

TECNOLOGÍAS FOTOGRAMÉTRICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS GRABADOS DE LA CUEVA DE ALTAMIRA

*Lucía M. Díaz-González **, *Déborah Ordás Pastrana **, *Alfredo Prada Freixedo **

SUMMARY

Since the discovery of its rock art, the cave of Altamira has been a place of reference for a large number of researching projects using different technologies available at different moments, with more or less success. During more than a century, innovative technologies were used in order to decode the intricate representations present all along the cave. At the moment, thanks to the use of photogrammetric technologies, the Museum staff is developing a project whose aim is to improve the documentation of the engravings that are close to the paintings, which are the hardest to document. This project is conditioned by the great number of these engravings, the irregular ceiling, the difficult access to some spaces and the conservation measures that must be applied in the cave. The methodology has been adapted, in time and resources, to these special conditions, and is allowing to generate 3D models and high quality orthoimages.

RESUMEN

El arte de la cueva de Altamira, desde su descubrimiento en 1879, ha sido objeto de estudio en diversos proyectos que, en función de la tecnología disponible en cada momento, han producido resultados en mayor o menor medida satisfactorios. Durante más de un siglo de investigaciones, los equipos participantes han utilizado las más novedosas tecnologías a su alcance para intentar descifrar el entramado de manifestaciones artísticas presentes a lo largo de toda la cueva. En la actualidad, gracias al desarrollo de nuevas metodologías fotogramétricas, el equipo del Museo de Altamira se encuentra realizando un proyecto cuyo fin es mejorar la capacidad de documentar y conocer los grabados que subyacen junto a las pinturas rupestres, mejor estudiadas en las investigaciones anteriores. La superposición y abundancia de manifestaciones grabadas, la irregularidad de su soporte, la dificultad de acceso a determinadas zonas y las medidas de conservación preventiva vigentes hoy en día en la cueva hacen que este proyecto sólo sea viable gracias al desarrollo y aplicación de una metodología que permite obtener modelos digitales 3D y ortoimágenes de las zonas en estudio.

INTRODUCCIÓN

La cueva de Altamira es considerada una obra maestra del arte universal, que ilustra, como pocas otras, un periodo significativo de la historia de la humanidad. Está inscrita, por ello, en la lista de Patrimonio Mundial de UNESCO desde 1985.

Fue descubierta en el año 1868 aunque su arte rupestre no se localizó e identificó hasta que en 1879 Marcelino Sanz de Sautuola, erudito, botánico y aficionado a la Prehistoria, acudió a la cueva acompañado de su hija María, que sería la primera en observar el famoso Techo de Polícromos. La importancia de este hito radica en que Marcelino Sanz de Sautuola atribuyó, por primera vez en la historia, el arte rupestre de una cavidad, la cueva de Altamira, a la época paleolítica.

La cueva de Altamira ha sido objeto de numerosos estudios a lo largo de más de un siglo y constituye, aún hoy, una fuente inagotable de conocimiento de las sociedades del Paleolítico.

* Departamento de Conservación/Investigación, Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira
Corresponding author email: lucia.diaz@cultura.gob.es



Fig. 1 - El techo de policromos de la cueva de Altamira. Paul Ratier. MAS/Museo de Arte Moderno y Contemporáneo de Santander y Cantabria © Museo de Altamira. Foto: Pablo Hojas.

ANTECEDENTES

El descubrimiento de la cueva de Altamira y su arte rupestre fue publicado por Marcelino Sanz de Sautuola en el año 1880 en la obra "Breves Apuntes sobre algunos objetos prehistóricos de la provincia de Santander" (SANZ DE SAUTUOLA 1880). Este trabajo constituye el origen de la investigación y registro del arte rupestre de Altamira, pues contiene la primera reproducción parcial del Techo de Polícromos. Esta reproducción fue encargada al pintor francés Paul Ratier, obra que a día de hoy se puede contemplar en el Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira (Fig. 1).

La aceptación de la autenticidad de las pinturas y grabados de la cueva por la comunidad científica se produjo en el año 1902 (CARTAILHAC 1902, pp. 348-354). Este hecho motivó la llegada a la cueva, a principios del siglo XX, de investigadores de prestigio internacional y nacional, como por ejemplo Hugo Obermaier, Henri Breuil y Hermilio Alcalde del Río.

Estos autores produjeron notables avances en el conocimiento de la cueva de Altamira. Por una parte, Hermilio Alcalde del Río (ALCALDE DEL RÍO 1906) y más tarde Hugo Obermaier realizaron importantes investigaciones arqueológicas en el yacimiento de habitación de la zona vestibular de la cueva. Por otra, Hugo Obermaier y Henri Breuil publicaron un estudio exhaustivo sobre el arte rupestre de la cueva en 1935 (BREUIL, OBERMAIER 1935), que constituye la base de las investigaciones que desde entonces se han llevado a cabo sobre las representaciones artísticas. En este estudio destacan las importantes aportaciones que supusieron los dibujos que hizo Henri Breuil. Dada la ubicación de las pinturas del Techo de Polícromos y la condición de frescura de sus pigmentos Breuil diseñó, para su reproducción, un sistema de proyección de las mismas en el suelo mediante el empleo de plumadas que le permitieran reproducir las medidas y volúmenes precisos de las figuras. Este trabajo preliminar se completaba con el dibujo a pastel

de las figuras, que dio como resultado unas láminas detalladas de las representaciones pintadas, mostrando también algunas figuras grabadas. Este método de reproducción permitió a Breuil dibujar el Techo de Polícromos pero de una manera fragmentada y, en algunos casos, con una imprecisa ubicación de las figuras.

Durante los años 50 y 60, con el objeto de crear e instalar la primera réplica de la cueva en el Deutsches Museum de Múnich (Alemania), la documentación del arte rupestre de Altamira recibe un nuevo impulso, dando como resultado la primera ortoimagen parcial del Techo de Polícromos realizada por el Instituto Alemán de Geodesia Aplicada de Frankfurt (Fig. 2). Poco después se instaló una copia gemela de ésta en el Museo Arqueológico Nacional de Madrid (España). Ambas réplicas, si bien es cierto que sólo reproducen el segmento central del Techo de Polícromos, plantean una importante novedad en el método desarrollado para su generación. La documentación en la cueva se realizó mediante la implementación de la fotogrametría cartográfica al estudio del arte rupestre, elaborando, a partir de fotografías tradicionales y estereoscópicas, la primera cartografía precisa del Techo. De esta manera, se adaptó a la documentación del entorno subterráneo una técnica de larga tradición en la fotografía aérea y la cartografía, la fotogrametría. Se generó una cobertura fotográfica tradicional del fragmento central del Techo de Polícromos, además de 28 pares de fotografías estereoscópicas. Mediante esta técnica se obtuvo una representación del relieve del techo muy exacta, con precisión cartográfica, con curvas de nivel de 2 cm de equidistancia, sobre la que se superpuso la cobertura fotográfica con un posicionamiento espacial de las figuras prácticamente real (COYE, HERAS, ROUDET 2018, p. 5).



Fig. 2 - Ayuntamiento de Madrid. Museo de San Isidro. Ortoimagen del Techo de Polícromos de Altamira (IAGA_Frankfurt) © Museo de Altamira. Foto: Alfredo Prada.



Fig. 3 - Neocueva. © Museo de Altamira. Foto: Pedro Saura.

El siguiente hito importante en el desarrollo de la documentación del arte rupestre de la cueva de Altamira lo constituye la creación del Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira en 1979, institución garante de la conservación e investigación de la cueva de Altamira, así como de su difusión a la sociedad. A esto se suma una iniciativa del Estado Español para la elaboración del Inventario de Arte Rupestre Nacional durante los años 80, que se traduce en la realización de un conjunto ingente de fotografías mediante técnica tradicional por el fotógrafo José Latova.

El Museo de Altamira ha continuado las líneas de estudio que se venían desarrollando hasta el momento, complementándolas con la investigación sobre la conservación de la cueva y la implementación de recursos museográficos para su difusión social (FATÁS, LASHERAS 2014, pp 28-33). Así, ya a finales del siglo XX, en el Museo se gesta el Plan Museológico que interviene en todos los aspectos de la Institución (LASHERAS, HERAS, FATÁS 2002, pp 23-25). Bajo este paraguas se desarrolla el proyecto museográfico que culmina en la inauguración del actual

Museo que alberga la Neocueva (Fig. 3) y, para ello, se da un fuerte impulso a la investigación de la cueva de Altamira, su arte rupestre, sus características geológicas y las de su entorno. Y, como consecuencia de este Plan, también se incide en la conservación de la cueva y su entorno con la delimitación de un Área de Protección de la misma.

Para la realización de la Neocueva se desarrolla un nuevo proyecto de fotografía y documentación exhaustiva de la cueva original (LASHERAS 2004, pp. 21-23). Este proyecto permitió, por un lado, su reproducción, que dio como resultado la Neocueva realizada por Pedro Saura y Matilde Múzquiz (COYE, HERAS, ROUDET 2018, p. 22) y, por otro lado, la generación de un archivo de imágenes de alta calidad del arte rupestre de la Sala de Polícromos. Además, en este registro se realiza la segunda ortoimagen del Techo de Polícromos, en esta ocasión producida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Para ello se efectúa, por primera vez, la topografía y fotogrametría del Techo completo de la Sala mediante la aplicación de técnicas cartográficas modernas de alta precisión. Entre ellas se pueden citar la utilización de instrumentos de medición y fotografía precisos, como teodolitos motorizados con distanciómetro láser y bicámaras fotográficas, o el procesado de los datos obtenidos en la cueva con programas informáticos como CAD para la generación de un modelo digital y fotogramétrico tridimensional coordinado cartográficamente. Durante este trabajo se realizaron un total de 52 fotogramas de los que resultó una imagen de 800 MB de tamaño con 140 millones de píxeles (PASCUAL, MAÑERO, JOSÉ, PIÑA 2002, pp. 259-271). Por otro lado, Pedro Saura fotografía en detalle el Techo de la Sala de Polícromos (series fotográficas de 1997 y 1998), con la generación de más de 300 fotogramas, para el estudio y reproducción de este arte de la manera más fiel posible (Fig. 4).

La documentación fotográfica del techo generada a finales de los años 90 del siglo pasado (LASHERAS, MÚZQUIZ, SAURA 1995, pp. 12-27) ha proporcionado un archivo extenso para la investigación del arte tanto en relación a la identificación de las figuras, como a la geolocalización exacta de las mismas en su posición correcta y real. Pero, el desarrollo de las nuevas tecnologías, en especial la calidad y definición de la fotografía digital unida a la mejora de las técnicas de fotogrametría y a los programas informáticos de generación de modelos 3D, llevó al Museo a contratar a la empresa Gim-Geomatics y al fotógrafo José Latova, en 2014, para la realización de un nuevo proyecto de documentación del Techo de Polícromos. La finalidad de este proyecto era mejorar la calidad de la ortoimagen anterior y, por tanto, permitir ahondar en el conocimiento del arte rupestre de la cueva de Altamira (Fig. 5). La metodología empleada en este caso se basó en el escaneado cartográfico de la sala mediante el uso de un FARO Focus 3D para la generación del modelo 3D y la posterior implementación de la fotogrametría, en base a la captura de 494 imágenes mediante la iluminación de la zona de trabajo con dos pantallas planas led en posición frontal. Resultado de este contrato es la actual ortoimagen de alta calidad que tiene una resolución de 6 gigapíxeles (BAYARRI, LATOVA, LASHERAS, HERAS, PRADA 2015, pp. 2309-2320).

Todos estos esfuerzos por documentar y conocer el arte de Altamira han dado importantes frutos en la identificación e investigación de las figuras pintadas. Pero, debido a la resolución de las imágenes y, en mayor medida, a la orientación



Fig. 4 - Ortoimagen del Techo de Polícromos de Altamira (IGN)© Museo de Altamira. Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

preferencialmente frontal de la iluminación para la realización de las fotografías, estos registros no son adecuados para la visualización de los innumerables grabados que se localizan en el Techo de Polícromos.

Por todo ello, los técnicos del Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira tienen, como tarea prioritaria en los últimos años, el avance en el registro gráfico, documentación e investigación de la arqueología y del arte rupestre de Altamira. El objetivo fundamental de estos trabajos es la mejora de su conocimiento, todavía pendiente de una revisión integral, teniendo en cuenta que las únicas publicaciones de conjunto son las realizadas en el primer tercio del siglo XX. Así, la aplicación de las nuevas tecnologías está permitiendo implementar metodologías de toma de datos, análisis, procesado y estudio de las manifestaciones gráficas, especialmente los grabados, completando así el catálogo del arte de Altamira.

OBJETIVOS

El proyecto de metodología fotogramétrica para la relectura de los grabados presentes en Altamira, se basa en la necesidad de generar una nueva documentación teniendo en cuenta diversos condicionantes: las complicaciones derivadas del emplazamiento de la figuras en un techo, de morfología muy irregular y muy próximo al suelo; las restricciones en cuanto a la iluminación que se puede utilizar en el interior de la cueva; y la estricta limitación del tiempo de permanencia, debido a las especiales condiciones de acceso derivadas del Plan de Conservación Preventiva de la cueva de Altamira. Este Plan, realizado en el marco del Programa de investigación para la Conservación Preventiva y de Régimen de acceso a la cueva de Altamira (GUICHEN *et al* 2014), ha definido una serie de protocolos de

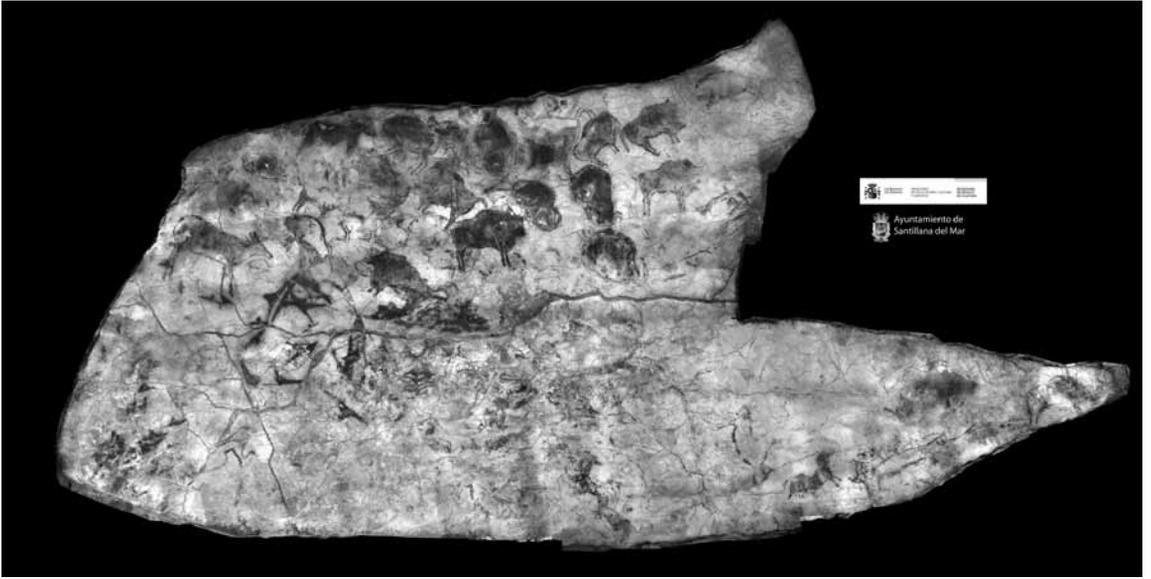


Fig. 5 - Ortoimagen del Techo de Polícromos de Altamira (Gim-Geomatics) © Museo de Altamira. Fuente: Gim-Geomatics.

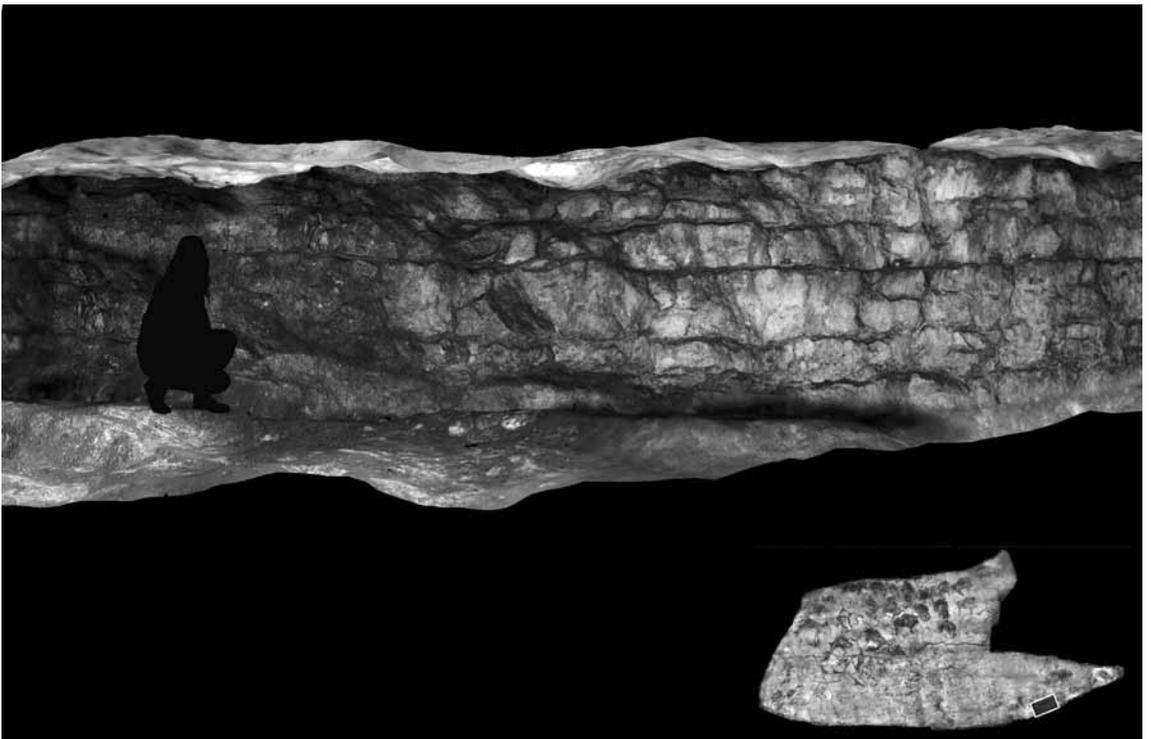


Fig. 6 - Zona de estudio. © Museo de Altamira. Montaje fotográfico: Gim-Geomatics.

acceso que si bien condicionan los trabajos de registro y documentación del arte de la cueva, son garantes de una correcta conservación de la misma. Y es que los criterios empleados en la gestión y custodia de la cueva de Altamira han llevado a la aplicación de una serie de medidas tendentes a la protección de la misma, de sus pinturas y de su entorno con el objeto de garantizar su correcta conservación.

Así, el proyecto que está desarrollando actualmente el Museo parte de los siguientes objetivos:

- Mejorar la documentación fotográfica del arte rupestre de la cueva de Altamira y, consecuentemente, la lectura de los grabados rupestres.
- Ampliar el material gráfico disponible, así como su calidad, para investigación, registro y estudio de las manifestaciones gráficas de la cueva.
- Catalogar y registrar las unidades gráficas rupestres de esta cavidad, incluidas tanto las conocidas como las inéditas.
- Mejorar el conocimiento del arte de Altamira, disponiendo de recursos de alta calidad que permitan difundir los resultados de la investigación a la sociedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las limitaciones de permanencia en el interior de la cueva, y muy especialmente en la Sala de Polícromos, han obligado a diseñar y desarrollar una metodología de trabajo fotogramétrico muy específica, testándola previamente a su aplicación en una zona muy concreta del Techo de Polícromos.

La zona de trabajo seleccionada se localiza en el suroeste de la Sala (Fig. 6). Se trata de un área actualmente confinada debido a la construcción de un muro artificial que aisló esta zona oeste de la Sala del resto de la cueva. El techo, con sus deformaciones plásticas características que le confieren una morfología muy irregular, unido a una altura que no supera los 150 cm de cota máxima, dificulta enormemente la documentación. Esta pequeña superficie del techo posee multitud de figuras pintadas y grabadas, que fueron realizadas en diferentes etapas desde el Gravetiense, si no antes, hasta el Magdaleniense inferior y medio, conformando paneles de una gran complejidad y difícil lectura (HERAS, MONTES, LASHERAS 2011, pp. 501-516).

Para garantizar los protocolos de acceso derivados del Plan de Conservación Preventiva de la cueva de Altamira, se realiza un control microclimático basado en el seguimiento en continuo y a tiempo real de todos los parámetros ambientales implicados en la conservación de la cueva y de sus pinturas a través de las estaciones de medición ambiental ubicadas a lo largo de toda la cueva. En paralelo, el microambiente generado en el lugar concreto donde se está desarrollando el trabajo de documentación se monitorea al minuto por medio de dataloggers de alta resolución y precisión con el objeto de alterar lo menos posible las condiciones naturales existentes en la cueva. En cuanto al control de la iluminación se establecen también unos protocolos que tienen en cuenta tanto el tipo como la distancia de la fuente de luz. Para ello se considera la utilización exclusiva de soportes portátiles led poniendo especial atención al control en cuanto a la incidencia de niveles de luxes en relación directa con el soporte y sobre todo con la pintura, además de la temperatura de color de la fuente de iluminación y su emisión térmica. Finalmente, y en relación al acceso a la cueva para la realización

del trabajo en el interior de la Sala de Polícromos, se atiende a la definición de los tiempos de permanencia estipulados en el Protocolo de Normas de Acceso del Plan de Conservación Preventiva de la cueva. Para definir estos tiempos se consideran criterios vinculados al impacto y tiempos de recuperación que se producen en el microambiente de la cueva. Así, el trabajo que aquí presentamos ha supuesto el acceso durante 160 minutos al interior de la Sala de Polícromos en cinco sesiones, de acuerdo con la capacidad de carga de la cavidad (GUICHEN *et al* 2014).

El cumplimiento de estos protocolos implica la exhaustiva planificación del trabajo de campo y la formación específica de los técnicos. El equipo del Museo ha desarrollado actividades formativas de carácter teórico, para comprender los fundamentos del método fotogramétrico, así como de carácter práctico, con el fin de experimentar con el instrumental y familiarizarse con el trabajo fotogramétrico de campo y su procesamiento digital. Esta formación práctica se ha complementado con la realización de simulaciones de trabajo en la Neocueva del Museo pero, debido a su adaptación para la visita pública, esta no reproduce ni la altura original ni las irregularidades del suelo. Esto hizo necesario una planificación diferente para la instalación de los equipos en la cueva, que se solventó mediante la experimentación en la cueva de Las Estalactitas (cavidad que se encuentra en el propio recinto del Museo y que no presenta manifestaciones de arte rupestre) y con el empleo de instrumentos topográficos y diferentes materiales para nivelar y equilibrar los equipos.

El primer paso consiste en diseñar la estrategia diaria de trabajo, identificando y delimitando previamente la zona y preparando todos los equipos en el exterior de la cueva para optimizar al máximo el tiempo de permanencia en el interior.

A continuación, se introduce en la cueva el material necesario, compuesto por un travelling de un metro con veinte centímetros de longitud (TARION TR- S120 Rail Slider 120cm Dolly Videocámara Control Rail Deslizante Video Soporte Riel) sobre el que se desplazará lateralmente la cámara, tres trípodes, un foco led bicolor (LED High-Performance Light" Daylight, Tungsten or Bicolor modelo TP-LONI-BI50HO) con batería de litio (Dina Core DS-130S), un luxómetro, un datalogger (registrador electrónico de temperatura TESTO 176-T1 dotado con sonda PT100), un distanciómetro digital (Bosch GLM150), un nivel láser y de burbuja, flexómetros y sistemas reguladores de las superficies de apoyo tales como pedestales, espumas de poliestireno y cajas de polipropileno. La cámara utilizada ha sido la Nikon D600 con posición de enfoque automático y configuración de ISO 200 con el objetivo 24-85 milímetros (focal fijada a 35 mm).

Una vez en la zona de trabajo se instala el carril sobre un trípode y se nivela con respecto al techo de tal forma que la medida resultante en sus dos extremos y en el centro oscile entre los 53 y 59 centímetros. Sobre el suelo se proyecta la ubicación del carril, en sus extremos y en el centro, con la ayuda de una plomada y de un nivel láser en relación a su distancia con el muro. Estas proyecciones se marcan con tres clavos de topografía y arandelas amarillas como puntos 0 de este proyecto. Se sitúa el foco sobre un trípode en el lado derecho para conseguir una iluminación rasante de la zona que permita documentar los grabados, con una intensidad de 80 dimmers. Con la cámara horizontal, paralela al techo, se realizan pasadas fotográficas con el objetivo de 35 mm y un desplazamiento lateral



Fig. 7 - Trabajo de campo en cueva. © Museo de Altamira

de 3 cm, accionando la cámara con un disparador automático para reducir sus posibles movimientos. Una vez realizada la primera pasada, se mueve el carril 5 cm en dirección norte y se repite el proceso.

Al finalizar la actuación se proyecta la última posición del carril en el suelo y se marca con discos reflectantes, con el objeto de continuar los trabajos de documentación fotográfica (Fig. 7).

En la zona de trabajo se instala además un trípode con el datalogger, dotado de un display digital que permite ver a tiempo real la temperatura, de tal forma que se pueda cumplir la medida de que si se produjera una subida de tres décimas de grado ésta supondría la suspensión de los trabajos y el abandono de la sala.

Por último, señalar que para el acceso a la cueva se requiere además una indumentaria específica que tiene como objetivo fundamental reducir el aporte de microorganismos y materia vegetal al interior de la cueva. Esta consiste en el uso obligatorio de ropa de protección como trajes con capucha realizados con material sintético a base de fibras de polietileno, calzado de PVC con caucho nitrilo sujeto a protocolos de seguridad y limpieza, así como la utilización de guantes de nitrilo y mascarilla higiénica de protección, que garantizan un mínimo aporte de materia orgánica a la cueva procedente del exterior. En paralelo, este tipo de vestimenta se complementa con unas normas higiénicas aplicadas justo antes del momento de acceso y que supone que el tránsito de las personas hasta la puerta de entrada a la cueva tenga que ser realizado a través de una pasarela de tramex

que evita el contacto directo con el suelo exterior. Finalmente se realiza un lavado de las suelas por medio de la inmersión de las mismas en una bandeja de zinc con un líquido desinfectante.

RESULTADOS

La aplicación de esta metodología durante cinco sesiones ha generado 785 fotos válidas para su procesamiento informático, con las que se ha obtenido el modelo 3D mediante la utilización del software Agisoft Metashape que, en alta calidad, tiene un tamaño de 1 kilobyte. El ordenador utilizado para esta tarea ha sido un APD con procesador Intel CORE i7-5820K CPU, 3.30GHz, 64 bits y 64GB de RAM, con una tarjeta gráfica integrada NVIDIA GeForce GTX 970 (Fig. 8).

Esta fotogrametría ha permitido generar un modelo 3D y una ortoimagen de aproximadamente 3 metros cuadrados del techo (Fig. 9) que, como se puede obser-

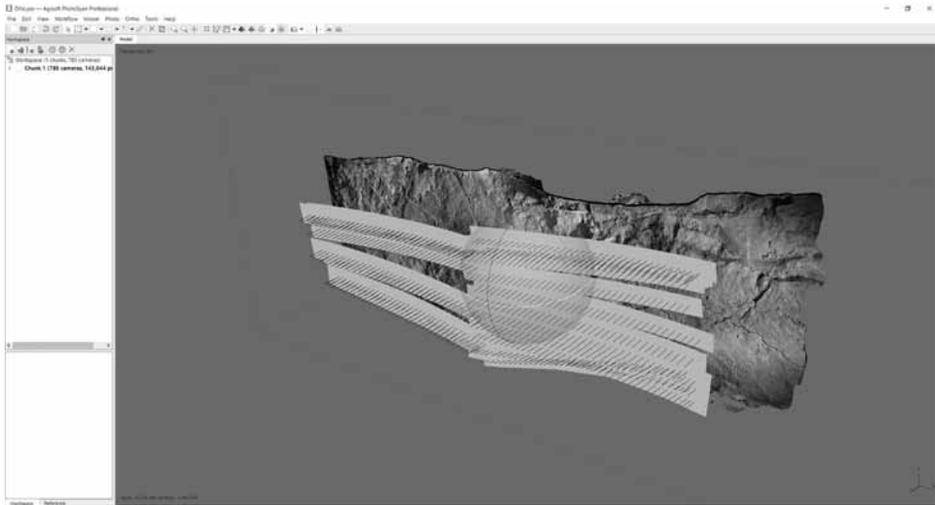


Fig. 8 - Generación del modelo 3D. © Museo de Altamira



Fig. 9 - Ortoimagen. © Museo de Altamira

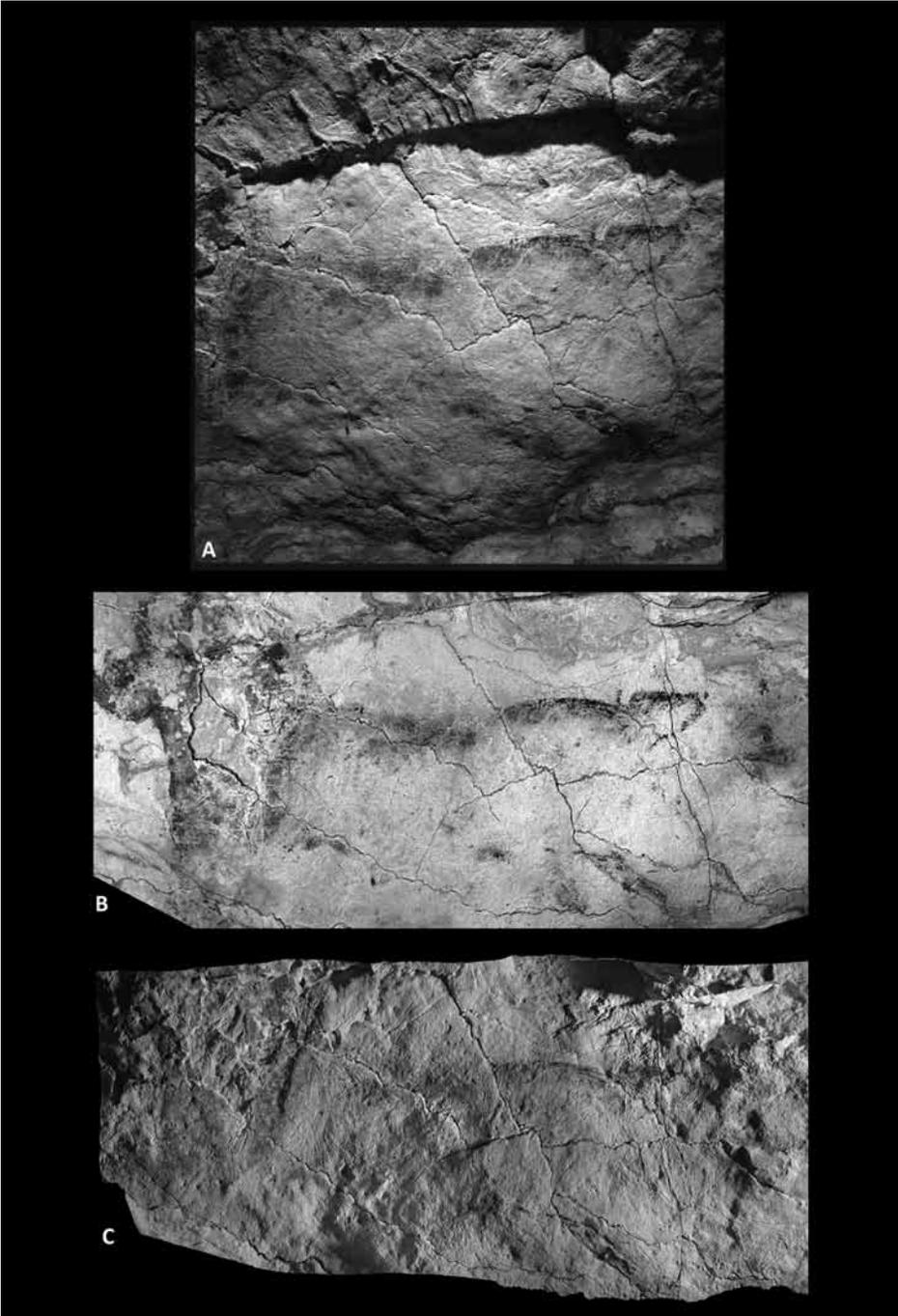


Fig. 10 - Comparativa entre la documentación existente. Documentación fotográfica. A: 1998 (Fuente: Pedro Saura), B: 2014 (Fuente: Gim-Geomatics); C: 2019 (Fuente: Museo de Altamira). © Museo de Altamira

var, supone una mejora evidente sobre la documentación gráfica disponible hasta la fecha (Fig. 10). En esta superficie se localiza tan solo una de las figuras policromas en la que, a su vez, se incluyen multitud de grabados de diversos periodos, lo cual nos puede dar una idea de la necesidad de desarrollar este proyecto para el registro completo de las manifestaciones artísticas de la cueva. Por tanto, el trabajo de documentación de las figuras es una labor a largo plazo que requiere una enorme inversión en tiempo de trabajo y equipamiento.

Además, a partir de la ortoimagen generada, se pueden realizar los necesarios calcos digitales ya que permite descifrar, con mayor precisión, el palimpsesto de figuras grabadas, especialmente su identificación y las relaciones de superposición entre ellas.

CONCLUSIÓN

El trabajo desarrollado está permitiendo cumplir los objetivos propuestos, fundamentalmente facilitar la lectura de los grabados del Techo de Polícromos, difícilmente visibles en la documentación existente sobre la cueva. Además, la aplicación de esta metodología nos ha permitido contrastar el hecho de que la orientación de la iluminación rasante para la visualización de los grabados permite también la mejor identificación de la pintura.

Por último, si bien es cierto que la fotogrametría tiene unos presupuestos metodológicos básicos comunes a todos los proyectos, su aplicación en la cueva de Altamira para la lectura de los grabados nos ha permitido constatar la hipótesis ya apuntada por otros autores (RIVERO, RUIZ-LÓPEZ, INTXAURBE, SALAZAR, GÁRATE 2019) de la necesidad de desarrollar una metodología específica que se adapte a los requisitos concretos de cada espacio y proyecto.

Como conclusión cabe decir que la metodología de trabajo propuesta ha resultado ser válida para cumplir las necesidades para las que fue generada. No obstante, debido a las condiciones de acceso propias de la cueva de Altamira, el trabajo planteado deberá tener un desarrollo a largo plazo para poder cumplir los objetivos de mejorar la documentación y el conocimiento del arte de esta cavidad.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la colaboración de Vicente Bayarri Cayón (Gim-Geomatics. Servicios Geomáticos Especializados), Antonio José Gómez Laguna (Global Arqueología. Servicio Arqueológico), el Museo de Arte Moderno y Contemporáneo de Santander y Cantabria (MAS) y el Museo de San Isidro. Los Orígenes de Madrid.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDE DEL RÍO, H.

1906 *Las pinturas y grabados de las cavernas prehistóricas de la provincia de Santander: Altamira, Covalanas, Hornos de la Peña, Santander*, Imprenta, litografía y encuadernación de Blanchard y Arce.

BAYARRI V., LATOVA J., LASHERAS J.A., HERAS C. de las, PRADA A.

2015 *Nueva ortoimagen verdadera del Techo de Polí Cromos de la Cueva de Altamira*, en COLLADO H., GARCÍA J.J., (eds.) 2015, pp. 2309-2320.

BREUIL H., OBERMAIER H.

1935 *La cueva de Altamira en Santillana del Mar*, Madrid, Ed. El Viso.

Cartailhac É.

1902 *Les cavernes ornées de dessins: La grotte d'Altamira, Espagne. "Mea culpa" d'un sceptique*, en «L'Anthropologie» 13, pp. 348-354.

COLLADO H., GARCÍA J.J., (eds.)

2015 *Symbols in the Landscape: Rock Art and its Context, XIX International Rock Art Conference IFRAO 2015*, en «Arkeos» 37.

COYE N., HERAS C. DE LAS, ROUDET C.

2018 *El arte de reproducir el Arte. Pared, pigmento, pixel*, Catálogo de la exposición temporal celebrada en el Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira 09 > 12 / 2018, Madrid, Ministerio de Cultura y Deporte.

FATÁS P., LASHERAS J.A.

2014 *La cueva de Altamira y su museo*, en «Cuadernos de arte rupestre, Revista del Centro de Arte Rupestre Casa de Cristo de Moratalla Murcia» 7, pp. 25-35.

GUICHEN G. et al.

2014 *Programa de investigación para la conservación preventiva y régimen de acceso de la cueva de Altamira (2012-2014)*, Madrid. Disponible en: <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/investigacion/conservacion-bienes-culturales/proyecto-altamira.html>

HERAS C., LASHERAS J.A., ARRIZABALAGA M., RASILLA M. (eds.)

2011 *Pensando el Gravetiense: nuevos datos para la región cantábrica en su contexto peninsular y pirenaico*, Monografías del Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira 23, Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

HERAS C. DE LAS, MONTES R., LASHERAS J.A.

2011 *Altamira: nivel gravetiense y cronología de su Arte rupestre*, en HERAS C. DE LAS, LASHERAS J.A., ARRIZABALAGA M., RASILLA M. (eds.) 2011, pp. 501-516.

LASHERAS J.A. (ed.)

2002 *Redescubrir Altamira*, Madrid, Ed. Turner.

LASHERAS J.A.

2004 *La reproducción facsímil de Altamira*, en «Litoral Atlántico» [en línea] 4, pp. 21-26.

LASHERAS J.A., HERAS C. DE LAS, FATÁS, P.

2002 *El nuevo Museo de Altamira*, en «Boletín de la Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia (SIARB)» 16, pp. 23-28.

LASHERAS J.A., MÚZQUIZ M., SAURA P.

1995 *Altamira en Japón: proceso de una reproducción facsímil*, en «Revista de Arqueología» 171, pp. 12-27.

PASCUAL F., MAÑERO A., JOSÉ J. DE, PIÑA B.

2002 *Topografía y fotogrametría de la cueva de Altamira*, en LASHERAS J.A. (ed.) 2002, pp. 259-271.

RIVERO O., RUIZ-LÓPEZ J.F., INTXAURBE I., SALAZAR S., GARATE, D.

2019 *On the limits of 3D capture: A new method to approach the photogrammetric recording of palaeolithic thin incised engravings in Atxurra Cave (northern Spain)*, en «Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage», <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00106>

SANZ DE SAUTUOLA M.

1880 *Breves apuntes sobre algunos objetos prehistóricos de la Provincia de Santander*, Santander, imp. y lit. de Telesforo Martínez.