



CASA DEL SAMARÍN, UNA ESTACIÓN DE GRABADOS RUPESTRES EN DETERIORO. DOCUMENTACIÓN, ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO EN LOS LLANOS DE IFARA, GRANADILLA, TENERIFE

HOUSE OF SAMARIN, A DAMAGED ROCK CARVING STATION. DOCUMENTATION, ANALYSIS AND DIAGNOSIS IN LOS LLANOS DE IFARA, GRANADILLA, TENERIFE

Alba Fuentes-Porto^{a,*} , Carlos García-Ávila^b , Efraín Marrero-Salas^c 

^a Servicio de Análisis y Documentación de Obras de Arte (SADOA-SEGAI), Universidad de La Laguna, C/ Radio Aficionados, s/n, 38320, San Cristóbal de La Laguna, España. albufuentesporto@gmail.com

^b Técnico arqueólogo, C/ Isabel González Azucena Roja, 2, 38008, Santa Cruz de Tenerife, España. jc.garciaa@gmail.com

^c U.D.I. de Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua, Universidad de La Laguna, Plaza del Rector D. José Carlos Alberto Bethencourt, 38200, San Cristóbal de La Laguna, España. emarreros85@gmail.com

Lo más destacado:

- Se aborda el registro fotogramétrico y calco digital de una estación rupestre, en avanzado estado de deterioro, con el fin de registrar su estado actual y contribuir a su conservación digital.
- La observación en detalle de los elementos analizados y la representación cenital a partir de la fotogrametría, han contribuido a la redefinición arqueológica del propio yacimiento.
- El análisis computacional de la información geométrica, unido a un registro del estado de conservación sistemático, nos ha permitido subrayar los problemas que afectan a su preservación.

Extended Abstract:

In the archaeology of the Canary Islands (Spain), there are many studies based on the usage of new technologies to contribute to the identification and description of rock art engravings through high-resolution digital models (Martín, 2005; Martín, Velasco, González & Ramírez, 2007; Senén & Cuenca, 2016; Navarro & Cancel, 2019). This paper is supported by these documentation techniques and digital analysis in order to deeply analyse the characterization of the damaged rock art station Casa del Samarín (House of Samarín), or Tagoro del Rey, in Los Llanos de Ifara, south of the island of Tenerife (Fig. 1). Twenty-one panels conserved in situ were documented (Fig. 6). Geometric-linear, geometric with an oval and rectangular trend and figurative ones can be distinguished. The blocks¹ that compose the engravings station belong to a rocky basalt outcrop, to which other free-standing blocks are attached, forming a circle. The shape that describes this set of blocks is defined as a "cabin" or circular-shaped structure.

This set of engravings, made on a basalt rocky outcrop with a planar factory, show a tendency to suffer from exfoliation and are affected by internal stresses. The intrinsic characteristics of this stone support, together with their exposure to anthropic actions and strong insolation, condition its fragility, with the risk of losing part of the representations that it houses. Given the threat posed by its gradual deterioration, we seek to ensure its digital preservation through precision three-dimensional (3D) records, the engravings inventory, the record of their conservation state and the understanding of the degradation processes that are affecting the outcrop. What has been explained will be addressed quarterly, to observe the evolution of any material changes every three months.

The registration work consisted of taking four photogrammetric surveys in eight months; the surveys were georeferenced by means of a centimetric Global Navigation Satellite System (GNSS) and a total station. Structure from Motion (SfM) technology enabled the researchers to generate high-precision 3D models in an affordable way, not only in terms of cost but also ease of use. Digital copies with Geographic Information System GIS technology were extracted from them, being exportable in shapefile format (Fig. 7).

As regards the documentation of existing pathologies, assuming standardized lexicon and classification criteria (IPCE, 2013), together with a rigorous information systematization, was key for achieving agile handling of the data collected and for facilitating monitoring tasks (Fig. 8). Damage maps were created for collecting the location and scope of the alterations. The complex volumetry of the outcrop and the varied orientation of the panels marked the need to resort to 3D editing so that all their faces could be properly registered (Fig. 10). This project was performed with a 3D design program, Blender®.

¹ Geological unit of size greater than 300 mm, term standardized by the USCS (Unified Soil Classification System).

* Corresponding author: Alba Fuentes-Porto, albufuentesporto@gmail.com



Thanks to an imaging analysis process, internal textures of 3D models also provided relevant graphic support for the pictographic content and the conservation state (Figs. 11 & 14). DStretch® (Harman, 2008), a plugin implemented in the scientific image processing software ImageJ™, was used for this purpose. To conclude, researchers relied on CloudCompare (Girardeau-Montaut, 2015), an advanced 3D data processing software, to tackle a morphometric analysis that allowed us to detect the appearance of formal changes along with the recorded sequences (Figs. 12 & 15). In this process, the distances between two records, taken after six months, were computed with the Cloud to Mesh (C2M) tool, based on the Chamfer distance algorithm (Ruiz *et al.*, 2016: 120).

Registration file cards and damage maps clearly highlighted the main conditions: material losses (shown in orange) and breaks (in green) have affected the outcrop in a generalized way. Furthermore, sedimentary deposits (blue) are concentrated in interstices; while lichen colonies (*idem*) do so in the least sun-exposed areas. The use of DStretch® highlighted modern excoriations of anthropogenic origin and contributed to distinguishing recent material losses from the older ones, already affected by an incipient patina. Finally, thanks to morphological analysis, a new detachment (Fig. 15b) and a generalized displacement of exempt elements (Figs. 12 & 15) were detected. These displacements indicate outstanding manipulation, which could lead to decontextualizations or new fragmentations.

Regarding the archaeological interpretation, macroscopic observation of exempt blocks located in the vicinity of the station and the zenith representation of the immediate environment from photogrammetry, have shown that they are forming a set of attached structures (Fig. 13). The site redefinition and the diagnosis of its very weakened defensive system show the need to intensify the archaeological study of this area, so emblematic for the archaeology of the south of Tenerife, in addition to establishing preventive conservation measures that can contribute to its stabilization.

Keywords: rock art station; circular-shaped structure; Guanches; photogrammetry; 3D reconstruction; monitoring

Resumen:

En el presente artículo nos respaldamos en técnicas de documentación y análisis digital para profundizar en la caracterización de la estación de grabados rupestres denominada como Casa del Samarín o Tagoro del Rey, situada en Los Llanos de Ifara, Granadilla de Abona (Tenerife). En el enclave arqueológico, de adscripción guanche, se analizan 21 paneles con diversas tipologías de grabados. Se pueden distinguir los clasificados como geométricos-lineales, geométricos de tendencia oval y rectangular, así como los figurativos. Los bloques que conforman la estación de grabados pertenecen a un afloramiento rocoso de basalto, desde el cual se adosan otros bloques que se disponen formando un círculo. La planta que describe el conjunto de bloques se define como "cabaña" o estructura de superficie. Las acciones antrópicas y una fuerte insolación, unido a la problemática intrínseca de las rocas basálticas, condicionan la conservación de este conjunto. Ante la amenaza que supone su deterioro paulatino, perseguimos asegurar su representación digital, inventariar sus grabados, monitorizar su estado de conservación y comprender los procesos de degradación que le afectan. Para ello nos valemos de la georreferenciación y el levantamiento fotogramétrico del sitio, así como de calcos digitales, para generar registros tridimensionales (3D) de precisión. Esta documentación geométrica se realiza con una secuenciación trimestral para observar la evolución de los cambios materiales. El registro patológico se realiza por medio de fichas de registro, encargadas de enumerar, describir y clasificar las lesiones observadas por escrito; también de mapas de daños 3D, que recogen su alcance y ubicación. Además, las propias texturas de los modelos 3D se someten a un procesamiento de imagen para destacar las características cromáticas; por otra parte, el análisis computacional de sus geometrías permite detectar la aparición de cambios formales a lo largo de las secuencias registradas. El protocolo llevado a cabo en cuanto a registro y documentación incidieron no sólo en el diagnóstico y análisis de esta estación de grabados, sino también en la redefinición arqueológica del propio yacimiento.

Palabras clave: estación rupestre; estructura circular; guanches; fotogrametría; reconstrucción 3D; monitorización

1. Introducción

La preservación de los grabados arqueológicos siempre ha sido un reto arduo y problemático debido a su exposición a procesos naturales de deterioro (originados por la acción de la humedad, el gradiente térmico, la vegetación, los microorganismos, etc.) y al impacto perjudicial de la actividad humana (como los trabajos agrícolas, los planeamientos urbanísticos o los actos vandálicos). Gracias a la democratización tecnológica que estamos experimentando, la digitalización tridimensional (3D) ha adquirido una accesibilidad notable como medio para la documentación gráfica del patrimonio. Ante la amenaza que supone el daño paulatino de estos bienes arqueológicos, se han realizado numerosos estudios que se valen de modelos digitales de alta resolución para contribuir a la identificación y descripción de algunas estaciones de grabados en Canarias (Martín, 2005; Martín *et al.*, 2007; Senén *et al.*, 2016; Navarro & Cancel, 2019). El desarrollo

de este tipo de trabajos no sólo se traduce en la generación de nuevos recursos enfocados a su preservación, difusión y valoración (Bea & Angás, 2016; López-Menchero, Marchante, Vincent, Cárdenas & Onrubia, 2017; Iturbe, Cachero, Cañal & Martos, 2018); sino que también abre un nuevo abanico de posibilidades analíticas a través de herramientas de análisis computacional y nos permite ahondar en su comprensión desde múltiples perspectivas.

En el presente proyecto hacemos uso de estas técnicas de procesamiento de imágenes y documentación geométrica para profundizar en el estudio de la estación de grabados rupestres denominada como Casa del Samarín o Tagoro del Rey, situada en Los Llanos de Ifara (Fig. 1), Granadilla de Abona (Tenerife) (Bethencourt Alfonso, 1994; Navarro, Hernández & Torres, 2002).

Se trata de una estructura de superficie o "cabaña", construida a partir de bloques de basalto, cuya factura se encuentra en mal estado de conservación.



Figura 1: Estación de grabados rupestres Casa del Samarín o Tagoro del Rey en Los Llanos de Ifara (Tenerife).

Su construcción responde a la tipología constructiva de pobladores aborígenes guanches, además de identificarse diversos materiales arqueológicos asociados a su cultura material en la superficie interior y exterior. El muro perimetral de la estructura de planta circular parte de un afloramiento rocoso en cuyos paneles o caras visibles se identifican el mayor número de grupos de grabados del sitio arqueológico. Los motivos que albergan estos paneles van desde los geométrico-lineales, formando haces o entrecruzados, hasta geométricos de tendencia oval y rectangular; así como figurativos. La técnica de ejecución predominante es la incisión, seguida por la abrasión, el picado y el rayado.

Acciones antrópicas y una destacada insolación, unidas a las afecciones intrínsecas propias del soporte basáltico, de composición máfica, condicionan la fragilidad de la estructura de superficie y, de manera especial, al conjunto de grabados. Esta circunstancia marca la necesidad de abordar una estricta documentación geométrica y un registro sistemático y secuencial de su estado de conservación, además de una revisión interpretativa del sitio. Gracias a ello no sólo se han podido diagnosticar los principales procesos de degradación que afectan al soporte pétreo y subrayar sus necesidades conservativas, sino que también nos ha llevado a la redefinición del propio yacimiento.

2. Antecedentes: La estación de grabados rupestres de los Llanos de Ifara

La estructura o cabaña definida desde principios del siglo pasado como Casa del Samarín está situada en lo alto de un ligero promontorio, y fue descrita (sin llevar a cabo una

excavación arqueológica) como parte de un poblado circundante, con una función distinta a la doméstica. El apelativo Casa del Samarín o Tagoro del Rey le imprime al recinto un valor simbólico que viene otorgado por la figura de un personaje, al que la historiografía le ha conferido un carácter relevante en el conjunto de la sociedad guanche. En la mayoría del territorio insular cada estación de grabados, y otras manifestaciones rupestres como las estaciones de cazoletas y canales, dominan de manera individual un pequeño espacio socioeconómico para uso exclusivo de un grupo de parentesco local (Navarro et al., 2002).

A día de hoy, existen pocos estudios arqueológicos sobre el uso de las estructuras construidas de los guanches, si lo comparamos con la información disponible para el hábitat en cuevas. A pesar de la importancia arqueológica que tienen estos yacimientos de superficie, apenas han sido estudiados y excavados en la isla de Tenerife. Esto se debe a atribuirles, por diversos motivos, un limitado potencial estratigráfico y por ser un modelo que se suponía que no necesitaba de más explicación que la ya propuesta por Luis Diego Cuscoy (1980), basada fundamentalmente en comparaciones etnográficas. De forma tradicional, a este tipo de yacimientos se les han denominado como cabañas y se han relacionado con un hábitat temporal, vinculado a la explotación estacional de los pastos y a la movilidad de los aborígenes por el territorio.

En muchos trabajos se defiende la idea de un hábitat disperso como el patrón de asentamiento más común de la sociedad guanche. Pero con los resultados de los primeros inventarios de la isla (Navarro & Álamo, 1989-

1993), se empieza a definir un modelo de asentamiento integrado por recintos habitacionales (no sólo cuevas) en una franja de terreno amplia, donde se desarrollan ciertas actividades económicas, domésticas y funerarias. La mayor parte de los yacimientos identificados con la categoría de habitacional-doméstico se encuentran entre el litoral y la alta montaña, mostrando ciertas condiciones similares de emplazamiento, con una posición prominente en el contexto circundante, lomos y promontorios; así como una amplia visibilidad, que se manifiesta en un doble control visual sobre áreas inmediatas y sobre un ámbito territorial de mayor amplitud.

Las exiguas referencias a este tipo de construcciones dificultan la posibilidad de hacer análisis comparativos en profundidad, tampoco proporcionan suficientes datos para reconstruir su contexto funcional. La única referencia arqueológica que puede utilizarse como elemento de comparación se ha localizado en otra zona costera del sur. El yacimiento, en Guargacho, fue inicialmente definido como un lugar ceremonial (Diego-Cuscoy, 1979), aunque la revisión posterior de su registro arqueológico llevó a considerarlo como un espacio doméstico. Este tipo constructivo ha sido comparado con otros de características similares usados por las poblaciones bereberes de El Ahaggar, como los gétulos y los libios, entre otros, documentados en estudios etnoarqueológicos y etnográficos del Norte de África (Tejera-Gaspar, 1992). Más recientemente (1996-97) se intervino, por el arqueólogo Fernando Álamo, otro enclave en el sur de la isla, Los Morritos, en la costa de Arona, cuyas características formales se asemejan a la disposición del yacimiento de Guargacho.

En general, el análisis de la ocupación del territorio por parte de pobladores guanches se ha definido como un hábitat de superficie intenso, a partir de áreas de concentraciones de materiales arqueológicos y estructuras habitacionales circulares de pequeñas dimensiones y escasa entidad arquitectónica, reutilizadas por el pastoreo trashumante tras la conquista castellana en 1496 (Bethencourt Alfonso, 1994[1912]; Navarro & del Arco, 1987). Esa intensidad en la ocupación del territorio se ha puesto de manifiesto gracias a los inventarios y cartas arqueológicas, en concreto del municipio de Granadilla, que nos informan de la existencia de numerosos yacimientos de adscripción aborigen (Navarro & Álamo, 1989-1993; Navarro 2010; Pérez, 2019). Sin embargo, el territorio de Granadilla ha tenido una intensa transformación en el último siglo, sobre todo

por el proceso de abancalamiento para monocultivos intensivos, que han perjudicado seriamente la conservación de los enclaves y asentamientos guanches. También las infraestructuras industriales en las últimas décadas, como la construcción del aeropuerto, el polígono Industrial de Granadilla, o el propio muelle, han alterado la fisonomía original de este territorio influyendo negativamente en las interpretaciones posibles sobre el uso del territorio por parte de la población aborigen-guanche (Mederos, Escribano, Martín, & Rodríguez, 2006) (Fig. 2).

El enclave sometido a estudio se localiza en el límite de un entorno de protección natural, el Monumento Natural de los Llanos de Ifara – Los Riscos, figura de protección que ha favorecido, de alguna manera, a su no desaparición integral. Este espacio natural está definido desde el punto de vista geomorfológico por las erupciones de dos conos volcánicos de cronología cuaternaria. Desde el punto de vista patrimonial, tienen una excepcionalidad arqueológica única, documentándose varios yacimientos habitacionales, en cueva y de superficie a modo de cabañas, áreas de captación de materias primas líticas, dos estaciones de cazoletas y canales, así como la estación de grabados rupestres que aquí presentamos. El número de enclaves de este asentamiento guanche supera la decena y se distribuyen irregularmente por toda la zona; a lo que se deben añadir diversas manifestaciones de valor etnográfico vinculadas a las actividades agrícolas y ganaderas desarrolladas a partir de los años 40 del siglo XX (Fig. 3).

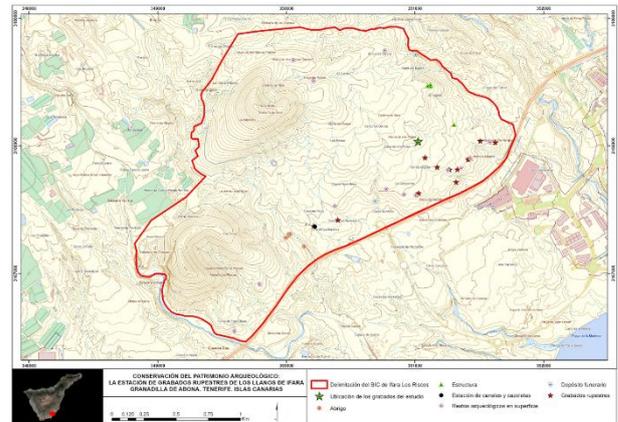


Figura 3: Límites del Monumento Natural de los Riscos-Ifara, y localización de los enclaves del conjunto arqueológico.



Figura 2: Vista panorámica del sitio, donde se aprecia la degradación del territorio, destacando la pista agrícola que corta el conjunto arqueológico, las instalaciones eólicas y el muelle de Granadilla en la línea de costa.

3. Objetivos

La estación de grabados de los Llanos de Ifara se sitúa en un entorno físico desfavorable: próximo a la costa, con una destacada insolación, accesible al tránsito humano y expuesto a actos vandálicos. Fue inventariada oficialmente durante la prospección arqueológica del municipio, realizada en 1989 con motivo del Inventario del Patrimonio Arqueológico de las Canarias Occidentales (Navarro & Álamo, 1989-1993). Pocos años más tarde ya se alertaba sobre “las graves alteraciones que ha sufrido la unidad ante la acción incontrolada de aficionados o pseudocientíficos. Ésta ha supuesto (...) la alteración de diversos paneles, emplazados en soportes sueltos, sobre los que se han pintado puntos y una «G» con pintura roja” (Marante, Febles, Varela & Mora, 1996). La Carta arqueológica de Granadilla de Abona (Navarro, 2010), cuya información recoge el Inventario Patrimonial del Cabildo Insular de Tenerife, supone la documentación oficial más reciente. En ella se destaca su representatividad, singularidad y fragilidad. Dicha fragilidad viene condicionada por la tendencia a sufrir el desprendimiento de la superficie original y pérdida paulatina de sus pictogramas, afección generalizada en los grabados rupestres hechos sobre las coladas basálticas más antiguas de la isla (Navarro & Cancel, 2019).

Este proceso de degradación activo evidencia la necesidad de acometer un registro detallado del sitio, para lo que se recurre a las nuevas tecnologías de documentación geométrica con tres objetivos fundamentales:

- Asegurar su preservación digital a través de registros tridimensionales de precisión.
- Contribuir al inventario gráfico de grabados rupestres canarios.
- Elaborar una estrategia de control del deterioro que describa el estado de conservación actual, permita conocer los procesos implicados en su desarrollo y, en la medida de lo posible, predecir su evolución.

Las tres líneas de trabajo conforman una actuación encaminada a poner en valor la significancia de este yacimiento arqueológico, alertar sobre sus principales amenazas y subrayar sus necesidades conservativas. Con ello se pretende alentar a una política de protección tutelar junto con el establecimiento de medidas de conservación preventiva que contribuyan a la estabilización del sitio.

4. Metodología de estudio

Se recurrió a técnicas fotogramétricas para abordar su documentación geométrica y generar modelos 3D de alta resolución. Éstos sirvieron de base para la digitalización de los motivos grabados que engloba. Los modelos a su vez fueron útiles para el estudio de su estado de conservación, que se completó con la descripción escrita de las patologías detectadas, su registro en mapas de daños y la elaboración de respaldos gráficos complementarios. Todo ello se abordó con una secuenciación trimestral con el fin de poder observar la evolución de sus cambios materiales.

4.1. Registro fotogramétrico

La utilización de tecnologías basadas en la visión artificial, del tipo Structure From Motion (SFM), nos

capacitan para generar modelos de alta precisión a partir de fotografías que pueden ser obtenidas con cámaras fotográficas digitales convencionales, pudiendo ser procesadas con software libre. Estas características la convierten en una herramienta bastante asequible, no sólo en lo relativo a los costes, sino también a la facilidad de su uso; por lo que constituye una fuente de documentación relevante. En Canarias se vienen introduciendo desde el año 2007, gracias a la figura del arqueólogo Fernando Álamo. En la actualidad se emplean en la mayoría de los proyectos arqueológicos para documentar la topografía de los yacimientos durante el proceso de excavación, en el estudio de las manifestaciones rupestres, el registro volumétrico de restos arqueológicos, etc. (Navarro & Cancel, 2019; Cancel & Álamo, 2019).

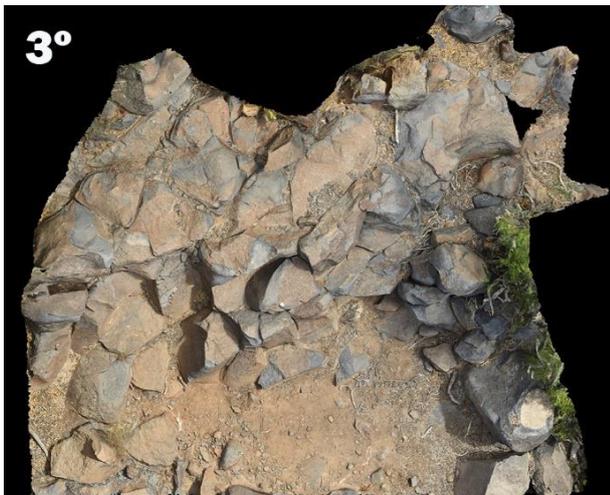
En el presente proyecto, los trabajos de registro consistieron en la toma de cuatro levantamientos fotogramétricos. En el primero de ellos se digitalizó la estación de grabados y su contexto arqueológico inmediato (Fig. 4). Los tres levantamientos restantes se limitaron exclusivamente al afloramiento rocoso y al arranque de la estructura muraria con el fin de optimizar la manejabilidad de los archivos para dar soporte a su diagnóstico (Fig. 5). Las visitas al yacimiento se realizaron en los meses de abril, junio, septiembre y noviembre del 2018.



Figura 4: Ortoimagen del primer registro fotogramétrico, que contextualiza la estación dentro de su entorno inmediato. Puntos de apoyo fotogramétricos (PF).



(a)



(b)



(c)

Figura 5: Ortoimágenes de los registros fotogramétricos de seguimiento, tomados en intervalos bimensuales.

Para su realización el sitio fue georreferenciado a través de la medición de tres bases con receptor GNSS, alcanzado una precisión de 0.014 m. Mediante trisección inversa con una estación total se ha establecido una red de siete puntos de apoyo fotogramétricos que permitió georreferenciar y escalar los modelos tridimensionales generados (sistema de referencia

IRTF93, elipsoide WGS84, red geodésica REGCAN95, sistema de proyección UTM huso 28). El error medio alcanzado fue de 0.002 píxeles.

Las imágenes fueron tomadas con una cámara réflex Nikon D7200. El tamaño de las imágenes seleccionado fue el máximo que permitía, 24MP (6000 x 4000 píxeles) por imagen. El número de tomas varió entre 600 y 1054 fotografías, dependiendo del tamaño del área registrada. En todos los casos, el grado de solape entre imágenes estuvo por encima del 60%, y en un número significativo de tomas, por encima del 80%, sobre todo en las que la topografía del área registrada era más complicada. La distancia focal empleada fue de 20 mm. y la distancia al objeto varió entre 1 y 1.5 m.

La generación de las nubes de puntos fue realizada con el software libre VisualSFM v. 0.5.24. Esta herramienta de reconstrucción 3D no requiere establecer puntos de referencia entre imágenes ni calibrar la cámara, lo cual agiliza el proceso y nos permite trabajar con grandes cantidades de imágenes sin mucha dificultad. VisualSFM no incorpora herramientas para la generación de superficies en mallas y texturas fotorrealísticas, proceso que se acomete desde el software MeshLab v. 2016, también libre. Los pasos seguidos para la construcción del modelo fotogramétrico fueron los siguientes:

- Orientación del bloque y creación de la nube de puntos dispersa. Se genera teniendo como referencia puntos comunes entre las imágenes.
- Creación de la nube de puntos densa. Se genera a partir de la nube de puntos dispersa, aumentando significativamente el número de puntos en el modelo, que superaron los 60 millones en cada registro. En este proceso se establece el color de cada punto con valores RGB, mientras que la georreferenciación de las coordenadas espaciales XYZ permite escalar el modelo.
- Creación de la malla. En este paso, la nube de puntos (datos discretos) se convierten en una superficie continua en forma de malla triangular, con más de 1.5 millones de caras en cada registro.
- Creación de la textura, que se obtiene directamente de las imágenes con una gama de colores realista.
- Exportación de modelos 3D con textura.

4.2. Calcos digitales

Se vectorizaron y describieron los motivos grabados en los 21 paneles conservados *in situ* (Fig. 6). Los calcos fueron realizados en SIG (QGIS v. 3.0), a partir de los modelos 3D con textura y suficiente definición, en los que el píxel de la imagen correspondía con 0.5 mm de la realidad. Para su digitalización, los trazos fueron observados con la imagen original sin tratar, mediante modelos de sombras basados en ángulos concretos de incidencia de la luz, obtenidos a partir de los archivos existentes. Con el fin de potenciar la claridad y detalle del repertorio gráfico hemos querido generar un calco, que puede ser exportado a formato Shapefile², el calco proyectado sobre el soporte, que resalta las características tridimensionales; y el soporte sin el calco (Fig. 7).

² Formato de archivo, desarrollado por ESRI, que almacena la ubicación geométrica y atributos asignados a las entidades.



Figura 6: Orientaciones de los 21 paneles de grabados de la estación que se analizaron.

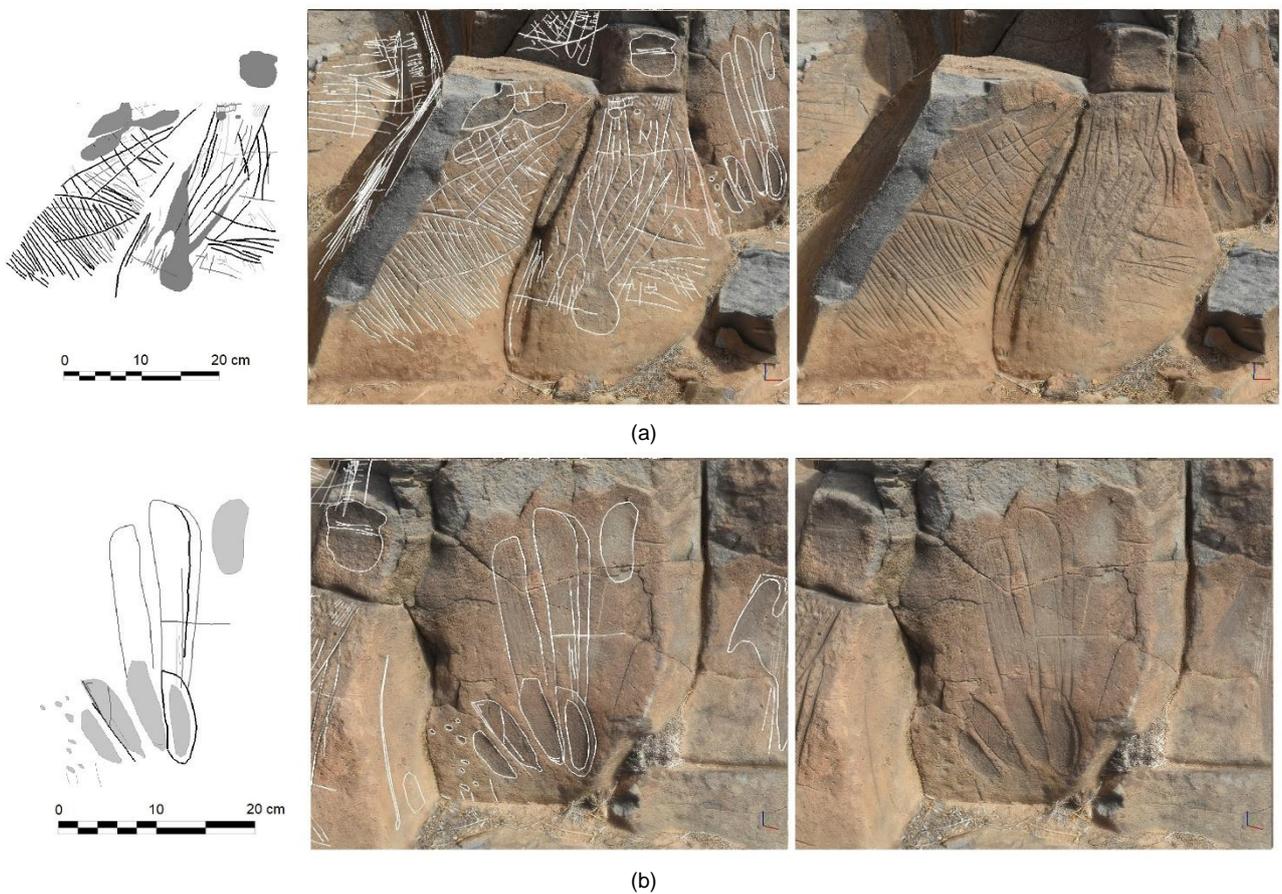


Figura 7: Calco digital, calco sobre modelo 3D del panel y modelo 3D. a) Panel 12; b) Panel 14.

4.3. Registro del estado de conservación

4.3.1. Fichas de registro patológico

Asumir un proceso de registro normalizado y sistematizado resulta clave para lograr un manejo ágil de los datos y facilitar las labores de seguimiento, así como su comparación con otros bienes de características semejantes (Díaz, 2016). Para ello se recurre al léxico y protocolo de clasificación estandarizado propuesto por el Instituto de Patrimonio Cultural de España en el Proyecto Coremans de Criterios de intervención en materiales pétreos (2013), parejos a los recogidos en el glosario ilustrado de formas de deterioro de la piedra publicado por el ICOMOS (2011). Ambos ofrecen un sistema de clasificación por tipo de lesión, lo que resulta más sencillo de establecer que aquellos basados en tipos de mecanismos de deterioro (físicos, químicos o

biológicos), ya que a menudo parten de una valoración subjetiva.

La adecuada organización de estos datos será esencial para agilizar su análisis e interpretación. Para consignar la información de manera funcional y homogénea nos hemos apoyado en la elaboración de una ficha de registro patológico de estructura fija y esquematizada. Su diseño parte del esquema clasificatorio del Coremans y se agrupa en torno a cuatro grandes bloques principales (Fig. 8): (a) Lesiones que comportan pérdida de materia; (b) Lesiones que implican aporte de materia; (c) Lesiones relacionadas con la alteración cromática de la superficie; y (d) Lesiones relacionadas con la deformación y rotura del material. Éstos se dividen en otras tres subcategorías, que van desde denominaciones genéricas a las más específicas y concretas. Adquiere así una estructura descriptiva y jerarquizada.

Nº de Registro	1 de 3	Fecha de captura	30.06.2018	
1. PÉRDIDA DE MATERIA				
EROSIONES	Abrasión	Puesto que el bien está expuesto a los agentes externos, la superficie pétreo está expuesta a este tipo de erosión de origen natural. Sin embargo, su grado de afección es bajo, puesto que estamos ante rocas basálticas de dureza considerable. Se detecta un aumento generalizado de la rugosidad de la superficie original, probablemente debido a la micro-perforación por líquenes unido a una disolución selectiva de componentes minoritarios de la roca, como las sustancias férricas. Así mismo, se observan formas de picados en zonas puntuales del conjunto; siendo difícil diferenciar en algunos casos si se trata de erosiones de origen antrópico o natural.		
	Erosión diferencial			
	Picado			
	Excoriación	Tratándose de grabados guanches parte de estas excoriaciones vienen dadas por las técnicas de manufactura y huellas de uso del medio: incisiones, perforaciones, repicados e incluso superficies con cierto pulimento de su superficie: debido al desgaste producido por un roce continuo sobre la superficie. A los pictogramas y huellas arqueológicas se le suman agresiones antrópicas modernas: graffitis incisos y rayaduras más leves, algunas causadas por trabajos agrícolas, y otras fruto del tránsito y roce por encima del afloramiento.		
	Rayadura			
	Incisión			
	Perforación			
	Brillo-Pulido			
	Repicado			
	Disolución	No.		
Disolución diferencial	Tratándose de rocas ricas en hierro, posiblemente se produzca una lixiviación generalizada de estos minerales solubles, contribuyendo a aumentar la porosidad de las zonas más próximas a la superficie.			
Lixiviación				
Corrosión	No.			
Arenización	No.			
Pulverización	No.			
Desmenuzamiento	No.			
Exfoliación	No.			
Descamación	Las rocas sufren de forma severa y generalizada pérdida de material en forma de descamaciones - menor grosor en bordes - y desplazamientos - paralelos a la superficie -. Los grosores de pérdida oscilan entre el centímetro y el milímetro, tratándose en este caso de microdesprendimientos. Además, todas ellas parecen seguir la curvatura del material, siguiendo una disposición perimetral. Estas afecciones aparecen relacionadas con tensiones próximas a la anisotropía de las rocas y ciclos térmicos.			
Desplazación				

(a)

2. APOORTE DE MATERIA		
DEPÓSITO	Depósitos de polvo	Partículas terrígenas y de origen orgánico (semillas, esporas y otros restos vegetales). Éstos se depositan de forma leve sobre la superficie, y tienden a acumularse con intensidad en las uniones de las rocas y el interior de fisuras e intersticios.
	Depósito de excremento	Partículas orgánicas en rocas 5 y 6. Presencia puntual de excrementos que persisten de forma prolongada.
ANÁLISIS QUÍMICO	Salas	No. No hay presencia de eflorescencias, y los valores mínimos de conductividad ofrecidos por los análisis de sales descartan subeflorescencias superficiales. No se pueden descartar orgnoflorescencias de conformación.
	Suciedad	No.
	Costra	No.
	Película	No.
	Pátina artificial	No.
	Película artificial	No.
COMUNICACIÓN BIOLÓGICA	Pátina biológica	Líquenes - superficies negruzcas conformadas por restos de líquenes - y costras - capa externa de espesor apreciable - conformadas por líquenes, activos y con mayor entidad matricia. Tienen a localizarse en caras frontales, grietas e incisiones donde se acumula la humedad y los restos matéricos. Los líquenes observados son de tipo crustáceo.
	Líquenes	
	Costra biológica	
	Líquenes	
	Líquenes	
	Líquenes	

(b)

3. ALTERACIÓN CROMÁTICA		
PÁTINA	Pátina de envejecimiento	No. Tonálidades rojizas en superficie original causada por la oxidación de los elementos ferrosos. La transformación a tonálidades pardos que sufren las zonas con pérdida de material ofrecen indicios de su antigüedad.
	Pátina ferruginosa	
	Pátina de oxalatos	No se descarta, ya que las colonizaciones líquénicas presentes pueden producir oxalatos como productos metabólicos secundarios. Contiene contemplar análisis químicos que aclaren este punto en futuras actuaciones.
CORROSIÓN	Rubefacción	No.
	Amarilleo	No.
	Lavado	No.
EXCORIACIÓN	Lavado diferencial	No.
	Humedad	No.
	Tinción	No.
MANIPULACIÓN	Moteado	No.
	Pintada	No.

(c)

4. DEFORMACIÓN Y ROTURA		
DEFORMACIÓN	Combadura	No.
	Hinchamiento	No.
	Amolla	No.
ROTURA	Elemento individual	Grietas y fracturas con desplazamiento de las superficies o separación de elementos. Causadas por tensiones internas y/o golpes y desplazamientos de los elementos.
	Fracturas	
	Grietas	
Red conjugada de fisuras	No. Aparecen de forma generalizada en la mayor parte de las rocas; y muchas de ellas sobre superficies con pictogramas. Su origen parece asociado a las tensiones internas características del material único a un comportamiento anisotrópico de la superficie y agravado por la presencia de colonias biológicas y depósitos en sus intersticios. 	
Conjunto de fisuras	Fracturación Agrietamiento Fragmentación 	

(d)

Figura 8: Ejemplo de una de las fichas de registro patológico cumplimentadas: a) pérdidas matéricas codificadas con colores naranjas; b) aportes de materia en azules; c) alteraciones cromáticas en amarillos; d) deformaciones y roturas del material en verdes.

Un código cromático diferenciador potencia la claridad visual y conceptual. También se incluyen campos para la descripción pormenorizada de cada patología y su ilustración fotográfica, lo que favorece el replicado de las tomas con vistas a documentar su evolución a lo largo del seguimiento.

El estudio patológico se centra en el afloramiento y en el arranque de la estructura muraria, que se contempla como una única unidad de registro. Para precisar la ubicación de las afecciones se recurre a la numeración de sus bloques³.

En cada inspección se cumplimenta una ficha de registro, sustentada en un reconocimiento organoléptico y acompañada de una documentación fotográfica exhaustiva. El listado de afecciones que contiene aporta un guion de trabajo y ayuda a valorar el conjunto de posibles daños. Dada la proximidad del yacimiento al mar, la exploración se complementa con un análisis de sales en superficie⁴. Debido a su exposición directa a la radiación solar también se contempla la medición de su calentamiento a nivel superficial⁵.

4.3.2. Cartografía patológica en 3D

Los mapas de daños son los encargados de recoger de forma gráfica la ubicación y extensión de las alteraciones detectadas. La volumetría compleja del afloramiento y la variada orientación de los paneles impide que esta información se presente de forma clara a través de las vistas planimétricas tradicionales en 2D (Fig. 9).

Dichas limitaciones se solventan abordando el registro patológico sobre los modelos 3D. De este modo, los daños quedan convenientemente delimitados en todas las caras del afloramiento, independientemente de su orientación (Fig. 10). El hecho de que sean importables en visualizadores 3D convencionales, como 3D Builder⁶, y navegables en formato electrónico, nos permite desplazarnos por los registros y alternar entre diferentes perspectivas y distancias de observación. Esta mayor interacción favorece el seguimiento y la comprensión de la problemática que se registra.

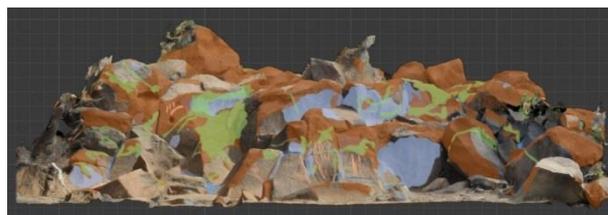
Para la edición se recurre al programa de diseño 3D Blender v. 2.78⁷, con su set de herramientas para pintar texturas (modo texture paint). La representación de los diferentes tipos de patologías sigue el mismo código cromático que las fichas de registro para facilitar la relación de contenidos. Los daños con incidencia global, como una pátina ferruginosa que afecta a toda la superficie original, son discriminados con el fin de potenciar la claridad de esta representación gráfica.

4.3.3. Registros gráficos de respaldo

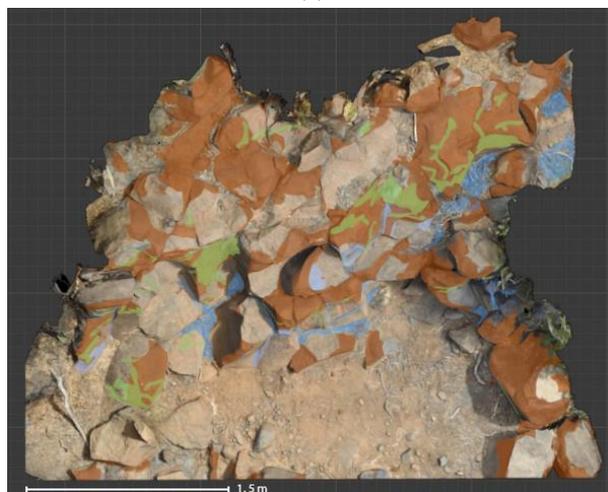
Gracias al procesamiento de imágenes, las texturas de los modelos 3D también pueden aportar respaldos gráficos relevantes acerca del contenido pictográfico y del estado de conservación. Para ello utilizamos DStretch v. 7.4 (Harman, 2008) como plugin del software de análisis de imágenes ImageJ v. 1.50 (Girish & Vijayalakshmi, 2004). Este correlaciona los canales RGB de una imagen, expande el rango de intensidades y

³ Puede observarse esta numeración en la Figura 13 (bloques de 1 al 21).

⁴ Análisis realizado mediante la metodología propuesta por el Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Zaragoza (Franco, Gisbert, Navarro & Mateos, 2002).



(a)



(b)

Figura 9: Cartografía patológica con vistas planimétricas tradicionales en 2D: a) alzado; b) planta.



(a)



(b)

Figura 10: Cartografía patológica en 3D: a) perspectiva personalizada con vista de pájaro; b) aproximación de detalle.

⁵ Se registró la T° C de cada pared del afloramiento a primera hora de la mañana y pasado el mediodía, ya en plena insolación, con un termómetro de infrarrojos sin contacto (ThermoSpot One).

⁶ Incorporado en el paquete de programas de Windows 10.

⁷ De licencia pública general (GNU General Public License).

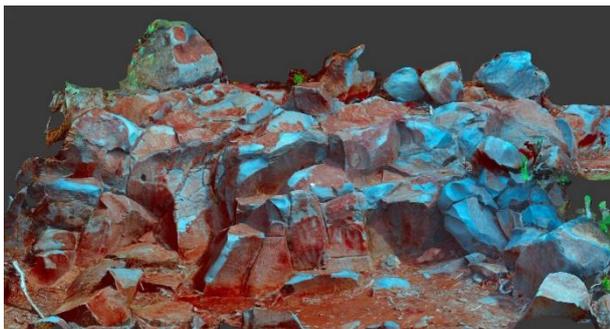
aumenta la saturación; resaltando así las diferencias de color de las superficies registradas (Gillespie, Kahle & Walker, 1986).

En los últimos quince años el uso de esta herramienta de mejora de imagen se ha propagado en el campo de la arqueología (Le Quellec, Duquesnoy & Defrasne, 2015). Hoy en día su uso no se limita al marco de aplicación original, el arte rupestre, sino que se ha extendido a la documentación de pinturas murales egipcias (Evans & Mourad, 2018) e históricas (Fuentes, Soto & Martín, 2019), o de cerámica arqueológica (Dorado, 2018; Rodríguez, Pastor & Casals, 2019). Pese a que el realce de diferencias cromáticas leves también puede destacar características físicas asociadas a determinadas patologías, su uso desde el campo de la conservación con fines diagnósticos es aún aislado (Fernández, Gutiérrez, Ruiz & Criado, 2017; Palomar, Baselga, Viñales, García & Sancho, 2019).

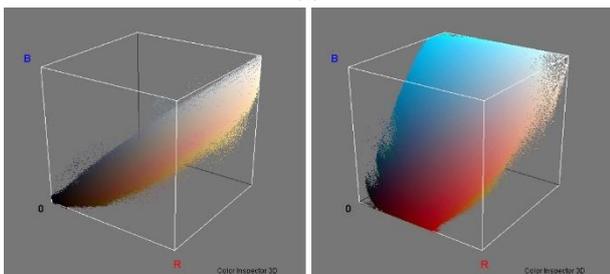
En nuestro caso tomamos como objeto de análisis los archivos de imagen de los modelos fotogramétricos (Fig. 11a), en formato JPG. Se seleccionaron los filtros de realce LRD (Fig. 11b), LWE y LAB; todos a una escala de intensidad de 12'5. Para su visualización, estos subproductos se volcaron sobre los modelos 3D con Blender.



(a)



(b)



(c)

(d)

Figura 11: Modelo 3D con textura realista (a) y con filtro LRD (b) acompañados por sus respectivos espacios de color (c y d).

4.4. Análisis de cambios morfológicos

Nos apoyamos en CloudCompare v. 2.11 (Girardeau-Montaut, 2015), software de procesamiento avanzado de datos 3D, para realizar un análisis morfométrico que nos permitiese detectar la aparición de cambios formales a lo largo de las secuencias registradas. Se trata de una aplicación de código abierto diseñada para administrar y comparar nubes de puntos de alta densidad y superficies de mallas. En la documentación geométrica del patrimonio, su cálculo de la desviación promedio entre dos modelos 3D se emplea con frecuencia como herramienta para el control de calidad de los registros (Rahaman & Champion, 2019; Gagliolo *et al.*, 2018; Grifoni *et al.*, 2018; Menna *et al.*, 2016). Este tratamiento de la información también ofrece un gran potencial analítico dentro del campo de la conservación, ya que permite monitorizar cambios formales. Encontramos ejemplos significativos de su uso en el seguimiento de ciertos procesos de deterioro, como los asociados a eflorescencias salinas (Pandey & Cather, 2015) y pérdidas matéricas, bien sobre arte rupestre (Ruiz *et al.*, 2016), arquitectura de tierra (Lercari, 2019) o metales arqueológicos (Fuentes, Díaz & Díaz, 2020).

En este proyecto se tomaron como modelos de estudio las mallas del segundo y último registro, capturados con seis meses de diferencia. Se partió del alineado y registro de ambos modelos, paso importante para evitar la aparición de falsos positivos. En este paso CloudCompare realiza un alineado rígido mediante el algoritmo Iterative Closest Point (ICP) (Rusinkiewicz & Levoy 2001:145–152). Finalmente, se ejecutó la herramienta Cloud to Mesh (C2M). Esta cuantifica la distancia entre los puntos de las dos mallas basándose en el algoritmo de distancia de Chamfer (Ruiz *et al.*, 2016:120).

Tras realizar el cálculo, se obtuvo un mapa de desviación de color con las diferencias geométricas encontradas (Fig. 12) y se incorporó una escala de valores o *Scalar Field* (SF) para mostrar los datos cuantitativos. La visualización de la leyenda fue configurada para detectar pérdidas matéricas que pudieran ser originadas por nuevas roturas o desprendimientos. Las áreas coincidentes aparecen representadas en color verde, mientras que los cambios significativos se destacan en azul y amarillo. Para su interpretación se fueron activando los modelos de referencia de forma alterna, lo que nos permitió estudiar los fenómenos registrados.

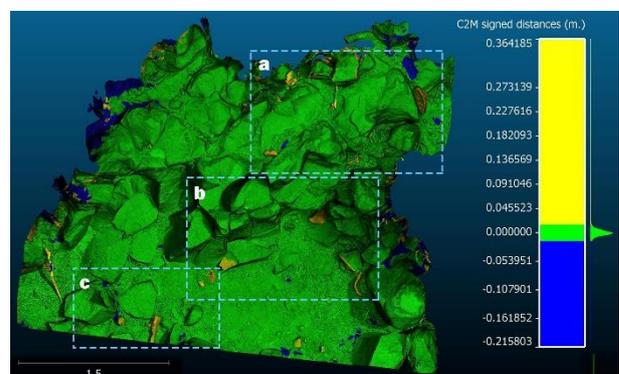


Figura 12: Representación de cambios volumétricos significativos entre dos registros tomados con seis meses de diferencia.

5. Estudio y análisis de los resultados

En lo referente a la revisión de la interpretación arqueológica de la estación y estructura de superficie dentro de su contexto inmediato, gracias al registro fotogramétrico general se pudo observar que la ubicación de ciertos bloques anexos a la unidad muraria que creíamos desplazados (N.º 24, 26 y 27), en realidad estaban situados en el trazado de los cimientos de una segunda estructura o cabaña. Por lo tanto, se trataría de otra construcción de superficie casi anexa y que le confiere cierta complejidad al conjunto de estación-estructura, cuyo estado de conservación actual es muy deficitario debido a la afección de una pista reciente que la corta en su lado sur (Fig. 13).

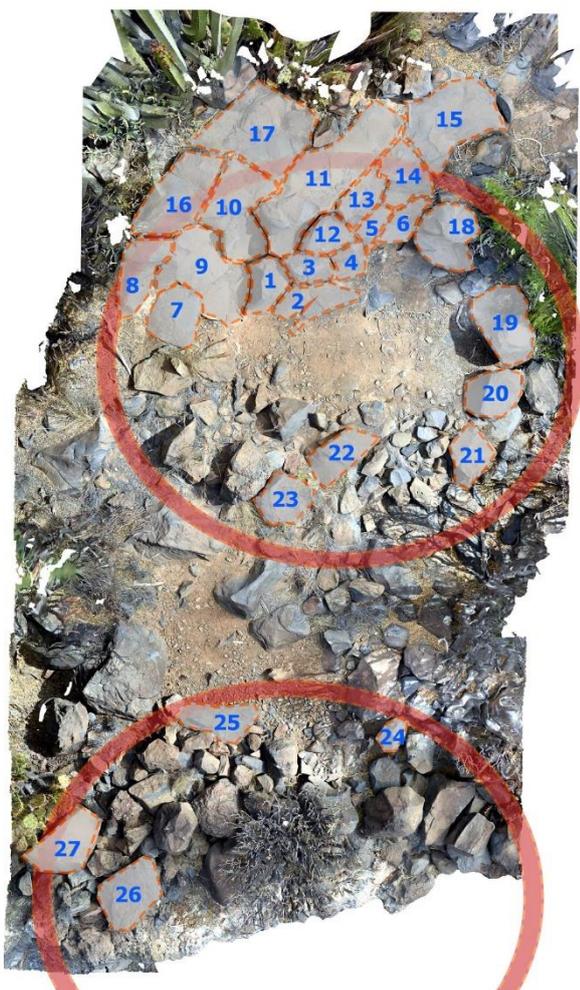


Figura 13: Delimitación de los cimientos de dos estructuras de superficie a modo de cabañas. La superior denominada como Casa del Samarín, y la inferior de reciente definición gracias a las técnicas fotogramétricas.

En cuanto a la caracterización de su estado de conservación, las fichas de registro destacan de forma clara las afecciones principales: erosiones y desprendimientos causan pérdidas matéricas, depósitos de polvo y costra biológica suponen un aporte de materia. Una pátina ferruginosa homogénea y de tonalidades rojizas afecta cromáticamente a toda la superficie original; además de grietas, fracturas y conjuntos de fisuras, que se relacionan con la rotura del material (Fig. 8).

Por su parte, los mapas de daños (Figs. 9 y 10) reflejan que, tanto las pérdidas matéricas (codificadas en naranja) como las roturas (en verde), afectan de forma acusada al afloramiento rocoso. Respecto al aporte de materia (azul), los depósitos sedimentarios se concentran en intersticios y roturas; mientras que las colonias de líquenes lo hacen sobre la superficie original, intersticios y zonas de penumbra; estos últimos menos expuestas a la acción desecante de la luz solar.

El uso de la herramienta DStretch como respaldo del registro patológico contribuye a destacar las excoiraciones modernas, de origen antrópico, y el elevado grado de afección por pérdidas matéricas (Figs. 11 y 14). También nos permite hacernos una idea de la temporalidad y antigüedad relativa de las mismas gracias a la intensificación de sus diferencias cromáticas. Así, las tonalidades rojizas se corresponden con la pátina ferruginosa de la superficie original. Las zonas que se resaltan en un azul intenso lo hacen con una matriz rocosa que aún mantiene las tonalidades negras características de este tipo de basaltos. Los tonos de menor intensidad y matices grisáceos señalan pérdidas más antiguas cuya superficie sufre un incipiente patinado por la oxidación de sus compuestos minerales.



(a)

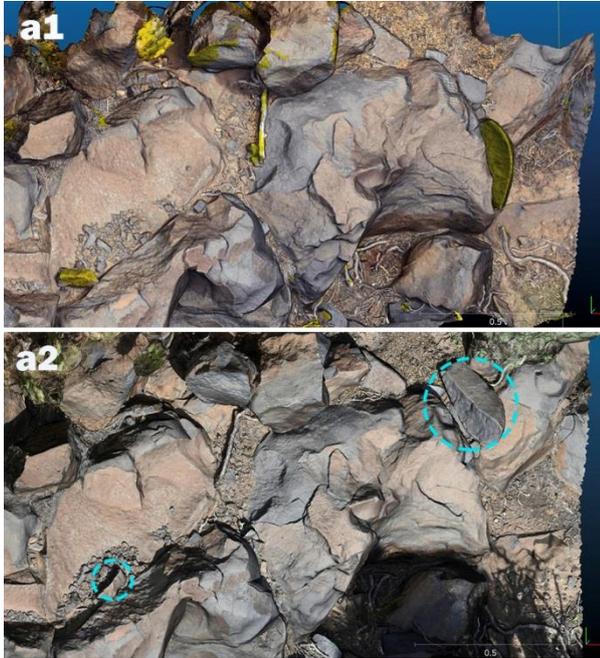


(b)

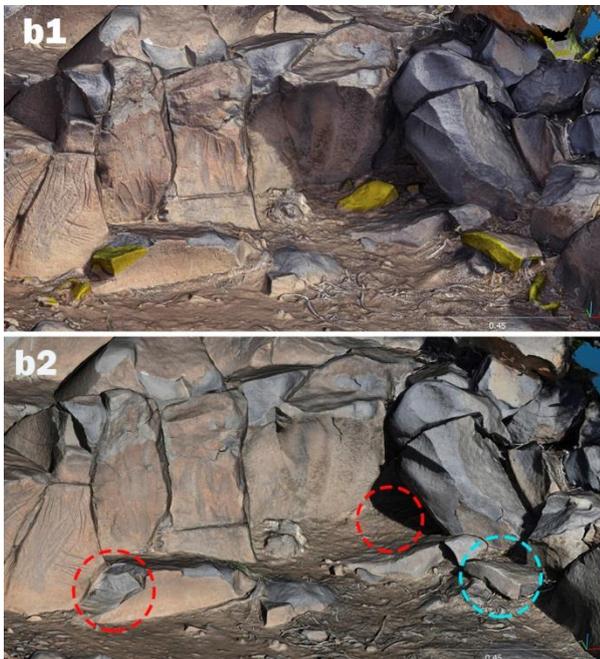
Figura 14: Modelos 3D con textura tratada en DStretch a una escala 12'5: a) el filtro LWE resalta abrasiones e incisiones con intensidades más claras; b) el filtro LAB ayuda a diferenciar la antigüedad relativa de los desprendimientos.

El análisis morfológico entre dos registros tomados con seis meses de diferencia ha permitido detectar un nuevo desprendimiento (Fig. 15a). Este había pasado desapercibido al seguimiento realizado a partir de la comparación de las fichas de descripción patológica y los registros fotográficos. Pese a suponer una pérdida matérica de tamaño considerable, aparecía asociada a una zona ya alterada, no resultando lo suficientemente evidente como para ser detectada mediante un control

visual. También nos encontramos con el desplazamiento generalizado de elementos exentos de tamaño medio, lo que evidencia su manipulación intencionada o un tránsito descuidado (Figs. 12 y 15) y puede derivar en su descontextualización o en la aparición de nuevas erosiones y fragmentaciones a causa de roces o golpes fortuitos.



(a)



(b)

Figura 15: Detalle de las diferencias morfológicas detectadas entre el 2º y 4º modelo fotogramétrico (Fig. 12): a1 y b1) registros iniciales con los cambios resaltados en amarillo; a2 y b2) registros finales con los desplazamientos y pérdidas de elementos señalados en azul y rojo.

Los análisis de concentración de sales en superficie presentan valores inocuos, por debajo de los 100 μS , lo que descarta su posible relación con el elevado índice de pérdidas matéricas. Las temperaturas mínimas del

municipio, que giran en torno a los 9,8 °C, descartan una causalidad relacionada con ciclos de hielo-deshielo. Sin embargo, su exposición directa a la luz solar, en un entorno con nubosidad baja, facilita el calentamiento de las superficies pétreas, que alcanzan temperaturas por encima de los 40°C.

Son varios los estudios que destacan el papel de las altas temperaturas en los fenómenos de desprendimientos sobre rocas basálticas al desencadenar procesos físicos de deterioro y acelerar reacciones químicas que afectan a los minerales de sílice (El-Gohary & Al-Shorman, 2010; Pye, 2001; Winkler, 1982). El deterioro físico viene condicionado por las características petrológicas del material constitutivo, ya que la fábrica planar de los basaltos le confiere una anisotropía estructural y tendencia a la exfoliación. Además, al tratarse de un núcleo natural, la estación rupestre se ve afectada por una serie de tensiones internas, originadas en el proceso de cristalización, que suelen reactivarse ante el impacto de condiciones ambientales inestables. El deterioro químico, perceptible en las alteraciones cromáticas de la superficie original, también puede verse favorecido por la incidencia negativa de los líquenes, cuyos procesos metabólicos producen sustancias que reaccionan químicamente con los minerales primarios, generando productos secundarios menos estables (Jones, Wilson & Tait, 1980).

6. Discusión

Los aportes de las técnicas de documentación geométrica y procesamiento de imágenes han permitido profundizar en el estudio de la Casa del Samarín desde múltiples perspectivas.

Rara vez se ha documentado un enclave arqueológico de superficie en el que se den dos tipologías fusionadas en una misma unidad de acogida. En la actualidad, ninguno de los yacimientos habitacionales definidos como cabañas en la isla de Tenerife presentan grabados rupestres aborígenes en los bloques de sus unidades murarias. Tampoco en los bloques *in situ* de los afloramientos rocosos a los que se adosan y de los que hacen uso a modo de arranque para los paramentos.

Hasta hace unas décadas, el conocimiento sobre la funcionalidad y las técnicas constructivas de las estructuras de superficie era parco, por lo que dificultaba la posibilidad de hacer análisis comparativos en profundidad (Alberto *et al.*, 2007; Marrero *et al.*, 2019; Vidal *et al.*, 2019). El enclave en cuestión, sin otro tipo de intervención que implique métodos de análisis funcional de los espacios interior y exterior, tampoco proporciona suficientes datos para inferir en otras actividades, más allá que la elaboración de grabados sobre la propia forma de la estructura. En los últimos años de investigación, se ha desarrollado una línea de trabajo sobre los modelos de asentamientos de superficie que ha acabado proponiendo nuevas categorías analíticas, como el referido al significado de poblado, así como el reconocimiento identitario de ciertas pautas sociales propias de grupos tribales (Galván *et al.*, 1999; Velasco, Hernández & Alberto, 1999; Hernández & Alberto, 2006; Chávez, *et al.*, 2007; Baucells, 2014). Bajo estas premisas se deberán realizar otros trabajos en el yacimiento que ahonden en su interpretación dentro del conjunto poblacional de Ifara y su significación como enclave paradigmático de la sociedad guanche.

Por otro lado, en cuanto a la documentación y diagnóstico de su estado de conservación, apoyarnos en la cumplimentación de fichas de registro patológico con un criterio de clasificación claro, ayudó al personal técnico a valorar el conjunto de posibles afecciones asociadas al material pétreo y facilitó el seguimiento de los registros secuenciales. En proyectos más complejos o con una temporalidad mayor, sería importante contemplar su exportación a una base de datos que optimice la gestión de la información.

La edición de mapas de daños en 3D evitaron vacíos de información presentes en las perspectivas acotadas de las planimetrías bidimensionales, lo que nos lleva a considerarlo una mejora metodológica a tener en cuenta en el registro de volumetrías complejas. Su navegabilidad también favorece un seguimiento más fluido de la problemática que se registra. El poder interactuar en campo con estos documentos y visualizar las categorías de información de forma aislada supondría otro avance metodológico de interés de cara a facilitar supervisiones *in situ*.

Por último, quisiéramos destacar las posibilidades que herramientas de análisis computacional de manejo no especializado, como DStretch o CloudCompare, ofrecen a la figura del conservador-restaurador, ya que contribuyen a evidenciar características formales relacionadas con aspectos conservativos que pueden pasar desapercibidas a simple vista.

Documentados y puestos de relieve los tipos de deterioro que afectan a este bien arqueológico, convendría atender en futuros proyectos a un seguimiento secuencial continuado y a un estudio petrológico que aporte una mayor comprensión sobre el comportamiento fisicoquímico del material.

7. Conclusiones

El protocolo llevado a cabo en cuanto a registro y documentación hicieron posible el análisis de la estación de grabados rupestres de Ifara desde el punto de vista arqueológico y conservativo.

En lo referente a su interpretación arqueológica, la documentación 3D de la estación dentro de su contexto arqueológico inmediato destacó aspectos formales que permitieron identificar una nueva estructura, mientras que el registro de los grabados permitió preservar la información contenida en ellos. La simple observación en detalle de cada uno de los bloques y la representación cenital a partir de la fotogrametría, han evidenciado que se trata de un conjunto de estructuras adosadas, más complejo en su articulación espacial que una simple casa aislada dentro de un poblado aborigen.

Referencias

- Álamo Torres, F., & Clavijo Redondo, M. A. (1996). Memoria de excavaciones arqueológicas en el Conjunto Los Morritos, Los Cristianos-Arona (Tenerife). Tenerife: Dirección General de Patrimonio Histórico, Viceconsejería de Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.
- Alberto Barroso, V., Hernández Gómez, C. M., Barro Rois, A., Borges Domínguez, E., Prieto Rodríguez, D., Dorta Barreiro, N., Gracia Ávila, J. C. (2007). Arqueología en el sur de Tenerife. El mito de los paraderos pastoriles. *Revista Tabona*, 15, 91–114.
- Baucells, S. (2014). El Pleito de los Naturales y la asimilación guanche: de la identidad étnica a la identidad de clase. *Revista de Historia Canaria*, 196, 139–159.

La excavación arqueológica sistematizada, tal y como se ha procedido en la evaluación de sus grabados rupestres, permitirá ahondar en la funcionalidad de este espacio tan emblemático para la arqueología del sur de Tenerife, y concretar la cronología en la que esta estructura de superficie sirvió como lugar para plasmar representaciones rupestres únicas en el contexto insular.

En cuanto al estado de conservación de esta peculiar estación de grabados, un seguimiento sistemático unido al análisis computacional de los registros geométricos nos ha permitido dar el primer paso para definir los problemas que afectan a su preservación. Las patologías documentadas evidencian procesos de deterioro activos y subrayan la necesidad de establecer medidas cautelares que lo estabilicen. Por un lado, minimizar el calentamiento superficial de las rocas, ya que propicia su fragmentación y el desprendimiento paulatino de las capas externas. Por otro, es recomendable contemplar el mantenimiento del sitio con limpiezas periódicas que eliminen la vegetación e inhiban el desarrollo de las costras biológicas, susceptibles de degradar los materiales constitutivos. Apoyados por un seguimiento documental, este mantenimiento también permitiría detectar y localizar fragmentos desprendidos y proceder a su recolocación por medio de materiales compatibles. Esto frenaría la pérdida de información científica y estética. Los numerosos grafitis e incisiones que afectan a la correcta lectura de los pictogramas originales también evidencian un sistema defensivo terciario deficiente y, por ende, la necesidad de trabajar en políticas patrimoniales más efectivas, fomentando la dimensión social del yacimiento.

Esperamos que la digitalización de los pictogramas contribuya a futuros estudios comparativos y que el alto grado de precisión alcanzado en la documentación geométrica sirva de base para poder ahondar en su análisis desde nuevas perspectivas, como podría ser el estudio de la superposición y temporalización de los trazos, al igual que se han realizado en otros grabados guanches del sur de la isla de Tenerife (Navarro & Cancel, 2019).

Agradecimientos

El presente proyecto ha sido financiado por la Fundación CajaCanarias a través de su Convocatoria de Ayudas a Proyectos de Conservación del Patrimonio Natural y Arqueológico 2017. Agradecemos al Ayuntamiento de Granadilla de Abona y al Cabildo Insular de Tenerife su colaboración. También las labores de georreferenciación por GNSS y asesoramiento de Sandra Cancel, técnico en Sistemas de Información Geográfica.

- Bea, M., & Angás, J. (2016). Geometric documentation and virtual restoration of the rock art removed in Aragón (Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 11, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.11.025>
- Bethencourt Alfonso, J. (1994). Etnografía guanchesca. Tradiciones aborígenes guanches. Colección Canarias Facsimil, 2. *Obras de Juan Bethencourt Alfonso (1847-1913), Volumen I (Agricultura, Ganadería, Peletería)*. La Laguna, España: Ed. Globo.
- Caldwell, D., & Botzjorns, U. (2014). An historic sign, possible Mesolithic menhir, DStretch, and problems in dating rock art to the Sauveterrian in the Massif de Fontainebleau. *Journal of Archaeological Science*, 42(1), 140–151. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.09.023>
- Cancel, S., & Álamo, M. C. (2019). Las aportaciones innovadoras del arqueólogo Fernando Álamo Torres. *BIC, Revista de Patrimonio de Tenerife*, 2, 46–50.
- Chávez, E., Pérez, F., Pérez, E., Soler, J., Goñi, A., & Tejera, A. (2007). Propuesta de categorización arqueológica de los yacimientos aborígenes de la comarca isorana (Tenerife). La historia en activo. *Actas de las I Jornadas "Prebendado Pacheco" de investigación histórica* (pp. 11–30). Tenerife, España.
- Díaz Fuentes, D. (2016). *Diseño de herramientas de evaluación del riesgo para la conservación del Patrimonio Cultural inmueble: Aplicación en dos casos de estudio del norte andino chileno*. Ciudad de México, Mexico: ENCRYM-INAH. Retrieved from <https://www.encyrm.edu.mx/Uploads/Publicaciones/PDF-39772.pdf>
- Diego Cuscoy, L. (2008). Los Guanches: vida y cultura del primitivo habitante de Tenerife. Edición y estudio introductorio de J. F. Navarro Mederos y M. A. Clavijo Redondo. La Laguna: Instituto de Estudios Canarios.
- Diego Cuscoy, L. (1979). *El conjunto ceremonial de Guargacho*. Tenerife: Publicaciones del Museo Arqueológico de Tenerife.
- Dorado, A. (2018). El análisis de imagen como aportación metodológica al estudio de las cerámicas pintadas de la Prehistoria reciente: casos de estudio desde el sudeste de la Península Ibérica. *Arqueología Iberoamericana*, S2, 9–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474189>.
- El-Gohary, M. A., & Al-Shorman, A. A. (2010). The impact of the climatic conditions on the decaying of jordanian basalt at umm geis: Exfoliation as a major deterioration symptom. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 10(1), 143–158.
- Evans, L., & Mourad, A.-L. (2018). DStretch® and Egyptian tomb paintings: A case study from Beni Hassan. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18, 78–84. <https://doi.org/10.1016/J.JASREP.2018.01.011>
- Fernández, J., Gutiérrez, G., Ruiz, M. Á., & Criado, M. (2017). 3D digital documentation and image enhancement integration into schematic rock art analysis and preservation: The Castrocontrigo Neolithic rock art (NW Spain). *Journal of Cultural Heritage*, 26, 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.01.008>
- Franco, B., Gisbert, J., Navarro, P., & Mateos, I. (2002). Deterioro de los materiales pétreos por sales: cinética del proceso, cartografía y métodos de extracción. In *Actas Del I Congreso Del GEIIC. Conservación del Patrimonio: evolución y nuevas perspectivas* (pp. 287–293). Valencia, España.
- Fuentes, A., Soto, O., & Martín, J. (2019). Análisis de imágenes digitales con DStretch como soporte a la restauración virtual de una pintura mural histórica en San Cristóbal de La Laguna. *Conservar Patrimonio*, 34, 35–49. <https://doi.org/10.14568/cp2018070>
- Fuentes, A., Díaz, M. D., & Díaz, E. M. (2020). 3D recording and point cloud analysis for detecting and tracking morphological deterioration in archaeological metals. *Innovation in Information Systems and Technologies to Support Learning Research* (pp. 362–367). https://doi.org/10.1007/978-3-030-36778-7_40
- Gagliolo, S., Ausonio, E., Federici, B., Ferrando, I., Passoni, D., & Sguerso, D. (2018). 3D cultural heritage documentation: A comparison between different photogrammetric software and their products. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(2), 347–354. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-347-2018>
- Galván, B., Hernández, C., Velasco, J., Alberto, V., Borges, E. & Larraz, A. (1999). *Orígenes de Buenavista del Norte. De los primeros pobladores a los inicios de la colonización europea*. Tenerife: Ayuntamiento de Buenavista del Norte.
- Gillespie, A. R., Kahle, A. B., & Walker, R. E. (1986). Color enhancement of highly correlated images. Decorrelation and HSI contrast stretches. *Remote Sensing of Environment*, 20(3), 209–235. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(86\)90044-1](https://doi.org/10.1016/0034-4257(86)90044-1)
- Girardeau-Montaut, D. (2015). CloudCompare: 3D point cloud and mesh processing software. Retrieved from <http://www.cloudcompare.org>

- Girish, V., & Vijayalakshmi, A. (2004). Affordable image analysis using NIH Image/ImageJ. *Indian Journal of Cancer*, 41(1), 47.
- Grifoni, E., Legnaioli, S., Nieri, P., Campanella, B., Lorenzetti, G., Pagnotta, S., & Palleschi, V. (2018). Construction and comparison of 3D multi-source multi-band models for cultural heritage applications. *Journal of Cultural Heritage*, 34, 261–267. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.04.014>
- Harman, J. (2008). Using decorrelation stretch to enhance rock art images. Retrieved May 4, 2020, from <http://www.dstretch.com/AlgorithmDescription.html>
- Hernández, C. M., & Alberto, V. (2006). Buscando la comunidad local. Espacios para la vida y la muerte en la prehistoria de Tenerife. *El pájar: cuaderno de Etnografía Canaria*, 21, 22–31.
- Hernández, L. & Santamarta, J. C. (2017). Propuesta de clasificación de la piedra natural volcánica. En *XIX Simposio de Centros Históricos y Patrimonio Cultural de Canarias* (pp.141–150). La Laguna, España.
- ICOMOS. (2011). Glosario ilustrado de formas de deterioro de la piedra [Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns]. *Monumentos y Sitios XV*, 1(1), 82.
- Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE) (Ed.). (2013). *Proyecto Coremans. Criterios de intervención en materiales pétreos [Coremans Project: Criteria for working in stone materials]*. Madrid, España: Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- Iturbe, A., Cachero, R., Cañal, D., & Martos, A. (2018). Virtual digitization of caves with parietal Paleolithic art from Bizkaia. Scientific analysis and dissemination through new visualization techniques. *Virtual Archaeology Review*, 9(18), 57–65. <https://doi.org/10.4995/var.2018.7579>
- Jones, D., Wilson, J., & Tait, J. (1980). Weathering of a Basalt by *Pertusaria Corallina*. *Lichenologist*, 12. <https://doi.org/10.1017/S002428298000028X>
- Le Quellec, J. L., Duquesnoy, F., & Defrasne, C. (2015). Digital image enhancement with DStretch®: Is complexity always necessary for efficiency? *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 2(2–3), 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2015.01.003>
- Lercari, N. (2019). Monitoring earthen archaeological heritage using multi-temporal terrestrial laser scanning and surface change detection. *Journal of Cultural Heritage*, 39, 152–165. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.04.005>
- López-Menchero Bendicho, V., Marchante Ortega, Á., Vincent, M., Cárdenas Martín-Buitrago, Á., & Onrubia Pintado, J. (2017). Combined use of digital nightlight photography and photogrammetry in the process of petroglyphs documentation: the case of Alcázar de San Juan (Ciudad Real, Spain). *Virtual Archaeology Review*, 8(17), 64–74. <https://doi.org/10.4995/var.2017.6820>
- Marante, C., Febles, V., Varela, P., & Mora, C. (1996). Los grabados rupestres de Montaña Ifara (Granadilla de Abona, Tenerife). *El Museo Canario*, 51, 11–28.
- Marrero Salas, E., Arnay de La Rosa, M., García Ávila, C., Criado Hernández, C., González Reimers, E., & Pou Hernández, S. (2019). ¿Qué es Chasogo? Un enclave excepcional en la alta montaña de Tenerife, Islas Canarias. In *X Jornadas de jóvenes en investigación arqueológica* (pp. 477–488). Burgos, España.
- Martín Rodríguez, E. (2005). La aplicación de las nuevas tecnologías al estudio de las manifestaciones rupestres. *Tabona*, 14, 117–148.
- Martín, E., Velasco, J., González, M.C., & Ramírez, M. (2007). Nuevas investigaciones en torno a los grabados rupestres del barranco de Balos (Agüimes, Gran Canaria). *Tabona*, 16, 193–218.
- Mederos, A., Escribano, G., Martín, M., Rodríguez, A., (2006). Prospección arqueológica del litoral del sur de la isla de Tenerife: Granadilla, San Miguel de Abona y Arona. *Eres Arqueología-Antropología*, 14, 39–56.
- Menna, F., Nocerino, E., Remondino, F., Dellepiane, M., Callieri, M., & Scopigno, R. (2016). 3D digitization of an heritage masterpiece-a critical analysis on quality assessment. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLI-B5* (pp.675–683). <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B5-675-2016>
- Navarro, J. F., & Arco Aguilar, C. (1987). *Los aborígenes*. Santa Cruz de Tenerife: Centro de Cultura Popular Canaria.
- Navarro, J. F., & Álamo, F. (1989-1993). *Inventario del Patrimonio Arqueológico de las Canarias Occidentales* (municipios de Tegueste, S/C de Tenerife, S.Cristóbal de La Laguna, Granadilla de Abona, S.Miguel de Abona, Arona, Adeje, Breña Baja y Breña Alta). 30 tomos. La Laguna, Tenerife: Universidad de La Laguna.

- Navarro, J. F., Hernández, C. M., & Álamo, F. (2002). Las manifestaciones rupestres del sur de Tenerife: Una aproximación desde la arqueología espacial. I Simposio Manifestaciones Rupestres Canarias-Norte de África. *Faykag, Número Extraordinario Otoño*, pp. 231–257.
- Navarro, J. F. (2010). *Carta Arqueológica de Granadilla de Abona (ArqueoGranadilla). Fase 1 y 2*. Fundación Empresa-Universidad de La Laguna.
- Navarro, J. F., & Cancel, S. J. (2019). Cronología relativa en grabados rupestres de Arona (Tenerife, Islas Canarias). *Anuario de Estudios Atlánticos*, 66 (066-007), 1–19. <https://doi.org/10.36980/10540.9909>
- Palomar-Vazquez, J., Baselga, S., Viñals-Blasco, M. J., García-Sales, C., & Sancho-Espinós, I. (2017). Application of a combination of digital image processing and 3D visualization of graffiti in heritage conservation. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 12. <https://doi.org/10.1038/cdd.2017.130>
- Pandey, S. C., & Cather, S. (2015). Close-range 3D imaging for documenting and monitoring dynamic deterioration processes in wall paintings. *ICOM CIDOC 2015: Documenting Diversity – Collections, Catalogues & Context. Nueva Delhi, India*.
- Pérez Camaño, F. (2019). Más allá de la cueva: La importancia de la cabaña en el hábitat guanche. *BIC, Revista de Patrimonio de Tenerife*, 2, 30–33.
- Pye, E., (2001). *Caring for the Past: Issues in Conservation for Archaeology and Museums*. Londres; Reino Unido: James & James.
- Rahaman, H., & Champion, E. (2019). To 3D or not 3D: Choosing a photogrammetry workflow for cultural heritage groups. *Heritage*, 2(3), 1835–1851. <https://doi.org/10.3390/heritage2030112>
- Rodríguez, E., Pastor, S. C., & Casals, J. R. (2019). Lost colours: Photogrammetry, image analysis using the DStretch plugin, and 3-D modelling of post-firing painted pottery from the south west Iberian Peninsula. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00093>
- Rogério, M. Á. (2013). Experiencias en la documentación de pintura rupestre utilizando técnicas de análisis de imagen: avances hacia el establecimiento de protocolos de documentación no invasivos. *Cuadernos de Arte Rupestre*, 6, 53–67.
- Ruiz, J. F., Sebastián, M., Quesada, E., Pereira, J., Maguregui, M., Fernández, S., & Dólera, A. (2016). *4D Arte Rupestre*. Murcia, España: Dirección General de Bienes Culturales, Servicio de Patrimonio Histórico de la Región de Murcia.
- Rusinkiewicz, S., & Levoy, M. (2001). Efficient variants of the ICP algorithm. *Proceedings of International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling, 3DIM*, 145–152. <https://doi.org/10.1109/IM.2001.924423>
- Senén, I.; Cuenca, J. (2016). Acciones de conservación y de restauración en el marco del proyecto de musealización del “Lomo de los Letreros”, Barranco de Balos. Agüimes, Gran Canaria. *XXI Coloquio de Historia Canario-Americana (2014)*, XXI-082, 1–10. Retrieved from <https://mdc.ulpgc.es/cdm/ref/collection/coloquios/id/2350>
- Tejera Gaspar, A. (1992). La investigación arqueológica en las Canarias. *Almogaren*, 23, 77–84.
- Velasco, J., Hernández, C. M. & Alberto, V. (1999). Consideraciones en torno a los sistemas productivos de las sociedades prehistóricas canarias: los modelos de Tenerife y Gran Canaria. *Vegueta*, 4: 33–56.
- Vidal, P., Alberto, V., Marrero, E., García, J. C., Pou, S., & Armay, M. (2019). Vitrified wood charcoal and burnt bones from the Pre-Hispanic site of Chasogo (Tenerife, Canary Islands, Spain). *Journal of Archaeological Science Report*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.102005>
- Winkler, E. M. (1982). Problems in the deterioration of stone. *Conservation of Historic Stone Buildings and Monuments* (pp. 108–119). Washington D.C., USA: National Academy Press.