemente encharcados, con escurrimiento lento, aguas semiestancadas y con escasa variación de caudal a lo largo del ciclo hidrológico anual. En el registro geológico se presentan como paleoturbas, capas con macrorestos vegetales laminadas con diatomitas o capas orgánicas laminadas con finas capas de arena.

Los humedales con suelos minerales se desarrollan en ambientes sin encharcamientos pero en suelos húmedos parcialmente saturados. Los ríos cercanos a este tipo de vegas son permanentes con escurrimiento rápido y con variaciones súbitas del caudal producto de las lluvias o deshielos. En el registro geológico los mismos aparecen formando paleosuelos con horizontes

enriquecidos con materia orgánica (1 a 5%), capas bioturbadas o con trazas de raíces, moteados de óxidos de hierro. Estos suelos minerales se desarrollan generalmente en sedimentos aluviales. Los humedales con suelos orgánicos brindan una mayor oferta de recursos debido a que tienen mayor productividad primaria y mayor biomasa con respecto a los humedales con suelos minerales. Sin embargo, los segundos son aptos para ser cultivados debido a que tienen un régimen hídrico más seco y no presentan anegamientos permanentes.

Quebrada de las Pitás

La cuenca del arroyo Las Pitás se ubica al oriente de la localidad de Antofagasta de la Sierra y ocupa una superficie de 189 km². La misma tiene un largo máximo de 33 km., una altura máxima de 5347 m (Cerro Galán e Illanco) y un desnivel de 2000 m a lo largo de todo su recorrido.

Se realizaron 5 perfiles sedimentarios y geomorfológicos en distintas partes de la cuenca (Figura 1). El primer perfil se ubica en la cuenca alta y el paraje denominado Real Grande 1. En el mismo se reconoce manantiales inactivos. El perfil sedimentario realizado en la vega fósil de RG1 registra la presencia de 1,5 m de material orgánico que es cubierto por sedimen-

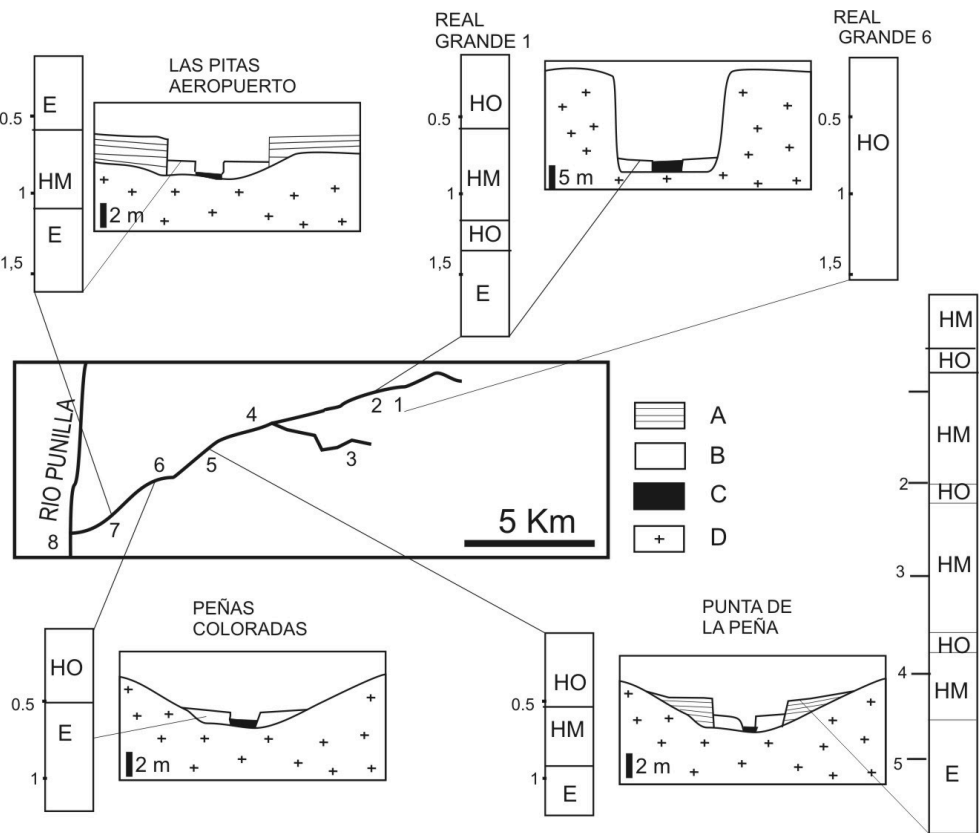


Figura 1. Cuenca Las Pitás. Referencias. 1: Real Grande 6, 2: Real Grande 1, 3: Quebrada Seca, 4: Cueva Salamanca, 5: Punta de la Peña, 6: Peñas Coloradas, 7: Aeropuerto Las Pitás, 8: Antofagasta de La Sierra, A: Terraza alta del Holoceno temprano-medio, B: Terraza inferior del Holoceno Tardío, C: Humedal actual, D: Basamento geomorfológico del Holoceno, HO: Paleohumedal con suelo orgánico, HM: Paleohumedal con suelo mineral, E: Sedimentos de flujos efímeros o eólicos sin desarrollo de humedal

tos coluviales. Este perfil estaría indicando que en el Holoceno Tardío se desarrolló un humedal orgánico estable y permanente que dejó de ser activos en épocas históricas frente al sitio RG1. El sitio Real Grande 6 se ubica cercano al RG1. El sitio se ubica en una terraza aluvial de +0,5 m de alto con respecto al curso de agua del río las Pitas. El perfil sedimentario en la terraza indica la presencia de vegas minerales y orgánicas enterradas con eventos aluvionales intercalados. Ello indica que el sistema fluvial presentó un régimen permanente a lo largo de todo el Holoceno pero con oscilaciones en el régimen hídrico, desde condiciones de régimen permanente con caudal estable (formación de capas orgánicas) a condiciones de régimen mas enérgico tipo flujo de detritos (sedimentación de arenas y gravas).

Aguas abajo, en la cuenca media-inferior en el paraje denominado Punta de la Peña (PP), se presentan dos terrazas de acumulación. La más antigua y elevada tiene +5 m con respecto al nivel del cauce actual. La misma presenta cuatro horizontes orgánicos con diatomeas que se intercalan con sedimentos aluviales compuestos por gravas. La terraza de edad más reciente se ubica a menor altura (+1,5 m) y la misma presenta una capa basal aluvial o eólica que es cubierta por paleosuelos minerales u orgánicos. La terraza de +1,5 m también se ubica en otros sitios de la cuenca media-inferior como ser en los parajes arqueológico de Peñas Chicas (PCh). La geomorfología y sedimentología en este tramo del río Las Pitas indica que el humedal también estuvo activo a lo largo del Holoceno, pero presentó oscilaciones entre suelos orgánicos con mayor productividad primaria y suelos minerales con menor productividad primaria. En estos sitios (PP y PCh) la evolución paleoambiental comienza con una agradación aluvial en el holoceno temprano-medio con formación de humedales orgánicos y minerales; un evento erosivo donde el río profundiza y se forma la terraza de + 5 m; agradación durante el Holoceno tardío la cual finaliza con el desarrollo de una vega orgánica que presentó hasta tres veces mas de superficie que el humedal actual. Posteriormente, hacia aprox. 1.500 años C¹⁴ AP y épocas mas recientes el río vuelve a profundizar y forma la terraza de + 1,5 m y una vega con suelos minerales aledaña al cauce activo. Asimismo, los humedales con suelos orgánicos, estimados del holoceno temprano y tardío, fueron más extensos y productivos con respecto al humedal que se desarrolla actualmente en este tramo de la cuenca.

El perfil del Aeropuerto Las Pitas se ubica aguas abajo de Peñas Chicas y cercano a la desembocadura con el río Punilla. En este lugar se desarrollan los dos niveles de terraza: +1,5 m y + 4 m. En este caso los perfiles tienen capas de arenas con diatomitas que indican humedales minerales de escaso desarrollo que son sepultados con capas de sedimentos eólicos o aluviales. Ello argumenta que los humedales eran poco extensos y productivos y que desaparecían durante las fases de menor humedad que acontecieron en el Holoceno.

Desde el punto de vista arqueológico, el curso inferior del río Las Pitas fue intensamente trabajado por parte del equipo de C. Aschero y se observan numerosas evidencias de ocupación, pero acotadas a períodos cronológicos precisos (Tabla 1).

En el curso medio-inferior de Las Pitas la ocupación de Cueva Salamanca indicaría que hacia fines del Holoceno tardío los grupos cazadores-recolectores habrían extendido su radio de acción hacia sectores bajos de la quebrada. Luego, se observa que existe un silencio de fechados correspondiente al Holoceno Medio donde quizás la vega se había retraído al curso superior, pero desde *ca.* 4500 años AP no habría solución de continuidad importante en las ocupaciones lo que, hipotéticamente, coincidiría con la presencia del humedal activo. Estas expectativas otorgarían presunciones de cronología para las evidencias estratigráficas descriptas precedentemente que, de confirmarse a través de los fechados de C14 en proceso, otorgarían una vía independiente de contrastación al modelo de ocupación propuesto.

Cuenca Arroyo Mojones

La cuenca del arroyo Mojones se ubica el norte de la localidad de Antofagasta de la Sierra, y ocupa una superficie de 148 km² y un largo máximo de 21 km. La misma tiene una altura máxima de 5500 m y un desnivel de 2200 m.

SITIO	m.s.n.m.	SECTOR DE MUESTREO	RECURSOS POTENCIALES (*)	TIPO DE SITIO	FECHADOS C14
Peñas Chicas 1	3.600	Sector Intermedio (Curso inferior a medio del Río Las Pitás)	Pastura Tierra para cultivo Agua Leña (?) Materia prima lítica Recolección vegetal Caza (camélidos?, roedores, suri)	Puesto Agro-Pastoril	720 ± 110 3660 ± 60 3590 ± 55
Peñas Chicas 3	3.600			Arte Rupestre	
Punta de la Peña 4	3.650			Puesto Caza-Pastoreo	1010 ± 80
				Puesto Agro – Pastoril	3870 ± 90 4060 ± 90
Punta de la Peña 9	3.650			Puesto Agro - Pastoril	530 ± 50 1.150 ± 150 1.460 ± 40 1.970 ± 50
Punta de la Peña 11A	3.670			Enterratorio	3630 ± 150 3210 ± 50
eva Salamanca	3.750			Sitio Residencial Cazadores-Recolectores	6250 ± 70 7410 ± 100

Tabla 1. Evidencias de ocupación del sitio en estudio

Se realizaron tres perfiles geomorfológicos y sedimentarios en la cuenca del Río Mojones (Figura 2). Los mismos se ubican en la cuenca inferior y forma aledaña a los sitios arqueológicos Corral Grande 1 y 3. Estos sitios se ubican a 200 m del río y en la terraza aluvial de edad Pleistocena del río Mojones que se encuentra a + 6 m sobre el nivel del río. El río no tiene un humedal activo y es de régimen efímero en verano e intermitente en invierno.

El registro arqueológico de superficie en los sitios Corral Grande 1 y 2 brinda material Formativo (*ca.* 2000 años AP), Tardío - Inca (*ca.* 1000 a 500 años AP) e Histórico. Asimismo en el sitio Corral Grande 1 (CG1) se presentan canales de riego abandonados y campos de cultivo. Se observan restos arquitectónicos con características coherentes con las cronologías apuntadas y los materiales arqueológicos de superficie, el estado de conservación es muy bueno y se detectan pocas evidencias de alteraciones por saqueo. Las recolecciones sistemáticas y al azar realizadas permitieron rescatar una preponderancia de material cerámico y lítico (vulcanitas de diferentes tipos, cuarcita, obsidiana y otros materiales con menor representatividad), pero también se observan vestigios de material óseo arqueofaunístico, especialmente en sectores algo removidos.

Respecto del material cerámico, el más abundante corresponde al de momentos Formativos, pero también se rescató cerámica de tipos Belén e Inca. El material Formativo más abundante, tanto con decoración pintada como incisa y pulida en líneas, corresponde a materiales Ciénaga, Saujil y Aguada lo que ubicaría, tentativamente, la ocupación principal por encima de los 2000 años AP. Debemos destacar la presencia de fragmentos de rama horizontal de “pipa”.

En cuanto al material lítico, se destaca la presencia de puntas de proyectil de obsidiana con limbo triangular, azadas líticas y morteros, conanas y manos, en alta cantidad. Asimismo, es relevante el hecho de haberse recogido puntas de basalto, aún en proceso de análisis, que por su morfo-tipología corresponderían a grupos cazadores recolectores de finales del Holoceno temprano o principios del tardío.

En el perfil situado cerca del sitio Corral Grande 1, el fondo del valle del Río Mojones presenta dos niveles de terrazas aluviales, una ubicada en el eje de valle a +1 m de altura y la más alta ubicada a + 2 m de altura a ambos lados del eje del valle. El perfil en la terraza inferior denota que el mismo esta compuesto por paleoturbas y diatomitas; mientras que en la terraza de + 2 m se presentan humedales compuestos por diatomitas que se encuentra sepultado por gravas aluviales con estructura masivas. La interpretación paleoambiental en este tramo indica que el sistema fluvial presentó un régimen intermitente en el Holoceno temprano, eventos erosivos-acumulativos de alta energía en el Holoceno medio y humedales orgánicos de régimen permanente en el Holoceno tardío. Posteriormente en épocas históricas el humedal del Holoceno tardío se degradó, se erosionó y el régimen del cauce pasó a ser efímero.

En el perfil ubicado en la unión de los ríos Calalaste y Mojones, ubicado a 6 Km. aguas abajo del sitio CG1 se desarrollan la terraza de + 2 m formada por capas orgánicas basales y arenas verdes en la parte superior. En este lugar se interpreta que el humedal orgánico solamente se desarrolló en las fases húmedas del Holoceno temprano y posteriormente en el holoceno medio fue degradado. Luego, durante el Holoceno tardío, el mismo no se desarrolló en forma extendida.

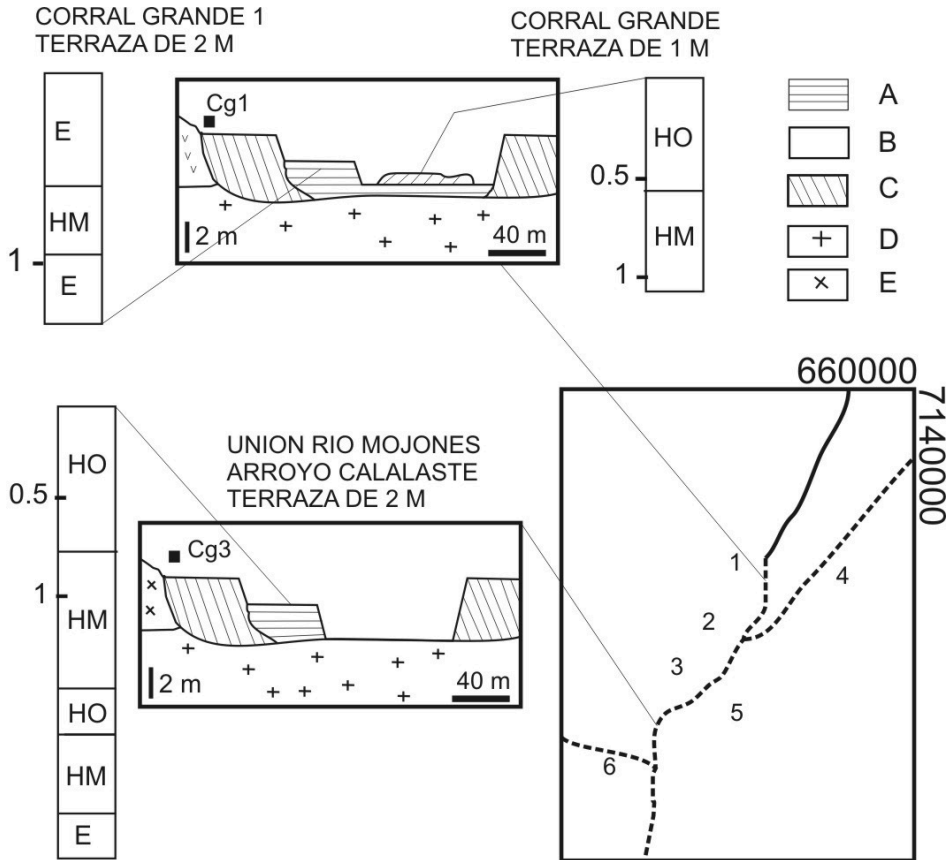


Figura 2. Cuenca Mojones. Referencias: 1: Corral Grande 1, 2: Corral Grande 2,

3: Corral Grande 3, 4: Río Nacimientos, 5: Corral Grande 4, 6: Río Calalaste,

A: Terraza alta del Pleistoceno, B: Terraza Holoceno temprano-medio,

C: Terraza inferior del Holoceno Tardío, D: Basamento geomorfológico del Holoceno,

E: Basaltos, HO: Humedal orgánico, HM: Humedal mineral,

E: Sedimentos de flujos efimeros o eólicos sin desarrollo de humedal

CONCLUSIONES

Los resultados del trabajo apuntan a que la distribución de sitios tardíos y tempranos obedecería al patrón geográfico de evolución de los humedales. Los fechados radiocarbónicos de los sitios indican pulsos de ocupación hipotéticamente relacionados con dicha evolución.

En el arroyo Las Pitas se observan dos comportamientos evolutivos diferentes. Desde el paraje de Real Grande hasta Peñas Coloradas, el humedal siempre permaneció activo a lo largo del Holoceno, sin embargo presentó variaciones en la productividad primaria y superficie vegetada. Por otro lado, aguas abajo de Peñas Coloradas, el humedal del río Las

Pitas fue más sensible a los cambios climáticos y en las fases más secas el mismo no se habría desarrollado. Sin embargo, en el curso inferior de Las Pitas se observa que existe un silencio de fechados correspondiente al Holoceno Medio donde quizás la vega se había retraído aguas arriba, pero luego de ca. 4500 años AP no habría solución de continuidad importante en la presencia del humedal

En el caso del río Mojones, se registra que todo el tramo existente entre Corral Grande 1 y 4 el humedal presentó variaciones en su extensión, siendo más extenso en el Holoceno temprano y menos extenso en el Holoceno tardío. Actualmente, el humedal es inexistente y se encuentra en vías de degradación. La distribución de sitios tardíos y tempranos en este tramo de la cuenca (Sitios Corral Grande 1, 2 y 3) parece obedecer al patrón geográfico de evolución de los humedales. En este sentido se postula como hipótesis que los sitios fueron ocupados cuando el humedal era activo en las fases más húmedas del Holoceno temprano y tardío y que fueron abandonados recientemente (hace menos de 200 años) cuando el humedal se degradó, se erosionó y el cauce pasó a tener un régimen efímero.

De esta forma la evolución geológica de la cuenca inferior del río Mojones y Las Pitas es semejante y es correlacionable al que se presenta a nivel regional (Tchilinguirian y Olivera, 2005).

La hipótesis anterior tiene indudable relevancia para los actuales sistemas agropastoriles, ya que se podría postular un período de alta aridez dentro de los últimos 150 años en la Cuenca de Antofagasta y que continúa en la actualidad, agravado por el manejo inadecuado del recurso hídrico en la cuenca media del río Mojones.

Finalmente, deseamos destacar que el trabajo muestra que el análisis de vías independientes de registro, arqueológicas y paleoambientales, permite generar en forma dinámica expectativas en uno y otro sentido con el consiguiente enriquecimiento del valor contrastativo para las hipótesis propuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aschero, C., P. Escola, S. Hocsman y J.G. Martínez
2002 Recursos líticos en la escala microrregional Antofagasta de la Sierra, 1983-2001. *Arqueología* N° 12. En prensa.
- Aschero, C.A, L.M. Manzi y A.G. Fomez
1993-94 Producción lítica y uso del espacio en el nivel 2b4 de Quebrada Seca 3. *Relaciones* XIX: 191-214.
- Elkin D.C.
1992 Explotación de recursos en relación al sitio acerámico Quebrada Seca 3, Antofagasta de la Sierra, Puna de Catamarca. *Shincal* 2: 1-14.
- Lopez Campeny, S.M.L.
2001 El hogar, los ancestros y el corral: reocupación y variabilidad en el uso del espacio en unidades domésticas arqueológicas (Sitio Punta de la Peña 9, Antofagasta de la Sierra, Catamarca). *Actas XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Universidad Nacional de Rosario. En prensa.
- Hocsman, S.
2002 ¿Cazadores-Recolectores Complejos en la Puna Meridional Argentina? Entrelazando Evidencias del Registro Arqueológico de la Microrregión de Antofagasta de la Sierra (Catamarca). *Relaciones* XXVII:193-214. Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires.
- Olivera D.E., P.S. Escola, M.J. Reales, M.J. De Aguirre, S. Pérez, C. Vigliani, C. Bisso y S. Camino
1994 El asentamiento arqueológico de Bajo del Coypar: una explotación agrícola Belén-Inca en Antofagasta de la Sierra. *Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Tomo XIII: 219-226. Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael, Mendoza.

Martínez, J.G.

2005 Tecnología de Cazadores en la Puna Meridional Argentina: el Caso de Peñas de la Cruz 1. Mundo de Antes 4:25-49. Instituto de Arqueología y Museo. Universidad Nacional de Tucumán.

Escola, P.

1990 Explotación y manejo de recursos líticos en un sistema adaptativo Formativo de la Puna Argentina. Arqueología Contemporánea, Vol. 3: 5- 20. 1991. Proceso de producción lítica: una cadena operativa. Shincal 3, Tomo II: 5-19. Publicación Especial en Adhesión al X Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Escuela de Arqueología. Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

Olivera, D., P. Tchilinguirian y M.J. De Aguirre

2006 “Evolución cultural y ambiental en el sector Meridional de la Puna de Atacama durante el Holoceno”. En: BAR Internacional Series 1524, 2001. Simposio “Change in the Andes”, XIV Congreso de la Unión de Ciencias Prehistóricas y Protohistóricas de Europa.

Tchilinguirian P. y D. Olivera

2005 Evolución paleoambiental e implicancias geoarqueológicas en Laguna Colorada, Puna Catamarqueña, Argentina. XVI Congreso Geológico Nacional. Actas IV. La Plata. (Artículo en acta de congreso, CD).

Olivera, D., P. Tchilinguirian y L. Grana

2004 Paleoambiente y arqueología en el Holoceno de la Puna Catamarqueña: archivos ambientales, escalas de análisis y registro arqueológico. Relaciones, XXIX: 229-247. Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires.

Tchilinguirian P., D.E. Olivera y L. Grana

2005 Paleoambientes sedimentarios y su aplicación en arqueología, Antofagasta de la Sierra, Catamarca. Primer Congreso Argentino de Arqueometría. FCEIA, Fac. Humanidades y Artes, Instituto de Física de Rosario. Rosario 2005. Editores Pifferetti Adrian y Bolmaro R.E.

Caziani S.M. y E.J. Derlindati

1999 Humedales altoandinos del noroeste de Argentina. Su contribución a la biodiversidad regional. Ed. Malvárez Ana Inés. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados. MAB-UNESCO. Montevideo. Uruguay.



AGENCIA



CONICET

