

REVISTA DE ARQUEOLOGIA

Volume 39 No. 1 Janeiro - Abril 2026

ARTÍCULO

ADAPTACIÓN DE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS ANTE LOS IMPACTOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Elena García Martínez*

RESUMEN

Esta investigación tiene por objetivo proponer una metodología de actuación encaminada a la adaptación de los sitios arqueológicos ante los impactos derivados del cambio climático, todo ello dentro del marco de prioridades recomendadas en el Libro Blanco de la Comisión Europea sobre patrimonio cultural y cambio climático. Para ello, se ha llevado a cabo una revisión de las estrategias de adaptación en el ámbito patrimonial, divididas en la prevención de eventos extremos y en la implantación de programas de mantenimiento, así como de las experiencias derivadas de los estudios de caso en España.

Palabras clave: Cambio Climático; Sitio Arqueológico; Indicadores de Vulnerabilidad Climática; Monitoreo; Mantenimiento.

* Universidad Complutense de Madrid. E-mail: mariae80@ucm.es. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9817-4305>

ADAPTAÇÃO DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS AOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é propor uma metodologia de ação voltada à adaptação dos sítios arqueológicos aos impactos das mudanças climáticas, no âmbito das prioridades recomendadas no Livro Branco da Comissão Europeia sobre Patrimônio Cultural e Mudanças Climáticas. Para tanto, foi realizada uma revisão das estratégias de adaptação no setor patrimonial, divididas em prevenção de eventos extremos e implementação de programas de manutenção, bem como experiências derivadas de estudos de caso na Espanha.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Sítio Arqueológico; Indicadores de Vulnerabilidade Climática; Monitoramento; Manutenção.

ADAPTATION OF ARCHEOLOGICAL SITES TO THE IMPACTS DERIVED FROM CLIMATE CHANGE

ABSTRACT

The purpose of this research is to propose a methodology for action aimed at adapting archaeological sites to the impacts of climate change, all within the framework of priorities recommended in the European Commission's White Paper on Cultural Heritage and Climate Change. To this end, a review of adaptation strategies in the heritage area has been carried out, divided into the prevention of extreme events and the implementation of maintenance programs, as well as the experiences derived from case studies on Spain.

Keywords: Climate Change; Archaeological Site; Climate Vulnerability Indicators; Monitoring; Maintenance.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, cualquier programa o plan de gestión en patrimonio cultural sería poco riguroso si no considerara las estrategias que permitirán la sostenibilidad de sus intervenciones, así como las medidas de adaptación, cuyo objetivo es limitar los impactos, reducir las vulnerabilidades e incrementar la resiliencia frente al cambio del clima.

Los organismos internacionales (UE, 1992) recomiendan que, tras una investigación arqueológica, los restos que no puedan ser conservados adecuadamente deben colmatarse de nuevo, premisa que desde estas líneas corroboramos, sin entrar en valoraciones sobre la elección de los sitios arqueológicos cuyo fin último sea su musealización.

No trataremos en este trabajo de los requisitos y condiciones para la puesta en valor de sitios arqueológicos, que deberían ofrecer una experiencia de calidad sin comprometer la conservación del sitio. En todo caso, esas dotaciones de adaptación a la visita (accesos, señalización, etc.) deberían incorporarse a los programas de mantenimiento que desde estas líneas propondremos, siguiendo las recomendaciones de La Carta del Turismo Sostenible (ICOMOS, 2022).

Para la mejor comprensión de este artículo definimos los “impactos” como las consecuencias de las amenazas; la “vulnerabilidad” como la propensión o predisposición a verse afectado negativamente; y, por último, la “exposición” como el grado, duración y/o extensión en el que el sistema está en contacto con la amenaza (IPCC, 2022, anexo II).

METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación ha basado en la revisión de experiencias realizadas en el ámbito del cambio climático vinculado con el patrimonio cultural, y su aplicación práctica a algunos ejemplos reales, en concreto en los yacimientos arqueológicos de Adro Vello, Pontevedra, (España, 2022) y La Illeta dels Banyets, Alicante (España, 2023), todo ello como parte de la tesis doctoral “Cambio climático y conservación de sitios arqueológicos” de la que el presente artículo forma parte¹.

Para su mejor comprensión recomendamos la lectura del artículo titulado “Caracterización de las amenazas derivadas del cambio climático e identificación de los impactos en sitios arqueológicos” (García Martínez; Plaza Beltrán, 2025), en que se establece la primera etapa indispensable para la identificación de los impactos, premisa para establecer unas medidas adaptativas con garantías.

El alcance de este estudio incluye los sitios arqueológicos definidos en el Tratado de La Valeta, como “los vestigios, objetos y cualesquiera otras trazas de manifestaciones humanas [...] cuya preservación y estudio permitan reconstruir la historia de la humanidad y su relación con el medio ambiente”. Este mismo documento especifica que dentro de dicho patrimonio arqueológico se “incluyen las estructuras, construcciones, grupos arquitectónicos, lugares de asentamiento, objetos muebles, monumentos de otra naturaleza, así como su contexto, localizados en tierra o bajo el agua” (España, 2011). Aunque se encuentran incluidos en la definición de patrimonio arqueológico, aquí no vamos a contemplar el estudio de la vulnerabilidad de objetos muebles o transportables, que, entendemos, pueden protegerse en museos con las medidas de conservación preventiva adecuadas. Según lo anterior, atenderemos a los efectos producidos en el

¹ Tesis matriculada curso 2022-2023 en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Dirigida por la doctora Marta Plaza Beltrán, profesora titular del Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de Madrid (UCM).

aspecto tangible e inmueble de los restos arqueológicos, dejando para otros estudios la significancia de los sitios y la pérdida de valores patrimoniales.

Por último, se ha llevado a cabo una revisión crítica de la norma internacional UNE-EN 17652 titulada “Evaluación y seguimiento de yacimientos arqueológicos para su conservación in situ”, incluida en el marco de las estrategias de monitoreo (UNE, 2023).

JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

La elección de los dos estudios de caso tenía como principal objetivo aportar el abanico más amplio de impactos, tanto por su exposición como por su vulnerabilidad, de tal forma que tanto la metodología como las medidas que se recomiendan se pudieran extrapolar a otros yacimientos y ayudar a una toma de decisiones.

Los dos yacimientos, Adro Vello (Pontevedra) y La Illeta dels Banyets (Alicante), presentan dos ámbitos de protección. Por un lado, son BIC (Adro Vello en 2022 y la Illeta conjunto histórico desde 1978 y BIC en 2023), y, por otro, están protegidos dentro de la Red Natura, lo que obliga a que las soluciones adoptadas se enmarquen en parámetros de sostenibilidad.

La zona arqueológica de Adro Vello, en la parroquia de San Vicente do Grove, en el ayuntamiento de O Grove, se emplaza al lado de la playa de O Carreiro, se sitúa en una estrecha explanada litoral, al pie de una colina rocosa muy destacada en su entorno. El ámbito está enclavado a un lado de la playa de O Carreiro.

Por su parte, la zona arqueológica de La Illeta dels Banyets se encuentra situada en la localidad de El Campello. Actualmente, el yacimiento presenta el aspecto de un cabo artificial, ya que hasta principios de siglo era una isla amesetada, ovalada de este a oeste, sufriendo un intenso proceso erosivo, tanto de origen natural, erosión marina, como antrópico.

Sus ubicaciones representan las vertientes atlántica, en una zona climática oceánica templada, y la mediterránea, con clima semiárido, dando lugar a diferentes resultados en cuanto a subida de niveles del mar y parámetros meteorológicos.

Sus cronologías, su tipología constructiva, así como los materiales empleados son diferentes. En el caso de Adro Vello salazones romanos, y edificaciones y enterramientos tardorromanos de naturaleza granítica. En el caso de La Illeta, asentamientos neolítico e ibérico, y viveros romanos de naturaleza calcárea.

Por último, su estado de conservación es completamente diferente. En el caso de Adro Vello está en proceso de excavación, se ha diseñado un programa de mantenimiento con el fin de llevarse a cabo en las siguientes campañas. Sin embargo, La Illeta tiene un plan de mantenimiento ya consolidado desde el año 2000 con excelentes resultados (Pérez, 2015).

Los sitios arqueológicos del estudio, independientemente de su cultura, son reconocibles en todos los países con dominio marítimo o fluvial. En el caso de Brasil, asentamientos de las culturas Umbu (Bagio Perin *et al.*, 2024) y Sambaquis (Klokler, 2010) conservan restos que proteger de épocas prehistóricas. En cualquier caso, la metodología es aplicable a todo tipo de vestigio del pasado como los derivados de procesos sociohistóricos como fortificaciones y estructuras militares o industrias, como las balleneras. Fuera del ámbito costero, el mantenimiento de estructuras arqueológicas o históricas es imprescindible después de un proceso de excavación o de rehabilitación para garantizar su conservación. Sería el caso de paisajes arqueológicos derivados de conflictos bélicos (Lino, 2022) o de los importantes conjuntos Ruinas de São Miguel das Missões (Rio Grande do Sul, Brasil) o Igatu (Bahia, Brasil) (Batista Neto; Pires, 2009).

ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN

La preocupación ante la nueva situación de inestabilidad que implican los impactos derivados del cambio climático en sitios arqueológicos se ha reflejado en varios proyectos de investigación europeos, interés que comenzó con el denominado *Noah's Ark* (Sabbioni; Brimblecombe; Cassar, 2010) y al que siguieron *Cheris*, (*Cheris*), *Strench* (*Strench*) o *Adapt Northern Heritage*, (*Adapt Northern Heritage*), entre otros. Esta preocupación generó planes de adaptación específicos en patrimonio en diferentes países europeos, como Irlanda (Daly, 2019), Escocia (Harkin *et al.*, 2019) o Gales (HEG, 2020).

Aunque en este artículo las estrategias de adaptación se centran en el aspecto tangible de los sitios arqueológicos, en la actualidad el estudio de las medidas de adaptación se complementa con los conocimientos locales que ayudan a afrontar los impactos derivados del cambio climático de una forma integral. Esta premisa se incorporó en el Acuerdo de París (artículo 7.5), en el que se reconocía el potencial del patrimonio para contribuir a la adaptación gracias a los conocimientos tradicionales y el conocimiento local (ONU, 2015). En este sentido, el patrimonio arqueológico puede aportar estrategias adaptativas, ya que se ha formado a lo largo de los siglos mediante la interacción humana y su entorno, con modificaciones constantes, para afrontar fenómenos meteorológicos y climas cambiantes (Carmichael *et al.*, 2018).

Tabla 1. Estrategias de adaptación propuestas en el proyecto *Life-Shara*. Resaltadas las medidas que se van a tratar en el artículo. (Jornada Nacional de Herramientas para la Adaptación al Cambio Climático, 2021).

ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN	
ESTRUCTURALES FÍSICAS	Ingeniería
	Tecnología
	Basadas en ecosistemas
	Servicios
SOCIALES	Educación
	Información
	Comportamiento
INSTITUCIONALES	Economía
	Leyes y reglamentos
	Políticas y programas gubernamentales

Fuente: Jornada Nacional de Herramientas para la Adaptación al Cambio Climático (2021).

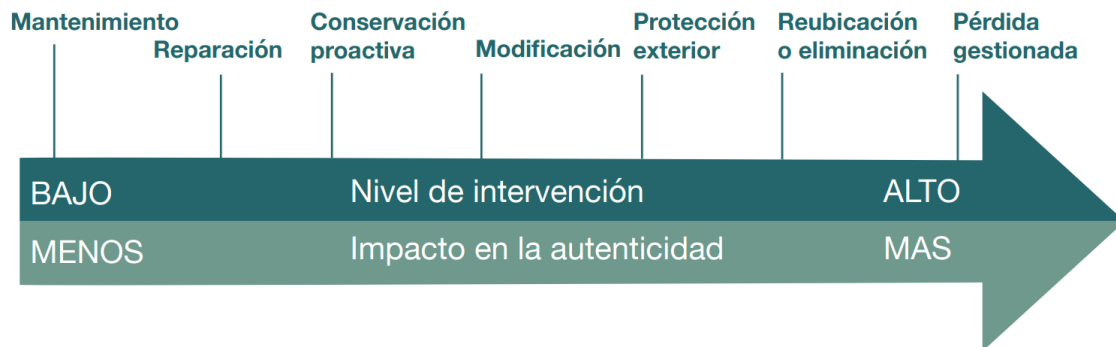
En nuestro caso, las soluciones adoptadas las denominaremos “estrategias de adaptación estructurales”, divididas en la de prevención de daños ante eventos extremos y programas de mantenimiento.

También queremos destacar que, en la medida que se implementan las estrategias de adaptación estructurales, podría existir una relación inversa entre la pérdida de algunos aspectos del valor patrimonial, como sucede en el caso de la autenticidad, y los niveles de intervención, en cuanto a intensidad y extensión de los mismos.

A continuación, diferenciamos las estrategias en dos bloques. Por un lado, la prevención de daños por eventos extremos, que han aumentado en intensidad y frecuencia por los efectos derivados del cambio climático; y, por otro, los programas de mantenimiento. Éstos últimos gestionan las actuaciones tanto los derivados de dinámicas progresivas como de eventos extremos. Esta distinción no es ajena al ámbito

de la conservación-restauración, cuando en los inicios de la conservación preventiva se diferenciaban los efectos inmediatos y catastróficos de los lentos y acumulativos (de Guichen, 2013; Navarro Casas; García Martínez; García Pérez, 2021, p. 25).

Figura 1. Relación conceptual entre los diferentes niveles de intervención adaptativa y la autenticidad de recursos patrimoniales.



Fuente: Gráfico de Chan, C. 2018. *Adaptado de Historic Environment Group*, 2018, p. 11, figura 3, (Daly, 2019, p. 59).

Prevención de daños ante eventos extremos: Gestión de riesgos

El marco estratégico e institucional en gestión de riesgos en el patrimonio cultural tiene un amplio recorrido. La organización UNESCO ha realizado en los últimos veinte años una extensa labor investigadora y divulgativa sobre posibles formas de enfrentarse a los impactos climáticos (UNESCO, 2006, 2021). Esta preocupación es una constatación en la organización y queda reflejada en diferentes publicaciones como “Gestión del riesgo de desastres para el patrimonio cultural” (UNESCO, 2014).

Por su parte, la Comisión Europea en el Marco Europeo de Acción sobre el Patrimonio Cultural, (UE, 2019) y el Consejo de la UE, en sus conclusiones sobre Gestión de Riesgos en Patrimonio Cultural (UE, 2020), refuerzan líneas de acción para un patrimonio europeo más resiliente ante los desastres naturales, que se implementan en proyectos de investigación para determinar la vulnerabilidad del patrimonio y establecer planes de salvaguarda ante situaciones de emergencia (ProteCHt2save).

La *Agenda global de investigación y acción sobre cultura, patrimonio y cambio climático* es el resultado de la colaboración científica entre ICOMOS, UNESCO e IPCC (Morel *et al.*, 2022). El documento explora las sinergias entre la cultura, el patrimonio y el cambio climático, y establece, en su segundo eje o área de interés, “el estudio de la pérdida, el daño, la vulnerabilidad y la comprensión de los riesgos”.

En la práctica, han sido muchas y variadas las iniciativas que han implantado soluciones en los sitios arqueológicos en el marco del cambio climático, pero los mayores esfuerzos han estado enfocados en minimizar los impactos derivados de la subida del mar y su sinergia con la erosión costera. Por otro lado, como evento derivado del cambio climático que en la península ibérica provocará en zonas interiores los mayores impactos, se hará referencia a las altas temperaturas y consecuente sequía extrema (España, 2017; España, 2022, p. 81).

La construcción de diques, malecones o rompeolas ha sido la respuesta más extendida, ya que las mareas altas y los tsunamis han supuesto una amenaza desde la antigüedad. En algunos casos, estas infraestructuras “duras” ya forman parte del conjunto

patrimonial e incluso pueden llegar a ser reforzadas o readaptadas ante la nueva situación de cambio climático. Prueba de lo anterior es el trabajo realizado en Países Bajos, en los que sus diques históricos tienen un valor excepcional y se ven seriamente afectados por la subida del nivel del mar y por las lluvias torrenciales. Su trabajo presenta diferentes vertientes, a nivel de gestión administrativa la implantación de programas de Calidad Visual y la incorporación de este tipo de patrimonio en las Evaluaciones de Impacto Ambiental, así como soluciones técnicas, cartografías y refuerzos estructurales. Algunos ejemplos de lo anterior son los diques de *West Frisian Ring Dike* (Lascaris, 2012) o *Delfzijl* (Egberts; Riesto, 2021).

A otra escala, en el noroeste de España, destacamos la protección del conjunto arqueológico en la isla de Guidoiro Areoso, situado en el interior de la ría de Arousa. Estas construcciones megalíticas en la costa presentan una alta vulnerabilidad debido, principalmente, a la disminución de las dunas en altura y extensión por acción de las mareas. Entre otras intervenciones, se realizaron muros perimetrales en forma de “L” de cara al frente marino, en dos de sus cámaras, en concreto en los monumentos 4 y 5 (Blanco-Chao *et al.*, 2015; López-Romero *et al.*, 2017). Este muro de gaviones, de aproximadamente un metro de altura, está realizado con piedra del lugar y frena la energía de las batidas de las olas. Al ser permeables al agua permiten que en el caso de salto de las olas al interior del recinto el agua pueda retroceder con mayor lentitud, lo cual evita la erosión de suelo, aunque es recomendable sistemas de drenaje y evacuación adicionales.

En el caso de protección de yacimientos arqueológicos en la costa, y como construcciones o medidas “blandas” y de mayor sostenibilidad, destacamos el uso de elementos naturales que propician la regeneración del ecosistema, creando vórtices de viento que estimulan la deposición de sedimentos, acelerando así el proceso de recuperación de arena en la duna. Sería el caso de elementos longitudinales como los biorrollos vegetales no sembrados, por la precaución de no introducir especies no deseadas (España, 2008), o captadores, elementos de cañizo o madera, que favorecen la acumulación de arena. Estos últimos utilizados en el proyecto *Descendants United for Nature, Adaptation and Sustainability* (DUNAS), que aborda las tormentas y la erosión costera en los sitios arqueológicos de la costa centro-norte de Puerto Rico (Rivera-Collazo, 2021).

En cuanto a los eventos extremos, las lluvias torrenciales pueden considerarse como las más destructivas y generalizadas en todos los continentes. Entre las medidas, la adecuación de un sistema eficaz de drenaje es imprescindible y, dependiendo de los contextos, la prohibición de la tala de árboles en pendientes evita riesgos concatenados como deslizamientos, medidas propuestas para el patrimonio edificado en Brasil (Zanirato, 2021).

En el caso de España, es de especial preocupación el impacto de sequía extrema, junto con la demanda de energía hidroeléctrica, pues provocará una bajada del nivel de agua en presas y embalses, emergiendo patrimonio antes sumergido por las infraestructuras de mediados del siglo XX y que la Administración General del Estado tiene registrado en más de 1.500 restos arqueológicos en aguas continentales de la península ibérica (Arcos García, 2023, p. 15).

En este sentido, y en previsión a un monitoreo en los embalses identificados con patrimonio sumergido, es de interés el servicio climático de embalses generado en AEMET, *S-ClimWaRe (Seasonal Climate predictions in support of Water Reservoirs management)*, concebido para apoyar la toma de decisiones relativa a la gestión de los embalses en España (AEMET).

El impacto consiste en varios efectos simultáneos, como son los procesos erosivos por arrastre mecánico del agua y materia en suspensión y los procesos fisicoquímicos, derivados de la saturación y posterior evaporación de agua en los materiales constructivos patrimoniales.

Además, hay que añadir la dificultad que entrañan las intervenciones que realizar, ya que deben tener la premisa de su sostenibilidad, con el objetivo de que no se degraden ni perjudiquen la calidad del agua, cuando los restos vuelvan a sumergirse.

En este marco destacamos las actuaciones realizadas en el Dolmen de Guadalperal en el año 2021 durante la retirada de las aguas del embalse de Valdecañas, Cáceres (España). En relación con las intervenciones de conservación del sitio se procedió a implantar dos medidas diferenciadas: Por un lado, la construcción de un muro de contención en la ruta de evacuación principal para paliar la retirada abrupta del nivel de agua; y, por otro lado, la estabilización de las lajas de granito. Ésta última consistió en la colocación de capas superpuestas de tierra compactada en primer lugar, seguida de mallas de fibra de vidrio solapadas y ancladas con grapas galvanizadas destinada a frenar el arrastre y erosión del sustrato. Por último, se protegió la base del dolmen con una capa de gravas y cantos rodados, todos ellos materiales de las cercanías que también han estado sumergidos (Pérez *et al.*, 2023, p. 68).

Como conclusión en este apartado destacamos el interés que supondría la puesta en marcha de un monitoreo en el caso de eventos extremos, así como el empleo de alarmas, pudiéndose aplicar soluciones técnicas ya establecidas para la población, como, por ejemplo, las barreras portátiles de contención flexibles para evitar inundaciones (España, 2017).

Programa de mantenimiento

Los sitios arqueológicos se gestionan, generalmente, en el marco de un plan director, en que se establecen los criterios y las actividades a realizar en diferentes ámbitos, la investigación arqueológica, la provisión de recursos, humanos y técnicos, documentación y difusión, entre otras. En cuanto a las medidas técnicas o acciones prácticas para su conservación, estas se organizan en los programas de mantenimiento (ICOMOS, 2017, p. 7).

El Programa de Mantenimiento es el conjunto de acciones periódicas, directas o indirectas, encaminadas a mantener los sitios arqueológicos en condiciones óptimas de integridad y funcionalidad.

El diseño de un programa de mantenimiento debe estar compuesto de protocolos específicos que puedan manejarse de forma individual, atendiendo a su periodicidad. Su redacción no debe ser ambigua y debe dar repuestas al objeto y alcance, a los recursos humanos y técnicos, además de señalar dónde, cómo y cuándo se deben aplicar dichos protocolos. Pueden contener anexos o instrucciones de instrumentos de apoyo. Generalmente se dividen en dos bloques, protocolos de seguimiento y el de medidas o actuaciones directas de conservación.

En la bibliografía revisada, al primer paso encaminado a una protección activa se denomina “monitoreo o seguimiento”, término que hace referencia al seguimiento o inspección.

De esta forma, la premisa del monitoreo consiste en que, si se observa un cambio en el estado de conservación, ya identificado en la vulnerabilidad de sus elementos patrimoniales, podría ser factible gestionar, minimizar o evitar el riesgo, con unas medidas de mantenimiento adecuadas, evitando la necesidad de costosos y traumáticos tratamientos de restauración. Este monitoreo se establece mediante indicadores de vulnerabilidad, que determinan el estado de conservación de elementos del sitio

seleccionados al efecto, incorporando umbrales de alarma en los que sería necesaria una intervención específica o medidas correctoras.

Un indicador mide y cuantifica la evolución de un aspecto o variable visible en un elemento geolocalizado. Para su establecimiento es necesario un punto de partida o “estado previo”, entendido como el conjunto de valores adoptados por todas las variables en un momento dado (Gallopín, 2006, p. 297).

En este sentido, queremos destacar los indicadores referidos a la vulnerabilidad de yacimientos arqueológicos y, en particular, a las alteraciones debido a los impactos con dinámicas progresivas, como cristalización salina por aumento de épocas de sequía, termoclastismo por estrés térmico o colonización biológica, entre otros. Su dimensión medible se manifiesta mediante diferentes deterioros que se valoran de forma semicuantitativa. Los indicadores se establecen en diferentes elementos en el propio yacimiento y/o a través de probetas expuestas *in situ*. Estas probetas de ensayo se realizan con materiales representativos del yacimiento y se colocan *in situ* para testar su evolución a medio o largo plazo. Su premisa se basa en que el material de la probeta de “corte fresco”, se altera más rápidamente ante los factores climáticos que el original, que podrá incluso haber conseguido un equilibrio con el medio en todos sus estadios de uso-enterramiento-excavación y, de esta forma, se pueden predecir los cambios que sufrirán los materiales patrimoniales.

Un ejemplo de lo anterior sería la experiencia en el monasterio de *Skellig Michael* y castillo de Dublín, Irlanda (Daly, 2016), o las instaladas en los sitios arqueológicos de Adro Vello (Pontevedra) y La Illeta dels Banyets (Alicante).

Figura 2. A. Probeta realizada en granito de las mismas características que el empleado en los restos del yacimiento arqueológico de Adro Vello. B, probeta orientación Sur en La Illeta dels Banyets (España).



Fuente: Elaboración de la autora.

En la actualidad, son cada vez más numerosos los programas de mantenimiento implantados en los sitios arqueológicos. En la práctica, las intervenciones en conservación-restauración incluidas en un programa de mantenimiento siguen los criterios y recomendaciones consensuadas por organismos internacionales, que en el caso de sitios arqueológicos pueden enmarcarse en el Proyecto

COREMANS “Criterios de intervención de materiales pétreos” (Laborde, 2013; UNE-EN 41810). Éstas pueden consistir, dependiendo del nivel de intervención, en el enterramiento parcial, hiladas de sacrificio, encapsulados, rejuntados, muros estructurales, sistemas de drenaje o cubiertas parciales, entre otros.

En cuanto a las cubiertas, parciales o totales, ha sido una de las soluciones más extrema ante los impactos medioambientales. Son numerosos los ejemplos pero destacamos, por su alta vulnerabilidad, la Cueva Pintada de Gáldar, en Las Palmas (Feduchi, 1998) y, en el caso de la premisa del cambio climático, los refugios climáticos de 16 templos megalíticos en Malta (Cassar, 2016, p. 124).

RESULTADOS

Como mencionamos en el apartado de metodología, se han estudiado los sitios arqueológicos de Adro Vello y La Illeta dels Banyets, y en este apartado señalamos dos amenazas principales: por un lado, la acción sinérgica de la subida del nivel del mar y las marejadas ciclónicas que provocan la erosión costera (Cid *et al.*, 2016); y, por otro, las precipitaciones convectivas y frontales (Cuadrat; Pita, 2022, p. 168), que provocan lluvias torrenciales, con intensidad superior a 60 mm/h (D.G. Protección Civil) y que han aumentado su frecuencia (AEMET, 2023). En grupo se incluyen las lluvias, inundaciones y escorrentías que provocan las depresiones aisladas en niveles altos (DANA) (Martín, 2024), que en nuestro caso presentan un alto grado de exposición en el yacimiento de La Illeta dels Banyets.

Anticipándonos a trabajos en curso sobre la vulnerabilidad de los estudios de caso y sobre los impactos derivados de dinámicas progresivas o lentas, mostramos a continuación dos tablas en las que destacamos los impactos producidos y algunas de las medidas que se pueden implementar, principalmente de carácter adaptativo.

Mostramos a continuación dos tablas en las que destacamos los impactos producidos y algunas de las medidas que se pueden implementar, principalmente las adaptativas².

Tabla 2. Relación de los impactos identificados en Adro Vello (AV) y las medidas adaptativas (MA), de mitigación (MM) o emergencia (ME) para implementar.

ADRO VELLO	
$I = E \times V$ I= Impacto. Consecuencia E= Exposición; V= Vulnerabilidad	Medidas de Adaptación. MA Medidas de Emergencia. ME Medidas de Mitigación. MM
AV_I_1 Inmersión de superficie del yacimiento arqueológico	
AV_I_2.1 Retroceso de la costa por erosión (físicos)	AV_MA_2.1 Biorrollos vegetales en el frente cara al mar AV_MM_2.1 Aumento de la cobertura vegetal autóctona en el sistema dunar
AV_I_2.2 Cambio del pH y salinidad por el aumento de los aerosoles marinos	AV_MA_2.2 Consolidación de los materiales en base a los resultados de las probetas

continúa...

² La vulnerabilidad de los yacimientos de los casos del estudio y resultados de los indicadores expuestos, de los que derivan los resultados de las tablas se reflejaran en la publicación titulada “Vulnerabilidad de los sitios arqueológicos ante los impactos derivados de cambio climático” (en prensa), así como en los anexos de la tesis ya mencionada.

Tabla 2. Continuación

ADRO VELLO	
I = E x V I= Impacto. Consecuencia E= Exposición; V= Vulnerabilidad	Medidas de Adaptación. MA Medidas de Emergencia. ME Medidas de Mitigación. MM
AV_I_3.1 Daños físicos en estructuras y materiales por vientos fuertes y huracanados	AV_MA_3.1 Estabilización de la duna de protección con cobertura vegetal autóctona, gramíneas identificadas en el entorno
AV_I_4.1 Daños físicos en las estructuras y materiales por lluvias torrenciales	AV_MA_4.1 Diseño de sistema de evacuación y drenaje
AV_I_4.2 Inundaciones en las estructuras y disolución de materiales por lluvias intensa	AV_MA_4.2 Evacuación manual del agua estancada en estructuras como piletas del salazón o los enterramientos
AV_I_4.3. Hidrolización en el granito y disolución de morteros	AV_MA_4.3 Consolidación de materiales con base en los resultados de las probetas. El caso de los morteros valorar el uso de morteros de reposición
AV_I_5 Daños en estructuras y materiales por incremento de las temperaturas, sequías y oscilaciones térmicas. Procesos de haloclastia y termoclastia	AV_MA_5 En el caso de grietas o fracturas reintegración con mortero de reposición. Si fueran daños recurrentes, proponer encapsulados de estructuras vulnerables
AV_I_6 Incremento de los incendios en la cobertura vegetal de la ladera, posibles deslizamientos	AV_ME_6 Sistemas de alerta temprana. Protección Civil y Cuerpos de Seguridad Gestión forestal, cambio de la cobertura de eucalipto por roble más resistente al fuego
AV_I_7.1 Colonización líquénica y briofitos. Procesos de quelación	AV_MA_7.1 Se aconseja su NO eliminación
AV_I_7.2 Cobertura vegetal. Bioclastia. Dependiendo de la especie	AV_MA_7.2 Eliminación mecánica y/o química de especies dañinas sin nivel de protección
	AV_MA_7.2 Trasplante en la duna de especies dañinas en el yacimiento y catalogadas de interés o con nivel de protección

Fuente: Elaboración de la autora.

Tabla 3. Relación de los impactos identificados en La Illeta dels Banyets (LIB), las medidas de mantenimiento implantadas (MANT) y medidas adaptativas (MA) y de mitigación (MM) propuestas para su implantación.

LA ILLETA DELS BANYETS		
I = E x V I= Impacto. Consecuencia E= Exposición; V= Vulnerabilidad	Mantenimiento implantado MANT.	Medidas de Adaptación. MA Medidas de Mitigación. MM
LIB_I_1.1 Inmersión de superficie del yacimiento arqueológico (viveros romanos)		

continúa...

Tabla 3. Continuación

LA ILLETA DELS BANYETS		
I = E x V I= Impacto. Consecuencia E= Exposición; V=Vulnerabilidad	Mantenimiento implantado MANT.	Medidas de Adaptación. MA Medidas de Mitigación. MM
LIB_I_1.2 Praderas y arribazones de posidonia		LIB_MA_1.2 Favorecer la expansión de la posidonia. Eliminación del istmo (puente) LIB_MM_1.2. Sumidero de carbono. Subida de cota en la línea de costa. Revalorización de los arribazones
LIB_I_1.3 Cambio de la colonización biológica de bentónica-sumergida		
LIB_I_2.1 Elevación del nivel en la erosión costera mareal y por la batida de las olas	LIB_MANT_01 Refuerzo del estrato donde se asienta el yacimiento mediante rocas y mortero de reposición LIB_MANT_02 Hiladas de sacrificio LIB_MANT_03 Encapsulados LIB_MANT_04 Sistemas de drenaje. Canalizaciones y desagües LIB_MANT_05 Cubiertas parciales LIB_MANT_06 Enterramiento ajardinado	LIB_MA_2.1. Eliminación del istmo (puente). Consolidación y estabilización de las estructuras de los viveros LIB_MA_2.2. Ejecución del proyecto de consolidación y estabilización de los viveros romanos LIB_MA_2.3. Refuerzo estructural del estrato geológico soporte del yacimiento de la pérdida de materia del estrato inferior
LIB_I_2.2 Cambio del pH y salinidad por el aumento de los aerosoles marino		
LIB_I_3.1 Daños físicos en estructuras y materiales por vientos fuertes y huracanados		
LIB_I_4.1 Daños físicos en las estructuras y materiales por lluvias torrenciales		
LIB_I_4.2 Inundaciones en las estructuras y disolución de materiales por lluvias intensas		
LIB_I_5 Daños en estructuras y materiales por el incremento de las temperaturas, sequías y oscilaciones térmicas		

Fuente: Elaboración de la autora.

Una de las primeras observaciones sobre las tablas anteriores es con relación a las medidas adaptativas derivadas de las dinámicas progresivas. Se puede comprobar que un programa de mantenimiento, con intervenciones ya conocidas en conservación-restauración, es eficaz para paliar sus efectos, si bien los indicadores de vulnerabilidad ayudan a que se adopten de una forma proactiva, adelantándose a paliar sus efectos y a determinar la idoneidad de los productos para utilizar.

En cuanto al aumento en la frecuencia de las DANA, la medida que tomar es el diseño de sistema de drenajes que permitan una evacuación del agua de escorrentía, con una revisión periódica.

Destacamos, en este sentido, el programa de mantenimiento realizado en el sitio arqueológico de La Illeta dels Banyets. La alta vulnerabilidad de este yacimiento costero y su musealización ha llevado a realizar prácticas de conservación-restauración a todos

los niveles en cuanto al grado de intervención. Los trabajos comenzaron en el año 2000 y no se han interrumpido hasta la actualidad, estabilizando estructuras según avanzan las excavaciones y minimizando los impactos de la visita, los medioambientales o la erosión costera. Este programa se dirige desde el Departamento de Arquitectura de la Diputación de Alicante y es extensible a los yacimientos dependientes de la Diputación Provincial (Pérez Jiménez, 2008, 2015).

La eficacia del mantenimiento se debe a su carácter organizativo y cíclico que permite, durante sus revisiones periódicas, incorporar las actuaciones necesarias que den respuesta a un entorno cambiante, en un bucle de mejora.

Con relación a la erosión costera, los dos yacimientos presentan medidas específicas pendientes de diseño e implementación.

En el caso de Adro Vello, durante los años 1960 y 1980 el profesor José Carro Otero, médico y antropólogo, realizó exhumaciones de los enterramientos y, más adelante, en la década de los años 1990, acciones de consolidación, limpieza, acondicionamiento y cierre temporal del yacimiento (Fernández *et al.*, 2021).

Durante todas estas intervenciones se acumuló la tierra desalojada del yacimiento en una terrera que reforzaba el sistema dunar del frente cara al mar. Esta terrera, hoy ya naturalizada, ha protegido el yacimiento de fuertes vientos y mareas altas.

En la actualidad este sistema se ve amenazado por las marejadas ciclónicas que están produciendo, de manera generalizada, un retroceso de la línea de costa (Martín, 2021). Por este motivo, la medida adaptativa propuesta es el refuerzo de esta duna, ya con grandes pérdidas en su base y que ha provocado la caída de parte de los postes del cerramiento.

Después de un estudio ya realizado sobre la dinámica costera en la zona, se recomienda comprobar la efectividad de los elementos asociados a las medidas blandas, para que no resulten contraproducentes con acumulaciones en lugares indeseados. En particular, los biorrollos, ya mencionados, realizados con materiales del entorno, que sería lo más adecuado en nuestra opinión.

La Illeta del Banyets, ante la amenaza que supone las marejadas ciclónicas, cuenta con un proyecto de consolidación y estabilización de los viveros romanos, pero no se ha llegado a implantar (Alonso Heras *et al.*, 2015, p. 156). Estas consolidaciones están diseñadas atendiendo al nivel de erosión de las estructuras y van desde pequeños diques de abrigo hasta encofrados, en zonas erosionadas, con láminas de separación de la roca original para garantizar su reversibilidad.

La minimización del impacto presenta como solución la eliminación del istmo artificial que une la isla con la costa. Este istmo se construyó en 1943, con material producto de dinamitar el propio yacimiento, ante la necesidad de crear un pequeño puerto que sirviera de refugio a los barcos de pesca, mediante la voladura de sustrato geológico natural de la isla y costa (Pérez Jiménez; Martínez Carmona, 2013).

Un estudio de la evolución del oleaje en la zona marítima entre La Illeta y el dique del puerto corroboró una diferencia en su velocidad entre antes y después de la construcción del dique, con mayores frecuencias para el oleaje incidente y su altura, principalmente en dirección sur. Este estudio se realizó modelizando corrientes y remolinos, desarrollado tras la obtención de datos climáticos y barimétricos y que se confirmó por la presencia de especies bioindicadoras de la zona de alta hidrodinámica (Aragónés *et al.*, 2017).

Por este motivo, desde la Diputación de Alicante se ha propuesto la eliminación del istmo y que el acceso se lleve a cabo gracias a un puente elevado, con sólo un pilar central de apoyo. El objetivo es que las corrientes tengan una vía de salida que evite la acumulación de la energía de las olas en el frente sur del yacimiento (Pérez Jiménez; Martínez Carmona, 2013, p. 63).

CONCLUSIONES

Son varios los investigadores que encuentran el fortalecimiento del monitoreo y el mantenimiento del patrimonio como medidas primordiales para hacer frente a los impactos del cambio climático (Sesana *et al.*, 2018, p. 12), reflexión que corroboramos desde estas líneas.

Por un lado, en cuanto al monitoreo, la reciente norma UNE-EN 17652 titulada “Evaluación y seguimiento de yacimientos arqueológicos para su conservación *in situ*” contempla como un acontecimiento imprevisto el cambio climático y en referencia a la temperatura detalla “la medición de la temperatura en los yacimientos debería realizarse con registradores de datos para evaluar la variación anual o cualquier tendencia identificable hacia una evolución de las condiciones de temperatura, en relación con las proyecciones de cambio climático.” (UNE, 2023).

Esta norma recomienda los parámetros para evaluar el estado de conservación de los materiales arqueológicos y condiciones ambientales, y proporciona un marco para el seguimiento de los yacimientos arqueológicos. Sin embargo, lamentamos que en el apartado de términos y definiciones no se hayan usado los específicos en la disciplina de conservación, ya consensuados la norma UNE-EN 15898 “Principales términos generales y definición”.

Respecto a aspectos más específicos, y dentro de las medidas denominadas de atenuación, que minimizan o eliminan el riesgo, se contempla la “excavación”, medida que en ningún caso se puede clasificar como correctiva en cuanto a la conservación de un yacimiento (Figura 3, p. 18).

Por otro lado, queremos hacer hincapié en la importancia que representan los programas de mantenimiento. Éstos deben estar implantados con la premisa de minimizar y/o adaptarse a estos impactos, y presentan algunas diferencias con los que intentan paliar los impactos una vez producidos de forma “reactiva”. La metodología debe anticiparse a los efectos con intervenciones de carácter “proactivo”, implantando medidas adaptativas gracias a la información “predictiva” que tenemos de estos fenómenos y al diseño de indicadores de vulnerabilidad.

Este enfoque integrado de los métodos conocidos y ensayados de conservación-restauración, junto con una metodología protocolarizada, permitirá una adaptación ya ineludible del patrimonio arqueológico ante los impactos derivados del cambio climático.

Además, un sólido programa de mantenimiento requiere que las soluciones sean compatibles con los principios de la Acción climática y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, dentro de las premisas que marca el Libro Blanco de la Comisión Europea sobre patrimonio cultural y cambio climático (Ballard *et al.*, 2022).

En este contexto, los programas de mantenimiento en el marco del cambio climático tienen una doble virtud. Por un lado, la vertiente metodológica consume menos recursos que una restauración más compleja, lo cual obtiene un resultado eficaz y sostenido en el tiempo que evita futuras intervenciones de alto coste. Por otro lado, la vertiente técnica, ya que las intervenciones de conservación-restauración puede realizarse con prácticas menos invasivas y materiales sostenibles.

En España, corroboramos las recomendaciones que desde el Consejo Superior de Investigaciones Científicas ha realizado al respecto de riesgo del patrimonio cultural ante la amenaza que supone el cambio climático (López-Romero, 2024). Entre ellas señalamos: Incrementar el esfuerzo normativo y legislador; aumentar la inversión en investigación y formación; generar mapas de riesgos y BD de eventos extremos; diseñar un marco de monitorización y promover medidas de conservación preventiva.

Por último, ampliando este ámbito de este artículo al aspecto patrimonial intangible, queremos citar iniciativas como el plan de conservación promovido por el Instituto Nacional del Patrimonio Histórico y Artístico para la gestión de riesgos en fortalezas brasileñas, que fomenta la importancia de las acciones locales estructuradas y establecimiento de una red de socios, como estrategia basada en los valores y centrada en las personas para una adaptación real a las amenazas derivadas del cambio climático (Campos; Corrêa, 2021).

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer el apoyo del grupo Arqueo-GEAAT. Universidad de Vigo, y a los investigadores Adolfo Fernández Fernández y Marta Lago Cerviño, quienes han facilitado la documentación técnica y gráfica del yacimiento Adro Vello en O Grove, como estudio de caso en la tesis en proceso de redacción titulada “Cambio climático y la conservación de sitios arqueológicos”.

De igual forma, el apoyo y confianza de Rafael Pérez Jiménez del Servicio de Arquitectura de la Diputación de Alicante, y Manuel Olcina Doménech y Adoración Martínez Carmona de MARQ de Alicante.

También agradecemos al equipo del Instituto del Patrimonio Cultural de España por su asesoramiento y apoyo técnico, a Pedro Pablo Pérez García y a Héctor Bolívar Sanz.

Por último, nuestro más sincero agradecimiento al Doctor Fernando Carrera Ramírez, por su tiempo y reflexiones, que han sido decisivas para la redacción de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEMET. Agencia Estatal de Meteorología (España). Servicio climático en apoyo a la gestión de los embalses. <http://embalses.aemet.es/embalses/sclimwareS5.html>.

AEMET. Agencia Estatal de Meteorología (España). Informe del estado del clima en España 2023. https://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/informe_estado_clima.

ALONSO HERAS, Jaime; ALCANIZ AMAT, Albert; PÉREZ JIMÉNEZ, Rafael; OLCINA DOMÈNECH, Manuel. Proyecto de consolidación y estabilización de los viveros romanos del yacimiento arqueológico de La Illeta dels Banyets. In: OLCINA DOMÈNECH, Manuel; PÉREZ JIMÉNEZ, Rafael (ed.). *La Illeta dels Banyets y los viveros romanos de la costa mediterránea española, cuestión de conservación*. Alicante: MARQ, 2015. p.160-166.

ARCOS GARCÍA, Marta. El embalse de Valdecañas y la colaboración interadministrativa en la gestión patrimonial. In: ARCOS GARCÍA, Marta (coord.). *La gestión del patrimonio arqueológico en aguas continentales ante el cambio climático: el embalse de Valdecañas (Cáceres, 2019-2023)*. España: Ministerio de Cultura y Deporte, 2023. p. 11-25.

ARAGONÉS, Luís; TOMAR, Roberto; CANO, Miguel; ROSILLO, Emilio; LÓPEZ, Isabel. Influence of maritime construction within protected archaeological sites along coastal areas: Los Baños De La Reina (Alicante). *Journal of Coastal Research*, v. 33, n. 3, p. 642-652, 2017.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN. *UNE-EN 41810*. Conservación del patrimonio cultural: Criterios de intervención en materiales pétreos. Madrid (España): UNE, 2017.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN. *UNE-EN 15898*. Conservación del patrimonio cultural: principales términos generales y definición. Madrid (España): UNE, 2020.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN. *UNE-EN 17652*. Conservación del patrimonio cultural: evaluación y seguimiento de yacimientos arqueológicos para su conservación in situ. Madrid (España): UNE, 2023.

- BAGIO PERIN, Edénir; DEBLAISIS, Paulo; BITENCOURT CAMPOS, Juliano; LINO DE ARAÚJO, Adolfo; GERMANO FONSECA, Rodrigo; PEREIRA DAGOSTIM, Silvia Aline. O sitio arqueológico Chimarrao 1: A presença Umba tardia na encosta do planato meridional. *SAB Revista de Arqueología*, v. 37, n. 3, 2024.
- BALLARD, Christopher *et al.* *Cultural Heritage and Climate Change: New challenges and perspectives for research*. [s. l.]: JPI Cultural Heritage: JPI Climate, 2022.
- BATISTA NETO, João; PIRES, Mário Jorge Pires. Demanda turística en San Miguel de la Misiones (RS)-Brasil. *Estudios y Perspectivas de Turismo*, v. 18, n. 3, p. 285-301, 2009.
- BLANCO-CHAO, Ramón; COSTA-CASAS, M.; REY-GARCÍA, José Manuel; VILASECO VÁZQUEZ, Jose Ignacio. Erosión costera en yacimientos arqueológicos: Guidorio Areoso, Ria de Arousa, Galicia. En: *Geotemas*, n. 15, p. 1-4, 2015.
- CAMPOS, Luísa Cristina da Silva; CORRÊA, Sandra Rafaela Magalhães. Políticas públicas de gestão de risco ao patrimônio cultural frente aos efeitos das mudanças climáticas. *Habitus*, v. 19, n. 1 2021:
- CARMICHAEL, B. *et al.* Local and Indigenous management of climate change risks to archaeological sites. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 23, p. 231-255, 2018.
- CASSAR, Joann. Climate Change and Archaeological Sites: Adaptation Strategies. In: SABBIONI, Cristina; LEFÈVRE, Roger-Alexandre (ed.). *Cultural Heritage from pollution to climate change*. [s. l.]: EdPuglia, p. 119-129, 2016.
- CEDEX. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (España). *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España*. Centro de Estudios Hidrográficos (ed), 2027. . https://ceh.cedex.es/web_ceh_2018/documentos/CAMREC/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cambio_clim%C3%A1tico_recu.pdf
- CHERIS. CLIMATE, Heritage and Environments of Reefs, Islands and Headlands. Proyect European Commission. 2020. <https://cherishproject.eu/en/>.
- CID, Alba; MENÉNDEZ, Melisa; CASTANEDO, Sonia; ABASCAL, Ana J.; MÉNDEZ, Fernando, MEDINA, Raúl. Long-term changes in the frequency, intensity and duration of extreme storm surge events in southern Europe. *Climate Dynamics*, v. 46, p. 1503-1516, 2016.
- CUADRAT, José María; PITA, María Fernanda. *Climatología*. [s. l.]: Cátedra, 2022. 13. ed.
- DALY, Cathy. The design of a legacy indicator tool for measuring climate change related impacts on built heritage. *Heritage Science*, v. 19, 2016.
- DALY, Cathy. *Built and archaeological heritage: climate change sectoral adaptation plan*. Ireland: Department of Culture, Heritage and the Gaeltacht, 2019.
- DE GUICHEN, Gaël. Conservación preventiva: ¿en qué punto nos encontramos en 2013? *Patrimonio Cultural de España*, n. 7, p. 15-24, 2013.
- D.G. PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS. https://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/informe_estado_clima.
- EGBERTS, Linde; RUESTO; Svava. Raise the dikes and re-use the past? Climate adaptation planning as heritage practice. *Maritime Studies*, v. 20, p. 267-278, 2021.
- ESPAÑA. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España*. Madrid: CEDEX, 2017. Disponible em:

https://ceh.cedex.es/web_ceh_2018/documentos/CAMREC/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cambio_clim%C3%A1tico_recu.pdf. Acceso em: 10 nov. 2025.

ESPAÑA. Decreto 63/2023, de 28 de abril 2023. Por el que se declaran como bienes de interés cultural determinados yacimientos radicados en el ámbito territorial de la Comunitat Valenciana. *Boletín Oficial del Estado*: sec. III, Madrid, n. 143, 23 jun. 2023b. Disponible em: <https://www.boe.es/boe/dias/2023/06/23/pdfs/BOE-A-2023-14886.pdf>. Acceso em: 10 nov. 2025.

ESPAÑA. Decreto 231/2022, de 29 de diciembre 2022. Por el que se declara bien de interés cultural la zona arqueológica de Adro Vello, en la parroquia de San Vicente do Grove, en el término municipal de O Grove. *Boletín Oficial del Estado*: sec. III, Madrid, n. 58, 9 mar. 2023a. Disponible em: <https://www.boe.es/boe/dias/2023/03/09/pdfs/BOE-A-2023-6279.pdf>. Acceso em: 10 nov. 2025.

ESPAÑA. Instrumento de Ratificación del Convenio Europeo para la protección del patrimonio arqueológico (revisado), hecho en La Valeta el 16 de enero de 1992. *Boletín Oficial del Estado*: sec. I, Madrid, n. 173, 20 jul. 2011. Disponible em: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-12501>. Acceso em: 10 nov. 2025.

ESPAÑA. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a inundaciones*. Madrid (España): Consorcio de Compensación de Seguros, 2017.

ESPAÑA. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. *Inventario de tecnologías disponibles en España para la lucha contra la desertificación*. [s. l.: s. n.], 2008. Disponible em: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/0904712280144d77_tcm30-152562.pdf. Acceso em: 10 nov. 2025.

ESPAÑA. Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico. Oficina Española del Cambio Climático, 2022.

FEDUCHI, Javier. Proyecto reformado de instalación museística del parque arqueológico de la cueva pintada en Gáldar (Las Palmas). Archivo IPCE, Signatura PI 1146, 1998.

FERNÁNDEZ, Adolfo, *et al.* Proposta para a delimitación e declaración como ben de interese cultural na categoría de zona arqueolóxica do xacemento de Adro Aello (O Grove, Pontevedra). Dirección Xeral de Patrimonio Cultural. Xunta de Galicia- Consellería de Cultura, Educación e Universidade. 2021.

GALLOPÍN, Gilberto C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, v. 16, n. 3, p. 293-303, 2006.

GARCÍA MARTINEZ, Elena; PLAZA BELTRÁN, Marta. Caracterización de las amenazas derivadas del cambio climático e identificación de los impactos en sitios arqueológicos. *Ge-conservación*, v. 27, n.1, p.6-15, 2025.

HARKIN, David; HYSLOP, Ewan; JOHNSON, Hazel; TRACERY, Emily. Guia to climate change impact. In: *Scotland's Historic Environment*. [s. l.: s. n.], 2019.

HISTORIC ENVIRONMENT GROUP. *Historic environment and climate change in Wales: sector adaptation plan*. Wales: HEG, 2020.

ICOMOS. *Salalah guidelines for the management of public archaeological sites*. GA 2017 6-3-3. New Delhi (India): ICOMOS, 2017.

ICOMOS. Carta Internacional de ICOMOS sobre el Turismo Cultural Patrimonial. Bangkok (Thailand): Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, 2022. Disponible em:

https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Secretariat/2023/CSI/eng-spa_ICHT_Charter.pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

JORNADA NACIONAL DE HERRAMIENTAS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, 30 jun. 2021, On-line. *Anais [...]*. [s. l.]: Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España, 2021. Disponível em: <https://adaptecca.es/jornada-nacional-de-herramientas-para-la-adaptacion-al-cambio-climatico-junio-2021>. Acesso em: 11 nov. 2025.

KLOKLER, Daniela. Comida para o copo e alma: ritual funerário em Sambaquis. *SAB. Revista de Arqueologia*, v. 23, n.º1, 2010.

LABORDE, Ana (coord.). *Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en materiales pétreos*. España: Ministerios de Educación Cultura y Deporte, 2013.

LASCARIS, Michel. Change and the Cultural Heritage of Dikes. *Latvijas Zinātņu Akadēmijas Vēstis*, 2012. Disponível em: <http://www.lasproceedings.lv/wp-content/uploads/2020/12/LZA-Vestis-A-dala-2012.-gada-3.-numurs-sm.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2025.

LINO, Jaisson Teixeira. Escavando em campo minado: as paisagens arqueológicas de conflitos bélicos. *Revista de Arqueología*, v. 35, n. 3, 2022.

LÓPEZ-ROMERO, Elías; VILASECO, Xosé Ignacio; MARAÑA-BORRAZÁS, Patricia; GÜMIL-FARIÑA, Alejandro. Recovering information from eroding and destroyed coastal archaeological sites: a crowdsourcing initiative in Northwest Iberia. In: DAWSON, Tom; NIMURA, Courtney; LÓPEZ-ROMERO, Elías; DAIRE, Marie-Yvane (ed.). *Public archaeology and climate change*. [s. l.: s. n.], 2017. p. 72-880.

LÓPEZ-ROMERO, Elías; ASINS VELIS, Sabina; DÍEZ HERRERO, Andrés; SASTRE PRATS, Inés. (coord.). *Patrimonio cultural en riesgo: retos de adaptación al cambio climático*. España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2024. Disponível em: http://libros.csic.es/product_info.php?products_id=1866&PHPSESSID=d69f9286b3b0aefc471e45b8d198bad3. Acesso em: 10 nov. 2025.

MARTÍN, Francisco. Medición del retroceso de las líneas de costa. *Meteored*, [s. l.], 31 mar. 2021. Disponível em: <https://www.tiempo.com/ram/medicion-del-retroceso-de-las-lineas-de-costa.html>. Acesso em: 10 nov. 2025.

MARTÍN, Javier. En el interior de la DANA. *National Geographic*, v. 5, n. 6, 22 nov. 2024.

MOREL, Hana. et al. *Global research and action agenda on culture, heritage and climate change*. França: ICOMOS: ISCM CHC, 2022. p. 69-72. Disponível em: <https://openarchive.icomos.org/id/eprint/2716>. Acesso em: 10 nov. 2025.

NAVARRO CASAS, Jaime; GARCÍA MARTINEZ, Elena; GARCÍA PÉREZ, Ángel Luís. Mantenimiento de las portadas de la catedral de Sevilla. Un ejemplo de intervención sostenible. *Ge-Conservacion*, v. 19, n. 19, p. 225-235, 2021.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. *Acuerdo de París*. 2015. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. *Gestión del riesgo de desastres para el patrimonio mundial*. París (Francia): UNESCO: ICCROM: ICOMOS: UICN, 2014.

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. *WHC-06/30.COM/19*. Vilnius (Lithuania): UNESCO, 2006. Disponible em: <https://whc.unesco.org/archive/2006/whc06-30com-19e.pdf>. Acceso em: 11 nov. 2025.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. *WHC/21/44.COM/7C*. Fuzhou (China): UNESCO, 2021. Disponible em: <https://whc.unesco.org/en/decisions/7917/>. Acceso em: 11 nov. 2025.
- PÉREZ JIMÉNEZ, Rafael. *Fichas de Restauración Arquitectónica y Conservación*. España: MARQ, 2008.
- PÉREZ JIMÉNEZ, Rafael; MARTÍNEZ CARMONA, Adoración. *La Illeta dels Banyets: un pont des del passat al futur*. España: MARQ, 2013.
- PÉREZ JIMÉNEZ, Rafel. La musealización y la conservación del yacimiento de La Illeta dels Banyets. In: RUIZ SEGURA, Elisa (coord.). *La Illeta dels Banyets y los viveros de la costa Mediterránea Española: Cuestión de Conservación*. Alicante: MARQ, 2015. p. 102-116.
- PÉREZ, Pedro Pablo *et al.* Documentación, análisis y conservación del dolmen de Guadalperal. Resultados de un proyecto multidisciplinar. In: *La gestión del patrimonio arqueológico en aguas continentales ante el cambio climático: el embalse de Valdecañas (Cáceres, 2019-2023)*. España: Ministerio de Cultura, 2023.
- PLAN METEOALERTA. Agencia Estatal de Meteorología (España). Disponible em: https://www.aemet.es/es/lineas_de_interes/meteoalerta-. Acceso em: 10 nov. 2025.
- RISK assessment and sustainable protection of cultural heritage in changing environment. *Interreg Central Europe*, [s. l.], [2018]. Disponible em: <https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/ProteCHt2save.html>. Acceso em: 10 nov. 2025. RIVERA-COLLAZO, Isabel.C. Climate Change and Archaeological Sites: A Case Study for Partnering Cultural Heritage and Climate Action, . In: RUSHFIELD, Rebecca Anne (ed.). *Stemming the Tide: global strategies for sustaining cultural heritage through climate change*. [s. l.]: Smithsonian Scholarly Press, 2021. p. 1145-1147.
- SABBIONI, C.; BRIMBLECOMBE, P.; CASSAR, M. *The atlas of climate change impact on European cultural heritag*: scientific analysis and management strategies. [s. l.]: Anthem Press, 2010.
- SESANA, Elena; GAGNON, Alexandre S.; BERTOLIN, Chiara; HUNGES, John. Adapting cultural heritage to climate change risks: perspectives of cultural heritage experts in Europe. *Geosciences*, v. 8, n. 8, p. 305-315, 2018.
- STRENCH: Strengthening resilience of cultural heritage at risk in a changing environment through proactive transnational cooperation. *Interreg Central Europe*, [s. l.], [2018]. Disponible em: <https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/STRENCH.html>. Acceso em: 11 nov. 2025.
- UNIÓN EUROPEA. *Marco europeo de actuación sobre el patrimonio cultural*: documento de trabajo de los servicios de la comisión. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2019.
- UNIÓN EUROPEA. *European Convention on the Protection of the Archeological Heritage (Revised)*. Valetta: Council of Europe, 1992. Disponible em: <https://rm.coe.int/168007bd25>. Acceso em: 11 nov. 2025.
- UNIÓN EUROPEA. Council conclusions on risk management in the area of cultural heritage. Brussels: Council of the European Union, 2020. Disponible em: <https://www.consilium.europa.eu/media/44116/st08208-en20.pdf>. Acceso em: 11 nov. 2025.
- ZANIRATO, Sílvia Helena. Ameaças ao patrimônio cultural num cenário de mudanças climáticas globais. A experiência no vale histórico paulista. *Habitus*, v. 19, n. 1, 2021.