

Procesos de formación
de sitios arqueológicos:
tres casos de estudio en la Puna
meridional catamarqueña
argentina

Débora M. Kligmann

BAR International Series 1949
2009

Procesos de formación
de sitios arqueológicos:
tres casos de estudio en la Puna
meridional catamarqueña
argentina

Débora M. Kligmann

BAR International Series 1949
2009

This title published by

Archaeopress
Publishers of British Archaeological Reports
Gordon House
276 Banbury Road
Oxford OX2 7ED
England
bar@archaeopress.com
www.archaeopress.com

BAR S1949

Procesos de formación de sitios arqueológicos: tres casos de estudio en la Puna meridional catamarqueña argentina

© Archaeopress and D M Kligmann 2009

ISBN 978 1 4073 0432 8

Printed in England by Blenheim Colour Ltd

All BAR titles are available from:

Hadrian Books Ltd
122 Banbury Road
Oxford
OX2 7BP
England
bar@hadrianbooks.co.uk

The current BAR catalogue with details of all titles in print, prices and means of payment is available free from Hadrian Books or may be downloaded from www.archaeopress.com

A Beatriz y Rodolfo, con quienes siempre puedo contar de manera incondicional, por ser los mejores padres que uno pueda tener. Gracias a su amor y a su apoyo permanente todo es posible.

A la memoria de mi adorada abuela Paulina por ser un ejemplo de vida y una fuente de inspiración.

AGRADECIMIENTOS

La preparación de este libro consistió en dos etapas: la elaboración de mi Tesis de Doctorado y su adaptación para adecuarse al presente formato, de acuerdo a las normas editoriales propuestas por BAR.

La tesis doctoral, dirigida por la Dra. Julie K. Stein y co-dirigida por el Dr. Luis A. Borrero, fue defendida el 15 de diciembre del 2003 en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires con recomendación de publicación. El jurado estuvo constituido por los Dres. Daniel Olivera, Eduardo Tonni y Marcelo Zárate.

Respecto de la primera etapa, me gustaría comenzar agradeciendo a las instituciones que colaboraron con mi investigación: Universidad de Buenos Aires, University of Washington, Sigma Xi, Fundación Osdic y Fundación Antorchas.

A Norma Ratto por haberme invitado a participar del Proyecto Arqueológico Chaschuil cuando recién comenzaba a transitar el camino de la geoarqueología. Por haber confiado en mí para analizar los procesos de formación de las unidades de excavación, brindándome total libertad para desarrollar mi trabajo. Por su apoyo logístico para la recolección de las muestras y por facilitarme el nido de roedor recuperado en la excavación del corral para analizar su contenido diatomológico.

A mi directora, Julie Stein, por haberme introducido en el apasionante mundo de la geoarqueología y por haber participado activamente en mi formación. Por permitirme utilizar el Laboratorio de Sedimentos Arqueológicos de la University of Washington (Seattle) para analizar las muestras de sedimentos y por haber puesto a mi disposición todo el material de laboratorio necesario para tal fin.

A mi co-director, Luis Borrero, por su excelente desempeño, por su permanente apoyo y por sus comentarios siempre oportunos. Me siento muy afortunada de que me haya permitido transitar este camino a su lado.

A los jurados, quienes con sus elogios me confirmaron que estaba en el camino correcto.

A todos los científicos de otras disciplinas con quienes tuve la suerte de trabajar, por el entusiasmo con el que se involucraron en cuestiones de índole arqueológica.

A Ramón Carrillo por el armado del mosaico a partir de las aerofotografías. A Susana Alonso, Adelma Bayarsky y Patricia Solá por los análisis técnicos realizados.

A Carmen Sesé por haberme hecho descubrir el universo de los microvertebrados y por haber aceptado mi invitación para analizar los restos recuperados en el Alero 12. Porque a pesar de la distancia, resultó una magnífica compañera de trabajo y me enseñó cuán provechoso puede ser el intercambio de ideas entre científicos de distintas disciplinas. Por los momentos compartidos en mis estadías en Madrid.

A Javier Barbadillo por las determinaciones taxonómicas iniciales de los restos óseos y dentarios de las lagartijas y a Iñigo Martínez Solano por su colaboración en las tareas de laboratorio.

A Adriana Albino por haber profundizado el análisis del material herpetológico y por la paciencia con la que respondió cada una de mis inquietudes.

A Rogelio Sánchez y Jesús Muñoz, del Laboratorio de Fotografía del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, por haber puesto el máximo cuidado e interés en la realización de algunas de las fotografías de los microvertebrados.

A Milena Calderari, María Pía Falchi, Inés Gordillo, María Isabel Hernández Llosas, Matilde Lanza y Beatriz Ventura por haberme facilitado información, bibliografía y fotografías para la realización de las figuras 7.3 a 7.30.

A María Isabel Hernández Llosas por haber pensado en mí hace mucho tiempo para analizar las diatomeas del sitio Pintoscayoc, generando mi interés en los estudios diatomológicos para resolver problemas arqueológicos.

A Nora Maidana por la identificación de las especies de diatomeas, por las fructíferas discusiones interdisciplinarias y por haberse animado a mirar las mismas diatomeas de siempre desde un ángulo diferente. Por los domingos con “pollito”.

A Oscar Limarino por permitirme utilizar el Laboratorio de Sedimentología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.

A los integrantes del Proyecto Arqueológico Chaschuil. Muy especialmente a Sergio Caletti (“Mac Gyver”) por su ayuda en las tareas de campo necesarias para relevar las pistas experimentales y por sus brillantes y originales ideas.

A Elena Díaz País por su colaboración en el análisis de los microartefactos, en la preparación de las muestras de diatomeas para su posterior determinación y en el procesamiento de los datos de las pistas experimentales. Por haber escaneado y retocado todas las fotografías y por la realización de algunas figuras. Por resultar una excelente compañía durante la parte más ardua del trabajo.

A Dolores Elkin, Yolanda Fernández-Jalvo, Dánae Fiore, Chris Gleed-Owen, Donald Grayson, Oscar Limarino, Fernando Lobo, Eduardo Malagnino, Ulyses Pardiñas, Fernanda Rodríguez, Antonio Sánchez Marco, Rita Tófalo, Ricardo Villalba, Luis Zapatero y Marcelo Zárate, con quienes realicé consultas relativas a sus especialidades y que me atendieron tan amablemente.

A Milena Calderari, Dolores Elkin, Carlos Escorza, Yolanda Fernández-Jalvo, Vicky Horwitz, Nora Maidana, Willie Mengoni, Daniel Olivera, Ulyses Pardiñas, Norma Ratto, Cecilia Rodríguez Loredo, Carmen Sesé, Patricia Solá y Beatriz Ventura por la lectura crítica de versiones preliminares de algunas partes de la tesis y por sus valiosos comentarios.

A Beatriz Ventura por poner su biblioteca a mi disposición y porque sus palabras de aliento me estimularon enormemente en los tramos finales de la tesis.

A Patricia Solá por el enriquecedor intercambio de ideas sobre las relaciones entre la geología y la arqueología. Por estar siempre dispuesta a responder mis consultas con infinita paciencia y muy buen humor. Por el tiempo dedicado y por su generosidad.

A mi amiga Milena Calderari por haber discutido conmigo el problema de la geoarqueología desde todos los ángulos posibles, por su constante apoyo y por compartir tan generosamente sus conocimientos. Por su increíble hospitalidad, al haberme recibido en su casa en reiteradas oportunidades, haciendo posible los distintos viajes a Seattle para analizar las muestras de sedimentos. Por las enseñanzas de *Poirot*. Me considero muy afortunada de tener una amiga como ella.

Para finalizar, y con respecto a la segunda etapa, me gustaría agradecer a Elena Díaz País, quien con su compañía y conocimientos hizo posible la transformación de los cientos de archivos originales de la tesis (figuras, fotografías y tablas), elaborados en formato *Excel*, *Powerpoint* e *Illustrator*, en imágenes compatibles con la edición de este libro. Sus consejos resultaron fundamentales para la diagramación.

Respecto de la tesis original, este libro presenta cambios menores como ser correcciones ortográficas, actualización de ciertos datos y eliminación de algunas figuras, fotografías y tablas.

Buenos Aires, Marzo de 2009

ENGLISH SUMMARY

“We need to have a moment of silence for the lizards that died so tragically on the Argentine Puna”

Julie Stein

STATEMENT OF THE PROBLEM

Previous research shows that both natural and cultural processes affect archaeological materials before, during and after the sites are abandoned. Despite recognizing the importance of these processes, systematic research dealing specifically with this issue remains scarce. Analyses of site formation processes in the Argentine *Puna* are uncommon and they are mainly devoted to answering taphonomic questions. In my opinion, understanding site formation processes is a prerequisite before inferring past human activity from the spatial distribution of the material remains recovered at any site.

This book is the product of research I conducted for my Doctoral Dissertation (“Archaeological Site Formation Processes: Three Case Studies in Catamarca’s Southern Argentine *Puna*”) with Dr. Julie K. Stein acting as advisor and Dr. Luis A. Borrero as co-advisor. It was presented at the University of Buenos Aires, Argentina, on December 15th 2003. The main goal for my dissertation was to reconstruct the formation processes of the excavated units through the analysis of their sediments. This would provide the necessary information to discuss human occupation intensity as well as to examine site usage throughout the passage of time. The sediment analysis provided three research avenues: physical/chemical properties, microvertebrates and microfossils. A fourth avenue was explored by using information obtained through experimental control sites.

ARCHAEOLOGICAL RESEARCH IN THE STUDY AREA

Since 1994 archaeological research, funded by the National University of Catamarca, has been carried out in the Department of Tinogasta, Catamarca Province, Northwest Argentina. The study area, with altitudes decreasing north-south from 4250 to 3500 masl, includes the Chaschuil Valley, two tributary basins called “Las Lozas” and “Cazadero Grande” as well as a high altitude marsh called “Vega de San Francisco”.

The overall goal of the Chaschuil Archaeological Project, directed by Dr. Norma Ratto, was to reconstruct the cultural and environmental dynamics of the groups that inhabited the Southern *Puna* in the past thus generating models to explain spatial usage. The general hypothesis held that the Chaschuil Valley functioned as a “circulation corridor” for goods, energy and information between two regions: the semi-arid valleys of Northwestern Argentina (*Valliserrana*) and Chile. It appears that the study area has been inhabited for the past 2000 years. This chronological framework was established by stylistic and technological characteristics of some artifacts as well as radiocarbon dating.

My own research was centered on the **Vega de San Francisco** in the *Puna* region, located at 4000 masl and 21 km away from the Argentina-Chile border. The *Puna*, by definition an environmentally demanding region, is characterized by cold dry weather and low precipitation and atmospheric pressure. Here vegetation is sparse and salt-lakes, which are the outcome of reduced moisture and high evaporation rates, are quite common. Harsh conditions notwithstanding, the **Vega de San Francisco** has both rock shelters as well as open-air archaeological sites. All the sediment samples analyzed in this book belong to three archaeological sites located in the NW section of the **Vega de San Francisco**. One is a rock shelter named “Alero 12”, the other is an enclosure named “Corral de San Francisco” and the last one is an Inka rest house named “Tambo de San Francisco”.

ORGANIZATION OF THE BOOK

PART I (Chapters 1 to 5) includes, after a brief introduction, the information common to all the analyses carried out: theoretical considerations, goals, spatial and temporal framework, archaeological background, expectations and methodology.

Chapter 1 informs readers about the contents of the book. After the research topic is introduced, the general project that framed my own work is presented. This is followed by some comments dealing with the way the information was organized and with the nature of the book.

Chapter 2 presents the theoretical considerations that guided my work as well as the general and specific goals for each of the four research avenues followed.

Chapter 3 allows the reader to understand the specific attributes that make the *Puna* very different from other areas. These comments are followed by a brief summary of the temporal framework available for the human occupation of the study area.

Chapter 4 deals with the archaeological background and the expectations for each of the four research avenues followed. Also, a brief summary of the three archaeological sites excavated is presented.

Chapter 5 describes all the steps necessary to undertake the analysis of the formation processes of the excavation layers, from the collection of samples in the field to their analysis in the lab.

PART II (Chapters 6 to 9) presents and discusses the results for each of the four research avenues followed: sediments' physical/chemical properties, microvertebrates, microfossils and experimental sites.

Chapter 6 deals with the sediment's physical/chemical properties. The chosen attributes to be analyzed were: color, organic matter, carbonates, pH, phosphorus, grain-size, microartifacts and mineralogy. I came up with a sediment model for human activity in the area. In contrast to the control samples, archaeological sites would have sediments with higher values of organic matter resulting in darker colors and higher phosphorus values. Carbonates are concentrated only around the marsh banks due to water evaporation. Accordingly, archaeological sediment samples would have lower carbonate values. Since the study area has naturally alkaline sediments, archaeological samples will have lower pH values due to the incorporation of acids through human activity that would have tended to neutralize them. Archaeological samples should also contain microartifacts rendering human presence obvious. Due to the probable existence of multiple sources and/or transport agents the sediments are more poorly sorted from a granulometric point of view. In other words, archaeological sediments should be highly heterogeneous as far as grain-size is concerned when compared to sediments that have not been impacted by human activities.

The results of the sediment analyses show that the sources of the sedimentary particles were: volcanoes (e.g. tephra in layer II of the rock shelter), weathered lava flows (e.g. rock shelter walls), unconsolidated materials (e.g. pyroclastic cones and disturbed desert pavement) and the marsh *per se*. The stratigraphical differences identified in the field were corroborated. The sediment particles traveled short distances since the abundance of angular particles and the presence of chemically unstable minerals point to a local origin. The transport agents of such particles were found to be: wind, volcanic eruptions, gravity, animals and humans. Several post-depositional alterations have been identified for the archaeological samples: seismic activity, animal burrowing, looting and recycling of construction materials. Animal as well as human trampling causes desert pavement alteration allowing buried materials to be re-exposed on the surface. Of all the physical/chemical attributes considered, pH, available phosphorus and type and amount of microartifacts showed the greatest differences as compared to the control samples. Thus they were the most useful in providing information about changes in human occupation intensity and site usage. There is a caveat to this proposition. This combination may not necessarily be useful to interpret archaeological sites located in other environments.

Chapter 7 deals with microvertebrate remains (mainly lizards) recovered at **Alero 12**. All the microvertebrates were classified into skeletal parts within large systematic groups (reptiles, rodents and birds) after which the NISP was calculated for all groups and the MNI just for the reptiles. From a taphonomic point of view I looked at both horizontal and vertical location of the remains, their state of preservation and the diversity of the faunal representation.

There was a minimum number of 74 lizards concentrated in one place. They belong to at least two species of *Liolaemus* genus and to probably one species of *Phymaturus* genus. The state of preservation of the faunal remains was very good. Almost all the skeletal parts were represented, even the most fragile and delicate ones. Most of the bones were whole and didn't show digestion traces or other signs of intentional human activity (e.g. cut marks or burning). These lizards did not constitute a food resource either for humans or animals (e.g. carnivores and predatory birds) and were not used in medicinal or ritual activities or as raw materials for future artifacts. Their death, due to catastrophic causes, occurred during group hibernation inside a rodent's burrow and points to a temporary abandonment by humans of the rock shelter.

Chapter 8 presents the analysis of the diatoms recovered in each of the three archaeological sites excavated. The attributes chosen were: number of species, number of cells and species ecology. In order to discuss the meaning of the presence of the diatoms in the sediment samples I took into consideration the cells' abundance or scarcity. Each of the options could be the result of either the presence or the absence of a water body *in situ*, with diatoms coming through natural processes or agents, through human action or by contamination.

There was a low number of cells and species in two of the archaeological sites, **Alero 12** and **Corral de San Francisco**. However, there was a high number of cells and species in the **Tambo de San Francisco** deposits. All of the diatoms included in the sediments of all sites come from the marsh or from some other water body with very similar characteristics. In all the sites, the presence of diatoms is not explained by one unique agent but by multiple agents

acting in combination or by one agent at a time throughout the centuries. In archaeological sites, the abundance of diatoms does not always indicate the presence of an *in situ* water body. The abundance of diatoms must not necessarily be associated with a period of greater humidity. The scarcity or absence of diatoms does not always guarantee the existence of an *in situ* water body. One cannot make interpretations based on diatoms recovered from archaeological sediments, independently of the quantity of cells and species, until proven that such diatoms are of natural origin and that they are indigenous.

The diatoms recovered at the rock shelter, **Alero 12**, were accumulated there by wind, animals and/or unintentional human activity. The diatoms recovered at the enclosure, **Corral de San Francisco**, were accumulated mainly by faunal activity and, to a lesser extent, by wind and/or unintentional human activity. The huge amount of diatoms recovered at the Inka rest house, **Tambo de San Francisco**, would be a consequence of the intentional transportation of water by humans. Animals and wind also contributed diatoms to it, although at a lesser extent than humans. Although at first sight the huge quantities of diatoms could have been explained by marsh flooding, in the end it was evident that the marsh never flooded the archaeological sites. The sediments around the marsh have very high organic matter and carbonate values. None of the archaeological sediments are anywhere close to those values.

Chapter 9 presents the results of the seven experimental sites after a 6 year period. These sites allowed me to evaluate the resolution and integrity of the deposited assemblages, that is, to identify the amount of disturbance on a spatial and contextual level undergone since their deposition. Examination of control samples from the study area is a necessary first step to identify natural (non-human) modifications in the archaeological sediments. Archaeological samples are different from control samples because the former are affected by natural as well as human processes. The higher the occupational intensity, the greater is the difference between the control and the archaeological samples.

The variables chosen for measurement were: number of pieces recovered and lost, horizontal displacement, vertical displacement, direction of horizontal movement, inclination, inversion, number of processes, formal damages and possible processes or agents of disturbance. I was interested in measuring how far and in what way artifacts moved within a sedimentary matrix and if that movement was related to the characteristics of the matrix (grain-size and compaction) and/or to the artifacts' characteristics (raw material, size, weight and shape). Two types of attributes were considered in the discussion: controlled (characteristics of the sites -such as grain-size of the sedimentary matrix-, characteristics of the pieces -such as raw material, size, weight and shape- and time of exposure) and uncontrolled (environmental characteristics -such as wind and earthquakes- and formation processes -such as deflation, animal and human disturbance).

Out of the seven experimental sites laid out, I was unable to locate two of them in subsequent controls. One was lost due to the marsh's dynamics and the other due to human activity. The artifacts underwent more disturbances on a spatial level (location) than on a formal level (fractures). 81% of the originally installed artifacts were recovered. Every single one of the recovered artifacts underwent horizontal displacements with a minimum travel distance of 1 cm and maximum one of 3.7 m. 25% of the recovered artifacts moved vertically but only 10% of them were completely buried, in no case deeper than 3 cm. No single attribute by itself could account for the observed movements. These movements are surely due to a combination of factors acting as a group. Since the observations of the experimental sites were widely spaced in time, in this type of experiment the changes recorded cannot be correlated to the agents or the processes that caused them. One can observe the beginning and the end of an experimental site but one is left to wonder as to what happened in between. On a temporal level (6 years) the results work as a minimum expectation of what could have occurred archaeologically. However on a spatial level the results show the greatest movement expected for an archaeological site. This is due to the fact that there were no physical boundaries for the experimental sites. In the archaeological sites there were walls all around them that limited movement. On the surface, there is a greater rate of deposition for artifacts than for sediments, creating palimpsests of low integrity and resolution. But under it, the artifacts recovered during excavation were buried because the rate of deposition for sediments was equal to or greater than the rate of artifact deposition, creating deposits of high resolution and integrity.

The marsh seems to change only slightly, although continually, in its shape and size. In the study area there seems to occur a differential destruction or burial of the sites according to their location. As far as formation processes are concerned, there seems to be two distinctive environments inside and outside the marsh. Due to the relative geomorphological stability, the objects have a high probability of being exposed for prolonged periods of time on a same topographical surface before being buried, thus creating palimpsests of artifacts coming from different assemblages.

PART III (Chapter 10) summarizes the site formation processes affecting each one of the three case studies: **Alero 12, Corral de San Francisco and Tambo de San Francisco**.

At the rock shelter **Alero 12**, the rodents' disturbance was localized, therefore the deposits can be considered as having high resolution and integrity. The differences between the four stratigraphic layers were the result of changes in the natural depositional conditions independent of human activity. The microvertebrate accumulation was of natural origin

unrelated to human activity. The analysis of both sediments and microvertebrates allowed me to propose a model of an alternate occupation by different human and natural agents (rodents and lizards) with a later abandonment of the site all together.

At the enclosure **Corral de San Francisco**, the rodents' disturbance was also localized, therefore the deposits can be considered as having high resolution and integrity. Given that the natural depositional conditions did not change the differences between the two stratigraphic layers can largely be explained by changes in human activity. Humans had a greater impact in the formation of these deposits than in those of the rock shelter. The current animal enclosure was built upon a previous occupation unrelated to animal husbandry. This indicates a change in site usage throughout time. The re-occupation of the same site can be explained by the fact that this area has almost no adequate locations for human installation.

Even though the rodents' disturbance seems to be localized, the two buildings (*Recintos 3 and 10*) excavated at **Tambo de San Francisco** are very disturbed. Not all these disturbances were caused by rodents. This Inka rest house was built on top of previous occupations. Human disturbance seems to account for the low resolution and integrity in both buildings. The disturbance at the site created conditions of differential visibility of the artifacts. The sediments, and the artifacts within, possibly ended up "scattered" on the surface due to the disappearance of the buildings' walls surrounding them. The sedimentological results do not agree with the expectations for a site with human occupation, even one of low intensity. Finally, I came to the conclusion that the water from the marsh never flooded the archaeological deposits. The diatom analysis allowed me to propose the intentional transportation of water to the site, although I cannot yet explain when or what for.

My research has proved that it is possible to identify disturbance based on sedimentological analyses. This is fundamental for sites in which there are no visible evidences of disturbance during excavation. Despite their proximity, the three studied sites produced different results regarding the formation processes involved in their depositional history. A single type of remain can be interpreted in radically different ways depending on whether its presence responds to either natural or human causes (e.g. lizards and diatoms). In all the sites I confirmed the stratigraphy observed in the field but I also added information not visible during the excavation. Overall the results of the sediment analyses showed that the human occupation in the **Vega de San Francisco** area was a low intensity, occasional and/or periodic one, confirming the general research hypothesis of the Chaschuil Archaeological Project. Therefore, the study area can be considered as a stopover on a well-traveled route, connecting different regions rather than an area that was occupied year-round. The sites were probably used by a small number of individuals to do specific activities (e.g. re-sharpening of lithic instruments). Certain sectors were re-occupied at different times and/or for different purposes (e.g. the enclosure and the Inka rest house were built on top of previous occupations with different usages).

PART IV (Chapters 11 to 13) includes two appendixes that contain the complete data bases used in chapters 6 through 9 and the bibliography.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS	I
ENGLISH SUMMARY	III
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	XIV
LISTA DE TABLAS	XV
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	
1.1. Planteo del problema	1
1.2. Las investigaciones arqueológicas en la zona de estudio: el proyecto general	1
1.3. Organización del libro	1
1.4. Alcances del trabajo	3
CAPÍTULO 2: CONSIDERACIONES TEÓRICO-METODOLÓGICAS Y OBJETIVOS	
2.1. Consideraciones teórico-metodológicas	4
• Para los sedimentos	4
• Para los microvertebrados	7
• Para los microfósiles silíceos (las diatomeas)	9
• Para las pistas experimentales	9
2.2. Objetivos	10
• Objetivo general	10
• Objetivos particulares	10
➢ Para los sedimentos	10
➢ Para los microvertebrados	11
➢ Para los microfósiles silíceos (las diatomeas)	11
➢ Para las pistas experimentales	11
2.3. Notas	12
CAPÍTULO 3: MARCO ESPACIAL Y TEMPORAL	
3.1. Marco espacial	14
• La zona de estudio: ubicación y características generales	14
• Antecedentes y material cartográfico	16
• Breve reseña geológica de la Puna meridional	17
• Vulcanismo local	19
• Fotointerpretación	19
• Procesos característicos de la zona de estudio	21
• Recursos	23
➢ Recursos minerales	23
➢ Recursos vegetales	23
➢ Recursos animales	23
3.2. Marco temporal	26
3.3. Notas	26
CAPÍTULO 4: ANTECEDENTES Y EXPECTATIVAS	
4.1. Antecedentes	27
• De las investigaciones arqueológicas en la provincia de Catamarca en general y en la Puna catamarqueña en particular	27
• De los sitios arqueológicos excavados: los casos de estudio	27
➢ Alero 12	27
➢ Corral de San Francisco	29
➢ Tambo de San Francisco, recintos 3 y 10	32
• Del tema de estudio: los procesos de formación de sitio	32

➤ Los sedimentos	32
❖ Antecedentes en la arqueología argentina	32
❖ Antecedentes en la arqueología de la Puna catamarqueña	36
➤ Los microvertebrados	36
❖ Antecedentes en la arqueología argentina	36
❖ Antecedentes en la arqueología de la Puna catamarqueña	36
➤ Los microfósiles silíceos (diatomeas)	36
❖ Antecedentes en la arqueología argentina	38
❖ Antecedentes en la arqueología de la Puna catamarqueña	38
➤ Las pistas experimentales	38
❖ Antecedentes en la arqueología argentina	38
❖ Antecedentes en la arqueología de la Puna catamarqueña	39
❖ Otros experimentos sobre sedimentos arenosos: algunos ejemplos	39
4.2. Expectativas	42
• Para los sedimentos	42
• Para los microvertebrados	42
➤ Acumulación de restos por la acción antrópica	43
➤ Acumulación de restos por la acción de carnívoros	43
➤ Acumulación de restos por la acción de aves rapaces	43
➤ Acumulación de restos por causas naturales y/o catastróficas	45
• Para los microfósiles silíceos (diatomeas)	46
• Para las pistas experimentales	51
➤ Modificaciones de los conjuntos a nivel espacial y contextual	51
➤ Granulometría de la matriz sedimentaria	51
➤ Tamaño y peso de las piezas	51
➤ Forma de las piezas	52
➤ Tiempo de exposición de las pistas	52
4.3. Notas	52

CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA

5.1. Los sedimentos	54
• Metodología de campo (recolección de las muestras)	54
• Metodología de laboratorio (preparación y procesamiento de las muestras)	54
➤ Color	55
➤ Materia orgánica y Carbonatos	55
➤ pH	56
➤ Fósforo disponible	56
➤ Granulometría	56
➤ Microartefactos	59
➤ Mineralogía	60
➤ Petrografía de muestras de rocas	60
➤ Difracción por rayos X de muestras de sedimentos y de material consolidado	60
5.2. Los microvertebrados	60
• Metodología de campo (recolección de las muestras)	60
➤ Objetivos del muestreo	60
➤ Criterios del muestreo	61
➤ Tamaño de las muestras	61
• Metodología de laboratorio (preparación y procesamiento de las muestras)	61
5.3. Los microfósiles silíceos (diatomeas)	62
• Metodología de campo (recolección de las muestras)	62
• Metodología de laboratorio (preparación y procesamiento de las muestras)	62
5.4. Las pistas experimentales	63
• Selección y preparación del material	63
➤ Tamaño	64
➤ Peso	64
➤ Forma	64
• Instalación de las pistas experimentales	65
• Control de las pistas experimentales	65
• Análisis de los datos	65
5.5. Notas	68

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE LOS SEDIMENTOS

6.1. Resultados	73
• Color	73
• Materia orgánica	73
• Carbonatos	75
• pH	75
• Fósforo disponible	79
• Granulometría	79
• Microartefactos	79
• Mineralogía	83
• Petrografía de muestras de rocas	85
➤ Muestra 1	85
➤ Muestra 2	87
➤ Muestra 3	92
➤ Muestra 4	92
➤ Muestra 5	94
➤ Muestra 6	94
➤ Muestra 7	96
➤ Muestra 8	99
➤ Muestra 9	99
➤ Muestra 10	101
• Difracción por rayos X de muestras de sedimentos y de material consolidado	101
➤ Muestras off-site 2 y alero 199	101
➤ Muestra del corral (“costra” de la base)	101
6.2. Discusión e interpretación	101
• Comparación de las diferentes unidades de deposición observadas durante la excavación de los sitios con los resultados de los análisis sedimentológicos de laboratorio	101
➤ Alero	119
➤ Corral	119
➤ Tambo	120
• Naturaleza y origen de los sedimentos	120
• Distinción de agentes de transporte	121
• Evaluación de alteraciones postdepositacionales	121
• Utilidad de los análisis sedimentológicos para examinar la intensidad de la ocupación humana en los sitios arqueológicos así como los usos que éstos han tenido a lo largo del tiempo	121
• Comentarios sobre algunas de las variables elegidas y/o de las técnicas de laboratorio utilizadas	122
6.3. Conclusiones	124
6.4. Notas	129

CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DE LOS MICROVERTEBRADOS

7.1. Resultados	130
• Resultados taxonómicos etapa I	130
➤ Los reptiles	130
➤ Las aves	130
➤ Los roedores	130
• Resultados taxonómicos etapa II	132
• Análisis tafonómico	132
➤ Ubicación espacial (horizontal y vertical) de los restos faunísticos	132
➤ Estado de conservación del material óseo y dentario de los microvertebrados	133
➤ Representación faunística	136
7.2. Discusión e interpretación	136
• Hábitos de vida de las lagartijas	136
• Análisis de los posibles agentes de acumulación de los microvertebrados del sitio	141
➤ Posibles agentes de acumulación de los restos de reptiles -lagartijas-	141
❖ Acumulación de los restos por la acción antrópica	141
❖ Acumulación de los restos por la acción de carnívoros	141
❖ Acumulación de los restos por la acción de aves rapaces	141
❖ Acumulación de los restos por causas naturales y/o catastróficas	141
➤ Posibles agentes de acumulación de los restos de aves y roedores	149
7.3. Conclusiones	150
7.4. Notas	152

CAPÍTULO 8: ANÁLISIS DE LOS MICROFÓSILES SILÍCEOS (DIATOMEAS)

8.1. Resultados	154
• Vega de San Francisco	154
• Nido de roedor del corral	154
• Alero	154
• Corral	154
• Tambo, recinto 3	154
• Tambo, recinto 10	158
8.2. Discusión e interpretación	158
• Vega de San Francisco	158
• Nido de roedor del corral	158
• Alero	170
• Corral	170
• Tambo, recinto 3	170
• Tambo, recinto 10	171
• Análisis del mecanismo de acumulación del agua en el tambo	175
8.3. Conclusiones	177
8.4. Notas	178

CAPÍTULO 9: ANÁLISIS DE LAS PISTAS EXPERIMENTALES

9.1. Resultados	180
• Pista experimental 4	180
• Pista experimental 6	180
• Pista experimental 7	181
• Pista experimental 9	184
• Pista experimental 10	193
9.2. Discusión e interpretación	193
• Cantidad de piezas recuperadas y perdidas	195
• Desplazamiento horizontal	195
• Orientación del desplazamiento horizontal	197
• Desplazamiento vertical	197
• Inclinación	198
• Inversión	198
• Cantidad de procesos	199
• Daños formales	199
• Posibles procesos o agentes de perturbación	199
9.3. Conclusiones	201
9.4. Notas	204

CAPÍTULO 10: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

10.1. Síntesis	206
• Alero	206
• Corral	207
• Tambo	207
10.2. Vías de análisis futuras	209
• Ampliación de las excavaciones	209
• Análisis de sedimentos	209
• Análisis de ensamblajes	209
• Análisis petrográfico-petrológico de la roca de base del alero	210
• Análisis estratigráfico de detalle	210
• Relevamiento de documentos escritos	210
• Análisis de estatosporas de crisóficeas	210
• Instalación, control y excavación de pistas experimentales	210
10.3. Comentarios finales	210
10.4. Notas	211

CAPÍTULO 11: APÉNDICE 1 (SEDIMENTOS)

CAPÍTULO 12: APÉNDICE 2 (PISTAS EXPERIMENTALES)	300
12.1. Notas	326

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1	
1.1. Mapa de ubicación	2
CAPÍTULO 3	
3.1. Mapa hipsométrico	15
3.2. Mosaico armado a partir de las aerofotografías	16
3.3. Fotointerpretación del mosaico	18
3.4. Corte N-S de las formaciones 21 y 27a	22
3.5. Formación del pavimento del desierto	22
CAPÍTULO 4	
4.1. Plano de ubicación de los aleros	28
4.2. Planta del alero	29
4.3. Perfil oeste del alero	30
4.4. Planta del corral	31
4.5. Perfil sur del corral	33
4.6. Plano del tambo	34
4.7a. Análisis de las causas de la abundancia de diatomeas en sedimentos arqueológicos	47
4.7b. Análisis de las causas de la escasez de diatomeas en sedimentos arqueológicos	48
4.8. Análisis de las causas de la ausencia de diatomeas en sedimentos arqueológicos	49
4.9. Análisis de la procedencia de las diatomeas halladas en sedimentos arqueológicos, en función de la comparación del porcentaje de especies en común con el cuerpo de agua actual más próximo y de la ecología de la asociación de especies dominantes	50
CAPÍTULO 5	
5.1a. Formas del material cerámico (vista en perspectiva)	66
5.1b. Formas del material lítico (vista de perfil)	67
5.2. Ejemplo del desplazamiento horizontal de las piezas, calculado a partir del Teorema de Pitágoras	69
5.3. Diagrama de flujo para las pistas experimentales	70
CAPÍTULO 6	
6.1. Porcentaje de materia orgánica en las muestras analizadas	76
6.2. Porcentaje de carbonatos en las muestras analizadas	77
6.3. Valores de pH en las muestras analizadas	78
6.4. Valores de fósforo disponible en las muestras analizadas	80
6.5. Histogramas de las muestras Off-site	81
6.6. Histogramas de las muestras de las Pistas experimentales	82
6.7. Histogramas de las muestras del Alero	84
6.8. Histogramas de las muestras del Corral	86
6.9. Histogramas de las muestras del Tambo, recinto 3	87
6.10. Histogramas de las muestras del Tambo, recinto 10	88
6.11. Porcentaje de las fracciones grava, arena y limo-arcilla en las muestras analizadas	89
6.12. Curvas acumulativas de las muestras Off-site	90
6.13. Curvas acumulativas de las muestras de las Pistas experimentales	91
6.14. Curvas acumulativas de las muestras del Alero	93
6.15. Curvas acumulativas de las muestras del Corral	95
6.16. Curvas acumulativas de las muestras del Tambo, recinto 3	96
6.17. Curvas acumulativas de las muestras del Tambo, recinto 10	97
6.18. Distribución de los tamaños phi por categoría en el Alero	102
6.19. Distribución de las categorías por tamaño phi en el Alero	102
6.20. Distribución de los tamaños phi por categoría en el Corral	107
6.21. Distribución de las categorías por tamaño phi en el Corral	107
6.22. Distribución de los tamaños phi por categoría en el Tambo, R3	110
6.23. Distribución de las categorías por tamaño phi en el Tambo, R3	110
6.24. Distribución de los tamaños phi por categoría en el Tambo, R10	112
6.25. Distribución de las categorías por tamaño phi en el Tambo, R10	112

6.26. Distribución de los microartefactos por muestra analizada	115
6.27. Difractogramas	117
6.28. Posibilidades de ocupación de un área	126
6.29. Características posibles de la ocupación de un área	127
6.30. Características posibles de la ocupación de la Vega de San Francisco	128

CAPÍTULO 7

7.1. Dientes posteriores Tipo 1 (a) y Tipo 2 (b)	133
7.2. Número de especímenes por extracción, unidad III del Alero	136
7.3. a 7.20. Representaciones de lagartijas en el arte precolombino del NOA	142
7.21. a 7.30. Representaciones de lagartijas en el arte precolombino de Bolivia y norte de Chile	146
7.31. Usos del Alero a lo largo del tiempo	151

CAPÍTULO 8

8.1. Concentración de diatomeas en las muestras analizadas, escala logarítmica	155
8.2. Concentración de diatomeas en las muestras analizadas, escala aritmética	156
8.3. Riqueza específica de las muestras analizadas	157
8.4. Proporciones de las especies comunes con la vega y exclusivas de cada sitio	158
8.5. Caracterización ecológica de las especies identificadas en el conjunto analizado	159
8.6. Caracterización ecológica de las especies identificadas en cada sitio analizado	160
8.7. Análisis de las causas de la abundancia de diatomeas en los sedimentos del nido de roedor	168
8.8. Análisis de la procedencia de las diatomeas halladas en los sedimentos del nido de roedor, en función de la comparación del porcentaje de especies en común con la vega y de la ecología de la asociación de especies dominantes	169
8.9. Análisis de las causas de la escasez de diatomeas en los sedimentos del Alero y del Corral	172
8.10. Análisis de la procedencia de las diatomeas halladas en los sedimentos del Alero, del Corral y del recinto 3 del Tambo, en función de la comparación del porcentaje de especies en común con la vega y de la ecología de las asociación de especies dominantes	173
8.11. Análisis de las causas de la abundancia de diatomeas en los sedimentos del Tambo	174
8.12. Análisis de la procedencia de las diatomeas halladas en los sedimentos del recinto 10 del Tambo, en función de la comparación del porcentaje de especies en común con la vega y de la ecología de la asociación de especies dominantes	176
8.13. Distribución de las especies identificadas en el Tambo por clases de tamaño	177

CAPÍTULO 9

9.1. Piezas instaladas, recuperadas y perdidas por pista	181
9.2. Resultados registrados en las piezas recuperadas por pista	182
9.3. Desplazamiento horizontal de las piezas recuperadas por pista	183
9.4. Desplazamiento horizontal del conjunto de las piezas instaladas por pista	184
9.5. Piezas recuperadas asociadas y fuera de pista por pista	184
9.6. Orientación del desplazamiento horizontal de las piezas recuperadas por pista	185
9.7. Cantidad de procesos registrados para una misma pieza recuperada por pista	186
9.8. Comparación de los resultados registrados en las piezas recuperadas en las distintas pistas	196
9.9. Desplazamiento horizontal por categoría de las piezas instaladas en cada pista	197
9.10. Comparación de la cantidad de procesos registrados para una misma pieza recuperada en las distintas pistas	200

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Página
CAPÍTULO 3	
3.1. Conos parásitos del volcán Incahuasi	20
3.2. Conos piroclásticos dentro de la Vega de San Francisco	20
3.3. Perturbación animal del pavimento del desierto (revolcadero de animales salvajes)	20
3.4. Perturbación antrópica del pavimento del desierto (huellas de automóvil)	20
3.5. Precipitación de sales en el borde de la vega	24
3.6. Tafoni (Alero 12)	24
3.7. a 3.8. Tafoni	24
3.9. Tafoni	25
3.10. a 3.12. Vegetación típica de la zona de estudio	25
CAPÍTULO 6	
6.1. y 6.2. Ejemplo de cómo se reflejan las diferencias estratigráficas del Alero en los Erlenmeyer	118
6.3. y 6.4. Ejemplo de cómo se reflejan las diferencias estratigráficas del Alero en las probetas	118
CAPÍTULO 7	
7.1. Lagartija actual del área de estudio	134
7.2. Premaxilares de lagartija de la primera extracción	134
7.3. Mandíbulas de lagartija de la primera extracción	134
7.4. Huesos de lagartija de la primera extracción	134
7.5. Fémur de roedor de la tercera extracción	137
7.6. Incisivos de roedor de la quinta extracción	137
7.7. Coracoides de ave de la segunda extracción	137
7.8. Huesos de ave de la cuarta extracción (vértebra, coracoides, húmero, tibia-tarso y ulna)	137
7.9. Húmero de ave de la sexta extracción	138
7.10. Parietal de lagartija (15 aumentos)	138
7.11. Frontal de lagartija (vista dorsal) (19 aumentos)	138
7.12. Frontal de lagartija (vista ventral) (18 aumentos)	138
7.13. Cuadrado de lagartija (22 aumentos)	139
7.14. Maxilar izquierdo de lagartija (24 aumentos)	139
7.15. Premaxilar de lagartija (22 aumentos)	139
7.16. Dentario izquierdo de lagartija (15 aumentos)	139
7.17. Dentario izquierdo de lagartija (20 aumentos)	140
7.18. Fragmento de mandíbula posterior de lagartija (16 aumentos)	140
7.19. Vértebra presacral de lagartija (vista dorsal) (25 aumentos)	140
7.20. Intercentro caudal de lagartija (125 aumentos)	140
7.21. Madrigueras de roedor en la zona de estudio	150
7.22. Montículo de sedimentos de granulometría fina acumulados alrededor de la boca de entrada de una madriguera	150
CAPÍTULO 8	
8.1. a 8.20. Especies con más del 5% en alguna de las muestras analizadas	161
CAPÍTULO 9	
9.1. Vista general de la PE 4	188
9.2. PE 4, detalle de dos tiestos asociados	188
9.3. Vista general de la PE 6	188
9.4. Vista general de la PE 7	188
9.5. PE 7, detalle de un tiesto inclinado	191
9.6. Vista general de la PE 9	191
9.7. Vista general de la PE 10	191

LISTA DE TABLAS

	Página
CAPÍTULO 4	
4.1. Sitios arqueológicos argentinos con restos de reptiles	37
4.2. Clasificación de las expectativas según posibles agentes y/o procesos de acumulación de restos óseos y dentarios	44
4.3. Indicadores de uso/consumo ritual-ceremonial de restos faunísticos en sitios arqueológicos	45
CAPÍTULO 5	
5.1. Límites de las categorías granulométricas	57
5.2. Explicación del cálculo del porcentaje de lítico en la muestra 116 del Alero	61
5.3. Información básica sobre las pistas	68
CAPÍTULO 6	
6.1. Color y fósforo disponible en las muestras analizadas	74
6.2. Granulometría de las muestras analizadas I: representación de las categorías granulométricas	98
6.3. Granulometría de las muestras analizadas II: estadística	100
6.4. Tipo y cantidad de microartefactos en cada una de las muestras analizadas	116
CAPÍTULO 7	
7.1. Determinación taxonómica de restos faunísticos por extracción según presencia (X)/ausencia	131
7.2. Número de especímenes identificados por taxón	131
7.3. Clasificación de los restos de reptiles -lagartijas- según partes esqueléticas	131
7.4. Clasificación de los restos de aves y roedores según partes esqueléticas	135
CAPÍTULO 8	
8.1. Presencia(X)/ausencia de especies en las muestras analizadas	162
8.2. Especies con más del 5% en alguna de las muestras analizadas	165
8.3. Ecología de las especies identificadas en las muestras analizadas	166
8.4. Sedimentología de las muestras analizadas	171
CAPÍTULO 9	
9.1. Cantidad y tipo de material relevado en cada uno de los controles	181
9.2. Base de datos de la Pista experimental 4	187
9.3. Base de datos de la Pista experimental 6	189
9.4. Base de datos de la Pista experimental 7	190
9.5. Base de datos de la Pista experimental 9	192
9.6. Base de datos de la Pista experimental 10	194
9.7. Sismos con epicentro en la zona de estudio, registrados durante la realización del experimento	202
9.8. Comparación de los resultados de los trabajos analizados	203
CAPÍTULO 11	
11.1. Cálculo del porcentaje de materia orgánica y carbonatos en las muestras analizadas	212
11.2. Cálculo de los valores de pH en las muestras analizadas	216
11.3. a 11.41. Planillas de tamizado	218
11.42. a 11.51. Planillas de pipeteo	238
11.52. Valores phi utilizados para los cálculos estadísticos y resultados obtenidos	243
11.53. a 11.132. Análisis de microartefactos de las muestras del Alero	245
11.133. a 11.186. Análisis de microartefactos de las muestras del Corral	263
11.187. a 11.218. Análisis de microartefactos de las muestras del Tambo R3	275
11.219. a 11.278. Análisis de microartefactos de las muestras del Tambo R10	283
CAPÍTULO 12	
12.1. a 12.5. Base de datos para la PE 4	300
12.6. a 12.9. Base de datos para la PE 6	305
12.10. a 12.13. Base de datos para la PE 7	309
12.14. a 12.17. Base de datos para la PE 9	313
12.18. a 12.21. Base de datos para la PE 10	317

12.22. a 12.26. Cálculo del desplazamiento horizontal de las piezas recuperadas en las pistas a partir del Teorema de Pitágoras	321
---	-----