

# Torre almenara del Rocadillo (Carteia, San Roque). Una nueva perspectiva

Ángel J. Sáez Rodríguez,<sup>1</sup> Abel Martín-Bejarano Sánchez<sup>2</sup> y Jorge Pérez Fresquet<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IECG

<sup>2</sup> La Sibila, SL

<sup>3</sup> Colectivo Fotográfico del Sur

## RESUMEN

La torre del Rocadillo es una de las tres almenaras o torres de vigía del entorno de la bahía de Algeciras que se construyeron al finalizar el siglo XVI con planta cuadrada, a pesar de que las instrucciones emanadas del Consejo de Guerra de Felipe II las requería troncocónicas. Se mantiene en un excelente estado de conservación dentro del complejo arqueológico de Carteia. En 2021 se han desarrollado trabajos para su restitución fotogramétrica y la recreación de un modelo tridimensional con un alto nivel de precisión, de cuyo proceso técnico se da cuenta en estas páginas.

**Palabras clave:** hospital, Caridad, Algeciras

## ABSTRACT

The Rocadillo tower is one of the three beacons or watchtowers in the Bay of Algeciras that were built at the end of the 16th century with a square ground plan, despite the fact that the instructions issued by the Council of War of Philip II required them to be shaped like a truncated cone. It remains in an excellent state of conservation within the archaeological complex of Carteia. In 2021, work was carried out for its photogrammetric restitution and the recreation of a three-dimensional model with a high level of precision, the technical process of which is described in these pages.

**Keywords:** torre almenara, torre de vigía, Carteia, fotogrametría, modelo tridimensional

## 1. INTRODUCCIÓN A LAS TORRES DE ALMENARA

Corrían las décadas finales del siglo XVI, en tiempos de la casa de Austria, cuando Felipe II hizo que las costas de España se poblaran de atalayas para prevenirlas de ataques enemigos. El hijo del emperador Carlos, que ceñía las coronas de los reinos de Portugal y de España, acumulaba en sus manos el mayor poder que ningún hombre hubiese ostentado jamás. Y atraía, a su vez, la enemistad de numerosos pueblos, celosos unos de su propia independencia y temerosos otros de la hegemonía hispano-lusa, por entonces intensamente vinculada al catolicismo. Las órdenes del rey *Piadoso* comenzaron a plasmarse con la erección de algunas torres en las costas de Cádiz y Huelva hacia 1585-1588, mediante la intervención de Luis Bravo

de Laguna, Juan Pedro Libadote y Giliberto de Bedoya (Mora Figueroa, 1981: 111-113).

A la bahía de Algeciras se asomaba, por entonces, una sola ciudad, Gibraltar, origen histórico de San Roque y heredera de los términos que habían conformado la Algeciras medieval, arrasada en el siglo XIV. Y esta, a su vez, había recibido el testigo de Carteia como entidad administrativa relevante de la zona.

A las villas fortificadas que se asomaban al estrecho de Gibraltar vinieron a sumarse, a partir de 1585, las citadas atalayas como vigilantes del brazo de mar que separaba el sur de la cristiandad de Berbería. Tales torres de vigía eran conocidas como almenaras o torres de almenara o de avisos, ya que esta era su finalidad esencial: vigilar el Estrecho, identificar embarcaciones enemigas y dar aviso de su aproximación para que las gentes y los rebaños del territorio se pusieran a buen

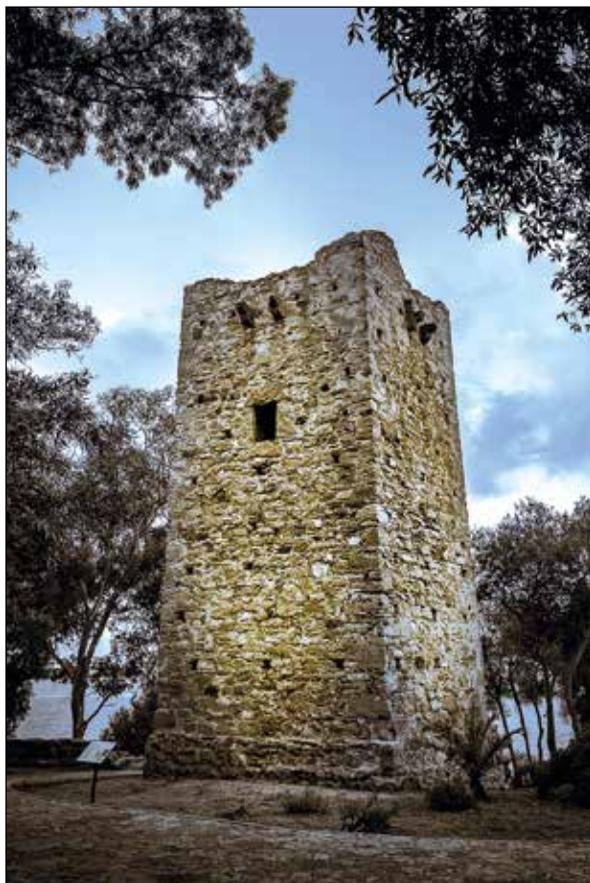


Lámina 1. La torre del Rocardillo desde el Norte, donde se localiza la puerta-ventana orientada a tierra. Imagen de Jorge Pérez Fresquet. JPF-IMG\_5607-09 de octubre de 2021

recaudo. Tal era el interés de Felipe II y de su Consejo de Guerra, preocupados por salvaguardar la vida y la hacienda de sus súbditos. Flandes estaba en guerra, el pirata ennoblecido Francis Drake saqueaba Cádiz y las fustas argelinas asolaban el Mediterráneo. Eran tiempos aciagos para el pueblo llano, sometido al rey y sus señores, víctima, al fin, tanto de los impuestos estatales como de la actuación de sus enemigos políticos. Era, también, una época de esplendor cultural, cuando Cervantes publicaba *La Galatea*, Lope de Vega emprendía su carrera literaria y El Greco remataba su *Entierro del conde de Orgaz*. Pero nada de eso llenaba los estómagos de la gente del común, dedicada en estas tierras del sur al pastoreo, algo a la agricultura y a un poco de pesca y, finalmente, los menos, al comercio.

Pero todo ello, siendo la vida difícil y poco dada a lujos a este lado del Estrecho, era contemplado con apetencia desde Berbería. Las costas del Magreb, reseca y azotadas por las guerras y la pobreza, miraban con deseos la imaginada abundancia de sus vecinos del norte. De ahí y del recuerdo del paraíso perdido de al-Ándalus nació el curso berberisco, que sembró de desolación los litorales andaluz, levantino, sardo, siciliano y calabrés. Por eso se construían torres de vigía.



Lámina 2. Situación de la torre del Rocardillo —conjunto arqueológico de Carteia, San Roque, Cádiz—, con el Sur en la parte superior. A la izquierda, el peñón de Gibraltar; a la derecha, el puerto de Algeciras. Imagen de La Sibila SL

## 2. UNA TORRE EN LA DESEMBOCADURA DEL GUADARRANQUE

La torre vigía que se sustenta sobre la muralla romana y un baluarte púnico de Carteia fue siempre conocida como del Rocardillo, aunque a veces se la citase como torre del Gallo, por la punta de este nombre situada inmediatamente al norte de su emplazamiento. El Rocardillo era el nombre del cortijo situado en sus inmediaciones, a quien debió prestar la torre su denominación, ya que la almenara ya figura así denominada en 1588.

En sus incursiones desde la cercana costa africana, los corsarios berberiscos gustaban de refugiarse en calas resguardadas al acecho de sus presas, cualquier embarcación comercial que navegase de cabotaje. Asimismo, acostumbraban a hacer sus aguadas en los cursos fluviales de la zona e incluso desembarcaban para robar animales o llevarse su botín máspreciado, seres humanos, con los que traficar en los baños de Argel. Así expresaba el peligro Luis Bravo de Acuña en 1627: “[...] Entre una torre que llaman el Rocardillo, y el puesto del diezmo en la baya, puede desembarcar el enemigo [...]” (Bravo de Acuña, 1611: 54).

En consecuencia, una torre que vigilase la boca del Guadarranque y sus playas inmediatas y que, a la vez, hiciese correr las señales de aviso entre la torre de Entrerríos —junto al río Palmones— y la plaza fuerte de Gibraltar, estaba sobradamente justificada.

Cuando las embarcaciones ligeras de piratas o corsarios —e incluso las más esporádicas pero peligrosísimas flotas turcas, inglesas u holandesas— eran descubiertas por los torreros que divisaban el entorno desde los terrados de las almenaras, emitían señales de fuego o humo que se transmitían de torre en torre hasta que, al llegar a la ciudad más cercana —Estepona, Gibraltar, Tarifa, Conil— se organizaban expediciones de paisanos armados que acudían a repeler la agresión. Esta era una tarea desempeñada por los vecinos varones, de adolescentes a ancianos, que vivían organizados en cuadrillas y entrenaban periódicamente tácticas guerreras, acudiendo con sus propias

armas. Eran poblaciones sin soldados, salvo contadas excepciones de reducidas dotaciones bajo el mando de los alcaides de los castillos. En ellas, por tanto, el vecindario desempeñaba las labores de la defensa. Típicos personajes de frontera, como lo habían sido sus ancestros desde siglos atrás.

De la paciente tarea de los torreros proviene el dicho, cuando todo estaba en calma, de no haber “moros en la costa”. Pero, cuando había “moros en la costa”, las ciudades se ponían en pie de guerra. A veces con sigilo y otras con algarabía. Dependía de los casos. De manera sigilosa si se trataba de salir de las murallas, peones y jinetes, para emboscar a los asaltantes desembarcados y hacerlos caer en su propia trampa. Se trataba nada menos que de tomar por sorpresa a los corsarios para capturarlos. Cazar al cazador sin dañarlo en exceso. Porque, al igual que los berberiscos pretendían, los cristianísimos súbditos del rey español harían pingüe negocio vendiéndolos como esclavos. Aunque esta parte de la historia siempre se ha contado menos

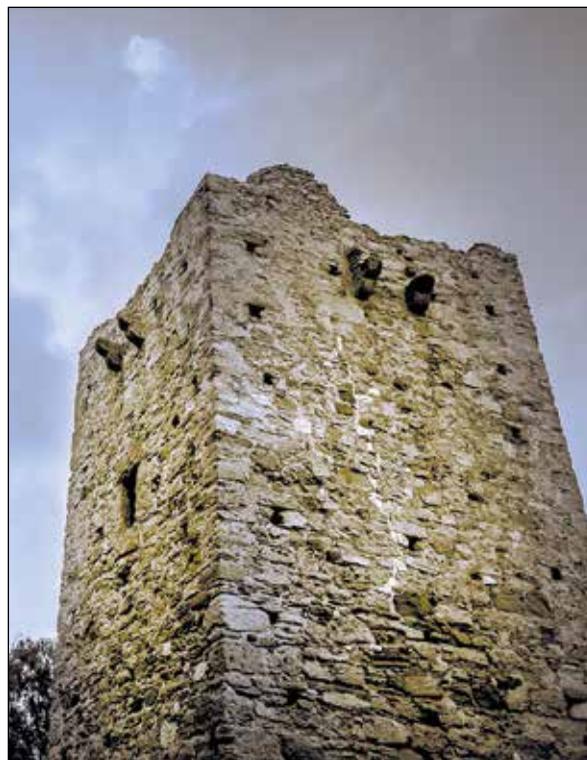


Lámina 3. La torre del Rocardillo desde el Noroeste. Se aprecian las ménsulas que sostenían las ladroneras, una de ellas sobre la vertical de la puerta-ventana. Imagen de Jorge Pérez Fresquet. JPF-IMG\_5611-09 de octubre de 2021

que la otra. No en vano la captura de uno de aquellos salteadores de los mares era el mayor beneficio a que pudiese aspirar cualquiera de los integrantes de la partida ciudadana que acudía a combatirlos. Si no se preveía esta circunstancia, la señal que llegaba por medio de las almenaras daba lugar al rebato, el toque de las campanas del lugar para congregarse a la milicia armada y disponer tanto la defensa de las murallas —por si se trataba de una argucia de los piratas para atacar la población— como la salida de parte de sus efectivos para rechazar la cabalgada o razia.

### 3. LA TORRE DEL ROCADILLO

Nuestra torre es cuadrangular por pura tradición de los albañiles campogibaltareños, ya que debía haber sido redonda, como por entonces se decía. O, más exactamente, troncocónica, que era la manera moderna de hacer las almenaras a finales del siglo XVI. Así lo estipulaban las instrucciones emitidas por el real Consejo de Guerra al respecto. No obstante, se hizo cuadrada, como sus hermanas del Palmones —conocida como torre de Entre Ríos, por levantarse entre el Guadarranque y el Palmones— y del Fraile o de los Canutos, más allá de Algeciras.

La razón por la que se hayan fabricado cuadrangulares estas torres ordenadas por el rey, cuando otras contemporáneas y tan cercanas como la de Guadalmequí o la de la isla de Tarifa eran troncocónicas, sigue sin desvelarse más de cuatro siglos después de su construcción. Sobre todo, sabiendo que los ingenieros reales insistían en que “se labrasen redondas y no cuadradas por ser más fáciles de defender”. Pero en la bahía de Algeciras gustaba la fábrica cuadrada, como era la poderosa y ya antigua por entonces de las Cuatro Esquinas o de Punta Carnero, en el cabo de su nombre. De esta ya no quedan más que algunos vestigios, al ser volada en la guerra civil española.

De hecho, esta planta cuadrangular, su zapata de cimentación, las soluciones defensivas de arraigo medieval como las ladroneras de su terrado y la existencia de otras almenaras islámicas en la zona llevaron a algunos autores a considerarla hispano-musulmana y a confundirla con el Castellón o Torre Cartagena (Madoz, 1868;

Valverde, 1849: 76; Luna, 1944: 322), nombre este último que, por error, se le ha asignado a veces.

Antes de que triunfase el modelo de torre troncocónica, existió un intenso debate entre los ingenieros militares al servicio de la Corona acerca de la forma que habían de adoptar. Se impuso la postura sostenida por Cristóbal de Rojas, ingeniero real y experto constructor de almenaras, que expuso su preferencia en el diseño de la torre de San Sebastián de Cádiz. Sobre ella escribió que: “Es redonda, lo qual tengo por mejor, y que asi fuesen todas” (A.G.S., M.T., Leg. 786, 1613: 400 y ss) si bien todavía se decantaba por una torre de paredes verticales y no ataludadas, como acabó imponiéndose. Así fue como se generalizó desde finales del siglo XVI en las costas mediterráneas, siendo el diseño de las trazadas en 1765 por José de Crane para la costa del Reino de Granada, como por ejemplo la Torre de los Diablos de Almuñécar. Fue también el que se siguió aplicando, todavía a comienzos del siglo XIX, a las últimas almenaras construidas en tierras andaluzas, como fue el caso de la torre Nueva del Palmar, en el término de Vejer de la Frontera, y la torre de Meca o de la Breña, en el de Barbate.

Eran construcciones muy simples, de las que la torre que nos ocupa podría ser un arquetipo de las pequeñas o de una sola estancia, con la salvedad del referido diseño cuadrado: edificio de mampostería de piedra arenisca, con las esquinas conformadas parcialmente por sillares, que también encuadran sus vanos exteriores, si bien estos están tallados en calcarenita —al igual que el dintel del hueco que da paso a la escalera y el de la chimenea—; cuerpo inferior, hasta el suelo de la habitación, macizo; puerta-ventana orientada a tierra y ventanuco en la fachada opuesta, orientada al mar; estancia cubierta por bóveda vaída de ladrillo, con una chimenea; escalera helicoidal que la comunica con la azotea, en la que desemboca mediante garita de cubierta abovedada; peldaños monolíticos, que incluyen un tramo del eje en torno al que se articulan formando la escalera; pretil corrido en la azotea, sin almenaje, solo interrumpido por el parapeto de las ladroneras —situada una en el centro de cada frente—, apoyadas en dos ménsulas labradas. Hasta su restauración en

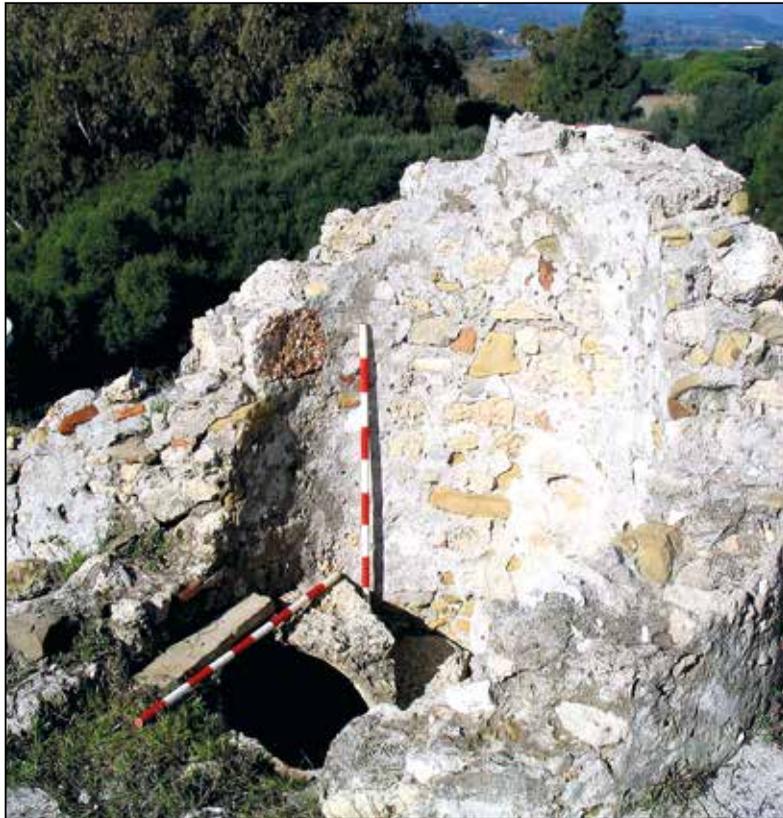


Lámina 4. Restos de la garita del terrado de la torre. Imagen de Ángel Sáez. 2006



Lámina 5. Los peldaños que perduran en la escalera de caracol. Se han perdido cinco. Imagen de Ángel Sáez. 2006

2006, se apreciaba una excavación realizada en el piso del ángulo oeste de la habitación de 65 cm de profundidad, así como restos del enlucido interior general.

Algunas de las almenaras más grandes fueron dotadas de cañones para convertirlas de simples atalayas en plataformas artilleras, aunque la iniciativa tuvo poco éxito. Incluso redundó negativamente, dado que los piratas, que nunca las contemplaron como objetivos atractivos por la escasa ganancia que podrían obtener frente a los riesgos que comportaba la toma al asalto de una torre, cambiaron su perspectiva al poder capturar un cañón, balas y pólvora.

#### 4. UN ANCESTRAL SISTEMA DE VIGILANCIA

Torres de vigilancia hubo centenares en la España antigua y medieval, tanto costeras

como interiores. Su verdadera característica diferenciadora no era el erigirse en el litoral, sino en las líneas fronterizas, coincidiesen estas con rayas marítimas, fluviales o montañosas.

En las costas del Estrecho, el moderno sistema de alerta impulsado por la monarquía de Felipe II se solapó con otro originado en la Edad Media, que conservaba numerosos vestigios en la costa malagueña y, quizás, alguno en la gaditana —torre de la Peña, en Tarifa; torre de los Tarfes, en Gibraltar—.

En las torres solía haber tres guardas. Uno de ellos había de estar permanentemente vigilando, mientras que los otros dos recorrían a pie la mitad de la distancia que los separaba de las siguientes torres inmediatas, hasta encontrarse con los torreros que venían desde ellas, dándose las novedades y retornando entonces, cada cual, a su punto de origen. Cuando la distancia era considerable o el terreno difícil, esta función



Lámina 6. La torre desde el Sudeste, con la muralla romana en primer término. Imagen de Jorge Pérez Fresquet. IMG\_5598-09 de octubre de 2021



Lámina 7. La torre desde el Sudoeste, donde se identifica la pequeña ventana de su estancia, orientada al mar. Imagen de Jorge Pérez Fresquet. JPF-IMG\_5585-09 de octubre de 2021



Lámina 8. Retirada de un acebuche del terrado de la torre. Imagen de Ángel Sáez. 2006

la desempeñaban guardas a caballo, conocidos como atajadores.

La amenaza turca o berberisca se anunciaba con humaredas de día y llamaradas de noche, propagándose de torre en torre hasta la ciudad en la que los vecinos eran convocados a rebato, como se ha explicado.

Anunciada la presencia de berberiscos o turcos en las inmediaciones, los torreros se refugiaban en las atalayas hasta que pasase el peligro. En la torre del Rocadillo se recogía la escalera para que nadie pudiera acceder a su puerta-ventana, situada a siete metros de altura. Se cerraba la puerta de madera de quejigo reforzada con hierro, que quedaba atrancada desde dentro. Los guardas se apostaban en el terrado, protegidos por el pretil y encomendándose al cielo para que la cabalgada berberisca no los tomase como objetivo. Y tenían siempre preparada suficiente provisión de pedruscos que lanzar por las ladroneras si el enemigo se acercaba al pie de la torre.

Los atajadores de la zona, que habían de aportar su propio caballo y, en consecuencia, percibían un salario más elevado que los simples torreros eran, en 1583, tres entre Getares y Punta Carnero, dos en Torre Almirante, otros dos

entre el Palmones y el Guadarranque, dos en la Punta del Rocadillo y tres en Torre Carbonera (A.R.Ch.G., Leg. 145-2 y 147-1, citado en Vázquez, 1912: 1). En 1616, la costa de Andalucía precisaba cinco requeridores —dos en el litoral onubense y tres en el gaditano—, un veedor, un pagador y un superintendente (A.G.S., M.T., Leg. 819, 1616 citado en Aparici: 441-441), siendo todos ellos personal de este sistema de vigilancia.

## 5. UNA NUEVA PERSPECTIVA

Como parte del trabajo de documentación del estado actual de la torre del Rocadillo, se realizan en septiembre de 2021 una serie de registros digitales mediante captura de imágenes con la finalidad de generar una documentación de la estructura mediante técnicas fotogramétricas. Esta consiste en la generación de un modelo tridimensional con un alto nivel de precisión sobre las características físicas de la torre.

En el caso de la torre del Rocadillo, se han generado sendos modelos. El primero correspondiente al exterior de la estructura y un segundo modelo de la cámara o interior de la estructura.

En el proceso para la obtención de este modelo fotogramétrico tridimensional,



Lámina 9. Vista aérea capturada desde dron para la generación del modelo fotogramétrico. Imagen de La Sibila S.L.

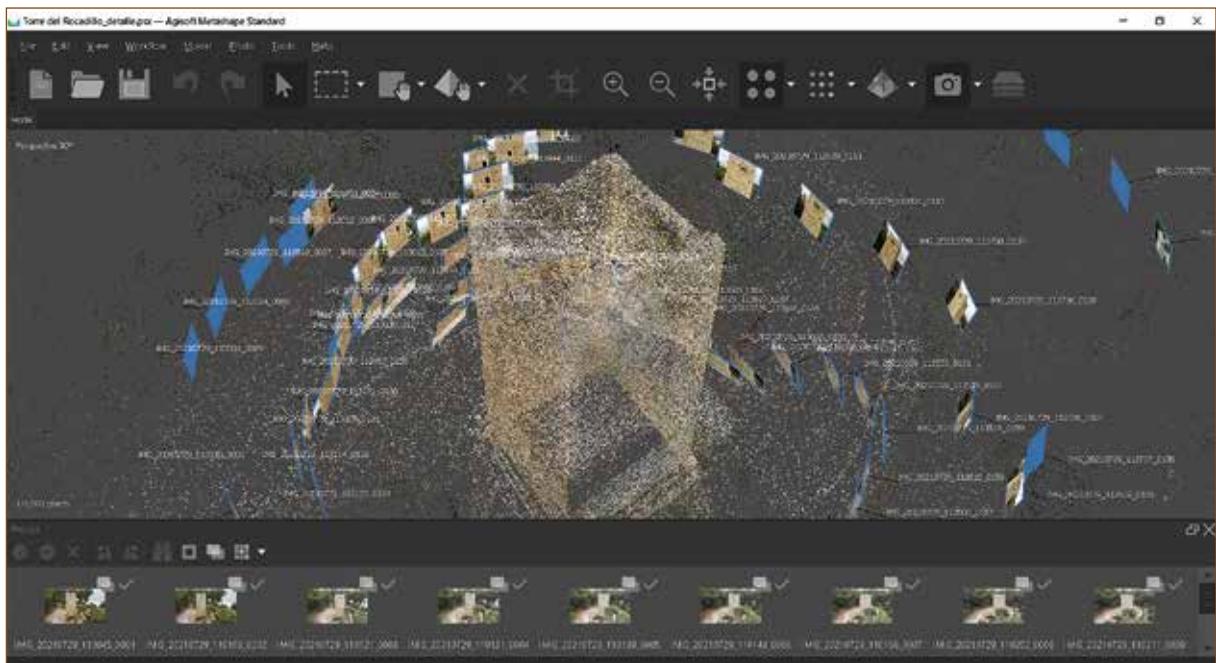


Lámina 10. Nube de puntos del modelo fotogramétrico, donde pueden distinguirse las posiciones relativas de las capturas fotográficas realizadas mediante dron. Imagen de La Sibila S.L.

intervienen tres aspectos fundamentales: las imágenes o capturas fotográficas como fuente de información; el procesado de esa información mediante el software para la generación del modelo fotogramétrico; y la exportación del propio modelo para la visualización de los resultados y toma de datos.

## 6. CAPTURA Y REVELADO DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS

En el caso que nos ocupa, y tal y como mencionábamos anteriormente, el registro fotogramétrico de la torre del Rocallo ha consistido en dos sesiones de captura de imágenes, sirviéndonos en cada caso de distintas

técnicas que tradicionalmente se agrupan en fotogrametría aérea y fotogrametría terrestre. Estos conceptos hacen referencia a los medios y, consecuentemente, a las técnicas empleadas en el proceso de capturas de imágenes.

En el caso del exterior de la almenara, la técnica empleada ha sido la de fotogrametría aérea mediante el uso de un RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) comúnmente conocido como dron, equipado con cámara digital y mediante el cual se realizaron un total de 185 capturas en formato RAW (cr2) a resolución UHD (4000x3000 píxeles) siguiendo un esquema de vuelo de órbita ascendente en altura respecto al volumen exterior de la torre.

Hay que aclarar que, en la generación de modelos fotogramétricos, es necesario seguir ciertas tácticas o procedimientos que garanticen que se dé un estereopar entre cada imagen capturada y la siguiente, de manera que se garantice un solapamiento mínimo del 60% en cuanto a la superficie del objeto capturada entre ellas. Esto va a permitir al software de procesamiento encontrar una serie de puntos en común entre las imágenes e ir ubicando una serie de puntos en el espacio a medida que realizamos un movimiento o desplazamiento en relación al objeto. La suma de estos puntos, obtenidos a partir de una cantidad de imágenes analizadas van a configurar, como veremos más adelante, una nube de puntos que, dada la ubicación de cada uno ellos en el espacio, forman un volumen tridimensional de precisión milimétrica.

Siguiendo con el proceso de captura de imágenes, se realizó una segunda sesión para la documentación del interior o cámara de la torre. En este caso siguiendo las pautas de fotogrametría terrestre mediante el uso de una cámara réflex digital Canon EOS 400D. En este caso, se realizaron un total de 380 fotografías también en formato RAW (3888x2592 píxeles) siguiendo una estrategia de captura de barridos en altura desde la posición opuesta al encuadre de cada toma. Para amortiguar los grandes contrastes de iluminación se optó, dadas las dificultades para utilizar un equipo de iluminación en el interior de la almenara, por utilizar flash para homogeneizar la iluminación en las capturas.



Lámina 11. Ventana-puerta desde el interior de la torre. Imagen de La Sibila S.L.

Como parte fundamental del proceso de revelado, en ambos casos se utilizó un Color Checker SpyderCHECKR 24 que permite hacer un ajuste automático de los colores obteniendo valores reales de los mismos y corrigiendo desviaciones de balance de blancos, etc.

Posteriormente, las imágenes en formato RAW son reveladas digitalmente permitiendo, en el caso de que las condiciones de iluminación hayan sido desfavorables, ajustar sombras y realces para obtener superficies con valores igualados en cuanto a iluminación.

## 7. PROCESADO DE INFORMACIÓN Y GENERACIÓN DE MODELO FOTOGAMÉTRICO

Una vez realizado el proceso de captura y revelado de imágenes, estas son agregadas al software de fotogrametría para la generación del modelo fotogramétrico. En ese proceso, el software utilizado es *Agisoft Metashape* en su versión de licencia standard.

En ambos casos, el proceso es muy similar, siguiendo una serie de pasos o procesos que van a culminar con la generación del modelo. En primero de estos pasos es la alineación de imágenes en la que se realiza una estimación de la información susceptible de ser extraída de las imágenes y donde la estrategia de captura

seguida en la fase anterior es crucial, ya que viene determinado por el correcto seguimiento del estereopar o solapamiento entre las imágenes, cuestión fundamental para obtener la correcta alineación de las imágenes.

La correcta alineación de imágenes va a darnos uno de los resultados provisionales que

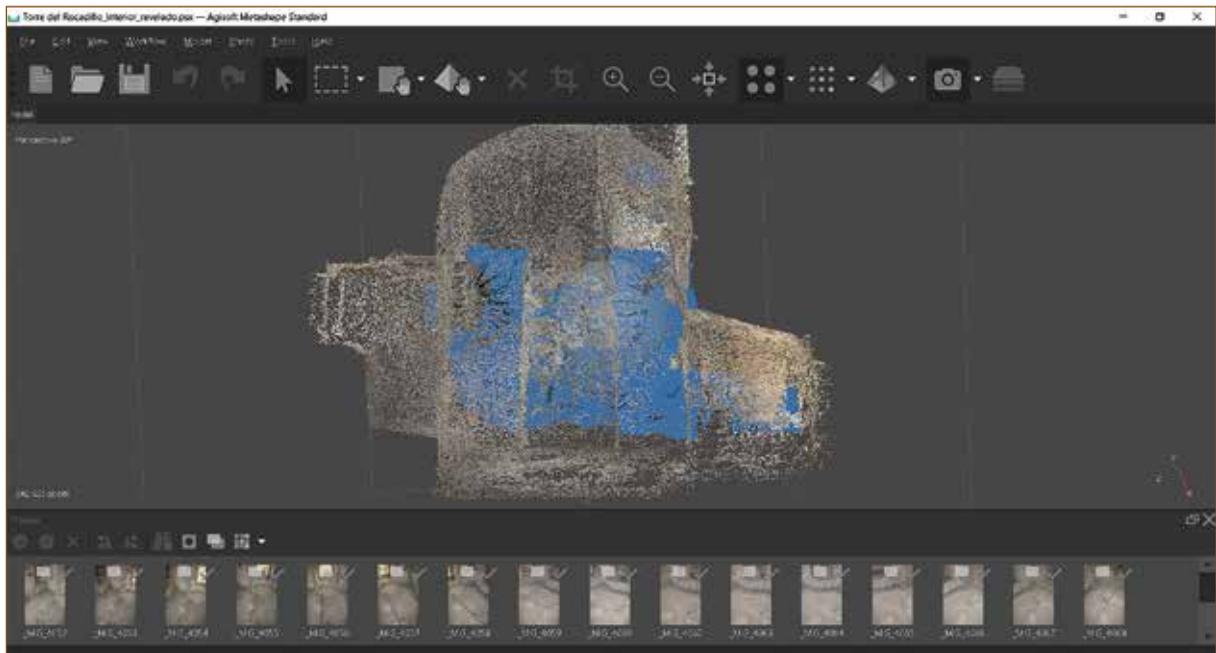


Lámina 12. Creación de nube de puntos y ubicación de las capturas tras el proceso de alineación de imágenes  
Imagen de La Sibila S.L.

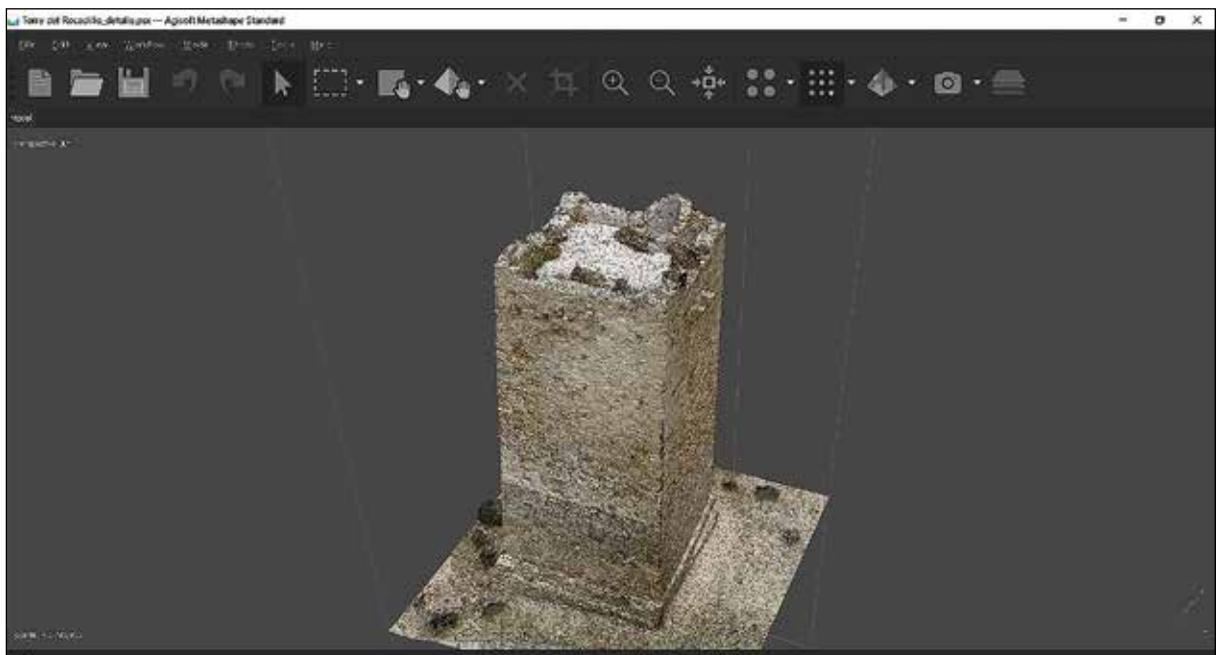


Lámina 13. Nube de puntos densa del exterior de la torre del Rocardillo. Imagen de La Sibila S.L.

es la nube de puntos. Tal y como explicamos anteriormente, el software ha establecido una serie de puntos clave (*Key points*) en un espacio tridimensional a partir de su ubicación relativa a través de su posición en distintas capturas a medida que nos desplazamos entorno al objeto.

A partir de esta primera nube de puntos basada en los *key point* o puntos clave, se procede a generar una densificación de esa primera nube de puntos; es lo que conocemos una nube de puntos densa, completando la información entre los primeros *key points*. Como puede verse en la lámina 13, ya tendríamos una información bastante completa acerca de las características volumétricas y materiales de la estructura. Sin embargo, aún no dispondríamos de una malla 3D propiamente dicha.

Para la generación de dicha geometría o malla 3D el software fotogramétrico nos permite establecer parámetros de densidad o número de vértices finales con que contará dicha malla 3D. En función del valor que establezcamos obtendremos una geometría final más densa y por tanto más detallada, aportándonos una mayor información sobre las características materiales del objeto o estructura. Esta

geometría viene generada por la unión entre los puntos que forman la nube de puntos densa y que formarán caras de tres o más vértices para generar la malla 3D. En caso concreto que nos ocupa, la densidad de la nube de puntos densa nos permitió generar una malla 3D formada bien por un máximo de 9.159.295 de caras en definición alta (*High*), o 3.053.098 en definición media (*Medium*) siendo esta última la densidad de geometría por la que se optó finalmente (láminas 14 y 15), dado que, como explicaremos más adelante, en este caso concreto nos interesará poder trabajar en una geometría de densidad o resolución media que facilite la edición de la misma.

El siguiente paso será trasladar al modelo fotogramétrico la información de texturas para la creación de materiales. Esta información vendrá generada a partir de las propias imágenes de captura, transfiriendo esa información no a modo de nube de puntos, sino como una proyección en formato de textura de imagen. En cuanto a la resolución de estas texturas de imagen, el software permite establecer no solo la resolución de las mismas, sino el número de texturas. A partir de estos parámetros, se va a

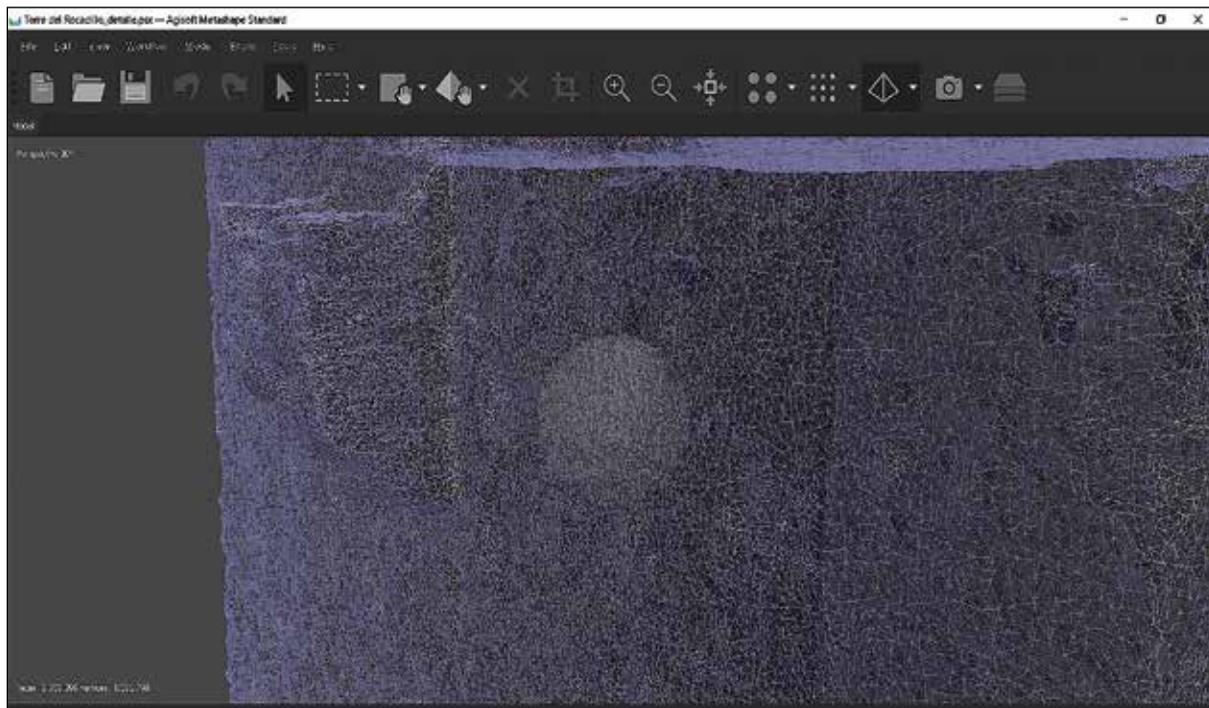


Lámina 14. Detalle de la geometría en vista alámbrica o “wireframe” de uno de los matacanes de la Torre del Rocalillo a definición media (3.053.098 de caras o 1.531.798 vértices). Imagen de La Sibila S.L.

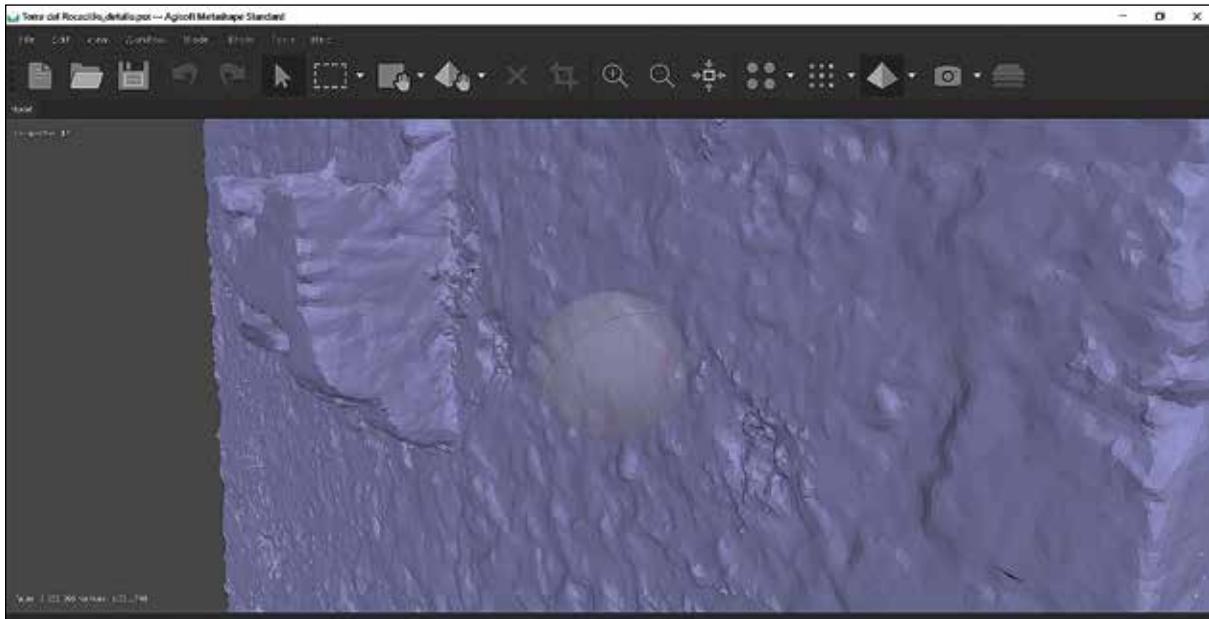


Lámina 15. Detalle de la geometría en vista sólida de uno de los matacanes de la torre del Rocadillo a definición media (3.053.098 de caras o 1.531.798 vértices). Imagen de La Sibila S.L.

establecer la calidad final en la visualización de esta información de texturas (lámina 16).

Una vez generado el modelo fotogramétrico, el último proceso será el de exportarlo junto con las texturas. Por norma general, utilizaremos el formato *.OBJ* (*Wavefront 3D Object File*) para el modelo, ya que se trata de un formato de gran compatibilidad con otros softwares y entornos 3D y el formato *.PNG* (*Portable Network Graphics*) ya que este carece de la compresión de datos del formato *.JPEG* y consecuentemente conserva una mayor información de imagen.

## 8. VISUALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS Y TOMA DE DATOS

Una vez exportado el modelo generado en el software fotogramétrico junto con sus texturas, este puede ser importado en el software 3D que mejor se adapte al análisis que queramos hacer para la obtención de datos. En nuestro caso, vamos a utilizar el software Blender; un software multiplataforma, gratuito y *open source* donde vamos a realizar una serie de *renders* de vistas ortogonales de los resultados.

Para ello, importamos ambos modelos, exterior e interior de la torre del Rocadillo, ubicándolos uno en relación al otro tomando como referencia aquellos elementos comunes a

ambos modelos como es el caso de los huecos de las ventanas, presentes en ambos.

Como parte de este proceso, procederemos a escalar en función de las medidas tomadas durante el proceso de captura de imágenes, lo que nos va a permitir realizar mediciones sobre cualquier elemento de los modelos fotogramétricos, obteniendo datos como la longitud, área o volumen con precisión milimétrica.

Otro resultado de interés que podemos obtener desde el software Blender son vistas ortogonales de alzados y secciones de las estructuras. A la hora de obtener renders o imágenes generadas a partir de los elementos incluidos en la escena, estos pueden ser realizados a través de “cámaras” de perspectiva u ortogonales, lo que nos va a permitir obtener vistas de alzado de las estructuras, pudiendo incorporar escalas u otros elementos de interés en dichas imágenes. Las distintas posibilidades de iluminación y, concretamente, el uso de sistemas de iluminación global como la Oclusión Ambiental (*Ambient Occlusion*) va a permitirnos obtener unos resultados sin sombreados que pudieran dificultar la lectura de las características materiales de las estructuras (lámina 19).

Unos posibles resultados de especial interés son los que, habiendo generado los modelos del

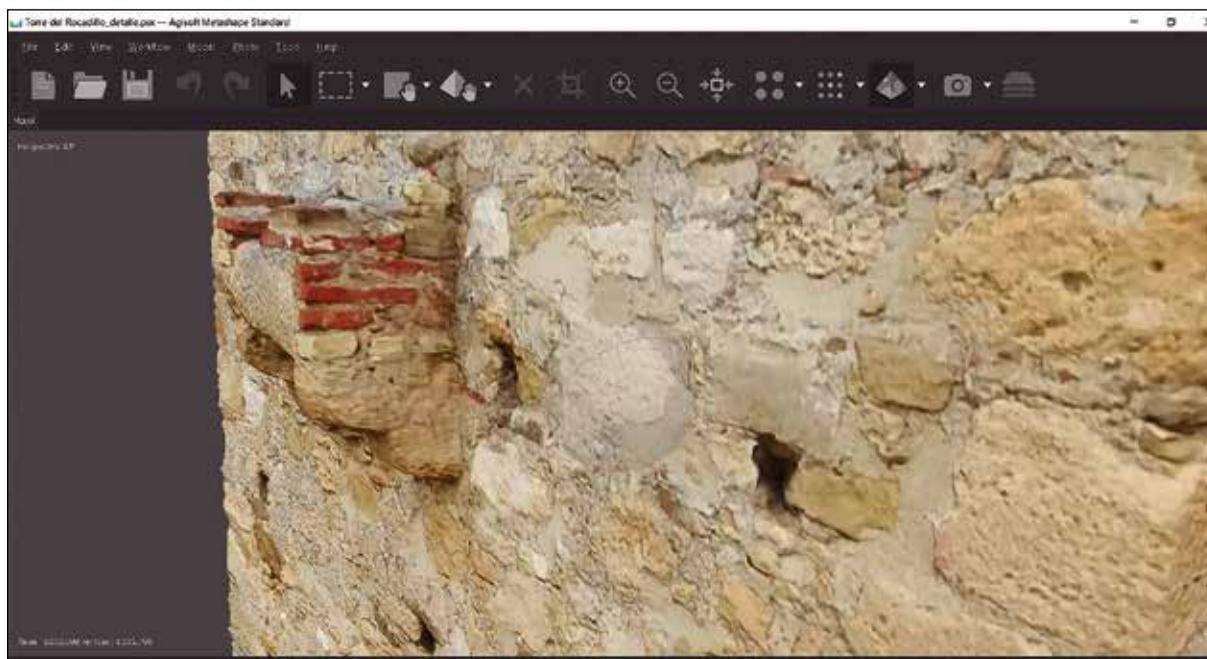


Lámina 16. Detalle de las texturas de imagen a resolución de 4 x 4096 píxeles de uno de los matacanes de la torre del Rocadillo. Imagen de La Sibila S.L.

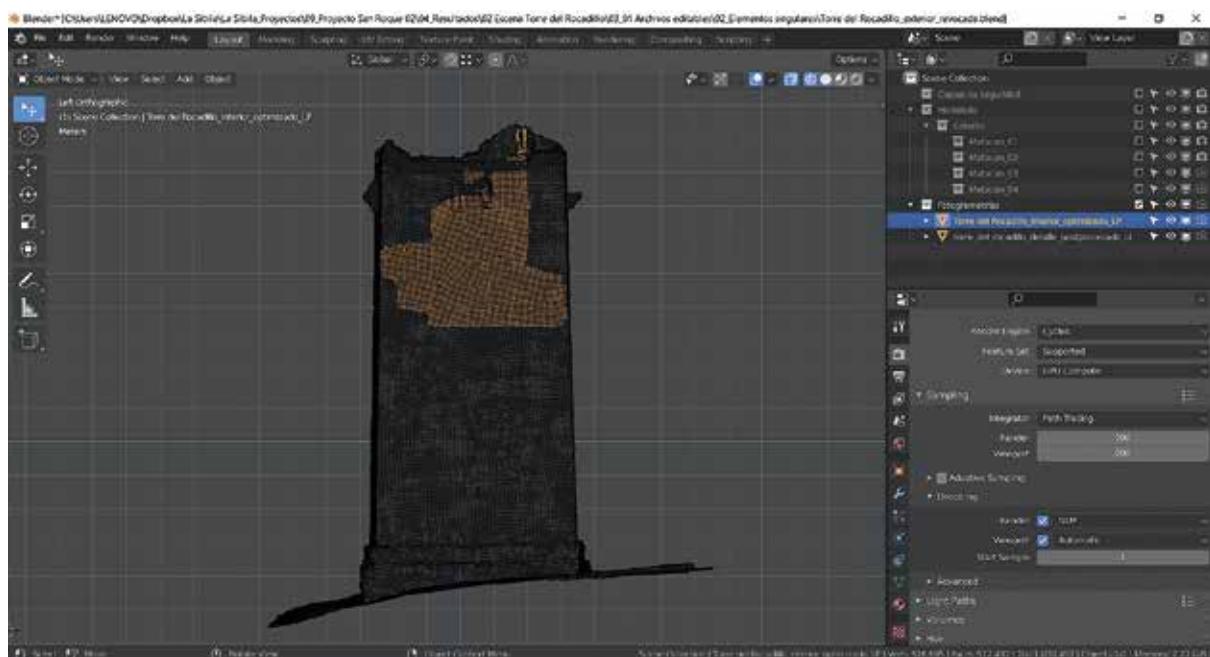


Lámina 17. Posicionamiento de ambos modelos fotogramétricos del exterior e interior de la torre ya escalados. Imagen de La Sibila S.L.

exterior e interior de la torre, permiten mostrar su sección desde los distintos puntos de vistas. Siguiendo el mismo proceso de trabajo con cámaras ortogonales, Blender permite además ajustar el ámbito que veremos en cada caso a través de la cámara, generando de este modo y

de manera sencilla, secciones de las estructuras. Sobre estos resultados resultaría relativamente sencillo dibujar toda la planimetría necesaria, trasladando a la misma a través del trazado vectorial la exactitud del modelo fotogramétrico generado. Esta planimetría resultaría ser la base



Lámina 18. Toma de medidas de la ventana-puerta de la torre del Rocadillo en el entorno del software Blender. Imagen de La Sibila S.L.



Lámina 19. Alzados de la torre del Rocadillo desde los distintos frentes de fachada. Imagen de La Sibila S.L.

para ulteriores análisis paramentales, mapeado de patologías, etc.

Sin embargo, y entrando de lleno en el ámbito del proyecto para el cual hemos realizado estos trabajos de registro fotogramétrico, son muchas otras sus utilidades. Si bien hemos hecho un repaso de las posibilidades de la fotogrametría para el análisis y estudio del objeto cultural, existe una amplia variedad de aplicaciones que derivan en una serie de herramientas interpretativas para la difusión del mismo. Este proyecto consiste, de manera muy resumida, en la contextualización de la torre del Rocadillo a través de la reconstrucción no solo del propio objeto cultural, sino también de sus usos y utilidades, así como de la recreación del

paisaje cultural y natural en el contexto histórico en el cual fue construida para, de este modo, mejorar la comprensión que podamos tener hoy en día del mismo. Este proceso, que parte no solo de la información recabada del registro fotogramétrico sino del modelo tridimensional que hemos logrado generar, continúa con el uso de técnicas 3D para restituir sintéticamente esa imagen que, basándonos en el conocimiento histórico, arqueológico, documental y cultural del mismo, podamos, desde la interpretación del patrimonio, mostrar al público para un mejor conocimiento de las torres atalayas del Campo de Gibraltar en general y de la torre del Rocadillo en particular.



Lámina 20. Secciones de la torre del Rocabllo mostrando el resultado de los modelos fotogramétricos del exterior e interior de la misma. Imagen de La Sibila S.L.



Lámina 21. De izquierda a derecha, estado actual de la torre del Rocabllo; restitución material y restitución final mediante software 3D. Imagen de La Sibila S.L.

## 9. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

### 9.1. Fuentes

- A.G.S., G.A., Leg. 689, 1608, publicado por L. de Mora Figueroa (1981), *Torres de almenara de la costa de Huelva*, Huelva: Diputación, pp. 111-113..
- A.G.S., M.T., Costa de Andalucía, Leg. 786, F. de Añasco, *Informe de 27 de octubre de 1613 sobre Carta de Rojas (?) en de los perjuicios que se seguían con la construcción de las torres de la costa*.
- A.G.S., M.T., Leg. 819, 1616 (J. Aparici García, *op. cit.*, vol. 23, fols. 441-441 vto.).
- Aparici García, J. *Colección de Documentos Copiados en el Archivo de Simancas como datos para escribir la historia del Cuerpo de Ingenieros, por el Coronel don. (23) I.H.C.M.*

### 9.2 Bibliografía

- Bendala Galán, M.; Roldán Gómez, L.; Blánquez Pérez, J. y Martínez Lillo S. (1996).

“Proyecto Carteia: primeros resultados”.

*Cuadernos de Prehistoria y Arqueología* (21)  
Madrid: Universidad Autónoma.

- Bravo de Acuña, L. (1627). *Gibraltar fortificada*, Museo Británico, Londres, Mss. Add. 15.152, año 1627, en J. A. Calderón Quijano (1968). *Las fortificaciones de Gibraltar en 1627*. Anales de la Universidad Hispalense. Filosofía y Letras (28). Universidad de Sevilla.
- Castelo, R.; L. M. Cardito, I. Panizo e I. Rodríguez (1995). *Julio Martínez Santa-Olalla. Crónicas de la cultura arqueológica española*. Madrid.
- Gómez de Avellaneda Sabio, C. (1997). “La Carteia medieval y la fortaleza denominada Torre de Cartagena”, *Almoraima. Revista de Estudios Campogibaltareños* (17). Algeciras: Instituto de Estudios Campogibaltareños.
- Luna, J. C. de (1944). *Historia de Gibraltar*. Madrid.
- Madoz, P. (1847). *Diccionario geográfico, histórico y estadístico* (I). Madrid.

- Mora Figueroa, L. de (1981). *Torres de almenara de la costa de Huelva*. Diputación Provincial, Instituto de Estudios Onubenses. Madrid.
- Presedo Velo, E.; J. Muñiz Coello, J. M. Santero Santurino y F. Chaves Tristán (1982). *Carteia I, en Excavaciones Arqueológicas en España* (120). Madrid.
- Valverde, L. (2003). *Carta histórica y situación topográfica de la Ciudad de San Roque (año 1849)*. F. Cano Villalta (ed.). Algeciras: Instituto de Estudios Campogibaltareños.
- Vázquez Cano, A. (1912). “Los atajadores o guardacostas de la plaza de Gibraltar”, *Revista del Centro de Estudios Históricos de Granada y su Reino*, Granada.
- Torremocha Silva, A. Sáez Rodríguez, A. J. (1998). “Fortificaciones islámicas en la orilla norte del Estrecho”. *I Congreso Internacional Fortificaciones en al-Andalus (Algeciras-1996)*. Ayuntamiento de Algeciras, U.N.E.D., Universidad Complutense.
- Roldán Gómez, L.; Bendala Galán, M.; Blánquez Pérez, J. y Martínez Lillo, S. (1999). *Carteia*. CEPESA y Junta de Andalucía.

---

### Ángel J. Sáez Rodríguez

Doctor en Historia por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Consejero de Número de la Sección I del Instituto de Estudios Campogibaltareños

### Abel Martín-Bejarano Sánchez

Licenciado en Historia del Arte y CEO de La Sibila S.L.

### Jorge Pérez Fresquet

Fotógrafo, miembro de iNFOCUS.

[www.photosfresquet.com](http://www.photosfresquet.com)

---

### Cómo citar este artículo:

Ángel J. Sáez Rodríguez, Abel Martín-Bejarano Sánchez y Jorge Pérez Fresquet (2022).

“Torre almenara del rocadillo (Carteia, San Roque). Una nueva perspectiva”. *Almoraima. Revista de Estudios Campogibaltareños* (56), Abril 2022. Algeciras: Instituto de Estudios Campogibaltareños, pp. 77-92.

---