

DRONES, FOTOGRAMETRÍA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. ALGUNOS APORTES A LA ARQUEOLOGÍA DE CONTEXTOS INDUSTRIALES

DRONES, PHOTOGRAMMETRY AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. SOME CONTRIBUTIONS TO THE ARCHAEOLOGY OF INDUSTRIAL CONTEXTS

Fernando Andrés Villar¹, Soledad Candelario², Javier Díaz³

¹Departamento de Antropología. Universidad Católica de Temuco (UCT), Temuco, Chile

Email: fer_villar15@hotmail.com

²Instituto Superior de Estudios Sociales (ISES - CONICET). Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán,

Argentina. Email: soledadcandelario@gmail.com

³Instituto de Arqueología y Museo (IAM). Facultad de Cs. Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán

(UNT), Tucumán, Argentina. Email: jvr168@gmail.com

Palabras Clave

Resumen

Arqueología histórica
drones
fotogrametría
Sistemas de
Información
Geográfica
Modelos Digitales
de Elevación

El presente trabajo forma parte de una serie de investigaciones desarrolladas en el Sitio Ingenio Lastenia (Dpto. Cruz Alta, Tucumán, Argentina) a lo largo de la última década. En esta ocasión se presentan los resultados obtenidos tras la implementación de herramientas que en los últimos años han cobrado gran relevancia dentro de los proyectos de investigación arqueológica: los relevamientos mediante drones, la fotogrametría digital, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el uso de Modelos Digitales de Elevación (MDE). Estas aplicaciones contribuyeron de manera sustancial a la confección de la cartografía digital del sitio a través del relevamiento, documentación, digitalización, georreferenciación y procesamiento de información inherente al área de estudio. Los productos obtenidos representan un complemento de gran relevancia para indagar en el pasado de la planta productiva y en los procesos acontecidos en la misma.

Keywords

Abstract

Historical
Archaeology
drones
photogrammetry
Geographic
Information Systems
Digital Elevation
Models.

This paper is part of a series of investigations carried out at the Sitio Ingeno Lastenia (Cruz Alta Department, Tucumán, Argentina) during the last decade. On this occasion, we present the results obtained after the implementation of tools that in recent years have gained great relevance in archaeological research projects: drone surveys, digital photogrammetry, Geographic Information Systems (GIS) and Digital Elevation Models (DEM). These applications contributed substantially to the preparation of the digital cartography of the site through the survey, documentation, digitization, georeferencing and processing of information inherent to the study area. The products obtained represent a complement of great relevance to investigate the past of the factory and the processes that took place in it.

Presentado 29/06/2022; Recibido con correcciones 11/10/2022; Aceptado: 23/10/2022

Introducción

Durante las últimas dos décadas los drones, la fotogrametría y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en herramientas de gran relevancia en diferentes ámbitos de nuestra sociedad. Su aplicación se ha generalizado de tal manera que, hoy en día, su empleo incluye desde actividades lúdicas hasta complejos sistemas de seguridad. Los proyectos de investigación científica no quedaron ajenos a estas implementaciones, siendo la arqueología una de las disciplinas que los ha convertido en una herramienta esencial para su desarrollo (Álvarez Larraín *et al.* 2020; Figueroa Torres e Izeta 2013; Lanzelotti 2017).

Las investigaciones llevadas adelante en el Sitio arqueológico Ingenio Lastenia (SIL) durante los últimos años, incluyen diversas temáticas íntimamente relacionadas: la vida doméstica en la fábrica (Villar y Nasif 2016; Villar *et al.* 2014), los sistemas técnicos empleados en la producción de derivados de la caña de azúcar (Villar 2022), los mecanismos de disciplinamiento social imperantes durante los últimos años del siglo XIX (Villar y Hocsmán 2021), la evolución de los entornos arquitectónicos-productivos (Villar y Aride 2020), y la revalorización patrimonial de la ex fábrica (Campi *et al.* 2021; Villar y Ataliva 2018). Para todas estas líneas de trabajo, contar con representaciones precisas del área de estudio es fundamental.

Las imágenes aéreas de alta resolución y una base cartográfica son una necesidad intrínseca de todo proyecto arqueológico, pues la relevancia de una cartografía precisa y del análisis de las relaciones espaciales en arqueología fue destacada desde la década de 1970 en adelante (Clarke 1977; Hodder y Orton 1976). No obstante, si además, el

procesamiento de estas imágenes y el empleo de herramientas específicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los software de restitución fotogramétrica brindan la posibilidad de llevar adelante la confección de representaciones cartográficas de gran precisión susceptibles de ser actualizadas de manera constante, y viabilizan la creación de imágenes tridimensionales del área de estudio, el empleo de estas técnicas cobra un gran valor para el óptimo desarrollo de cualquier proyecto arqueológico (Dell'Unto y Landeschi 2022).

A lo largo de estas páginas se presentan los resultados obtenidos a partir del empleo de drones, SIG y softwares de restitución fotogramétrica en el SIL, y se exponen los aportes que el empleo de estas herramientas representa para la resolución de problemáticas de investigación específicas tales como el análisis de la distribución espacial de estructuras, el estudio del rol de las características del terreno en los sistemas productivos de la fábrica, la clasificación de áreas específicas en base a la funcionalidad de las mismas dentro del complejo agroindustrial, entre otras. Con ello, se pretende exponer, mediante nuestro caso de estudio, el potencial de estas metodologías para el desarrollo de una cartografía digital que optimice el estudio arqueológico de contextos industriales.

Área de estudio

El sitio arqueológico Ingenio Lastenia (SIL) (65° 09' 08" Longitud Oeste y 26° 51' 50" Latitud Sur) está emplazado en la ciudad de Banda del Río Salí, departamento Cruz Alta, provincia de Tucumán, República Argentina. Hoy en día forma parte del conglomerado urbano denominado "Gran San Miguel de Tucumán" y se ubica 8 km hacia el sureste del casco histórico de la capital provincial (Figura 1).

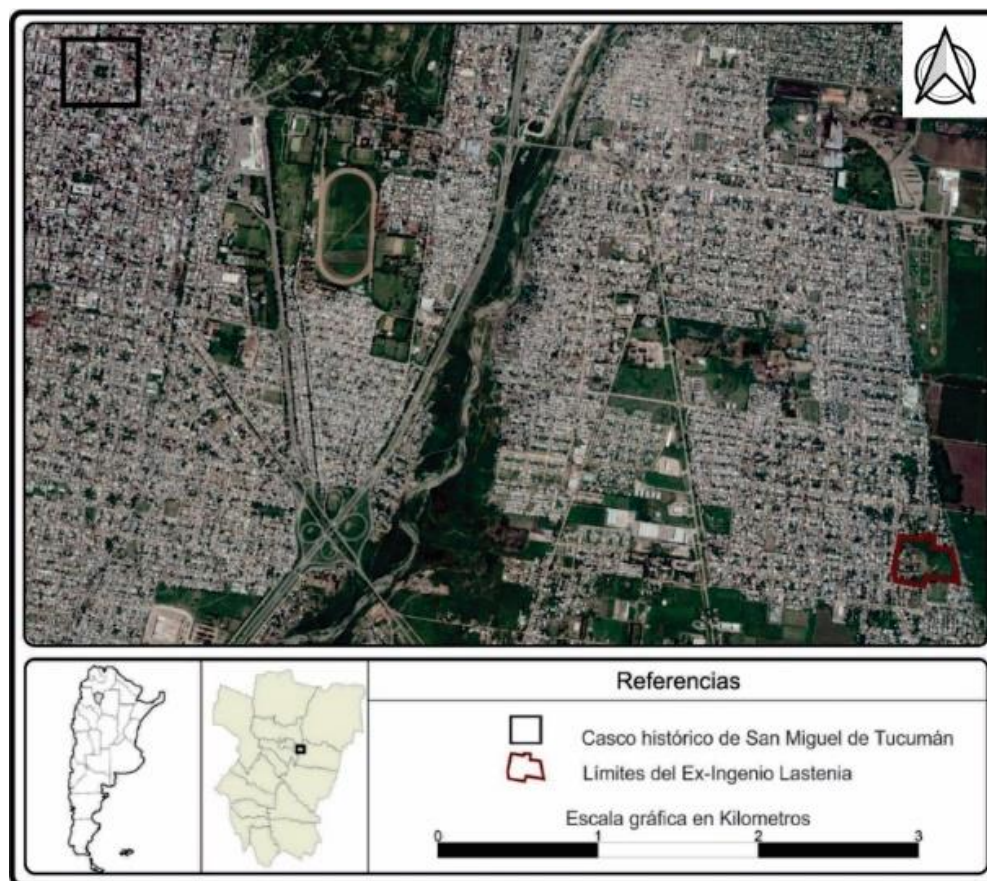


Figura 1. Ubicación del Sitio Ingenio Lastenia (SIL).

Se trata de una fábrica de derivados de caña de azúcar que funcionó durante más de 130 años (1832-1966), situación que la convierte en testigo de gran parte de los cambios experimentados por la industria azucarera argentina (Villar 2022; Villar *et al.* 2014). Los restos de la planta industrial se componen de un predio de 10 has delimitado por muros, y se caracteriza por la presencia de numerosas estructuras arquitectónicas correspondientes a las áreas productivas, administrativas y habitacionales que conformaron a la fábrica durante sus años de funcionamiento.

En el presente trabajo, se considera de manera general la totalidad del sitio, y se pone énfasis en las estructuras arquitectónicas vinculadas de manera directa con la producción de deriva-

dos de la caña de azúcar; un conjunto de construcciones que cubren una superficie de 12.244 m², relevadas a partir de la complementación de trabajos de campo, imágenes satelitales y fotografías aéreas obtenidas mediante el empleo de drones, y procesadas mediante software de restitución fotogramétrica y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Metodología

Para desarrollar un relevamiento completo del Sitio Ingenio Lastenia (SIL) se optó por implementar una técnica basada en la utilización de drones y el procesamiento de las imágenes obtenidas mediante diversos softwares (Álvarez Larraín *et al.* 2020; Dell'Unto y Landeschi 2022; Greco 2018; Greenwood 2015; Wernke *et al.* 2016).



Figura 2. Esquema de ruta de vuelo realizado por el dron *DJI Phantom 4 Pro* sobre el SIL.

En primer lugar, se tomaron las imágenes aéreas del SIL, mediante el empleo de un dron *DJI Phantom 4 Pro* y un plan de vuelo sistematizado realizado con el software *Pix4D Capture*. El relevamiento fotográfico consistió en la captura de 488 imágenes cenitales y oblicuas, tomadas desde una altura de 60 metros que cubrieron las 10 ha del SIL mediante una ruta de vuelo de doble grilla, que sobrevoló el sitio en sentido este-oeste y norte-sur (Figura 2), la misión de mapeo se diseñó para que cada imagen se superponga 2/3 con las imágenes posteriores. Este tipo de vuelo es el recomendado para crear ortofotografías y modelos tridimensionales de la superficie terrestre (Röder *et al.* 2017).

Las imágenes obtenidas fueron procesadas con el software de restitución fotogramétrica *Pix4D*, mediante el cual se obtuvo una ortofotografía del área de estudio y se generó un modelo tridimensional de la misma que incluye una nube de puntos que posibilitó la creación de un Modelo Digital de Elevación (MDE).

La ortofotografía obtenida fue empleada como base en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Se hizo uso del software *QGIS 3.14* para la confección de diversos planos del área, para la toma de medidas precisas desde el ordenador -aspecto constatado en campo- con la posibilidad de elaborar y trabajar capas derivadas con información extra sobre el sitio. De esta manera, el proyecto obtenido mediante el empleo del SIG conforma una base de datos cartográfica dinámica sobre la cual es posible generar y almacenar información correspondiente a las diversas unidades que componen el sitio, y exportar diferentes planos georreferenciados en los cuales se combina información de diversa índole.

En cuanto a la confección de un modelo tridimensional del sitio, el objetivo fue obtener, en el ordenador, una percepción general y dinámica del SIL que posibilite hacer observaciones del sitio desde diferentes ángulos, analizar la distribución de los espacios y aplicar superposiciones de fotografías históricas en la escena actual, una metodología cuyas bases fueron propuestas por Prince (1988) y utilizada por McGuire y

Reckner (2005) en sus trabajos sobre la represión de trabajadores mineros en el sur de Colorado a principios de siglo XX. Para nuestro caso, el empleo de esta última herramienta metodológica consiste en hacer uso del modelo tridimensional elaborado, para obtener perspectivas actuales homólogas a las fotografías aéreas históricas relevadas durante el proceso de recopilación documental.

La construcción del modelo 3D mediante el software *Pix4D* permitió generar una nube de puntos tridimensional del área relevada mediante el vuelo de dron, y exportar esta información en un archivo con extensión *.LAS* (LIDAR Data Exchange Format). Este formato, normalmente utilizado en los sistemas LIDAR, adecuó la nube de puntos generada para ser procesadas mediante el software *FugroViewer* 3.4. De esta manera, a partir de la nube de puntos mencionada se obtuvo un Modelo Digital de Elevación (MDE) que permitió cualificar y cuantificar características propias del terreno relevado (Contreras y Odriozola 2016).

Resultados

A partir del vuelo realizado se obtuvieron un total de 488 fotografías del SIL en alta resolución (2 cm por pixel) que luego fueron procesadas para obtener un ortomosaico georreferenciado del área con igual resolución (Figuras 3 y 4). En cuanto a los detalles de la geolocalización, la misma cuenta con un error de georreferenciación de 0.47 m para el eje X, 0.53 m para el eje Y, y 0.41 m para el eje Z; niveles de error muy bajos si se consideran las dimensiones -20,1778 ha- totales del área relevada. La calidad de las imágenes obtenidas permitió observar en el ordenador detalles del terreno, de las edificaciones e incluso restos de maquinarias empleadas en los procesos productivos de la fábrica, por ejemplo, en la imagen "c" de la Figura 4 es claramente

apreciable una antigua "muela" de un molino -posiblemente empleada para moler granos de trigo- de 1,40 m de diámetro, pieza cuya presencia sugiere que la actividad en Lastenia no habría estado limitada de manera exclusiva a la producción de derivados de la caña de azúcar.



Figura 3. Ortomosaico del Sitio Ingenio Lastenia - SIL- confeccionado con el Software *Pix4D* a partir de las imágenes aéreas tomadas mediante vuelo de dron.

El postratamiento de la ortoimagen con SIG permitió organizar la información y obtener productos exportables en alta resolución con datos claros y apreciables sobre el plano (Figura 4). Dado que las imágenes tomadas por el dron están georreferenciadas y que estos datos son considerados por *Pix4D* al generar el ortomosaico, al procesar este producto en el ordenador con *QGIS* se pudieron obtener medidas lineales y areales precisas (Figura 5). Esta posibilidad, sumada a la calidad de las imágenes, fue central para trabajar sobre la cartografía del sitio, facilitando el acceso al terreno para sortear dudas en cualquier momento de la confección de los planos, sin necesidad de trasladarse al sitio. Es importante mencionar aquí que, más allá de estas, todas las medidas consideradas en los

trabajos de investigación desarrollados en el SIL fueron constatadas en campo.



Figura 4. Imágenes georreferenciadas en alta resolución procesadas en QGIS 3. a) Escala gráfica: 100 m; b) Escala gráfica: 15 m; c) Escala gráfica: 2,00 m.

Sumado a las características mencionadas anteriormente, uno de los aportes más relevantes, brindados por la precisión de la imagen confeccionada mediante el software *Pix4D* en complementación con *QGIS 3*, es la posibilidad de realizar un relevamiento planimétrico preciso. Esta particularidad posibilitó, en un área que habría sido muy dificultoso mapear de otra manera, otorgar una nomenclatura específica a cada uno de los

edificios y muros que componen el área productiva del sitio -29 edificios y 67 muros- (Figura 6), y trabajar con diferentes datos del SIL a partir de capas plasmadas sobre el ortomosaico; brindando así la posibilidad de exportar mapas derivados que contengan información del sitio, y combinar esta información de diversas maneras según sea el objetivo planteado por la investigación en curso.

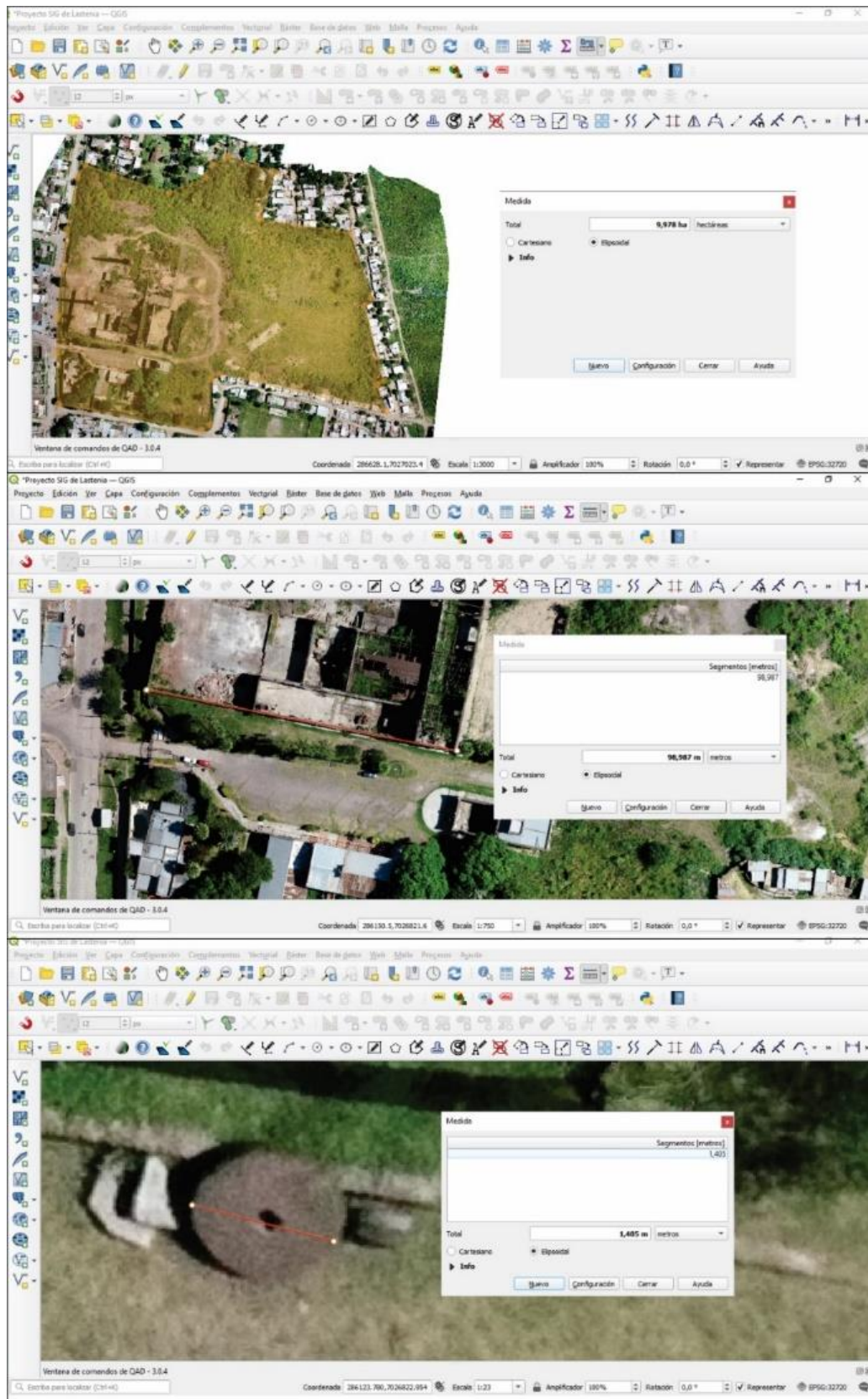


Figura 5. Arriba: Área del Sitio Ingenio Lastenia (9,978 ha). Centro: Longitud de los muros H-1, C-3, C-1 y A-2 (98,987 m). Abajo: Diámetro de piedra "muela" de molino (1,405 m).



Figura 6. Planimetría sobre ortofotografía del SIL y nomenclatura definida para edificios y muros relevados.

En la siguiente imagen (Figura 7) pueden apreciarse dos etapas del trabajo realizado con SIG para definir las fases constructivas de los edificios que componen el área productiva del SIL. En primer lugar, se consideraron los datos obtenidos tras realizar análisis de fuentes iconográficas y lecturas de paramentos -análisis estratigráfico de edificaciones-, a partir de los cuales se estableció una cronología específica para el momento de construcción de cada una de las estructuras que componen el área productiva del sitio (Villar 2022). Las crono-

logías procedentes de este análisis fueron cargados al SIG demarcándose así, sobre la ortofotografía, áreas edificadas en diversos períodos de tiempo. Tras complementar estos datos con los relevamientos planialtimétricos y las denominaciones definidas para cada una de las estructuras, se pudo confeccionar un plano que refleja de manera clara una secuencia cronológica compuesta por cinco Fases, y que viabilizó la interpretación de la evolución de la dinámica constructiva en la fábrica durante los años posteriores a la modernización de 1880.

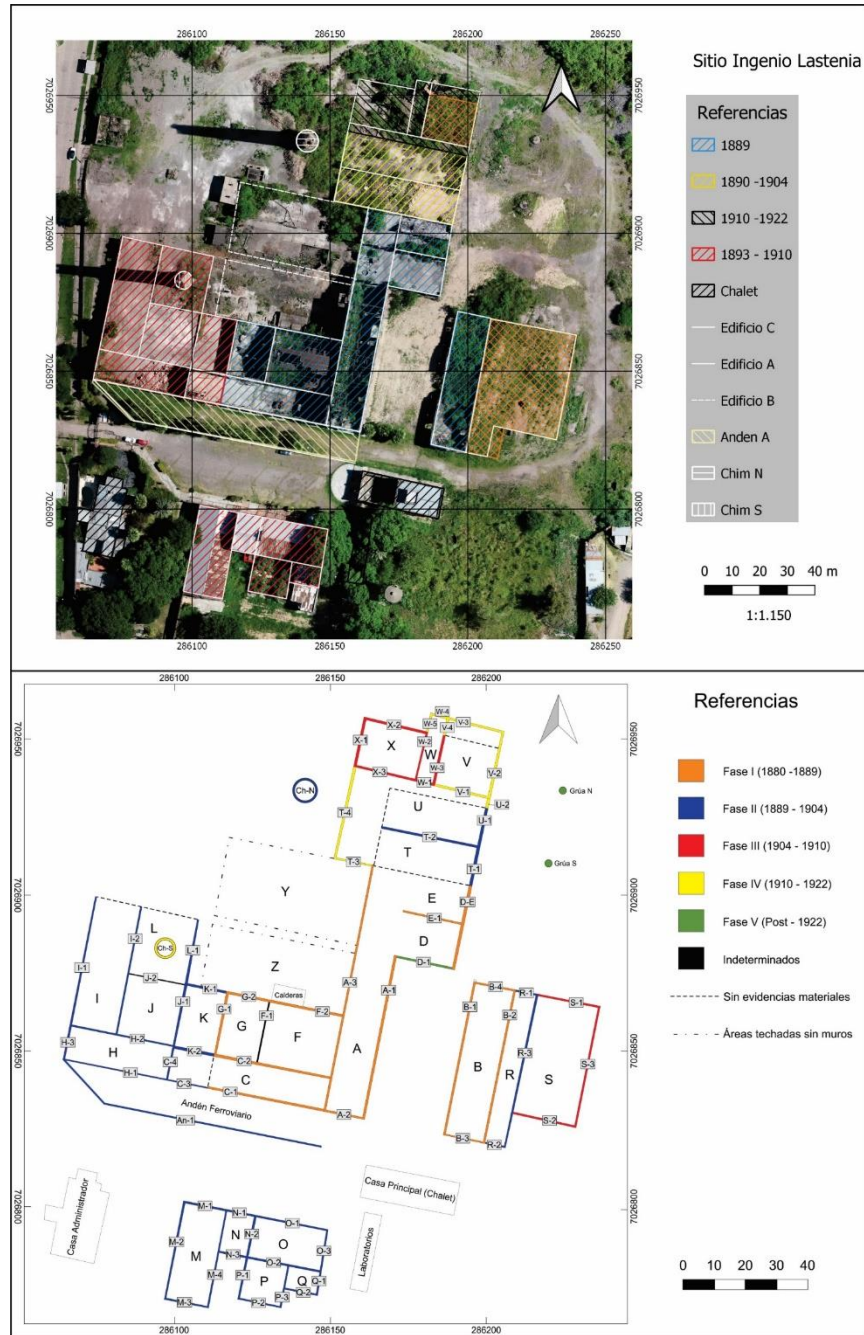


Figura 7. Arriba: Áreas definidas en primera instancia tras análisis estratigráficos realizados en el SIL. Abajo: Plano final con la secuencia constructiva completa del área productiva del SIL (Villar 2022).

Por otra parte, también fue posible ubicar de manera precisa los sectores excavados en el sitio (Figura 8), ambos vinculados a contextos domésticos. En el primero de ellos -SIL-Ch- se recuperaron numerosas evidencias que aportan información acerca de las prácticas cotidianas en el chalet de la fábrica durante el siglo XIX -lozas, piezas de dominó, cerámicas, vítreos, arqueofauna- (Villar 2022); mientras

que en el segundo -E1-SIL1-, ubicado 85 m al sudoeste del primero, se recuperaron restos vinculados a la vida doméstica de trabajadores de la fábrica -vidrios de vajilla y botellas, arqueofauna, monedas, botones, etc.- (Villar 2022) correspondientes a la misma época. El SIG ofrece además la posibilidad de continuar agregando información a futuro, a medida que se avance con los trabajos de excavación y sondeos en el sitio.

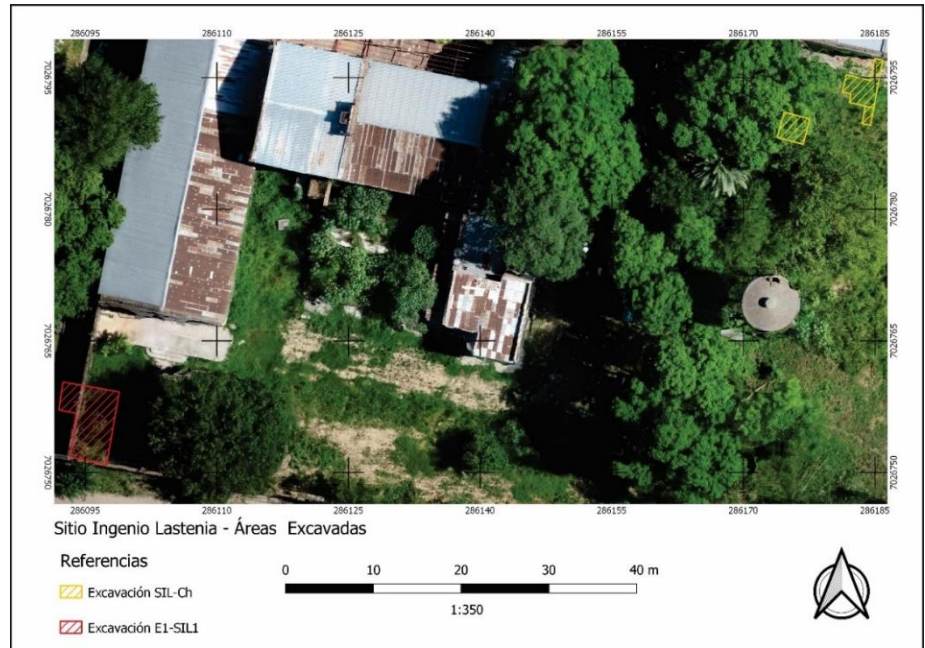


Figura 8. Ortofotografía del SIL georreferenciada y con ubicación de los sectores excavados.

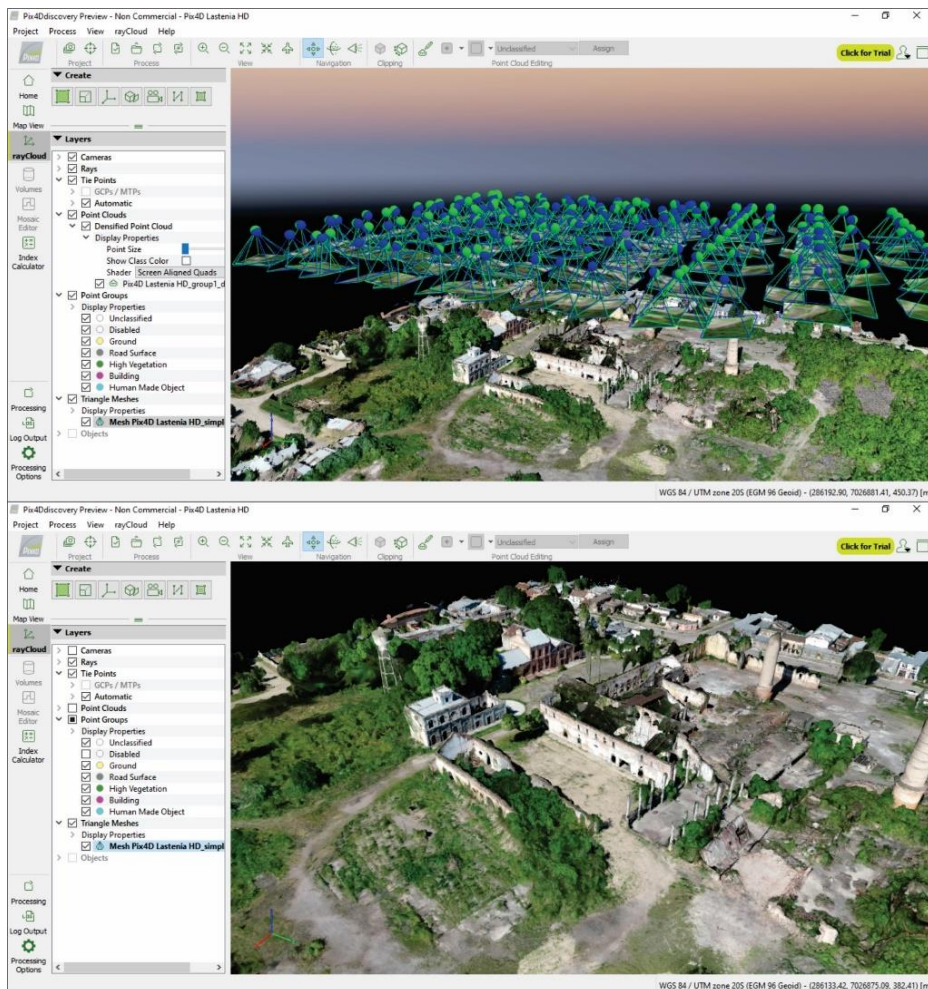


Figura 9. Modelo tridimensional obtenido mediante restitución fotogramétrica. Arriba: detalle de la ubicación de las cámaras a partir de las cuales se elaboró el modelo. Abajo: Detalle de los edificios del sector sudoeste de la planta.

En lo que respecta a la restitución fotogramétrica del sitio, se obtuvo un modelo dinámico de alta resolución que ofrece perspectivas tridimensionales realistas del área de estudio (Figura 9). Esto permite tener en el ordenador un modelo del sitio sobre el cual es posible identificar los elementos representados de manera clara -árboles, edificios, suelo, etc.-, visualizar al SIL desde diversos ángulos y alturas, analizar la distribución de los edificios y otros elementos, trazar relaciones entre estos, generar hipótesis acerca de la circulación en el sitio, realizar mediciones en sentido horizontal y vertical, y generar un registro del SIL para la posteridad, susceptible de ser utilizado a futuro en diversos programas, entre ellos iniciativas de revalorización patrimonial, pues la UNESCO recomienda altamente la técnica de la fotogrametría como herramienta para la catalogación y difusión de monumentos y sitios (Carrillo Bosch y Pacheco Arias 2019).

En cuanto a las utilidades del modelo tridimensional obtenido, la técnica de superposición de fotografías históricas en la escena actual (Prince 1988) merece una mención particular, pues esta metodología fue central para lograr ubicar las representaciones percibidas en las fuentes iconográficas en el escenario actual, interpretar las características originales de estructuras registradas mediante trabajos de campo y registrar estructuras hoy desaparecidas. Para dar una noción del potencial de esta herramienta, a modo de ejemplo, se expone la representación del sector sudeste del SIL en una imagen extraída del modelo elaborado y la representación del mismo sector en una fotografía aérea del SIL publicada en 1938 (Figura 10). Un estudio comparativo pormenorizado de ambas imágenes, combinado con observaciones de campo puede ser fundamental para estudiar aspectos tales como las características de los edificios y la dinámica constructiva de la fábrica, un aspecto acerca del cual ya hemos publicado en otras ocasiones (Villar 2022; Villar y Aride 2020).

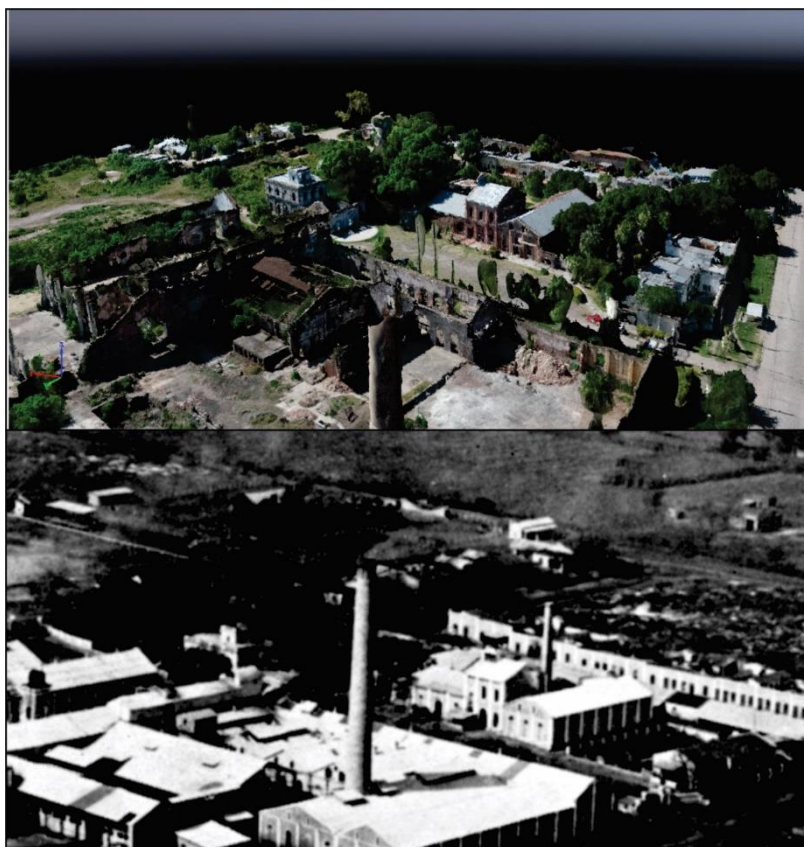


Figura 10. Arriba: Perspectiva noroeste-sudeste del sector sur del SIL en modelo tridimensional obtenido mediante fotogrametría.

Abajo: Mismo sector en una fotografía aérea publicada en 1938 (Obras Públicas y Privadas 1938).

Otra de las herramientas consideradas son los Modelos Digitales de Elevación (MDE), un producto que se apoya sobre la nube de puntos generada por *Pix4D*, presentando un modelo con datos específicos sobre cada uno de los puntos que componen la nube: metros sobre el nivel del mar (msnm) y georreferenciación. El análisis de esta nube permitió definir de manera precisa el desnivel del terreno, constatar las alturas de diversos edificios, tomar medidas precisas y obtener perfiles de diferentes sectores del área.

La gama de colores propias del MDE representan las alturas de los elementos que componen al sitio y van desde el azul para los sectores más bajos, hasta el rojo para los más altos (Figura 11). De esta manera, a partir de los datos representados en el modelo se pudieron identificar las diferencias altitudinales del terreno, lográndose apreciar una pendiente natural de 7 m en sentido nordeste-sudoeste. Si se considera el rol fundamental del agua para la producción de azúcar en el SIL, primero para activar las maquinarias hidráulicas y luego para producir vapor (Villar 2022), este tipo de información cobra gran valor, puesto que durante el siglo XIX la gravedad y las pendientes eran aspectos centrales en el manejo del agua. Así, conocer las alturas y pendientes del terreno, y combinar esta información con la ubicación de las acequias que abastecían de agua al SIL es de gran importancia para estudiar la manera en que se llevó a cabo el manejo de los recursos hídricos en la fábrica. Si bien este aspecto aún no ha sido objeto de estudios pormenorizados en el SIL, su abordaje sería de gran relevancia para el estudio de los procesos productivos en la planta.

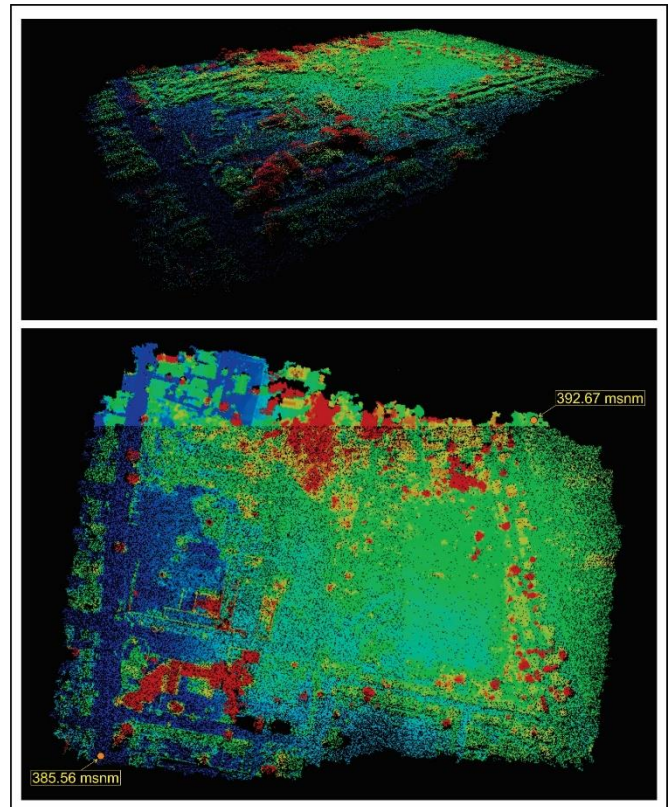


Figura 11. Arriba: perspectiva sudoeste-nordeste del SIL en el Modelo Digital de Elevación. Abajo: Ortoimagen del modelo digital de elevación con detalle altitudinal de dos puntos del terreno.

El último aspecto al que haremos mención es la posibilidad de obtener perfiles y a partir de ellos obtener diferencias altimétricas claras (Figura 12). Para nuestro caso de estudio en particular, el MDE permitió definir la diferencia altimétrica existente entre la vivienda de los propietarios de la planta - Chalet-, construida entre 1880 y 1892, y el sector del Ingenio donde se ubicaban la mayor parte de las viviendas de los trabajadores hacia fines del siglo XIX (Villar y Hocsman 2021).

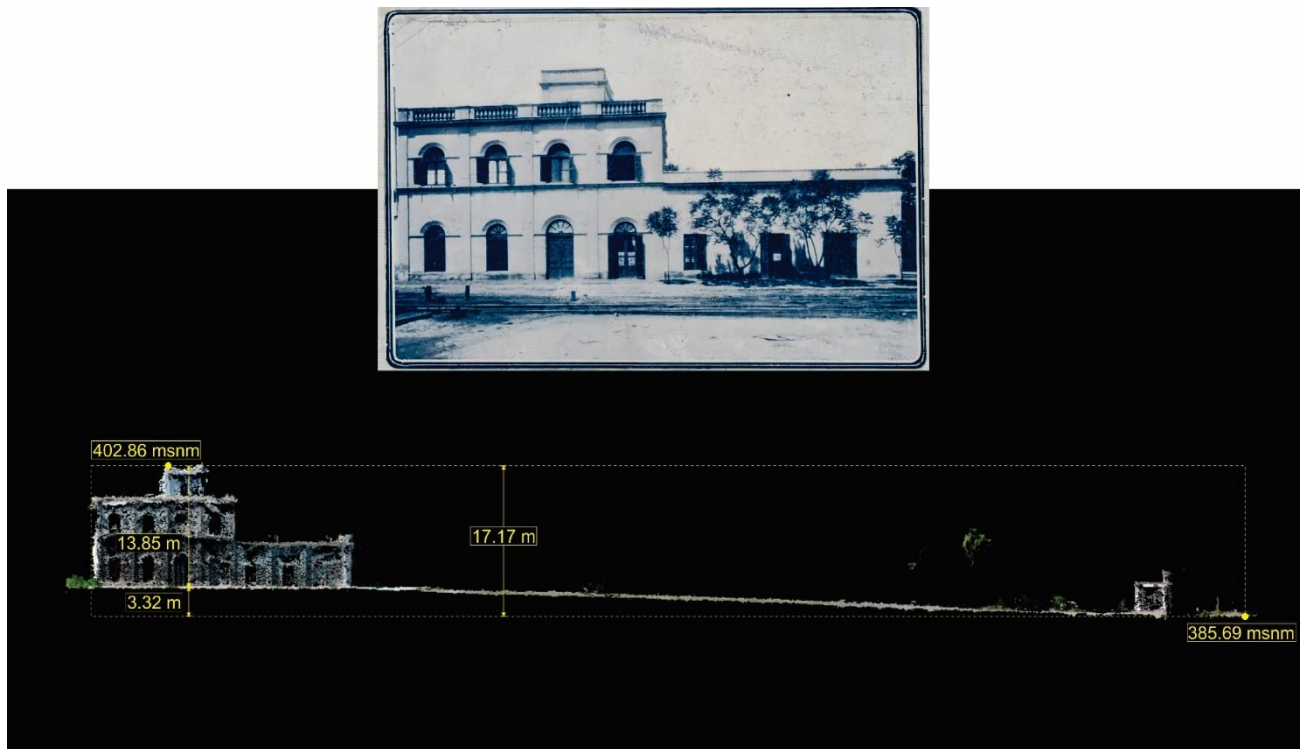


Figura 12. Arriba: Fotografía del Chalet del SIL (Álbum Argentino 1910). Abajo: Perfil de un sector de la planta obtenido mediante *FugroViewer 3.4*. A partir del mismo se logró establecer las diferencias altitudinales entre la ubicación del Chalet del Ingenio y el sector de la fábrica donde se ubicaron la mayor parte de las viviendas de trabajadores hacia fines del siglo XIX.

Los 3,32 m altitudinales que separan a estos dos sectores son poco perceptibles en terreno. Sin embargo, esta particularidad otorgaba al chalet gran visibilidad hacia y desde las viviendas de los trabajadores, situación que, sumada a las características arquitectónicas y a la suntuosidad de la primera frente a las segundas, llevó a interpretar al Chalet como un anclaje material y simbólico de la jerarquización social imperante en la planta (Villar y Hocsman 2021).

Conclusión

A lo largo de este artículo se ha expuesto y evidenciado el potencial de una serie de metodologías empleadas en el Sitio Ingenio

Lastenia (SIL): relevamiento mediante fotografías aéreas con drones, uso de software de restitución fotogramétrica para la obtención y análisis de ortofotografías y modelos tridimensionales, procesamiento de datos geográficos y confección de mapas mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Todas estas herramientas y procesos tienen la particularidad de poder complementarse unas con otras para así obtener una percepción más acabada, detallada y profunda del área de estudio. Más allá de esto, cualquiera de ellas puede ser empleada de manera individual para resolver cuestiones particulares, según sea el objetivo del proyecto de investigación dentro del cual se empleen. De todas formas, de ser posible, consideramos que lo más conveniente es realizar todos los procesos y obtener el mayor número de datos y productos digitales puesto que estos pueden funcionar como disparadores de nuevas hipótesis o ser empleados en proyectos futuros.

En particular, para el caso de estudio expuesto, la implementación combinada de las herramientas digitales mencionadas, fue central para elaborar una base de datos para el registro y mapeo arqueológico del sitio, y para aportar a la preservación y difusión del patrimonio industrial tucumano.

Más allá de las utilidades mencionadas en el párrafo precedente, creemos necesario remarcar que las metodologías presentadas en este trabajo, a las cuales consideramos verdaderos recursos y herramientas científicas (Contreras y Odriozola 2016; Dell'Unto y Landeschi 2022; Greco 2018; Infantini 2015; Linselotti 2017), propiciaron la obtención, manejo y procesamiento de datos específicos correspondientes a nuestro objeto de investigación, es decir el SIL y su entorno; y por lo tanto fueron fundamentales para alcanzar objetivos inherentes a las investigaciones desarrolladas en el área. Tales son los casos de, por ejemplo, el MDE y los perfiles que evidencian las diferencias altitudinales del sitio, destacándose la observada entre el Chalet y el sector de la vi-

Agradecimientos: A la Sra. Beatriz Tula, propietaria del predio donde funcionó el Ingenio Lastenia, por posibilitar los trabajos en el sitio. Al equipo de Horizonte Drones, principalmente al Ing. Pablo Páez, Diego Ahuad, Diego Mentz y la segunda autora, quienes brindaron los medios necesarios para la obtención del material fotográfico aéreo del SIL. A los Dres. Salomón Hocsman y Daniel Campi por su apoyo y sugerencias. Al Laboratorio de Digitalización del Instituto Superior de Estudios Sociales y en especial a Carlos Darío Albornoz por el material fotográfico. Al Arqueólogo Federico Andrés

vienda de los empleados (Villar 2022; Villar y Hocsman 2021); el modelo tridimensional que posibilita equiparar perspectivas actuales con perspectivas documentadas en fuentes iconográficas (Villar y Aride 2012); las ortofotografías de alta resolución que brindan la posibilidad de tomar, en el ordenador, medidas de muros, estructuras y artefactos ubicados en el campo -“muela” de molino-; entre numerosas otras posibilidades de análisis.

Finalmente se remarca la importancia de concebir al SIL como un entorno (*sensu* Rapoport 2003) susceptible de ser analizado como evidencia arqueológica. Así, el mismo -para poder ser interpretado- debe ser evaluado en relación a su contextualización espacial y a sus relaciones internas y externas. Ante esto, poseer un conocimiento amplio, profundo y detallado del espacio es necesario para una interpretación completa, en este marco, las herramientas digitales abordadas en este trabajo, son esenciales y cumplen un rol fundamental a la hora de indagar en los procesos acontecidos en el Sitio Ingenio Lastenia a lo largo del tiempo.

Faccini por su predisposición para atender nuestras consultas y por sus sugerencias. Este trabajo se desarrolló en el marco de los Proyectos PUE-CONICET 093 “Patrimonio, Territorios e Identidades: trayectorias de larga duración en el norte argentino desde tiempos prehispánicos hasta la actualidad”, dirigidos por el Dr. Daniel Campi, y de la tesis doctoral “Producción, cotidianeidad y disciplinamiento social en un Ingenio Azucarero durante el siglo XIX. Una aproximación al Sitio Ingenio Lastenia (Dpto. Cruz Alta, Tucumán) desde la Arqueología Industrial”, del primero de los autores.

Bibliografía citada

- Álvarez Larrin, A.; Greco C. y Tarragó M.
2020 Participatory mapping and UAV photogrammetry as complementary techniques for landscape archaeology studies: an example from north-western Argentina. *Archaeological Prospection* 28(1): 47-61.
- Campi, D; Ataliva, V. y Villar, F.
2021 Patrimonio industrial de Tucumán. Avances y perspectivas. VII Congresso Internacional de Historia do açúcar - Paisagens, Patrimônios e identidade açucareiras. Facultad de Filosofía, Letras e Ciências Humanas - Universidad de São Paulo, Brasil.
- Carrillo Bosch, V. y Pacheco Arias, L.
2019 Fotogrametría digital, técnica de apoyo de mapeo y registro en la zona arqueológica de Yagul, Oaxaca. *Cuadernos del Sur* 24(47): 22-36.
- Clarke, D. L.
1977 *Spatial Archaeology*. Cambridge: Academic Press.
- Contreras, F. y Odriozola, M.
2016 Aplicación de Modelos de Elevación Digital para la delimitación de áreas de riesgo por inundaciones. San Luis del Palmar, Corrientes, Rca. Argentina. *Contribuciones Científicas GÆA* 28: 83-94.
- Dell'Unton N. y Landeschi, G.
2022 *Archaeological 3D GIS*. Roulledge, London And New York.
- Figueroa Torres, M. e Izeta, A.
2013 El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en Arqueología Sudamericana: Una introducción. *El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en Arqueología Sudamericana* (Ed. por M. Figueroa Torres y A. Izeta), pp. 5-8. Archaeopress, England.
- Greco, C.
2018 Photogrammetric survey with UAV of strategic villages of Yocavil (Catamarca, Argentina). *Political landscapes of the late intermediate period in the southern Andes: The Pukaras and their hinterlands* (Ed. por A. Alvarez Larrain & C. Greco), pp. 35-60. Springer, New York.
- Greenwood, F.
2015 Mapping in Practice. *Drones and aerial observation: New technologies for property rights, human rights, and global development* (Ed. por K. Kakaes), pp. 49-55. New America, Washington DC.
- Hodder, I. y Orton, C.
1976 *Spatial Analysis in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Infantini, L.
2015 Sistemas de Informação Geográficos (SIG) em Arqueologia. *Revista Arqueologia Pública* 9(11): 114-121.
- Lanzelotti, S.
2017 Los Sistemas de Información Geográfica en la Arqueología Argentina. *Red Sociales, Revista del Departamento de Ciencias Sociales* 4(5): 183-192.
- McGuire, R. y Reckner, P.
2005 Building a Working Class Archaeology. The Colorado Coal Field War Project. *Industrial Archaeology. Future Directions* (Ed. por Collin Casella, E. y Symons J.), pp. 217-241, Springer, New York.

- Prince, G.
1988 Photography for Discovery and scale by superimposing old photographs on the present-day scene. *Antiquity*, 62: 112-116.
- Rapoport, A.
2003 *Cultura Arquitectura y Diseño*. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.
- Röder, M.; Hill, S. y Latifi, H.
2017 *Best practice tutorial: Technical handling of the UAV "DJI Phantom 3 Professional" and processing of the acquired data*. Dept. of Remote Sensing, University of Würzburg.
- Villar, F.
2022 Producción, cotidianeidad y disciplinamiento social en un Ingenio Azucarero durante el siglo XIX. Una aproximación al Sitio Ingenio Lastenia (Dpto. Cruz Alta, Tucumán) desde la Arqueología Industrial. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.
- Villar, F. y Aride, M.
2020 Arqueología e Imágenes. Fuentes iconográficas para el estudio del pasado industrial en el sitio Ingenio Lastenia (Dpto. Cruz Alta, Tucumán, Argentina). *Revista de Museo de Antropología*, 13 (3): 79-92.
- Villar, F. y Ataliva, V.
2018 Porque el pasado está presente... Lugares de memoria en la localidad de Lastenia (Tucumán). *Primer congreso de historia de los municipios y pueblos de Tucumán y el Noroeste argentino*. Tafí Viejo, Tucumán, Argentina.
- Villar, F.; Galián, M y Hocsman, S.
2014 Apreciaciones arqueológicas de un ingenio azucarero del siglo XIX. *IV simposio internacional de patrimonio agroindustrial*. Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.
- Villar, F. y Hocsman, S.
2021 Viviendas, espacios y relaciones sociales en un contexto fabril: El caso del Ingenio Lastenia (Tucumán, Argentina) durante el último cuarto del siglo diecinueve. *Latin American Antiquity*, 32(3): 627-646.
- Villar, F. y Nasif, N.
2016 Algo más que azúcar y aguardiente: Análisis zooarqueológico del Sitio Ingenio Lastenia (Dpto. Cruz Alta, Tucumán). *Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 449-455. San Miguel de Tucumán.
- Wernke, S.; Hernández, C.; Marcone, G.; Ore, G.; Rodriguez, A. y Traslaviña A.
2016 Beyond the Basemap: Multiscalar Survey through Aerial Photogrammetry in the Andes. *Mobilising the past for a digital future. The Potential of Digital Archaeology* (Ed. por Casella, E. y Symons J.), pp. 251-278. The Digital Press @, The University of North Dakota.