

---

## EL ARTE RUPESTRE DEL SUR DEL VALLE CALCHAQUÍ (SALTA). REFLEXIONES SOBRE EL USO DE LA FOTOGRAMETRÍA EN LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO

Rossana Ledesma <sup>a</sup>

### RESUMEN

El arte rupestre del Sur del Valle Calchaquí ha sido presentado en diversas oportunidades y se expusieron los resultados referidos a conservación, modalidades estilísticas, contextos de producción pictórica y análisis territorial. Las líneas de trabajo del Proyecto Arqueológico Cafayate son la investigación, la difusión y la conservación del patrimonio definido como construcción social. En esta ocasión se discuten las posibilidades de conservación del patrimonio arqueológico a partir de las tecnologías digitales, específicamente el empleo de la fotogrametría. Las reflexiones están basadas en las experiencias de trabajo de campo, gabinete y divulgación científica en la zona de estudio.

**PALABRAS CLAVE:** Arte Rupestre; Valle Calchaquí; Fotogrametría; Patrimonio Arqueológico.

### ABSTRACT

The rock art of the South of the Calchaquí Valley has been presented on various occasions, and the results referring to conservation, stylistic modalities, contexts of pictorial production and territorial analysis were presented. The lines of work of the Cafayate Archaeological Project are research, diffusion and conservation of the heritage defined as social construction. On this occasion the possibilities of conservation of the archaeological heritage from digital technologies are discussed, specifically the use of photogrammetry. The reflections are based on the experiences of field work, laboratory and scientific dissemination in the study area.

**KEYWORDS:** Rock art; Calchaquí Valley; Photogrammetry; Archaeological Heritage.

*Manuscrito final recibido el día 20 de agosto de 2020. Aceptado para su publicación el día 16 de octubre de 2020.*

---

### INTRODUCCIÓN

El arte rupestre del sur del Valle Calchaquí fue investigado como evidencia arqueológica de las ocupaciones prehispánicas y actualmente se elaboran propuestas para promover su conservación y difusión como bien patrimonial. La técnica más reciente que se implementa es la fotogrametría digital, que consiste en correlación de imágenes para la obtención de información geométrica

tridimensional de los objetos registrados (bienes muebles, excavaciones, arquitectura, paneles y bloques con arte rupestre). A través del uso de los algoritmos matemáticos, las computadoras con programas específicos analizan los puntos comunes entre varias imágenes y detecta su posición en el espacio tridimensional, que dan posteriormente una nube de puntos que permiten elaborar modelos 3D (Aparicio, Aguirre, Mejía & Matovelle, 2018). El

---

<sup>a</sup> Instituto de Investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina. Universidad Nacional de Salta.

empleo de la fotogrametría para la documentación y difusión del arte rupestre se han incrementado en la última década y han generado presencia en documentales, páginas web, congresos, exposiciones y redes sociales. Las posibilidades de acceder al equipamiento y programas necesarios en las presentaciones digitales son heterogéneas en la Argentina, donde los recursos financieros son disímiles o dispares para las diversas instituciones y proyectos de investigación arqueológicos. Esto hizo que se conformen redes de cooperación y asistencia, personal o institucional, para encarar los proyectos de digitalización con software libre y uso de equipos alternativos de menor costo.

La confección de modelos 3D de diversos bienes se ha convertido prácticamente en una obligación en las presentaciones científicas o el tema principal de la exposición ante las autoridades de gestión del patrimonio arqueológico. El impacto que produce este tipo de trabajos es alto y acerca notablemente el bien arqueológico con el destinatario ya sea especializado o no en el pasado prehispánico.

Los métodos y técnicas de registro en arqueología están claramente establecidos y la formación profesional exige el uso de prácticas estrictas en las distintas etapas de investigación arqueológica. Los manuales y programas de metodología son explícitos y normados al respecto, pero es escasa la formación universitaria en Arqueología Digital y en la elaboración de modelos fotogramétricos o reconstrucciones 3D.

En la documentación del arte rupestre en Cafayate y Quebrada de Las Conchas se han aplicado el máximo de los recursos disponibles en las formas de investigación y documentación como el uso de fotografías aéreas con estereoscopio para la confección de mapas base, los Sistemas de Información Geográfica, realización de calcos con acetatos y la reconstrucción 3D de los grabados rupestres. En este trabajo los objetivos son reflexionar sobre el uso responsable de las nuevas tecnologías aplicadas a la documentación y conservación de los sitios arqueológicos con arte rupestre. A partir de esa reflexión crítica, se presenta y revisa la aplicación de los métodos y técnicas digitales de investigación y conservación del arte rupestre en el sur del Valle Calchaquí.

## CONSERVACIÓN Y ARQUEOLOGÍA

El arte rupestre como objeto de estudio de la arqueología está sujeto a una serie de métodos y técnicas para su documentación, a lo que se suma la interpretación basada en un marco teórico y líneas de investigación seguidas por los investigadores. Y como evidencia arqueológica de las poblaciones prehispánicas se incrementa el carácter de bien patrimonial susceptible de ser investigado con metodología arqueológica y por ende su conservación.

El término *conservación* en patrimonio cultural adquiere diversos significados y metodologías de trabajo según sea la disciplina con la cual se aborda la problemática. Las diferencias de significado se estrechan cuando los relevamientos se efectúan en conjunto con restauradores, químicos y fotógrafos. Con una mirada antropológica y crítica, en este trabajo la difusión está más próxima a la línea teórica de construcción social, específicamente como conservación del conocimiento (Prats, 1997). Esto no descarta en absoluto la documentación de los bienes en este proceso.

En lo que respecta a la conservación de la documentación, ICOMOS (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios) y la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección (ISPRS) consideran que los sitios patrimoniales pueden ser protegidos cuando los registros y la documentación están asegurados con respecto a su entorno y se almacenan en sistemas de gestión (Santana Quintero, 2013).

En la historia de la documentación de los sitios con arte rupestre fueron aplicados diversos procedimientos como el dibujo a mano alzada, calcos directos o por frotación, fotografía analógica y digital con ventajas y limitaciones en su empleo. El abandono de algunas de estos procedimientos se debe a la subjetividad en la documentación, a la cuestionable fidelidad y los potenciales deterioros mecánicos durante el registro entre otros.

El empleo de la fotografía analógica permitió superar estas limitaciones, pero se presentaron otras consecuencias como las deformaciones por la morfología de las lentes, cierta dificultad para el registro fiable del color y la lentitud con la que se realizaban los calcos a partir de las fotografías.

Estos aspectos fueron salvados posteriormente con la fotografía digital y el análisis de imágenes realizadas con las computadoras. Con este tipo de documentación ya no hay contacto físico con las pinturas o grabados y favorece la conservación del bien.

El análisis de imagen se ha presentado en las últimas décadas como una alternativa no destructiva y apropiada para la documentación del arte rupestre, con las ventajas de aportar datos útiles para la investigación arqueológica y, contribuye con estrategias efectivas de conservación. Entre las primeras limitaciones está la necesidad de contar con profesionales especializados en fotografía y edición de imágenes, a lo que se suma el equipamiento específico como cámaras fotográficas y computadoras capaces de procesar gran cantidad de datos. Si bien el uso de estos recursos se incorpora paulatinamente, no siempre son aprovechados por parte de los arqueólogos en todas sus potencialidades para la conservación arqueológica.

La conservación de los bienes arqueológicos está regida por una serie de Convenciones y Cartas internacionales, siendo las principales la Carta de Atenas (1931 y 1933), Convención de Unesco (1956), Documento de Malta (1992), Carta para la protección y gestión del Patrimonio Arqueológico de la UNESCO (1990), Carta de ICROM Roma (1983) y Carta del Restauo (1972). A ellas se suman las legislaciones provinciales y nacional de la República Argentina. Desde la primera carta hasta la legislación nacional (2003) se promueve la necesidad de conservación de los yacimientos en su lugar original, el reconocimiento de los contextos y la conservación integral.

La Carta de Londres para la visualización informática del patrimonio cultural y los Principios Internacionales de la Arqueología Virtual (Sevilla) son propios de este siglo y fueron elaborados con los objetivos de elaborar criterios y directrices detallados en el uso de las nuevas tecnologías en la conservación, investigación y difusión del patrimonio cultural y arqueológico (Carta de Londres 2009 y 2020; Economou, 2015; López-Menchero & Grande, 2011).

En los principios de Sevilla se definen Arqueología Virtual, Gestión Integral, Restauración virtual,

Anastilosis Virtual, Reconstrucción Virtual, Recreación Virtual y Patrimonio arqueológico. Respecto a la conservación, en la Carta del Restauo (1987) son definidos los términos de Conservación y Conservación Preventiva. En el primer caso, está vinculada a las actuaciones de prevención y salvaguardia para asegurar una duración ilimitada del objeto considerado. Y la conservación preventiva incluye las tareas de mantenimiento del bien y del contexto medioambiental, con el objetivo de ralentizar el deterioro.

La conservación en sentido estricto implica la toma de conocimiento sobre el conjunto del yacimiento arqueológico, en este caso no sólo del panel con pintura o grabado, sino que se incluye el contexto, el estudio de su autenticidad, su estructura, la composición fisicoquímica y la información que puede brindar. En este proceso es imprescindible la planificación de la conservación, estabilizar los procesos de deterioro y la búsqueda de equilibrio entre conservación y excavación (Cirujano Gutiérrez & Laborde Marqueze, 2001).

Aunque las posibilidades de restaurar los sitios con arte rupestre son limitadas y cuestionables, la protección y la conservación de pinturas y grabados se presentan como acciones ligadas entre sí y fundamentales en la gestión del patrimonio. Ahora bien, la conservación incluye la protección, el registro arqueológico, la evaluación de riesgos, el estudio del deterioro, el monitoreo y el plan de manejo que van ligados con la difusión y valorización del yacimiento. “En este punto surgen muchas paradojas que acompañan al patrimonio: sin conservación no puede haber presentación, pero sin presentación se hace inviable la conservación a largo plazo” (López-Menchero & Serio, 2011, p. 25).

Y en la presentación del arte rupestre, difusión o comunicación, la forma de concretar este paso necesario en la valorización lleva a diversas maneras de dar a conocer el bien arqueológico a públicos o destinatarios con motivaciones heterogéneas. En este proceso de difusión se incluye a los gestores del patrimonio, a las autoridades locales, los visitantes y pobladores locales sólo por mencionar solamente algunos de estos posibles receptores.

Si bien la Carta Internacional para la gestión del

patrimonio arqueológico sugiere que la difusión es el medio más eficaz para lograr su protección y conservación (Artículo 7), las estrategias de difusión son variables y más o menos exitosas según las políticas públicas vigentes. En Europa se han aplicado diversas soluciones para conservar y difundir el arte rupestre, siendo los más impactantes las réplicas físicas, los cerramientos tipo burbuja, cuevas virtuales y hologramas (López-Menchero & Serio, 2011). En nuestro país, los desafíos son mayores, las razones presupuestarias son las principales y no siempre están acordes a la fragilidad del arte rupestre y a los contextos sociales actuales asociados para lograr una solución satisfactoria. A ello se suman los tiempos de resolución que son diferentes en los equipos de arqueología, que difícilmente pueden ir junto a las expectativas de las autoridades al solicitar una rápida inclusión del bien arqueológica al público, sobre todo al turismo para mostrar una propuesta innovadora y diferente a otras “ofertas” gestionadas en la región.

Así, en los últimos años se ha podido observar un esfuerzo extraordinario por parte de los arqueólogos argentinos al buscar soluciones diferentes para la difusión y encarar los problemas de conservación con una mirada moderna e impactante, en algunos casos en forma diligente y en otros apresurada.

Por ello, en el siglo XXI los desafíos de los arqueólogos especializados en arte rupestre incluyen la investigación, la promoción de la conservación y difusión de los resultados de una manera que genere huella en los destinatarios y gestores del patrimonio cultural.

Las nuevas tecnologías en la documentación arqueológica

El uso de una variedad de medios tecnológicos disponibles en la actualidad es una posibilidad y en algunas situaciones se presenta como una obligación para no quedar relegados en las acciones de conservación y difusión del patrimonio arqueológico. Si están accesibles los recursos tecnológicos es válido su empleo para documentar con rigurosidad y compromiso. Los resultados de los diferentes métodos se pueden observar en diferentes plataformas de acceso

libre, documentales y en publicaciones digitales, siendo los denominados *Active Methods* los de mayor repercusión, como *LIDAR*, *Laser Scanning*, *Structured Light Scanning*, *Range Cameras* y *Photometric Stereo*. Las reconstrucciones virtuales en 3D son las de mayor desarrollo en los últimos años y dentro de todo las más accesibles a un buen número de arqueólogos y se han generalizado (Gorgopoulus & Konstantina, 2017; Verhoeven, 2011).

Las virtudes y potencialidades de las reconstrucciones virtuales en modelos 3D tienen también su contrapartida, porque estas aplicaciones tecnológicas posiblemente serán obsoletas en pocos años. Los primeros softwares<sup>1</sup> para la generación de modelos 3D a partir de fotografías han sido reemplazados y en algunos casos no pueden ser visualizados porque las versiones ya no son compatibles con los equipos informáticos actuales. Desde hace aproximadamente diez años se puede observar el resultado de la conversión de fotografías en modelos con distintas complejidades y detalles, materializados en publicaciones que crecen continuamente y presentaciones en congresos donde prima el efecto visual. En este punto es preocupante la relación de los resultados en diversas plataformas de acceso, libres o con licencias pagas, con accesibilidad de acuerdo con la tecnología disponible para su visualización o publicación, donde la documentación con el objetivo de conservar el bien patrimonial queda relegado a la visualización de una nueva obra: el modelo 3D.

Como profesionales de la arqueología es repetitiva la reflexión, pero una lección del pasado es que todo intento y esfuerzo de documentar es insuficiente. Si se está generando un modelo para exponer en un congreso o convencer a las autoridades sobre la gestión y conservación del patrimonio, es decir, una exposición en el presente con expectativas de resultados inmediatos, entonces la estrategia comunicativa es medida por el impacto producido.

---

<sup>1</sup> Los siguientes softwares fueron de uso frecuente para convertir fotografías en modelos 3D: 123 Catch de Autodesk, Photosynth, Photofly, Bundler/PMVS2, Visual SFM, Photomodeller Scanner, Iwitness o Shapecapture.

Ahora bien, si lo que se buscan son resultados a largo plazo, es decir, documentar para conservar en el futuro, las estrategias deben dirigirse a documentar y asegurar los medios de reproducción de esa documentación.

Indudablemente el giro que ha dado la arqueología en los últimos años en el uso de tecnologías digitales muestra avances metodológicos, nuevas vías de investigación y el manejo de una gran cantidad de datos digitales. Este impulso digital agiliza la recopilación de datos en el campo y produce un cuerpo de información que crece rápidamente que traen su contrapartida, por ejemplo, la reducción de la interpretación teórica y del análisis reflexivo del pasado.

La contrapartida a la arqueología digital y a la generación de *Big Data* es la denominada *Low Archaeology*. Los críticos enfatizan los modos artesanales de documentación arqueológica y resaltan el valor de los datos pequeños y adecuadamente contextualizados (Aygen & Davis, 2020; Bergamasco, Falvo & Manera, 2018; Caraher, 2016; Harrison, 2019).

La inquietud es si la digitalización puede cumplir con el rol de conservar el patrimonio arqueológico. La postura intermedia entre *Low Archaeology* y *Big Data* sería el Patrimonio Digital aplicado, donde se pueda visualizar un compromiso participativo con los recursos del patrimonio, resolver problemas prácticos en la documentación, establecer procesos de colaboración institucional a largo plazo y finalmente estudiar críticamente sobre la experiencia del usuario final, científico, político y comunitario.

Tanto Caraher (2016) como Harrison (2019) hacen referencia a esta tendencia crítica y enfatizan la necesidad imperiosa de fomentar un trabajo deliberado, con una aproximación reflexiva y comprensiva en las técnicas de campo y la adopción de tecnologías digitales.

Esta adopción de tecnologías digitales debe estar acompañada, según las autoras, de una comunicación de los detalles técnicos de los modelos, donde se comprendan y aprecie el proceso de creación, una metodología arqueológica digital. Así, las imágenes 3D o modelos fotogramétricos deberían ilustrar e interpretar las relaciones

entre las evidencias, donde el fotógrafo y el digitalizador no sean técnicos pasivos frente al contexto arqueológico. Si el trabajo de campo es el lugar de recopilación de datos y análisis, el gabinete debe presentarse como un espacio de interpretación (Caraher, 2016). La producción de conocimiento en la era digital es una realidad, que debe ser acompañada de reflexividad y crítica de los datos obtenidos. Harrison (2019) no descarta la investigación innovadora a partir de datos digitales, realiza una propuesta concreta sobre el patrimonio digital y una fuerte reflexión sobre los resultados de la digitalización y sobre cómo será este patrimonio dentro de unos años. Estas reflexiones son necesarias de ser planteadas en forma previa a la digitalización.

Las reconstrucciones fotogramétricas en Argentina En Argentina, la Arqueología Digital y la reconstrucción fotogramétrica son bastantes recientes si se compara con otras especialidades. La elaboración de modelos 3D incluye diferentes tipos de evidencias como vasijas cerámicas, restos arqueofaunísticos, sitios arqueológicos e históricos, bloques con grabados y aleros con pinturas rupestres (Ávido & Vitores, 2015; Conte & Robledo, 2020; Ghiani, Sokol & Lozano, 2017; Izaguirre, 2014; Shuster & Quinto, 2019; Vázquez & Díaz, 2014; Vargas, 2016; Vitores & Avido, 2016). Los investigadores citados han empleado una diversidad de programas para la elaboración de modelos fotogramétricos, y se observa la recurrencia reciente de compartir los resultados en el sitio web de *Sketchfab*, específicamente en la categoría de las colecciones de Patrimonio Cultural e Historia. Se trata de un visualizador de modelos 3D y se puede visualizar el contenido en línea. Hasta el año 2019 era posible subir modelos sin cargo en forma individual, actualmente el servicio es libre para instituciones vinculadas al patrimonio y la investigación.

La posibilidad de visualizar los modelos de diversos bienes arqueológicos muestra como la tecnología favorece la difusión de los bienes culturales del pasado a un público masivo a través de internet. En la búsqueda realizada en *Sketchfab*, referida a la publicación de modelos 3D en

Argentina, se observaron dos grupos principales de publicaciones. El primero está conformado por usuarios particulares que suben sus producciones (objetos, excavaciones y paneles con arte rupestre) ya sea con sus nombres completos o seudónimos, en gran medida se trata de los trabajos finales de los cursos realizados y en menor medida de profesionales que socializan los trabajos de campo efectuados, es más, estas producciones se encuentran posteriormente citadas en las publicaciones y curriculum vitae.

Un segundo grupo de usuarios en *Sketchaf* son los institucionales, de ellos se destacan el Programa de Arqueología Digital (IDACOR CONICET UNC), Cultura Catamarca del Ministerio de Cultura y Turismo de Catamarca, Museo Histórico Municipal de la Matanza (Laboratorio de Arqueología) y finalmente el Instituto de Arqueología y Museo de la Facultad de Ciencias Naturales e IML de la Universidad Nacional de Tucumán.

Si se retoma la reflexión y crítica a la arqueología digital efectuada por los seguidores de la *Low Archaeology*, las publicaciones en línea producen impacto y fascinación en los destinatarios mediáticos y digitales (Domingo, Villaverde, López, Lerma & Cabrelles, 2013). Es válido, insisto, emplear todos los recursos necesarios y medios tecnológicos para dar a conocer el patrimonio al mayor número posible de público. Estas acciones son acordes a los objetivos de la difusión y al compromiso profesional de dar a conocer el resultado de las investigaciones.

Al observar los modelos publicados –y los propios también– y en el conocimiento de los procesos involucrados como registro fotográfico, edición de imágenes, realización del modelo con programa específico (libre o con licencia), edición del modelo, revisión y visualización, se pueden seguir las maniobras y trucos empleados para llegar al producto final. Esto es un proceso de evaluación reservado a los especialistas que se han formado en la fotogrametría. Entonces, el proceso conlleva maniobras o procedimientos complejos, rutinarios, estandarizados y están fuera de la experiencia del trabajo metodológico disciplinar (Caraher, 2016; Gorgopoulus & Konstantina, 2017). En este aspecto quizás sea necesario realizar un ajuste al

proceso de documentación de las herramientas digitales, sobre todo en los modelos de los objetos y especificar datos básicos como dimensiones, materia prima, contexto, colores estandarizados, ubicación actual, nombre y apellido completo del diseñador y las publicaciones asociadas. Respecto a los paneles con arte rupestre y excavaciones arqueológicas, se deberían incluir datos del contexto, asociaciones entre evidencias e información vinculada a la toma de decisiones (número de fotografías, selección de los paneles o cuadrículas elegidas).

Durante un buen tiempo se realizó la discusión sobre si la información arqueológica debía ser difundida en términos científicos, sin bajar el rigor disciplinar, luego se comenzó a hablar de divulgación científica y actualmente se hace referencia a transposición didáctica con el claro objetivo de no subestimar al destinatario. El hecho de no incluir datos arqueológicos o referencias en las ilustraciones está llevando a la misma situación de subestimación de los conocimientos o capacidad interpretativa de los destinatarios.

Si la intención es mantener la diferencia entre difusión a un público no profesional, por un lado, y arqueólogos por otro, sería importante establecer pautas claras en las características que deberían tener los modelos fotogramétricos.

Tanto la Carta de Londres y los Principios de Sevilla son los documentos de base necesarios para los trabajos de arqueología virtual, sugieren el recorrido para mantener la especificidad disciplinar al momento de iniciar los proyectos de reconstrucción fotogramétrica. Como las cartas son declaraciones de intención, se las releva de la obligatoriedad de aplicarlas, pero las recomendaciones merecen una reflexión sobre las tareas realizadas al momento de utilizar las nuevas herramientas tecnológicas tentadoras e impactantes, pero ¿son adecuadas para conservar el patrimonio arqueológico? (Figura 1).

Los objetivos de este trabajo no son analizar todos los Principios de Sevilla, se destaca que hacen referencia a metodologías de trabajo propias de la arqueología y fueron acordados para diferenciar, por ejemplo, un modelo virtual de un bien arqueológico de una obra de arte contemporánea

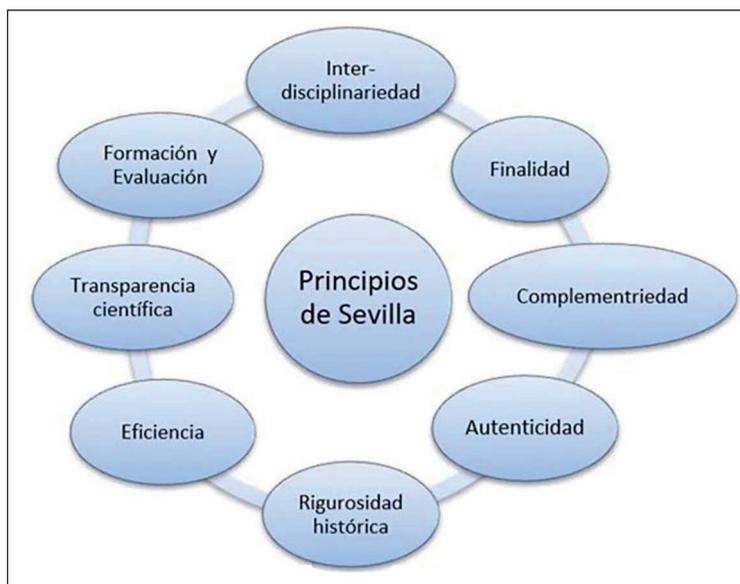


Figura 1. Principios de Sevilla.

porque las técnicas de reconstrucción virtual son semejantes en ambas disciplinas.

En primer lugar, la Recreación Virtual comprende el intento de recuperación visual, a partir de un modelo virtual, del pasado en un momento determinado de un sitio, entorno, paisaje y objetos. Es decir, la ubicación temporal debe estar presente al igual que las referencias a su ubicación original, la pasada y la actual. Estas referencias no son detalles menores si se trabaja con patrimonio arqueológico.

Los objetivos de la Carta de Londres y de los Principios de Sevilla son referencias y los mismos se materializan en teoría, técnica y metodología en la práctica arqueológica, complementa las tareas de documentación, interpretación, conservación ya realizados con anterioridad en cada proyecto de investigación arqueológica. Por eso es necesario establecer criterios comprensibles y aplicables para los pares y los evaluadores, para cerrar la brecha existente entre expositores con presentaciones de modelos 3D y 2D. Porque los recursos tecnológicos para una reconstrucción fotogramétrica están al alcance: una cámara fotográfica, un procesador y software libre. La arqueología virtual y la arqueología digital están presentes y abrieron puertas para la aplicación de métodos y técnicas digitales de investigación, conservación y difusión.

En el próximo apartado se hace referencia a la

experiencia del Proyecto Cafayate en la elaboración de modelos 3D en las acciones de investigación, conservación y difusión. A lo largo de veinte años de trabajo los objetivos no han cambiado, las estrategias se adecuan a los recursos tecnológicos disponibles y las prioridades se ajustaron a las demandas comunitarias.

### INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y DIFUSIÓN EN EL SUR DEL VALLE CALCHAQUÍ

La investigación arqueológica del arte rupestre se realizó en el Sur del Valle Calchaquí, específicamente en Cafayate y Quebrada de las Conchas. El análisis e interpretación del arte rupestre está enmarcado en el estudio de territorialidad y su vinculación con microregiones cercanas. Hasta la fecha se han registrado los siguientes sitios con arte rupestre: El Divisadero, El Alisar, Tres Cerritos, Alemania, Las Figuritas, Peña del Agua, Piedras Pintadas y Terrazas. (de Hoyos, 2005; Ledesma & de Hoyos, 2002; Ledesma & Subelza, 2014)<sup>2</sup>.

En los inicios de las investigaciones arqueológicas en Cafayate, la documentación del arte rupestre fue

<sup>2</sup> En Ledesma y Subelza (2014) se presentó una síntesis de los estudios de arte rupestre y cerámica de Cafayate. La información se complementa en el estudio estilístico y territorial en las publicaciones de Ledesma (2004, 2005, 2009, 2010a, 2012, 2015).

realizada con la toma de fotografías analógicas y la elaboración de calcos manuales. Posteriormente se incorporó el uso de cámaras digitales y la edición de imágenes. En forma paralela fueron confeccionadas las fichas de estado de conservación para cada uno de los sitios y sectores con pinturas y grabados. Recientemente, las nuevas tecnologías han conducido a incorporar equipos y programas de procesamiento para mejorar el registro previo. Por ejemplo, el empleo de cámaras digitales réflex ha mejorado el catálogo de imágenes, por su resolución y nivel de detalle y permite su uso para la confección de modelos 3D.

Si bien los modelos fotogramétricos obtenidos a partir de imágenes tienen una serie de pasos estandarizados dados por el programa, los resultados son dispares según sean los datos de base y los objetivos del diseñador. Por lo cual se revisó la aplicación de los métodos y técnicas digitales de investigación y conservación del arte rupestre en el sur del Valle Calchaquí, que es el segundo destino turístico de la provincia. Esto es un tema para dialogar con las instituciones responsables y comunidades locales porque los sitios arqueológicos carecen de un plan de manejo. La incorporación de sitios arqueológicos a la oferta turística de Cafayate es solicitada en forma continua por los emprendedores locales y por el momento ninguno es promocionado por el municipio o por la provincia. La conservación del arte rupestre es en general buena, se encuentran en buen estado y con mínimas alteraciones. La única excepción es El Divisadero que fue incorporado a las visitas turísticas por los pobladores locales, pero sin plan de manejo y con las consecuentes alteraciones en las pinturas, en la arquitectura en superficie (Ledesma, Villarroel, Rodríguez & Cardozo, 2019).

Como se mencionó, los sitios no forman parte de los circuitos turísticos porque las empresas han priorizado el patrimonio natural y gastronómico, con viajes realizados en el día desde la ciudad de Salta y sin pernocte en las ciudades vallistas. Pero los proyectos estatales a mediano plazo buscan incrementar la permanencia a dos noches en la zona, esto implica incluir nuevas ofertas turísticas y con visitas arqueológicas concretamente. Esta es

una realidad no muy lejana, por ello documentar y proponer proyectos de conservación y gestión son los desafíos actuales. El compromiso social asumido por los integrantes del Proyecto Cafayate con la comunidad fue realizado desde las primeras prospecciones realizadas hace veinte años y se consolidó en acciones conjuntas con diversos actores sociales.

Las actividades de conservación y difusión del patrimonio necesitan ser diseñadas con rigurosidad, y no quedar supeditadas a la buena voluntad de los arqueólogos o como respuestas expeditivas ante situaciones no planificadas. Es así, que la revisión de las actividades realizadas y futuras necesita ser orientadas en un marco específico, donde el uso responsable de las nuevas tecnologías no enmascare u opaque los proyectos de investigación, conservación y gestión en forma integrada.

Los principios de Sevilla son precisamente el marco de reflexión sobre el uso de las fotografías en la conservación y exposición/difusión.

#### Interdisciplinariedad

Se han realizado diversos intentos de actividades interdisciplinarias pero la participación de geólogos, profesionales del turismo, historiadores, conservadores, informáticos, educadores, antropólogos sociales y fotógrafos ha sido puntual y en actividades a término. La participación de los colegas fue colaborativa y anexa a sus actividades docentes o proyectos específicos de sus áreas y disciplinas. Un tema no menor son los trabajos de campo, principalmente porque las actividades y tiempos de los arqueólogos son diferentes a las normas y usos de otras disciplinas<sup>3</sup>.

Las actividades realizadas han contado con la participación voluntaria de profesionales de diversas disciplinas, pero sin continuidad<sup>4</sup>. Actualmente se considera que la interdisciplinariedad no debe

<sup>3</sup> La incorporación de otros profesionales a los trabajos de campo implicó costear viáticos y honorarios. En el caso de los fotógrafos, los derechos de uso de las imágenes se presentaron como un obstáculo insalvable.

<sup>4</sup> Otras de las limitaciones se han presentado al momento de las postulaciones a becas, por tratarse de áreas diferentes al momento de las evaluaciones.

ajustarse a una situación particular, como la colaboración de un químico para la identificación de la composición de las pinturas rupestres. La realidad muestra la reducida cantidad de laboratorios específicos y de profesionales especializados en los análisis arqueológicos.

A pesar de ello, los trabajos interdisciplinarios a largo plazo pueden presentarse enmarcados en líneas de investigación o redes formalizadas, que superen la evaluación disciplinar. Una línea de trabajo en la que se ha podido converger es en Ciencias de la Comunicación en las acciones vinculadas a la difusión del patrimonio arqueológico, donde la disciplinariedad ha realizado aportes sustanciales. Así, el impacto social de las investigaciones y la vinculación están basados en los recursos humanos locales y en actividades consensuadas con la comunidad local (Ledesma, 2010b; Ledesma & Rodríguez, 2020; Ledesma & Cruz, 2018).

#### Finalidad

Si bien la utilización de una serie de productos tecnológicos como la fotogrametría de objetos cercanos, la fotografía gigapixel, las técnicas de descorrelación de imágenes, tratamientos estadísticos de nubes de puntos para analizar sus variaciones, los sistemas de información geográfica y las técnicas espectroscópicas para análisis químicos in situ resultan útiles y específicos, la tarea del arqueólogo con un trabajo personal y directo es fundamental en todas las etapas de la documentación. Las técnicas mencionadas requieren un proyecto a largo plazo y algunas de ellas implican elevados costos de los equipos y técnicas que no siempre están disponibles. Por ello se optó por continuarla documentación en el sur del Valle Calchaquí con la realización de modelos fotogramétricos a partir de la reconstrucción con imágenes digitales obtenidas por integrantes del equipo.

La finalidad (objetivos de la reconstrucción) y los destinatarios deberían ser determinados antes de iniciar el registro fotográfico. Ya sea se trate de un modelo destinado la investigación, conservación o difusión, la decisión necesita estar planificada y vinculada a los objetivos. En el primer caso, la

documentación a obtener debe contar con la mayor cantidad de información posible porque debe ser un modelo útil para ser analizado e investigado por colegas con iguales o diferentes objetivos o incluso con líneas interpretativas. En el caso de la conservación, serán incluidos los detalles de deterioro, alteraciones e intervenciones existentes, para poder planificar tareas de conservación preventiva. Si se trata de difusión, deben quedar establecidos con anterioridad los objetivos y expectativas del proyecto, sobre todo si el modelo a presentar ilustrará la situación actual del bien, una reconstrucción digital del contexto sistémico del pasado o las posibilidades de reconstrucción virtual (sin las alteraciones y con anastilosis digital).

La visualización de los modelos efectuados llegó poner en duda si la documentación realizada hasta el momento es adecuada y ha cumplido con los objetivos de investigación, conservación y gestión. Se planificó realizar modelos de todos los sitios, y posteriormente se realizaron adecuaciones como descartar la realización de estos en algunos sitios (accesibilidad, disponibilidad de tecnología, visibilidad). Las posibilidades de elaborar los modelos de los bloques y paneles con arte son diferentes, y depende de su localización, posibilidades técnicas y estado de conservación (por el deterioro, en casos puntuales como El Divisadero, la reconstrucción fotogramétrica no mejoraba en absoluto la presentación). En otros casos, como Alemania, el modelo pudo ser empleado para mostrar el bien arqueológico a las autoridades encargadas de la conservación con las cuales fue difícil acordar una visita.

Desde el punto de vista analítico e integrador necesario para la arqueología, un limitante es la disponibilidad de información de los sitios con arte rupestre en forma completa. Los estudios comparativos a partir de las publicaciones o exposiciones en congresos son limitadas por el número de imágenes, gráficos disponibles, incluso queda a criterio de los autores la selección efectuada a partir de sus propias problemáticas o temas de investigación. Una realidad es que la documentación completa de un sitio con arte es desconocida hasta que se accede a las fichas de

documentación o se realiza una visita personal. El cúmulo de información a obtener de un sitio con arte rupestre es amplio, y la reconstrucción de un panel con arte en 3D permite incluir detalles que con la fotografía o los planos tradicionales no pueden incorporar en conjunto. Esto no es un tema menor, sobre todo si es intención de los arqueólogos es elaborar interpretaciones y relaciones, salir de la descripción de un sitio o de una temática de representación.

Las reconstrucciones fotogramétricas a partir de fotografías pueden realizarse con distintos niveles de detalle, resolución y precisión. Esto se encuentra vinculado a la finalidad planteada al inicio del trabajo, de todas maneras, lo recomendable es contar desde el inicio con una buena base de imágenes y luego reducir la resolución o utilizar una nube de puntos densa, malla y textura de menor detalle.

#### Complementariedad

La visualización es un complemento a las técnicas de investigación ya efectuadas como la recolección de datos, su tratamiento y análisis. Específicamente para los sitios con arte el estudio de los emplazamientos y recursos, estudio e identificación de los contextos de producción y uso, clasificación de los motivos, confección de fichas de caracterización y causas de deterioro y estimación cronológica absoluta o relativa. Hasta el momento se han registrado 49 sitios arqueológicos en el sur del Valle Calchaquí, específicamente en Cafayate y Quebrada de las Conchas. La base de datos está acompañada de un análisis sobre el uso del territorio tradicional de las poblaciones prehispánicas y de los estudios específicos de las tecnologías del pasado (Ledesma, 2010a; Ledesma y Subelza, 2014; Ledesma et al., 2019; Ledesma, Villarroel, Cardozo & Torres, 2020).

#### Autenticidad

La elaboración de modelos fotogramétricos y su edición con diversos programas (como *Blender* o *Photoshop*, *DStretch*) permiten mejorar su visualización en general o en particular. La posibilidad de ajustar la definición de un motivo obliterado, dañado u oculto bajo otros,

señala la intencionalidad del autor del modelo o reconstrucción en la interpretación.

La rigurosidad científica y el criterio de autenticidad hacen necesario que se explicita el uso de los recursos de edición, los motivos y los criterios empleados en esa modificación del documento original. En la Figura 2, se pueden observar tres imágenes del sitio Las Figuritas (Sector II, conjunto 3). La primera imagen (A) fue tomada con una cámara digital HP Photosmart M407 en el año 2006 (f/4.8, exposición 1/455s, ISO 400, dimensiones 2272x1704, resolución 72 ppm). Años después fue procesada con el programa *DStretch* (filtro YBK, escala 20) y se pueden observar las alteraciones del panel (B). La tercera imagen es el resultado de la edición con el programa Adobe Lightroom (C), donde los motivos y la roca que actuó como soporte están con mejor resolución que la imagen original. Si el objetivo es presentar un estudio estilístico del arte rupestre en un congreso o publicación, la tercera imagen se presenta como la indicada. En cambio, si el tema es la conservación, la elección es la segunda. En ambos casos es necesario mencionar el programa de procesamiento de los datos originales y los procedimientos efectuados, especialmente en el tratamiento del color (Figura 2).

En los tres casos mencionados, el fotógrafo y el editor de las imágenes realizaron una selección y elección subjetiva, así los procedimientos deberían ser explicitados para despejar dudas sobre la autenticidad. Por lo cual, una síntesis de las investigaciones previas se presenta como un sustento argumentativo y de rigurosidad histórica.

#### Rigurosidad histórica

En las aplicaciones y páginas web con visualizadores, los modelos no suelen estar acompañados de las referencias a las investigaciones previas y de los resultados de los proyectos recientes. La época de los descubrimientos arqueológicos ha sido superada, o es esperable que así sea, y las interpretaciones del pasado se basan en metodologías y técnicas científicas, incluidas en un contexto y no sólo el panel o bloque con arte.

El recorrido histórico de las investigaciones

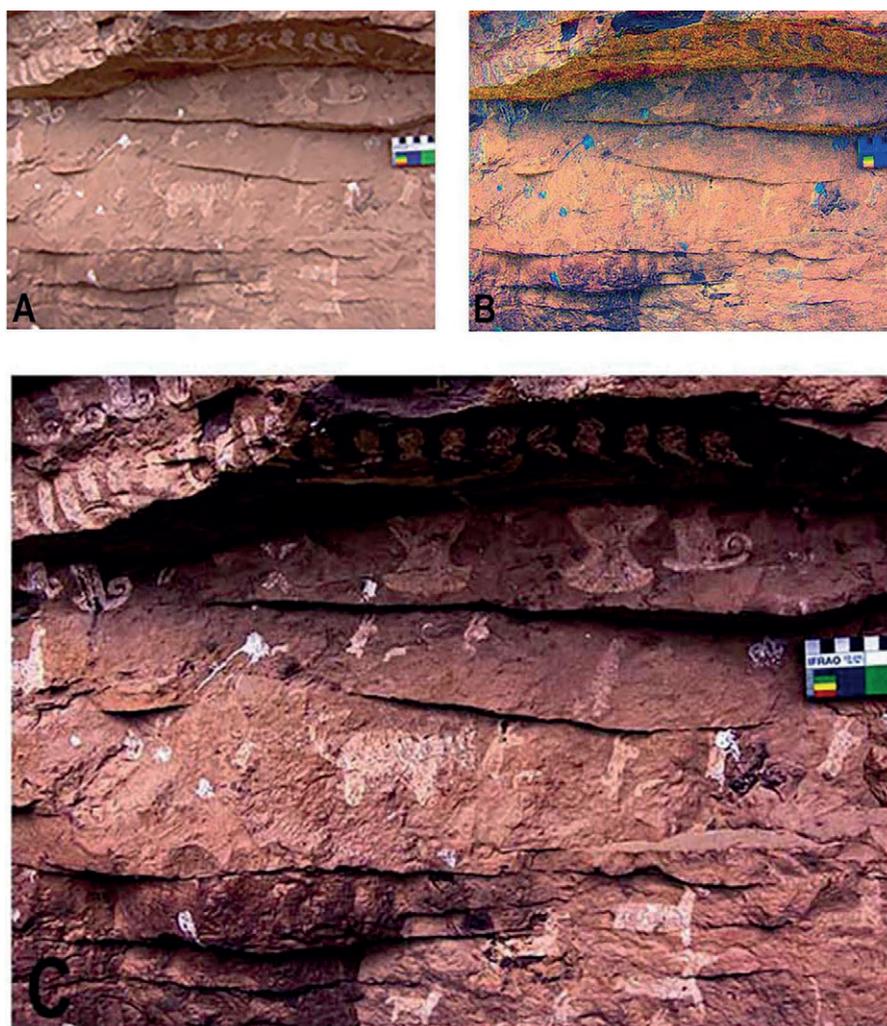


Figura 2. Las Figuritas (Cafayate), Sector II, conjunto 3. A: Fotografía sin editar año 2006. B: Imagen editada con Dstrecht. C: Imagen editada con Adobe Lightroom.

en el sitio y en el territorio es la columna de la rigurosidad científica. Ello también muestra el estado de conservación desde los primeros trabajos, el saqueo y son disparadores en la reflexión sobre la conservación. Así es necesario acompañar la presentación de los modelos con arte en el relato histórico de las investigaciones y de las poblaciones originarias es un desafío. Por ejemplo, durante el registro en el año 2006 realizado en el sitio Las Figuritas, sector II, se pudo observar el saqueo de varios sectores del panel documentado por Maidana (1968). La publicación cuenta con fotografías de los conjuntos y dibujos a mano alzada de un grupo de motivos de tamaño pequeño que resultaron la base para definir los paneles alterados, el saqueo y revisar la investigación (Figura 3).

Los registros realizados a finales del siglo XIX y comienzos del XX difieren en técnicas empleadas, en objetivos y en las imágenes publicadas. La selección efectuada de los motivos o conjuntos de motivos de un panel estaban sujetas a los objetivos y temas a discutir en la publicación por parte del autor. En el dibujo a mano alzada efectuado por J. Toscano en El Divisadero, en el sector El Dolmen, se observan motivos singulares para el arte en el Sur del Valle Calchaquí e interpretación del autorrelacionados a las ceremonias de los pobladores originarios (Figura 4.A) (Toscano, 1898).

Una de las particularidades de este denominado El Dolmen por Toscano, es la ubicación en el techo de las pinturas, con la dificultad de tomar una imagen completa de todo el panel. En los primeros

registros con cámara analógica se intentó armar un mosaico con las fotografías superpuestas, pero por la deformación de las lentes de las cámaras empleadas no fue posible. Actualmente, ya se cuenta con un calco, elaborado a partir de imágenes digitales. Los objetivos de Toscano y los actuales son diferentes, donde las relaciones contextuales entre los motivos, las superposiciones y el emplazamiento refieren a otras problemáticas (Figura 4.B). Las publicaciones de J. Ambrosetti, A. Quiroga y J. Toscano sobre El Divisadero son la base para el relato histórico de las investigaciones y para sostener la autenticidad de las pinturas de El Divisadero, puesta en duda por las alteraciones y repintado de los motivos (Ambrosetti, 1895, 1897, 1903; Quiroga, 1931; Toscano, 1898).

Como se mencionó previamente, los sitios con arte se encuentran emplazados en diferentes contextos junto a otras evidencias arqueológicas y en un

paisaje con alteraciones naturales o antrópicas. El acompañamiento de mapas, imágenes satelitales o fotografías panorámicas resulta un acompañamiento preciso para vincular sitio y entorno. Entre los últimos recursos se encuentran los modelos 3D elaborados a partir de fotografías aéreas tomadas con drones. Ya se mencionó que la disponibilidad tecnológica puede ser un limitante, pero si se dispone de este recurso es necesario usarlo.

En la publicación efectuada por Maidana (1968) sobre Alemania, las fotografías muestran un panel con pinturas y dibujos de motivos aislados que hacen referencia a danzarines y con escasos datos del entorno y su ubicación. Con el registro realizado recientemente, fue posible contextualizar el sitio en su territorio, comparar y vincular las modalidades estilísticas a nivel regional, definir las alteraciones y saqueos de paneles, estudiar la composición química de las pinturas y de las

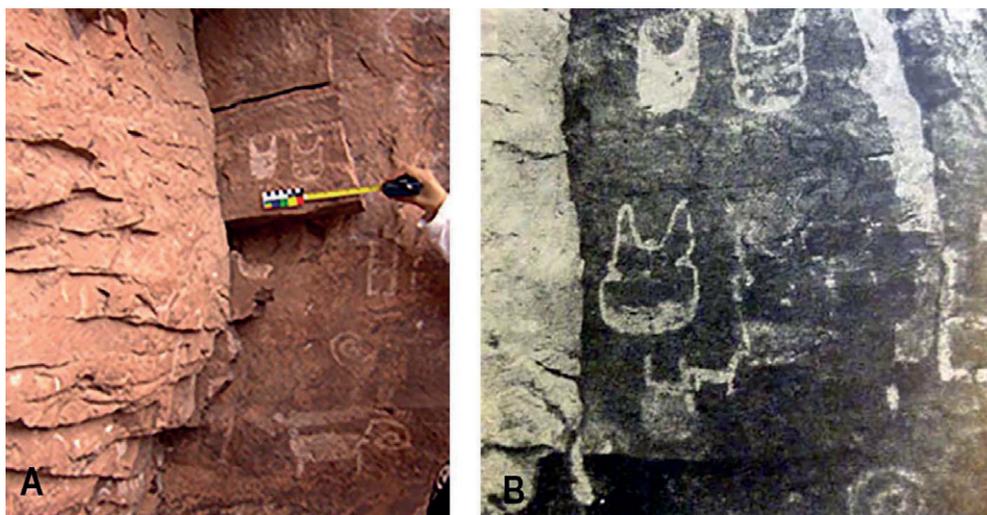


Figura 3. Las Figuritas. Sector III. A. Imagen registro año 2006. B. Fotografía de Maidana (1968). Se pueden observar las diferencias con el bloque extraído.

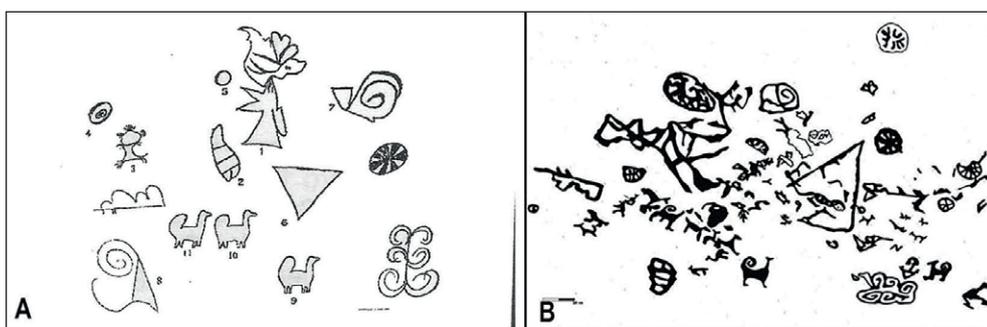


Figura 4. El Divisadero. El Dolmen. A: Dibujo a mano alzada de Toscano (1898). B: Calco digital completo (Valentina Torres).

fuentes de materias primas empleadas entre otros resultados (Figura 5).

Con la reconstrucción de las imágenes en un modelo 3D del panel principal fue posible continuar con la clasificación de los motivos en conjuntos, temas, cánones y patrones, el emplazamiento en la roca y la visualización del arte.

uno de ellos dependen del diseñador del modelo y de los datos disponibles, en este caso las imágenes y la información del contexto. Para evaluar adecuadamente los procedimientos y los modelos, es necesario contar con la documentación completa que debería estar disponible en el marco de la Ley 26.899 de Repositorios digitales institucionales

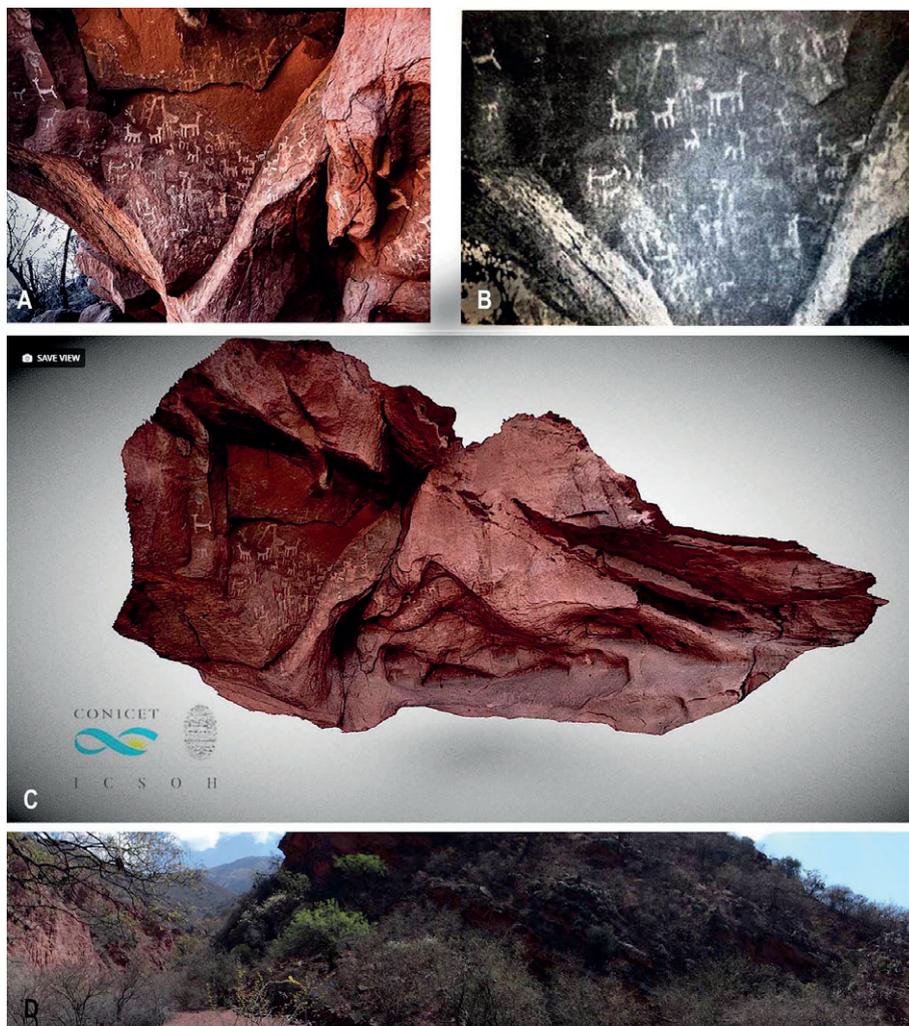


Figura 5. Alemania. A: Sector I, Fotografía digital año 2019. B: Sector I, imagen tomada por Maidana en el año 1968; C: Modelo fotogramétrico. D: Emplazamiento del panel con arte en la Quebrada de las Conchas.

### Eficiencia

Si bien no existiría una única manera o forma correcta de llegar a la interpretación arqueológica, las diferencias de perspectiva deben explicitarse junto a los objetivos y procedimientos involucrados en la investigación. Podría decirse que las reconstrucciones virtuales cuentan con flujos de trabajo estandarizados y serían productos objetivos desde el punto de vista científico. Pero la selección de los pasos y la resolución de cada

de acceso abierto. Hasta el momento no están acordados los datos y metadatos que deben incluirse, los protocolos están siendo elaborados, tanto para la digitalización como en sus aspectos legales (como los derechos de autor de las imágenes)<sup>5</sup>. Hasta tanto, sería apropiado mencionar

<sup>5</sup> La Red de Arqueología Digital de Argentina se encuentra trabajando en este tema desde el año 2018, a partir de la propuesta de CONICET y MINCyT y con

las posibilidades y medios de acceso a los datos y las fuentes.

La arqueología digital ha incrementado la cantidad de datos recolectados, procesados, editados y sus resultados en los modelos. Por ejemplo, la documentación completa de un modelo de un bloque con grabados está compuesta por 63 fotos digitales (resolución de 300 ppp y tamaño promedio de 7,5 MB), la nube densa de calidad media, la malla con número de caras baja y la textura con modo de mezcla a máxima intensidad, con un modelo 3D (20,6 MB), lo que implica una carpeta de 90 archivos con un tamaño de 679 MB. El modelo final puede ser exportado para ser editado en programas específicos de edición como Blender o Adobe Photoshop, o para su

visualización en Adobe Acrobat, Autodesk y Adobe Photoshop (Figura 6).

La incorporación de datos digitales y nuevas tecnologías son realidades presentes. La formación en el uso y los requerimientos de equipamientos se presentan como obstáculos u oportunidades, pero también muestran las diferencias de acceso financiero por parte de las instituciones y de los investigadores. Estas desigualdades se plasman notoriamente en las publicaciones y en las exposiciones de los investigadores que desarrollan diversos tipos de estrategias expositivas<sup>6</sup>. Los equipos necesarios para las reconstrucciones fotogramétricas pueden ser accesibles: cámara de fotos, computadora para el procesamiento de datos y programa específico.

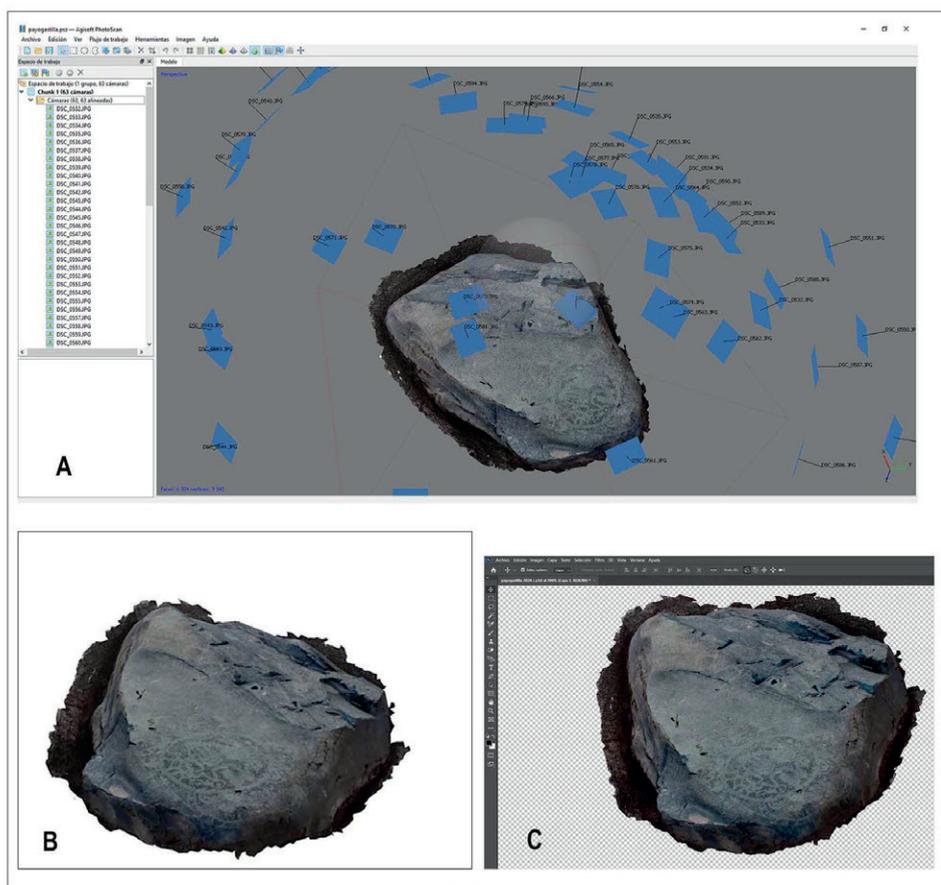


Figura 6. Payogastilla (Animaná, Salta). A. Reconstrucción 3D, fase Flujo de trabajo Crear Textura. (Agisoft PhotoScan, Professional edition, versión 1.1.0. Año 2014). B: Modelo visualizado en Adobe Acrobat. C: Modelo visualizado en Adobe Photoshop para su edición.

el apoyo de las fundaciones Bunge & Born y Williams. Participan cerca de 18 institutos dependientes de CONICET y universidades nacionales de todo el país.

<sup>6</sup> En el caso de nuestro proyecto, los equipos fotográficos fueron adquiridos con recursos de los integrantes o el préstamo por parte de profesionales de otras disciplinas residentes en Cafayate.

Los requerimientos de cámaras digitales varían según el detalle deseado en la visualización, ya sea de la textura o superficie de los paneles o bloques con grabados o colores de las pinturas. Lo recomendable es tomar las imágenes con cámaras digitales réflex que permitan el disparo en formato RAW. Todas las cámaras digitales disparan la foto por defecto en formato JPG, queda la imagen grabada en la tarjeta de memoria, comprimida con ciertos datos y prescinde de otros innecesarios y es interpretable por todos los softwares fotográficos y dispositivos. En cambio, al disparar con cámaras con el formato RAW, la cámara registra los datos de la imagen con todos los valores posibles y queda la imagen abierta a cambios posteriores. Es el dato crudo o negativo. En nuestros relevamientos empleamos cámaras con disparos en formato JPG con resultados dispares (Sony dsc-h400), y mejores con formato NEF<sup>7</sup> (Nikon D 5600).

Para la confección de los modelos se utilizaron técnicas de fotogrametría de objeto cercano basadas en fotografías no ordenadas. El empleo del software *Agisoft PhotoScan* permitió la computación simultánea de la proyección geométrica y de una nube puntos 3D a partir de una serie de fotografías no calibradas tomadas con una cámara réflex alrededor del panel. Posteriormente se exportaron los modelos fotogramétricos al sitio Web de *Sketchfab* utilizado para visualizar y compartir contenido 3D online en forma libre.

La última versión de *Metashape Photoscan* para el procesamiento de imágenes y reconstrucción fotogramétrica está limitada por la cantidad de RAM disponible en la PC, aunque se pueden procesar con 32 GB de Ram, se sugiere 64 GB. Los algoritmos de reconstrucción de geometría compleja necesitan muchos recursos computacionales para su procesamiento y recomienda el fabricante una CPU multinúcleo de alta velocidad (3GHz+). Los procesadores Core I5 con memoria instalada de 8 GB y sistema operativo de 64 bits soportan las últimas versiones de *Agisoft PhotoScan*, aunque los tiempos de renderizado son extensos (varias horas en la mayoría de los casos).

---

<sup>7</sup> El formato NEF es el tipo de archivo RAW de Nikon que es exclusivo para cámaras digitales de esta marca.

Es una licencia paga y existen versiones de prueba para instituciones académicas.

En las versiones libres, abiertas y gratuitas es necesario emplear varios softwares para lograr el modelo final. Para procesamiento se destacan *VisualSFM*, *Python Photogrammetry Toolbox* y *Regard3D*. En edición están disponibles en formato libre *Meshlab*, *Meshroom* y *Blender*. Finalmente, para la visualización los programas *Spiers* y *3Dhop*.

Si se trata de documentar y conservar los archivos, imágenes digitales y modelos fotogramétricos, y sus correspondientes copias de resguardo, los sistemas de almacenamiento son un aspecto fundamental para considerar. Las copias en discos rígidos y servidores virtuales (nubes) gratuitos o pagos suelen ser considerados una buena opción en la inmediatez de proteger y almacenar la información e incluso para acceder vía internet. Los fallos o fuga de información suelen ser producidas por los mismos usuarios al compartir claves y accesos sin un control (link). Por tratarse de información sensible que contiene datos de ubicación de los bienes arqueológicos se sugiere el almacenamiento en servidores institucionales, lo cual también garantiza el mantenimiento de los equipos y responde a la responsabilidad institucional en el marco de la ley de Repositorios digitales institucionales.

## REFLEXIONES FINALES

La naturaleza dinámica de la Arqueología y la historia de la disciplina nos muestra que las técnicas digitales posiblemente sean obsoletas en el futuro y solo permanecerán los documentos producidos. Así, la transparencia científica y la evaluación que se realice de los modelos digitales es lo que otorgará transparencia científica a los proyectos de documentación.

En las publicaciones científicas actuales es poco factible, imposible para ser concretos, el incluir todos los datos y los procedimientos empleados en el registro digital de los sitios con arte rupestre. Es esperable que las posibilidades de acceso e inclusión de datos en servidores de acceso abierto y gratuito se concrete prontamente. Los datos primarios de investigación, de acuerdo con la

ley 26.899, deben ser depositados en repositorios o archivos institucionales y estar disponibles públicamente. Cuando se pueda concretar institucionalmente la creación de repositorio, el cúmulo de datos y metadatos (*Big Data*) a incorporar será interminable. A esto se suma la información aportada por cada arqueólogo, tesista, becario y técnico que responderá a objetivos, metodología, técnicas e interpretaciones difíciles de cosechar por parte de los investigadores, y será una búsqueda ramificada e infinita en la recolección de datos.

Esta transparencia científica podría conducirse y materializarse en los informes y publicaciones, donde se expliciten los objetivos, metodología, técnicas, interpretaciones, fuentes de la investigación, resultados y conclusiones. Es decir, lo que se está haciendo actualmente, donde se prioriza el proceso de investigación y no el modelo de reconstrucción fotogramétrica.

Los soportes donde se alberga la documentación arqueológica también son sensibles a la destrucción, pueden quedar obsoletos o ignorados en un futuro no muy lejano si se consideran los desarrollos tecnológicos. Con la experiencia en Cafayate, se avanzó en el camino de la difusión, como una estrategia de conservación del conocimiento del pasado de las poblaciones originarias, como un acompañamiento de la conservación de datos.

En las líneas posprocesuales de la arqueología se ha planteado que los datos también están cargados de teoría, por lo cual cada arqueólogo puede hacer su propia lectura. Sin intención de entrar en un debate teórico, los datos primarios estarán disponibles a toda la comunidad, no sólo la arqueológica, entonces la interpretación de los datos crudos puede quedar sometida a la libre interpretación. Así es necesario recurrir a la transparencia científica, porque el observador de la reconstrucción fotogramétrica de la Figura 5 puede ser un historiador del arte, un funcionario público, artista o becario en búsqueda de un tema de investigación con un marco teórico diferente al investigador que ha trabajado en el sitio.

Ahora bien, si los modelos son elaborados con la intención de promover la conservación del patrimonio y su difusión, las interpretaciones y

la presentación del pasado suponen una elección en la selección del sitio, panel o conjunto del arte rupestre, que no depende de la evaluación objetiva pretendida de la comunidad científica, sino de los contextos donde son presentados o expuestos.

En las muestras arqueológicas que fueron promovidas por nuestro proyecto en Cafayate, se puso a disposición de las comunidades de La Banda de Arriba y de El Divisadero todos los resultados de las investigaciones arqueológicas. En consenso, se seleccionaron temas para ser expuestos, principalmente los sugeridos por los actores sociales participantes. La creación de espacios en el que todas las voces están presentes y sean respetadas, hizo que el rol de los investigadores se haya modificado desde las primeras prospecciones en el año 1999, sin poder eludir las controversias sociales, políticas e intelectuales.

La selección de bloques y aleros en el registro digital para la creación de modelos 3D dependió de las situaciones de emplazamiento del arte. Las alturas de algunos paneles (como Tres Cerritos) imposibilita fotografiar con el equipo disponible, tema que será resuelto en adelante con el uso de un dron. En otros casos, como El Divisadero, la mala conservación de las pinturas difícilmente pueda ser salvada con edición, y en esos aleros se destacará la geología del sitio y en menor medida el arte, pero la comunidad solicita incluir este sitio en los modelos.

Junto con el registro, se han realizado estudios fisicoquímicos de las pinturas para identificar los componentes inorgánicos y las fuentes de materias primas. Estos resultados fueron expuestos a los docentes de la Escuela Albergue San Agustín y se realizaron talleres experimentales con diversas materias primas locales. El aprendizaje fue mutuo y nos permitió recabar información de tecnologías apropiadas y fuentes de pigmentos. Esta transferencia abrió un espacio de difusión y apropiación del patrimonio, en un contexto educativo y receptivo.

En otro ámbito de difusión de los bienes arqueológicos del Valle Calchaquí, las capacitaciones y talleres destinados a guías y artesanos locales se presentaron como espacios de comunicación. Los resultados también fueron

alentadores en el intercambio de experiencias sobre el pasado prehispánico y el emplazamiento de sitios habitacionales, fuentes de arcillas y pigmentos. Tanto los talleres y capacitaciones destinados a docentes, guías y artesanos se realizan con continuidad desde el año 2006, y los resultados se han materializado en material impreso para docentes y artesanos.

Los integrantes de las comunidades originarias solicitan continuamente a los investigadores los informes, publicaciones y el asesoramiento en diversos trámites legales<sup>8</sup>. En los discursos elaborados por la comunidad sobre el pasado prehispánico, los resultados de las investigaciones arqueológicas son tomados y reelaborados. En este caso particular, la documentación impresa prima sobre la digital en el proceso de conservación y sobre todo en la presentación en los juzgados. Son varias las razones por la escasa participación de las comunidades en las capacitaciones, pero en principio son las diferentes formas de gestión patrimonial y turística en la zona de los sitios Río Colorado y El Divisadero por parte del municipio, promotor de estas actividades.

Otros temas no resueltos en la arqueología digital de nuestro país y en la elaboración de modelos 3D a partir de imágenes es la formación profesional. La reconstrucción fotogramétrica es una especialidad de fotógrafos y diseñadores gráficos. Los arqueólogos que desarrollan estos modelos se capacitaron en fotografía y en diseño modelos 3D en Arqueología en el exterior (presencial o virtual), y lentamente se están replicando estas capacitaciones en los institutos y lugares de trabajo. Como parte de la formación de recursos humanos y de profesionalizar la fotogrametría, sería adecuado promover la formación de posgrado en esta especialidad, donde se entrene en técnicas digitales, investigación y difusión en forma integral.

Los desarrollos de la reconstrucción fotogramétrica de los sitios con arte rupestre son puntuales en nuestro país, y el impacto producido en la

conservación y difusión del patrimonio no pueden ser medidos y evaluados a partir de las sensaciones producidas en los investigadores (como nuestro caso en Cafayate). Sería necesario evaluarla difusión y su repercusión en el público destinatario: funcionarios, comunidades originarias, comunidad educativa de todos los niveles, sectores vinculados al turismo y público en general. Donde también se evalúe la calidad final, que incluye rigurosidad y no sólo vistosidad.

Aún está en sus primeros pasos la arqueología digital y la fotogrametría en particular, pero la difusión de los modelos 3D forma parte de los procesos de conservación. Si lo que se intenta conservar son los bienes arqueológicos y/o el conocimiento del pasado de las poblaciones originarias, es una discusión que debe efectuarse al interior de cada proyecto sobre todo en la definición de "Conservación del patrimonio". En nuestro caso, consideramos que las reconstrucciones fotogramétricas nos pueden acercar a la conservación de los bienes sin dejar de lado el conocimiento del pasado prehispánico.

#### AGRADECIMIENTOS

El Proyecto Cafayate cuenta con los subsidios otorgados por el Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (desde 1997 a la fecha) y por el proyecto Agencia N.º 2015/2595 Tensiones y persistencias entre el tardío prehispánico y el temprano colonial: Puna y Valles (Siglos XI-XVII). Las actividades de difusión contaron con la financiación de la Municipalidad de Cafayate, Secretaría de Extensión Universitaria de la Universidad Nacional de Salta, Secretaría de Políticas Universitarias (Ministerio de Educación de la Nación) y Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Salta.

#### BIBLIOGRAFÍA

Ambrosetti, J. B. (1895). Las grutas pintadas y los petroglifos de la provincia de Salta. *Boletín del Instituto Geográfico Argentino* (16), 26-34.

Ambrosetti, J. B. (1897). Por el Valle Calchaquí. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 44-289.

---

<sup>8</sup> Los informes de nuestro proyecto fueron presentados por la Comunidad originaria de El Divisadero en sus reclamos territoriales y en certificar la autenticidad de los sitios arqueológicos emplazados en Cafayate.

- Ambrosetti, J. B. (1903). Cuatro pictografías de la región Calchaquí. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 55-116.
- Aparicio Resco, P., Aguirre, M., Mejía Coronel, P. & Matovelle Jara, C. (2018). Fotogrametría digital para el levantamiento 3D del sitio arqueológico de Todos Santos, Cuenca (Ecuador). *Estoa*, 7(13), 25-35.
- Ávido, D. & Vitores, M. (2015). Archivo fotográfico para la reconstrucción tridimensional. En A. Pifferetti, & I. Dosztal, *Arqueometría Argentina. Metodologías científicas aplicadas a bienes culturales*, 223-232. Aspha.
- Aygen, F. Z. & Davis, L. N. (2020). Special section preface: digital heritage Knowledge Platforms. *Virtual Archaeology Review*, 11(22), ii-iii.
- Bergamasco, M., Falvo, P. G. & Manera, G. V. (2018). Perceiving Cultural Heritage. *Studies in Digital Heritage*, 2 (1), 3-4.
- Caraher, W. (2016). Slow Archaeology: Technology, Efficiency, and Archaeological Work. En E. Averett, J. Gordon, & D. Counts, *Mobilizing the past for a Digital Future. The potential of digital archaeology* (págs. 421-440). Grand Forks, North Dakota: The Digital Press. The University of North Dakota.
- Carta de Londres 2009*. (22 de abril de 2020). Obtenido de London Charter for the computer-baser visualisation of cultural heritage: <http://www.londoncharter.org/index.html>
- Carta del Restauero 1987*. (1987), C. d. (20 de abril de 2020). Obtenido de Arte en Conserva: <https://arteenconserva.wordpress.com/2013/12/21/las-cartas-del-restauero/>
- Cirujano Gutiérrez, C. & Laborde Marqueze, A. (2001). La Conservación Arqueológica. *Arbor*, CLXIX(667-668), 691-709.
- Conte, B. & Robledo, A. (2020). Aplicación de tecnologías 3D en sitios arqueológicos del valle de Ongamira, Córdoba, Argentina. Fotogrametría en excavaciones y morteros arqueológicos. *Revista del Museo de Antropología*, 13 (1), 273-280.
- de Hoyos, M. (2005). El arte de sonreír en la Salamanca de Tres Cerritos. Cafayate, Salta. *Revista de Arqueología, Instituto de Ciencias Antropológicas (UBA)*(13), 9-44.
- Domingo Sanz, I., Villaverde Bonilla, V., López Montalvo, E., Lerma, J. L. & Cabrelles, M. (2013). Reflexiones sobre las técnicas de documentación digital del arte rupestre: la restitución bidimensional 2D versus la tridimensional (3D). *Cuadernos de arte rupestre* (6), 21-32.
- Economou, M. (2015). Heritage in the Digital Age. En W. Logan, M. N. Craith, & U. Kockel, *Companion to Heritage Studies*, 215-228. John Wiley & Sons, Inc. Publishe.
- Ghiani Echenique, N., Sokol, O. & Lozano, M. (2017). Reconstrucción virtual. Un aporte a la arqueología en tres dimensiones. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, 4(4), 20-29.
- Gorgopoulus, A. & Konstantina, E. (2017). Data Adquisition for 3D Geometric Recording. State of the art and recent innovations. En M. Vincent, V. López-Menchero Bendicho, M. Ioannides, & T. Levy, *Heritage and Archaeology in the digital age. Acquisition, curation, and dissemination of spacil cultural heritage*, 1-47. Cham, Switzerland: Springer.
- Harrison, L. (2019). A Roadmap to Applied Digital Heritage: introduction to the special issue on digital heritage technologies, applications and impacts. *Studies in Digital Heritage*, 3 (1), 40-45.
- Izaguirre, J. I. (2014). *Nuevas tecnologías. Modelos tridimensionales digitales aplicados al Noroeste Argentino*. Tesis de licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires.

- Ledesma, R. (2004). El Alisar y El Divisadero. Dos sitios arqueológicos con pinturas rupestres en Cafayate, Salta. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades*. (15), 31-46.
- Ledesma, R. (2005). Contexto de producción de pinturas rupestres en El Divisadero (Cafayate, Salta, República Argentina). *Andes. Antropología e Historia*(16), 305-323.
- Ledesma, R. (2009). Estudio de la territorialidad en el sur del Valle Calchaquí (Salta, Argentina). En M. Sepúlveda, L. Briones, & J. Chacama, *Crónica sobre la piedra. Arte rupestre en las Américas* (págs. 245-255). Arica: Ediciones de la Universidad de Tarapacá.
- Ledesma, R. (2010a). *El arte rupestre en el sur del valle calchaquí (salta, argentina). Estudio de territorialidad por medio de marcadores gráficos*. Universidad de Alcalá, Historia I y Filosofía. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá . Recuperado el 21 de abril de 2020, de <https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=871518>
- Ledesma, R. (2010b). *Valles de historia. Aportes a la educación patrimonial*. Salta : Eunsa. Editorial de la Universidad Nacional de Salta.
- Ledesma, R. (2012). El arte rupestre como expresión gráfica en las microregiones Cafayate y Santa Bárbara. *Comechingonia* (16), 129-146.
- Ledesma, R. (2015). La figura humana en el arte rupestre en el sur del Valle Calchaquí (Salta, Argentina). *ARPI Arqueología y Prehistoria del interior Peninsular*, 3, 371-387.
- Ledesma, R. & Cruz, N. (2018). La Banda de Arriba (Cafayate, Salta). Acciones de comunicación estratégica para vincular a los arqueólogos con los públicos objetivos. *Arqueología*, 24(1), 13-29.
- Ledesma, R. & De Hoyos, M. (2002). El Divisadero 100 años después: arte rupestre en Cafayate, Provincia de Salta. En Fernández Distel A. (Comp). *En Arte Rupestre y Región. Arte Rupestre y Menhires en el Sur de Bolivia, NO de Argentina y Norte de Chile*.(Anuario del CIEC N°2), 151-164.
- Ledesma, R. & Rodríguez, P. (2020). *Valles de historia II. Aportes a la educación patrimonial*. Salta: Eunsa. Editorial de la Universidad Nacional de Salta.
- Ledesma, R. & Subelza, C. (2014). *Arqueología de Cafayate (Salta). Un enfoque a través de su cerámica y arte rupestre*. Salta: Eunsa. Editorial de la Universidad Nacional de Salta.
- Ledesma, R., Villarroel, J., Cardozo, R. & Torres L., V. (2020). Los sitios arqueológicos de Cafayate y Quebrada de las Conchas (Salta). Avances en la documentación y difusión del patrimonio. *Cuadernos de Humanidades* (32).
- Ledesma, R., Villarroel, J., Rodríguez, E. & Cardozo, R. (2019). Actividades rituales y domésticas en el sitio arqueológico El Divisadero (Cafayate, Salta). *Atek Na*(8), 27-72.
- López-Menchero Bendicho, V. M. & Grande, A. (22 de abril de 2011). Hacia una carta internacional de Arqueología Virtual. El borrador SEAV. *Virtual Archaeology Review*, 2(4), 71-75. Obtenido de Forum Internacional de Arqueología Virtual/ International Forum of Virtual Archaeology: <http://smartheritage.com/wp-content/uploads/2016/06/PRINCIPIOS-DE-SEVILLA.pdf>
- López-Menchero Bendicho, V. M. & Serio Tejero, I. (2011). La puesta en valor del arte rupestre: nuevas técnicas de presentación de un patrimonio singular. *Estrat Critic*, 1(5), 22-31.
- Maidana, O. R. (1968). *Nacimientos y Alemania. Dos litogramas en la quebrada de las Conchas, Prov. De Salta*. Salta, Argentina: Dirección de Cultura de la Prov. de Salta.
- Prats, L. (1997). *Antropología y Patrimonio*. Barcelona: Ariel Antropología.

- Quiroga, A. (1931). *Petrografías y Pictografías de Calchaquí*. Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán.
- Santana Quintero, M. (2013). Antecedentes, rol y desafío de la digitalización del patrimonio arquitectónico. *ESTOA* (3), 7-21.
- Shuster, V. & Quinto Sánchez, M. (2019). Reconstrucciones virtuales en 3d del repertorio cerámico de cazadores-recolectores de la costa nordeste del Chubut, Patagonia argentina. *Arqueología*, 25(1), 233-244.
- Toscano, J. (1898). *La región calchaquina: páginas de historia pre y postcolombina y de arqueología calchaquina*. Buenos Aires, Argentina.
- Vargas, E. (2016). Explorando las dimensiones de los signos: petroglifos de la cuenca del Curi-Leuvú en 3D (Departamento Chos Malal, Provincia de Neuquén). En F. Oliva, A. M. Rocchietti, & B. F. Solomita, *Impágenes Rupestres, lugares y regiones*, 297-306. Rosario: CEAR-FHUMYAR-UNR.
- Vazquez, F. & Díaz P., E. (2014). Arqueología virtual en una estancia colonial argentina. *Virtual archaeology virtual*, 5 (10), 6-10.
- Verhoeven, G. (2011). Taking computer vision aloft - archaeological three-dimensional reconstructions from aerial photographs with photostan. *Prospect* (18), 67-73.
- Vitores, M. & Ávido, M. (2016). Aplicación de herramientas digitales para la reconstrucción tridimensional de soportes rupestre en el noroeste patagónico. En F. Oliva, A. M. Rocchietti, & F. Solomita Baffi, *Imágenes rupestres, lugares y regiones* (págs. 403-414). Rosario: CEAR-FHUMYAR-UNR.