

CUARTA ÉPOCA

GEOGRAPHICALIA

1977 - 1988 - 2000 - 2023

**EDITORIAL:**

Monográfico geomorfología
Desde la Geografía a
la Geomorfología global
en Aragón
Dr. José María García Ruiz

ARTÍCULOS:

Monográfico geomorfología
Cartografía biogeomor-
fológica | Erosión por piping
| Zonificación de aludes
Sección general
Patrones asentamiento
culturas Calima | Dinámica
territorial Grados Geografía

MAPAS:

Monográfico geomorfología
Mapa geomorfológico de la
Bárdena Blanca (Navarra,
España) | Mapa geoarque-
ológico de El Pichao
(Tucumán, Argentina)

**NOTAS DE INVESTIGACION
Y RESEÑAS:**

Monográfico geomorfología
Análisis hidromorfológico
de ríos efímeros | VOLTUR-
MAC: volcans-turismo
Sección general
Estrategias de recuperación
de cubierta vegetal



1542

Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza

GEOGRAPHICALIA | MAPAS



Mapa geoarqueológico de El Pichao (Tucumán – Argentina)

María Marta Sampietro Vattuone y José Luis Peña Monné

Mapa geoarqueológico de El Pichao (Tucumán – Argentina)

María Marta Sampietro Vattuone¹ y José Luis Peña Monné²

¹ Laboratorio de Geoarqueología Universidad Nacional de Tucumán y CONICET, 4000 San Miguel de Tucumán (Argentina)
sampietro@tucbbs.com.ar

² Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio y IUCA – Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza
jlpena@unizar.es

Resumen: la aplicación de la cartografía geomorfológica a los estudios geoarqueológicos es de gran interés para la construcción de modelos evolutivos que integren la información de los cambios del paisaje con las ocupaciones humanas. El uso de drones provee una gran ventaja para la elaboración de este tipo de cartografía. El presente mapa ofrece información detallada sobre el contexto geomorfológico del sitio arqueológico El Pichao (Tucumán, Argentina), la ubicación espacial de las estructuras que lo componen, los procesos morfodinámicos activos que las afectan, su estado de conservación y contiene información de detalle para la conservación del sitio.

Palabras clave:

Geomorfología aplicada, arqueología, dron, VANT, patrimonio.

Geoarchaeological map of El Pichao (Tucumán – Argentina)

Abstract: The application of geomorphological cartography to geoarchaeological studies is of great interest for the construction of evolutionary models that integrate information on landscape changes with human occupations. The use of drones provides a great advantage for the development of this type of cartography. This map offers detailed information on the geomorphological context of the El Pichao archaeological site, the spatial location of the structures that comprise it, the active morphodynamic processes that affect the site, state of conservation of the complex, and contains detailed information for the conservation of the site. It has been established that the area is at serious risk of heritage loss conditioned by the increase in torrentiality of the system and the processes derived from surface runoff and the action of gravity on the present structures.

Keywords:

Applied geomorphology, archaeology, drone, UAV, heritage.

Recibido: 09-09-2024. Aceptado: 07-11-2024.

DOI: 10.26754/ojs_geoph/geoph.20247611053

1. Introducción

LA APLICACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA a los estudios geoarqueológicos es de gran interés para la construcción de modelos evolutivos que integren la información de los cambios del paisaje con las ocupaciones humanas (Sampietro Vattuone y Peña Monné, 2019a). En el Noroeste Argentino se han llevado a cabo numerosos trabajos geoarqueológicos relacionando las características morfológicas espaciales y la ocupación del territorio (Peña Monné y Sampietro Vattuone, 2018a). Estas investigaciones se han acompañado del desarrollo de cartografía geomorfológica detallada (Peña-Monné y Sampietro Vattuone, 2016, 2018b; Sampietro-Vattuone y Peña-Monné, 2019b, 2023) orientada a la comprensión de las ocupaciones y su impacto sobre el paisaje en concomitancia con los cambios climáticos regionales y globales (Peña-Monné et al., 2015; Sampietro-Vattuone y Peña-Monné, 2016, entre otros).

El mapa que se presenta corresponde a un espacio arqueológico del valle de Santa María. Este valle se encuentra ubicado en el oeste de la provincia de Tucumán y forma parte de la región del Noroeste Argentino (NOA). Corresponde a una cuenca tectónica alargada de sentido sur-norte, desde la localidad de Punta de Balasto al sur hasta la confluencia del río Santa María con el Calchaquí en el norte (Fig. 1). Está bordeada por la Sierra de Aconquija y las Cumbres Calchaquíes al este y la Sierra de Quilmes al oeste, que forman parte de la extensión septentrional de las Sierras Pampeanas. Geológicamente, su basamento está formado por rocas metamórficas del Grupo Puncovicana y graníticas del Precámbrico-Paleozoico (Ruiz Huidobro, 1972; González y Fernández, 2008). La Sierra de Quilmes alcanza alturas de hasta 5000 m s.n.m. y a su pie se extiende una serie de abanicos aluviales coalescentes formados durante

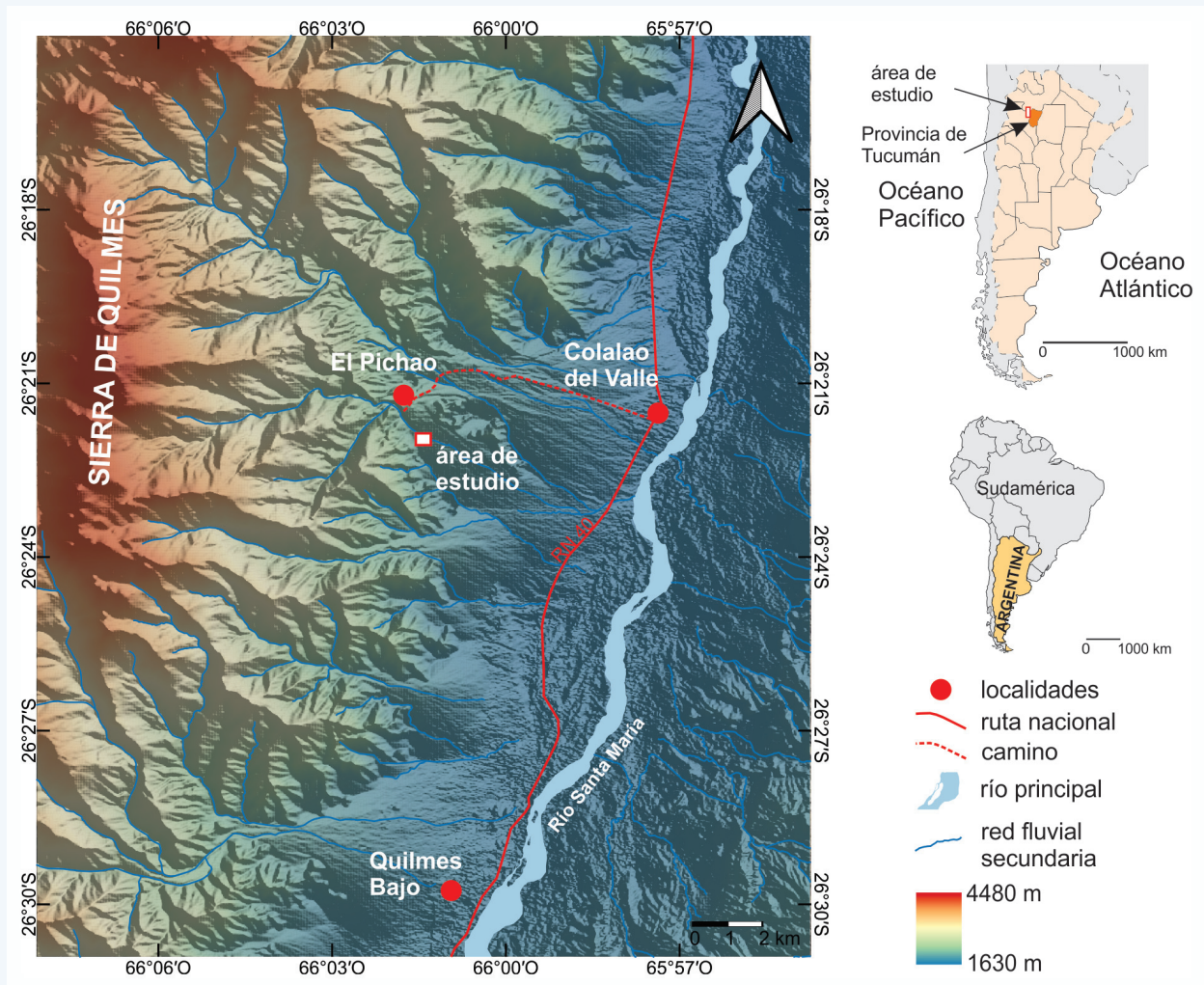


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio en el piedemonte oriental de la Sierra de Quilmes.

el Cuaternario por los ríos que descienden de la sierra. Estos abanicos están compuestos por arenas gruesas, gravas y bloques en la zona apical y media y decrece su textura hacia la zona distal, donde los depósitos son de arenas finas y limos arenosos alcanzando el fondo de valle (Ferreiro y Mon, 1973; Peña-Monné y Sampietro-Vattuone, 2016).

La zona se enmarca dentro de la Diagonal Árida Sudamericana (Isla et al., 2003) y su clima es árido, Bwk' según la clasificación de Köppen. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 15,3 °C en El Pichao y 16,2 °C en Colalao del Valle y las precipitaciones anuales alcanzan los 184 mm (Colalao del Valle, 1708 m s.n.m.) estando concentradas en la época estival (Peña-Monné y Sampietro-Vattuone, 2018c). Estas características condicionan la vegetación, que se caracteriza por el desarrollo predominante de estepa arbustiva de xerófilas, cuyas especies típicas son *Larrea divaricata* y *L. cuneifolia*, y cactáceas (cardón – *Trichocereus atacamensis*) en la zona de los abanicos aluviales, contribuyendo a la visibilidad de las estructuras arqueológicas y los rasgos erosivos. Por otra parte, hay bosques de algarrobos (*Neltuma nigra*) en las zonas donde el freático lo permite en el ámbito de fondo de valle (Morello, 1951; Cabrera, 1971; Dip et al., 2020).

El sitio arqueológico El Pichao se encuentra ubicado en el ápice del abanico aluvial que forma el río homónimo al pie de la Sierra de Quilmes, a unos 2200 m s.n.m. Este gran abanico aluvial se compone de diferentes niveles acumulativos cuaternarios, siendo los más recientes los que ocupan la mayor extensión. El modelo evolutivo regional establecido por Sampietro-Vattuone y Peña-Monné (2016) y Peña-Monné y Sampietro-Vattuone (2018a) sobre la base de secuencias morfoestratigráficas y el establecimiento de edades de cenizas volcánicas (Sampietro-Vattuone et al., 2020) permite establecer que las acumulaciones más antiguas se restringen a niveles muy altos y poco extensos de edad *Pleistocena*. Los niveles bajos, con mayor presencia, pertenecen al Holoceno. El más antiguo de éstos (H1) se localiza a 28 m sobre el cauce del río El Pichao y se extiende por el sector norte del cono, donde se asienta el pueblo, hasta la zona de regadío actual (ver mapa de ubicación en mapa principal). Las edades establecidas en el modelo evolutivo general indican que esta unidad abarca entre ca. 13000 y 4200 años BP. La siguiente unidad morfosedimentaria es la H2 que ocupa una gran extensión en el área del cono aluvial. En algunos sectores puntuales los perfiles expuestos por la incisión del río permiten observar que la base de la unidad H2 (en general superpuesta sobre H1) está marcada por un depósito de cenizas volcánicas regionalmente conocidos como V1, datadas en ca. 4200 BP (Sampietro Vattuone et al., 2020); a techo, la unidad muestra el desarrollo de un paleosuelo datado regionalmente en torno a ca. 2500 BP (Sampietro-Vattuone y Peña-Monné 2016) sobre el cual se asienta el sitio arqueológico cuyas ocupaciones se extiende entre ca. 2500-600 BP. Así, la edad aproximada de H2, en correspondencia con el modelo general, se sitúa entre ca. 4200 BP y 600 BP (edad más tardía

del sitio arqueológico). La unidad más reciente es la H3, datadas con posterioridad a ca. 600 BP que incluye depósitos de la Pequeña Edad del Hielo y el período cálido actual (ver mapa de ubicación en mapa principal). Es una unidad restringida espacialmente y localizada fundamentalmente en el sector distal de los abanicos o encajada en las unidades previas.

El sitio arqueológico El Pichao presenta ocupaciones prehispánicas que han sido datadas por métodos absolutos entre los períodos Formativo (ca. 500 AC-1000 DC) e Hispano-indígena (1535-1667 DC), incluyendo un amplio sector perteneciente al período de Desarrollos Regionales (1000-1535 DC) (Cornell y Johansson, 1993; Stenborg, 2002). El período Formativo tiene muy poca representatividad y se caracteriza por asentamiento de viviendas dispersas entre campos de cultivo sistematizados con terrazas. La economía era agropastoril organizada en una sociedad de tipo igualitaria (Caggiano y Sempé, 1994). Los materiales encontrados hasta el momento en la zona están dispersos y son escasos, no estando asociados a construcciones edilicias. El período siguiente, de Desarrollos Regionales, se caracteriza por un aumento de la densidad de población en el valle acompañado de intensificación de la explotación agropastoril, el surgimiento de curacazgos de naturaleza hereditaria. La complejidad social creciente llevó al aglutinamiento de la población hacia el 1300 DC (Tarragó, 2000; Natri 2001) surgiendo aldeas que se encontraban en sectores estratégicos en los ápices de los abanicos aluviales condicionados por la necesidad de gestionar los recursos hídricos y próximas a los campos del cultivo que se extienden hasta el sector medio de los abanicos aluviales. Los asentamientos de esta época ocupan en El Pichao unas 500 ha que incluyen 280 unidades residenciales, campos de cultivo aterrizados, morteros comunales, estructuras monticulares de culto y cementerios, sin arquitectura monumental (Cornell y Sjódin, 1990). Por último, el período Hispano-Indígena (1535-1667 DC) es una etapa muy convulsa en la región que se inicia con la llegada de los españoles al territorio y un estado de resistencia de 130 años contra la dominación extranjera. Esto condicionó la organización territorial y los sectores de asentamiento se desplazaron a zonas ocultas en las quebradas (Stenborg, 2002).

A lo largo del tiempo, las investigaciones orientadas al conocimiento de los diversos patrones de asentamiento se han apoyado en la realización de cartografía realizada manualmente en los inicios, equipamiento topográfico posteriormente y finalmente con la utilización de sensores remotos. En muchos sectores, el uso de fotografías aéreas supuso un gran avance, dada la falta de cobertura vegetal de las regiones montañosas secas del NOA. Sin embargo, la disponibilidad de vuelos institucionales es muy escasa, la única cobertura global data del año 1970 y la escala, 1:50.000, es insuficiente para tener una apreciación adecuada de los rasgos constructivos prehispánicos. En contadas excepciones existen vuelos de escala mayor. La

popularización de los UAVs (*Unmanned Aerial Vehicles*) supone una gran ventaja para este tipo de estudios dado que las escalas de los ortomosaicos obtenidos pueden adaptarse a las necesidades del investigador con costos mínimos de operatividad. Por otra parte, si bien se ha realizado cartografía del sitio El Pichao, hasta el momento los mapas no son accesibles o las escalas y calidad de las reproducciones es muy baja. Por lo tanto, tampoco hay elementos para plantear un plan de conservación global, siendo prácticamente desconocido cuáles son los pro-

cesos destructivos que afectan al sitio y dónde están estos actuando. En este sentido, la ejecución de registros de escala de detalle realizados con UAVs de sitios arqueológicos con buena visibilidad superficial a escalas de gran detalle, como el de la presente propuesta, facilita el conocimiento profundo del estado de conservación permitiendo identificar los procesos degradativos actuales, así como los pasados, proveyendo información de alta calidad para la gestión de los recursos culturales y el planeamiento de programas de conservación.

2. Identificación del proyecto

EL MAPA GEOARQUEOLÓGICO de El Pichao constituye el primer registro sistemático de sitios agroalfareros realizado con UAVs a escala de detalle realizado en la porción tucumana del valle de Santa María. Los objetivos del mapa son (1) contextualizar geomorfológicamente la ubicación del sitio arqueológico El Pichao; (2) registrar la ubicación espacial de cada una de las estructuras arqueológicas presentes en el área; (3) identificar los procesos morfodinámicos activos que afectan a las estructuras y a la superficie donde estas se asientan; (4) mostrar el estado de conservación de las estructuras presentes; y (5) proveer información de detalle que favorezca la toma de decisiones para la conservación del sitio.

El mapa es de interés para la comunidad arqueológica, las instituciones vinculadas a la toma de decisiones relacionadas con la conservación de bienes culturales y las comunidades indígenas que habitan la región. Está realizado en formato estático para impresión en tamaño A2 (60 por 42 cm). El tiempo de ejecución ha llevado 250 hs de trabajo, considerando tanto las actividades de campo (realización de vuelo para obtener el ortomosaico y posterior prospección pedestre de control) y de gabinete (elaboración del ortomosaico, modelo digital de elevación e interpretación visual de los rasgos de interés).

3. Componentes del mapa

LA BASE ESPACIAL DEL MAPA está compuesta por un ortomosaico en formato raster obtenido a partir de un vuelo de UAV realizado por nuestro equipo de trabajo. El vuelo fue obtenido mediante un dron DJI Phantom 4 configurado de manera automática mediante el uso de la App Pix4DCapture en entorno Android. Las imágenes obtenidas a 100 m de altura y con 80% de superposición fueron procesadas con el software Agisoft Metashape Professional v.1.5.1. El ortomosaico obtenido tiene una resolución de 5,36 cm/pix.

La información representada está compuesta por el ortomosaico al que se superpone de manera vectorial la información geomorfológica indicando la superficie que ocupa cada una de las unidades que componen la zona de análisis. A esto se suma información vectorial que identifica rasgos del drenaje distinguiendo el curso del río principal (Río Pichao) de los cursos

secundarios, canales de desborde en crecida (donde se superpone una trama indicando la dirección de desborde del río), también se indica con un símbolo específico las rupturas de pendiente en los canales principal y secundarios. Los restos de ocupación prehispánica están indicados discriminando (a) paredes en buen estado de conservación, (b) paredes con derrumbes, (c) estructuras agrarias y (d) morteros comunitarios, realizados sobre grandes bloques de roca que yacen sobre la superficie del abanico aluvial entre las estructuras arqueológicas. Finalmente, se han identificado los procesos agradativos y degradativos que afectan al sitio arqueológico. Se destaca la presencia de zonas de encharcamiento producidas en los sectores más deprimidos de las estructuras arqueológicas, regueros que afectan a la superficie del abanico aluvial sobre la que yace el sitio arqueológico y la erosión lateral generada por el canal principal del río El Pichao.

4. Código cartográfico y elaboración

PARA LA REPRESENTACIÓN DEL MAPA se optó por conservar el ortomosaico del sector de estudio como base y sobre la misma transparentar los polígonos que componen las unidades geomorfológicas. Además, se agregó la simbología previamente indicada de los rasgos de interés, tanto arqueológicos como morfodinámicos. De este modo se conserva la expresividad representada por la cobertura de la superficie natural del terreno, teniendo en cuenta la escala de detalle de partida. Los softwares empleados son Agisoft Metashape Professional v.1.5.1

para la generación del ortomosaico de base y QGIS 3.16.1 para la gestión del SIG y edición cartográfica. El diseño está compuesto de una capa raster (el ortomosaico) seguida de una capa vectorial en transparencia (la geomorfología) y capas temáticas vectoriales compuestas de rasgos que representan la arqueología, elementos del drenaje y los procesos degradativos activos. Finalmente, se agregaron símbolos correspondientes a procesos puntuales de interés a los objetivos cartográficos.

5. Resultados

EL SITIO ARQUEOLÓGICO El Pichao está asentado sobre el abanico aluvial formado por el río homónimo. Al igual que el resto de los abanicos aluviales desarrollados en la vertiente oriental de la Sierra de Quilmes presenta un alto dinamismo debido a la alta pendiente del curso fluvial que transmite descargas grandes de caudal producto de lluvias torrenciales esporádicas, pero de gran intensidad, propias de la región. Estas descargas se caracterizan por aportar flujos de detritos compuestos de esquistos y granitos de diversa granulometría, desde bloques hasta arenas y limos, generando los depósitos caóticos que gradualmente dieron lugar a la formación del abanico aluvial.

El sitio se encuentra sobre el nivel H2, formado entre *ca.* 4200 y 600 BP de acuerdo al modelo regional (Peña-Monné y Sampietro-Vattuone 2016). La superficie está compuesta por los materiales derivados del proceso de regularización de las acumulaciones sucesivas de flujos de detritos por lo que se aprecian sectores de materiales finos dispuestos entre acumulaciones de bloques que constituyeron antiguas barras siendo depósitos poco cohesivos y de estructura mayormente caótica (Fig. 2a). La unidad tiene un escarpe de hasta 2 m de altura sobre el cauce actual del río (Fig. 2b). La vegetación es dispersa y está representada por algunos ejemplares de algarrobo (*Neltuma* sp.), arbustos tales como montenegro (*Bulnesia schickendantzii*) y cardones (*Trichocereus* sp.), como puede apreciarse en el perfil transversal que acompaña al mapa principal (2c, Mapa).

El río bordea al sitio arqueológico en su margen noreste mostrando un diseño trenzado de baja sinuosidad, adaptado a la abundante carga tractiva típica de este tipo de canales (Schumm, 1985). El cauce tiende a ampliarse lateralmente y muestra sectores donde el escarpe que forma el abanico aluvial está sometido a procesos de erosión lateral, facilitado por la baja cohesión del depósito. El curso fluvial presenta muchas barras intermedias que cambian de fisonomía en cada crecida, contribuyendo a producir cambios en el trazado del canal principal. Se han identificado barras más altas parcialmente fijadas por la vegetación (mayormente Montenegro, *Bulnesia schickendantzii*) y un nivel de barras más bajo, carentes de vegetación con superficies de

bloques que evidencian el lavado producido tras su sedimentación (Fig. 2c). La zona se ve afectada esporádicamente por flujos de barro que son rápidamente colonizados por arbustos de palam palam (*Nicotiana glauca*). Estos desbordes son especialmente evidentes en la margen derecha del río donde el flujo ha sobrepasado el desnivel existente entre la acumulación del cono y el canal, afectando al sitio arqueológico (Fig. 3a). La acumulación conserva los canales de desborde sobre su superficie y es posible identificar la dirección del mismo. Además, sobre la superficie se observan acumulaciones de bloques residuales producto de la erosión de los depósitos que conformaban el abanico previo al paso del flujo de barro.

Existe un canal lateral, colector de los relieves localizados al oeste del sitio arqueológico. Se trata de una incisión sobre el abanico aluvial H2 que tiene una dinámica propia, independiente del río principal. El trazado es recto y muestra dos niveles de barras, aunque de extensión muy restringida. Los procesos activos en este canal promueven la erosión lateral del cauce provocando el ensanchamiento del mismo y vulnerando los márgenes del asentamiento prehispánico (Fig. 3b).

Sobre el nivel H2 destaca particularmente la intensa antropización, con la organización del material grueso formando paredes de diversa morfología y dimensión (Fig. 3c, 3d). La observación de estas paredes muestra que el estado de conservación es variable. Existen paños de pared e incluso recintos completos que aparecen claramente definidos, formados por muros dobles con relleno de material más fino (Fig. 3e); mientras que otros tienen los muros parcial o totalmente derrumbados, fundamentalmente debido a caídas de bloques por gravedad o por la instalación de vegetación. En estos casos, los derrumbes se encuentran al pie de lo que puede identificarse como la dirección del muro. Las terrazas de cultivo tienen menor entidad y visualmente se identifican como alineamientos de piedra de muro simple (Fig. 3d). Se han identificado morteros comunitarios dispersos entre las construcciones (Fig. 3f). El conjunto de paredes y remanente de barras localizados sobre la superficie

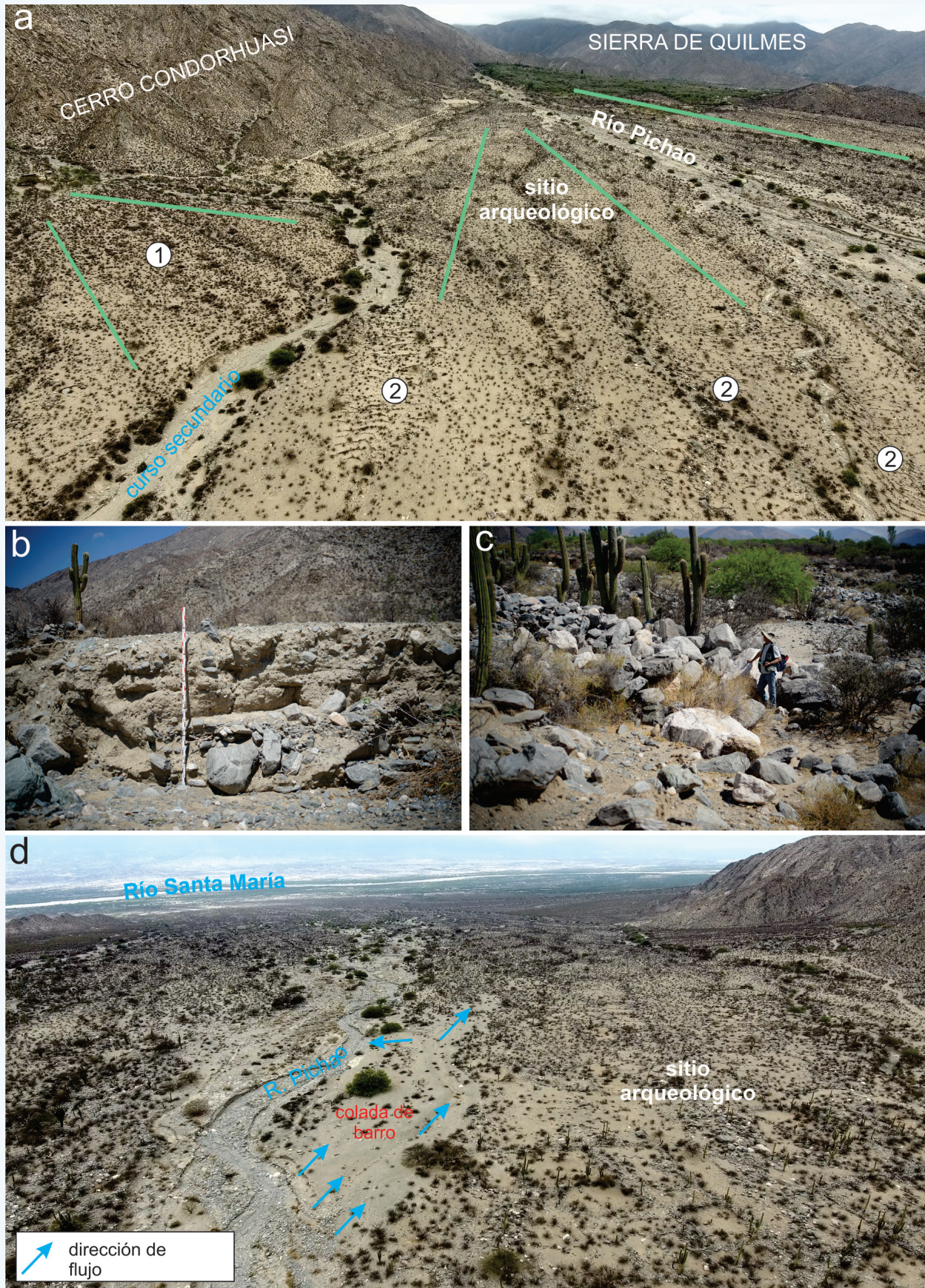


Figura 2. (a) vista oblicua del abanico aluvial de El Pichao, río El Pichao y curso secundario lateral: (1) abanico lateral, (2) estructuras agrarias prehispánicas en primer plano; (b) escarpe formado por el río que permite observar la estructura caótica de la acumulación; (c) barras formadas por bloques y vegetación típica; (d) flujos de barro afectando al sitio arqueológico.



Figura 3. (a) paredes afectadas por erosión lateral de crecidas recientes; (b) canal lateral que afecta el sector sur del sitio arqueológico; (c) vista oblicua de detalle de estructuras residenciales y terrazas agrícolas del sitio arqueológico El Pichao; (d) detalle de estructuras agrarias; (e) detalle de estructura residencial; (f) mortero comunal.

del terreno permite la generación de zonas de concentración del flujo superficial de agua dando lugar a la formación de regueros, en general de corto recorrido, aunque en algunos casos atraviesan los muros de los recintos promoviendo la desestabilización de los mismos y llegan incluso a formar sectores de flujo más concentrado dando lugar a potenciales zonas de incisión sobre el sitio. La topografía general del terreno está profundamente remodelada por las construcciones, de modo que es usual la concentración de humedad en los sectores deprimidos de los restos constructivos que probablemente promueven la degradación de los materiales subyacentes. A estos procesos degradativos mayores hay que añadir otras acciones favorecidas por la escasez de vegetación que proteja la superficie, como

procesos de erosión laminar o difusa en momento de lluvia y a deflación eólica. Ambas conducen a una pérdida importante de sedimentos finos y a un aumento de la pedregosidad. La presencia de pequeños grupos de cabras pastando en el sitio arqueológico también tiene efecto negativo, tanto por el desmonte de las estructuras constructivas como por potenciar aún más la exposición erosiva. Por último, hay que constatar que existe una senda que atraviesa el sitio para cuyo trazado se ha despejado de bloques; esta senda tiene un fuerte impacto visual y genera procesos de compactación por el paso de personas y animales. Esto favorece su profundización progresiva, llegando a servir de canal de drenaje en algunos tramos, y su ensanchamiento, que afecta a algunas estructuras.

6. Conclusiones

EL MAPA GEOARQUEOLÓGICO del sitio arqueológico El Pichao ofrece una aproximación detallada al asentamiento prehispánico del lugar. Es destacable la posibilidad de apreciar con precisión la distribución de estructuras, pero especialmente a su relativo buen estado de conservación. Los procesos que afectan de manera directa a las construcciones son las caídas por gravedad y el escurrimiento superficial que puede llegar a formar regueros. Los agentes más complejos y que comprometen de manera más profunda a la conservación del sitio arqueológico en conjunto tienen que ver con el aumento de torrencialidad del sistema, manifiesto en la ocurrencia de eventos de flujos de barro que alcanzan al sitio, la erosión lateral de cauce que afecta la ribera del río Pichao, y el ensanchamiento y profundización del canal lateral que recorre el margen sur del sitio arqueológico. El uso de ortomosaicos y modelos digitales de elevación obtenidos mediante sensores remotos como los drones se presenta como una herramienta inmejorable para conocer el estado de situación y planificar medidas de mitigación tendientes a la conservación patrimonial.

Agradecimientos

AGRADECEMOS EL ACOMPAÑAMIENTO de la Comunidad India Quilmes para la realización de las actividades de campo de esta investigación, y especialmente a la Sra. Laura Liendro y el Sr. Cacique Patricio González. La presente contribución ha sido realizada con el apoyo económico de los subsidios PICT2019-0193 y PIUNT G741 (ANPCyT y UNT respectivamente). Este trabajo es una contribución del Grupo de investigación P3a (Primeros Pobladores y Patrimonio Arqueológico del Valle del Ebro), IUCA.

8. Bibliografía

- Cabrera, A. L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 14 (1–2), 1–42.
- Caggiano, M. A. & Sempé, M. C. (1994). *América, prehistoria y geopolítica*. Editorial Tea. Buenos Aires.
- Cornell, P. & Johansson, N. (1993). Desarrollo del asentamiento STucTav5 (El Pichao), Provincia de Tucumán, comentarios sobre dataciones de 14C y luminiscencia. *Publicaciones del Instituto de Arqueología*, 2, 19-30.
- Cornell, P. & Sjodin, S. (1990). *El Pichao 1989. First report from the project emergence and growth of centres. A case study in the Santa María valley*. Departamento de Arqueología, Universidad de Gotemburgo. Suecia.
- Dip, A. B., Sampietro-Vattuone, M. M., Garey, M. V. & Eleuterio, A. A. (2020). Altitudinal gradient of plant diversity patterns in the Sierra de Quilmes (Monte desert–Argentina). *Journal of Arid Environments*, 182, 104274. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104274>
- Ferreiro, V. & Mon, R. (1973). Geomorfología y tectónica del valle de Santa María. *Acta Geológica Lilloana*, 5, 127-136.
- González, O. E. & Fernández, D. S. (2008). El valle de Santa María. Todo el color de un ambiente sedimentario del Neógeno. En: Ardolino, A, Lema, H. (Coord.), Sitios de interés Geológico de la República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires, pp. 73-83.
- Isla, F. I., Ruiz Barlett, E., Marquez, J. & Urrutia, A. (2003). Efectos ENSO en la transición entre el espinal y la pradera cultivada en la Diagonal Sudamericana, Argentina central. *Rev. C&G*, 17(1-2), 63-74.
- Morello, J. (1951). El bosque de algarrobo y la estepa de jarilla en el Valle de Santa María (Provincia de Tucumán). *Darwiniana*, 315-347.
- Nastri, J. (2001). La arquitectura aborigen de la piedra y la montaña (noroeste Argentino, siglos XI a XVI). *Anales del Museo de América*, 9, 141-163.
- Peña-Monné, J. L. Sancho-Marcén, C., Sampietro-Vattuone, M. M., Rivelli, F., Rhodes, E. J., Osácar-Soriano, M. C., Rubio-Fernández, V. & García-Gimenez, R. (2015). Geomorphological study of the Cafayate dune field (Northwest Argentina) during the last millennium. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 438, 352-363. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.08.028>
- Peña-Monné, J. L. & Sampietro-Vattuone, M. M. (2016). Geomorphology of the alluvial fans in Colalao del Valle-Quilmes area (Santa María Valley, Tucumán Province, Argentina). *Journal of Maps*, 12(sup1), 460-465. <http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2016.1239230>
- Peña Monné, J. L. & Sampietro-Vattuone, M. M. (2018a). Paleoambientes holocenos del valle de Tafí (Noroeste Argentino) a partir de registros morfosedimentarios y geoarqueológicos. *Boletín Geológico y Minero*, 129 (4), 671-691.
- Peña-Monné, J. L. & Sampietro-Vattuone, M. M. (2018b). Fluvial and aeolian dynamics of the Santa María River in the Cafayate depression (Salta Province, NW Argentina). *Journal of Maps*, 14(2), 567-575. <http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2018.1511484>
- Peña-Monné, J. L. & Sampietro-Vattuone, M. M. (2018c). Evolución geomorfológica de los conos aluviales de los ríos Pichao y Managua (valle de Santa María, prov. de Tucumán, Argentina). En: Blanco Chao, E. (Coord), Xeomorfoloxía e paisaxes xeográficas, catro décadas de investigación e ensino. Homenaxe a Augusto Pérez Alberti, Investigaciones geográficas (España), pp. 431-449.
- Ruiz Huidobro, O. J. (1972). *Descripción geológica de la hoja 11e Santa María, Provincias de Catamarca y Tucumán*. Dirección Nacional de Minería, Boletín 134. Buenos Aires.
- Sampietro-Vattuone, M. M. & Peña-Monné, J. L. (2016). Geomorphological dynamic changes during the Holocene through ephemeral stream analyses from Northwest Argentina. *Catena*, 147, 663-677. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2016.08.029>
- Sampietro Vattuone, M. M. & Peña Monné, J. L. (2019a). Cambios ambientales y geoarqueología en medios áridos/semiáridos: propuesta metodológica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 71(2), 565-584.

- Sampietro-Vattuone, M. M. & Peña-Monné, J. L. (2019b). Geomorphology of Tafi valley (Tucumán Province, Northwest Argentina). *Journal of Maps*, 15(2), 177-184. <http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2019.1567403>
- Sampietro-Vattuone, M. M. & Peña-Monné, J. L. (2023). Geomorphological evolution of the western piedmont of Cumbres Calchaquíes (Tucumán Province, NW Argentina). *Journal of Maps*, 19(1), 2168569. <http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2023.2168569>
- Sampietro-Vattuone, M. M., Báez, W. A., Peña-Monné, J. L. & Sola, A. (2020). Chronological and geomorphological approach to the Holocene tephras from Tafi and Santa María valleys, NW Argentina. *Quaternary Research*, 94, 14-30. <http://dx.doi.org/10.1017/qua.2019.78>
- Stenborg, P. (2002). Disciplinas distintas, discursos diferentes: el caso de los Pacciocas en las Fuentes Etnohistóricas y las ruinas del sitio STucTav7. XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina, 2, 193-207.
- Tarragó, M. N. (2000). Chacras y pukara. Desarrollos sociales tardíos. En: Tarragó, M. N. (Ed.), Nueva historia argentina. Los pueblos originarios y la conquista. Editorial Sudamericana, pp. 257-300.

