

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/75383>

This paper must be cited as:

Mileto, C.; Vegas López-Manzanares, F.; Ruiz Checa, JR.; Cristini, V. (2014). La Fortaleza de la Mola en Mahón: estudios e intervenciones. Patrimonio Cultural de España. 1(9):282-294. <http://hdl.handle.net/10251/75383>.



The final publication is available at

<http://es.calameo.com/books/000075335f44f4a8a51af>

Copyright Ministerio de Cultura. Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación

Additional Information

LA FORTALEZA DE LA MOLA EN MAHÓN: ESTUDIOS E INTERVENCIONES

Camilla Mileto

Universitat Politècnica de València

cami2@cpa.upv.es

Fernando Vegas

Universitat Politècnica de València

fvegas@cpa.upv.es

José Ramón Ruiz–Checa

Universitat Politècnica de València

joruiche@csa.upv.es

Valentina Cristini

Universitat Politècnica de València

vacri@cpa.upv.es

Resumen

La importancia estratégica del puerto de Mahón–Menorca se desarrolla a lo largo de diversos siglos. El enclave, marcado por dominaciones y tensiones militares, es, sin duda, emplazamiento ideal para la implantación de un punto fuerte. Uno de ellos fue la fortaleza de La Mola (1852). Su construcción queda justificada por las diferentes disputas internacionales que en esos años vive el Mediterráneo Occidental. En este conjunto fortificado los autores han llevado a cabo un estudio e intervención sobre dos puntos concretos dentro de la propia fortaleza, en concreto, el Entrante 5 y la Torre de la Princesa. El primero un muro de contención en avanzado estado de deterioro, ha requerido un laborioso proceso de consolidación y estabilización estructural, posible gracias al análisis de la cantería local y de la técnica autóctona de la *abeurada*. Por otro lado, la Torre de la Princesa, documentada como construcción previa a la fortaleza (1798–1802), es un elemento de planta circular y fuste ligeramente troncocónico, cuyos trabajos de consolidación se han centrado, en este caso, en congelar el momento de la explosión, sufrida en su interior en 1958. De este modo, la ruina cobra protagonismo, mostrando los efectos del estallido, preservando una imagen «piranesiana» y valorizando fragmentos y estratos constructivos.

Palabras clave

Arquitectura histórica militar, piedra de mares, refuerzo estructural, conservación

Abstract

The strategic importance of Mahón–Menorca, has been detached for centuries. In this frame, after a sequence of different dominations and military tensions, a huge fortress was inaugurated in 1852. The building, known as «La Mola», was initiated after the reactivation of international tension in the Western Mediterranean. In this huge and scattered fortification, two different elements, (Recess Five and Princess Tower) have been object of survey and preservation project. Recess Five, a containing defensive wall, suffered subsidence and it was in an advanced state of disrepair, making careful preservation work necessary. The intervention highlights the value of the forts quality of construction, made possible due to local quarries and traditional constructive

technique (*abeurada*). Princess Tower, documented prior to construction of the fort (1798–1802), has circular base and slightly conical shaft. Preservation work, in this case, has concentrated on freezing the momento of the explosion, suffered in the tower's interior in 1958. The ruin thereby remains a focal point of the scene, preserving this «piranesian» image, valuing fragments and layers as constructive prints.

Keywords

Historical military architecture, *mares* stone, structural pathologies, preservation.



Figura 1. Torre Princesa, estado previo a la intervención. Fotografía: autores del texto.

Historia de la fortaleza de la Mola

En la Edad Moderna, los avatares históricos de la isla de Menorca, un enclave estratégico en el Mediterráneo, sucesivamente expuesto a la codicia y a los ataques de corsarios y otras naciones, determinaron en primer lugar la construcción del Castillo de San Felipe a mediados del s. ^{xvi}, a la derecha de la bocana del puerto de: Maó-Mahón (Menorca. Baleares). Este castillo fue testigo y escenario de muchos enfrentamientos entre los que destacan los que desencadenaron la sucesiva posesión de la isla por parte de los ingleses (1708–1756), los franceses (1756–1763), los ingleses (1763–1782), los españoles (1782–1798), los ingleses (1798–1802), volviendo a manos españolas, a partir de esa fecha, en virtud del Tratado de Amiens. Este castillo fue objeto de varias destrucciones y reconstrucciones sucesivas, hasta que fue demolido definitivamente por orden de Carlos IV en 1805.

Medio siglo más tarde, en un contexto de renovación de las defensas bélicas a tenor de la transformación del armamento y del mismo concepto de la estrategia bélica en sí, y considerando los criterios defensivos del reinado de Isabel II centrados en la necesidad de defensa de la frontera litoral, se alumbra la construcción de la fortaleza de la Mola a la izquierda de la bocana del puerto de Mahón. Esta fortaleza se estructuraría en una línea de defensa marítima, con baterías con capacidad para ofender a las flotas enemigas y una fortificación con capacidad para resguardar a las tropas y repeler un ataque de ocupación terrestre.

El proceso de construcción de la fortificación sería tortuoso, supeditado a las inyecciones económicas, a los avatares del proceso constructivo y a las desavenencias técnicas. Iniciado en 1848, se prolongaría más de 25 años.

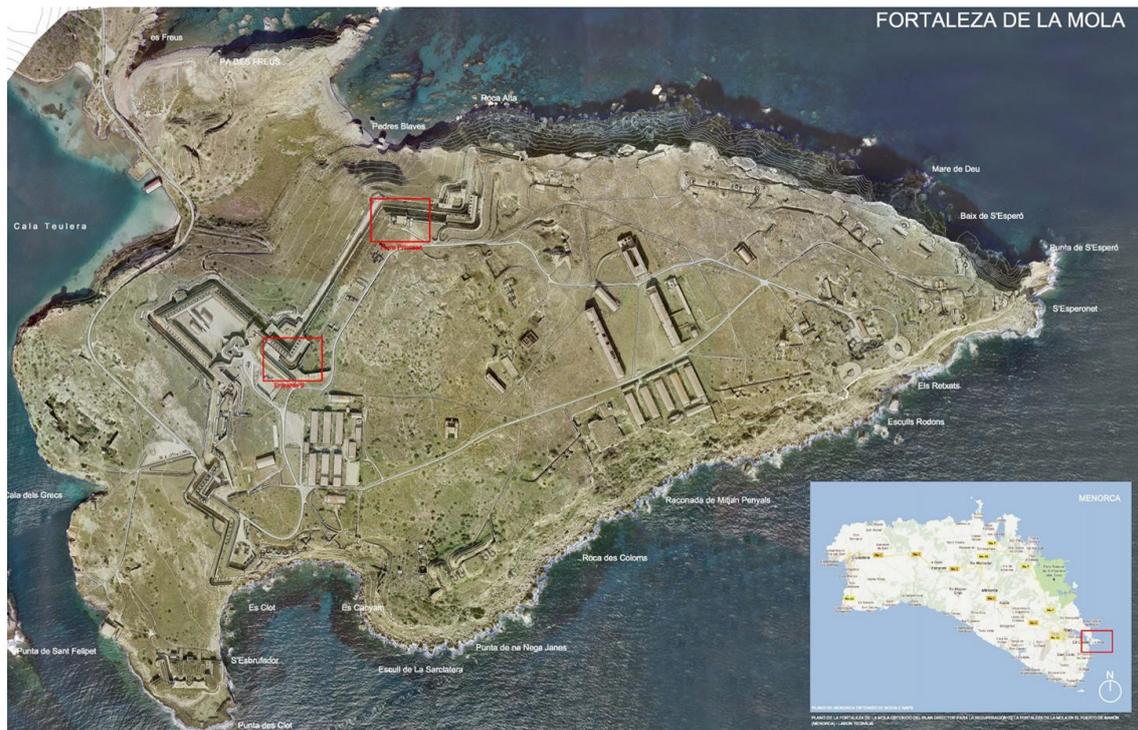


Figura 2. Isla de Menorca y emplazamiento fortaleza de la Mola. www.googlemaps.es.

Los enclaves de la intervención

1. La Torre Princesa

La Torre Princesa, también denominada Torre Erskine o Torre de los Freus, es el testimonio de la fe en la defensa dispersa basada en la ubicación estratégica de torres aisladas que se prodigó en Europa cuando la torre del Capo delle Mortelle, en 1794, causó estragos en la flota británica. Las Torres Martello se extendieron durante las Guerras Napoleónicas en las costas británicas, para defender el Canal de la Mancha y las costas de Irlanda ante la amenaza francesa. La eficacia de estas torres se desveló relativa con el tiempo.

En concreto, la Torre Princesa fue erigida exenta por los ingleses en 1799 a modo de Torre Martello y posteriormente integrada en el nuevo trazado de la fortalez de la Mola en el saliente 3 del conjunto, como si siempre hubiera formado parte de ella. Sus características morfológicas se destacan por el fuste apenas troncocónico, con plataforma a barbata en el terraplén superior, normalmente para dos o tres cañones de grueso calibre (cañones navales de bronce de 32 y 36 libras con cureña giratoria). Solían ocupar lugares de difícil acceso y privilegiados visualmente para la defensa. Esta inaccesibilidad por tierra acentuaba la virtud de la torre, que se caracterizaba por la escasez de efectivos que requería para ser dotada. Su base se planteaba reforzada, para resistir los embates rasantes, y la puerta solía elevarse sobre el nivel del suelo, cubierta por un fuego vertical proporcionado por un sencillo matacán sobre ella. En cualquier caso, esta base de la torre solía albergar almacenes y depósitos de agua. El primer nivel, abovedado a prueba, disponía de aspilleras y respiraderos verticales.

En la actualidad, la Torre Princesa se encuentra parcialmente derruida por su cara interior, debido a una explosión ocurrida por la caída de un rayo en 1958, cuando era utilizada como polvorín. No se conserva el acceso ni la escalera de la torre, pero permanece en pie la tronera orientada a Norte, hacia el mar.



Figura 3. Vista general cortina recta de la tenaza desde Torre Princesa al Entrante 5. Fotografía: autores del texto.

2. El Entrante 5

El conocido como Entrante 5 consiste en un elemento defensivo en forma de tenaza con reducto en el ángulo entrante. La cortina recta de la tenaza que une el ángulo saliente de la Torre Princesa y el Entrante 5 se extiende en una longitud de 390 m, cerrando el frente de tierra. Este conjunto de obras constituido por el Tramo Recto, el Entrante 5 y su Reducto, iniciarían sus obras en 1850, las cuales se prolongarán hasta 1860, e integran un perfecto ejemplo de un frente de Tierra Poligonal acorde con las teorías de fortificación del momento.

Previamente a la intervención de restauración, el Entrante 5 presentaba una importante degradación, erosión y pulverización de muchos de los sillares que constituían el muro de contención de tierras, que se sumaba a un acusado desplome del conjunto del muro, incluso con pérdida de algunos sillares de coronación, hacia el paso de los visitantes camino de la galería aspillerada, uno de los objetivos principales de los turistas que visitan la fortaleza de la Mola.

Estudio previo

El estudio previo y consiguiente proyecto de restauración se desarrollaron en un periodo intenso de cuatro meses. Este documento incluía una memoria histórica, que estudiaba el nacimiento de la fortaleza de la Mola en el contexto de la refortificación europea decimonónica a raíz de los cambios en la disciplina de la polemología y la experiencia de la Guerra de Crimea, además de entrar a analizar sus avatares y fases de construcción. Poseía además una memoria administrativa y descriptiva del estado de situación y conservación de la Torre Princesa y el Entrante 5, sus patologías, los criterios de restauración planteados y las soluciones de proyecto reflejadas, no sólo de manera literaria o gráfica, sino también en un detallado documento de mediciones y presupuesto. El documento incluía también setenta planos de intervención que recogían desde el emplazamiento a diversas escalas y contextos, hasta los planos de levantamiento de planta, alzados, secciones, deformaciones, patologías estructurales y

materiales, detalles constructivos, ilustraciones de las intervenciones programadas con los procesos y resultados augurados de proyecto. Se optó por trabajar con fotoplanos tanto en alzado, como viene siendo cada vez más habitual, como en sección e incluso en planta, con importante esfuerzo por parte de los redactores el proyecto. De este modo, se garantizaba un conocimiento directo de la materialidad y una relación directa establecida ya en el proyecto con su compromiso de conservación de la misma. Dado el carácter cuasi-cilíndrico de la Torre Princesa y curvado del Entrante 5, se decidió desplegar en una superficie plana los fotoplanos obtenidos, de forma que se pudiera analizar correctamente el estado de situación sin interferencias debidas a la proyección de los alzados, así como realizar planos de comparación entre los estados previos y posterior augurado de la intervención, no sólo como traslación gráfica de la voluntad del proyecto, sino también como indicador de la meta del mismo tanto para el cliente como para el contratista. El proyecto también se acompañaba de diversos planos de detalles de la intervención que ilustraban las soluciones a aplicar a las diversas problemáticas del conjunto.



Figura 4. Imagen de la Torre Princesa previa a la intervención. Año 2005. Fotografiado: M.ª José del Toro.

Criterios de intervención

De acuerdo con el Instituto del Patrimonio Cultural de España y con la estructura militar propietaria de la fortaleza, se establecieron los siguientes criterios de intervención. En la Torre Princesa, y a pesar de la relativa facilidad de recomposición y anastilosis de los sillares desprendidos en la explosión, se estimó conveniente la conservación de la ruina con toda su fuerza y carácter piranesiano. Esta conservación de la ruina debía ir pareja con una consolidación estructural y afianzamiento de los elementos que evitara ulteriores colapsos, además de la conservación material de sus fábricas y sus enlucidos que frenara su deterioro progresivo. El cúmulo de sillares amontonados de forma desordenada impide una accesibilidad segura al interior de la parte de la torre que se mantiene en pie, así que se decidió que la contemplación fuera simplemente exterior.

En el Entrante 5, las necesidades planteadas en términos generales, se enfocaban a la conservación del lienzo y garantizar la seguridad de los visitantes. Para ello, era necesario emprender una consolidación estructural del muro afectado, con la protección y reparación de la coronación, la consolidación de la piedra en proceso de deterioro, la atenuación de los fenómenos de degradación y la eliminación de las causas de la humedad y la resolución o el contraste de las fuerzas de empuje del terreno que habían provocado el desplome del conjunto.

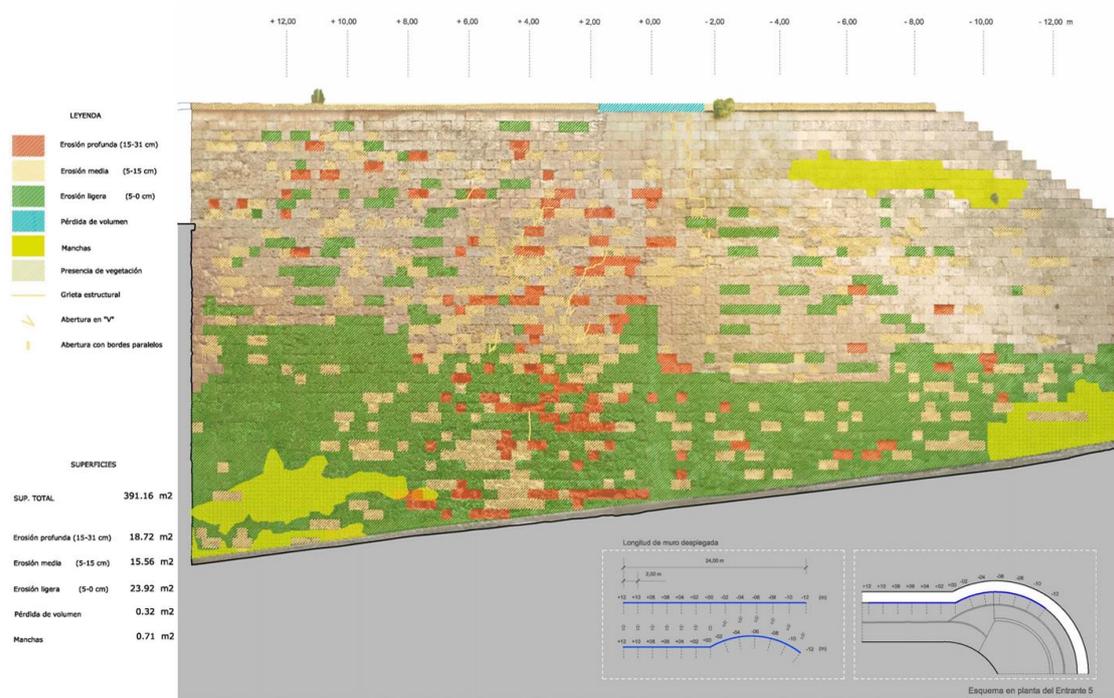


Figura 5. Fotoplano alzado Entrante 5 con cuadro y estudio patológico. Proyecto de ejecución.



Figura 6. Fotoplano en planta Torre Princesa y cuerpo de guardia en estado previo. Proyecto de ejecución.

Como se puede observar, los criterios de actuación en ambos lugares eran diferentes puesto que las necesidades a abordar eran diversas. En la Torre Princesa, la voluntad de mantener una ruina romántica en su estado fresco, espontáneo y primigenio conllevaba una notable dificultad tratando de conjugar la necesaria seguridad de los visitantes con la espontaneidad y complejidad de frenar su deterioro a pesar de su condición expuesta a la intemperie. En el Entrante 5, se trataba de reparar un muro mermado en su capacidad estructural y con un importante desplome para que pudiera seguir cumpliendo su función de contención del terreno, incluso con la inserción eventual de sillares desaparecidos, procurando al mismo tiempo que cualquier actuación sobre el mismo no alterara la pátina y el carácter venerable de su fábrica ya sesquicentenaria.

La obra

1. El Entrante 5

- *Estudio geotécnico y decisiones adoptadas tras su realización.*

Una de las primeras actuaciones llevadas a cabo en la presente intervención, fue la determinación de las características y comportamiento del terreno contenido tras el muro del Entrante 5. El pronunciado desplome sufrido por el paramento objeto de intervención (46 cm en 12 m de altura), es consecuencia de los empujes del terreno contenido tras el mismo.

En consecuencia, se realizaron cuatro sondeos a rotación con extracción de testigo continuo hasta una profundidad de 10 m, así como tres ensayos de penetración dinámica. Con las muestras recogidas en los trabajos de campo se determinaron las características del terreno. De

los análisis del terreno se pudo concluir que, el terreno que ejercía el empuje fue aportado, en su momento, tras el Entrante 5, con el fin de configurar el talud de uno de los flancos de la fortaleza de La Mola. Al contrario de lo que cabía esperar, no se localizó ningún estrato rocoso, al menos hasta los 12 m de profundidad.

Tras los resultados de los trabajos de campo y de laboratorio, se desechó la solución de sujeción del talud mediante una malla de anclajes, ya que, con ésta, no se garantizaba ni la longitud necesaria de los tirantes ni la estabilidad de los mismo, teniendo en cuenta las características del terreno en el trasdós del muro sobre el que se actuaba.

La solución pasó por evitar el fuerte empuje producido por el terreno tras el muro. Por ello, la alternativa adoptada consistió en descargar el talud hasta una profundidad tal que se detuviera el mecanismo o el desplome y se garantizara su estabilidad.

- *Comprobación estructural y deformación.*

Una vez establecida la solución de cómo solventar y aliviar el empuje producido por el terreno, se debió acotar la profundidad precisa de excavación, considerando diversos motivos: económico, funcional y estructural. Respecto a la razón económica, estaba claro que cuanto menos vaciado se produzca menos sobrecostes se generarían en la actuación; en cuanto al motivo funcional, la cota definitiva de la excavación no podría, en todo caso, ser menor que la del entorno, ya que haría inviable la evacuación natural del agua (a no ser que se quisiera taladrar el muro); y en cuanto a la motivación estructural a la hora de decidir la cota del vaciado, ésta debería garantizar en todo caso la estabilidad del muro.

En primer lugar, se realizó una sencilla operación, verificando que el vector de la resultante no pasara por el tercio central de la sección del muro. Con objeto de establecer de una manera más rigurosa la solución, se recurrió a la modelización del muro por elementos finitos. Gracias a ésta, se comprobó cómo en el estado inicial, previo a la intervención, los desplazamientos globales coincidían con la realidad, concentrándose éstos en la arista de intersección formada por la geometría curva y la rectilínea. En cambio, las tensiones a tracciones y los desplazamientos provocados por el relleno desaparecían cuando se proponía una hipótesis de rebaje del terreno de 6 m con respecto a la actual cota del terreno.

Una vez adoptada la solución consistente en el vaciado parcial del trasdós del muro del Entrante 5 hasta los 6 m de profundidad, se acodó en toda la superficie el intradós del muro para asumir los empujes producidos durante los trabajos de vaciado. Se debe tener en cuenta que en una franja de 5 m se debía trabajar con una retro y un volquete en movimiento, que sumado al empuje del propio terreno, hacía necesario un sistema de codales, los cuales, por motivos de seguridad quedaron instalados durante toda la obra.

- *Análisis de materiales y técnicas constructivas empleadas en Entrante 5.*

Del análisis visual de la sección del muro del Entrante 5 se desprende que el espesor de 1,60 cm está constituido por tres hojas, una primera hoja ejecutada con un aparejo de mampostería y mortero hidráulico de cal, correspondiente al trasdós del muro; otra hoja exterior ejecutada con un aparejo diatónico (piezas a soga y tizón alternadas) de sillares de piedra de marés (30 x 60 cm) y mortero hidráulico de cal, correspondiente al intradós del muro; y un relleno del muro con ripios de diferente granulometría y matriz de hormigón de cal hidráulico.

Con el propósito de poder determinar de un modo riguroso las características de los materiales, previamente a la intervención, se tomaron muestras del muro del Entrante 5, tanto del material pétreo como de los diferentes morteros detectados. El objetivo fue establecer su caracterización

tanto morfológica como química–mineralógica, así como la determinación de sus propiedades físicas, el comportamiento hídrico y la durabilidad. Del mismo modo, se extrajeron muestras de diferentes canteras y procedencias para establecer qué tipo de pétreo pudiera ser más compatible con la intervención. En el caso del material pétreo se tomaron tres muestras de diferentes puntos del Entrante 5. Los datos obtenidos referidos a estas muestras se contrastaron con los obtenidos de los estudios realizados sobre muestras provenientes de otros puntos de la isla: muestra de la cantera Son Salord (Ciutadella), muestra de la cantera San Esteban (Ciutadella), muestra de la cantera de Alcaufar y muestra de material pétreo reutilizado de la propia Mola, en todos los casos se trataba de piedra de marés.

De la batería de análisis y ensayos antes indicados se concluyó que las muestras que ofrecían un comportamiento y características más próximas al material original del Entrante 5, son las piezas de reutilización procedentes de La Mola. Son, por tanto, estas las empleadas durante los trabajos de reposición de piezas. Esta decisión a su vez constituye un considerable ahorro económico al coste total de la obra.

En el caso de los morteros, se determinaron, en primer lugar, los diferentes morteros detectados tanto en las juntas como en el mortero de relleno. De esta manera, se identificó un primer mortero exterior de sellado, rico en cales y tamaño máximo del árido pequeño, un mortero hidráulico de rejuntado y un tercer mortero hidráulico de relleno con tamaño máximo del árido alto. De las analíticas de los morteros de rejuntados exteriores se estableció que estaban confeccionadas a base de yeso con adición de cal en una proporción 2–3: 1 (Y: C). Del mismo modo, los morteros de rejuntado y relleno estaban confeccionadas con áridos mixto (calcáreo y cerámico) y como ligante la cal. La dosificación muestra una alta presencia de ligante, 1:1 o 2:1. En todos los casos, tanto el mortero de rejuntado como el mortero de relleno, correspondían a lechadas de mortero hidráulico con diferente granulometría y dosificación. A este respecto, se debe indicar que, en general en la fortaleza de la Mola, es relevante la presencia de este tipo de morteros hidráulicos (restos cerámicos) en prácticamente cualquier estructura o elemento constructivo: aljibes, rejuntado de terrazas, formación de glacis o fábricas en contacto con el terreno o la humedad.

En cuanto al ligante empleado, y tras los resultados, se decidió emplear cal aérea, dado que en la cercana localidad de Mercadal existe una calera que suministra agua de cal, cal apagada y cal viva para los trabajos de mantenimiento de construcciones tradicionales de la isla de Menorca. Del mismo modo a lo efectuado con el material pétreo y los morteros, se procedió a analizar dicha cal.

El análisis del agua a emplear durante los trabajos de intervención, vino motivado por el empleo masivo en la isla de agua procedente de pozos próximos al mar, como es el caso de numerosas obras realizadas en la Mola, siendo ésta la causante de incorporar a los morteros confeccionadas altas cantidades de cloruros y producir grandes eflorescencias. Por ello, se prescindió del pozo de agua que habitualmente suministra agua a las obras de reparación de la fortaleza. En su lugar, se indicó el empleo de agua con control de sales, en este caso, procedente de un pozo ubicado en la población de San Luis (Menorca).

Se procedió, paralelamente, al análisis exhaustivo de las técnicas empleadas durante su construcción. De éste, se pudo concluir que el corte de las piezas fue realizado con técnica mixta manual y mecánica. Las huellas detectadas en las piezas revelaron el empleo de útiles como el *aixol*, *alçaprem*, *cadastre*, *falca*, *escoda*, *pic*, *tallant*, *magall*, entre otros.

La precisión en las juntas, cuyo espesor oscila entre 2–3 mm, delataba una alta calidad en la mano de obra. Incluso se podía advertir como el corte de las piezas era ligeramente troncocónico, facilitando esta geometría tanto su colocación en obra como el vertido de la lechada en las juntas y suturas.

La presencia de regatas delataba también el empleo de la tradicional técnica de la *abeurada*. Ésta se basaba en generar un entramado de hendiduras en las caras no vistas de las piezas, facilitando así la entrada de la lechada de cal. Con el fin de evitar la pérdida de la lechada por las juntas exteriores, se ejecutaban unas pequeñas juntas exteriores de sellado (a base de mortero bastardo de yeso y cal). En todo caso, las lechadas vertidas en el interior de este entramado mostraban la presencia de cenizas y restos cerámicos confiriendo una notable capacidad hidráulica.



Figura 7. Análisis gráfico y proceso de ejecución técnica de la *abeurada* en el Entrante 5. Fotografía: autores del texto.

- *Codificación e identificación de patologías de las piezas pétreas.*

Enfrentarse a la intervención discreta en una fábrica de material pétreo con casi 3000 piezas, requería apoyarse en un sistema de codificación que facilitara la identificación de la patología para, en su caso, acometer una u otra técnica de actuación. Esta codificación, también era sumamente importante desde el punto de vista del control económico de la obra, ya que permitía predecir el coste de cada trabajo a desarrollar. Dicho sistema de control se apoyaba en las hiladas de la fábrica, enumerándose éstas de arriba hacia abajo. A cada pieza le correspondía la numeración dentro de cada hilada (de izquierda a derecha). En cada una de las fichas designadas con dicha identificación se recogían diversos datos relevantes para la intervención: superficie y volumen conservado, presencia de líquenes, exfoliación, arenización, mancha biogénica, eflorescencias, erosión o alveolización. Esta codificación resultó ser una herramienta

sumamente importante a la hora de establecer la intensidad, zonificación y amplitud de la intervención.

- *Proceso de sustitución de elementos pétreos*

La elección de las casi 500 piezas a reponer se reflejaba en un mapa ciertamente aleatorio, salpicando la superficie con nuevos elementos. Por ello, se decidió tratar la superficie de las nuevas piezas de manera que éstas no se transformaran en elementos ajenos al resto del paramento. En este sentido, se realizaron ensayos de erosión artificial mediante diferentes sistemas, tanto manuales como mecánicos. Finalmente, se decidió emplear un chorreado de arena y agua, estableciendo diferentes ni-veles de erosión en función del destino final de la pieza. Dichos niveles de erosión se establecieron controlando el tiempo de exposición al chorreado. Las piezas de sustitución dispusieron en tres espesores diferentes, en función del grado de erosión del punto a reparar. Estos espesores iban desde los 10 cm y 20 cm hasta el espesor total de las piezas, 30 cm.

La decisión de reproducir la técnica tradicional de *abeurada* detectada en la fábrica existente del Entrante 5 exigía poder incorporar la lechada en el interior de las juntas. Para ello, una vez calzadas, se rejuntaron las piezas con un mortero hidráulico confeccionado con cal aérea y áridos mixtos compuestos por triturado cerámico, calcáreo y silíceo. La lechada se vertió en un embudo (a modo del *niu*, denominado así al utensilio empleado en la técnica tradicional) se conectó a un tubo transparente de goma que se introdujo por las esquinas romas de las piezas, previamente conformadas por cantero. Estas hendiduras, por tanto, cumplieron con un doble cometido: diferenciar las nuevas piezas erosionadas artificialmente de las existentes y permitir la introducción de la lechada.

Las únicas piezas con ciertos elementos elaborados fueron las que componen la cornisa. En este caso, el goterón de las nuevas piezas pasó de ser media caña a un cuarto de caña. De esta manera, al igual que ocurre con las piezas del paramento, se emplearon pequeños gestos que ayudasen a identificar las nuevas intervenciones de las piezas existentes.

Posteriormente a los trabajos de reposición, se realizó una limpieza de biodepositos en toda la superficie del Entrante 5. Tras ello, se pasó a elegir el tipo de consolidante a emplear en el paramento. La elección de éste se fundamentó, en todo caso, en recurrir a aquellos materiales y técnicas empleados en la construcción original. Por ello, el empleo del agua de cal de Mercada como consolidante se consideró óptimo de cara a los trabajos a realizar sobre la superficie pétreo. El proceso de consolidación pasó por aplicar 30 manos de agua de cal pulverizada. Se debe indicar, a este respecto, que los resultados en los ensayos de laboratorio de envejecimiento con el empleo de agua de cal fueron sumamente satisfactorios, mejorando en algunos casos a otros sistemas a base de productos industriales.

Conforme se desmontaron los codales y el andamio, se fueron realizando los trabajos de pátina de las zonas donde más piezas se habían repuesto con el fin de integrar la superficie al conjunto del muro. En concreto, se realizó una reintegración cromática de los sillares de piedra de marés restituidos, mediante pigmentos minerales aglutinados con agua de cal y aplicados por medio de veladuras a bajo tono con brochas y posterior estarcido con diferentes tonos, hasta conseguir la integración de los sillares añadidos con los de su entorno.



Figura 8. Proceso de ensayos de erosión artificial mediante chorreado de agua y árido en Entrante 5. Fotografía: autores del texto.

2. Torre Princesa

- *Información arqueológica y documental aportada durante el proceso de obra.*

De manera análoga, al estudio realizado sobre los materiales en el Entrante 5, se procedió a la caracterización en la Torre Princesa y la terraza del cuerpo de guardia. En este caso, no se acometió un estudio comparativo del material pétreo, ya que no era preciso reponer piezas. Únicamente, se realizó una caracterización de los morteros, determinando su dosificación y ligantes empleados, con el objetivo de poder establecer el tipo de mortero a emplear durante la fase de restauración.

Un aspecto relevante en el análisis documental y arqueológico, llevado a cabo a lo largo de la obra, fue la localización de incisiones a modo de esgrafiado de fábrica en algunos fragmentos de revestimientos. Otro de los elementos de interés detectados durante los trabajos de prospección arqueológica del entorno de la torre, fueron las carrileras correspondientes a piezas de artillería y, a lo que pudieron ser, los carriles de una grúa de transporte vertical, tipo Krupp 80. Tras el análisis estratigráfico llevado a cabo en la macla entre el cuerpo de guardia y la torre, se identificaron las fases constructivas principales y los distintos ciclos de reparación vividos por la torre.

- *Codificación e identificación de patologías en terraza de cuerpo de guardia.*

Al igual que en las superficies de la torre, la identificación y codificación de las patologías y superficies quedaron perfectamente delimitadas en la información gráfica proyectual. En las piezas cerámicas del cuerpo de guardia se llevó a cabo una codificación análoga a la empleada en las piezas del Entrante 5. Es decir, empleando fichas, se recogió la información más

significativa de cada una de las piezas: volumen perdido, pérdida de masa, exfoliación, manchas cromáticas, microfisuras, elevación de la pieza u otras patologías. De este modo, gracias a la localización de una partida de piezas cerámicas de similares características, se procedió a completar las lagunas de las piezas previa limpieza del soporte, con la correspondiente eliminación de raíces, extendido de nueva cama de mortero hidráulico y rejuntado de las piezas con mortero también hidráulico, pero de menor granulometría.

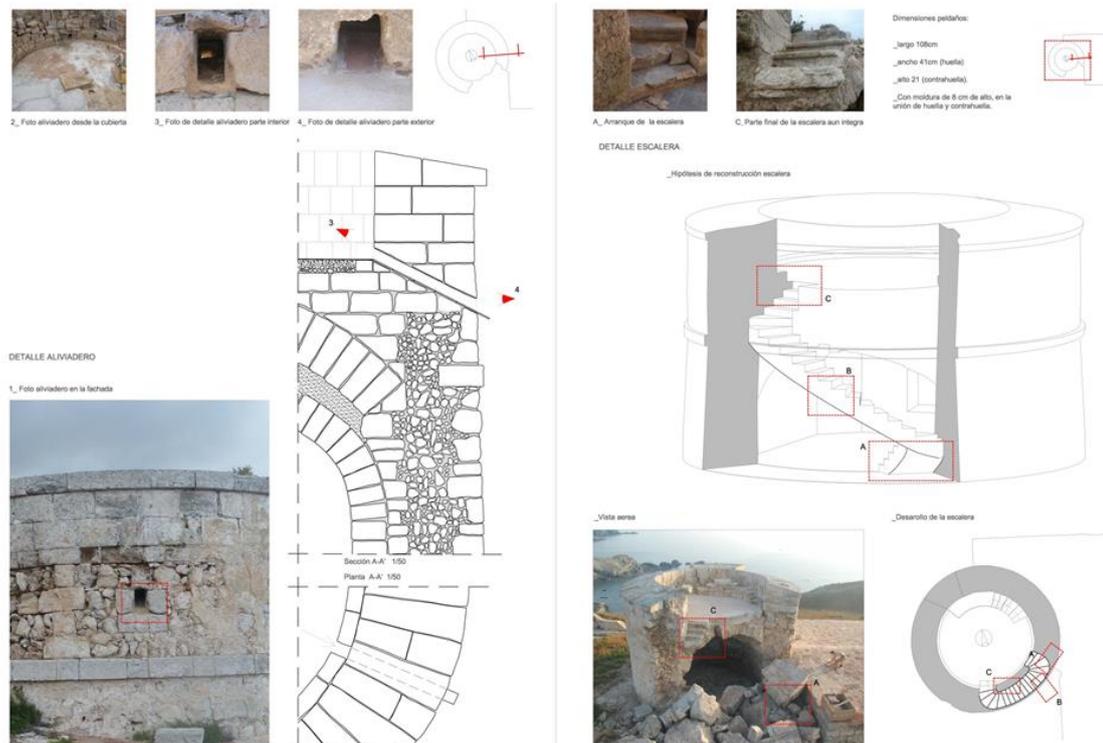


Figura 9. Análisis elementos constructivos de la Torre Princesa. Fotografía: autores del texto.

- *Refuerzo estructural y estabilización de fisuras.*

Uno de los retos más importantes de la intervención era el cuadro de fisuras que ofrece la doble bóveda y la cara Norte de la torre. En efecto, la caída del rayo y consiguiente explosión del polvorín acaecida en el año 1958, fue la causante del derrumbe parcial de la torre, así como del estado previo a la intervención. La actuación sobre las fisuras requirió el apuntalamiento parcial de la bóveda, con el objetivo de realizar 40 puntos de cosido, garantizando de esta manera su estabilidad. Se procedió a realizar perforaciones transversales con un diámetro de 16 mm, donde se introdujeron posteriormente varillas de acero inoxidable AISI 304. Finalmente, las perforaciones se rellenaron con resinas epoxídicas. El volumen de las fisuras, así como las perforaciones, se rellenan con mortero ligeramente expansivo para facilitar la puesta en carga de la bóveda una vez se acometió el descimbrado. El estado irregular y fisurado de la terraza de la torre precisó regularizarla y garantizar la evacuación de agua, mediante una cama de hormigón ligero confeccionado con arlita y, posteriormente, una solera de mortero de cal hidráulica natural.

- *Trabajos de restauración específicos en paramento exterior.*

Los trabajos de restauración se concentraron en los revestimientos exteriores y en la terraza del cuerpo del guardia. Con respecto a los paramentos de la torre, se procedió a la detección de las zonas donde aparecían descohesiones de la fábrica, para su limpieza de polvo y material suelto, mediante aire. Posteriormente, se sellaron las juntas con mortero de cal, previa humectación con agua destilada. Con el fin de rellenar estos vacíos, se procedió a la inyección primero de alcohol etílico en agua destilada al 50% y, más tarde, resinas acrílicas (Acril 33) en emulsión de agua destilada. Cuando los rellenos eran mayores, se procede a emplear mortero líquido (PLM-A). Los posibles restos de material se limpiaron con acetona y agua. Y finalmente, los orificios se sellaron con mortero de cal. En cuanto a las lagunas de revestimiento conservadas, se procedió a la limpieza superficial de sus bordes, posterior sellado con mortero de cal, previa humectación con agua destilada, dejando los bordes horizontales con mínima pendiente para la evacuación de agua. En las zonas con pérdida de volúmenes, se procedió al saneado y limpieza con aire, para, posteriormente, restituir las faltas de fábrica de mampostería, con el empleo de ripios y mortero de cal. En determinadas lagunas de revestimientos aparecieron incisiones a modo de esgrafiado de sillres (70 cm x 30 cm).

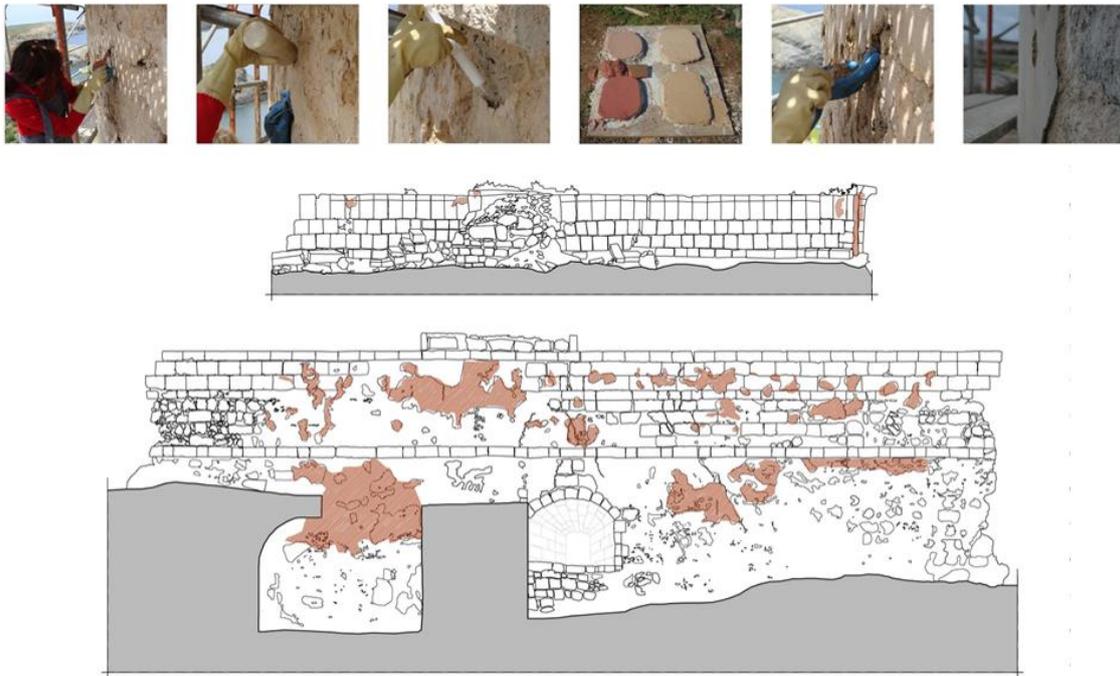


Figura 10. Fotoplano e imágenes del proceso de restauración de revestimientos en Torre Princesa. Fotografía: autores del texto.

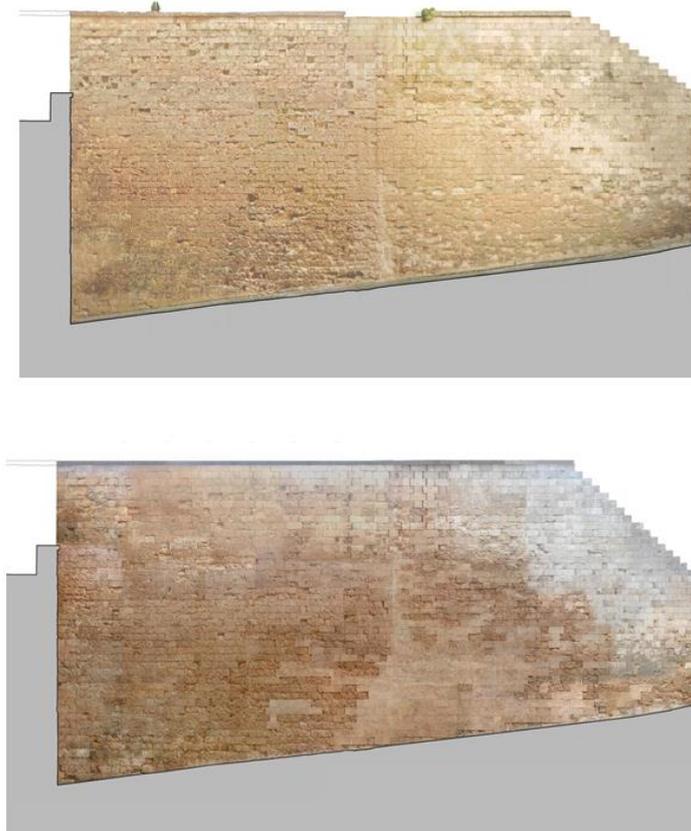


Figura 11. Fotoplano alzado Entrante 5, estado previo y estado posterior a la intervención. Fotografía: autores del texto.

Conclusiones

El estudio previo y el proyecto de conservación, llevados a cabo en el Entrante 5 y en la Torre de la Princesa, pusieron en valor la calidad constructiva del conjunto, posible gracias a la excelente cantería local y al empleo de cálculo numérico. Los trabajos de actuación, en este marco, contribuyeron a la estabilización de los dos elementos, tras la diagnosis de alteraciones y patologías estructurales. Gracias a criterios de intervención respetuosos, los resultados de la obra permiten una lectura discreta de las zonas intervenidas, potenciando la lección constructiva de estas dos construcciones. El proceso selectivo de consolidación, reintegración o sustitución de elementos pétreos, llevado a cabo en las dos construcciones, garantiza así su permanencia icónica en el enclave de la fortaleza.

Bibliografía

CATALÀ, J. (2008): *La Mola, Fortalesa Isabel II*. Menorca: Triangle Postals Ed.

FORNALS VILLALONGA, F. (2002): *Patrimonio del Consorcio del museo Militar de Menorca*. Madrid: Ministerio de Defensa.

— (2006): *Torres defensivas de Menorca*. Menorca: Consorcio Museo Militar Ed.

— (2010): *Fortaleza de Isabel II en la Mola del Puerto de Mahón, s. ^{xix} y ^{xx}*. Menorca: Gràfiques Menorca.

— (2011): *El cuerpo de ingenieros del ejército en Menorca, s. ^{xix} y ^{xx}*. Menorca: Consorcio del Museo Militar de Menorca y Patrimonio Histórico Militar del Puerto de Mahón y cala San Esteban Ed. GARCÍA INYESTA, N.; y OLIVIER SUNYER, G. (1977): *Construir en marés*. Balears:

Coal Balears Ed. NICOLÁS MASCARÓ, J. C. de (1994): *Talaies i torres de defensa costaneres*, Institut d'Estudis Baleàrics. Mahón: Institut Menorquí d'Estudis.

TERRÓN-PONCE, J. L. (2004): *La fortaleza de Isabel II en el puerto de Mahón, Estudio arquitectónico y análisis táctico*. Mahón: Museo Militar.

VILLER RIBAS, M. (2006): *Arquitectura y paisatge de Menorca*. Menorca: Triangle Postals Ed.

VV. AA. (2013): *Memoria 1998–2013*. Menorca: Consorcio del Museo Militar de Menorca y Patrimonio Histórico Militar del Puerto de Mahón y cala San Esteban Ed.