

Documentación patrimonial de la roca N°29 con petroglifos en el sitio arqueológico Catazho mediante la técnica geomática de la fotogrametría: un estudio de caso

Juan Pablo Vargas Díaz*

RESUMEN

ESTE ARTÍCULO PRESENTA UN ESTUDIO DE CASO SOBRE LA DOCUMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ROCA N° 29 CON PETROGLIFOS EN EL SITIO ARQUEOLÓGICO CATAZHO UTILIZANDO LA TÉCNICA DE FOTOGAMETRÍA. LA FOTOGAMETRÍA DIGITAL ES UNA HERRAMIENTA EFECTIVA EN LA DOCUMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE BIENES PATRIMONIALES. EN ESTE ESTUDIO SE REALIZÓ UN LEVANTAMIENTO FOTOGAMÉTRICO DE LA ROCA, DESDE LA TOMA DE IMÁGENES HASTA LA GENERACIÓN DE MODELOS TRIDIMENSIONALES Y RENDERIZADOS FINALES.

EL USO DE ESTA HERRAMIENTA PERMITE OBTENER UNA REPRESENTACIÓN TRIDIMENSIONAL DE LA ROCA Y LOS PETROGLIFOS, FACILITANDO SU ESTUDIO Y ANÁLISIS, Y PUEDE SER UTILIZADA PARA MÚLTIPLES FINES, COMO LA GESTIÓN DEL PATRIMONIO Y LA DIFUSIÓN DEL COMPONENTE ARQUEOLÓGICO. ESTE ESTUDIO CONTRIBUYE A LA CONSERVACIÓN INTEGRAL DEL SITIO Y A LA DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO ARQUEOLÓGICO, MOSTRANDO EL POTENCIAL DE LA FOTOGAMETRÍA DIGITAL EN LA DOCUMENTACIÓN PATRIMONIAL DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS.

PALABRAS CLAVE: FOTOGAMETRÍA DIGITAL - PETROGLIFOS - CONSERVACIÓN PATRIMONIAL - GESTIÓN DEL PATRIMONIO - ARQUEOLOGÍA - DOCUMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA - CATAZHO.

DOCUMENTING AT CATAZHO ARCEHOLOGICAL SITE USING THE PHOTOGRAMMETRY TECHNIQUE. CASE OF STUDY: ROCK N. 29 WITH PETROGLYPHS.

ABSTRACT

THIS ARTICLE PRESENTS A CASE STUDY ON THE DOCUMENTATION AND ANALYSIS OF ROCK #29 WITH PETROGLYPHS AT THE ARCHAEOLOGICAL SITE OF CATAZHO USING PHOTOGRAMMETRY TECHNIQUES. DIGITAL PHOTOGRAMMETRY IS AN EFFECTIVE TOOL FOR DOCUMENTING AND CONSERVING CULTURAL HERITAGE, AND IN THIS STUDY, A PHOTOGRAMMETRIC SURVEY OF THE ROCK WAS CARRIED OUT, FROM IMAGE CAPTURE TO THE GENERATION OF THREE-DIMENSIONAL MODELS AND FINAL RENDERINGS.

THE USE OF THIS TECHNIQUE ALLOWS FOR A THREE-DIMENSIONAL REPRESENTATION OF THE ROCK AND PETROGLYPHS, FACILITATING THEIR STUDY AND ANALYSIS, AND CAN BE USED FOR MULTIPLE PURPOSES, SUCH AS HERITAGE MANAGEMENT AND THE DISSEMINATION OF ARCHAEOLOGICAL KNOWLEDGE. THIS STUDY CONTRIBUTES TO THE COMPREHENSIVE CONSERVATION OF THE SITE AND THE DISSEMINATION OF ARCHAEOLOGICAL KNOWLEDGE, DEMONSTRATING THE POTENTIAL OF DIGITAL PHOTOGRAMMETRY IN THE DOCUMENTATION OF ARCHAEOLOGICAL HERITAGE SITES.

KEYWORDS: DIGITAL PHOTOGRAMMETRY - PETROGLYPHS - HERITAGE CONSERVATION - HERITAGE MANAGEMENT - ARCHAEOLOGY - ARCHAEOLOGICAL DOCUMENTATION - CATAZHO.

* Doctorando en Arqueología por la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires; Docente en Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Escuela de Arqueología, Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador/Centro de Estudios Antropológicos y Arqueológicos (CEAA); Responsable de la Unidad Técnica de Arqueología y Paleontología de la GAD municipal del cantón Cuenca. Correo electrónico: juanvargas_27@hotmail.com.

Introducción

La documentación y preservación del patrimonio arqueológico son temas prioritarios en la gestión, conservación y difusión del legado cultural de una comunidad. En este sentido, la aplicación de tecnologías de registro y documentación digital ha permitido avanzar en la identificación y conservación de bienes patrimoniales de gran valor, como los petroglifos. El sitio arqueológico Catazho, ubicado en la provincia de Morona Santiago, Ecuador, es un importante exponente de la presencia prehispánica en la región y cuenta con un significativo número de petroglifos en sus rocas; sin embargo, la exposición constante de estas a las condiciones ambientales y la acción de los procesos naturales de meteorización y erosión, han generado un preocupante deterioro en su estado de conservación.

Los petroglifos son uno de los bienes patrimoniales más importantes en la arqueología, por lo que es esencial contar con técnicas precisas y efectivas para su registro y análisis. En este sentido, la fotogrametría digital ha demostrado ser una herramienta valiosa en la documentación y conservación de este tipo de acervo.

El objetivo del presente estudio de caso es documentar y analizar la roca número 29, en el registro de los estudios de Fernanda Ugalde (2010, 2012), que cuenta con petroglifos en el sitio arqueológico de Catazho mediante la técnica geomática de la fotogrametría, analizando las posibilidades y limitaciones de esta técnica al aplicarla sobre este tipo de bienes.

La importancia de esta indagación radica en su contribución a la conservación integral del sitio y a la difusión del conocimiento arqueológico, mostrando el potencial del uso de la fotogrametría digital en estos emplazamientos.

En la literatura especializada se han descrito numerosos ejemplos de la aplicación de la fotogrametría digital en la documentación de bienes patrimoniales, incluyendo sitios arqueológicos. Esta técnica ha sido empleada con éxito sobre monumentos, edificios históricos, objetos de arte y esculturas. En el caso de la arqueología esta praxis se ha utilizado para la documentación de objetos y sitios arqueológicos demostrando ser una herramienta precisa y efectiva, aunque en el caso ecuatoriano su empleo todavía no está extendido.

Por lo tanto, el registro digital de los petroglifos de Catazho se presuponen como una coyuntura de gran idoneidad para la preservación y difusión de este tipo de patrimonio cultural; así, la indagación del arte rupestre a través de la tecnología digital es catalogable como una práctica acertada y que debe propenderse a desarrollar.

Marco teórico

La manera en la que se pretende abordar el presente escrito ha sido ordenada en dos niveles: el primero de ellos que se entiende como Documentación Patrimonial en Arqueología y el segundo aspecto con la técnica geomática de la fotogrametría:

Documentación patrimonial en arqueología

En la documentación patrimonial se registran y documentan los bienes culturales para su preservación, investigación, interpretación y difusión siendo fundamental para la salvaguarda y conservación del legado patrimonial. Según García Molina y equipo (García-Molina *et al.*, 2021), este tipo de insumos se enfoca en registrar y documentar los bienes culturales para su preservación y difusión, y debe ser realizada con precisión y rigurosidad técnica para garantizar la autenticidad de los bienes culturales.

De acuerdo con Pablo Aparicio (2017), experto en el tema de la virtualización en arqueología, también las instituciones especializadas han contribuido en el desarrollo, mejoramiento del proceso y resultados de documentación gracias al empleo de la tecnología dentro de las que anota ICOMOS (International Council for Monuments and Sites), CIPA (International Committee for

Architectural Photogrammetry), ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing), ICOM (International Center for the Conservation and Restoration of Monuments) y UIA (International Union of Architects) (Yilmaz *et al.*, 2007), por anotar unas pocas.

A la fecha, el patrimonio cultural se ha convertido en un fenómeno moderno que ha sido ampliamente estudiado por la arqueología y otras disciplinas, y que se entiende como un paradigma que conecta el pasado con el presente (Criado-Boado y Barreiro, 2013). En este sentido, la tecnología se ha convertido en un elemento fundamental en la creación, intercambio y recepción del conocimiento patrimonial en la actualidad. Por lo tanto, resulta esencial establecer las maneras en las que se puede aprovechar de forma efectiva la tecnología para una asimilación natural del contenido (Marqués, 2018).

Para Brady (2017), los trabajos de intervención y registro sobre manifestaciones de arte rupestre o petroglifos han atravesado por dos momentos: El primero conocido como la era pre-digital, en el que los registros se basaron principalmente en métodos manuales (frotar, calcar y dibujar) con el nivel de acción directo sobre los soportes (Domingo Sanz, 2014: 6353) se complementaban con el uso de cámaras analógicas, que usaban películas. Y un segundo momento de la era digital con la aparición de cámaras digitales de alta resolución, escáner laser y los softwares para la manipulación y mejora de las imágenes sin dejar de incorporar la documentación manual (Brady *et al.*, 2017: 1).

Las transformaciones empezaron desde la década de 1990, con el uso generalizado de nuevas tecnologías digitales. Al pasar del tiempo las mejoras tecnológicas gradualmente han ampliado la gama de métodos existentes en los registros de las manifestaciones gráficas rupestres, petroglifos y en el campo de la arqueología en general. Así como también se han trabajado en nuevas herramientas que faciliten la revisión, corrección y actualización continua, gracias al empleo de softwares como (adobe photoshop, gimp, corel Paint, Paint, etc.) y el uso de otros aún más especializados como (DStretch) para la mejora y procesamiento de imágenes digitales a lo largo de mundo para facilitar la visualización del arte rupestre (Domingo Sanz, 2014).

Así, que durante las dos últimas décadas el uso y empleo de las reconstrucción 3D ha llegado una herramienta popular y común en el ámbito de la arqueología y el manejo del patrimonio cultural (Davis *et al.*, 2017) el uso de este tipo de tendencia va en aumento, en el campo de la arqueología, los paquetes de softwares de los citados por Davis son Arc3d, Photosynth/Bunder, AutoDesk Photo fly y Photoscan este último el que es usado con mayor frecuencia (Ibíd.).

La documentación patrimonial en arqueología se ha desarrollado a lo largo del tiempo, desde técnicas manuales de registro hasta tecnologías digitales como la fotogrametría.

Técnica de fotogrametría en la documentación patrimonial de sitios arqueológicos

La fotogrametría es una técnica de medición que se basa en el análisis de fotografías para obtener datos precisos, al igual que efectivos (Volpe, 2008) de objetos y superficies (Remondino y El-Hakim, 2006). Es una disciplina interdisciplinaria que involucra conocimientos en áreas como la geometría, la óptica, la estadística y la informática.

Esta técnica es utilizada en una amplia variedad de aplicaciones, como la topografía, la cartografía, arquitectura, ingeniería civil, la arqueología, la industria del cine y los videojuegos, entre otras. Gracias a softwares especializados, las imágenes obtenidas pueden procesarse y convertirse en modelos 3D de alta precisión y detalle.

La fotogrametría ha empezado a ser utilizada para la documentación, registro de tanto de sitios como de objetos arqueológicos. La técnica permite obtener modelos tridimensionales precisos y detallados que pueden ser empleados para la investigación, conservación y la difusión del patrimonio cultural.

La fotogrametría se realiza a través de las tomas desde diferentes ángulos y posiciones, lo que permite crear una visión global del objeto o superficie. Estas fotografías son procesadas mediante software especializado, que utiliza la información de la posición y orientación de la

cámara, así como las características del objeto, para crear un modelo 3D. La precisión depende de varios factores como la calidad de las fotografías, la precisión del equipo utilizado y la experiencia del operador para la obtención de los datos. Es necesario aclarar que también esta técnica presenta una serie de limitaciones a ser tomadas en consideración como la necesidad de una buena iluminación ya sea de carácter ambiental para espacios abiertos o controlada en el caso de espacios cerrados, que deberían de contar con los implementos para facilitar la movilidad de los objetos en las áreas de trabajo.

Hoy en día, la fotogrametría como técnica esencial en el proceso de documentación para la arqueología moderna que permite la obtención de modelos tridimensionales precisos y detallados tanto de objetos como de superficies de sitios arqueológicos. Su uso permite la documentación y registro del patrimonio cultural arqueológico de manera eficiente y no invasiva lo que contribuye significativamente a su contribución y difusión.

De las características que brinda la fotogrametría podemos anotar que permite mediciones precisas gracias al uso únicamente de imágenes. Para lo que se deberá de contar con una planificación cuidadosa en lo que a la captura de datos se refiere. Todo en función del nivel de detalle que se requiera permitirán extraer las medidas detalladas, la geometría exacta las mismas que estarán condicionadas a la calidad de cámaras que se utilicen, los lentes y la calibración de la cámara in-situ. Como principales requerimientos para un óptimo trabajo es necesaria la suficiente cantidad de luz para la iluminación de las escenas (luz natural o focos), lo ideal sería una luz homogénea sin sombras fuertes o marcadas, las sobras podrían ser tenues. Los puntos de control que se puedan tomar en diferentes sectores del área de interés ayudará a que la imagen fotogramétrica tenga una mayor precisión y detalle (Davis *et al.*, 2017).

Para autores como Domingo (2014), este proceso corresponde la versión digital del calco sobre las fotografías, dicha acción es posible gracias al uso de softwares de procesamiento y mejora de imágenes digitales. Los calcos digitales que son la versión digital del método de calco sobre fotografías, se producen utilizando software de procesamiento y mejora de imágenes digitales. Las pinturas de arte rupestre generalmente se “trazan” a partir de fotografías digitales utilizando herramientas de selección de color para individualizar el pigmento de la superficie de la roca (Domingo Sanz y López Montalvo, 2002). Los grabados rupestres se ilustran principalmente con varias herramientas de dibujo sobre las fotografías digitales tomadas con luz oblicua en condiciones de oscuridad (Domingo Sanz, 2014: 6353 - 6354).

Según Domingo (2014), diversos programas informáticos proporcionan herramientas para la digitalización de grabados y pinturas rupestres, permitiendo la producción de trazos digitales mediante la utilización de herramientas de selección, coloración y dibujo, así como varitas mágicas y otras funcionalidades que son cada vez más habituales en el campo de la arqueología (Cacho y Gálvez, 1999; Cassen y Robin, 2010; Clog *et al.*, 2000; Domingo Sanz *et al.*, 2013; Domingo Sanz y López Montalvo, 2002; Martínez-Bea, 2009; Vicent *et al.*, 1996; entre otros). En el registro patrimonial de sitios arqueológicos, la fotogrametría se ha utilizado para la documentación de petroglifos como lo demuestran estudios previos en otros sitios arqueológicos (Jiménez *et al.*, 2019).

Caso de estudio: Catazho

Ubicación y características geográficas

La zona de estudio se encuentra en las estribaciones de las cordilleras que conforman los Andes Centrales en la parte baja de las mismas. El río Indanza es el principal tributario hídrico de la zona y discurre en dirección este-oeste, tal como ha señalado Ugalde en sus investigaciones (2010, 2012).

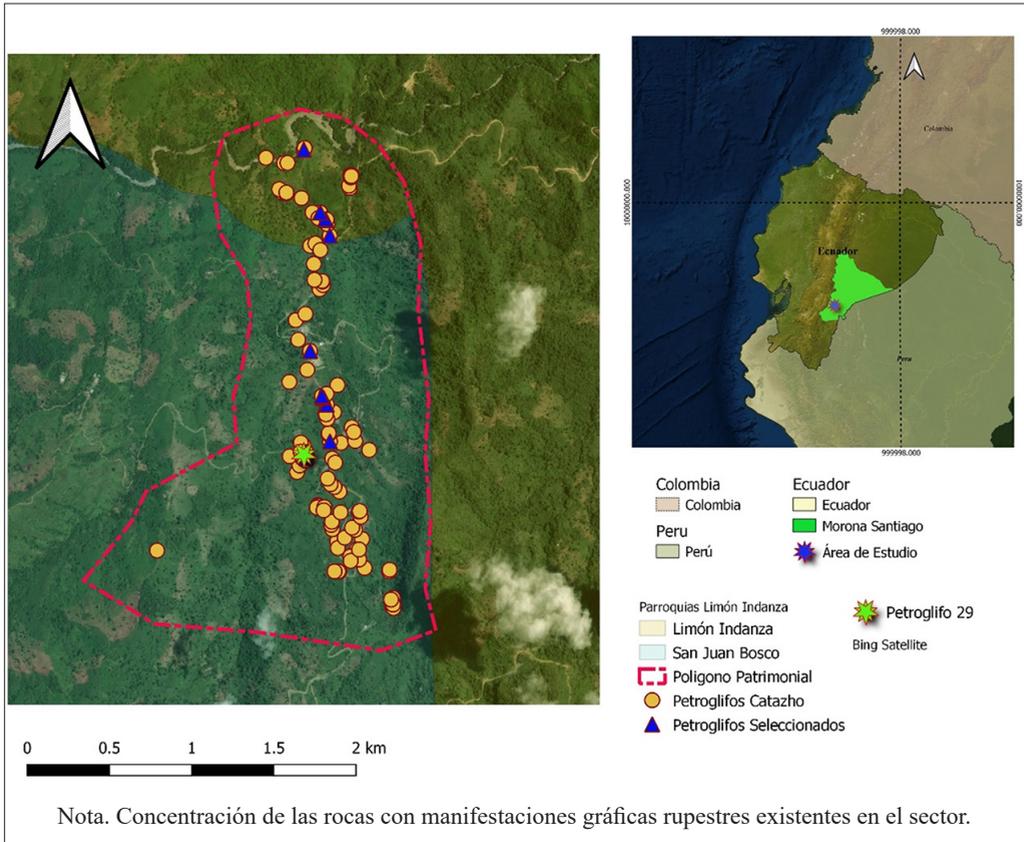


FIGURA 1. UBICACIÓN ESPACIAL DE LOS PETROGLIFOS DE CATAZHO.
AUTOR: JUAN PABLO VARGAS.

El sector se caracteriza por la presencia de quebradas que favorecen la conformación de ríos. En particular, en el margen derecho del río Indanza, que es el principal recurso hídrico de la zona, se localizan cinco ríos tributarios: la quebrada San Rafael, el río Catazho, el río Chinampis y dos ríos menores. En lo que refiere al margen izquierdo se reportan cuatro afluentes, siendo la quebrada del Indanza uno de los más destacados, mientras que los demás tributarios menores no tienen un nombre específico. Al sur de la zona de estudio se ubican ríos pequeños que conforman quebradas de unos 18 metros de ancho, que a su vez desemboca en el río Indanza (Granja Aguirre, 2014: 11).

Desde el punto de vista geomorfológico resalta a primera vista en el paisaje la presencia del Cerro Catazho (ver figura 1) que es el más alto de la cuchilla y está conformado por cinco cimas que superan los 1800 m.s.n.m. Según criterios de clasificación, podemos identificar a esta elevación como una montaña. Importante anotar que no es posible identificar una separación completa entre la cordillera de los Andes y el “Contrafuerte Catazho”, sino hasta que finaliza la cordillera del Cóndor. Por lo tanto, dicho “Contrafuerte Catazho” puede ser considerado como parte de las estribaciones de los Andes Centrales.

En lo que refiere a la vegetación corresponde al subtropical, pues no identificamos ninguna elevación que pueda ser considerada volcán ya que no se observa la existencia de cráteres. Aunque, el “cerro Catazho” podría ser llamado volcán por la presencia de aguas termales y rocas metamórficas (Granja Aguirre, 2014).



FIGURA 2. PANORÁMICA QUE PERMITE VER EL CERRO CATAZHO AL SUR DEL POBLADO DE SAN JOSÉ
AUTOR: JUAN PABLO VARGAS.

Para María Fernanda Ugalde, el cerro Catazho, debido a las particularidades de su forma, con seguridad jugó un papel relevante en lo que respecta a la mitología shuar. Dicha aseveración se relaciona con la serie de relatos míticos provenientes de dicha etnia; por otro lado, la misma autora considera que el cerro para las sociedades que ocuparon el territorio tempranamente también debió de resultar muy importante (Ugalde, 2012: 287). Las características y el entorno natural en tiempos muy arcaicos debieron de brindar a los grupos que lo ocuparon un sustento interesante, dado a que cuenta con el aprovisionamiento de recursos hídricos permanentes, a lo que se puede sumar los elementos propios de la foresta de la Amazonía ecuatoriana.

Antecedentes arqueológicos

La región amazónica y lo particular de sus características, en donde la vegetación abunda y, por ende, las condiciones han limitado la identificación de asentamientos o evidencias materiales de las proto sociedades que ocuparon dichos espacios. De ahí que los trabajos de exploración han brindado determinado interés por los petroglifos que han sido reportados en grandes rocas, convirtiéndose en el principal objeto de estudio para los investigadores que han incursionado en el territorio (Porrás Garcés, 1985; Ugalde, 2010).

Los primeros pioneros en la región amazónica ecuatoriana en llevar a cabo trabajos de exploración y registro de importantes sitios de petroglifos fueron liderados por el Padre Porrás, quien en sus incursiones cubrió la parte norte de la Amazonía y se concentró en la zona del río Upano, específicamente en el sitio Huapula, a las faldas del volcán Sangay (Porrás Garcés, 1987) durante 14 temporadas en colaboración con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Logrando proporcionar detalles importantes sobre los patrones de asentamiento prehispanico al igual que el material utilizado (Porrás Garcés, 1961, 1972, 1985), con un énfasis en el material cerámico (Ugalde, 2012).

Posteriormente, los trabajos de Ugalde y su equipo representaron el primer acercamiento sistemático a este conjunto de rocas grabadas (Ugalde, 2010, 2011). Aunque los petroglifos conocidos no son resultado de los trabajos arqueológicos, al ser bienes expuestos, según Ugalde no se encuentran cubiertos por la tierra (Ibíd., 2012: 285). En ciertos casos, estos petroglifos están cubiertos por vegetación, lo que los ha limitado en su acceso a los visitantes. Aunque en el pasado la baja densidad poblacional y la falta de proyectos turísticos limitaron el acceso a estos sitios, el nivel de conocimiento ha aumentado significativamente a partir de 2011 (Ibíd., 2011).

El cerro Catazho se ha convertido en el principal punto de interés en el paisaje del contorno inmediato de los petroglifos, ya que al parecer jugaron un papel importante para la mitología shuar local. Los trabajos de Ugalde comprendieron la delimitación de la cuenca hidrográfica del río Catazho. Durante los años 2008-2009 en el marco del Decreto de Emergencia, se habrían registrado en la cuenca hidrográfica del río Catazho 13 rocas con petroglifos: 11 en campo alegre y 2 en la población de San José. A esta información se suman las intervenciones de Ugalde y su equipo, quienes han registrado 122 rocas (ver mapa 1) grabadas en las cuencas hidrográficas del río Catazho. Según esta investigadora presentan un posible patrón de distribución de estos bienes culturales relacionados, en cierta medida con el curso del río y sus brazos orientales registrando un total de 887 grabados en total (Ibíd., 2011: 289). Como siguiente punto se reconoció la pared grabada p123, que se encuentra fuera del área de estudio, en la bajada del río Chinampís. Para el registro del trabajo efectuado se empleó la conocida técnica del frottage en soportes de papel y en tela con el empleo de fotografía nocturna (Ibíd., 2012: 291).

En relación al conjunto de 13 rocas que conforman el complejo arqueológico de El Catazho, este artículo presenta como estudio de caso la roca número 29, la cual fue inventariada durante los trabajos preliminares. La roca se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas: N: 9658514; E: 781029; altitud: 1045 metros sobre el nivel del mar. Tiene unas medidas de 2,25 metros de largo, 2,60 metros de ancho y 1,35 metros de alto (ver figura 3).



FIGURA 3. ROCA NÚMERO 29 DEL COMPLEJO ARQUEOLÓGICO CATAZHO.
AUTOR: JUAN PABLO VARGAS.

Materiales y metodología

En lo que refiere a los materiales y el método utilizado para el levantamiento digital de los petrograbados de la roca en el sitio Catazho es importante destacar que se empleó una técnica de registro indirecto, la misma consistió en el uso de fotografías digitales tomadas a nivel del suelo con una cámara portátil semi-profesional de marca Nikon D5000, así como la documentación aérea mediante un vehículo no tripulado (DRONE) de marca DJI modelo Phantom 4.

El método de registro indirecto permitió contar con la información detallada sobre los petroglifos de manera no invasiva, lo que contribuye a la preservación del patrimonio arqueológico. Dado que la preservación del patrimonio arqueológico es un tema crucial y, por tanto, es importante utilizar métodos no invasivos y respetuosos con los bienes culturales para su registro y estudio.

Materiales y metodología

En lo que refiere a los materiales y el método utilizado para el levantamiento digital de los petrograbados de la roca en el sitio Catazho es importante destacar que se empleó una técnica de registro indirecto, la misma consistió en el uso de fotografías digitales tomadas a nivel del suelo con una cámara portátil semi-profesional de marca Nikon D5000, así como la documentación aérea mediante un vehículo no tripulado (DRONE) de marca DJI modelo Phantom 4.

El método de registro indirecto permitió contar con la información detallada sobre los petroglifos de manera no invasiva, lo que contribuye a la preservación del patrimonio arqueológico. Dado que la preservación del patrimonio arqueológico es un tema crucial y, por tanto, es importante utilizar métodos no invasivos y respetuosos con los bienes culturales para su registro y estudio.



FIGURA 4. CÁMARA FOTOGRÁFICA D5000 Y DRONE PHANTOM 4 EMPLEADOS EN EL REGISTRO.

Pertinente anotar que la calidad del trabajo de documentación digital estará condicionada por el equipo tecnológico utilizado; en consecuencia, a mejores características de los insumos, los resultados serán mucho más exactos y de una calidad superior. Además, dependiendo del tamaño de las imágenes o datos con los que se cuentan, el ordenador o laptop encargado de procesarlas requerirá de características mayores y más avanzadas.

Para llevar a cabo este tipo de proceso es necesario contar con un ordenador ya sea fijo o portátil, que posea características de una gama media a alta dependiendo de las necesidades del registro propuesto. En este caso se ha utilizado una computadora portátil de alta gama que cuenta con las siguientes particularidades:

ALIENWARE M15 (2019)

- CPU Hasta Intel Core i9-9980HK
- GPU Hasta NVIDIA GeForce RTX 2080 Max-Q (8GB GDDR6)
- RAM Hasta 16 GB DDR4 2.666MHz
- PANTALLA 15,6 pulgadas
- 1920 x 1080 FHD 60 Hz 25 ms 300 nits
- 1920 x 1080 FHD 240 Hz 7 ms 300 nits + Tobii Eyetracking
- 3840 x 2160 4K 60Hz 1 ms HDR-400 DCI-P3 OLED
- ALMACENAMIENTO 1 TB PCIe M.2 SSD
- COLORES Lunar Light y Dark Side of the Moon
- DIMENSIONES 205 x 276 x 360,5 mm
- PESO 2,167 kg
- BATERÍA Estándar de 76 Wh

Interfaz y sistema

Una vez realizado el registro digital, el siguiente paso a seguir es la selección, limpieza y depuración de las imágenes que se utilizarán. Para este proceso, se pueden emplear programas como Photoshop o softwares libres como Gimp. Posteriormente, se importan las imágenes al software Metashape-Photoscan. La licencia del software es pagada y se cuenta con una versión de prueba de hasta 30 días para familiarizarse con su uso.

La interfaz del programa es amigable, pero es necesario tener un conocimiento básico para empezar a trabajar en él. Dependiendo de los niveles de complejidad que se deseen alcanzar se requerirá un mayor nivel de conocimiento sobre el software, el cual permite realizar mediciones, geolocalizaciones, recortes, obtener elevaciones, entre otras funciones.

Antes de obtener el trabajo fotogramétrico final, se deben seguir una serie de pasos que son los que a continuación se detallan como una especie de mini guía:

1.- Seleccionar la opción de flujo de trabajo.- Para iniciar el proceso de carga de imágenes desde el menú principal de la barra de tareas se deberá seleccionar la opción de flujo de trabajo o workflow. A continuación, se seleccionará la opción de agregar imagen o agregar carpeta, según corresponda. En caso de requerir la carga de lotes de imágenes es necesario utilizar la opción de agregar carpeta y seleccionar la carpeta que contiene las imágenes (ver figura 5).

2. Alinear imágenes.- una vez que estas se han agregado, deberá de seleccionarse la opción “aling” o “alinear” para el presente ejercicio se comprenden un total de 45 imágenes en máxima resolución en formato RAW. Las fotografías se tomarán de manera que exista un traslape de un 70% entre cada una de ellas, para que el programa pueda identificar el mayor número de coincidencias. Es importante tomar puntos de control que ayuden a precisar las acciones en el software.

Debido a las condiciones del computador utilizado en este trabajo, en la sección del submenú de la opción de alinear se han elegido las opciones de mayor calidad. Sin embargo, si se cuenta con una computadora de gama media o baja, se pueden seleccionar las opciones de menor calidad (ver figura 6).

3.- Nubes de puntos.- La opción de generar nubes de puntos es el tercer paso que puede seleccionarse en el proceso. Sin embargo, si las condiciones del ordenador no lo permiten, este paso puede obviarse. Para el presente trabajo se ha llevado a cabo el proceso completo incluyendo la generación de nubes de puntos (Ver figura 7)

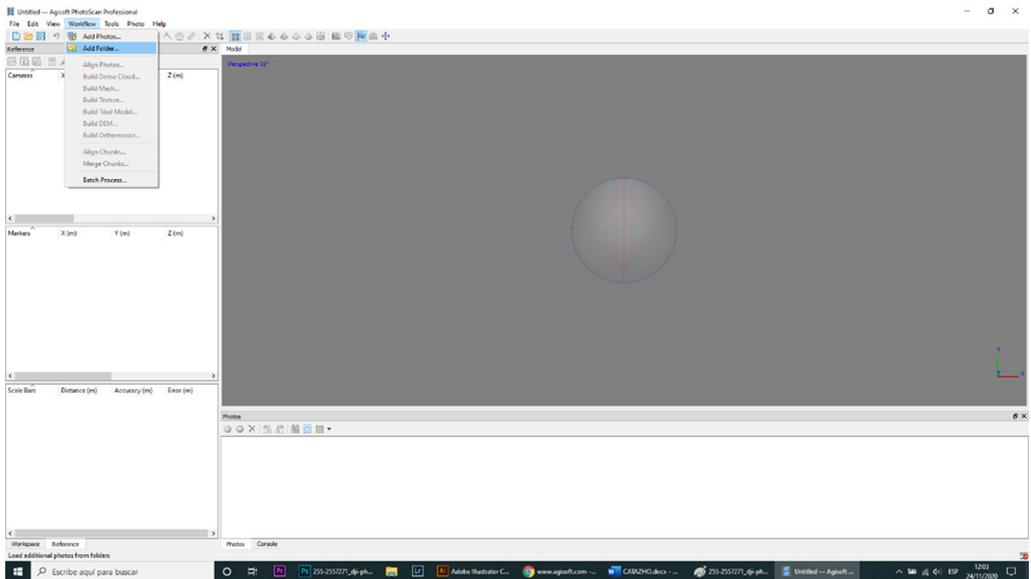


FIGURA 5. INTERFAZ DE TRABAJO DEL SOFTWARE METASHAPE.

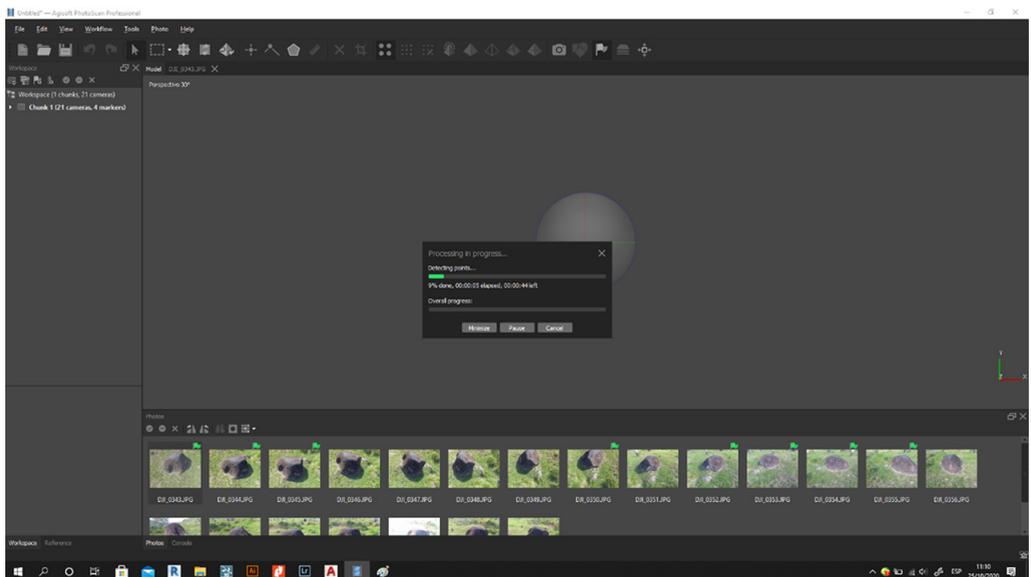


FIGURA 6. INICIO DE PROCESO DE ALINEADO DE IMÁGENES, SELECCIONANDO LA DE MAYOR CALIDAD.

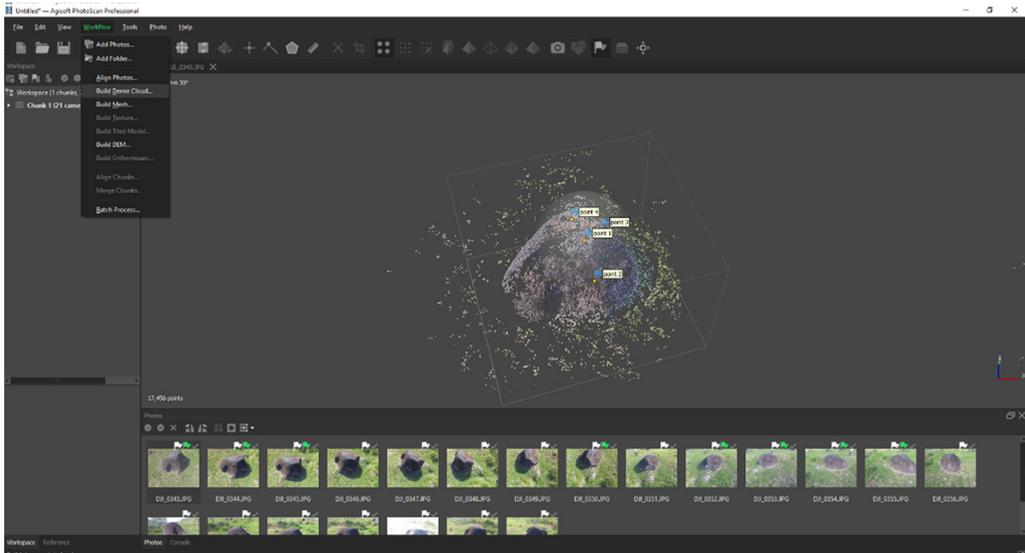


FIGURA 7. PROCESO DE CREACIÓN DE LA NUBE DENSA.

4.- Construcción de la malla.- Uno de los pasos obligatorios en el proceso será la construcción de la malla, también conocido como build mesh. Este paso consiste en generar una estructura tridimensional a partir de la nube de puntos previamente creada. Es importante destacar que este proceso es fundamental para la obtención de modelos precisos y detallados en la investigación arqueológica (ver figura 8).

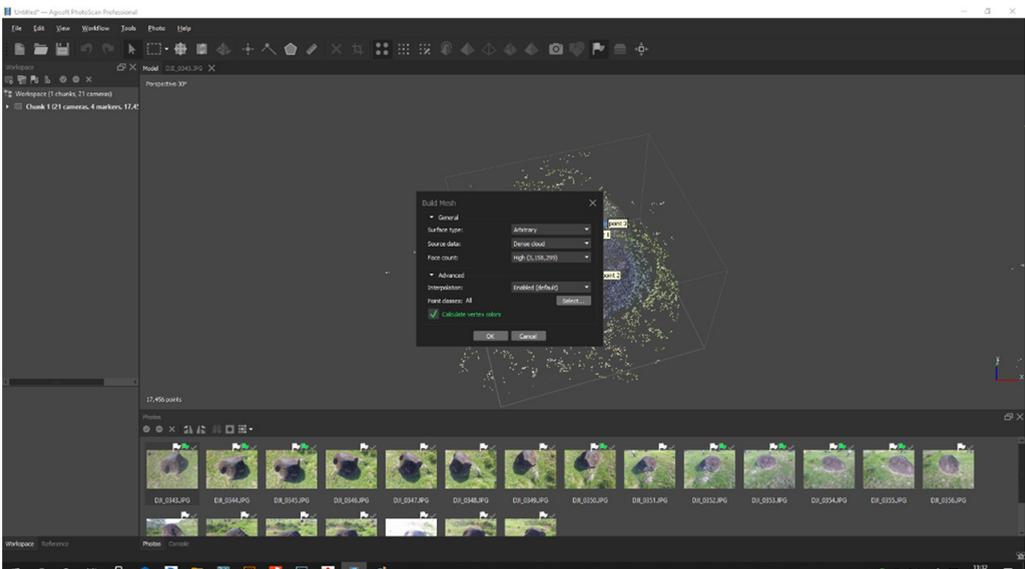


FIGURA 8. CREACIÓN DE MALLA O MESH.

5. -Texturizado.- El siguiente paso en el proceso consiste en el texturizado del modelo fotogramétrico. Es importante seleccionar las opciones con la mayor calidad que permita el ordenador, ya que esto garantizará la obtención de imágenes precisas y detalladas. En el caso de este trabajo, en el que se estudian elementos que contienen manifestaciones gráficas o motivos es especialmente relevante para lograr un registro fidedigno.

6.- Modelo texturizado.- Como uno de los últimos pasos, se deberá realizar el modelo texturizado también conocido como tiled model. Una vez completado este procedimiento, el programa nos ofrecerá varias opciones para exportar el modelo; así, es importante evaluarlas cuidadosamente antes de seleccionar alguna, de forma que al hacerlo se elija la más adecuada en función de nuestro trabajo (ver figura 9).

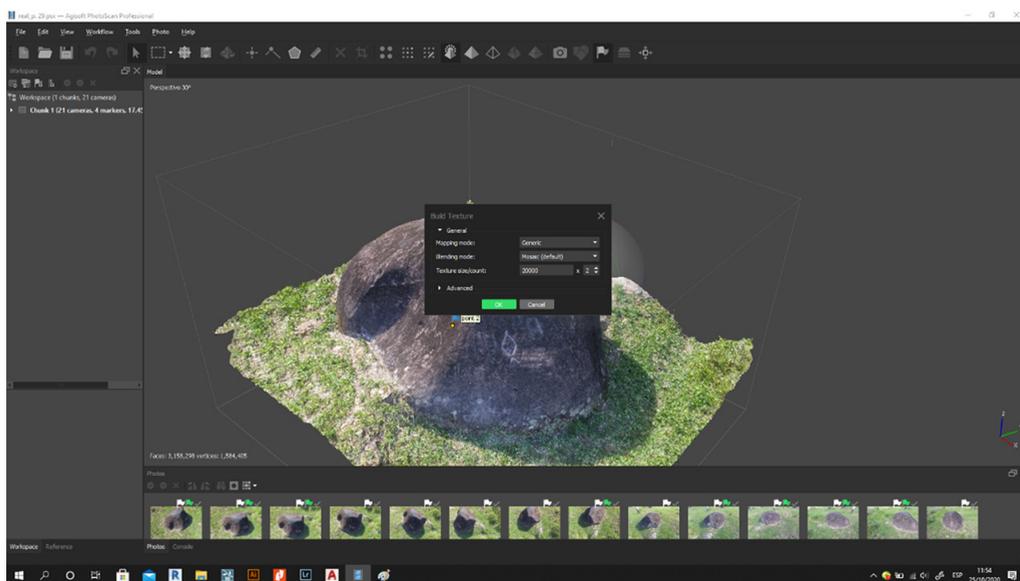


FIGURA 9. TEXTURIZADO DEL MODELO.

7.- Exportación del modelo.- La opción de “export model” permitirá guardar nuestro trabajo como archivo en diferentes formatos como .obj, 3DS, VRML, Stanford PLY, COLLADA DAE, DXF y U3D (Plets *et al.*, 2012: 147). (Ver figura 10) Esta función nos permitirá afinar aún más los detalles y, en caso de ser necesario, importar el modelo a otros programas como Meshlab, Blender entre otros, para implementar trabajos a futuro sobre el archivo creado. Es importante evaluar cuidadosamente las opciones disponibles para seleccionar el formato más adecuado.

Además de las opciones mencionadas anteriormente existen otras alternativas de grabación, entre las cuales destaca la función Export Ortho Mosaic. Esta herramienta permite exportar imágenes en formatos .jpg, .tiff o .png, así como también en archivo .kmz para su visualización en Google Earth, en caso de ser necesario. Es importante destacar que las imágenes obtenidas presentarán mediciones precisas y geolocalización, obtenida mediante el uso de drones o puntos de referencia GPS, lo que garantiza su fidelidad con la realidad.

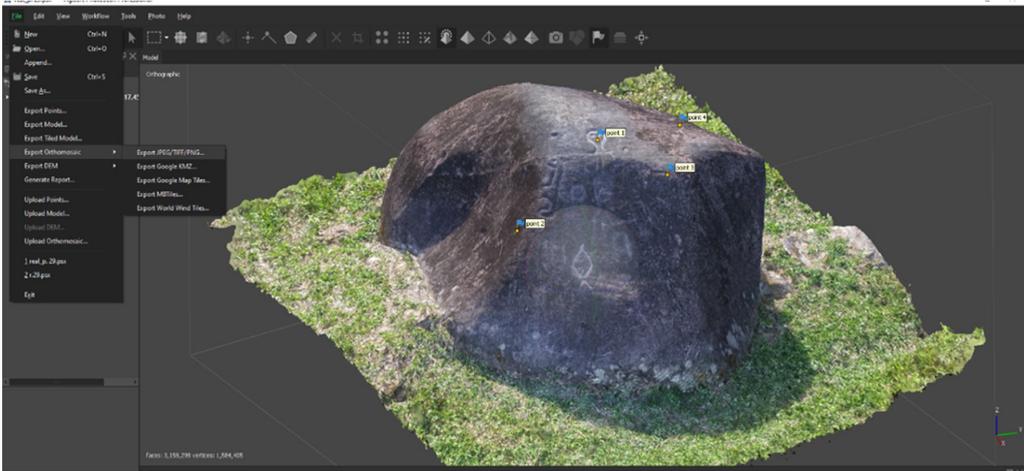


FIGURA 10. OPCIONES PARA EXPORTAR MODELO FOTOGRAMÉTRICO.

Resultados, ventajas y desventajas

Como resultado final de este ejercicio en el que se vincula el empleo y uso del software especializado como Metashape, que permite realizar un registro detallado y realista tanto en 2D y 3D, es importante señalar que presenta tanto ventajas como desventajas en la arqueología

En cuanto al uso de drones, se pueden anotar los siguientes puntos a favor:

- Proporcionan imágenes de alta calidad en zonas que resultan inaccesibles para el arqueólogo.
- Permiten analizar de manera rápida las posibles complicaciones del objeto o sitio de estudio.
- Facilitan la caracterización general del estado de conservación de los bienes patrimoniales de grandes dimensiones.
- Permiten la documentación gráfica y geométrica del objeto de estudio con resultados de alta calidad.

El uso de estas tecnologías en arqueología ha permitido avances significativos en la documentación, análisis y conservación del patrimonio arqueológico. No obstante, es importante tener en cuenta que estas herramientas no deben sustituir completamente el trabajo de campo y la observación directa por parte de los arqueólogos, sino más bien complementarlos para obtener un resultado más completo y preciso.

Desventajas en el uso de la tecnología fotogramétrica en arqueología

La principal de las desventajas que podemos anotar está relacionada con la influencia de la luz en los levantamientos fotogramétricos. Se aconseja y recomienda buscar días nublados y luminosos para la toma de las imágenes, puesto que la influencia directa de la luz solar sobre las rocas puede afectar considerablemente la calidad de las mismas. Además, el generar los planes de vuelo pasado las 10 de la mañana en lugares soleados puede complicar de manera significativa la obtención de imágenes, debido a la inevitable presencia de sombras que pueden reducir la productividad del trabajo.

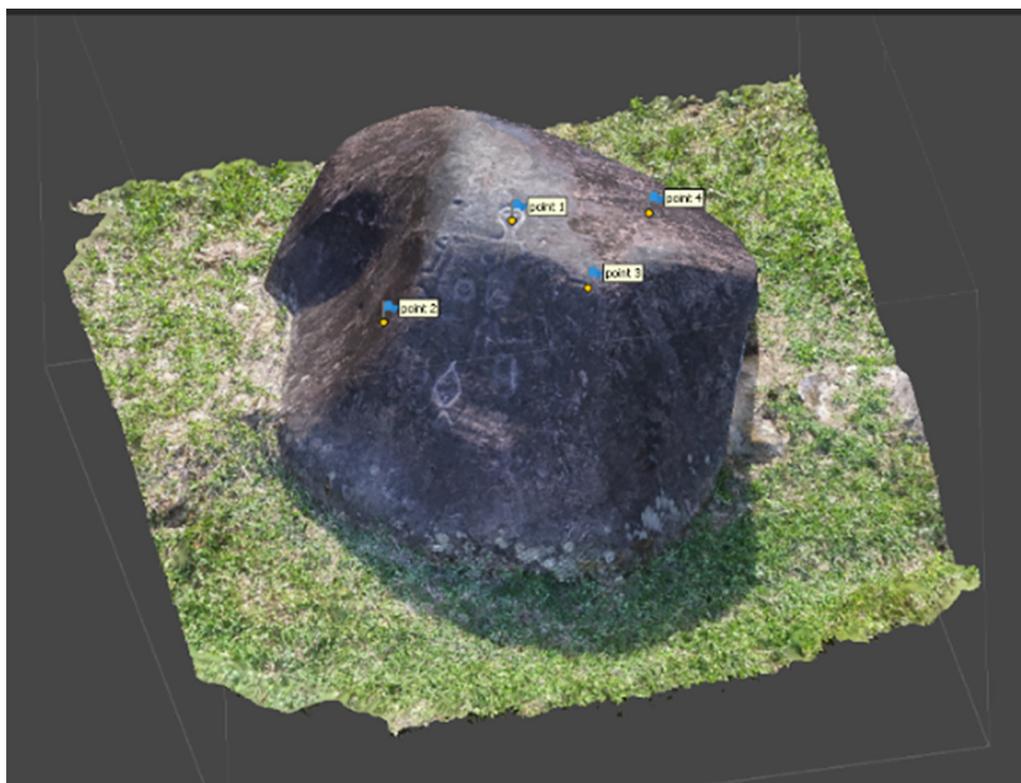


FIGURA 11. FOTOGRAMETRÍA FINAL

Se debe sumar otra desventaja relacionada con las condiciones atmosféricas como el viento y la lluvia, entre otras condiciones climáticas; estas pueden limitar el trabajo y hacer imposible el vuelo de los drones utilizados para la obtención de imágenes.

Asimismo, sumará aún más el contar con las habilidades en el pilotaje de los drones para evitar accidentes y pérdida de tiempo. Adicionalmente, el tiempo de vuelo resulta limitado, lo que significa que se deberán de realizar múltiples planeos para completar el levantamiento de los datos necesarios.

A pesar de estas desventajas, el uso de la tecnología fotogramétrica en la arqueología tiene la ventaja de generar modelos tridimensionales que pueden ser utilizados para la creación de prototipos lúdicos y educativos impresos en diferentes materiales según las necesidades y requisitos. Es necesario considerar las características técnicas del equipo informático, ya que la renderización y el procesamiento de la información digital pueden requerir un equipo con una buena tarjeta gráfica y un procesador potente para evitar daños en el equipo.

Conclusiones

La documentación digital en arqueología, una tendencia que poco a poco se va posicionando requiere de una serie de acciones que en muchos de los casos no resultan nada sencillas, por la serie de desafíos que implican por la localización de los petrograbados, lo inaccesible o las obscuridades del espacio. Sin lugar a equivocarnos, la experticia y el manejo del equipo aéreo

que debe implicar cierto conocimiento a la hora de obtener la información para que sea procesada más adelante en el software de fotogrametría, para nuestro estudio de caso la guía a estimar en el software Photoscan se resume en el siguiente proceso:

TABLA 1. SECUENCIA PARA EL EMPLEO DE PHOTOSCAN EN EL PROCESO DE DOCUMENTACIÓN DIGITAL EN ARQUEOLOGÍA

Etapa	Descripción
A) Registro y obtención de los datos	En esta etapa se recopilan las fotografías y datos necesarios para llevar a cabo el proceso de fotogrametría.
B) Retoques y limpieza de imágenes	Las imágenes obtenidas se someten a un proceso de edición y limpieza para mejorar su calidad y eliminar posibles interferencias que puedan afectar el resultado final.
C) Proceso de Fotogrametría	En esta etapa se lleva a cabo el proceso de fotogrametría, el cual incluye las siguientes subetapas:
<i>a. Alinear fotos</i>	Se realiza la alineación de las fotografías obtenidas para obtener una vista completa de la escena.
<i>b. Nubes densas</i>	Se generan nubes densas a partir de las fotografías, las cuales se utilizan para crear el modelo en 3D.
<i>c. Construir Malla/Mesh</i>	Se construye la malla o estructura en 3D a partir de las nubes densas generadas.
<i>d. Construir texturas</i>	Se aplica textura al modelo en 3D a partir de las fotografías originales.
<i>e. Construir Tiled model</i>	Se crea el modelo en 3D en formato Tiled para poder visualizarlo en diferentes resoluciones.
<i>f. Exportar</i>	Finalmente, se exporta el modelo en 3D y las imágenes generadas en diferentes formatos como objeto, .jpg, .tiff, .png y archivo .kmz para Google Earth.
D) Obtención de la fotogrametría o modelo en 3D	En esta última etapa se obtiene el modelo en 3D o la fotogrametría resultante del proceso.

Elaborada por el autor

Sobre los trabajos o modelos de fotogrametría gracias al uso de otro sistemas se pueden obtener varias ventajas que este tipo de método brindan, pues los motivos redibujados es posible que sean escalados, rotados y acomodados, en el caso que se esté realizando una secuencia cronológica puede ayudar a individualizar los motivos para la comparación formal con otros motivos (Domingo Sanz, 2014: 6355). En relación a las superposiciones complejas, los modelos fotorrealistas son insuficientes para la identificación, pero los expertos han recomendado la combinación de fotografías y trazados en los modelos 3d (Domingo Sanz *et al.*, 2013) y el uso de varias capas dentro de los archivos que contienen el modelo 3D, el modelo fotorrealista y los trazados para facilitar la lectura del arte.

Además, la adición de registros antiguos y nuevos al modelo 3D permitirá la creación de modelos 4D que muestren cambios en el sitio través del tiempo y pueden orientar los planes de manejo al interior de los sitios arqueológicos con este tipo de evidencias; por último, anotar que estas tecnologías hasta hace unas décadas atrás resultaban sumamente costosas e inaccesibles, pero que hoy en día y gracias al avance se posicionan como de fácil acceso.

En concordancia con Marqués (2018) para conseguir la integración tecnológica de la fotogrametría de cara a la documentación y sus aplicaciones derivadas, resulta necesario fomentar que las instituciones culturales sean partícipes de ella. Por lo que la creación de colecciones virtuales mediante este tipo de técnica y el desarrollo conceptual y tecnológico que va unido a ellas es fundamental para conseguir su generalización.

Aunque a la fecha las condiciones políticas y sociales del país se presuponen como complejas, ya que en las últimas décadas no existe una priorización por el tema patrimonial y cultural, es urgente mirar más allá para tratar de descubrir cómo se puede cambiar dicha tendencia. Por ende, la adopción de medios y formas que permitan mantener vivo todo el acervo de forma que esta sociedad no deje atrás sus particularidades idiosincráticas.

Al presente dadas las circunstancias actuales, la tecnología se ha convertido en uno de los medios fundamentales para conseguir mejorar la valoración social del patrimonio, influyendo a su vez de manera positiva en las condiciones de su documentación y estudio y, por ello, valga de testimonio este ejercicio tecnológico que puede ser útil como guía al momento de proporcionar elementos vehiculares para acercar al patrimonio tanto a los profesionales como a toda la sociedad en su conjunto, permitiendo la construcción en paralelo de un patrimonio digital.

Agradecimientos

Parte de la información expuesta ha sido obtenida del proyecto “Estudios y diseño integral para poner en valor al conjunto de bienes arqueológicos de los petroglifos del Catazho – parque El Catazho, con fines turísticos y de investigación científica, alineados al Plan De Manejo y Gestión del Patrimonio Cultural del cantón Limón Indanza, Provincia de Morona Santiago”, consultoría elaborada para el GAD Municipal del Cantón Limón Indanza bajo la dirección del Lcdo. en Turismo Juan Antonio Reyes, quien cordialmente invitó en su momento a formar parte del equipo de trabajo encargado del componente arqueológico. Además de ello agradecer las observaciones, comentarios y sugerencias del Mrs. Esteban Herrera y los pares académicos que han sido lectores del presente escrito que gracias a sus contribuciones han ayudado a consolidar el presente escrito.

Bibliografía

- Aparicio Resco, P. *et al.* 2017, “Fotogrametría digital para el levantamiento 3D, del sitio arqueológico Todos Santos, Cuenca (Ecuador)”, en: *Estoa*, 7 (13), pp.: 25-35. <https://doi.org/10.18537/est.v007.n013.a02>
- Brady, M. *et al.* 2017, “Recording Rock Art: Strategies, Challenges, and Embracing the Digital Revolution”, en: David, B. y I. J., Meniven (Eds.), *The Oxford Handbook of the archaeology and anthropology of rock art*, Oxford University Press, pp.: 1-28.
- Cacho, R. y Gálvez, N. 1999, “New procedures for tracing Paleolithic rock paintings: digital photography”, en: Barceló, J. A. y N., Gálvez (Eds.), *Proceeding of the 26th CAA, held at Barcelona, Spain, in March 1998*, British Archaeological Reports International series, Archaeopress, Oxford, pp.: 73–76.
- Cassen, S. y Robin, G. 2010, “Recording art on Neolithic Stelae and Pasaje tombs from digital photographs”, en: *Journal of Archaeological Method and Theory*, 17(1), pp.: 1-14.
- Clog, P. *et al.* 2000, “Digital image processing and the recording of rock art”, en: *Journal of Archaeological Science*, 27, pp.: 837-843.
- Criado-Boado, F. y Barreiro, D. 2013, *El patrimonio era otra cosa. Estudios Atacameños* (en Línea), 45, pp.: 5-18. <https://revistas.ucn.cl/index.php/estudios-atacamenos/article/view/54>
- Davis, A. *et al.* 2017, “Pilbara rock art: laser scanning, photogrammetry and 3D photographic reconstruction as heritage management tools”, en: *Heritage Science*, 5(25), pp: 1-16.
- Domingo Sanz, I. 2014, “Rock Art Recording Methods: From Traditional to Digital”, en: *Encyclopedia of Global Archaeology*, https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2_1277
- Domingo Sanz, I. y López Montalvo, E. 2002, “Metodología: el proceso de obtención de calcos o reproducciones”, en: Martínez Valle, R. y V., Villaverde Bonilla (Eds.), *La Cova dels Cavalls en el Barranc de la Valltorta*, pp.: 75-81.
- Domingo Sanz, I. *et al.* 2013, “Reflexiones sobre las técnicas de documentación digital del arte rupestre: la restitución bidimensional (2D) versus la tridimensional (3D)”, en: *Cuadernos de Arte Rupestre*, 6, pp.: 21-32.
- García-Molina, D. F. *et al.* 2021, “3D documentation for the conservation of historical heritage: the Castle of Priego de Córdoba (Spain)”, en: *Virtual Archaeology Review*, 12(24), pp.: 115-130. <https://doi.org/https://doi.org/10.4995/var.2021.13671>
- Granja Aguirre, A. 2014, *Los Petroglifos del Catazho, Morona Santiago una aproximación a su estudio desde la Arqueología del Paisaje*, Politécnica Universidad Católica del Ecuador.
- Marqués, N. 2018, “Patrimonio virtual y divulgación cultural”, en: Fernández, M. C. y J. R., Sarmiento (Eds.), *Patrimonio cultural y marketing digital*, España, pp.: 97-112.
- Martínez-Bea, M. 2009, “Las pinturas rupestres del abrigo de La Vacada (Castellote, Teruel)”, en: *Monografías Arqueológicas, Prehistoria*, Universidad de Zaragoza.
- Porrás Garcés, P. 1987, *Investigaciones arqueológicas a las faldas del Sangay*.
- 1985, *Arte rupestre del Alto Napo Valle de Misaguallí*.
- 1972, *Petroglifos del Alto Napo*.
- 1961, *Contribución al estudio de la arqueología e historia de los valles Quijos y Misaguallí (Alto Napo) en la Región Oriental del Ecuador*, Ecuador.
- Remondino, F., y El-Hakim, S. 2006, “Image-based 3D Modelling: A Review”, en: *The Photogrammetric Record*, Blackwell, pp.: 269-291.
- Ugalde, M. F. 2012, “Catazho: Arte rupestre en la amazonía ecuatoriana”, en: *Zeitschrift Für Archäologie Außer-europäischer Kulturen*, 4, pp.: 281-310.
- 2011, *Investigaciones arqueológicas en Azuay y Morona Santiago*, Estudios, Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- 2010, *Registro de los petroglifos de Catazho (Morona Santiago)*, Informe final entregado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Vicent, J. M. *et al.* 1996, “Aplicación de la imagen multispectral al estudio y conservación del arte rupestre post-paleolítico”, en: *Trabajos de Prehistoria*, 53(2), pp.:19-35.
- Volpe, S. 2008, “De Ollas y Platos. Historia de la Vajilla de mesa. 1850–1890”, en: *Arqueología Urbana*, 3. https://www.academia.edu/1471343/De_Ollas_y_Platos_Historia_de_la_Vajilla_de_mesa_1850_1890_Arqueologia_Urbana_Rosario
- Yilmaz, H. M. *et al.* 2007, “Importance of digital close-range photogrammetry in documentation of cultural heritage”, en: *Journal of Cultural Heritage*, 8(4), pp.: 428-433. <https://doi.org/10.1016/J.CULHER.2007.07.004>