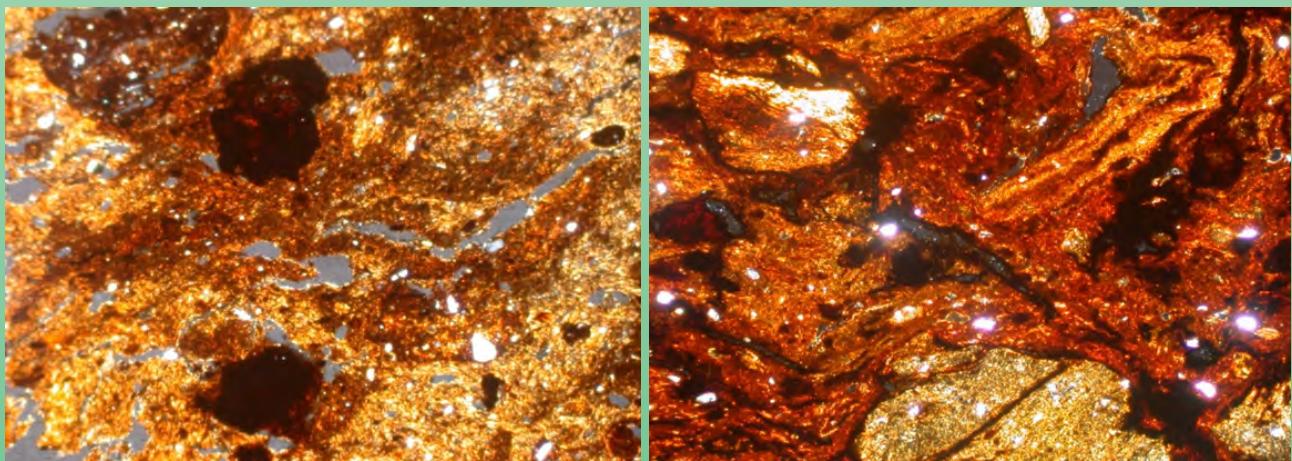


Arqueometría argentina

estudios pluridisciplinarios



Mariano Ramos, Matilde Lanza, Verónica Helfer,
Verónica Pernicone, Fabián Bognanni, Carlos Landa,
Verónica Aldazabal y Mabel Fernández
Editores



Programa de Arqueología Histórica y Estudios
Pluridisciplinarios, Departamento Ciencias Sociales,
Universidad Nacional de Luján



Arqueología Historia
AspHa
Patrimonio Sociología Antropología

Mariano Ramos, Matilde Lanza, Verónica Helfer, Verónica Pernicone, Fabián
Bognanni, Carlos Landa, Verónica Aldazabal, Mabel Fernández
EDITORES

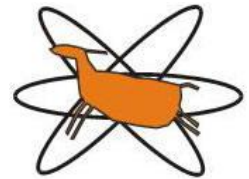
Arqueometría argentina

Estudios pluridisciplinarios

Mariano Ramos, Matilde Lanza, Verónica Helfer, Verónica Pernicone, Fabián
Bognanni, Carlos Landa, Verónica Aldazabal, Mabel Fernández
EDITORES

Arqueometría argentina

Estudios pluridisciplinarios



Programa de Arqueología Histórica y Estudios
Pluridisciplinarios
Departamento de Ciencias Sociales | Universidad Nacional de Luján

Arqueología Historia
AspHA
Patrimonio Sociología Antropología

Primera edición, 2013.

Ramos, Mariano Sergio

Arqueometría argentina: estudios pluridisciplinarios. - 1a ed. - Buenos Aires:
Aspha, 2013.

290 p.: il. ; 24x17 cm.

ISBN 978-987-28832-8-7

1. Arqueología. I. Título

CDD 930.1

Fecha de catalogación: 14/08/2013

Diseño y diagramación: Odlanyer Hernández de Lara

Fotos de tapa y contratapa: Del texto en este libro de Alicia Tapia, et al.

Aspha Ediciones

Virrey Liniers 340. 3ro. L.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

CP. 1174. Argentina

Telf. (5411) 4864-0439

asphaediciones@gmail.com

www.asphaediciones.com.ar

IMPRESO EN ARGENTINA / PRINTED IN ARGENTINA

Hecho el depósito que establece la ley 11.723



Universidad Nacional de Luján
Rutas nacionales 5 y 7. 6700 Luján - Provincia de Buenos Aires
República Argentina

Autoridades

Rector

Dr. Oreste Carlos Cansanello

Vicerrector

Mgr. Hernán Bacarini

Departamento de Ciencias Sociales

Directora Decana

Dra. Alicia Rey

Vicedecano

Prof. Omar H. Gejo

Secretaria Académica

Lic. Amalia Testa

Subsecretaria Académica

Dra. María del Carmen Martínez

Secretario de Investigaciones

Dr. Gustavo D. Buzai

Secretario Administrativo

Lic. Héctor Berthelemy

Secretaria Técnica

Prof. Mariela Karaman

Programa de Arqueología Histórica y Estudios Pluridisciplinarios (PROARHEP)

Director

Dr. Mariano Ramos

Evaluadores del libro

Aldazabal, Verónica. IMHICIHU, CONICET

Cardillo, Marcelo. IMHICIHU, CONICET

Charlín, Judith. IMHICIHU, CONICET. DIPA

Eugenio, Emilio. IMHICIHU, CONICET. FFyL, Universidad de Buenos Aires

Fernández, Mabel. Universidad Nacional de La Pampa. PROARHEP,

Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján. CONICET.

Frere, Magdalena. IDA. FFyL, Universidad de Buenos Aires

García, Alejandro. CONICET. Universidad Nacional de Cuyo.

Helfer, Verónica. PROARHEP, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.

Montanari, Emanuel. IDA, FFyL, Universidad de Buenos Aires. Grupo de Arqueometalurgia (GAM), Laboratorio de Materiales, Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Buenos Aires.

Mugueta, Miguel. FACSO, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Landa, Carlos. IDA, CONICET. FFyL, Universidad de Buenos Aires.

Lantos, Irene. Museo Etnográfico, CONICET. FFyL, Universidad de Buenos Aires.

Lanza, Matilde. PROARHEP, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján. FFyL, Universidad de Buenos Aires.

Pernicone, Verónica. PROARHEP, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.

Risso, Miguel Atilio. Universidad Nacional de La Plata

Silveira, Mario. Centro de Arqueología Urbana. FADU, Universidad de Buenos Aires.

Solá, Patricia. IDA, CONICET. FFyL, Universidad de Buenos Aires.

Tapia, Alicia. IDA. FFyL, Universidad de Buenos Aires. Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.

ÍNDICE

EDITORIAL.....	9
PARTE I	
PROSPECCIÓN, ESTUDIOS DE IMPACTO Y OTRAS APLICACIONES EN TRABAJOS DE CAMPO.....	11
<i>Determinación de aéreas de muestreo en un sector del humedal costero de la Bahía de Samborombón mediante análisis bayesiano.....</i>	13
Diego Macchi, Verónica Aldazabal y Emilio Eugenio	
<i>En busca del campamento de la batalla de Vuelta de Obligado: técnicas y metodologías de prospección.....</i>	27
Matilde Lanza, Odlanyer Hernández de Lara, Fabián Bognanni y Jimena Clavijo	
<i>Estudio de impacto arqueológico por la obra del monumento de Vuelta de Obligado, San Pedro, provincia de Buenos Aires.....</i>	37
Mariano Ramos, Verónica Helfer, Fabián Bognanni, Virginia Salerno, Mariano Darigo, Carolina Dottori, Alejandra Raies, Matías Warr, César Pinochet, Jimena Clavijo, Bruno Rosignoli, Flavia Morel, Agustín Uría, Julia Raño y Malena González Ramos	
<i>Intervenciones mecánicas afines a la minería afectando arte rupestre y monumentos.....</i>	53
Fernando Raúl Valdez y Alicia Ana Fernández Distel	
<i>Avances de los estudios en la Casa Ameghino I, Luján.....</i>	61
Verónica Helfer, Matilde Lanza, Verónica Pernicone, Romina Senesi, Odlanyer Hernández de Lara y Sandra Alanís	
PARTE II	
SITIOS ARQUEOLÓGICOS: FUNCIONES, PROCESOS DE FORMACIÓN Y TRANSFORMACIÓN.....	77
<i>División sexual del trabajo en la cuenca media del río Limay: un enfoque tecnológico y documental.....</i>	79
Mabel Fernández, Eduardo Crivelli Montero y Mariano Ramos	
<i>Cuencas visuales vinculadas con el estudio del paisaje y del arte rupestre en el Sistema Serrano de Ventania.....</i>	99
Fernando Oliva, María Cecilia Panizza y Ricardo Ruiz	

<i>Microarqueología y procesos de formación del registro: análisis mineralógicos y diatomológicos del sitio El Zorro (Puna transicional, departamento de Tinogasta, Catamarca).....</i>	113
Débora M. Kligmann, Norma Ratto y Nora I. Maidana	
<i>Primeros resultados de los análisis geoarqueológicos del sitio El Churcal (Quebrada de Humahuaca, Jujuy).....</i>	137
María de las Victorias Villa y Débora M. Kligmann	
PARTE III	
CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES: CERÁMICA, LÍTICO, RESTOS FAUNÍSTICOS.....	
	159
<i>Aplicación de técnicas radiográficas a una muestra cerámica arqueológica Doncellas (Jujuy, Argentina).....</i>	161
Martina Inés Pérez	
<i>Petrografía de la fracción arena en la cerámica Belén. Aporte desde el análisis composicional y textural.....</i>	175
María Emilia Iucci	
<i>Análisis de ácidos grasos en fragmentos cerámicos del Noroeste de la Patagonia Argentina por GC y GC-MS.....</i>	195
José Agustín Cordero y Ramiro J. March	
<i>Acción de agentes postdepositacionales en la cerámica del sitio Rancho José, Baradero, provincia de Buenos Aires.....</i>	221
Alicia Tapia, Patricia Solá y Mariana Rosenbusch	
<i>Análisis petrográfico de material lítico de Doncellas (departamento de Cochinoca, Jujuy).....</i>	235
Susana Pérez y Stella Poma	
<i>Análisis químico por difracción de rayos X (Rx) y microscopía electrónica de barrido (MEB), para la cuantificación de sales en restos arqueoiictiológicos.....</i>	251
Bernardo Rodríguez Galicia, Raúl Valadez Azúa y Blanca Sonia Sánchez	
<i>Estudio de restos humanos alterados por la acción de perros (Canis lupus familiaris) y su papel en la destrucción de restos óseos en el sitio de Teopancazco, Teotihuacan, México.....</i>	271
Raúl Valadez Azúa, Bernardo Rodríguez Galicia, Linda R. Manzanilla Naim, y Luis Adrián Alvarado	

Editorial

Esta obra representa una compilación de trabajos de arqueometría, resultado del IV Congreso Argentino de Arqueometría realizado el 8, 9, 10 y 11 de noviembre de 2011 en la Universidad Nacional de Luján. El evento fue continuidad de otros tres realizados desde 2005. En ese año, sobre la base del trabajo mancomunado del Ing. Adrián Pifferetti, la Dra. Ana María Rocchietti, el Ing. Raúl Bolmaro, la Prof. Nélide de Grandis, la Prof. María Teresa Carrara y otros destacados profesionales, se fundó y realizó el I Congreso Argentino de Arqueometría que se llevó a cabo en la Facultad de Humanidades y Artes de la Universidad Nacional de Rosario. A partir de ese momento la reunión tuvo continuidad periódica cada dos años. Se puede interpretar que esto ocurre como una necesidad inherente a la Arqueología como ciencia; sin embargo, esto va más allá de la mencionada disciplina ya que se da en un contexto de la ciencia en donde los problemas ya no pueden ser resueltos por una sola de ellas. Desde hace unos años y frente a problemas concretos, los investigadores comprendieron que se requería de la contribución de otras disciplinas ya que se fue entendiendo que la realidad era compleja e iba más allá de los recortes del campo disciplinar. Así, para dar cuenta de ella se necesitaba del aporte de diversas miradas.

Esta decisión, de alcances epistemológicos, destaca lo imprescindible del uso de datos de otras fuentes de información para dar respuesta a las preguntas que surgen en toda investigación. Incluso más allá del ámbito de las Ciencias sociales. Así los estudios pluridisciplinarios brindan una mirada más integral acerca de la realidad del pasado como del presente.

Por otra parte, las expresiones materiales de la cultura pueden ser analizadas, datadas, caracterizadas e incluso conservadas por medios técnicos derivados de las Ciencias exactas aplicadas. Así por ejemplo, pueden ser empleados el carbono 14, la dendrocronología, la termoluminiscencia, el paleo-magnetismo, la microscopía electrónica, la microsonda láser y de electrones, las observaciones con luz infrarroja o ultravioleta, la difracción y fluorescencia de rayos X, los posicionadores satelitales, sensores remotos, la metalografía, los análisis polínicos, la con-

centración de fosfatos, la radiografía, termografía, las técnicas estadísticas, de informatización, etc. Con los aportes mencionados, no era posible sostener congresos y jornadas de Arqueología que sólo tuvieran mesas o simposios de estudios arqueométricos. Era imprescindible la creación de eventos especiales sobre la materia. Así fueron creados los Congresos de Arqueometría.

Consecuente con estas razones, los eventos de Arqueometría y las obras de compilación sobre la temática tienen por objeto conocer y difundir el estado actual de los estudios arqueométricos, exponer los avances alcanzados, ofrecer a los participantes niveles de reflexión y de diálogo sobre distintas problemáticas, contribuir a resolver problemas, tratar algunas dificultades que parecen insalvables, ayudar a crear áreas de futuras investigaciones, conocer factibilidades de técnicas disponibles, definir las necesidades en materia de instalaciones, equipamiento, bibliografía, recursos humanos y técnicas y métodos de investigación científica.

Como consecuencia, el intercambio de conocimientos y experiencias favorece la colaboración entre diferentes equipos de investigación, establece nuevos ámbitos de trabajos pluridisciplinarios, socializa el conocimiento y abre la posibilidad de establecer convenios de cooperación entre instituciones y grupos de trabajo.

El IV CAA realizado en Luján presentó Simposios, Mesas de Comunicaciones y Sesiones de posters. Asimismo se organizaron Conferencias Magistrales a cargo de especialistas como la Dra. Marta Maier (UBA, CONICET), el Dr. Hugo Yacobaccio (UBA, CONICET), el Dr. Alberto Jech (UNLu), la Dra. Susana Filipini (UNLu, UBA) y el Dr. Ramiro March (CNRS).

Sobre la base de aquel encuentro de 2011, este libro presenta una selección de trabajos de Arqueometría respecto de estudios de prospección, impacto y caracterización de materiales. Los invitamos a leerlo.

MICROARQUEOLOGÍA Y PROCESOS DE FORMACIÓN DEL REGISTRO: ANÁLISIS MINERALÓGICOS Y DIATOMOLÓGICOS DEL SITIO EL ZORRO (PUNA TRANSICIONAL, DEPARTAMENTO DE TINOGASTA, CATAMARCA)

DÉBORA M. KLIGMANN¹, NORMA RATTO² Y NORA I. MAIDANA³
1. CONICET, Instituto de Arqueología, FFyL, UBA. 2. Museo Etnográfico, FFyL, UBA. 3. CONICET, Laboratorio de Diatomeas Continentales, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, FCEyN, UBA.
kligmann@retina.ar; norma_ratto@yahoo.com.ar; nim@bg.fcen.uba.ar

Resumen

Los resultados de los análisis mineralógicos y diatomológicos de los recintos 3 y 5 del sitio El Zorro (4050 msnm, Puna transicional, Dto. Tinogasta, Catamarca) permitieron discutir si el sitio estuvo inundado en el pasado y determinar el tipo de inundación. Tradicionalmente, las diatomeas se han utilizado en arqueología para realizar reconstrucciones paleoambientales. En este caso, el análisis diatomológico brindó información clave para discutir actividades antrópicas, permitiendo proponer hipótesis sobre la funcionalidad diferencial de los dos recintos excavados. A su vez, se pudo plantear la posible utilización antrópica de un espacio considerado *a priori* como natural. Así, los análisis de microvestigios facilitaron el acceso a información no visible macroscópicamente durante las excavaciones.

Palabras clave: Geoarqueología; Procesos de Formación del Registro Arqueológico; Análisis Mineralógicos y Diatomológicos; Puna de Catamarca.

Abstract

The results of the mineralogical and diatomological analyses carried out at structures 3 and 5 of El Zorro Site (4050 masl, transitional Puna, Tinogasta Department, Catamarca Province) allowed us to discuss if the site was flooded in the past and to determine the type of flood. Diatoms have traditionally been used in archaeology to carry out paleoenvironmental reconstructions. In this paper, diatomological analysis offered key information to discuss human activities and allowed us to propose hypotheses about the differential functionality of the two excavated structures. In turn, we were able to consider the possible human use of an area *a priori* considered as natural. Thus, the analyses of micro remains provided access to information macroscopically invisible during fieldwork.

Key words: Geoarchaeology; Formation Processes of the Archaeological Record; Mineralogical and Diatomological Analyses; Puna of Catamarca Province.

Introducción

En el Proyecto Arqueológico Chaschuil-Abaucán (PACHA) se considera esencial identificar los procesos de formación, tanto naturales como culturales (Kligmann 1998, 2003, 2009; Nash y Petraglia 1987; Schiffer 1983, 1987; Yacobaccio 1988, entre otros), que afectaron la evidencia de los sitios excavados antes de realizar interpretaciones. Como una contribución al mencionado proyecto, en este trabajo se presenta y discute el caso particular del sitio El Zorro (4050 msnm), emplazado en la Puna de transición del oeste tinogasteño de Cata-marca.

Durante los trabajos de campo se pudo observar a simple vista la presencia de sedimentos de tonalidad blanquecina adheridos a los muros de rocas de dos de las estructuras intervenidas. Estos sedimentos aparecieron a partir de los 35 cm de profundidad desde el nivel 0 de excavación. Asimismo, algunos de los artefactos recuperados también presentaban la superficie cubierta con este tipo de sedimentos. Al respecto, la hipótesis del proyecto proponía que se trataba de carbonato de calcio precipitado, lo cual parecía indicar que el sitio había estado inundado en algún momento en el pasado. Dada la proximidad de la Vega de San Francisco, se pensó en la posibilidad de que este cuerpo de agua hubiera avanzado sobre el sitio al menos una vez, provocando la precipitación de carbonato de calcio (presente en solución) luego de su retroceso. En caso de comprobarse la inundación del sitio por causas naturales, este trabajo también estaría aportando información a otro de los objetivos principales del PACHA relacionado con la identificación de cambios paleoambientales en la zona de estudio (Ratto 2007; Valero Garcés *et al.* 1999, 2000, 2003; Valero Garcés y Ratto 2005).

Para corroborar la hipótesis del proyecto se analizaron muestras de sedimentos provenientes de dos de las estructuras excavadas, llevando a cabo estudios mineralógicos y diatomológicos. El objetivo general fue identificar el material blanquecino ya mencionado y discutir su significado.

En caso de corroborarse la hipótesis anteriormente comentada se propuso, como objetivo específico, explorar el tipo de inundación, puesto que pudieron ocurrir otras posibilidades además del avance de la vega (e.g. ascenso de la napa freática o acumulación temporaria de agua en el sitio) (Kligmann 2003, 2009).

El sitio El Zorro

El sitio El Zorro (S26° 55' 55.7", W68° 09' 14.6") se emplaza en un ambiente de Puna transicional en la cota de 4050 msnm, unos 21 km al sudeste del Paso internacional de San Francisco (4700 msnm). Esta instalación se encuentra en la margen occidental de la Vega de San Francisco y cubre una superficie formatizada de aproximadamente 6000 m², constituyendo la instalación de mayor tamaño registrada en el piso de altura hasta el momento (Ratto *et al.* 2012a). Está compuesta por cuatro conjuntos separados entre sí por distancias que oscilan entre 20 a 200 m y consta de 47 estructuras de forma subcircular, con muros simples y dobles de

baja altura, factura expeditiva con uso de materia prima volcánica local y aprovechamiento de la formación rocosa natural para lograr el encierre de algunos recintos.

Los fechados obtenidos en tres de las estructuras intervenidas (tabla 1) posicionan el uso de la instalación en un rango temporal entre los años 322 y 1019 de la era, en total coincidencia con las características del conjunto cerámico formativo recuperado de acuerdo con los resultados del análisis tecnológico (Feely 2010). Por su parte, el conjunto lítico da cuenta de una estrategia tecnológica del tipo expeditivo (Carniglia 2012).

Sitio arqueológico	Conjunto, estructura y material fechado	Fechados (años antes del presente -AP-, 1 sigma)		Calibración (años cal A.D.)	Ambiente	Período Cultural
El Zorro (EZ), 4050 msnm	Conjunto 2 Estructura 8, Carbón	¹⁴ C - AA95554	1706 ± 37	322 - 392	Puna Transicional	Formativo
	Conjunto 3 Estructura 15b, Carbón	¹⁴ C - AA89935	1604 ± 49	478 - 534		
	Conjunto 1 Estructura 3, Carbón	¹⁴ C - AA95553	1062 ± 36	968 - 1019		

Tabla 1. Fechados radiocarbónicos procedentes del sitio El Zorro
(Adaptada de Ratto *et al.* 2012a)

Las muestras analizadas en este trabajo provienen de dos estructuras (denominadas 3 y 5) del conjunto 1, contando la primera con un fechado radiométrico de fines del primer milenio de la era (tabla 1). Dicho conjunto se emplaza a unos 70 m de la margen oeste de la Vega de San Francisco y tiene una altitud aproximada de 14 m sobre el nivel de la vega actual.

En esta instalación no se registraron evidencias de reclamación (*sensu* Schiffer 1987), caracterizándose por su homogeneidad arquitectónica y artefactual a lo largo del extenso período de ocupación. Los análisis geoarqueológicos aportaron información referida a las áreas externas a los cuatro conjuntos arquitectónicos, indicando que allí se llevaron a cabo actividades modificadoras de sedimentos, siendo esto esperable en sitios con manejo de animales (Ratto *et al.* 2011, 2012b).

Hipótesis y expectativas para los análisis mineralógicos y diatomológicos

El problema geoarqueológico a resolver consistía en averiguar si El Zorro había estado inundado en algún momento en el pasado. Si el cuerpo de agua local más próximo hubiera avanzado sobre el sitio, en los sedimentos arqueológicos deberían encontrarse tanto sales como diatomeas, dado que ambas se encuentran presentes en la Vega de San Francisco (Kligmann 2003, 2009). Sin embargo, cabe la posibilidad de encontrar tanto sales como diatomeas pero que éstos hayan sido depositados por procesos y/o agentes diferentes. Por el contrario, si se tratara de

una inundación de otro tipo (ascenso de la napa freática o acumulación temporaria de agua en el sitio) podríamos encontrar sales sin diatomeas o diatomeas sin sales.

A su vez, las expectativas que permiten corroborar el origen de los materiales analizados tienen relación con la extensión de los procesos. Los agentes naturales suelen actuar a una escala más extensa que los antrópicos. Por lo tanto, el impacto de estos últimos sobre los sedimentos generalmente es más localizado, a nivel de sitio o incluso de sectores dentro de un sitio.

Si bien sabemos que las hipótesis presentadas a continuación no son mutuamente excluyentes, se plantean por separado a fin de facilitar la lectura.

La presencia del sedimento blanquecino adherido a los muros como así también la presencia de diatomeas en el sitio puede deberse al accionar tanto de procesos y/o agentes naturales como antrópicos. En la tabla 2 se presentan las hipótesis para ambos análisis, realizando a continuación algunas aclaraciones que dan cuenta de la complejidad del problema para realizar lecturas lineales.

Hipótesis para el análisis mineralógico:						
1. Presencia de sedimentos blanquecinos en el sitio relacionados con procesos y/o agentes:	1.1. Naturales	1.1.1	Minerales precipitados debido a una inundación por:	Avance del cuerpo de agua más cercano.		
				Ascenso de la napa freática.		
	1.2. Antrópicos	1.2.1	Materiales de construcción	Preparación de muros y/o pisos de ocupación.		
				1.2.2	Materiales relacionados con pinturas	Actividades decorativas o rituales.
Hipótesis para el análisis diatomológico:						
2. Presencia de diatomeas en el sitio relacionadas con procesos y/o agentes:	2.1. Naturales	2.1.1	Transporte por agua	Avance del cuerpo de agua más cercano.		
				Acumulación de agua por ascenso total o parcial de la napa freática.		
				Acumulación temporaria de agua (de lluvia o de deshielo).		
	2.2. Antrópicos	2.1.2	Transporte eólico	Accionar del viento.		
				2.1.3	Transporte faunístico	Accionar de roedores y/o de camélidos.
				2.2.1	Almacenamiento y/o distribución de agua	Manejo del recurso hídrico.
2.2.2	2.2.2	Transporte de materiales para actividades cotidianas	Transporte de agua.			
			Transporte de vegetación, sedimentos y/o rocas en contacto con agua.			

Tabla 2. Hipótesis basadas en procesos y/o agentes naturales y antrópicos que dan cuenta de la presencia de minerales y diatomeas en el sitio El Zorro

1.1. Presencia de sedimentos blanquecinos relacionados con procesos y/o agentes naturales

1.1.1. Minerales precipitados por la inundación del sitio: Tanto el avance de la vega y su posterior retracción como el ascenso de la napa freática y su posterior descenso habrían provocado en el sitio la precipitación de las sales que original-

mente se hallaban en solución en el agua. En el caso de múltiples inundaciones los sedimentos blanquecinos observados en el sitio indicarían el último evento ya que, con cada episodio, las sales entrarían nuevamente en solución. Estas sales deberían observarse en todos los sectores que se encuentren a la misma distancia de la vega y/o a la misma altura respecto de la napa freática, tanto en los sedimentos como en los artefactos y ecofactos. Ni el agua de lluvia ni la de deshielo tienen sales disueltas pero si éstas se acumularan en un sustrato con sales previamente precipitadas, estos minerales podrían entrar en solución. De todas maneras, la acumulación de agua de lluvia es muy poco probable en este tipo de ambiente debido a la escasez de precipitaciones y a la sequedad y granulometría del sustrato. Estas condiciones provocarían que cuando llueve, el agua infiltre rápidamente (Kligmann 2003, 2009).

1.2. Presencia de sedimentos blanquecinos relacionados con procesos y/o agentes antrópicos

1.2.1. Materiales de construcción: Si los sedimentos blanquecinos estuvieran relacionados con la preparación de muros y/o pisos, éstos deberían recubrir toda la superficie en cuestión. Sin embargo, dichos sedimentos no tendrían por qué estar presentes en los restos materiales hallados.

1.2.2. Materiales relacionados con pinturas: El sedimento blanquecino también podría haber sido resultado de alguna actividad decorativa y/o ritual. Por ejemplo podrían haberse acumulado materiales como el yeso para ser utilizados posteriormente en la elaboración de pinturas rupestres, tanto para la preparación de los soportes como de los pigmentos (Aschero 1988). Asimismo, podrían haberse empleado para la decoración de artefactos y/o ecofactos o para la realización de pinturas corporales. En cualquiera de estos casos, estos minerales no deberían encontrarse precipitados sobre la totalidad de los muros, pisos y/o artefactos y ecofactos sino acumulados en forma de “bloques” en un sector específico y localizado del sitio. De todas maneras, cabe aclarar que a pesar de las prospecciones intensivas realizadas en la zona de estudio, no se identificó arte de ningún tipo ni se recuperaron materiales decorados (Ratto 2003).

2.1. Presencia de diatomeas relacionadas con procesos y/o agentes naturales

2.1.1. Transporte por agua: Para poder determinar qué tipo de cuerpo de agua afectó al sitio, es necesario comprender el mecanismo de funcionamiento de las vegas. Dichos cuerpos de agua se forman principalmente debido a la intersección entre el acuífero principal y el relieve del terreno (Ratto 2003), por lo que un ascenso en el nivel del acuífero redundaría en la expansión horizontal de la vega. No obstante, esto no necesariamente implicaría la inundación del sitio ya que existen distintos factores que pueden intervenir: la altura del sitio sobre el nivel de la vega,

la distancia entre el sitio y la vega y el tipo de sustrato sobre el que está emplazado el sitio (Kligmann 2003, 2009).

En caso de un avance de la Vega de San Francisco sobre el sitio se esperaría encontrar una gran cantidad de células y de géneros de diatomeas en las muestras de sedimentos arqueológicos, ya que se trata de un cuerpo de agua muy productivo (Kligmann 2003, 2009). También sería esperable que las diatomeas halladas en las muestras arqueológicas compartieran la misma ecología que aquellas presentes en la vega.

Un ascenso de la napa freática hasta alcanzar la superficie podría ocasionar la acumulación momentánea de agua en el lugar o, al menos, el humedecimiento del suelo. En ambos casos, las circunstancias serían favorables para la colonización diatomológica. De haber ocurrido esta alternativa se debería encontrar una cantidad significativa de especies de diatomeas “pioneras”, es decir aquellas diatomeas con la capacidad de adaptación a nuevos ambientes (colonización inicial).

Si en cambio se hubiera producido un aumento en el nivel de la napa sin alcanzar la superficie, no se esperaría la presencia de diatomeas puesto que si bien estos organismos pueden adaptarse a vivir en distintas e incluso extremas situaciones, necesitan inevitablemente de mínimas condiciones de oxigenación y luminosidad. Por este motivo, no habitan en las napas subterráneas. No debemos olvidar que las diatomeas son algas y que la intensidad de la luz determinará los límites inferiores en que se realiza la fotosíntesis. Teniendo esto en cuenta, queda claro que la ausencia de diatomeas no necesariamente implica la ausencia de la acción del agua como proceso de formación (Kligmann 2003, 2009).

El agua de lluvia y de deshielo *per se* no tienen diatomeas (Kligmann 2003, 2009). Sin embargo, en caso de producirse una acumulación temporaria de agua de estos orígenes, este cuerpo también podría ser colonizado por diatomeas pioneras.

2.1.2. Transporte eólico: El viento puede reordenar los restos materiales y alterar sus propiedades (abundancia, composición y distribución) (Wood y Johnson 1978). Entre las partículas transportadas por este agente se encuentran las diatomeas (Harper 2000; Kligmann 2003, 2009). Debido a que ante un rango de tamaño específico el viento no selecciona cuáles partículas transporta y cuáles no, si este agente fuera el responsable del transporte de diatomeas al sitio se esperaría encontrar las mismas especies y en cantidades semejantes en todas las estructuras que estén a la misma altura y distancia respecto del nivel de la vega. Esto se debe a que el viento actúa de manera uniforme y a escalas amplias. Por otro lado, si el viento fuera el responsable de la depositación de diatomeas en el sitio, las especies halladas deberían tolerar la desecación ya que provendrían del borde de la vega (Kligmann 2003, 2009).

2.1.3. Transporte faunístico: En esta zona, el transporte faunístico de diatomeas al sitio puede deberse al accionar de roedores o de camélidos (Kligmann 2003, 2009). Los roedores transportan vegetación con diatomeas del borde de vega para construir sus nidos. Otra opción para dar cuenta de la incorporación de diatomeas en los

sitios es la depositación de excrementos de animales que tomaron agua y comieron vegetación de la vega (e.g. camélidos) (Kligmann 2003, 2009). En consecuencia, si los animales hubieran sido los responsables de las diatomeas halladas, en el sitio debería encontrarse vegetación y/o excrementos y las diatomeas deberían tener características ecológicas particulares, consistentes con el borde de la vega.

2.2. *Presencia de diatomeas relacionadas con procesos y/o agentes antrópicos*

2.2.1. Almacenamiento y/o distribución de agua: Un cuerpo de agua artificial (es decir, de origen antrópico) en un sitio arqueológico puede ser resultado del almacenamiento o de la distribución de agua. Si este fuera el caso, en el sitio deberíamos encontrar una gran cantidad de diatomeas de especies cuya ecología fuera semejante a aquéllas de la vega y una arquitectura específica (tales como tanques, piletas o acequias) (Kligmann 2003, 2009).

2.2.2. Transporte de materiales para actividades cotidianas: Los seres humanos pueden ser responsables del transporte de diatomeas al acarrear agua o materiales al sitio mientras desarrollan sus actividades cotidianas. Si materiales tales como vegetación, sedimentos y rocas están en contacto con un cuerpo de agua, su transporte puede involucrar también el transporte de diatomeas dado que estos microorganismos viven adheridos a distintos sustratos como ser rocas, granos de arena, sedimentos, plantas y animales (Round *et al.* 1990; Stoermer y Smol 1999). De esta manera, la existencia de diatomeas en un contexto arqueológico no siempre es una prueba irrefutable de la presencia o de la utilización de agua en el lugar, sino que puede indicar otras actividades realizadas por los seres humanos (Denys 1992; Kligmann 2003, 2009).

De acuerdo con el tipo de actividad desarrollada, el impacto diatomológico puede variar entre alto, moderado, bajo o nulo. Para realizar esta categorización se considera que el mayor grado de impacto es producto de aquellas actividades que involucran el transporte directo de agua, que es el medio principal donde viven las diatomeas. Este impacto puede analizarse a partir de la cuantificación taxonómica de las diatomeas presentes en artefactos, ecofactos, estructuras y sedimentos, siempre dependiendo del tipo de actividad realizada y de la riqueza del cuerpo de agua más próximo. Por ejemplo, el almacenamiento de agua en una cisterna o la circulación de agua en una acequia tendrá un alto impacto diatomológico (Kligmann 2003, 2009). Por el contrario, en caso de haber transportado vegetación desde el cuerpo de agua más cercano para confeccionar cestas, esperamos que se encuentren diatomeas en dicho artefacto y no necesariamente en los sedimentos.

El tipo de material transportado no es el único factor que puede determinar la cantidad de diatomeas presentes en el registro arqueológico. También se deben tener en cuenta: 1) la cantidad de material transportado, pues el impacto diatomológico será mayor cuanto más material se transporte, 2) la intensidad del transporte, es decir, si las actividades fueron realizadas por única vez o de manera reiterada en un mismo lugar y 3) la productividad de la fuente de la cual provengan las

diatomeas, pues si el cuerpo de agua es poco productivo, el impacto diatomológico será de bajo a nulo (Kligmann 2003, 2009).

Por lo tanto, en el caso de un transporte antrópico de diatomeas, la cantidad de células y especies así como su ecología podrían variar de acuerdo con el tipo de actividad desarrollada, provocando un impacto específico a nivel sedimentológico. Es de esperar que actividades semejantes generen una cantidad similar de diatomeas, mientras que actividades diferentes aportarán una cantidad distinta. A su vez, diferentes actividades implicarán el transporte de agua y/o materiales desde diversos sectores de la vega por lo que se esperarían variaciones en la ecología de las especies presentes en los sedimentos arqueológicos.

De todos modos, hay que tener en cuenta que existen varios factores que pueden afectar la preservación de las células (Battarbee 1988; Kligmann y Calderari 2012) por lo que las diatomeas presentes originalmente podrían no ser recuperadas por los arqueólogos.

Materiales y métodos

1. Materiales: obtención de las muestras

Se analizaron 12 muestras de sedimentos y rocas de las dos estructuras excavadas (3 y 5) en el conjunto 1 y dos muestras de sedimentos de un sondeo externo ubicado a 20 m de las mencionadas estructuras para comparar su contenido diatomológico. Con el fin de obtener un parámetro de referencia a partir del cual poder comparar la composición y abundancia de los ensambles de especies de diatomeas representadas, se utilizaron las cinco muestras recolectadas previamente en distintos sectores de la Vega de San Francisco y analizadas por una de nosotras (Kligmann 2003, 2009).

2. Métodos: análisis de las muestras

2.1. Análisis mineralógicos

El primer paso consistió en verificar la presencia de carbonato de calcio (CaCO_3) en una de las rocas del muro de la estructura 3 (muestra 94). Dado que los sedimentos no reaccionaron frente al ácido clorhídrico (HCl) se descartó la presencia de este mineral en la muestra. Luego se realizó una Difracción de Rayos X para establecer su composición mineralógica. El procedimiento fue llevado a cabo por la Lic. Susana Alonso en el Laboratorio de Sedimentología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. El material blanco raspado de la roca fue molido en un mortero de ágata hasta obtener un polvo fino, pasante de malla 200 (74μ). Posteriormente fue barrido en un difractómetro SIEMENS D5000 bajo la forma de polvo sin orientar en condiciones de operación de rutina, con radiación de cobre filtrada con níquel (Alonso 2008). Finalmente, se realizó la caracterización cualitativa de los minerales presentes en la muestra.

2.2. Análisis diatomológicos

Estos análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Diatomeas Continentales, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. La metodología empleada fue la siguiente: remoción de materia orgánica y mineral (oxidación con H_2O_2 al 30% durante dos horas a $80^\circ C$), eliminación de restos de H_2O_2 y de residuos mayores a 0,5 mm (por decantación y lavados sucesivos con agua destilada), realización de preparados permanentes (secado al aire y montaje con Naphrax, $n_i = 1.7$), observación y recuento de diatomeas (con microscopio binocular Carl Zeiss Standard 14 bajo 1000x), identificación taxonómica según bibliografía especializada y comparación e interpretación de resultados.

La nomenclatura utilizada fue tomada de Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a y 1991b). Actualmente se utilizan otros sistemas de clasificación (por ejemplo Round *et al.* 1990) pero, debiendo comparar con los resultados obtenidos en trabajos previos que aplicaban la nomenclatura tradicional (Kligmann 2003, 2009), optamos por esta última para evitar confusiones. Paralelamente a la identificación de los taxones (a nivel de género o de especie, según lo permitiera el grado de preservación del material), se hicieron recuentos de valvas y de fragmentos reconocibles para el análisis cuantitativo, de acuerdo con la metodología propuesta por Battarbee (1986). Se siguieron transectas continuas en cada preparado, incluyendo la misma proporción de centros y extremos para compensar la posibilidad de depositación diferencial del material debida a la evaporación.

Al contar se tuvo en cuenta que la unidad es la valva, por lo tanto: a) los frústulos enteros se contaron como dos valvas, b) en las cadenas se contaron las valvas individuales y c) para evitar la posibilidad de conteos dobles o múltiples, en los fragmentos se contaron aquéllos que representaran más del 50% de una valva, los que incluyeran sólo la porción central o los que presentaban algún rasgo único característico (Maidana 1996).

Para poder interpretar los datos en función de las hipótesis planteadas se utilizaron las siguientes variables: a) presencia/ausencia de diatomeas, b) densidad diatomológica (cantidad de células/cm³ de sedimento seco), c) abundancia relativa (entendida como el porcentaje que representa cada género identificado en una muestra dada), d) ecología de los géneros y e) grado de fragmentación de los frústulos.

Para analizar la cantidad de especies compartidas entre las muestras arqueológicas y las de la Vega de San Francisco se siguieron los criterios establecidos por Kligmann (2003, 2009): a) comparten muchas especies (más del 50%), b) comparten pocas especies (menos del 50%) o c) no comparten especies.

Resultados

1. Resultados mineralógicos

La muestra analizada está compuesta principalmente por yeso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), acompañado por una cantidad elevada de plagioclasa y un escaso porcentaje de material arcilloso, probablemente esmectítico (Alonso 2008).

2. Resultados diatomológicos

Debido a la dificultad para identificar las diatomeas a nivel específico en la estructura 5, el análisis comparativo entre las muestras recuperadas se realizó sólo a nivel de género. En el conjunto analizado se contabilizó un máximo de 13 géneros de diatomeas (tabla 3) y de 10.000 células/cm³ de sedimento (tabla 4).

Género	Muestras													
	Estructura 3					Estructura 5							Sondeos externos	
	74	87	104	94	98	10	20	27	44	50	65	66	107 a	107 b
<i>Achnanthes</i>						X		X	X			X	X	X
<i>Amphora</i>	X													
<i>Cocconeis</i>	X		X		X								X	X
<i>Denticula</i>	X		X			X	X	X					X	X
<i>Fragilaria</i>	X		X		X								X	X
<i>Frankophila</i>	X		X				X	X	X			X	X	X
<i>Mastogloia</i>	X												X	X
<i>Navicula</i>	X		X		X	X			X				X	X
<i>Nitzschia</i>	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X
<i>Pinnularia</i>	X						X	X				X	X	X
<i>Surirella</i>	X					X						X	X	X
<i>Synedra</i>	X												X	X
<i>Tabularia</i>	X		X				X	X				X	X	X
Total	12	1	7	0	4	5	5	6	4	0	0	6	12	12

Tabla 3. Géneros de diatomeas presentes en las muestras de El Zorro (Adaptada de Vázquez 2012)

En función de las variables analizadas, podemos mencionar los siguientes resultados para cada una de las estructuras consideradas:

Estructura 3

- a) **Presencia/ausencia.** Excepto la muestra 94 (sedimento blanquecino adherido a la roca), el resto de las muestras de esta estructura contiene diatomeas (tablas 3 y 4).
- b) **Densidad diatomológica.** La densidad oscila entre 5.300 células/cm³ (en la muestra 74) y 300 células/cm³ (en la muestra 87) (tabla 4).
- c) **Abundancia relativa.** En cuanto al análisis de cada muestra, se pudo observar que la 74 tiene la mayor diversidad de géneros (92%). Le siguen las muestras 104 (54%), 98 (31%) y 87 (8%). La cantidad de géneros presentes resultó muy variable, fluctuando entre 1 y 12 (tabla 3). Esta estructura es la única que tiene un género exclusivo, si consideramos el total de las muestras analizadas.

El ranking de los géneros identificados en las cuatro muestras fértiles fue el siguiente:

<i>Fragilaria</i> 30%	<i>Denticula</i> 6%	<i>Mastogloia</i> 2%
<i>Nitzschia</i> 25%	<i>Tabularia</i> 5%	<i>Pinnularia</i> 2%
<i>Cocconeis</i> 11%	<i>Frankophila</i> 3%	<i>Synedra</i> 2%
<i>Navicula</i> 11%	<i>Surirella</i> 3%	<i>Amphora</i> 1%

a) **Ecología.** Los géneros más abundantes en las muestras fueron *Fragilaria* y *Nitzschia*. Ambos tienen especies que viven bajo muy diferentes condiciones ambientales (pueden ser planctónicas, bentónicas, epifíticas o aerófilas), por lo cual tienen una amplia distribución tanto ambiental como geográfica (tabla 5).

b) **Grado de fragmentación de los frústulos.** Las diatomeas de esta estructura presentaron un estado de preservación muy bueno, lo cual permitió realizar el conteo y la identificación taxonómica a nivel de especie sin ningún problema (tabla 4). El listado de las especies identificadas se presenta en la tabla 6.

Procedencia	Muestra	Profundidad (en cm)	Densidad diatomológica (células/cm ³)	Géneros dominantes	Grado de fragmentación
Estructura 3	74	0-10	5.300	<i>Fragilaria, Nitzschia</i>	Bajo
	87	20-40	300	<i>Nitzschia</i>	Bajo
	104	30-40	2.800	<i>Fragilaria, Nitzschia</i>	Bajo
	94	35	0	-----	No corresponde
	98	40-55	2.000	<i>Nitzschia, Fragilaria, Navicula</i>	Bajo
Estructura 5	10	0-10	2.400	<i>Nitzschia, Achnanthes</i>	Alto
	20	10-20	1.200	<i>Nitzschia, Pinnularia</i>	Alto
	27	20-30	1.100	<i>Nitzschia, Achnanthes, Denticula</i>	Alto
	44	30-40	1.000	<i>Achnanthes, Nitzschia</i>	Alto
	50	30-40	0	-----	No corresponde
	65	40	0	-----	No corresponde
	66	40-50	1.800	<i>Nitzschia, Achnanthes, Surirella</i>	Alto
Sondeo externo	107 a	0-10	10.000	<i>Nitzschia, Fragilaria</i>	Bajo
	107 b	10-20	10.000	<i>Nitzschia, Fragilaria</i>	Bajo

Tabla 4. Resultados obtenidos en el análisis diatomológico (Adaptada de Vázquez 2012)

Estructura 5

a) **Presencia/ausencia.** De las siete muestras, dos resultaron estériles (50 y 65) (tablas 3 y 4).

b) **Densidad diatomológica.** La muestra con mayor densidad fue la 10 (2.400 células/cm³), seguida por la 66. La muestra con menor densidad de diatomeas fue la 44 (1.000 células/cm³) (tabla 4).

c) **Abundancia relativa.** En cuanto a la diversidad de géneros en cada muestra, las más ricas fueron la 27 y la 66 (46% cada una), seguidas por la 10 y la 20

(39% cada una) y por la 44 (31%). La cantidad de géneros presentes fluctuó entre 4 y 6 (tabla 3).

Género	Forma de vida de la mayoría de las especies
<i>Achnanthes sensu lato</i>	Epifítica
<i>Amphora</i>	Bentónica / Epifítica / Aerófila
<i>Cocconeis</i>	Epifítica
<i>Denticula</i>	Bentónica / Epifítica
<i>Fragilaria sensu lato</i>	Planctónica / Bentónica / Epifítica
<i>Frankophila</i>	Bentónica
<i>Mastogloia</i>	Bentónica
<i>Navicula sensu lato</i>	Bentónica
<i>Nitzschia</i>	Planctónica / Bentónica / Epifítica / Aerófila
<i>Pinnularia</i>	Bentónica / Aerófila
<i>Surirella</i>	Bentónica
<i>Synedra sensu lato</i>	Planctónica / Bentónica / Epifítica
<i>Tabularia</i>	Planctónica / Epifítica

Tabla 5. Forma de vida de la mayoría de las especies de los géneros de diatomeas presentes en las muestras de El Zorro (Adaptada de Van Dam *et al.* 1994)

El ranking de los géneros hallados en el conjunto fue el siguiente:

<i>Nitzschia</i> 42%	<i>Frankophila</i> 6%	<i>Surirella</i> 5%
<i>Achnanthes</i> 21%	<i>Navicula</i> 6%	<i>Tabularia</i> 5%
<i>Denticula</i> 10%	<i>Pinnularia</i> 6%	

- a) **Ecología.** Los géneros más abundantes fueron *Nitzschia*, que como ya se mencionó posee especies con diversas formas de vida, y *Achnanthes*, género principalmente epifítico (tabla 5).
- b) **Grado de fragmentación de los frústulos.** Las diatomeas presentes en esta estructura exhibieron un alto grado de fragmentación, lo cual dificultó la clasificación taxonómica a nivel de especie (tabla 4).

Sondeo Externo

- a) **Presencia/ausencia.** En ambas muestras se encontraron diatomeas (tablas 3 y 4).
- b) **Densidad diatomológica.** Estas muestras presentan la mayor densidad diatomológica de todo el conjunto analizado (10.000 células/cm³ de sedimento)

(tabla 4). De todos modos, hay que mencionar que la cantidad de células es sumamente baja en todo el sitio.

c) **Abundancia relativa** (tabla 3). Ambas muestras presentaron una gran diversidad de géneros (12/13), siendo los más representados:

<i>Nitzschia</i> 30%	<i>Denticula</i> 7%	<i>Mastogloia</i> 2%
<i>Fragilaria</i> 27%	<i>Surirella</i> 4%	<i>Pinnularia</i> 2%
<i>Navicula</i> 14%	<i>Achnanthes</i> 2%	<i>Synedra</i> 2%
<i>Cocconeis</i> 9%	<i>Frankophila</i> 2%	<i>Tabularia</i> 1%

d) **Ecología**. Como ya se mencionó, los géneros más representados (*Nitzschia* y *Fragilaria*) incluyen especies que se adaptan a formas de vida planctónicas, bentónicas, epifíticas y aerófilas (tabla 5).

e) **Grado de fragmentación de los frústulos**. Las células presentaron un muy buen estado de preservación al punto que prácticamente no se observaron fragmentos (tabla 4). El listado de las especies identificadas se presenta en la tabla 6.

Taxones		El Zorro		Vega de San Francisco
Denominación tradicional	Nueva denominación	Estructura 3	Sondeo Externo	
<i>Amphora veneta</i>	<i>Halamphora veneta</i>	X		X
<i>Cocconeis placentula</i>		X	X	
<i>Denticula elegans</i>		X	X	X
<i>Denticula kuetzingii</i>		X		X
<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	X	X	
<i>Fragilaria pinnata</i>	<i>Staurosirella pinnata</i>	X	X	
<i>Frankophila similioides</i>		X	X	
<i>Mastogloia elliptica</i>		X	X	X
<i>Navicula cincta</i>		X	X	
<i>Navicula halophila</i>	<i>Craticula halophila</i>	X	X	X
<i>Nitzschia hungarica</i>	<i>Tryblionella hungarica</i>	X	X	X
<i>Nitzschia valdecostata</i>		X		X
<i>Pinnularia borealis</i>		X	X	
<i>Pinnularia brebissonii</i>		X		X
<i>Surirella biseriata</i>		X	X	X
<i>Synedra ulna</i>	<i>Ulnaria ulna</i>	X	X	
<i>Tabularia fasciculata</i>		X	X	

Tabla 6. Especies de diatomeas de las muestras de la estructura 3 y del sondeo externo presentes en la Vega de San Francisco (Tomada con permiso de Vázquez 2012)

En lo que respecta a la ecología de las diatomeas halladas en las muestras analizadas, cabe aclarar que es muy arriesgado establecer diferencias en cuanto a la forma de vida, teniendo en cuenta que casi la mitad de los géneros pueden vivir en hábitats muy diferentes.

Para realizar la comparación con la Vega de San Francisco, sólo se consideraron las muestras provenientes de la estructura 3 y del sondeo externo, donde las diatomeas pudieron identificarse a nivel de especie (tabla 6).

La caracterización diatomológica de la vega fue realizada por Kligmann (2003, 2009) a partir de muestras provenientes tanto del cuerpo de agua actual (muestra A) como de sus sedimentos (muestras B a E). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Muestra A: la densidad diatomológica fue de 44.985 células/ml. Se contabilizaron en total 20 especies, siendo dos de ellas exclusivas de esta muestra.
- Muestras B a E: la densidad diatomológica promedio fue de 5.697.685 células/cm³. Se identificaron 36 especies, de las cuales 16 fueron exclusivas de las muestras de sedimentos.

En cuanto a los aspectos ecológicos, las diatomeas identificadas muestran un predominio de formas bentónicas (Kligmann 2003, 2009).

Si bien la Vega de San Francisco posee en la actualidad una mayor riqueza de especies, de las 17 especies identificadas en la estructura 3 el 53% era compartido con las muestras de la vega (tabla 6). La comparación de resultados evidenció que las muestras provenientes de la estructura 3 y de la vega compartían más del 50% de las especies. Por lo tanto, es altamente probable que las escasas diatomeas halladas en El Zorro provengan de sectores como los muestreados en la Vega de San Francisco.

En el caso de las muestras del sondeo externo, de las 12 especies halladas cinco son compartidas con la Vega de San Francisco (42%) (tabla 6). Estas células podrían provenir de un sector no muestreado de la vega o constituir una mezcla de diatomeas de diferentes sectores de la vega.

Discusión

1) Análisis mineralógicos

1.1. Presencia de sedimentos blanquecinos relacionados con procesos y/o agentes naturales y antrópicos

Tal como ya mencionamos, en la muestra analizada se encontró, junto con el yeso, una cantidad elevada de plagioclasa y un escaso porcentaje de material arcilloso. La plagioclasa seguramente pertenece a la roca muestreada, debido a que no fue posible separarlas por completo durante el raspado. Las arcillas pudieron formarse por la meteorización de las rocas o también durante la diagénesis, cuando los sedimentos son soterrados y sufren cambios. En el caso del sitio El Zorro, es factible que estas arcillas fueran producto de la alteración de las rocas presentes en el sitio (Ciccioli, com. pers.).

Según describimos en las expectativas, el yeso adherido a las paredes del sitio podía tener un origen antrópico o natural. Para discutir la primera opción se

tuvieron en cuenta los antecedentes del uso de yeso en distintas actividades antrópicas: en la preparación de muros y/o pisos, en la elaboración de soportes para pinturas rupestres y/o como aditivo para pigmentos (Aschero 1988; Babot *et al.* 2006). Sin embargo, las características observadas en El Zorro no eran compatibles con esta posibilidad. En primer lugar, el espesor del yeso en los muros de los recintos era concordante con aquél propio de un precipitado (entre 100 y 200 micrones) (Alonso, com. pers.). Además, su presencia no recubría la totalidad de las paredes sino que comenzaba a aparecer a los 35 cm de profundidad, no observándose en su parte superior. Por otro lado, la presencia del yeso no se restringía sólo al interior de los muros. Finalmente, y quizás sea éste el aspecto más importante a destacar, los tiestos recuperados también presentaban yeso. Todos estos indicios permitieron corroborar el origen natural de este mineral por lo que quedaba por determinar el proceso de formación responsable de su presencia en el sitio: avance de la vega de San Francisco, ascenso de la napa freática -ya sea total o parcial- o acumulación temporaria de agua en un sustrato con sales previamente precipitadas. Si bien todas estas opciones son posibles, la última es la menos probable dado que, como ya señalamos, ni el agua de lluvia ni la de deshielo contienen sales disueltas y, además, las precipitaciones en la zona de estudio son muy escasas.

Dado que estos sedimentos evaporíticos se originan por un proceso de precipitación química *in situ*, la posibilidad de que hubieran sido transportados por algún agente natural como el viento quedaba descartada. Dichos sedimentos son típicos de condiciones climáticas áridas y de muy altas altitudes (Alonso 2006), como es el caso de nuestra área de estudio.

La Difracción de Rayos X permitió corroborar, entonces, que el sitio fue afectado por el agua al menos una vez desde que fue ocupado. No obstante, para determinar el tipo de inundación producida resultó fundamental complementar estos datos con la información diatomológica.

Respecto de la extensión de la inundación, se observó que ambas estructuras se vieron afectadas pues el yeso estaba presente en todos los muros. En relación con este tema, cabe destacar que Kligmann (2003, 2009) no encontró registro de yeso en los sedimentos del Tambo de San Francisco, sitio arqueológico ubicado en otro sector de la misma geofoma pero a menor altura sobre el nivel actual de la vega (entre 50 y 75 cm). Por este motivo, así como por los resultados de los análisis físico-químicos de los sedimentos, se pudo inferir que este sitio inca no fue afectado por una inundación a pesar del gran número de diatomeas halladas. Esto puede deberse a que: 1) el último ascenso de la napa fue anterior al período de ocupación inca o 2) el ascenso de la napa fue localizado, afectando solamente a algunos sectores de la vega.

2) Análisis diatomológicos

2.1. Presencia de diatomeas relacionadas con procesos y/o agentes naturales

Tal como se mencionó en las expectativas, la presencia de agua en el sitio podía atribuirse a tres posibles causas naturales: 1) avance de la Vega de San Fran-

cisco, 2) ascenso total o parcial de la napa freática o 3) acumulación temporaria de agua proveniente de otras fuentes (lluvia -poco probable- o derretimiento *in situ* de nieve acumulada).

Si la Vega de San Francisco hubiera crecido tanto como para inundar el sitio, en el registro sedimentario de este último debería haberse encontrado una gran cantidad de diatomeas, como mínimo 100.000 células/cm³ de sedimento (Kligmann 2003, 2009). Sin embargo, en el caso de El Zorro la densidad diatomológica fue muchísimo más baja (entre 300 y 10.000 células/cm³). Por otro lado, en las muestras de la vega se registró un número mayor de géneros y/o especies (Kligmann 2003, 2009) que en las muestras sedimentológicas de El Zorro. Tanto la densidad diatomológica como el número de géneros y/o especies presentes permitieron descartar, entonces, el avance de la vega sobre El Zorro.

Si en el sitio se hubiera producido un ascenso total de la napa freática (hasta alcanzar la superficie) o si se hubiera acumulado agua de lluvia o de deshielo de manera temporaria, se habría formado un humedal con las condiciones de humedad, iluminación y oxigenación (aún las mínimas) necesarias para su colonización por parte de las diatomeas. En esta situación también debería haberse hallado un número de células significativamente mayor al recuperado, por lo que estas opciones también se descartan. Si bien es cierto que se encontraron algunas especies de diatomeas consideradas como “pioneras”, tales como *Fragilaria brevistriata* y *Fragilaria pinnata*, éstas estaban en cantidades insignificantes e insuficientes como para plantear siquiera la posibilidad de que hubieran encontrado allí condiciones aptas para su proliferación.

La opción restante era que la napa freática (cuya agua está libre de diatomeas) hubiera ascendido parcialmente (sin alcanzar la superficie) y al bajar hubiera dejado rastros de humedad en los sedimentos, lo que fue confirmado por el análisis de Difracción de Rayos X. Los resultados diatomológicos obtenidos son consistentes con esta hipótesis, si consideramos que las escasas valvas recuperadas en las muestras no provienen de la existencia de un cuerpo de agua en el sitio sino de otra fuente.

De esta manera se pudo identificar el tipo de cuerpo de agua que afectó a El Zorro. Ahora bien, en cuanto al evento en sí, hay varios elementos que deben tenerse en cuenta. Primero, que las fluctuaciones de la napa freática se relacionan con el aumento o disminución de la humedad ambiental. Como mostraron los estudios paleoambientales llevados a cabo en la zona (Ratto 2007; Valero Garcés y Ratto 2005, entre otros), durante el pasado se produjeron distintos episodios de variación en la carga hídrica y esto pudo afectar no sólo a la disponibilidad y productividad de la vega sino también a la napa freática. Por el mecanismo de funcionamiento propio de una vega, entonces, se puede establecer que el ascenso de la napa se produjo en un momento de aumento de la carga hídrica y de la humedad ambiental.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que en este caso se está observando el resultado del último evento de ascenso de la napa. Si hubieran existido otros episodios similares anteriores, el yeso precipitado hubiera entrado en solución con

cada nuevo ascenso de la napa. Dado que este mineral afectó a los muros, a los artefactos y a los sedimentos se puede inferir que este último evento se produjo después del enterramiento del sitio. Si las inundaciones hubieran ocurrido durante la ocupación del sitio, éste se hubiera vuelto inhabitable y seguramente hubiese sido abandonado.

Si las diatomeas presentes en los sedimentos de El Zorro no fueron resultado de la presencia de un cuerpo de agua natural *in situ*, quedaba por identificar los agentes de transporte responsables de su presencia en el sitio.

Considerando la intensidad del viento en el área, se planteó la posibilidad del transporte eólico. Lo primero que llamó la atención fue la presencia de dos muestras estériles en la estructura 5. Éstas fueron extraídas en distintas cuadrículas de excavación pero a la misma profundidad y con el mismo grado de exposición que otras muestras que sí contenían diatomeas. Lo esperable, en caso de que las diatomeas tuvieran un origen eólico, era que el viento las hubiera distribuido de manera uniforme.

Por otra parte, al comparar la abundancia relativa de géneros entre las dos estructuras excavadas, resultó notorio que existían cinco géneros exclusivos de la estructura 3 (*Amphora*, *Cocconeis*, *Fragilaria*, *Mastogloia* y *Synedra*) y un género exclusivo de la estructura 5 (*Achnanthes*). Esta situación no resultaba coherente con el accionar del viento, que si bien puede seleccionar y transportar diferencialmente partículas de distinto tamaño de acuerdo con su capacidad, no puede seleccionar entre partículas del mismo tamaño. En el caso de las diatomeas, se contempló la posibilidad de que la existencia de géneros exclusivos se debiera a las variaciones de tamaño de las células. Por ello se analizaron los tamaños de los especímenes con el programa *Sigma ScanPro* y no se observaron diferencias notorias entre los géneros exclusivos y los comunes a ambas estructuras.

Por último, en el proceso de transporte eólico los frústulos pueden golpear-se. Así, al momento de la depositación presentarían un alto grado de fragmentación (Harper, com. pers.). Para evaluar esta posibilidad se comparó el grado de fragmentación de los frústulos hallados en El Zorro y resultó evidente que era prácticamente inexistente en la estructura 3 y alto en la estructura 5. Por lo tanto, se pudo observar que el proceso que produjo la fragmentación actuó a nivel de estructura.

En resumen, todas las evidencias recién mencionadas permitieron descartar el viento como el agente principal responsable del transporte de las diatomeas halladas en el sitio.

La fauniturbación está documentada en sitios emplazados en la misma cota (Kligmann 2003, 2009) y se debe principalmente a la acción de roedores (madrigueras, nidos y excrementos) y en menor medida de camélidos (excrementos). Durante las excavaciones de El Zorro se hallaron túneles de roedores pero no nidos. Al no haber evidencia, entonces, del transporte de vegetación desde la vega al sitio para la construcción de sus nidos, se descarta el aporte de diatomeas con estos fines por parte de los roedores. Otra opción para dar cuenta de la incorporación de diatomeas en los sitios es la depositación de excrementos de animales que hubieran ingerido agua y/o vegetación de la vega, ambos con abundantes diatomeas (Klig-

mann 2003, 2009). Dado que en este sitio se encontraron excrementos de roedor en los recintos 3 y 5, no se puede descartar el transporte faunístico de diatomeas. Sin embargo, los roedores por sí solos no pueden explicar la fragmentación diferencial de estos microorganismos observada en ambos recintos.

En conjunto, el análisis de estas variables demostró que los agentes naturales no fueron los responsables principales del ingreso de diatomeas al sitio, por lo que lo más probable es que se debiera a la acción antrópica. En apoyo de esta hipótesis debemos mencionar que Kligmann (2003, 2009) halló evidencias del transporte antrópico de agua en otro sitio arqueológico localizado en las inmediaciones de la Vega de San Francisco, denominado Tambo de San Francisco.

2.2. Presencia de diatomeas relacionadas con procesos y/o agentes antrópicos

La bajísima densidad diatomológica hallada en las muestras analizadas así como la ausencia de estructuras específicas relacionadas con el almacenamiento o distribución antrópica de agua nos permitieron postular que la presencia de diatomeas en las muestras se debía al transporte antrópico de materiales para realizar actividades cotidianas.

A partir de la comparación de los resultados obtenidos se propone, a modo hipotético, que en ambas estructuras se realizaron actividades diferentes. En el caso de la estructura 3 se planteó la posibilidad de que los seres humanos hubieran transportado agua para cocción, consumo o almacenamiento. Esto se apoya en la presencia de tuestos correspondientes a ollas, pucos y vasijas entre los artefactos cerámicos hallados en el sitio (Feely 2010).

En la estructura 5, la fragmentación de las diatomeas era tan alta que el material parecía triturado o molido y hay dos actividades antrópicas que se podrían relacionar con esta característica: pastoreo y molienda.

Con respecto al pastoreo, algunos animales grandes que actualmente viven en la región (como los camélidos) se alimentan de la vegetación de la vega y sus alrededores. El tracto digestivo de estos animales puede fragmentar las diatomeas y al ser posteriormente eliminadas en los excrementos, los fragmentos se incorporarían a los sedimentos. Esta posibilidad es contemplada en algunos trabajos como el de Battarbee (1988), quien relaciona la fragmentación de frústulos con procesos biológicos asociados a la digestión de animales rumiantes, aunque menciona también que algunas diatomeas pequeñas pueden pasar por el tracto digestivo sin sufrir daños. En el caso de El Zorro esta opción fue descartada porque en la estructura 5 no se encontraron evidencias de excrementos de animales de gran porte en los sedimentos.

En segundo lugar, cabe la posibilidad de que los seres humanos hubieran transportado agua o vegetación desde la vega para realizar algún tipo de actividad de molienda en el sitio. Esta opción resultó ser la más viable, especialmente si se tiene en cuenta que entre la evidencia artefactual se halló una mano de moler (Carniglia 2012; Feely 2010). Por lo tanto, si las diatomeas halladas están relacionadas

con actividades de molienda, permitirían identificar el tipo de molienda: en este caso, estaríamos ante la presencia de molienda en húmedo.

Conclusiones

A lo largo de este trabajo se analizaron muestras sedimentarias provenientes de las estructuras 3 y 5 del sitio El Zorro con el fin de corroborar la hipótesis surgida durante su excavación, que proponía que el sitio había sido afectado por una inundación. Para corroborar dicha hipótesis y discutir el tipo de inundación, así como su alcance, se siguieron dos líneas de investigación: a) estudios mineralógicos y b) estudios diatomológicos. Ambas permitieron alcanzar los objetivos propuestos y, además, brindaron información relevante para discutir otros procesos de formación que actuaron en el sitio.

Respecto de la hipótesis inicial del proyecto, se determinó que el sedimento blanquecino adherido a los muros era un mineral soluble del grupo de las evaporitas (yeso), típico de ambientes áridos. Si bien esto demostró que el sitio estuvo efectivamente afectado por el agua, para determinar el tipo de inundación resultó necesario complementar el estudio mineralógico con el diatomológico. Para ello se tuvo en cuenta, en primer lugar, que la escasez de células y de taxones de las muestras analizadas no probaba la existencia del avance de la Vega de San Francisco. En segundo lugar se consideró que la escasísima presencia de especies de diatomeas “pioneras” en la colonización de nuevos ambientes no era suficiente para aceptar que la napa freática hubiera alcanzado la superficie ni que en el sitio se hubiera producido una acumulación temporaria de agua de lluvia o de deshielo. De esta manera se estableció que la humedad se habría originado por un ascenso de la napa freática que nunca alcanzó la superficie. Ahora bien, dado que la freática *per se* no tiene diatomeas, quedaba por explicar de dónde habían venido las diatomeas halladas en las muestras analizadas.

Los resultados obtenidos permitieron establecer que el agua no fue el único agente que contribuyó en la formación de los depósitos arqueológicos de El Zorro. Las diferencias observadas en la densidad de diatomeas, en los taxones representados y en su ecología así como en el grado de fragmentación de los frústulos no podían ser explicadas sólo por factores naturales como el viento y los animales. Por este motivo se planteó que los seres humanos fueron los agentes principales del ingreso de estos microorganismos al sitio. De esta manera se postuló que las actividades antrópicas que involucran el transporte de agua o de materiales en contacto con un cuerpo de agua podrían haber aportado las diatomeas encontradas, quedando abierta una nueva vía de análisis para asignar funcionalidades a un espacio determinado.

Este trabajo buscó resaltar el enorme potencial de los estudios sedimentológicos como fuente de información. En particular se debe destacar cómo los resultados diatomológicos acompañaron a la evidencia arqueológica. Para la estructura 3, que presenta una cantidad mayor de diatomeas bien preservadas, se planteó el transporte de agua pero no se pudieron identificar actividades específicas. La

evidencia cerámica incluye tanto vasijas para cocción como para contener líquidos, con lo cual el transporte de agua se puede relacionar con cualquiera de estas dos actividades. A partir del alto grado de fragmentación de los frústulos se propuso que la actividad desarrollada en la estructura 5 fue la molienda. Esta idea está avallada por la presencia de manos de moler.

Aún no es posible discutir el origen de las diatomeas halladas en el sondeo externo ya que sólo se analizaron parcialmente los sedimentos. Podría tratarse de un patio para realizar actividades antrópicas fuera de los recintos. En cualquier caso, es esperable la modificación antrópica de los sedimentos en sitios arqueológicos, especialmente en aquéllos con manejo de animales (Ratto *et al.* 2011). Por lo tanto, las muestras del sondeo, si bien eran externas a las estructuras, no funcionaron a modo de muestras de control naturales como sí lo hicieron las muestras de la vega.

En resumen, a lo largo de esta trabajo no sólo se determinó que el sitio estuvo inundado sino que también se pudo identificar el tipo de inundación y su alcance. Los resultados obtenidos también indicaron que en el pasado hubo al menos un período de mayor humedad que la actual que provocó el ascenso de la napa freática. Además, a partir de las diatomeas fue posible discutir procesos de formación antrópicos y plantear, aunque más no sea a nivel hipotético, actividades diferenciales para los dos recintos excavados.

Agradecimientos

Agradecemos a Florencia Vázquez por su colaboración durante el trabajo de laboratorio. Las investigaciones realizadas contaron con apoyo financiero de los siguientes subsidios: “Prácticas sociales en el tiempo: continuidad y cambio en el oeste tinogasteño (Catamarca, Argentina)” (UBACyT F-139, 2008-2011) e “Interacción y cambio: sociedad y ambiente de valle y Puna cordillerana del oeste tinogasteño, Catamarca (ca. 5000.500 AP)” (PICT 01539 Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, 2009-2012), ambos dirigidos por la Dra. Norma Ratto.

Bibliografía

Alonso, R. 2006. Ambientes evaporíticos continentales de Argentina. *Serie Correlación Geológica* 21: 155-170.

Alonso, S. 2008. Informe mineralógico de muestra del sitio El Zorro. Estudio por Difracción de Rayos X. Ms.

Aschero, C. A. 1988. Pinturas rupestres, actividades y recursos naturales: un encuadre arqueológico. En *Arqueología Contemporánea Argentina. Actualidad y Perspectivas*, compilado por H. D. Yacobaccio, pp. 109-146. Ediciones Búsqueda, Buenos Aires.

Babot, M. Del P., C. Aschero, S. Hocsman, M. C. Haros, L. Gonzalez Baroni y S. Urquiza 2006. Ocupaciones agropastoriles en los sectores intermedios de Antofagasta de la Sierra (Catamarca): un análisis desde Punta de la Peña 9.1. *Comechingonia* 9: 57-72.

Battarbee, R. W. 1986. Diatom analysis. En *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, editado por B. E. Berglund, pp. 527-570. J. Wiley & Sons Ltd., New York.

1988. The use of diatom analysis in archaeology: a review. *Journal of Archaeological Science* 15(6): 621-644.

Carniglia, D. 2012. Elecciones técnicas en conjuntos artefactuales líticos del oeste tinogasteño (Catamarca, ca. 300 - 1000 AD). Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas (orientación Arqueología), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.

Denys, L. 1992. On the significance of marine diatoms in freshwater deposits at archaeological sites. *Diatom Research* 7: 195-197.

Feely, A. 2010. *Tradición cerámica y límites sociales en el Valle de Fiambalá (Dto. Tinogasta, Catamarca)*. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.

Harper, M. 2000. Diatoms as markers of atmospheric transport. En *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*, editado por E. F. Stoemer. y J. S. Smol, pp. 429-435. Cambridge University Press, Cambridge.

Kligmann, D. M. 1998. Procesos de formación del registro arqueológico: una propuesta alternativa a los modelos clásicos. *Metodología y Ciencia en Arqueología. Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (8° parte). Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael XX, No. 1/2, pp. 123-136. Mendoza.

— 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.

— 2009. *Procesos de Formación de Sitios Arqueológicos: Tres Casos de Estudio en la Puna Meridional Catamarqueña Argentina*. Archaeopress - British Archaeological Reports (BAR) International Series 1949, Oxford.

Kligmann, D. M. y M. Calderari 2012. Diatoms and ceramic provenance: a cautionary tale. *Archaeometry* 54(1): 129-143.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot 1986. Bacillariophyceae. En *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, editado por H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer, pp. 1-876. G. Fischer, Stuttgart.

— 1988. Bacillariophyceae 2. En *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, editado por H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer, pp. 1-536. G. Fischer, Stuttgart.

— 1991a. Bacillariophyceae 3. En *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, editado por H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer, pp. 1-576. G. Fischer, Stuttgart.

— 1991b. Bacillariophyceae 4. En *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, editado por H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer, pp. 1-437. G. Fischer, Stuttgart.

Maidana, N. 1996. Asociaciones de diatomeas fósiles del sitio arqueológico Potrero de Caballo Muerto (Puna de Jujuy, Argentina). *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (13° parte), pp. 53-57. Mendoza.

Nash, D. T. y M. D. Petraglia 1987. *Natural Formation Processes and the Archaeological Record*. BAR International Series 352, Oxford.

Ratto, N. 2003. *Estrategias de caza y propiedades del registro arqueológico en la Puna de Chaschuil (Dpto. de Tinogasta, Catamarca, Argentina)*. Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. <http://cambiocultural.homestead.com/Ratto.html> (Acceso Noviembre de 2009).

— 2007. Paisajes arqueológicos en el tiempo: la interrelación de ciencias sociales, físico-químicas y paleoambientales (Dpto. Tinogasta, Catamarca, Argentina). En *Producción y Circulación Prehispánicas de Bienes en el Sur Andino*, Tomo 2, compilado por A. E. Nielsen, M. C. Rivolta, V. Seldes, M. M. Vázquez y P. H. Mercolli, pp. 35-54. Editorial Brujas, Córdoba.

Ratto, N., D. Carniglia y L. Coll 2012a. Ocupación del área de “Los Seismiles” desde tiempos Formativos a recientes (Dpto. Tinogasta, Catamarca): nuevas evidencias. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXVII*(1): 207-216.

Ratto, N., D. M. Kligmann, C. Montero, N. Bonomo, F. Hongn, B. Valero Garcés, A. Osella y N. Russo 2012b. Historia ambiental, arqueo-geofísica y geo-arqueología del oeste tinogasteño (Catamarca): su impacto y consecuencias en las sociedades del primer milenio. Trabajo presentado en el Taller: Arqueología del Período Formativo en Argentina (coordinado por A. Konstanje y M. Lazzari), Tafí del Valle.

Ratto, N., D. M. Kligmann y N. Russo 2011. Geoarqueología de sitios de altura (4000-5000 msnm) del oeste Tinogasteño (Catamarca). En *Libro de Resúmenes III Congreso Latinoamericano de Arqueometría*: 90-91. Universidad de Arica, Arica.

Round, F. E., R. M. Crawford y D. G. Mann 1990. *The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Press, Cambridge.

Schiffer, M. 1983. Toward the identification of formation processes. *American Antiquity* 48(4): 675-705.

— 1987. *Formation Processes of the Archaeological Record*. University of Utah Press, Salt Lake City.

Stoermer, E. F. y J. P. Smol (Editores) 1999. *The Diatoms. Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge.

Valero Garcés, B., A. Delgado-Huertas, A. Navas, L. Edwards, A. Schwalb y N. Ratto 2003. Patterns of regional hydrological variability in central southern Altiplano (18°-26° S) lakes during the last 500 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194(1-3): 319-338.

Valero Garcés, B., A. Delgado-Huertas, N. Ratto y A. Navas 1999. Large ¹³C enrichment in primary carbonates from Andean Altiplano lakes, northwest Argentina. *Earth and Planetary Science Letters* 171(2): 253-266.

Valero Garcés, B., A. Delgado-Huertas, N. Ratto, A. Navas y L. Edwards 2000. Paleohydrology of Andean saline lakes from sedimentological and isotopic records, Northwestern Argentina. *Journal of Paleolimnology* 24(3): 343-359.

Valero Garcés, B. y N. Ratto 2005. Registros lacustres holocénicos en la Puna de Chaschuil y El Bolsón de Fiambalá (Dpto. Tinogasta, Catamarca): resultados preliminares. *Actas del XVI Congreso Geológico Argentino*, Tomo IV, pp. 163-170. La Plata.

Van Dam, H., A. Mertens y J. Sinkeldam 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28(1): 117-133.

Vázquez, F. C. 2012. *Procesos de formación en ambientes de altura: El caso del sitio El Zorro (Puna meridional Catamarqueña)*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas (orientación Arqueología), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.

Wood, W. y D. Johnson. 1978. A survey of disturbance processes in archaeological site formation. En *Advances in Archaeology Method and Theory* 1, editado por M. B. Schiffer, pp. 539-601. Academic Press, Nueva York.

Yacobaccio, H. D. 1988. Introducción. En *Arqueología Contemporánea Argentina. Actualidad y Perspectivas*, compilado por H. D. Yacobaccio, pp. 7-12. Ediciones Búsqueda, Buenos Aires.