



# SITIOS INTERÉS GEOLOGICOS

de la República Argentina

LA REGIÓN DEL  
BARREAL DEL LEONCITO

*Un Lugar de Historia  
y Belleza Singulares*

José María Cortés, Marcela Gladys Yamin y María Mercedes Pasini



Anales 46 | Buenos Aires 2008



INSTITUTO DE  
GEOLOGÍA Y  
RECURSOS  
MINERALES

# Sitios de Interés Geológico de la República Argentina

## EDITOR

Comisión Sitios de Interés Geológico de la República Argentina (CSIGA):  
Gabriela Anselmi, Alberto Ardolino, Alicia Echevarría, Mariela Etcheverría, Mario Franchi,  
Silvia Lagorio, Hebe Lema, Fernando Miranda y Claudia Negro

## COORDINACIÓN

Alberto Ardolino y Hebe Lema

## DISEÑO EDITORIAL

Daniel Rastelli

### Referencia bibliográfica

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (Ed.) Instituto  
de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino,  
Anales 46, I, 446 págs., Buenos Aires. 2008.

ISSN 0328-2325

Es propiedad del SEGEMAR • Prohibida su reproducción  
Publicado con la colaboración de la Fundación Empremin



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)  
Edificio 14 - 1650 - San Martín - Buenos Aires  
República Argentina



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)  
Edificio 25 - 1650 - San Martín - Buenos Aires  
República Argentina

[www.segemar.gov.ar](http://www.segemar.gov.ar) | [comunicacion@segemar.gov.ar](mailto:comunicacion@segemar.gov.ar) | [csiga@segemar.gov.ar](mailto:csiga@segemar.gov.ar)

BUENOS AIRES - 2008

José María Cortés<sup>1</sup>, Marcela Gladys Yamin<sup>1-2-3</sup> y María Mercedes Pasini<sup>1</sup>

#### ■ RESUMEN

El barreal del Leoncito y su entorno serrano y aluvial constituyen una región árida de gran belleza que se extiende entre valles y montañas del sur sanjuanino. Además de su acervo histórico y arqueológico posee evidencias muy bien conservadas de su cambiante historia geológica. En este artículo se discute el origen del barreal y se dan a conocer diversos lugares de interés geológico. Al sur de la localidad de Barreal se observa un amplio pliegue rocoso que indica el ascenso de la sierra de Barreal. Asimismo, se describen evidencias de una antigua laguna -actualmente desaparecida- localizada en el margen occidental de dicha sierra. En El Alcázar están expuestas capas multicolores de edad triásica que muestran, en su conjunto, variadas geoformas producidas por la erosión eólica y fluvial, en tanto que en la sierra de Ansilta se encuentran magníficos afloramientos de lavas almohadilladas de edad paleozoica. Todos estos lugares nos revelan la historia dinámica y a veces catastrófica de la región en el pasado, como una pequeña muestra de su evolución a lo largo de cientos de millones de años.

#### ■ ABSTRACT

Barreal del Leoncito and its mountainous and alluvial surroundings, in the arid region of southern San Juan province, constitute a landscape of great beauty. As well as its historical and archaeological heritage, the region exhibits well-preserved evidence of its geological evolution. In this paper the origin of the «barreal» is discussed and several sites of particular geological interest are disclosed. To the south of Barreal village, is a wide fold of rocks that indicates the uplift of the Sierra de Barreal. In addition, evidence for the existence of an ancient lagoon (at present disappeared) located on the western margin of Sierra de Barreal, is described. At El Alcázar, colourful strata of Triassic age show a variety of geological structures, characteristic of fluvial and aeolian erosion and, in the Sierra de Ansilta, large outcrops of Palaeozoic pillow lavas are exposed.

These geological sites constitute only a few examples of the dynamic and sometimes catastrophic landscape history of the Barreal del Leoncito region during the past few hundred million years.

## INTRODUCCIÓN

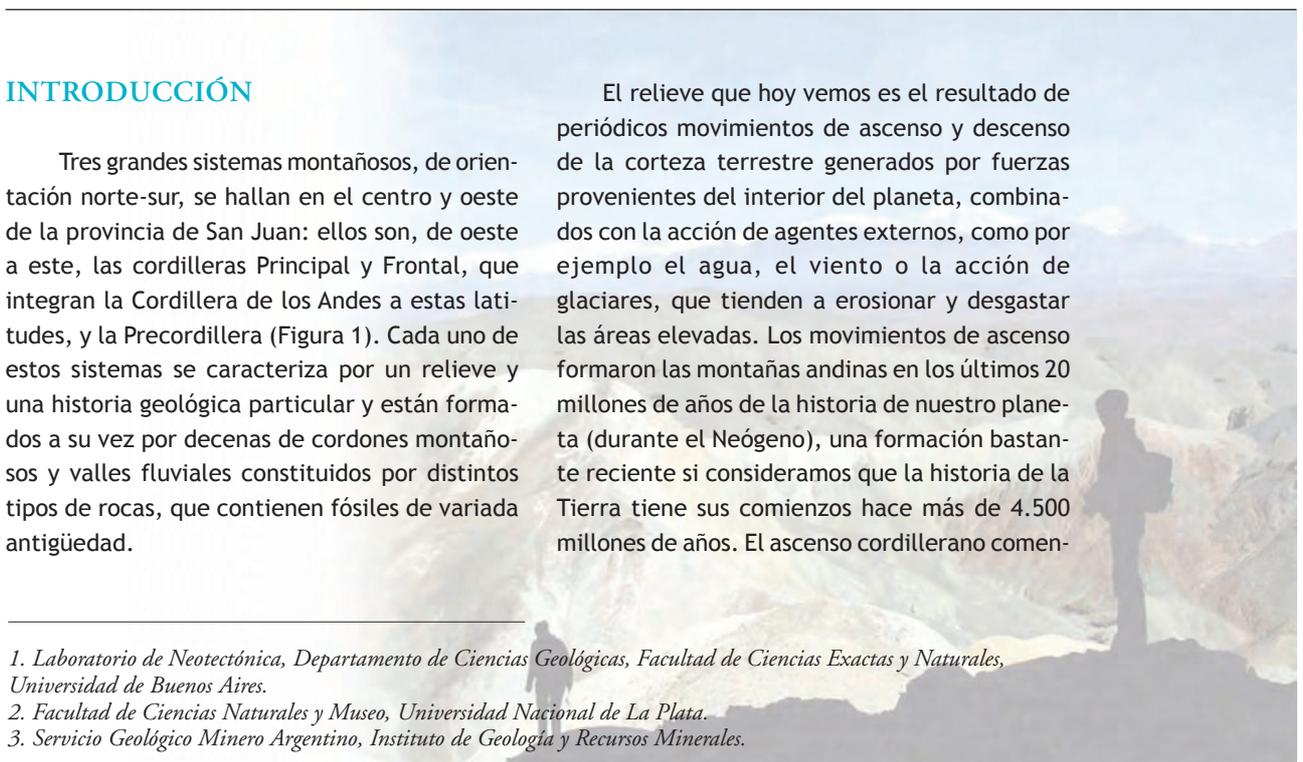
Tres grandes sistemas montañosos, de orientación norte-sur, se hallan en el centro y oeste de la provincia de San Juan: ellos son, de oeste a este, las cordilleras Principal y Frontal, que integran la Cordillera de los Andes a estas latitudes, y la Precordillera (Figura 1). Cada uno de estos sistemas se caracteriza por un relieve y una historia geológica particular y están formados a su vez por decenas de cordones montañosos y valles fluviales constituidos por distintos tipos de rocas, que contienen fósiles de variada antigüedad.

El relieve que hoy vemos es el resultado de periódicos movimientos de ascenso y descenso de la corteza terrestre generados por fuerzas provenientes del interior del planeta, combinados con la acción de agentes externos, como por ejemplo el agua, el viento o la acción de glaciares, que tienden a erosionar y desgastar las áreas elevadas. Los movimientos de ascenso formaron las montañas andinas en los últimos 20 millones de años de la historia de nuestro planeta (durante el Neógeno), una formación bastante reciente si consideramos que la historia de la Tierra tiene sus comienzos hace más de 4.500 millones de años. El ascenso cordillerano comen-

1. Laboratorio de Neotectónica, Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

2. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

3. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales.



zó en el oeste, fue migrando progresivamente hacia el este y aún sigue actuando, tal como nos lo demuestran los terremotos que periódicamente ocurren, especialmente en el borde oriental de la Precordillera.

La región del barreal del Leoncito forma parte de una extensa depresión intermontana longitudinal conocida como valle de Iglesia-Calingasta, que se extiende con una orientación norte-sur entre la Cordillera Frontal por el oeste y la Precordillera por el este (Figura 1). Dicha región (Figura 2) comprende parte del borde montañoso de la Precordillera, allí representada por cordones y cuchillas de baja altitud (2.000 a 3.600 metros) reunidos genéricamente con los nombres de sierras de Barreal y de Ansilta. Al pie de estas elevaciones se localizan amplias planicies cuyas altitudes disminuyen suavemente hacia el oeste hasta el barreal del Leoncito, también denominado barreal Blanco, ubicado a 1.850 metros sobre el nivel del mar.

En varios lugares de esta comarca se conservan claras evidencias geológicas del ascenso del sector montañoso desde el Plioceno hasta la actualidad (los últimos 5 millones de años) y de las alteraciones que ese ascenso dejó en la red fluvial allí instalada. Asimismo, la elevación progresiva de la montaña expuso en la superficie rocas más profundas de la corteza, que en algunos sitios poseen rasgos indicativos de un pasado aún más remoto (formadas cientos de millones de años atrás, durante el Paleozoico y el Triásico) en el que existían condiciones geográficas y climáticas muy distintas a las actuales.

Además de los eventos que vamos a reconstruir a partir de la interpretación de las rocas expuestas, la comarca preserva indicios de la vida de los pueblos originarios que en ella habitaron, especialmente huarpes e incas. No dejaremos de mencionar tampoco, que la región en la que se encuentra el barreal del Leoncito ha sido escenario, en tiempos históricos, de la gesta libertadora sanmartiniana.

## ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS

La región en la que se encuentra el barreal del Leoncito y los lugares geológicos de interés (Figura 2) tiene, como se dijo, un sector montañoso al este y una planicie pedemontana al oeste. En el pasado, el sector montañoso, constituido principalmente por rocas sedimentarias y volcánicas más duras, fue erosionado por el agua, que formó allí numerosos valles fluviales. A excepción de la quebrada del arroyo de las Cabeceras Norte, los valles fluviales se encuentran actualmente secos y tapizados por rodados y arena suelta y sólo ocasionalmente por allí se escurren las aguas de lluvia o de deshielo. Los sedimentos, transportados por cursos de agua en el sector montañoso, se han acumulado en el oeste, al pie de la sierra, en una planicie pedemontana donde dan forma a numerosos abanicos aluviales, entre los que se destaca uno muy amplio formado a la salida del arroyo de las Cabeceras Norte (Figuras 1 y 2).

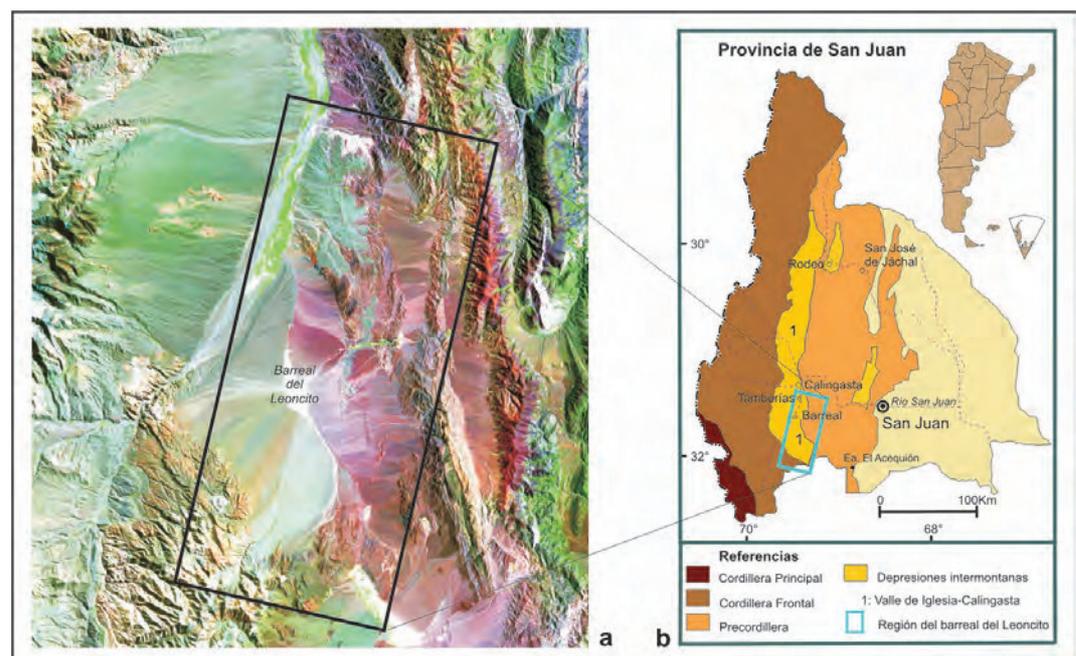


Figura 1. Ubicación de la región del barreal del Leoncito, a) en la imagen de satélite, b) en la provincia de San Juan.

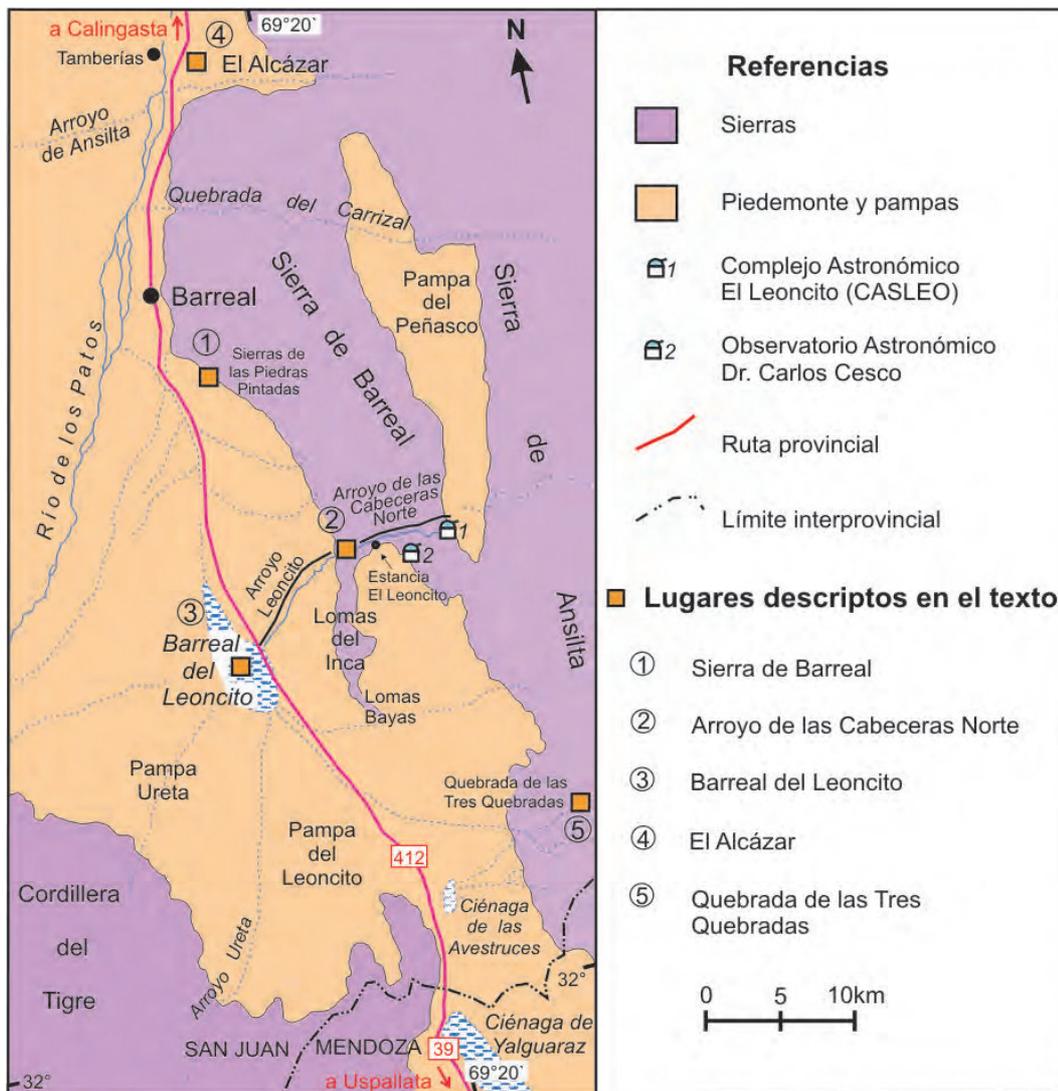


Figura 2. Mapa de la región del barreal del Leoncito, en el que se indican rasgos geográficos y la ubicación de los lugares de interés geológico.

El curso de agua de carácter permanente más importante de la región es el río de los Patos, proveniente del deshielo de la alta cordillera y del cual se abastecen, para consumo y riego, la localidad de Barreal y otras poblaciones vecinas, aguas abajo del valle.

La región se halla bajo un clima desértico caracterizado por escasas precipitaciones nubes y pluviales, con un promedio de 93 milímetros anuales, y por marcadas amplitudes térmicas diarias. En el valle de Calingasta los vientos predominantes son del norte y del oeste (Zonda), ambos cálidos y secos, y el viento sur (Conchabado) más frecuente e intenso, que ingresa por el valle de Uspallata.

El cielo nocturno de la región del Leoncito es digno de observarse. Se caracteriza por una gran oscuridad y por tener un promedio de entre 270 a 300 noches al año despejado de nubes. La atmósfera diáfana y la gran visibilidad lo ha-

cen ideal para la observación de los astros, por lo que allí se ha construido uno de los mayores centros astronómicos del país.

### ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y CIENTÍFICAS QUE SE DESARROLLAN EN LA REGIÓN

La localidad más importante de la región es Barreal, ubicada junto al río de los Patos y al pie del borde occidental de la Precordillera. Dicha localidad dista 179 kilómetros de la ciudad de San Juan y 168 kilómetros de Mendoza. A ella se accede desde Calingasta, 44 kilómetros al norte, por la ruta provincial 412 y desde Uspallata (Mendoza), 100 kilómetros al sur, por la ruta provincial 39. Barreal es un centro turístico ideal para el descanso y las prácticas de *trekking*, *rafting*, enduro, cabalgatas, pesca y carrovelismo.

En la región se desarrolla la agricultura, el turismo y la minería y es sede de actividades científicas y de conservación de la naturaleza. Frente al barreal del Leoncito, 20 kilómetros al sur de Barreal por la ruta provincial 412, se encuentra la entrada al Parque Nacional El Leoncito. Dentro del parque, en el sector montañoso, están ubicados el complejo astronómico El Leoncito (CASLEO) y el observatorio astronómico Dr. Carlos Cesco (Figura 2).

El Parque Nacional El Leoncito, de 76.000 hectáreas, reconocido a partir del año 2002, era anteriormente una Reserva Natural estricta de la Administración de Parques Nacionales. La reserva fue creada en 1994 con el fin de asegurar la conservación de la vida silvestre de la región y la protección del hábitat de especies amenazadas, como el guanaco y el suri cordillerano. El parque es un área protegida y en él se trata de prevenir posibles contaminaciones ambientales, que podrían perjudicar las observaciones astronómicas que allí se realizan.

## REFERENCIAS HISTÓRICAS

El examen de la información histórica y arqueológica revela que la región del barreal del Leoncito ha sido escenario de la vida de diversos pueblos originarios, como los huarpes e incas, y fue usada como paso hacia Chile para actividades tan contrastantes como el contrabando y la gesta libertadora sanmartiniana.

### Pueblos originarios

Los huarpes eran el pueblo originario que habitaba en los valles del sur de la provincia de San Juan, en todo Mendoza y en San Luis, antes de la llegada de los españoles. Es probable que en la región del barreal del Leoncito o en las cercanías, se ubicaran asentamientos de este pueblo debido a la disponibilidad de agua, hecho que no es muy común en la Precordillera. En la región existen dos cursos de agua permanente, uno es el arroyo de las Cabeceras Norte y el otro es el río de los Patos, de mucho mayor caudal y con terrazas aptas para el cultivo. Los huarpes eran sedentarios y agricultores, vivían a orillas de lagunas y ríos, se alimentaban del producto de la pesca, cultivaban el maíz y eran muy hábiles en los trabajos de cestería. Habían desarrollado una forma particular y muy efectiva de cazar guanacos a pie y, según cuenta Domingo F. Sarmiento en su libro *Recuerdos de Pro-*

*vincia*, era una actividad que todavía se realizaba anualmente para la época en que escribió dicho libro. En él también resaltó las habilidades de los huarpes como muy buenos rastreadores.

Este pueblo, según se sabe, sufrió el yugo de la dominación de los incas en primer lugar y con posterioridad la conquista de los españoles, que los llevó prácticamente al exterminio.

La llegada de los incas al noroeste argentino está fechada alrededor del año 1480. El territorio conquistado se extendió hacia el sur hasta la actual provincia de Mendoza. Los incas aprovecharon la fácil comunicación a través de las vías naturales, como el valle longitudinal de Iglesia - Calingasta - Uspallata, que les permitía llegar desde el norte de nuestro territorio al valle del río Mendoza por el que cruzaban a Chile. Este recorrido es parte de lo que se conoce como «camino del Inca», el cual está sostenido por la presencia de los llamados «tambos», que eran grandes conjuntos de construcciones, generalmente de piedra, que contenían aposentos, corrales y depósitos y estaban ubicados en forma más o menos equidistante a lo largo de los caminos. Los tambos no eran lugares de habitación sino centros de albergue, descanso y aprovisionamiento para la gente que transitaba cumpliendo distintos trabajos: militares, comisiones encargadas por el poder central o actividades de control poblacional.

¿Existen en la región del barreal del Leoncito, evidencias del camino del Inca? Según Michieli (2000), las primeras referencias históricas sobre sitios arqueológicos incaicos en la provincia de San Juan, fueron realizadas por Sarmiento en el ya mencionado libro *Recuerdos de Provincia*. Allí describió las ruinas existentes en lo que hoy es Tamberías, en el departamento de Calingasta (Figura 2). Con posterioridad a Sarmiento, el arqueólogo Salvador Debenedetti, en los años 1915 y 1916, realizó estudios en la misma zona y denominó al sitio «tambería de Barreal». Ubicada 5 kilómetros al norte de Barreal, la tambería constaba por ese entonces de construcciones rectangulares hechas con piedra; hoy esas ruinas ya no existen. Más recientemente, en 1979, el arqueólogo J. R. Bárcena investigó los caminos utilizados por los incas en la región del barreal del Leoncito. Allí encontró una probable instalación incaica en la ciénaga de Yalguaraz, que fechó en el año 1560 después de Cristo, y otras evidencias frente al barreal del Leoncito mismo, en el sitio Lomas Bayas (Figura 2), consistente en un par de amplias alineaciones

de piedra sobre la superficie del terreno a orillas del conocido «camino del inca».

La llegada de los españoles fue para los huarpes sinónimo de extinción; ya habían estado bajo el dominio de los incas, pero en la época colonial las condiciones fueron mucho más duras, debido a la falta de mano de obra en Chile, hacia donde fueron trasladados los hombres jóvenes para la explotación de tierras y minas y para la construcción de las instalaciones coloniales. Dichos traslados estaban en contra de las disposiciones existentes, dado que las leyes de Indias establecían que los pobladores originarios debían servir en el lugar donde estaban asentados. Aunque el traslado era ilegal, fueron igualmente llevados al otro lado de la cordillera, a Santiago y Coquimbo. Las consecuencias, a principios del siglo XVII, fueron el despoblamiento de los valles cuyanos y el aumento de población huarpe en el complejo lagunero de Guanacache (región sureste de la provincia de San Juan y noreste de la provincia de Mendoza), donde se refugiaban.

### Pasos y sendas tradicionales

La región del barreal del Leoncito, en la época colonial, tuvo importancia desde el punto de vista de las comunicaciones. Según Michieli (2000), el camino oficial de aquel entonces entre San Juan y Santiago de Chile no pasaba por la ciudad de Mendoza sino que recorría el valle intermontano oriental de la Precordillera, desde el río San Juan hasta El Acequión (estancia El Acequión en la figura 1), desde donde bordeaba el extremo sur del cordón del Tontal -al este de la sierra de Ansilta- para llegar a la ciénaga de Yalguaraz, ya en territorio mendocino. Allí se conectaba con el denominado «camino del inca» que llevaba hacia el sur a la localidad de Uspallata, donde seguía por el valle del río Mendoza hasta Santiago de Chile. Existía una variante de este camino que era la utilizada para el contrabando, tan habitual en aquella época, que atravesaba el cordón del Tontal y descendía hacia el oeste por el arroyo de las Cabeceras Norte, ya en la región del barreal del Leoncito. Luego de cruzar el valle de Calingasta continuaba por el camino del cruce del río de los Patos hacia Chile.

### San Martín y el cruce de los Andes

Esta región también tuvo algo que ver con la gesta libertadora del Ejército de los Andes.

Según se sabe, la estancia El Leoncito fue utilizada como puesto de avanzada militar entre los años 1814 y 1818. Para cruzar la cordillera de los Andes se utilizaron cinco pasos diferentes desde La Rioja hasta el sur de Mendoza. La columna principal del Ejército de Los Andes, que estaba al mando de los generales San Martín y O'Higgins, cruzó por el paso de los Patos, en la provincia de San Juan y pasó por el extremo sur de la región del barreal del Leoncito. Esta columna había partido de las proximidades de la ciudad de Mendoza y luego de cruzar la Precordillera en dirección noroeste arribó a la zona de Yalguaraz (Figura 2). Desde allí penetró en la provincia de San Juan para remontar el arroyo Ureta al oeste hasta el cruce del río de los Patos.

## UNA HISTORIA DE CAMBIOS

Los lugares geológicos que vamos a describir nos muestran una historia de creación y ascenso de montañas y de cambios en la configuración geográfica de la región a lo largo del tiempo (paleogeografía). Los rasgos que allí se preservan nos indican que lo que hoy es una región árida, con un paisaje que parece modificarse muy gradualmente a escala de tiempo humano y que es sacudido sólo ocasionalmente por algún temblor sísmico de baja magnitud, tuvo, en su pasado geológico (a escala de cientos de miles y millones de años) una historia de cambios, a veces drásticos, tanto climáticos como geográficos y geológicos.

El ascenso tectónico del sector montañoso de la región, que se inició durante el Plioceno (entre 5 y 2 millones de años atrás), se pone de manifiesto por la flexión (plegamiento) y elevación a más de 2.000 metros de altitud de capas inicialmente planas, que se encontraban anteriormente a nivel del piso del valle de Calingasta (sierra de Barreal: formación de una montaña). El ascenso continuó en los últimos 2 millones de años (Pleistoceno y Holoceno) haciendo crecer la altura de la montaña mediante pulsos, debidos a movimientos sísmicos episódicos que en algunos casos bloquearon la salida a la planicie pedemontana de los ríos del sector montañoso. El cierre de esos ríos originó la acumulación del agua en pequeñas lagunas y la formación de cascadas o saltos en el margen serrano, de los que se preservan pruebas geológicas (paleoendicamientos de agua en la quebrada del arroyo de las Cabeceras Norte). La posterior erosión

fluvial de este cierre o dique natural permitió que las aguas allí embalsadas fluyeran hacia las áreas bajas del valle. Al no encontrar una salida hacia el río de los Patos, el agua proveniente de este y otros arroyos del sector serrano se dirigieron a un muy extenso bajo dentro del valle (el barreal del Leoncito).

Esta historia de ascensos de la corteza en el borde occidental de la Precordillera sanjuanina, combinada con la erosión fluvial de los terrenos ascendidos, condujo a la exposición en la superficie (afloramientos) de rocas muy antiguas que estaban en la profundidad, formadas en ambientes muy distintos a los actuales. Un conjunto de esas rocas asoma en la zona denominada El Alcázar, donde la acción erosiva del agua y del viento ha originado un relieve escarpado e intrincado, con geoformas peculiares y poco comunes, elaboradas en los estratos multicolores de areniscas y tobas de edad triásica (geoformas de erosión en rocas triásicas de El Alcázar). En el Triásico, la región no era montañosa y su clima era mucho más húmedo, como lo atestiguan numerosos restos de plantas y vertebrados fósiles hallados en la comarca. Explorando más al sur el borde occidental de la sierra de Ansilta, se ha encontrado (Cortés y otros autores, 1999), en terrenos aún más antiguos, del Paleozoico inferior (entre 400 y 450 millones de años atrás aproximadamente), un espeso apilamiento de rocas de origen volcánico. Estas rocas presentan una estructura interna almohadillada (*pillow lavas*) que revela un origen subácueo (lavas almohadilladas en la quebrada de las Tres Quebradas). En esos tiempos la región se encontraba bajo las aguas

de un extenso mar, que alojaba formas primitivas de vida que dejaron rastros o marcas en el lecho marino, hoy preservados en las rocas (*icnofósiles*) de esa edad en toda la comarca.

### Sierra de Barreal: formación de una montaña

Inmediatamente al sur de la localidad de Barreal, al pie de la sierra de las Piedras Pintadas que integra la sierra de Barreal, se han preservado de la erosión (remanentes de erosión) rocas sedimentarias formadas por grandes rodados, arena y limo, que forman un conjunto de lomadas bajas de color rosado grisáceo (Fotografía 1). En estas rocas se puede apreciar que su estratificación o estructura en capas, previamente subhorizontal, se encuentra actualmente flexionada con inclinaciones de más de 30° al suroeste. Si se continúa explorando la distribución espacial de esas rocas, se las puede encontrar también en la parte superior de la sierra de las Piedras Pintadas, a una altura de 200 metros por encima de las anteriores. Cuando se levanta un perfil transversal a la sierra es posible reconstruir en esas rocas una estructura plegada (Figura 3e). Durante el Plioceno, esos sedimentos provenientes de las altas montañas de la Cordillera Frontal localizadas al oeste, se acumularon allí con una disposición subhorizontal (Figura 3a). El fracturamiento del subsuelo (falla Barreal) y el progresivo ascenso del bloque serrano flexionó los estratos previamente planos (Figura 3b). La erosión posterior del frente levantado eliminó parte de esos depósitos interrumpiendo su primitiva continuidad (Figuras 3c y d), tal como lo vemos actualmente.



**Fotografía 1.** Lomadas bajas junto al frente montañoso de la sierra de las Piedras Pintadas, en el bloque Barreal, que son una parte o remanente de un inmenso pliegue formado como consecuencia del levantamiento de la montaña.

## Paleoendicamientos de agua en la quebrada del arroyo de las Cabeceras Norte

La fractura del subsuelo que permitió la formación y ascenso del bloque serrano (falla Barreal) y que formó pliegues como el recién descrito, continuó levantando la montaña en pulsos sucesivos durante los últimos 2 millones de años. En algunos lugares, estos movimientos más recientes ascendieron el borde de la sierra donde se encuentra la desembocadura de los ríos y arroyos, lo que bloqueó parcial o totalmente la salida del agua hacia las planicies pedemontanas.

El bloqueo del agua en la salida debió haber formado lagos pequeños o embalses naturales, inundándose parte de la cuenca de drenaje del margen serrano. Las pruebas de ese proceso en el pasado reciente (menos de 150 mil años atrás) se han podido recoger en las márgenes del valle del arroyo de las Cabeceras Norte, donde se han localizado estratos de sedimentos de origen fluvial intercalados con depósitos de lagunas o cuerpos de agua parcialmente estancada (Fotografía 2). En estos casos, cuando el río logra superar en algún punto los obstáculos rocosos generados por el ascenso de la montaña, se producen cascadas o caídas de agua, tal como las que se observan en el arroyo de las Cabeceiras Norte, dentro del predio del Parque Nacional. En el entorno de algunas de esas cascadas (Fotografía 3) la precipitación de los carbonatos disueltos en el agua entrampó la vegetación que crecía en la pared rocosa, preservándola como resto fósil dentro del material carbonático. Por ello, la presencia de estos restos indica la posición que tenían las cascadas con anterioridad a su ubicación actual.

## El barreal del Leoncito

El barreal es una geoforma de agradación, es decir, generada por la acumulación de sedimentos en un sector bajo en el que confluyen las aguas de arroyos circundantes. Cuando las aguas no pueden canalizarse hacia un río o colector principal, se dice que es un *bajo sin salida* originado por un drenaje endorreico que confluye hacia el barreal. Tal es el caso del barreal del Leoncito, también conocido como barreal Blanco, que se encuentra en la depresión Calingasta. Allí forma una superficie plana y horizontal, con un área de más de 48 kilómetros cuadrados, constituida por un mate-

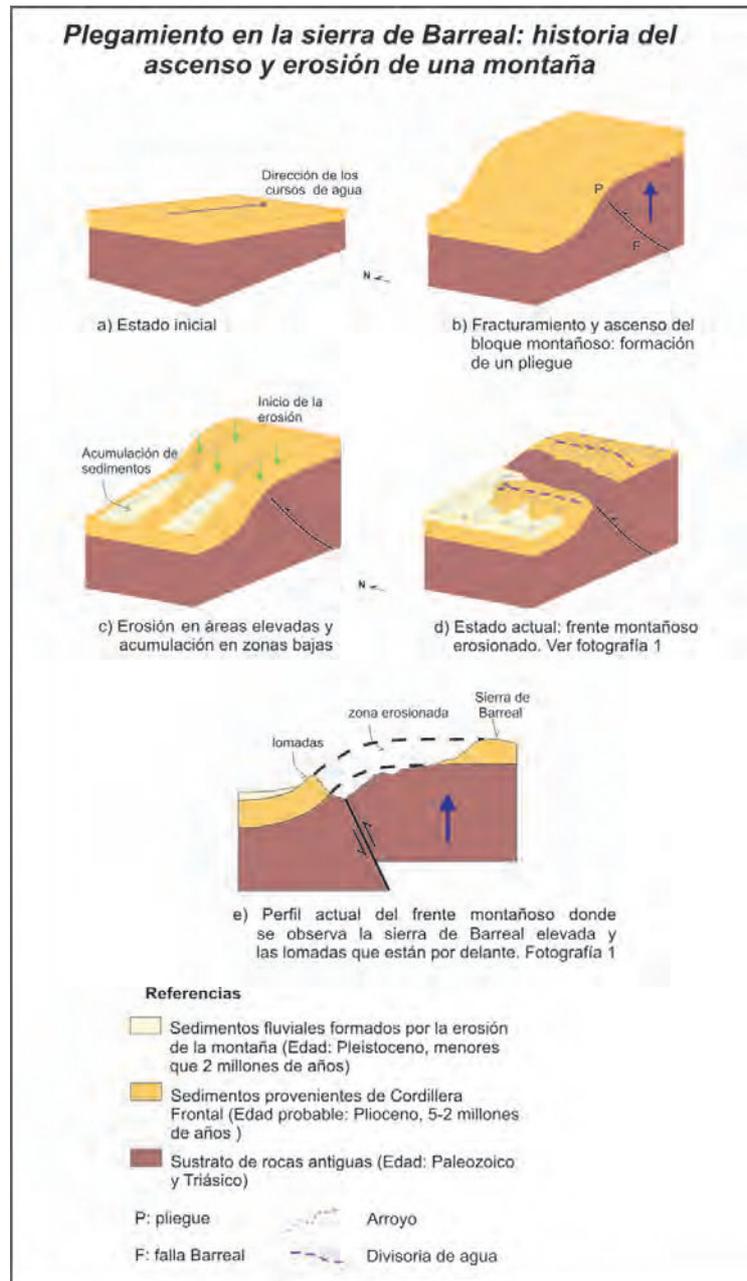


Figura 3. Diagramas en los que se reconstruye esquemáticamente, a partir de las relaciones observadas, el levantamiento de la sierra de Barreal. a) Los sedimentos de edad pliocena provenientes de la Cordillera Frontal (del oeste) se acumularon en la zona de Barreal. b) Una fractura en el subsuelo (falla Barreal) ascendió un bloque del terreno plegando las capas pliocenas. c) El ascenso fue acompañado por la erosión fluvial del frente montañoso. Los sedimentos producto del rebajamiento de la montaña se acumularon al pie (sector pedemontano) de la misma. d) Representación del sitio en la actualidad. La erosión avanzada del frente montañoso hizo que afloren en la superficie rocas del sustrato rocoso del Paleozoico e interrumpió la continuidad del pliegue. e) Corte transversal a la montaña en el cual se ha reconstruido la posición del pliegue.

rial limo-arcilloso de color castaño claro, comúnmente firme y seco (Figura 1). Esta inmensa superficie natural tiene escasas irregularidades y está libre de vegetación, por lo cual ha sido empleada en diversas prácticas que requieren un gran espacio de desplazamiento,



**Fotografía 2.** Barrancas del arroyo de las Cabeceras Norte formadas por capas horizontales acumuladas en el lecho de una extensa laguna que se originó miles de años atrás, como consecuencia de la interrupción o bloqueo parcial del arroyo en su desembocadura.

como pruebas de velocidad de vehículos terrestres o carrovelismo.

Al barreal del Leoncito confluyen las aguas de deshielo o lluvia que ocasionalmente llevan los valles de la vertiente occidental de la sierras de Barreal y de Ansilta y también de los arroyos de la cordillera del Tigre al oeste. ¿Por qué razón el drenaje de esas elevaciones no pudo encontrar una salida hacia un colector mayor como el río de Los Patos y terminó confluyendo en la zona baja donde se encuentra el barreal? Las observaciones directas en la comarca, combinadas con el examen de mapas topográficos, fotos aéreas e imágenes de satélite nos dan una respuesta. Los depósitos de un inmenso abanico aluvial formado a la salida del río de los Patos, en el valle Calingasta, actuaron como cierre natural bloqueando el drenaje hacia el norte (Fotografía 4).

El escaso volumen de agua proveniente de precipitaciones y de las zonas altas de los alrededores, puede infiltrarse en el subsuelo antes de llegar al barreal o acumularse temporalmente en la superficie del mismo, donde finalmente sedimentan partículas de arcilla, limo y arena fina. La evaporación del agua de esas ocasionales inundaciones ha incorporado al sedimento un precipitado salino que contribuye a su cementación o endurecimiento y ha dejado en la superficie grietas de desecación (Fotografía 5).

Dado que la acumulación de los depósitos del abanico que obturó el drenaje en el valle habría comenzado en tiempos pleistocenos (menos de 1,8 millones de años), es probable que el proceso de captación y acumulación de agua en el bajo donde se encuentra el barreal tenga varios cientos de miles de años de antigüedad.

Cabe consignar que el barreal es también una zona de erosión eólica (deflación) ya que es común que los vientos de la zona levanten



**Fotografía 3.** Pequeñas cascadas generadas por resaltes en el cauce del arroyo de las Cabeceras Norte, cerca de su desembocadura. Los sucesivos pulsos de ascenso del frente de la montaña originaron una mayor incisión del cauce en forma de sucesivos frentes de erosión que avanzaron hacia las cabeceras del arroyo originando resaltes en dicho cauce. Junto a la cascada se conservan restos de plantas fósiles cementadas por carbonatos que indican posiciones anteriores del salto de agua (paleocascadas).



**Fotografía 4.** Vista hacia el noroeste del barreal del Leoncito, o barreal Blanco, en medio del valle de Calingasta. Las lomadas bajas que se encuentran por detrás, corresponden a los depósitos del gran abanico aluvial del río de los Patos, que bloqueó el drenaje proveniente de la sierra de Barreal y de la cordillera del Tigre, originando un gran bajo y una extensa cuenca endorreica. Más atrás aún, las montañas nevadas de la Cordillera Frontal.

partículas de polvo de su superficie seca y las acumulen luego en sectores protegidos al pie de la sierra.

### Geoformas de erosión en rocas triásicas de El Alcázar

Al norte de Barreal, en la zona denominada El Alcázar y en las quebradas que se encuentran hacia el sur, el ascenso de la sierra de Barreal y la consiguiente erosión fluvial en parte del sector serrano, condujeron a la exposición de rocas triásicas de origen sedimentario y volcánico. Dichas rocas forman extensos afloramientos donde es posible apreciar estratos superpuestos de distinto espesor y con una gran variedad de colores: amarillentos, verdosos, rosados, grises y castaños. Estas capas se acumularon por acción de ríos o lluvia de cenizas volcánicas en tiempos del Triásico medio a superior (200 a 240 millones de años atrás), cuando la región formaba parte de un inmenso megacontinente llamado Gondwana. En distintos lugares de las provincias de Cuyo, rocas de esta edad contienen numerosos restos de plantas y vertebrados fósiles entre los que se encuentran los primeros dinosaurios.

El lugar denominado El Alcázar, localizado junto a la ruta provincial 412, es un excelente sitio para observar, mediante caminatas a través de numerosos senderos en roca (Fotografía 6), la disposición de estos apilamientos de es-

tratos triásicos multicolores y apreciar distintas formas de erosión producidas por el accionar combinado del agua y el viento (Fotografías 7 y 8).

### Lavas almohadilladas en la quebrada de las Tres Quebradas

Rocas aún más antiguas que las que se presentan en El Alcázar fueron ascendidas del interior de la corteza debido a extensas fallas o fracturas del terreno y afloran en gran parte de la



**Fotografía 5.** Grietas de desecación en la superficie del barreal del Leoncito, originadas por la evaporación del agua y la humedad que saturaba el sedimento.



Fotografía 6. Numerosos senderos en las rocas del paraje El Alcázar invitan a caminatas de observación geológica.



Fotografía 7. Relieve escarpado labrado en los estratos multicolores de edad triásica de El Alcázar. Las rocas estratificadas allí aflorantes son el producto de la acumulación de cenizas volcánicas y de sedimentos transportados por los ríos en la época de los primeros dinosaurios.

sierra de Ansilta (Figura 2). Allí, en las cabecezas de la quebrada de las Tres Quebradas, dentro del Parque Nacional El Leoncito, se han encontrado (Cortés y otros, 1999) rocas de edad paleozoica inferior (entre 360 y 450 millones de años) cuyo origen se debe a la actividad volcánica. Conforman apilamientos de coladas de lava de varias decenas de metros de espesor. Un rasgo claramente observable en la constitución interna de estas rocas las hace particularmente interesantes y es indicativo de las condiciones en que se acumularon. Cuando se las aprecia en detalle (Fotografía 9) se destaca la presencia de numerosos fragmentos globosos de formas redondeadas, de 20 a 30 centímetros de diámetro, dispuestos a modo de un apilamiento irregular de almohadas. Por ello se dice que presentan una estructura interna almohadillada y se las denomina *pillow-lavas*.

Estos fragmentos se originan cuando las coladas penetran y fluyen en cuerpos de agua, ya sea en lagos o bajo el mar. Cuando el frente de lava avanza lentamente por el lecho, bajo el agua, se separan y segregan de su seno fragmentos globosos de lava que se van acumulando al pie de la colada y finalmente son cubiertos e incorporados a la misma. La presencia de estructuras almohadilladas en estas rocas revela su origen subácueo. Las lavas, que se encuentran muy bien preservadas, están intercaladas con otros sedimentos cuyas características e icnofósiles asociados indican que fueron deposti-



**Fotografía 8.** Variadas formas de erosión en los estratos triásicos de El Alcázar, originadas por la acción del agua y del viento. Distintos procesos físico-químicos actúan sobre las rocas fracturadas separándolas en bloques de distintos tamaños que se desprenden de la masa rocosa original.

tados en un ambiente marino. Ello nos revela que toda la región en tiempos paleozoicos estuvo bajo el agua.

## CONSIDERACIONES FINALES

De todo lo dicho se desprende que además de su riqueza natural e histórica, la región conserva numerosas evidencias de su evolución, transformaciones y procesos geológicos ocurridos a través de miles y millones de años. Si bien a escala de tiempo humano el paisaje parece cambiar poco y la aparente inmovilidad es perturbada sólo de vez en cuando por una inundación o un sismo, el examen de la geología regional, del cual los lugares descritos son una pequeña muestra, revela que a lo largo de cientos de millones de años la historia de la geografía de la región fue dinámica y a veces catastrófica.

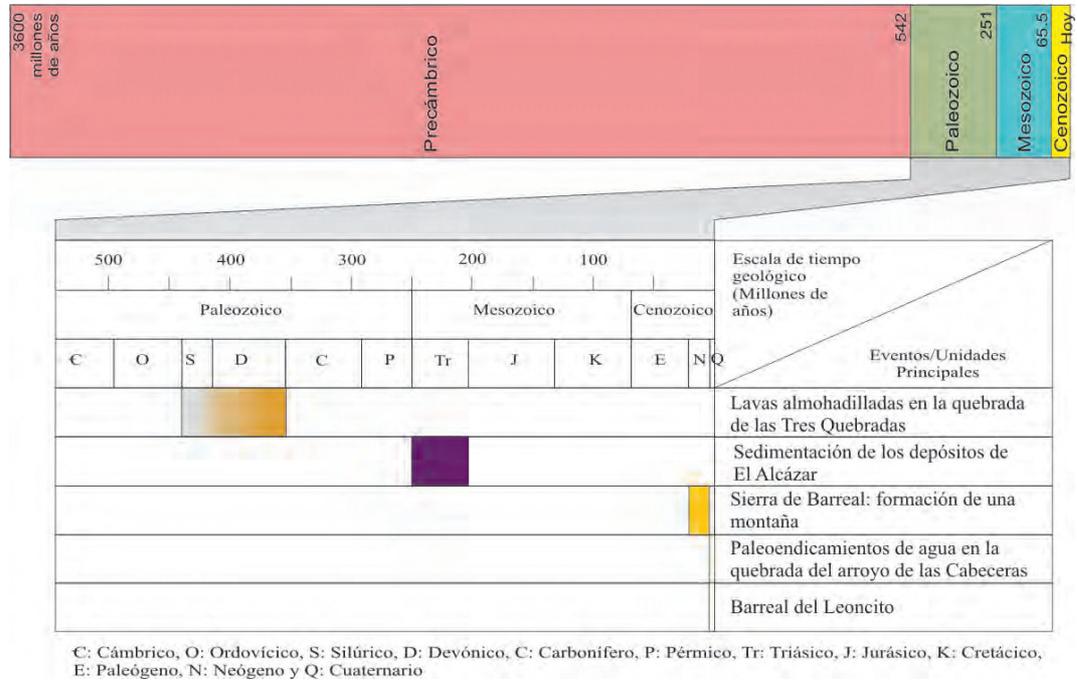
Las investigaciones geológicas asientan gran parte de sus conclusiones en la observación de la superficie terrestre. El estudio de las rocas y sedimentos que allí se exponen puede conducirnos a la reconstrucción de paleoambientes continentales o marinos hoy inexistentes en la región o llevarnos a entender, por ejemplo, el origen y el desarrollo de la actividad sísmica o volcánica. Es tan valiosa la información obtenida de la superficie del terreno, tanto desde el punto de vista académico



**Fotografía 9.** Detalle de la superficie de las rocas volcánicas denominadas *pillow lavas* en las que se observa su estructura interna almohadillada, formada por un apilamiento de fragmentos globosos de roca que se forman cuando la colada volcánica se derrama en cuerpos de agua (lagos o mares).

como aplicado, que resulta imprescindible advertir sobre su necesario cuidado y preservación. Si bien felizmente se ha avanzado considerablemente en la comprensión de las consecuencias que el accionar humano puede intro-

ducir en la vida y en los ecosistemas de nuestro planeta, es asimismo necesario destacar la importancia vital y científica que implica la preservación del paisaje y del sustrato rocoso sobre el que se asienta la vida.



## AGRADECIMIENTOS

Dejamos constancia del agradecimiento a numerosas personas e instituciones que de distinta manera han contribuido al desarrollo de estudios geológicos en la región. Entre las primeras destacamos al Dr. Marcelo Cegarra y a los guardaparques Carlos Rabagliatti y María Julia Sandoval. Entre las segundas señalamos al CONICET, a la Universidad de Buenos Aires, a la Administración de Parques Nacionales y al Servicio Geológico Minero Argentino.

## TRABAJOS CITADOS

Bárcena, J.R., 1979. Informe sobre recientes investigaciones arqueológicas en el N.O. de la provincia de Mendoza, Argentina (valle de Uspallata y zonas vecinas) (con especial referencia al período incaico). 7° Congreso de Ar-

queología de Chile (Altos de Vilches, 1977), Talca: Kultrún, 1979, Actas II: 661-692.

Cortés, J.M., González Bonorino, G., Koukharsky, M.L., Brodtkorb, A., y Pereyra, F., 1999. Hoja 3369-03 Yalguaraz, provincias de Mendoza y San Juan, escala 1:100.000. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 280, inédito. Buenos Aires.

Debenedetti, S., 1916. Investigaciones arqueológicas en los valles preandinos de la Provincia de San Juan. Revista de la Universidad de Buenos Aires: 32 y 34. Buenos Aires.

Michieli, C.T., 2000. Tambos incaicos del centro de San Juan: su articulación regional. Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales: 70, 15 de agosto de 2000. Universidad de Barcelona. España. Página web: <http://www.ub.es/geocrit/nova.htm>

Sarmiento, D.F., 1944. Recuerdos de provincia. Editorial Sopena, 3° edición, 160 pág. Buenos Aires.