

Sistemas de protección del patrimonio arqueológico cultural subacuático en el pecio *Ses Llumetes*. Actuación con carácter urgente en un cabo conservado *in situ*.

En Porto Cristo, al este de la isla de Mallorca, se encuentra el pecio romano del siglo I d.C., conocido con el nombre de *Ses Llumetes* por la cantidad de lucernas que transportaba. Esta embarcación asombra a día de hoy por el excepcional y sorprendente estado de conservación en que se encuentra su estructura naval, pese a la proximidad con la costa, al hecho de estar a tan solo tres metros de profundidad y al expolio sufrido desde su descubrimiento.

En este artículo se persigue difundir una actuación de carácter urgente dentro de las labores de conservación *in situ* y de los trabajos de investigación arqueológica del Proyecto Portocristo, así como las labores de protección realizadas en este yacimiento.

Andrea Sanz Catalá. Conservadora–Restauradora en el IBEAM desde 2017. Licenciada en Bellas Artes y Máster Universitario en Conservación y Restauración de Bienes Culturales por la Universidad Politécnica de Valencia.
andrea.s.catala@icloud.com

Sebastià Munar Llabrés. Presidente del IBEAM. Arqueólogo subacuático. Licenciado en Historia por la Universidad de las Islas Baleares y Graduado en Arqueología por la Universidad de Barcelona.
munarlibres@gmail.com

Guillermo González Lázaro. Conservador–Restaurador en el IBEAM en 2016. Título de Conservación y Restauración Bienes Culturales por la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (Madrid). Licenciado en Historia del Arte por la Universidad de Oviedo. Máster Universitario en Métodos y Técnicas Avanzadas de Investigación Histórica, Artística y Geográfica por la Universidad Nacional de Educación a Distancia.
guillesarasua@gmail.com

Palabras Clave: arqueología subacuática, conservación *in situ*, pecio *Ses Llumetes*, tratamientos de urgencia, materiales orgánicos.

Fecha de recepción: 17-10-2018 > **Fecha de aceptación:** 23-10-2018

EL PECIO SES LLUMETES

El pecio *Ses Llumetes* o conocido comúnmente como el pecio de las lucernas, [pág. 7] es uno de los yacimientos subacuáticos más famosos de la historiografía mallorquina.¹ Se trata de una embarcación romana del siglo I d.C. descubierta a mediados del siglo pasado. Su localización, a treinta metros desde la costa y a escasos tres metros de profundidad en la playa de Porto Cristo (Manacor, Mallorca), lo convierte en un yacimiento perfecto para el estudio y la práctica de diferentes métodos y productos de conservación, además de para la correspondiente puesta en valor del patrimonio cultural subacuático.

En contraposición a la ventaja que supone su proximidad con la costa, su conservación supone un reto debido a la acción de las corrientes, al oleaje, a la exposición directa a la luz solar y a las imprudencias de los bañistas que, curiosos, se acercan a la zona de trabajo.

Dentro del Proyecto de Intervención Arqueológica Subacuática aprobado por la *Comissió Insular de Patrimoni Històric del Consell de Mallorca*, se realizan de manera puntual trabajos de investigación y excavación, en los que siguen apareciendo partes de la estructura original de la nave. Como cada año al finalizar la campaña, las actuaciones de conservación y protección se basan en cubrir el pecio con una malla textil bajo sacos rellenos de arena, con lo que se asegura la salvaguarda de los restos conservados *in situ* y se evitan las incursiones no autorizadas.

OBJETIVOS

El concepto general de conservar, se entiende como “la actividad que consiste en adoptar medidas para que un bien determinado experimente el menor número de alteraciones durante el mayor tiempo posible”.² El pecio *Ses Llumetes* está compuesto en su mayor parte por material de naturaleza orgánica y en constante riesgo de pérdida por los motivos



expuestos anteriormente en cuanto a su proximidad y accesibilidad, ya que su situación es propensa a acelerar dichos procesos de degradación o incluso podría llegar a la completa destrucción. Así pues, el objetivo principal durante las actuaciones de excavación y documentación es evitar al máximo que estos procesos actúen con mayor rapidez sobre los objetos conservados en su lugar original,³ pues se persigue la conservación *in situ*, es decir, transformar el entorno para producir situaciones capaces de ralentizar este deterioro.⁴

¹ MUNAR, S. [et al.] “*Ses Llumetes*: excavación arqueológica subacuática de una nave romana del s. I d.C. en la playa de Porto Cristo”. En: ANGLADA, M.; RIERA, M.; MARTÍNEZ, A. [coords.] *VII Jornades d’Arqueologia de les Illes Balears (Maó, 30 de setembre i 1 i 2 d’octubre de 2016)*. Mahón: Consell Insular de Menorca, 2018, p. 217-224.

² MUÑOZ S. *Teoría contemporánea de la Restauración*. Madrid: Síntesis, 2003, p. 19.

³ ORTMANN, N. “Developing Methodology for Understanding In Situ Preservation and Storage from a Practitioner Perspective”. En: RICHARDS, V.; MCKINNON, J. [eds.] *In situ Conservation of Cultural Heritage: Public, Professionals and Preservation*. Adelaide (Australia): Flinders University, 2009, p. 17-31.

⁴ HOLDEN J. [et al.] “Hydrological Controls of In Situ Preservation of Waterlogged Archaeological Deposits”. *Earth-Science Reviews*. Vol. 78 (2006), nº 1-2, p. 59-83.

utilizando métodos artificiales o naturales con un carácter totalmente inocuo.

En este artículo se habla tanto de la metodología de protección y cubrimiento del pecio como de una acción en concreto de carácter urgente, por el asombroso descubrimiento de un cabo conservado intacto en el interior del imbornal y en muy mal estado de conservación, **2** [pág. 8] que se alargaba a través de cuatro varengas del lado de babor de la embarcación. La única opción real en este caso fue la de su documentación y conservación preventiva, pues cualquier movimiento natural o humano significaba su pérdida total y absoluta, situación que bajo el agua es aún más complicada.

Las intervenciones que se acometen en este proyecto se rigen por los criterios y políticas de actuación para la conservación *in situ* de los restos arqueológicos subacuáticos según las normas ratificadas en el Tratado de La Valetta de 1992, en la Convención Europea de Protección del Patrimonio Cultural Subacuático de la UNESCO de 2009 y en el capítulo del ICOMOS de Mantenimiento y Protección del Patrimonio Cultural Subacuático,⁵ concretamente en los párrafos 5 y 10 del Artículo 2 –Objetivos y principios generales–, en el que se recomienda la prioridad de la conservación *in situ* frente a otro tipo de intervenciones y, a ser posible, el empleo de métodos no destructivos para la documentación y estudio de los yacimientos utilizando técnicas de protección como el reenterramiento.

PROTECCIÓN DEL PECIO SES LLUMETES

Son varios los métodos existentes de protección física para la conservación *in situ*⁶ de sitios arqueológicos subacuáticos; algunos de ellos son los métodos de cubrimiento **3** [pág. 8] y otros los métodos de barrera con la utilización de materiales que separan o envuelven directamente los propios objetos y los alejan de los riesgos.

El conocido método de los sacos de arena ha sido muy utilizado en el pasado en otros proyectos así como en este mismo en concreto ya que consigue crear un clima anaeróbico que evita la proliferación de organismos en los restos. Además, los sacos de arena son reutilizados durante la excavación como peso para inmovilizar material estructural y como barrera de contención de arena durante los trabajos anuales de excavación en el yacimiento, **4** [pág. 9] esto evita que se introduzcan dentro de la zona de trabajo restos de algas muertas y otras deposiciones que la corriente lleva.

Las mallas de geotextil también son utilizadas como barrera física para prevenir las alteraciones *in situ*. Pueden ser de tejido sintético y cubrir largos espacios así como amoldarse a las formas de los restos conservados gracias a su flexibilidad. **5** [pág. 9] También se encuentran las mallas de algas artificiales, que tienen múltiples funciones fuera del ámbito arqueológico y muchas ventajas, pero a nivel económico son de difícil alcance. Para finalizar este grupo, hay que añadir que las mallas o redes flotantes son utilizadas en varios proyectos reales como el pecio *Burgand Noord 10* en los Países Bajos y algunos otros. La idea es similar a las algas artificiales, las mallas se depositan sobre los restos arqueológicos protegiéndolos de las corrientes y partículas en suspensión que puedan ocasionar alteraciones creando un cubrimiento de arena depositada de forma natural sobre el pecio.

Otros métodos para la protección física son las diferentes formas de enterramiento con sedimento natural. Básicamente consisten en cubrir de nuevo los restos para la prevención de las diferentes alteraciones que puedan ocasionar los factores externos. Es un método perfecto en combinación con

los anteriores, aunque se debe tener en consideración que el sedimento debe ser lo suficientemente pesado para no desenterrarse por el movimiento natural, pero también que no lo sea en exceso para evitar daños sobre los restos más frágiles.

En el pecio de Porto Cristo se usa la combinación de enterramiento por arena, cubrimiento con malla de polietileno y sacos rellenos de arena, que genera un ambiente totalmente anaeróbico y que evita la presencia de oxígeno, así como de cualquier otro factor natural y de las alteraciones más comunes en este medio. Ello asegura que, año tras año, el pecio se conserve en un ambiente estable con un cubrimiento y protección totales.

El empleo de la malla y de los sacos crea un nivel homogéneo de protección dentro del fondo marino y, además, el movimiento natural del mar⁷ alimenta este cubrimiento, y aporta una imagen totalmente natural. Esta capa protectora no es más que un instrumento para retardar y frenar, en la medida de lo posible, los factores naturales de degradación, técnica que también se ha utilizado con anterioridad en diferentes proyectos internacionales con resultados exitosos como, por ejemplo, en los pecios *Solway*⁸ y *Clarence* (Australia) y en los pecios *Burgand Noord 3 y 10* (Países Bajos).⁹

Los métodos utilizados para la protección de los restos arqueológicos subacuáticos del pecio *Ses Llumetes* son de total efectividad debido a que, en los trabajos de consolidación estructural de la arquitectura naval durante la excavación de 2017, se aplicó una masilla epoxídica de dos componentes de endurecimiento ultra rápido compuesta por partículas de bronce que, además, reacciona cuando entra en contacto con el aire y se oxida. Este producto fue utilizado como método de consolidación temporal en las tablas de madera que conforman las estructuras del pecio con riesgos de pérdida, movimientos o roturas.¹⁰

Los objetivos de la utilización de este producto eran dar refuerzo y sujeción a la estructura naval pero, además, como elemento indicador de la presencia de oxígeno. Así, se pretendía demostrar y comprobar la funcionalidad de la protección utilizada, una combinación de sacos, arena y geotextil, mediante este producto indicador con doble funcionalidad, pues además de las aplicaciones utilizadas como consolidación *in situ* en algunas de las tablas de madera del pecio, se dejó una probeta en el exterior para ver de qué modo reaccionaba.

Transcurrido un año, se pudo constatar que, con la exposición directa a los agentes externos del medio sin cubrir, este producto se oxida por su composición metálica. **6** [pág. 10] En cambio, bajo las capas de protección, el producto se mantiene intacto en el tiempo y, por tanto, indica que se consigue crear un ambiente anaeróbico apropiado para la correcta protección y salvaguarda de los restos conservados. **7** [pág.10]

La combinación de los métodos de protección utilizados en el Proyecto Portocristo genera un volumen similar a la superficie marina que se hace más evidente en la zona más cercana a la costa, donde son más visibles los sacos protectores. Esto se debe a que el pecio no se encuentra paralelo al lecho marino y a que en esa zona hay menor potencia de sedimentos. También se ha observado que las corrientes generan un pequeño socavón en la superficie de la arena junto al lado de alta mar de los sacos que son visibles. Este fenómeno es mencionado por R. Castillo al señalar que, si se crean volúmenes en el lecho marino, se puede favorecer el desenterramiento de zonas adyacentes, pero que gracias a la tela y a los sacos, el pecio sigue protegido y conservado.¹¹

⁵ ORTMANN, N. "Developing Methodology for Understanding...", p. 17-31.

⁶ AL-HAMDANI, Z. [et al.] "Methods for physical protection of wrecks *in situ*". En: MANDERS, M. R. *Guidelines for protection of submerged wooden cultural heritage, including cost-benefit analysis*. WreckProtect Project, 2011, p. 25-46. [En línea] <https://www.machuproject.eu/documenten/Wreck_protect_Guidelines_Protection_wood.pdf> [Consulta: 13 octubre 2018]

⁷ CASTILLO, R. "Conservación *in situ* de yacimientos subacuáticos". En: Museos, Mar y Arqueología, Actas de las XII Jornadas de Museología (Cartagena, octubre 2008), *Museo: Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España* (2009), nº 14, p. 9-41.

⁸ CORONEOS, C. "A Cheap and Effective Method of Protecting Underwater Cultural Heritage. The Solway". En: GRENIER, R; NUTLEY, D; COCHRAN, I. [eds.] *Underwater Cultural Heritage at a Risk: Managing Natural and Human Impacts*. Múnich: ICOMOS, 2006, p. 55 - 57.

⁹ CASTILLO, R. "Conservación *in situ*..." p. 9-41.

¹⁰ SANZ, A. *Memoria técnica de la Intervención Arqueológica Subacuática en el pecio de las Lucernas (Porto Cristo, Manacor)*, 2017. Memoria inédita.

¹¹ CASTILLO, R. "Conservación *in situ*..." p. 9-41.

Cada año se valora el estado de conservación y se documentan todas las alteraciones que ha sufrido el yacimiento desde que se inició su estudio, pues las corrientes y temporales ocurridos durante los periodos de excavación en los que el yacimiento está destapado han afectado puntualmente a los restos, con la pérdida de algunas tablas y elementos exentos de la estructura.

Los trabajos de protección basados en el cubrimiento con la malla geotextil y sacos de arena realizados en cada campaña **8** [pág. 10] se demuestran como un método eficaz para minimizar el deterioro y asegurar la estabilidad del pecio contra impactos naturales y antrópicos.¹²

PROTECCIÓN DEL CABO APARECIDO EN EL IMBORNAL

Una acción realizada y de carácter urgente, ha sido la protección *in situ* del cabo que atravesaba los imbornales situados entre las cuadernas C119 y C126. Este elemento se ha interpretado como un posible cabo imbornalero para limpiar la arena y la suciedad que se acumulaba en la sentina y facilitar el paso de agua hacia la bomba de achique. Este fragmento se documentó durante las labores de excavación y se protegió rápidamente, ya que durante la campaña de 2016 y como se cita en la memoria de intervención correspondiente, se encontró un fragmento bajo el casco.¹³ Su estado de conservación era sumamente delicado y la extracción habría supuesto con total certeza la pérdida de los fragmentos encontrados, pues solo conservaba el negativo de su forma, creada a partir de una delgada capa de concreción muy fina y fibras originales adheridas a esta. Como acción preventiva e inmediata, se decidió cubrir los restos con un tubo rígido de cloruro de polivinilo (PVC) y señalar la zona con una etiqueta para informar al resto del equipo de la fragilidad del objeto y de su ubicación. El PVC ha sido usado en algunos casos como método alternativo de barrera protectora.¹⁴

Este sistema permite la preservación y protección *in situ* frente al movimiento natural de las aguas y a los trabajos diarios que se estaban realizando sobre los restos. Conforme los cabos fueron apareciendo en las cuadernas siguientes a medida que las labores de excavación avanzaban se utilizó el mismo sistema de protección. En la imagen **9** [pág. 11] se puede observar cómo se añadió al tubo rígido de PVC una protección de resina en los extremos con el fin de adherirlo sobre la superficie lateral de las varengas de madera. Además, se colocaron piedras en los extremos como medida preventiva para evitar que una corriente fuerte provocara roturas o pérdidas tanto del sistema de protección, como del objeto protegido. Así pues, la resina favorecía la unión entre las tablas de madera del pañol, el tubo de PVC y las piedras. **10** [pág. 11]

Se optó por la utilización del tubo rígido de PVC en primer lugar por su forma cóncava, capaz de cubrir sin entrar en contacto directo con el objeto y aislarlo de golpes directos y movimientos involuntarios. Existen diferentes diámetros de abertura por lo que la gama de elección es amplia. Entre otras muchas ventajas, cabe destacar que los principales componentes del PVC son el cloro, el etileno y el agua, que hacen de este producto un material inocuo y perfecto para la conservación *in situ*. También es un material muy resistente a la corrosión por acción del agua y de bajo coste económico.

En las últimas actuaciones de 2018 sobre los restos y tras la limpieza de la zona se puede observar como todos y cada uno de los tubos de protección de PVC siguen en su sitio en perfecto estado excepto uno, el que va de la cuaderna C122 a la C124, que apareció fuera de sitio. **11** [pág. 11] Aun así, se distingue perfectamente la preservación de los fragmentos de cabo bajo el tubo y el imbornal. Son varios los motivos

por los cuales el PVC podría haberse movido, el primero de ellos durante el desenterramiento y la limpieza, producido posiblemente por algún movimiento involuntario, y el segundo podría ser debido a que la zona de unión entre elementos (madera, piedras y PVC) no estaba bien asegurada, ya que algunos tubos no alcanzaban de parte a parte de las varengas.

CONCLUSIONES

Como se ha demostrado en este artículo, la combinación de los métodos de cubrimiento juega a favor de la buena preservación del pecio, a pesar de las difíciles condiciones meteorológicas a las que está expuesto diariamente y a su proximidad con la costa. Gracias a los métodos de protección que se aplican tras cada campaña de excavación, el pecio se mantiene en su ubicación original, conserva su arquitectura naval y, sobre todo, mantiene las condiciones óptimas para la preservación. **12** [pág. 12]

En la actualidad se conocen múltiples métodos de cubrimiento: sacos de arena, mallas de geotextil, algas artificiales o, incluso, protección con cajas de metal o redes.¹⁵ Pero a pesar de las muchas opciones disponibles, el equipo decidió optar por aquellas más económicas y capaces de garantizar la conservación mediante el cubrimiento combinado de arena, sacos de arena y malla, en base a que el 90 % de los restos conservados son de naturaleza orgánica y, por tanto, su conservación depende mayoritariamente de las condiciones anaeróbicas durante su enterramiento. Este método combinado evita la proliferación y desarrollo de organismos sobre los restos orgánicos que afectan directamente a su preservación, sin olvidar que solo la zona más próxima a la costa ha sido afectada por el ataque del molusco xilófago *Teredo navalis* en algún momento del pasado. Otro factor que se tiene en cuenta es la poca distancia entre el pecio y la costa, factor fundamental para continuar con este sistema, pues protege el pecio de posibles saqueos del hombre o de intrusiones no intencionadas.

En este artículo, también se hace una especial mención a la intervención de carácter urgente realizada sobre un cabo encontrado durante las labores de excavación en el imbornal entre las cuadernas C119 y C126. Recordemos que el estado de conservación en el que se encontró durante la campaña de 2017 era de una fragilidad extrema y con elevado peligro de pérdida si se decidía realizar su extracción. La acción prioritaria frente a este hallazgo fue la de su conservación *in situ*, pues cualquier otra resultaba totalmente inviable. El sistema aplicado ha permitido la preservación *in situ* y protección frente al movimiento natural de las aguas y a los trabajos diarios que se realizan sobre los restos. Ha resultado ser un sistema que, sin entrar en contacto directo con el objeto, es capaz de cubrirlo y aislarlo de golpes directos y movimientos involuntarios. Entre las ventajas del tubo de PVC destacan que sus componentes principales son inocuos y adecuados para la conservación *in situ* y también que es un material de alta resistencia mecánica, libre de corrosión y de bajo coste económico.

Para concluir, hay que decir que tras los primeros días de iniciar los trabajos de excavación, se observa cómo el pecio queda totalmente resguardado e invisible en el fondo marino, sin crear elevaciones que den pruebas de su ubicación ni dejar elementos a la vista, situación que dificulta mínimamente su localización técnica pero que, en contraposición, evita las incursiones no autorizadas de curiosos y entrometidos. Los movimientos ocasionados por las mareas ayudan con el cubrimiento y homogeneización de todo el suelo, ejerciendo un papel fundamental para su protección *in situ*. Ya se ha demostrado que la combinación de los métodos de cubrimiento y protección *in situ* como barrera física, con-

¹² GREGORY, D. "Degradation of Wood". En: KEITH, M. E. [ed.] Site Formation Processes of Submerged Shipwrecks. Gainesville: University Press of Florida, 2016, p. 114-132.

¹³ GONZÁLEZ G. *Memoria de Conservación y Restauración. Memoria técnica de la intervención arqueológica subacuática en el Pecio de las Lucernas (Porto Cristo, Manacor)*, 2016, p. 76-111. Memoria inédita.

¹⁴ AL-HAMDANI, Z. [et al.] "Methods for physical protection...", p. 25-46.

¹⁵ DANILOVIC, V. *In-situ conservation of the shipwrecks in the mediterranean sea*. Trabajo final de grado. Universidad Ca' Foscari de Venecia, 2014, p. 145-164. [En línea] <<http://dspace.unive.it/handle/10579/5482>> [Consulta: 13 octubre 2018]

sigue mantener el pecio en buenas condiciones y evita, en la medida de lo posible, que se produzcan alteraciones de cualquier naturaleza.¹⁶

Posteriormente, y como aconsejan las normativas de protección, se realizan visitas periódicas para comprobar su estado y verificar que la zona se mantiene cubierta adecuadamente. Este tipo de protección logra disuadir posibles actos vandálicos, pero está a merced de la acción de las mareas y las corrientes. El principal problema en el cubrimiento y protección de los pecios es el de asegurar la compactación y estabilidad de la arena que los cubre, por la facilidad de ser removida y retirada por las corrientes, olas y mareas.¹⁷ En este caso, los movimientos de arena han jugado a nuestro favor.

IMÁGENES

1 Vista a dos aguas del pecio *Ses Llumetes* próximo a la playa de Porto Cristo, en Manacor (Mallorca) (Fotografía: Javier Rodríguez).

2 Vista parcial de la Zona 1B del pecio *Ses Llumetes*, concretamente donde se conserva *in situ* un cabo a través del imbornal entre las cuadernas C119 y C124 (Fotografía: Andrea Sanz).

3 Un método que utiliza transporte de sedimentos y una red porosa para cubrir un naufragio con sedimento y prevenir el ataque de gusanos (Dibujo: MANDERS, M. *BZN 10 wreck – threatened by nature?* [En línea] <<https://www.abc.se/~pa/publ/bzn10.htm>> [Consulta: 13 octubre 2018]).

4 Sacos reutilizados de la protección como barrera física para la contención de arena sobre los restos arqueológicos y evitar en la zona la introducción de restos de algas y otras deposiciones que llevan las corrientes marinas (Fotografía: Javier Rodríguez).

5 Barrera física por la superposición de sacos rellenos de arena y malla textil para la protección temporal de los restos encontrados y excavados (Fotografía: Andrea Sanz).

6 Resina de doble componente de endurecimiento ultra rápido dejada un año al exterior, totalmente oxidada (Fotografía: Andrea Sanz).

7 Vista general de una zona del pañol con el método de consolidación con resina de doble componente de endurecimiento ultra rápido tras su aplicación en 2017 sin oxidación visible (Fotografía: Andrea Sanz).

8 Detalle del sistema de cubrimiento combinado con sacos rellenos de arena, arena y tela de tipo geotextil (Fotografía: Javier Rodríguez).

9 Sistema de protección con tubo de PVC sobre el cabo conservado *in situ* en el imbornal (Fotografía: Andrea Sanz).

10 Sellado del PVC a la pared vertical de la varenga mediante resina bicomponente de poliéster (Fotografía: Javier Rodríguez).

11 Sistema de protección utilizado en la campaña de 2017 con tubo de PVC sobre el cabo conservado *in situ* a través del imbornal de la zona 1B (Fotografía: Andrea Sanz).

12 Vista general del pecio *Ses Llumetes* en la campaña de 2017, durante los trabajos de protección del cabo en el imbornal (Fotografía: Javier Rodríguez).

BIBLIOGRAFÍA

ESPAÑA. MINISTERIO DE CULTURA. *Libro verde. Plan Nacional de Protección del Patrimonio Cultural Subacuático Español*. Madrid: Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica, 2010.

FERRER, R. "Una nave romana". *Tramontana* (1957), N° 37, p. 5.

MAARLEVELD, T. J.; GUÉRIN, U.; EGGER, B. [eds.] *Manual for Activities directed at Underwater Cultural Heritage. Guidelines to the Annex of the UNESCO 2001 Convention*. París: UNESCO, 2013.

MUNAR, S. [et al.] "Noves actuacions arqueològiques al port de Porto Cristo. Resultats de la campanya de prospecció i sondejos subaquàtics del 2012". En: MARTÍNEZ, A.; GRAZIANI G. *VI Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears (Formentera, 26, 27 i 28 de setembre, 2014)* Formentera: Consell Insular de Formentera, 2015, p. 295-302.

NORTH, N. A. "Conservation of metals" En: PEARSON, C. [ed.] *Conservation of marine archaeological objects*. Londres: Butterworths, 1987, p. 207-252.

NORTH, N. A.; MACLEOD, I. D. "Corrosion of Metals" En: PEARSON, C. [ed.] *Conservation of marine archaeological objects*. Londres: Butterworths, 1987, p. 68-98.

PINYA, B. "La supuesta nave romana de Porto-Cristo". *Arriba* (1954), N° 847, p. 1.

POMEY, P. "Le Navire Romain de la Madrague de Giens". *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*. Vol. 126 (1982), n° 1, p. 133-154.

PUIG, A. "El derelict de les llumetes de Porto Cristo (Manacor, Mallorca). Causes i data de la troballa". En: FERRER, A.; SALAS, M. [coords.] *VI Jornades d'Estudis Locals de Manacor: fets i protagonistes. 21 i 22 de maig de 2010*. Manacor: Consell de Mallorca, 2011, p. 37-42.

¹⁶ BJÖRDAL, C. G. "Strategies for Protection of Wooden Underwater Cultural Heritage in the Baltic Sea Against Marine Borers. The EU Project 'WreckProtect'". *Conservation and Management of Archaeological Sites*. Volume 14 (2012), n° 1-4, p. 201-214.
¹⁷ PESIC, M. "In situ Protection of Underwater Cultural Heritage". En: LUKA, B. [ed.] *Conservation of underwater archaeological finds*. Zadar (Croacia): International Centre for Underwater Archaeology in Zadar, 2011, p. 79.