

Yacimientos arqueológicos subacuáticos: conservación y accesibilidad en la era digital

M.^a Elena Pérez López | Dpto. de Pintura, Universidad de Sevilla

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/5873>

Introducción

Los yacimientos arqueológicos subacuáticos son un recurso cultural e histórico de gran valor. La Convención de la Unesco de 2001 sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático promueve la preservación in situ como la estrategia más adecuada, evitando su descontextualización. No obstante, también enfatiza la importancia de la accesibilidad pública y la divulgación del conocimiento y de este patrimonio a través de una gestión controlada (Gambin et ál. 2021; Gambin, Sausmekat y Kovacevic 2001).

Como ocurre con otras tipologías de yacimientos arqueológicos, la apertura de estos sitios conlleva riesgos como el deterioro por la actividad humana, el saqueo y el impacto ecológico. Para mitigar estos peligros, es fundamental desarrollar e implementar estrategias de regulación más estrictas, medidas de protección y monitoreo continuo que buscan equilibrar la conservación con la educación y el turismo responsable (Tyas 2023; Riera, Aguilar y Cabrera 2016).

Condicionantes de la experiencia y estrategias de acceso

Es importante recordar que la viabilidad del acceso público a los yacimientos subacuáticos está condicionada por diversos factores, relacionados en muchos casos con la propia naturaleza del medio.

Entre estos factores se destacan: las condiciones del agua, ya que la turbidez puede dificultar la experiencia visual; la accesibilidad, ya que no todas las personas están en grado de bucear; o la fragilidad del sitio y del medio ambiente, que puede verse afectado y deteriorado por la continua presencia de visitantes.

Para abordar estos desafíos y superar estas limitaciones, se pueden plantear soluciones que incluyan la posibilidad de añadir iluminación artificial (compatible con la biodiversidad del lugar), restricciones de acceso físico y desarrollar diferentes alternativas o modalidades de acceso.

El buceo recreativo y arqueológico, por ejemplo, debería estar permitido solo bajo una gestión, control y regulación estrictos, prefiriéndose la modalidad en grupos limitados y guiados. Alternativas como visitas en submarinos o embarcaciones con fondo de cristal, permite conocer el lugar y su patrimonio sin afectar los restos arqueológicos, garantizando un acceso más amplio y preservando los sitios. Además, es accesible a todos los públicos, incluidos aquellos con diversidad funcional.

Asimismo, las tecnologías digitales, como drones subacuáticos con transmisión en vivo o experiencias inmersivas en realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA) pueden recrear los sitios y ampliar el acceso sin riesgos de deterioro.

Aplicación de tecnologías emergentes

Precisamente, las herramientas digitales como la fotogrametría, el escaneo LiDAR y los sistemas de monitoreo remoto han mejorado la documentación y vigilancia de los yacimientos arqueológicos subacuáticos (Bruno et ál. 2019), sirviendo como solución al problema de la falta de vigilancia en muchos casos de estos sitios, que permanecen al abierto, con el consecuente riesgo de expolio que ello conlleva.

Por su parte, la realidad virtual y la realidad aumentada ofrecen experiencias inmersivas sin alterar física-



Escultura sumergida en el Parque Arqueológico Subacuático de Bayas (Baiae) vista desde el interior del submarino Cymba, 2019 | foto M.^a Elena Pérez López

mente los yacimientos. Ejemplos de ello son el proyecto Underwater Malta, que proporciona un museo digital de sitios sumergidos, y el sistema de narración con RA en Falasarna, Creta, que permite a los no buceadores experimentar estos espacios mediante reconstrucciones digitales (Liestøl, Bendon y Hadjidaki-Marder 2021; Gambin et ál. 2021, Gambin, Sausmekat y Kovacevic 2001).

Además, la realidad aumentada subacuática (Underwater Augmented Reality, UWAR) mejora la experiencia de los buceadores al superponer reconstrucciones digitales sobre las ruinas sumergidas, facilitando su comprensión y participación (Bruno et ál. 2019). Estas tecnologías también pueden aplicarse en museos y plataformas en línea, ampliando el acceso global al patrimonio subacuático.

Turismo sostenible y modelos de gestión

Los yacimientos arqueológicos subacuáticos pueden convertirse en recursos educativos y turísticos sostenibles. El turismo de buceo, cuando está debida-

mente regulado, puede fomentar la conciencia sobre la importancia del patrimonio subacuático (Scott-Ireton y McKinnon 2015). Un ejemplo de gestión exitosa es el Parque Arqueológico Subacuático de Apolonia en Libia, que combina el turismo con la conservación del sitio (Pizzinato 2012).

Uno de los modelos más representativos de equilibrio entre accesibilidad y preservación es el Parque Arqueológico Subacuático de Bayas (Baia), ubicado en el Golfo de Nápoles, Italia. Esta antigua ciudad romana quedó sumergida debido al bradisismo, un fenómeno geológico que provocó el hundimiento de la costa. En Bayas, las estructuras sumergidas, incluyendo villas, mosaicos y estatuas, se han preservado en un entorno único que atrae tanto a buceadores como a visitantes sin experiencia en inmersiones.

Para facilitar el acceso, el parque cuenta con el submarino Cymba, una embarcación con casco de cristal que permite a los visitantes explorar los restos sin necesidad de bucear. Esta solución no solo amplía el acceso al público general, sino que también minimiza el impacto humano en el yacimiento. El modelo de gestión del parque combina restricciones de acceso, monitoreo continuo y tecnologías digitales, lo que lo convierte en un referente para futuras iniciativas de turismo arqueológico subacuático (Pérez López 2019).

Retos y perspectivas futuras

A pesar de los avances conseguidos hasta la fecha en la gestión de los yacimientos subacuáticos, algunos desafíos clave persisten. En cuanto a la conservación y monitoreo, la implementación de sensores y vigilancia podría ser la estrategia a seguir para evitar daños. En cuanto a educación y concienciación, sería interesante fomentar los programas de reconocimiento y sensibilización sobre la importancia del patrimonio subacuático. El desarrollo tecnológico y la inversión en realidad virtual, realidad aumentada y modelado 3D ofrecen alternativas a las visitas físicas. Y para conseguir una regulación y gestión sostenible, sería fundamental la creación de normativas legales que equilibren turismo y conservación.

Conclusión

El futuro de los yacimientos arqueológicos subacuáticos depende de la integración de estrategias de conservación con tecnologías innovadoras. Abrir estos yacimientos al público puede ser beneficioso si se gestiona de manera responsable. Sitios con estructuras bien conservadas y alto valor cultural, como Bayas, pueden ser accesibles con medidas de protección adecuadas. Tecnologías como la realidad virtual, la realidad aumentada y las visitas guiadas en submarinos ofrecen alternativas viables a las visitas físicas, garantizando un acceso más amplio y preservando los sitios.

Por tanto, se puede concluir que la integración de estrategias digitales y avances tecnológicos, la participación comunitaria, la mejora en la conservación y la promoción de un turismo sostenible y responsable son las claves que permitirán proteger este patrimonio incalculable, para el disfrute de toda la sociedad actual y las generaciones futuras.

BIBLIOGRAFÍA

- Bruno, F., Barbieri, L., Mangeruga, M., Cozza, M., Lagudi, A., Čejka, J., Liarakis, F., y Skarlatos, D. (2019) Underwater Augmented Reality for improving the diving experience in submerged archaeological sites. *Ocean Engineering*, vol. 190. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106487> [Consulta: 09/04/2025]
- Gambin, T., Hyttinen, K., Sausmekat, M. y Wood, J. (2021) Making the Invisible Visible: Underwater Malta - A Virtual Museum for Submerged Cultural Heritage. *Remote Sensing*, vol. 13, pp. 1558. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/RS13081558> [Consulta: 04/04/2025]
- Gambin, T., Sausmekat, M. y Kovacevic, D. (2021) The Innovative and State of the Art Public Access Management of Malta's Underwater Cultural Heritage. *Heritage*. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/heritage4040187> [Consulta: 04/04/2025]
- Liestøl, G., Bendon, M. y Hadjidaki-Marder, E. (2021) Augmented Reality Storytelling Submerged. Dry Diving to a World War II Wreck at Ancient Phalasarna, Crete. *Heritage*, vol. 4(4). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/heritage4040256> [Consulta: 08/04/2025]
- Pérez López, M.E. (2019) *La escultura Zeus en trono de Baia (Nápoles): un caso de deterioro del patrimonio arqueológico de procedencia subacuática*. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Sevilla. Disponible en: <https://idus.us.es/items/aa65d725-9d7e-4f4e-befa-fef941222ad9> [Consulta: 09/04/2025]
- Pizzinato, C. y Beltrame, C. (2012) A project for the creation of an underwater archaeological park at Apollonia, Libya. *Underwater Technology*, vol. 30, pp. 217-224. Disponible en: <https://doi.org/10.3723/ut.30.217> [Consulta: 04/04/2025]
- Riera, C., Aguilar, C. y Cabrera, C. (2016) Studying the Cannons of Punta Santa Anna, Spain: In Situ Conservation, Promoting Public Access, and Monitoring Iron Corrosion. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, vol. 18, pp. 353-363. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13505033.2016.1182774> [Consulta: 08/04/2025]
- Scott-Ireton, D. y McKinnon, J. (2015) As the Sand Settles: Education and Archaeological Tourism on Underwater Cultural Heritage. *Public Archaeology*, vol. 14, pp. 157-171
- Tyas, A. (2023) Underwater Archaeology in Iceland: Past Work, Current Management and Future Possibilities in Community Engagement. *International Journal of Nautical Archaeology*, vol. 52, pp. 195-204. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10572414.2022.2155383> [Consulta: 08/04/2025]
- Unesco (2001) *Convención sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático*. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/legal-affairs/convention-protection-underwater-cultural-heritage> [Consulta: 04/04/2025]