



Ciencia para  
las Políticas  
Públicas

# Patrimonio cultural en riesgo

Retos de adaptación al cambio climático

Coordinado por:

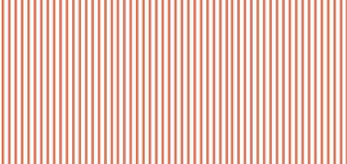
Elías López-Romero González de la Aleja · Sabina Asins Velis  
Andrés Díez Herrero · Inés Sastre Prats



**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

SCIENCE  POLICY





# Ciencia para Las Políticas Públicas



Informe de transferencia  
de conocimiento



SCIENCE  POLICY

Este es un libro de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional [CC BY 4.0].  
Más información sobre esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Las noticias, los asertos y las opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, solo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:  
<https://cpage.mpr.gob.es>

EDITORIAL CSIC: <http://editorial.csic.es> (correo: [editorialcsic@csic.es](mailto:editorialcsic@csic.es))



**Departamento de Comunicación**

Gabinete de Presidencia  
CSIC, Calle Serrano 117  
28006 Madrid  
Email: [comunicacion@csic.es](mailto:comunicacion@csic.es)

**NIPO:** 155-24-235-4

**e-NIPO:** 155-24-236-X

**Depósito Legal:** M-27905-2024

Edición no venal

**Coordinado por:**

Elías López-Romero González  
de la Aleja  
Sabina Asins Velis  
Andrés Díez Herrero  
Inés Sastre Prats

**Colaboradores:**

David Barreiro Martínez  
Nekbet Corpas Cívicos  
Almudena Orejas Saco del Valle

**Coordinadores de la colección  
Ciencia para las Políticas**

**Públicas:**

Jorge Hernández-Moreno  
Cindy Matos Ramos

**Edición:**

Marta García  
Caja Alta Edición y Comunicación

**Fotógrafos:**

Andrés Díez Herrero  
Braís X. Currás  
Elías López-Romero  
Virginia García-Entero  
Biel Aliño

**Ilustraciones:**

Freepress Coop

**Diseño y maquetación:**

David Pamplona Roche

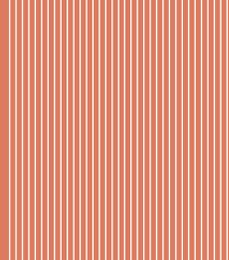
**Cómo citar este informe:** López-Romero, E., Asins, S., Díez, A., & Sastre, I. (Coord.). [2024]. *Patrimonio cultural en riesgo. Retos de adaptación al cambio climático*. CSIC.

Impreso en España. *Printed in Spain*

En esta edición se ha utilizado papel ecológico sometido a un proceso de blanqueado ECF, cuya fibra procede de bosques gestionados de forma sostenible.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.



EL CSIC tiene entre sus funciones la de informar, asistir y asesorar en materia de ciencia y tecnología a entidades públicas y privadas, según recoge el artículo 5 de su estatuto. Enmarcado en esta función, el informe *Patrimonio cultural en riesgo. Retos de adaptación al cambio climático*, de la colección Ciencia para las Políticas Públicas, se presenta como un documento dirigido a Administraciones, empresas y a la sociedad en general. En él, se analiza cómo el patrimonio cultural, uno de los principales valores de la sociedad actual, se ve afectado por los efectos del cambio climático, agravados, además, por una creciente presión antrópica [demográfica, económica e industrial]. Asimismo, se consideran los impactos que se derivan de la alteración y destrucción del patrimonio cultural y se exponen las actuaciones y líneas de investigación que, desde el CSIC, se están desarrollando para hacer frente a este reto.

# ÍNDICE

## uno

|||||

### El patrimonio cultural frente al cambio climático

- 1.1. Relevancia social del problema
- 1.2. Definiciones y conceptos
- 1.3. Diagnóstico
- 1.4. Dimensionar el problema: de la escala global a la regional

## dos

|||||

### Patrimonio cultural en riesgo: las aportaciones del CSIC a los retos de mitigación y adaptación al cambio climático

- 2.1. Las lecciones del pasado para comprender las relaciones del patrimonio con el cambio climático
- 2.2. Abordaje desde el presente: el estado del patrimonio cultural y los factores que le afectan
- 2.3. Escenarios futuros: de la adaptación y mitigación al valor social del patrimonio

## tres

|||||

### Conclusiones y recomendaciones

## cuatro

|||||

### Listado de centros

## cinco

|||||

### Para saber más



UNO



# El patrimonio cultural frente al cambio climático





- La pérdida de valores sociales, de conocimientos y usos tradicionales, y de la capacidad de aprendizaje a partir del pasado.
- El menoscabo del sentido de una identidad colectiva y de pertenencia a una comunidad.
- La repercusión negativa en el conocimiento del otro y su importancia en la educación y las políticas sociales (por ejemplo, la integración y las migraciones).
- El impacto derivado de la desaparición del patrimonio como recurso económico territorial.

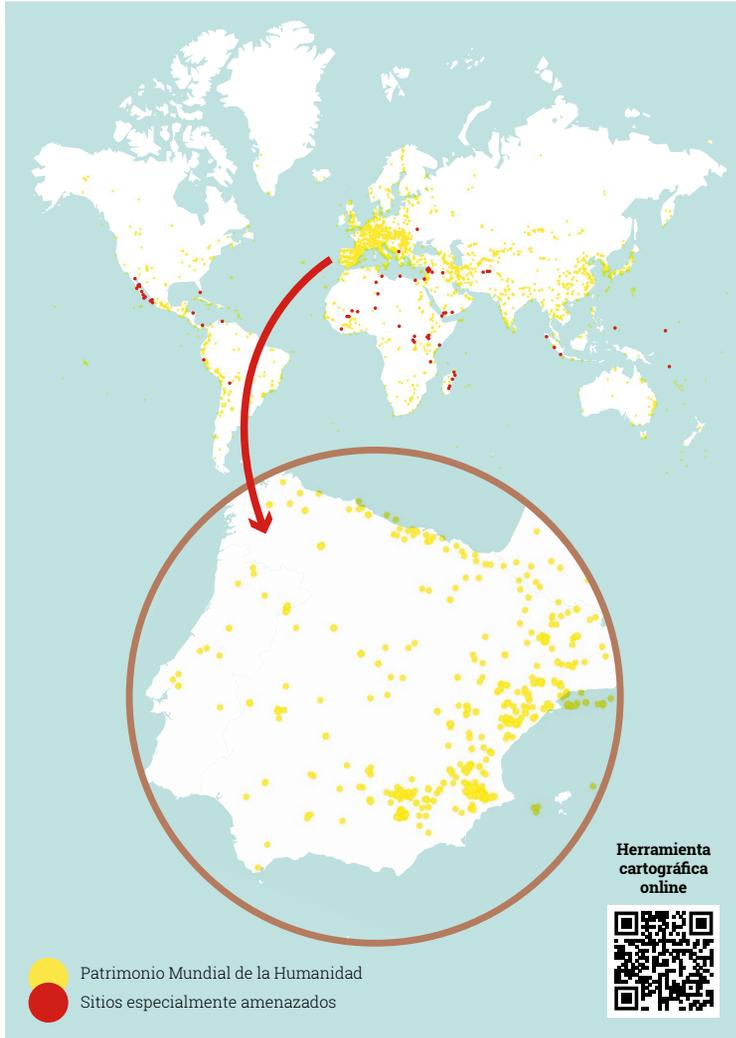
Nos encontramos, pues, ante un problema de alcance global. Sin embargo, es importante destacar que dichos efectos pueden repercutir de forma desigual en el patrimonio cultural en función de distintos factores, como son: las características geográficas y climáticas de las distintas zonas del planeta; el contexto político, jurídico, económico y sociocultural de cada región; la naturaleza de los paisajes y de los elementos culturales afectados; y las políticas de protección, educación y sensibilización hacia el patrimonio.

De acuerdo con el Libro Blanco II de 2022 del International Council on Monuments and Sites (ICOMOS), 89 sitios patrimonio mundial han sido afectados, desde 1985, por el cambio climático y se han incluido en la Lista de Patrimonio Mundial en Peligro; el 22 % de ellos se localizan en Europa. De los 89, en la actualidad se encuentran en dicha lista en torno a 50.

Por lo que se refiere al ámbito mediterráneo, según el estudio «Climate Change Threats to Cultural and Natural Heritage Unesco Sites in the Mediterranean», publicado en la revista *Environment, Development and Sustainability* en 2023, basado en las simulaciones de EURO-CORDEX y en los escenarios de emisiones del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), la mayoría de los sitios patrimoniales son vulnerables a un aumento de las amenazas derivadas del calentamiento global y los fenómenos extremos. En el caso concreto de España, nuestro país será particularmente susceptible al riesgo de incen-



**Gráfico 1** Mapa de la Unesco de los sitios Patrimonio Mundial de la Humanidad



Fuente: adaptación a partir de Pasikowska-Schnass, M. (2024) The impact of climate change on cultural heritage. *EPRS. European Parliamentary Research Service*. Recuperado 17 de diciembre de 2024, de [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS\\_BRI\(2024\)762282](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2024)762282)



dios extremos en sus sectores sur y central. El informe también destaca que las regiones que se encuentran al sur del paralelo 40° N experimentarán condiciones propias de las zonas áridas o semiáridas; que el número de días de calor o precipitaciones extremas anuales aumentará de manera significativa; y que los sitios sometidos a un mayor riesgo son, en especial, los de las áreas costeras, cuestiones agravadas por los riesgos sísmicos. En algunos casos se produce una suma de factores confluyentes, con un efecto multiplicador a causa del cambio climático, la urbanización inadecuadamente planificada y la explotación intensiva del medio y de determinados recursos.

Por otra parte, un aspecto adicional y de alto impacto social tiene que ver con la toma de conciencia de que no es posible proteger la totalidad del patrimonio cultural en peligro. Numerosos elementos culturales desaparecen a día de hoy de forma irreversible, en ocasiones, antes de que los especialistas puedan llevar a cabo su estudio y de que puedan poner su existencia en conocimiento de la sociedad. Es el caso de determinados vestigios arqueológicos ubicados en zonas especialmente sensibles (como las áreas litorales, laderas inestables o zonas inundables, sujetas a las dinámicas erosivas activas) que pueden ser destruidos por completo en cuestión de pocas horas, días o semanas. Esta cuestión de la escala temporal es relevante, ya que no siempre es posible identificar una uniformidad en el ritmo de alteración y destrucción del patrimonio cultural, lo que hace necesarias aproximaciones que se adapten a cada caso particular. No todos los agentes sociales —desde las Administraciones hasta la comunidad local y la comunidad científica— aceptan del mismo modo la irreversibilidad de esta destrucción y la necesidad de aplicar determinadas estrategias adaptativas. Esto deriva en tensiones y conflictos de distinta naturaleza que pueden implicar a distintos sectores de la sociedad (por ejemplo, el rechazo por parte de una comunidad local al traslado a otra ubicación de un bien en riesgo de destrucción, o la incapacidad de adaptación de determinados procedimientos administrativos para agilizar el estudio científico con carácter de urgencia de un elemento patrimonial amenazado).



Ante esta situación, un elemento de reflexión clave tiene que ver con qué podemos y qué queremos preservar. La investigación ha de proporcionar las herramientas necesarias para conocer, anticipar, analizar y priorizar los riesgos vinculados al patrimonio cultural y las acciones que permitan su mejor comprensión, preservación y divulgación.

La integración del patrimonio en la implementación de mecanismos de reducción de riesgos de desastres es una realidad que implica una notable labor de investigación interdisciplinar, que, sin embargo, se aborda de una manera aún parcial e incompleta. La emergencia del cambio climático obliga a que la identificación y la documentación de los recursos patrimoniales lleven aparejados estudios de riesgos, incluyendo inventarios completos adecuadamente georreferenciados, identificación de los peligros y su frecuencia, análisis de vulnerabilidad, mecanismos de adaptación y mitigación, y protocolos de actuación posdesastre. Así pues, la contextualización territorial resulta esencial, así como la categorización de la prioridad y gravedad de los riesgos, en función de la vulnerabilidad y exposición de los recursos patrimoniales.

Asimismo, dos razones fundamentales hacen necesario abordar de manera decidida la protección y gestión del patrimonio cultural ante el cambio climático. Por un lado, la importancia social que juega dicho patrimonio a través de los distintos valores que se le atribuyen. Por otro lado, el papel activo que desempeña a la hora de abordar estos retos por parte de las comunidades. Estamos, pues, ante un problema global que afecta a la sociedad en su conjunto y que requiere del diálogo entre todos los sectores que la conforman.

# 12.

## Definiciones y conceptos

### ¿Qué entendemos por *patrimonio cultural*?

El concepto de *patrimonio cultural* ha ido enriqueciéndose, de manera progresiva, y engloba cada vez más elementos y recursos. Puede definirse como **el conjunto de elementos heredados (tangibles e intangibles) que forman parte de la identidad de la sociedad y que se quieren preservar y transmitir a las generaciones venideras. Se trata de una realidad compleja y en permanente construcción que está sometida a valoraciones sociales, técnicas, jurídicas e intelectuales que van evolucionando a lo largo de la historia.**

El concepto de *patrimonio* ha cambiado desde un contenido monumental o centrado en el objeto hasta una valoración que enfatiza su contexto histórico y espacial, siendo esenciales el territorio y el paisaje. También ha sido fundamental la definición reciente del patrimonio cultural inmaterial. Este cambio de perspectiva implica abandonar las políticas de tutela eminentemente conservacionistas, y basadas en una fragmentación y aislamiento de objetos o monumentos, que, además, hacían que el patrimonio se percibiera como un lastre para el progreso, por otras políticas integrales y contextuales, centradas en el carácter dinámico y cambiante de los recursos patrimoniales.

### Patrimonio cultural y patrimonio natural: límites difusos

La relevancia del factor espacial en la definición y protección del patrimonio cultural obliga a superar la clásica dicotomía entre este y el patrimonio natural, algo que ya reconocía la Unesco en su Convención del Patrimonio Mundial Cultural y Natural de 1972. Todo esto es aún más necesario si se tiene en cuenta que el riesgo de los fenómenos extremos y la degradación progresiva se ven agravados por las recientes transformaciones sociales: el abandono de los usos tradicionales del suelo y la despoblación rural, la masificación turística... Esto apremia a abordar el cambio climático no solo desde las perspectivas medioambientales o ecológicas, sino también desde las disciplinas sociales y humanísticas.



## Paisajes

El concepto de *paisaje* sintetiza esta visión renovada del patrimonio y es un instrumento eficaz para plantear soluciones al riesgo del cambio climático. Si seguimos la definición recogida en el Plan Nacional de Paisaje Cultural del Ministerio de Cultura, el paisaje cultural es el resultado de la interacción en el tiempo de las personas y el medio natural, cuya expresión es un territorio percibido y valorado por sus cualidades culturales, producto de un proceso y soporte de la identidad de una comunidad. Bajo esta perspectiva, **los conceptos de patrimonio cultural y paisaje pueden considerarse equivalentes**, tal y como se ha argumentado en el marco del proyecto europeo CHeriScape: Cultural Heritage in Landscape. El paisaje es un nexo entre las ciencias naturales, sociales, humanidades y disciplinas relacionadas con la planificación, y cubre todo el territorio (urbano, rural, marino y natural), por lo que engloba –no se opone– tanto el patrimonio urbano y monumental como el natural.

## Patrimonio inmaterial

En este proceso de cambio descrito también se ha reconocido que el patrimonio cultural no se reduce a los aspectos materiales del pasado, sino que incluye toda una serie de actividades y procesos inmateriales (festividades, artes, conocimientos, usos sociales, técnicas artesanales...) que actúan cohesionando a las comunidades que los practican: es el patrimonio cultural inmaterial. Asimismo, en el marco de esta visión más compleja y holística, cobran también carácter patrimonial las interrelaciones entre el patrimonio material y el inmaterial.



### Valores del patrimonio cultural

Los propios valores que se atribuyen al patrimonio dependen del contexto cultural y social, tal como ya reflejaba en 1994 el Documento de Nara en Autenticidad. Estos valores incluyen el propio reconocimiento del patrimonio y el apego colectivo que sienten distintos grupos hacia un lugar percibido como representativo. El patrimonio cultural, por tanto, juega un papel en la **construcción de la identidad de las comunidades, el apego a un lugar, el valor social, las asociaciones espirituales o el capital social**. Por ello, la pérdida de ese patrimonio cultural valorado socialmente es incuantificable e irreparable. Una comunidad patrimonial está compuesta por personas que valoran aspectos específicos de un patrimonio cultural que desean conservar y transmitir a futuras generaciones, en el marco de la actuación de los poderes públicos (Convenio de Faro). En torno a dicho patrimonio interactúan diversos agentes patrimoniales vinculados tanto a la Administración como al sector privado o la sociedad en general, cada uno con sus conocimientos, intereses, demandas y necesidades y con diversos niveles de participación en la toma de decisiones. Al respecto, se ha difundido la noción de *ecosistema cultural* para describir el ámbito de la cultura como un entorno dinámico en el que interactúan agentes, comunidades, recursos patrimoniales y naturales con interrelaciones abiertas, complejas y cambiantes; diversos elementos emergen, otros perviven y otros muchos desaparecen, y esta visión dinámica resulta crucial en la toma de decisiones.

En este contexto, **se hace evidente que el valor del patrimonio cultural no debe reducirse a una cuantificación económica**, si bien su relevancia en este sentido es notable. Su aportación a la economía tiene muchas dimensiones, y es difícil de cuantificar porque los medidores y las estadísticas solo lo tienen en cuenta de manera indirecta (empresas de arqueología, restauración, industrias culturales, rehabilitación de bienes inmuebles y turismo). Según los resultados de la Cuenta Satélite de la Cultura en España, del Ministerio de Cultura, en nuestro país la cultura







## Riesgo, vulnerabilidad y resiliencia

Aunque, desde el punto de vista científico y técnico, las bases conceptuales están establecidas desde hace décadas y consensuadas a nivel internacional (por organismos como las Naciones Unidas), existe una enorme confusión en la opinión pública y en algunos ámbitos de gestión con los términos básicos relacionados con los riesgos que afectan al patrimonio cultural, su análisis y mitigación.

Con el fin de clarificarlos, se describen con precisión a continuación.

Un **riesgo es una situación potencial**, que aún no ha ocurrido pero que puede ocurrir en el futuro, en la que se pueden producir cambios en el estado o el valor de determinados elementos materiales o inmateriales, normalmente daños o pérdidas, a las personas, los bienes materiales, las comunicaciones, infraestructuras o servicios. El riesgo no es, por tanto, como puede creerse, una inundación o una erupción volcánica que se ha producido o está ocurriendo en un determinado lugar y que afecta a un elemento patrimonial; eso sería un evento y, si producen daños y pérdidas, podría calificarse como un desastre o una catástrofe, según diferentes escalas e intervalos.

Por lo tanto, para que exista riesgo, además de que potencialmente exista un fenómeno peligroso (amenaza o peligro), tiene que existir un elemento expuesto a dicho peligro y además este debe ser vulnerable, o sea, frágil ante los efectos dañinos del fenómeno. Así pues, el concepto de *patrimonio en riesgo* alude a la situación potencial de que un evento o proceso afecte a las relaciones espaciales y temporales que constituyen el patrimonio cultural.





del fenómeno o proceso (tecnológico, financiero, laboral o bélico). Por último, se denominan *riesgos inducidos* cuando se trata de fenómenos naturales en los que el ser humano interacciona desencadenando, acelerando o aumentando los efectos y daños potenciales (por ejemplo, en el caso de los incendios forestales).

A su vez, los **riesgos naturales**, quizá los más relacionados con los efectos del cambio climático, se suelen subdividir en función del sistema terrestre al que afectan y la disciplina que los estudia en los siguientes: geóticos o geológicos, en la geosfera; atmosféricos o meteorológicos, en la atmósfera; hídricos o hidrológicos, en la hidrosfera; bióticos o biológicos, en la biosfera; y extraterrestres, cuando proceden de fuera de nuestro planeta, como los meteoritos o las tormentas solares. Muchos de ellos, por sus factores condicionantes o desencadenantes, están claramente relacionados en su frecuencia y magnitud con los efectos del cambio climático y global.

**El análisis del riesgo sobre el patrimonio cultural requiere varios pasos metodológicos:**

1. Estudio de los peligros o amenazas, con examen de su severidad (velocidad, calado, temperatura, volumen y materiales), su dimensión espaciotemporal (zona afectada y duración de los efectos) y frecuencia o periodicidad (normalmente expresada por el periodo de retorno o la probabilidad de ocurrencia y excedencia).
2. Evaluación de los elementos expuestos, en este caso, el patrimonio cultural, de acuerdo con los criterios de inventario y catalogación propios de su tipología, con especial hincapié en su valoración y significación cultural y social.
3. Valoración de la vulnerabilidad del elemento patrimonial, tanto intrínseca (tipología, materiales y dimensiones) como extrínseca (contexto, accesibilidad, evacuación y traslado), que generan funciones de magnitud-daño o impacto potencial y matrices de vulnerabilidad.



4. Integración del riesgo, mediante el cruce de los tres análisis anteriores en el espacio (cartografía) y en el tiempo, para obtener una estimación cuantitativa o cualitativa del daño o impacto potencial, tanto para la situación actual como para diferentes escenarios previstos de cambio climático y su influencia en la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad.

Una vez analizado el riesgo sobre el patrimonio, si los daños potenciales en los escenarios de cambio climático resultan inasumibles, se debería proceder a elaborar un plan de gestión del riesgo, que permita elegir, diseñar y dimensionar medidas para su mitigación, que pueden ser predictivas, preventivas y correctoras. Antes de adoptar ninguna de ellas, conviene analizar la **resiliencia** del elemento patrimonial y su contexto territorial y socioeconómico, esto es, la **capacidad de ese sistema natural y cultural para reponerse y recuperar la normalidad previa al evento potencialmente dañino.**



Entre las medidas predictivas de fenómenos, cuya frecuencia y magnitud pueden estar relacionados con el cambio climático, destacan los sistemas de alerta temprana meteorológicos (como Meteoaleta) e hidrológicos (como el SAIH [Sistema Automático de Información Hidrológica]), y los sistemas de monitorización de fenómenos geodinámicos y bióticos. Las medidas preventivas clásicamente se han diferenciado entre estructurales —con la construcción de obras de protección o actuaciones sobre la exposición y la peligrosidad— y no estructurales —como la ordenación territorial y urbanística, la protección civil, los sistemas de aseguramiento, la educación en el riesgo y el aumento de la percepción social del riesgo—. Finalmente, las medidas durante la emergencia, correctoras o posevento, incluyen ayudas económicas, ventajas fiscales, declaraciones de zonas catastróficas o planes de desarrollo.



# 13.

## Diagnóstico

### ¿Cómo afecta el cambio climático al patrimonio cultural?

Los efectos del cambio climático sobre el patrimonio cultural presentan numerosas casuísticas, que dependen de la naturaleza e intensidad de los agentes de alteración y de las características de los paisajes y elementos culturales afectados. No obstante, tal y como ha quedado señalado al principio de este informe, no debemos olvidar que a estos factores asociados al cambio climático se unen la acción antrópica, las condiciones socioeconómicas y otros agentes ambientales, que también afectan igualmente a la integridad del patrimonio cultural (por ejemplo, la erosión biológica debida a la presencia de especies animales, vegetales y hongos). Es importante tener presente esta multiplicidad de agentes de alteración en toda acción o política dirigida al estudio y la salvaguarda del patrimonio cultural afectado por el cambio climático.

Por lo general, la alteración, erosión y eventual destrucción del patrimonio cultural responde a la acción conjunta, y más o menos dilatada en el tiempo, de varios factores. No obstante, un único evento puede, en ocasiones, provocar esa misma alteración y destrucción (como, por ejemplo, una tormenta o una riada). Nos encontramos, pues, ante un ritmo de afectación a dos escalas: la de la alteración progresiva (de baja o media intensidad y continuada en el tiempo), y la del evento singular (de alta intensidad y concentrado en el tiempo).

Estas dos escalas no son autoexcluyentes. Un elemento cultural que ya haya venido sufriendo una alteración progresiva puede ser finalmente destruido por un evento de alta intensidad y, a la inversa, un evento de alta intensidad puede incoar un proceso de alteración progresiva en un elemento cultural que, hasta el momento, hubiera permanecido estable.



**Gráfico 5** Tipologías de peligros sobre el patrimonio cultural

| NATURALES                            |   |                                |            |           |  |
|--------------------------------------|---|--------------------------------|------------|-----------|--|
| <b>GEÓTICOS O GEOLÓGICOS</b>         |   |                                |            |           |  |
|                                      |   | Severidad                      | Frecuencia | Dimensión |  |
| <b>INTERNOS</b>                      | <b>Volcanismo</b>                                 |                                |            |           |  |
|                                      | Erupciones y explosiones                          | ●                              | ●          | ●         |  |
|                                      | Derivados (lahares)                               | ●                              | ●          | ▲         |  |
|                                      | <b>Sismicidad</b>                                 |                                |            |           |  |
|                                      | Terremotos  | ●                              | ●          | ●         |  |
|                                      | Maremotos / tsunamis                              | ●                              | ●          | ▲         |  |
|                                      | <b>Halocinesis y diapirismo</b>                   | ●                              | ●          | ●         |  |
|                                      | <b>EXTERNOS</b>                                   | <b>Movimientos del terreno</b> |            |           |  |
|                                      | Rápidos desprendimientos, deslizamientos y flujos | ▼                              | ▲▼         | ▲▼        |  |
|                                      | Lentos flujos, reptación y subsidencia            | ▼                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>Avenidas fluviotorrenciales</b>   | ▲▼  | ▲▼                             | ▲▼         |           |  |
| <b>Glaciares y periglaciares</b>     | ▼   | ▼                              | ▼          |           |  |
| <b>Costeros y litorales</b>          | ▲▼  | ▲▼                             | ▲          |           |  |
| <b>Submarinos profundos</b>          | ●   | ●                              | ●          |           |  |
| <b>Eólicos</b>                       | ▲   | ▲                              | ▲          |           |  |
| <b>Karstificación</b>                | ▼   | ▲▼                             | ▼          |           |  |
| <b>Expansividad de arcillas</b>      | ▼   | ▲▼                             | ▼          |           |  |
| <b>GEO QUÍMICOS</b>                  | <b>Amiantos y asbestos</b>                        | ●                              | ●          | ●         |  |
| <b>Emisión de gases</b>              |   |                                |            |           |  |
| Hydrocarburos                        | ▲   | ▲                              | ▲          |           |  |
| Radón                                | ●   | ●                              | ▲          |           |  |
| Radioactividad                       | ●   | ●                              | ●          |           |  |
| <b>ATMOSFÉRICOS O METEOROLÓGICOS</b> |   |                                |            |           |  |
| <b>TÉRMICOS</b>                      | <b>Olas de frío</b>                               | ▼                              | ▼          | ▼         |  |
| <b>Olas de calor</b>                 | ▲   | ▲                              | ▲          |           |  |
| <b>HIDRO-METEOROS</b>                | <b>Precipitaciones max.</b>                       | ▲▼                             | ▲▼         | ▲▼        |  |
|                                      | <b>Precipitaciones min.</b>                       | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Nevadas / cencellada</b>                       | ▼                              | ▼          | ▼         |  |
|                                      | <b>Granizo / Pedrisco</b>                         | ●                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>EÓLICOS</b>                       | <b>Rachas y ráfagas</b>                           | ●                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Tornados / trombas</b>                         | ●                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Huracanes / tifones</b>                        | ●                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>OTROS METEOROS</b>                | <b>Rayos</b>                                      | ●                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Truenos</b>                                    | ●                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Macareos y rissagas</b>                        | ●                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>HÍDRICOS O HIDROLÓGICOS</b>       |   |                                |            |           |  |
| <b>AUMENTOS DE CAUDAL/NIVEL</b>      | <b>Aumento nivel del mar</b>                      | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>Inundaciones costeras</b>         | ▲   | ▲                              | ▲          |           |  |
| <b>Inundaciones terrestres</b>       | ▲▼  | ▲▼                             | ▲▼         |           |  |
| <b>SEQUÍAS</b>                       | <b>Estiajes fluviales</b>                         | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Desecación humedales</b>                       | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Descenso freático</b>                          | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>BIÓTICOS O BIOLÓGICOS</b>         |   |                                |            |           |  |
| <b>PLAGAS</b>                        | <b>Botánicas</b>                                  | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Zoológicas</b>                                 | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Epidemias y pandemias</b>                      | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>INDUCIDOS</b>                     |   |                                |            |           |  |
| <b>INCENDIOS</b>                     | <b>Rurales y forestales</b>                       | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
|                                      | <b>Urbanos</b>                                    | ▲                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>ANTRÓPICOS</b>                    |   |                                |            |           |  |
| <b>TÉCNICOS O TECNOLÓGICOS</b>       |   |                                |            |           |  |
| <b>TÉCNICOS O PROFESIONALES</b>      | <b>Negligencia y averías</b>                      | ●                              | ●          | ●         |  |
|                                      | <b>Falta de mantenimiento</b>                     | ●                              | ●          | ●         |  |
|                                      | <b>Laborales</b>                                  | ●                              | ▲          | ●         |  |
| <b>TECNOLÓGICOS</b>                  | <b>Industriales</b>                               | ●                              | ●          | ●         |  |
|                                      | <b>Tráfico</b>                                    | ●                              | ●          | ●         |  |
|                                      | <b>Energéticos</b>                                | ●                              | ▲          | ●         |  |
| <b>ETOLÓGICOS</b>                    |   |                                |            |           |  |
| <b>BÉLICOS</b>                       | <b>Vandalismo</b>                                 | ●                              | ●          | ●         |  |
|                                      | <b>Terrorismo /sabotaje</b>                       | ●                              | ●          | ●         |  |
|                                      | <b>Guerras</b>                                    | ●                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>PSICOPÁTICOS</b>                  |   | ●                              | ▲          | ▲         |  |
| <b>EXTRATERRESTRES</b>               |   |                                |            |           |  |
|                                      |   | ●                              | ●          | ●         |  |

▲ Aumento ● Igualdad ▼ Disminución

ELABORACIÓN PROPIA



### ¿Cómo contribuye el patrimonio a la lucha contra el cambio climático?

La relación entre el patrimonio cultural y el cambio climático es compleja, puesto que el primero no solo se ve afectado por el segundo, sino que, además, aquel es un recurso para la adaptación y mitigación del cambio climático. Esto resulta evidente en varios aspectos:

1. El patrimonio cultural proporciona información histórica sobre cómo las sociedades humanas se han adaptado a sus entornos y a condiciones climáticas cambiantes que se han producido a lo largo del tiempo, en distintos lugares del planeta. Es un archivo de información de sucesivos éxitos o fracasos en la relación sociedad-medio, clave para la comprensión del cambio climático y sus efectos sobre las sociedades, y la toma de decisiones para el futuro.
2. El patrimonio cultural también aporta información sobre los materiales y las técnicas tradicionales de uso de los recursos naturales, la gestión del agua y los territorios, y las prácticas agrícolas y ganaderas, que han demostrado a lo largo del tiempo su eficacia para responder ante condiciones climáticas cambiantes. De la misma manera, permite identificar qué prácticas son inadecuadas o resultan poco exitosas para esa adaptación.
3. En el patrimonio intangible, el conocimiento vernáculo sobre la gestión local de los espacios naturales o productivos tiene un valor reconocido en las estrategias de adaptación al cambio climático.
4. Enlazado con el punto anterior, el patrimonio cultural participa en la economía circular mediante la preservación y reutilización de espacios y construcciones o mediante prácticas sostenibles de gestión del espacio urbano y el territorio. Por ejemplo, se ha reconocido que los edificios históricos pueden contribuir a este proceso de adaptación a través de la descarbonización por sus mecanismos de aislamiento y ordenación del espacio frente al frío y al calor.



5. El patrimonio cultural, tal como ya se ha indicado, desempeña un papel en la construcción de sentimientos identitarios entre distintos grupos. Por ello, puede promover la cohesión social y la capacidad de resiliencia, que son claves para responder ante los cambios y los desastres naturales.
6. Los sitios patrimoniales y museos comunican información científica sobre el cambio climático, lo que ayuda a sensibilizar y promover la acción entre sus visitantes. Por ejemplo, el registro paleoambiental y geoarqueológico genera una densa información sobre los paleoclimas y su importancia en modelizaciones para tiempos largos. De este modo, el patrimonio forma un vínculo entre el conocimiento científico y la sociedad. Por tanto, constituye una fuente de información significativa para el diseño de medidas efectivas y justas de adaptación y mitigación frente al cambio climático, y un recurso para promover el conocimiento, la acción y la creatividad en general.



# 1.4.

## Dimensionar el problema: de la escala global a la regional

EN un contexto de retos globales (Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU), es importante constatar que la discusión sobre el patrimonio cultural y su valor para la sociedad se ha incorporado recientemente al debate sobre los impactos del cambio climático, generalmente desde el punto de vista de la conservación y sin que se contemple su potencial para participar en las soluciones.

La amenaza que supone el cambio climático para el patrimonio cultural fue identificada por la Unesco en relación con el patrimonio mundial en 2006. Sin embargo, tal y como se indica en el *Libro Blanco II (White Paper II)* de ICOMOS, la inclusión del patrimonio cultural en los informes del IPCC de la ONU es asistemática y superficial, y no recoge la amplia diversidad de tipos de patrimonio y riesgos que plantea el cambio climático. Además, los impactos o riesgos identificados suelen describirse cualitativamente, de una manera poco específica, y solo son cuantificados de forma esporádica. **Estas carencias son graves, puesto que los informes del IPCC son considerados el compendio más completo disponible sobre ciencia relacionada con el clima.**

La necesaria implicación de las ciencias humanas y sociales en los estudios del cambio climático ha sido objeto de varias iniciativas de ICOMOS, orientadas a intentar converger con la terminología y los esquemas generales de análisis del IPCC. Los Libros Blancos I, II y III de esta entidad, publicados en 2022, desarrollaron además la especificidad de los enfoques sociales como herramientas necesarias para la adaptación y mitigación al cambio climático. **A pesar de que se considera que este se ve agravado por la acción de las sociedades sobre el medio, y de que hay consenso en que las posibles soluciones pasan por cambios sociales y culturales, la financiación de los enfoques sociales para entender el fenómeno es muy baja**, en contraposición con las ciencias naturales. Según un estudio de ICOMOS del año 2020 sobre la financiación de la investigación acerca del cambio climático, entre 1990 y 2018 **las ciencias naturales y técnicas recibieron un 770% más de financiación que las ciencias sociales para investigaciones sobre temas relacionados con el cambio climático**. Asimismo, tan solo el 0,12 % de toda la financiación de la investigación se gastó en el ámbito de las ciencias sociales sobre la mitigación del impacto del cambio climático.



En estos informes se promueven dos ideas fundamentales. Por una parte, se apunta que el concepto de *patrimonio* incluye lo cultural y lo natural, lo tangible y lo intangible; es muy relevante a este respecto la afirmación de que las barreras para reconocer el patrimonio cultural y natural como inseparables no se deben a la incertidumbre científica, sino más bien a una falta de comprensión política. Por otra parte, se promueve la necesidad de adoptar enfoques holísticos e inclusivos. Esto va más allá de la inter- o multidisciplinarietà o del trabajo conjunto de distintos actores (políticos, científicos, otros actores sociales y económicos...) o de la ciencia ciudadana en relación con el patrimonio, y apunta hacia el reconocimiento de diferentes sistemas de conocimiento.

Otro aspecto fundamental de las iniciativas frente al cambio climático a escala internacional se relaciona con la respuesta ante los desastres climáticos, que cada vez son más intensos y más frecuentes. El marco de referencia a escala internacional es el Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (SFDRR), el acuerdo global vigente sobre reducción de riesgos de desastres (DRR). En él queda claro que una gestión eficaz del riesgo de desastres contribuye al desarrollo sostenible. El patrimonio cultural se incluye entre los bienes a proteger y cuya resiliencia se debe incentivar. Asimismo, se considera fundamental que los sectores público y privado y las organizaciones de la sociedad civil, así como la comunidad académica y las instituciones científicas y de investigación, colaboren más estrechamente. Al respecto, en 2020 la Asamblea General de la Unesco adoptó un documento de principios y modalidades de protección del patrimonio intangible frente a emergencias.

Otros organismos e iniciativas se han ocupado igualmente de la relación entre patrimonio cultural y cambio climático. Es el caso del ICCROM (International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property) o de la Climate Heritage Network, iniciada en 2019. Esta red tiene como objetivos incrementar la cantidad y la calidad de las acciones climáticas basadas en enfoques culturales y transformar la política climática, fomentando la integración de la cultura y el patrimonio en la toma de decisiones públicas.



En el **ámbito europeo** se han promovido, en los últimos años, distintas normativas, directrices e iniciativas que son relevantes para comprender y afrontar el problema. Al respecto, las primeras décadas del siglo XXI están sirviendo de importante punto de inflexión, cuando se han aprobado por parte de la UE, el Consejo de Europa y otras instituciones transnacionales el Convenio Europeo del Paisaje, el Pacto Verde Europeo y la Nueva Bauhaus Europea.

Del mismo modo, la Misión sobre Adaptación al Cambio Climático de la UE se ha unido recientemente a las contribuciones para construir resiliencia frente a los impactos del cambio climático. Además de estas iniciativas, que engloban distintos aspectos de la sociedad, se han publicado algunos documentos específicos sobre el patrimonio cultural y el cambio climático, como el libro blanco *Cultural Heritage and Climate Change: New Challenges and Perspectives for Research* (Patrimonio cultural y cambio climático: nuevos desafíos y perspectivas para la investigación), promovido en conjunto por la Iniciativa de Programación Conjunta Relacionada con la Observación del Clima (JPI Clima) y la Iniciativa de Programación Conjunta sobre Patrimonio Cultural y Cambio Global (JPI CH) del Consejo de Europa, en cuya elaboración el CSIC ha tenido un rol activo.

Algunas iniciativas europeas se centran en la integración del patrimonio en los protocolos de gestión de desastres y de gestión de los recursos, como es el caso de ProCultHer (Protección del Patrimonio Cultural de las Consecuencias de los Desastres) o de los proyectos STORM (Salvaguarda del Patrimonio Cultural a través de la Gestión de Recursos Técnicos y Organizativos) e Hyperion (adopción de soluciones para la absorción del hidrógeno en regiones europeas).

Entre los países de nuestro entorno, el Reino Unido fue pionero en la discusión de los efectos del cambio climático sobre el patrimonio cultural. Por su parte, Escocia actuó como uno de los



principales impulsores de esta dinámica, con la emergencia de grupos de investigación en la década de 1990, que generaron un debate que se ha traducido en diversas acciones y normativas. Desde 2009, este país cuenta con una ley sobre cambio climático (Climate Change Act), al abrigo de la cual se han desarrollado distintas normativas. En la actualidad, y bajo la responsabilidad del organismo Historic Environment Scotland, se encuentra activo el Climate Action Plan (2020-25) (Plan de Acción Climática 2020-25), uno de cuyos pilares fundamentales es la protección del patrimonio cultural y el paisaje. Otros países como Italia y Francia también han incluido el patrimonio cultural en sus planes climáticos, aunque con desigual intensidad. Desde 2014, Italia cuenta con un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) que incluye el patrimonio cultural entre los diferentes sectores en riesgo tomados en consideración. En el caso de Francia, se está a la espera de la implementación del tercer PNACC; según varios especialistas, dicho plan deberá avanzar en materia de protección del patrimonio, ya que el segundo de estos planes (2018-2022) integraba el problema del patrimonio cultural a nivel descriptivo y sin abordar de forma concreta la implementación de soluciones.

**En el caso de España**, si bien la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética solo hace referencia al patrimonio natural, son diferentes los planes, programas y normativas referidos al cambio climático, sus efectos, las medidas de mitigación y adaptación, así como la legislación y planificación de protección civil, que tienen en cuenta los riesgos que conlleva para el patrimonio cultural. Entre otros, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 subraya la interdisciplinariedad que requiere el desafío climático, y cita específicamente la conservación del patrimonio cultural y los necesarios aportes de las ciencias sociales y humanidades.

A su vez, nuestro Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030 tiene un apartado específico de los objetivos por ámbitos de trabajo dedicado al patrimonio cultural, que incluye cinco áreas de interés:

- Identificar los elementos del patrimonio cultural español más vulnerables al cambio climático y definir posibles estrategias de adaptación.
- Incorporar las observaciones y proyecciones del cambio climático a los planes de conservación del patrimonio cultural (incluyendo el Plan Nacional de Paisaje Cultural).
- Recoger y transferir el conocimiento vernáculo útil para la adaptación al cambio del clima.
- Fomentar un turismo cultural adaptado al cambio climático y bajo en emisiones de carbono.
- Promover la cooperación internacional en la transferencia de conocimiento para proteger el patrimonio cultural y arquitectónico frente al cambio climático.

A su vez, en el anexo I del PNACC, se presenta una línea de acción de integración de los riesgos derivados del cambio climático en la conservación del patrimonio cultural, con dos componentes:

- Identificación de los principales riesgos y elementos del patrimonio cultural español más vulnerables al cambio climático y distinción de posibles estrategias de adaptación.
- Incorporación de la variable del cambio climático a los planes de conservación preventiva del patrimonio cultural elaborados desde la Dirección General de Patrimonio Cultural y Bellas Artes (incluidos los planes de conservación del paisaje cultural) y en los planes de emergencias y gestión de riesgos, incluyendo observaciones y proyecciones de cambio climático a los planes de conservación del patrimonio cultural.



Otras líneas de acción también hacen referencia al patrimonio cultural ante el cambio climático, como el fomento de un turismo cultural consciente, adaptado al cambio del clima y bajo en emisiones de carbono, además de otras numerosísimas alusiones al patrimonio cultural en matrices de relaciones con otros ámbitos de trabajo en materia de adaptación. Sin embargo, hasta el momento, el patrimonio cultural no ha sido incluido en los planes de impulso al medio ambiente (PIMA), en especial en el PIMA Adapta, que tiene por objeto la puesta en marcha de proyectos que reduzcan la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, anticipándose a los impactos previstos.

Por su parte, el Plan Nacional de Emergencias y Gestión de Riesgos en el Patrimonio Cultural, elaborado en 2015 por el entonces Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, tan solo recoge una única referencia indirecta a los efectos del cambio climático en el patrimonio cultural: la recomendación general del año 2009 sobre la protección de este ante el cambio climático, derivado del Acuerdo Europeo y Mediterráneo sobre Riesgos Mayores.

A su vez, la Norma Básica de Protección Civil del Ministerio del Interior de 2023 incorpora a la planificación general de protección civil las actuaciones de autoprotección y prevé una directriz básica de planificación específica que, con el carácter de norma mínima, incardine plenamente este importante capítulo de actuación de la sociedad en el esquema general de la protección de las personas, los animales, los bienes, el medioambiente y el patrimonio histórico, artístico y cultural. Por ello, en el catálogo de riesgos objeto de planificación se incluyen los que por su frecuencia, duración y ámbito territorial puedan causar más impacto en el patrimonio histórico artístico y cultural, así como medidas básicas de protección de este patrimonio. Aunque, todo ello, sin ninguna referencia explícita a los efectos del cambio climático.



Por último, los planes de gestión de algunos riesgos naturales potencialmente afectados por el cambio climático sí que incluyen el análisis de las afecciones al patrimonio cultural. Es el caso de los planes de gestión del riesgo de inundación (PGRI), que tienen entre sus objetivos conseguir una reducción del riesgo a través de la disminución de la peligrosidad para la salud humana, las actividades económicas, el patrimonio cultural y el medioambiente en las zonas inundables; todo ello teniendo en cuenta los previsibles efectos del cambio climático. De hecho, en el segundo ciclo de desarrollo de la Directiva Europea de Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación de la Comisión Europea, publicada en 2007, ya se incluyen programas piloto de adaptación al cambio climático para elementos del patrimonio cultural, como la Real Casa de Moneda de Segovia, edificio histórico industrial del siglo XVI afectado por frecuentes inundaciones.

Por las competencias que tienen asumidas, las diferentes **comunidades autónomas** han trasladado la adaptación al cambio climático a sus normativas y, fundamentalmente, a sus estrategias. Sin embargo, no todas las comunidades incluyen el patrimonio cultural entre su argumentario. Entre los territorios que sí lo contemplan destacan la Estrategia Canaria de Acción Climática, con referencias muy concretas, la Estrategia de Cambio Climático 2050 del País Vasco y la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático (EACC) - Horizonte 2030. La Comunidad de Madrid, en su Estrategia de Energía, Clima y Aire 2023-2030, si bien no cita el patrimonio cultural como tal, se podría considerar que lo hace de forma transversal en determinadas líneas de actuación. También, de forma genérica, el Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC) 2021-2030 considera la implantación de medidas para la prevención de los impactos del cambio climático, ciñéndose al patrimonio histórico, en las actuaciones de urbanismo y ordenación del territorio. Por su parte, la Estrategia Gallega de Cambio Climático y Energía 2050 únicamente menciona el patrimonio cultural ligado al mundo marítimo y pesquero al citar los impactos del cambio climático y la vulnerabilidad en el turismo. Igualmente, la Estrategia de Cambio Climático de Castilla-La Mancha, Horizontes 2020-2030, solo nombra el patrimonio cultural cuando hace alusión al aumento de la resiliencia al cambio climático en el turismo. En cuanto a las Islas Baleares, no incluye ningún epígrafe ni la Estrategia Balear de Cambio Climático 2013-2020 ni



la posterior Ley 10/2019 de Cambio Climático y Transición Energética. La Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030 tampoco contempla actuaciones específicas con respecto al patrimonio cultural, muy necesario especialmente por cuanto atañe, por ejemplo, a la importante representación del arte rupestre levantino, muy vulnerable por su exposición, en este territorio. Del mismo modo, no hay ninguna alusión ni en la Ley 16/2017, del Cambio Climático, ni en el Marco Estratégico de Referencia de Adaptación al Cambio Climático para el Horizonte 2030, de Cataluña, si bien ambas nombran en varias ocasiones el patrimonio natural. Tampoco se incluye el patrimonio cultural en la Estrategia Regional de Cambio Climático de Castilla y León 2009-2012-2020.

Así pues, les queda un largo camino por recorrer a las comunidades autónomas para incorporar explícitamente el patrimonio cultural en su normativa y sus estrategias sobre el cambio climático.

Real Casa de Moneda de Segovia  
(siglo XVI) inundada por la  
fusión repentina de nieve en  
2024. / ANDRÉS DÍEZ HERRERO

dos



**Patrimonio cultural en riesgo:  
Las aportaciones del CSIC a los  
retos de mitigación y adaptación  
al cambio climático**



**L**a preservación del patrimonio cultural en riesgo constituye uno de los principales retos de la sociedad actual, con independencia de cuál sea la naturaleza de las amenazas. A diferencia de las especies y los ecosistemas naturales, el patrimonio cultural no cuenta con una capacidad de adaptación intrínseca: no puede reaccionar a los cambios, no puede desplazarse ni regenerarse por sí mismo. Esto hace que las estrategias de mitigación de esos cambios tengan que venir inducidos por la acción humana, con actuaciones que permitan minimizar y gestionar las afecciones potenciales a las que pueda verse sometido. ¿Cómo estudiamos y evaluamos la alteración del patrimonio cultural? ¿Qué herramientas hay disponibles para ello? ¿Cómo podemos prevenir el daño? ¿Cómo priorizamos las intervenciones? La toma de decisiones es, pues, una cuestión esencial para el futuro de un elemento o bien cultural. En esta toma de decisiones, la labor de la investigación científica y técnica es fundamental, puesto que proporciona las herramientas, los datos y las reflexiones que permiten valorar cuáles son las opciones más adecuadas y sostenibles para afrontar el problema.

En esta línea, el CSIC ha publicado la serie Libros Blancos Desafíos Científicos 2030. Si bien el problema del patrimonio cultural frente al cambio climático no ha sido objeto de un volumen específico, varios de ellos integran de manera directa o indirecta elementos que son relevantes para su comprensión. Es especialmente el caso de los números 1 (*Nuevas bases para una sociedad global sostenible*), 7 (*Cambio global*), 13 (*Océanos*) y 14 (*Tierra dinámica*). El CSIC ha articulado también diferentes plataformas temáticas interdisciplinares (PTI) y conexiones (Conexiones/HUBs) que coordinan grupos y equipos de investigación. Algunas de ellas tienen relación tanto con el patrimonio cultural como con el cambio climático, como es el caso de PTI-PAIS (Patrimonio Abierto: Investigación y Sociedad), PTI+ Clima, Conexión Geociencias y Conexión-Arqueología/ArchaeologyHub.

Así pues, podemos sintetizar las aportaciones del CSIC con relación al estudio del patrimonio frente al cambio climático en tres bloques principales: aquellas que tienen que ver con una perspectiva histórica, las que plantean un análisis desde el presente y las que reflexionan sobre los escenarios futuros y las estrategias para abordarlo.

# 2.1.

## Las lecciones del pasado para comprender las relaciones del patrimonio con el cambio climático

EL conocimiento del pasado es fundamental para la comprensión del presente y la gestión del futuro en términos de sostenibilidad. El CSIC ha demostrado, desde hace décadas, un enorme potencial de investigación en **estudios sobre paisajes y su reconocimiento patrimonial**, liderados desde el campo de la arqueología, pero con una base fundamentalmente multidisciplinar. De hecho, el CSIC se encuentra entre los pioneros en la investigación española e internacional en este campo. En paralelo al desarrollo del contenido del concepto de *patrimonio cultural*, también se ha ampliado el marco de la investigación arqueológica desde los objetos hasta sus contextos, y desde una concepción del espacio como escenario de las actividades comunitarias hasta considerarlo la materialización de las relaciones sociales.

La **contribución** de la arqueología del paisaje del CSIC a la comprensión del cambio climático se basa en los siguientes pilares:

- La producción de registros documentales amplios que permiten conocer los distintos periodos de cambio climático a lo largo de la historia y su impacto sobre las sociedades.
- La documentación de distintas formas de relación entre las sociedades y el medio ambiente, que permiten mostrar la diversidad de soluciones, y el hecho de que estas responden a las coyunturas concretas de cada momento histórico.
- La constatación, a través de las dinámicas de los paisajes, de que vivimos en un cambio permanente, que las formas de interacción con el medio ambiente han sido muchas y muy diferentes, y que las circunstancias actuales no son el resultado de fuerzas ciegas que mueven la historia, sino de la toma de decisiones del pasado dentro contextos sociales específicos.
- La generación de recursos comunitarios y duraderos, sobre todo en zonas rurales, que parten de la base de que el paisaje es una realidad viva y cambiante. Por ello, el CSIC converge activamente con los Gobiernos regionales y locales, responsables de la gestión patrimonial, y con las comunidades locales, asociaciones, empresarios y otros actores involucrados en la conservación del patrimonio.



- La elaboración de narrativas veraces y orientadas a favorecer la participación crítica e imaginativa de la ciudadanía en las acciones de protección del patrimonio y la toma de decisiones hacia un futuro sostenible.

Levantamiento topográfico con LiDAR aerotransportado en el sitio romano de Monte Cido (O Courel, Lugo). / BRAIS X. CURRÁS

Las preguntas de investigación sobre el pasado han generado **enfoques multidisciplinares** que incluyen la aplicación de técnicas procedentes de las ciencias humanas, sociales, naturales y físicas (geomática, geoarqueología y paleoambiente, entre otras). Aparte de la excavación y la prospección sobre el terreno, los métodos tradicionales de la disciplina arqueológica, el CSIC es pionero en el uso de tecnologías geoespaciales (sistemas de información geográfica –SIG–; y sistemas de posicionamiento global –GPS–, infraestructuras de datos espaciales –IDE–) que incluyen técnicas de análisis no invasivas, como los datos LiDAR, que se obtienen por medio de drones, o las técnicas de prospección geofísica.



Cista de la Edad de Bronce en el islote de Guidoiro Areoso (Pontevedra), afectada por la subida relativa del nivel del mar. / ELÍAS LÓPEZ-ROMERO

En esta línea, desde el CSIC se presta especial atención al valor de los **métodos no invasivos** para el registro a gran escala de elementos arqueológicos en el paisaje, buscando puntos de conexión con otras disciplinas relacionadas con la gestión, custodia y explotación del paisaje, en especial con la agronomía y la agricultura de precisión. El cambio climático está impactando en el equilibrio y la conservación de los paisajes culturales en ámbitos rurales, donde tienen que convivir con la explotación económica y la preservación del patrimonio. El desarrollo de los métodos no invasivos aporta medios para obtener un buen conocimiento del patrimonio que albergan esos espacios frágiles y facilita la planificación y la gestión del territorio. Esto permite abordar de manera interdisciplinar los problemas existentes, desde la sobreexplotación, la erosión y la pérdida del suelo



hasta la destrucción silenciosa de las evidencias materiales de formas de vida rural del pasado por el impacto de la agricultura tecnificada actual, algo que se está analizando desde, entre otros, el Instituto de Arqueología de Mérida (IAM, CSIC-Junta de Extremadura) y el Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE, CSIC-UV-Generalitat Valenciana).

Por otra parte, el CSIC desarrolla importantes investigaciones relacionadas con la **arqueología medioambiental, la ecología humana, la paleoeconomía y la arqueobiología**. Para ello, se llevan a cabo análisis de macrorrestos vegetales o animales (por ejemplo, semillas, carbones y huesos encontrados en contextos arqueológicos) y de microrrestos de plantas (como pólenes, células mineralizadas, almidones o diferentes tejidos vegetales carbonizados) recuperados tanto en contextos arqueológicos como en su entorno, o en los artefactos utilizados para preparar y consumir alimentos; todo ello a través del análisis de residuos y las huellas de uso de superficies cerámicas e, incluso, en los restos de placa dental calcificada de dientes antiguos. Para estas investigaciones se cuenta con importantes colecciones de referencia en el Instituto de Historia (IH, CSIC) y en la Institución Milá y Fontanals de Investigación en Humanidades (IMF, CSIC). Con un enfoque de arqueología medioambiental, desde el IH se estudia la evolución paleoambiental durante el Pleistoceno y el Holoceno, así como el impacto de las actividades antrópicas, la variabilidad climática sobre el paisaje y la dinámica de la vegetación; se identifican las pautas de resiliencia y vulnerabilidad de los sistemas ecológicos (extinciones, desplazamientos latitudinales/longitudinales de la vegetación, etc.) y sociales (colapsos y modificaciones del sistema paleoeconómico) frente a la variabilidad climática y los cambios climáticos abruptos.

Asimismo, se utilizan los análisis de isótopos de huesos o de dientes para estudiar tanto la dieta como la movilidad de las poblaciones del pasado. Simplificando mucho esta cuestión: las distintas condiciones ambientales dejan una huella en la configuración isotópica (el tipo de átomos –isótopos– de determinados componentes como el oxígeno, el nitrógeno, el carbono o el hidrógeno) en los seres vivos. Esta información puede extraerse



de los restos óseos conservados y compararse con la de otros yacimientos y con las condiciones ambientales actuales. A partir de aquí, se pueden identificar cambios en el clima (mayor o menor humedad o aridez, entre otros y, por ejemplo, cómo las cabañas ganaderas se han ido adaptando a las nuevas condiciones ambientales, para lo que son cada vez más relevantes los estudios de arqueogenética y genómica, en el contexto de la arqueobiología, tal como se está realizando en la IMF.

Igualmente con una **perspectiva histórica y de cronología geológica** se desarrollan algunas líneas de investigación del CSIC, en institutos y centros como el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC), el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN, CSIC), el Instituto Pirenaico de Ecología (IPE, CSIC) o el Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT, CSIC-UGR). Estas líneas utilizan fuentes de datos pretéritas registradas en elementos naturales (rocas, sedimentos, formas del relieve, hielo, vegetales e, incluso, la fauna) y en el propio patrimonio cultural (estructuras constructivas, materiales) para estudiar la ocurrencia de eventos extremos en el pasado (inundaciones, temporales, olas de frío y calor) bajo diferentes contextos climáticos, tanto periodos cálidos (minoico, romano o bajomedieval) como fríos (helenístico, altomedieval o Pequeña Edad de Hielo). De esta forma, se puede observar cuáles fueron la frecuencia, la magnitud y las afecciones patrimoniales de los peligros en climas pretéritos y buscar analogías con los escenarios de cambio climático actual y futuro. A su vez, es posible ver cuál ha sido el comportamiento y la respuesta de los elementos patrimoniales a diferentes periodos climáticos y sus eventos extremos, de los que podemos extraer recomendaciones para la conservación preventiva del patrimonio cultural.

**Especialidades inter- y transdisciplinares** como la dendrogeomorfología, paleohidrología, glaciología, arqueosismología, espeleosismología, paleosismología o liquenometría permiten extraer patrones de cambios en los procesos activos con el clima del pasado, buscar análogos al calentamiento global actual (periodos cálido romano o bajomedieval) y proyectarlos hacia los previsibles peligros y riesgos sobre el patrimonio cultural en el futuro. Incluso hay proyectos desarrollados por el CSIC (IGME) que combinan estos estudios de los registros naturales con in-



investigaciones históricas sobre medidas tradicionales de adaptación al cambio climático basadas en la naturaleza, mediante la retención temporal del agua en el territorio en periodos de disponibilidad de recursos hídricos, para su posterior utilización en periodos temporales de escasez. Un ejemplo de ello es la denominada *siembra y cosecha de agua* en diversas zonas de España y Sudamérica.

El CSIC lleva a cabo investigaciones sobre períodos históricos que son clave para entender la **relación entre las sociedades y el medioambiente a lo largo de los siglos**. Aparte de la importante documentación generada sobre el pasado, estos estudios permiten identificar mentalidades económicas y sociales con las que las personas han construido su relación con los recursos y sus formas de organizar la producción. Algunas resultaron sostenibles, otras fueron depredadoras y, la gran mayoría, en cualquier caso, son diferentes a las formas de vida actuales. La conexión entre estas formas diversas de gestión de los recursos y los distintos cambios climáticos que se han producido históricamente es relevante para la definición de las estrategias actuales para abordar el problema. Este conocimiento, además, ayuda a evitar, o al menos discutir, el determinismo ambiental tanto en los casos del pasado como en el presente. En el marco de los **orígenes del ser humano**, en el IH se están aplicando nuevos enfoques de investigación basados en la biogeografía y los comportamientos adaptativos para comprender los complejos procesos de colonización por parte de los humanos premodernos en todo el Viejo Mundo. Se analizan las diferentes vías de evolución seguidas por los homínidos que compartían un trasfondo biológico y cultural, pero tomaron rutas con diferentes condiciones climáticas y biogeográficas. Esta investigación se lleva a cabo en yacimientos de Tanzania, España y China.

Un periodo especialmente relevante es la **transformación de sociedades cazadoras-recolectoras en agricultoras estables** a lo largo del Neolítico, que dio inicio a una nueva forma de relacionarse de las sociedades con los animales y las plantas. El CSIC, principalmente a través de la IMF, lleva a cabo proyectos orientados a entender por qué se inició la agricultura, qué cambios conllevó y cómo fue la relación con las plantas en los momentos previos a la domesticación. La investigación se hace tanto en Es-



paña, por ejemplo, en zonas de montaña como el Pirineo central, como en aquellas regiones en las que se documenta, por primera vez, este fenómeno (Israel, las tierras altas de Jordania, el sureste de Turquía y China) o en puntos del Nuevo Mundo en los que los procesos siguieron trayectorias propias (Chile). La transición de las sociedades cazadoras-recolectoras a las agrícolas, y las interacciones entre cazadores-recolectores y primeros agricultores durante el Máximo Glacial Tardío hasta el Holoceno Temprano en el Mediterráneo oriental son procesos fundamentales para entender las posibles respuestas socioecológicas a la inestabilidad climática que se constata en estos momentos. Varios de estos estudios se centran en regiones áridas, en los desiertos del Néguev y Sinaí (Oriente Próximo) o en el de Atacama (Sudamérica), donde se analiza qué papel tienen las plantas en la gestión del territorio por parte de cazadores-recolectores.

Otros periodos de la historia ampliamente estudiados desde los grupos de investigación del CSIC suponen una **explotación sistemática del medio y los recursos naturales**, pero de acuerdo con formas de organizar la producción y con objetivos económicos muy distintos a los actuales. La relación entre los grupos humanos y el entorno nunca ha sido neutra, aunque los cambios en la escala de esos impactos son claramente visibles en la historia. A partir de determinados umbrales de desarrollo social resulta históricamente improbable un modelo que no produzca impactos duraderos, a menudo irreversibles, aunque nada es comparable al mundo moderno posindustrial. Los estudios de territorio y paisaje sobre la Edad del Hierro que se llevan a cabo sobre todo en el IH, en el IAM y en el Instituto de Ciencias del Patrimonio (INCIPIT, CSIC) han tenido un punto de referencia fundamental en la noción de *economía campesina*. De hecho, el CSIC es pionero en la definición teórica y en el análisis arqueológico de las formas de organización campesinas en las sociedades de la prehistoria reciente y la protohistoria. La noción del *campesinado* supone formas de organización social basadas en comunidades y unidades domésticas que controlan el acceso a la tierra y la producción agraria, de acuerdo con dos parámetros fundamentales: la tendencia a la subproducción y la minimización de los riesgos. Se trata de estrategias que evitan maximizar la producción y producir más excedente del necesario para cumplir con las obligaciones sociales o, en su caso, con la tributación. Son sociedades que



Salinas romanas de Guilheta (Esposende, Portugal). / BRAIS X. CURRÁS

tienen un claro impacto medioambiental, por ejemplo, a través de la deforestación, pero en las que suele ser posible mantener una relación equilibrada entre la población y los recursos. El CSIC es pionero también en el estudio de sistemas de conservación de suelo y agua, como las terrazas de cultivo, y los paleosuelos, de las épocas prerromana, romana y medieval, en centros como el IH, el INCIPIT, el IPE y el CIDE.



La conquista romana es un caso de estudio paradigmático de los **efectos antrópicos a gran escala** sobre las condiciones ambientales en un contexto preindustrial. Cabe mencionar también las zonas mineras de oro del noroeste y el occidente peninsular, estudiadas desde el IH. Aunque se trate del resultado de la dominación imperial de una sociedad basada en una economía de mercado, las minas de oro hispanas no pueden entenderse solo en función de factores económicos, sino, y sobre todo, políticos. De hecho, si se han conservado de manera tan excelente es porque su explotación no es rentable desde un punto de vista capitalista moderno. El suministro constante de oro era necesario para la viabilidad del sistema monetario y resultó rentable porque la construcción de infraestructuras hidráulicas y el coste de la mano de obra dependían de un sistema administrativo que drenaba recursos hacia el Estado en forma de tributación y al margen de consideraciones de racionalidad económica. Las propias estructuras hidráulicas mineras (canales y depósitos de agua), además de ser un ejemplo de formas de gestión del agua para usos no alimentarios, han generado un registro de gran utilidad para los estudios paleoambientales. Este mismo tipo de registro en depósitos naturales como el hielo, los lagos y las turberas de Europa y Groenlandia es sumamente interesante para estudiar los efectos contaminantes que tuvieron la extracción minera y la actividad metalúrgica en relación con los cambios del clima en los últimos milenios. El CSIC aborda estas problemáticas en distintas zonas mineras hispanas y europeas, como en el noroeste peninsular y en Cartagena (Murcia), o en la Bessa (al norte de Italia).



El CSIC también ha contribuido al conocimiento de las relaciones entre la sociedad, el medioambiente y los cambios climáticos durante las épocas medieval, moderna y contemporánea. En el IH se desarrollan investigaciones para explorar la diversidad de especies vegetales utilizadas por las comunidades cristiana, islámica y judía en la época medieval, y su adaptación y gestión, así como para documentar la llegada y el origen de nuevas especies y variedades como, por ejemplo, los cítricos, el arroz o las especias. Desde la Escuela de Estudios Árabes (EEA, CSIC) se estudian los paisajes agrarios islámicos. Y, en el INCIPIT, se ha abordado la etapa que media entre la descomposición del feudalismo y la extensión de la modernidad y el capitalismo, con planteamientos orientados a comprender los procesos culturales y socioambientales implicados en la formación de los paisajes rurales actuales en el noroeste ibérico. Conocer esto es sumamente relevante para comprender cómo se ha gestionado el medioambiente a lo largo de diferentes etapas climáticas y sus transiciones.



## 2.2.

### Abordaje desde el presente: el estado del patrimonio cultural y los factores que le afectan

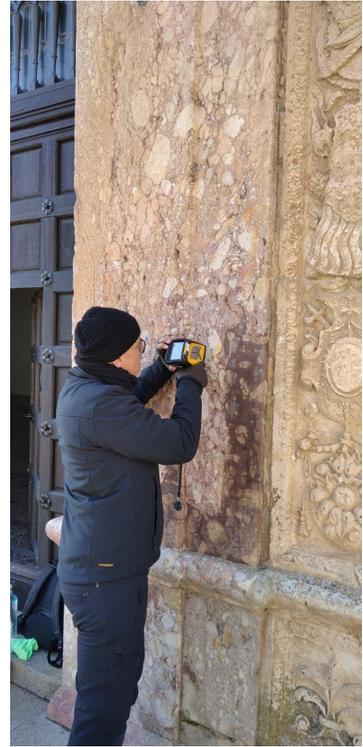
**D**ISTINTOS métodos y técnicas permiten abordar, desde el presente, el estado del patrimonio cultural y los factores que le afectan. Estos métodos se nutren de las bases de datos climáticos y productos derivados, proporcionados por los centros que participan en la PTI+ Clima. El CSIC desarrolla una labor directa en la **investigación y aplicación de análisis físico-químicos, mineralógicos-petroológicos y de ciencia de materiales** para la caracterización, monitorización, conservación y restauración de conjuntos y elementos del patrimonio cultural. Los trabajos en este campo presentan una gran diversidad, incluyendo el estudio de las causas y el grado de afectación por variables climáticas de arquitecturas, objetos y materiales, ya sean estos de origen orgánico o inorgánico. Este tipo de aproximaciones pueden centrarse directamente en el objeto o elemento afectado (como las rocas ornamentales de un monumento), en el entorno o ambiente en el que se ubica (por ejemplo, alteración diferencial de las rocas según la orientación del elemento patrimonial por el grado de humedad o la incidencia de la insolación) o en una conjunción de ambos.

Un número cada vez más importante de los trabajos desarrollados en esta línea tiene que ver con el empleo de técnicas no destructivas para valorar el deterioro del patrimonio cultural e informar sobre las estrategias más adecuadas para su protección. Estas técnicas permiten conocer la composición y las características mecánicas de los materiales, así como los factores de alteración, sin afectar a la integridad del elemento estudiado. Distintos equipos e infraestructuras del CSIC están orientados, en la actualidad, al empleo y desarrollo de estas tecnologías. Entre ellas, cabe destacar el uso de las técnicas de imagen (como la tomografía y el georradar) y de análisis elemental físico y químico, geoquímico, mineralógico, petrológico, bioquímico, etc. (por ejemplo, fluorescencia de rayos X, ultrasonidos o porosimetrías, entre otros).



El CSIC se encuentra a la vanguardia de la investigación y el uso de **nuevas tecnologías en la conservación del patrimonio cultural frente a los efectos del cambio climático**. Un campo novedoso, en este sentido, tiene que ver con la aplicación de la nanotecnología a los tratamientos de conservación y restauración. Así, en el Instituto de Geociencias (IGEO, CSIC-UCM) se está trabajando en el estudio de materiales pétreos del patrimonio, a la vez que se valoran nuevas técnicas de tratamiento, como las basadas en la electrocinética. Las técnicas no destructivas son imprescindibles para determinar las características petrofísicas de los geomateriales empleados en el patrimonio, para concretar su grado de deterioro y para establecer la urgencia y las pautas de las intervenciones a realizar. Son también necesarias para la selección de las técnicas de conservación y protección a implementar, porque los eventos meteorológicos extremos provocados por el cambio climático afectan a la conservación del patrimonio y van a generar un comportamiento diferente a la resistencia a su deterioro, originando nuevas patologías que anteriormente no presentaba.

Del mismo modo, equipos del Instituto de Química Física Blas Cabrera (IQF) trabajan en métodos y técnicas basadas en luz láser para prevenir, minimizar y monitorizar los efectos ambientales producidos por el cambio climático sobre los materiales. Con ello se pretende una mejor comprensión de los objetos patrimoniales y sus procesos de degradación utilizando tecnologías no invasivas de última generación basadas en láser y enfoques de conservación innovadores centrados en la limpieza con láser de patrimonio tangible. Asimismo, en centros como el INCIPIT, se aplican y optimizan técnicas de imagen avanzada (fotografía técnica multibanda, imagen multi e hiperspectral, escaneado FRX...) para la recuperación digital del patrimonio artístico, arqueológico y documental deteriorado, en algunos casos, por eventos y procesos relacionados con el cambio climático, como incendios, inundaciones o el biodeterioro. Las técnicas de imagen estudiadas han permitido, por ejemplo, recuperar la legibilidad de textos en documentos históricos en papel y pergamino afectados por manchas de humedad, desvanecimiento de tintas o deposición de humo, entre otras causas.



Caracterización *in situ* mediante un equipo portátil de fluorescencia de rayos X de los sillares de conglomerado de Espejón (Soria), empleado en la portada renacentista del palacio de los Condes de Miranda (Peñaranda de Duero, Burgos). / VIRGINIA GARCÍA-ENTERO



En algunos centros del CSIC (como el IGME) se está llevando a cabo un enfoque especialmente novedoso para analizar los factores ambientales que deterioran la piedra en el patrimonio. Este enfoque tiene en cuenta la intensidad y la direccionalidad de esos factores para realizar una estimación de su evolución futura en el marco del cambio climático. Existe direccionalidad en la alteración y erosión del patrimonio constructivo y son precisamente los eventos ambientales más agresivos los que presentan una direccionalidad más marcada. El cambio climático está aumentando la intensidad y la frecuencia de estos eventos, incrementando la vulnerabilidad desigual de determinadas fachadas o elementos.

El uso de **técnicas digitales y la automatización de procesos** facilita igualmente el análisis de los conjuntos y materiales afectados por los efectos del cambio climático. En esta línea, distintos equipos y proyectos del CSIC aplican la fotogrametría digital, el registro y análisis 3D (mediante, por ejemplo, el uso del láser de mano o láser escáner terrestre) y están generando herramientas de realidad aumentada con vistas a la conservación y la difusión.

Desde el IAM y el INCIPIT se trabaja, desde hace tiempo, en el estudio del patrimonio arqueológico de áreas litorales amenazado por la subida relativa del nivel del mar, los efectos de las tormentas y la erosión de dunas y acantilados. El registro 3D y de monitorización de la erosión de los yacimientos permiten obtener unos gemelos digitales precisos y contribuir a la toma de decisiones en materia de investigación, gestión e intervención en sitios amenazados (por ejemplo, el estudio de la erosión en una zona por medio de la comparación de modelos 3D obtenidos en distintos momentos).

Como aproximación transversal, desde el CSIC se aplican técnicas de aprendizaje profundo (*deep learning*) e inteligencia artificial con el objetivo de mejorar la interpretación del diagnóstico y los resultados de los datos generados. Hay proyectos, como algunos del Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información Leonardo Torres Quevedo (ITEFI, CSIC), que utilizan los últimos avances en mecatrónica y aprendizaje profundo para optimizar la información que se obtiene de las imágenes tomográficas de



técnicas no destructivas, como la transmisión acústica y el georradar (GPR), con el fin de facilitar el diagnóstico estructural de elementos típicos en edificaciones del patrimonio histórico. Investigan, a su vez, sobre sistemas de inspección, flexibles y automatizados que, junto con una metodología basada en el aprendizaje profundo, permitan obtener la máxima información de los elementos constructivos patrimoniales y, así, poder evaluar su resiliencia ante el cambio climático. Uno de los objetivos principales de estos proyectos es desarrollar herramientas y métodos de inspección no destructivos que sean útiles para los profesionales en el campo de la restauración de los elementos constructivos del patrimonio y generalizar estas técnicas de diagnóstico estructural.

Registro 3D por medio de un escáner láser terrestre del monumento megalítico M4 de Guidoiro Areoso (Pontevedra). / ELÍAS LÓPEZ-ROMERO.



Otra aplicación de la inteligencia artificial en el CSIC tiene por objetivo estudiar numéricamente la propagación de ondas elásticas en elementos históricos de albañilería. El objetivo es facilitar la interpretación de los resultados obtenidos de los ensayos no destructivos *in situ* y mejorar nuestra capacidad para realizar un diagnóstico estructural. Detectan y clasifican las características internas de los elementos de albañilería que se están viendo afectados por factores ambientales asociados, entre otras variables, al cambio climático.

Otros proyectos, como los liderados por el IGME, aplican herramientas de *machine learning* para la clasificación automática de datos de movimiento del terreno derivados de la información InSAR (interferometría radar de apertura sintética, por sus siglas en inglés), con los que elaborar mapas de susceptibilidad del movimiento del terreno en posibles ubicaciones de elementos patrimoniales. Se ha hallado una relación directa entre el incremento de la probabilidad de los movimientos del terreno y el cambio climático debido a que el aumento de eventos extremos, como las sequías hidrológicas, deriva en más explotación de agua subterránea, más probabilidad de subsidencia en determinados acuíferos y más eventos torrenciales, que generan una mayor frecuencia de deslizamiento de laderas. A su vez, estas laderas pueden albergar elementos patrimoniales, como las terrazas de cultivo, casetas, pozos, norias y neveros de piedra seca, técnica constructiva declarada Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la Unesco en 2018 y estudiadas por los centros CIDE, IH, INCIPIT e IPE.

El CSIC también dirige o participa en proyectos que analizan el **patrimonio cultural** que ha permanecido **sumergido** bajo las aguas de los embalses durante décadas, y que, recientemente, está sufriendo procesos de emersión total o parcial cíclica, lo que provoca la aceleración de su deterioro. Es un tipo de patrimonio que no había sido abordado científicamente hasta ahora, tal como sí ha sucedido con el patrimonio cultural sumergido en medios marinos e, incluso, en costas, sometido a subidas y baja-



das del nivel del mar. Las largas e intensas sequías de los últimos años y la sobreexplotación del recurso son responsables directos de los enormes bajadas del nivel de agua de los embalses durante épocas secas, mientras que, en épocas húmedas, se producen subidas de dicho nivel hasta sumergir de nuevo el patrimonio cultural previamente emergido. En muchos casos, estas oscilaciones tan bruscas se producen con una periodicidad anual. Gracias a estos proyectos del CSIC en los que están implicados, entre otros centros, el IGEO y el IGME, se ha reconocido un nuevo tipo de patrimonio cultural, muchas veces ni inventariado y, por supuesto, no sujeto a ninguna fórmula de protección debido a su imposibilidad en la mayoría de los casos. Su patrón de deterioro es diferente al de los medios subaéreos, submarinos o enterrados, y se han identificado los riesgos a los que está sometido, los factores, las causas, los procesos y las formas de alteración, así como las técnicas más adecuadas para su monitorización. Un caso similar es el de los lagos, las lagunas y las zonas pantanosas que albergan elementos del patrimonio cultural sujetos a fluctuaciones de la lámina de agua y sus recursos naturales, como consecuencia del cambio climático y la acción del ser humano. Un ejemplo emblemático es el yacimiento de La Draga, en Banyoles (Gerona), estudiado desde hace años por la IMF.

Otros entornos singulares, con innegable interés patrimonial, hacia los que se dirigen los esfuerzos de diferentes centros (MNCN, IGEO e IACT, entre otros) y proyectos de investigación multidisciplinarios, es el **espacio subterráneo**, en general, y las cuevas, en particular. El objetivo es intentar resolver los problemas ambientales ocasionados por el cambio climático en su interior, y que quedan reflejados en la atmósfera, y los materiales que en la actualidad se están formando en ellas (espeleotemas y depósitos), que impactan en el patrimonio cultural que albergan. Las investigaciones del CSIC proporcionan herramientas e información que pueden ser utilizadas para establecer pautas y controles específicos, con el fin de evitar o minimizar las modificaciones ambientales de estas áreas y conseguir mantener el equilibrio necesario para que sean enclaves sostenibles. Estas zonas se



consideran auténticos laboratorios naturales y se ven afectados por cualquier actividad desarrollada tanto en el interior, donde se produce la formación y transformación de minerales, como en la zona de influencia exterior. Más concretamente, el MNCN cuenta con una amplia experiencia en la conservación del patrimonio en entornos subterráneos tanto naturales (cuevas con arte rupestre en Cantabria como Altamira, las cuevas del monte Castillo, la de la Garma, etc.) como antrópicos (necrópolis de Carmona [Sevilla], catacumbas de Roma, Museo Thyssen de Málaga, etc.). Las investigaciones abordan diferentes aspectos; por un lado, la monitorización ambiental, con estaciones de medición de diversos parámetros, como la temperatura, la humedad, el viento, la presión y la concentración de gases trazadores, como el dióxido de carbono, el metano y el radón (en su isótopo 222), así como de partículas en suspensión, y sensores y analizadores portátiles de gases y aguas. Además, caracterizan los soportes y el agua de infiltración desde el punto de vista mineralógico, geoquímico y petrofísico. También tienen en cuenta los aspectos geomicrobiológicos en relación con la interacción entre los microorganismos y los diferentes sustratos existentes: sedimentos, rocas, materiales de construcción, etc., mediante modelos de detección temprana de proliferación de microorganismos. Por último, se evalúa el impacto de los visitantes en los ambientes subterráneos y se diseñan estrategias para la minimización de sus efectos nocivos.

Por último, hay que señalar la **importancia de las redes de investigación, de las colaboraciones y de la participación en consorcios y plataformas internacionales** que tienen una incidencia, directa o indirecta, en el estudio desde el presente de los efectos del cambio climático sobre el patrimonio. Cabe destacar asimismo la participación del CSIC en la Infraestructura Europea de Investigación en Ciencias del Patrimonio (E-RIHS), en la Alianza para la Investigación del Patrimonio Cultural en Europa (ARCHE; con el IQF y el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas –CENIM, CSIC–), o en el European Synchrotron Radiation Facility (ESRF; con el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid –ICMM, CSIC–).





## 2.3.

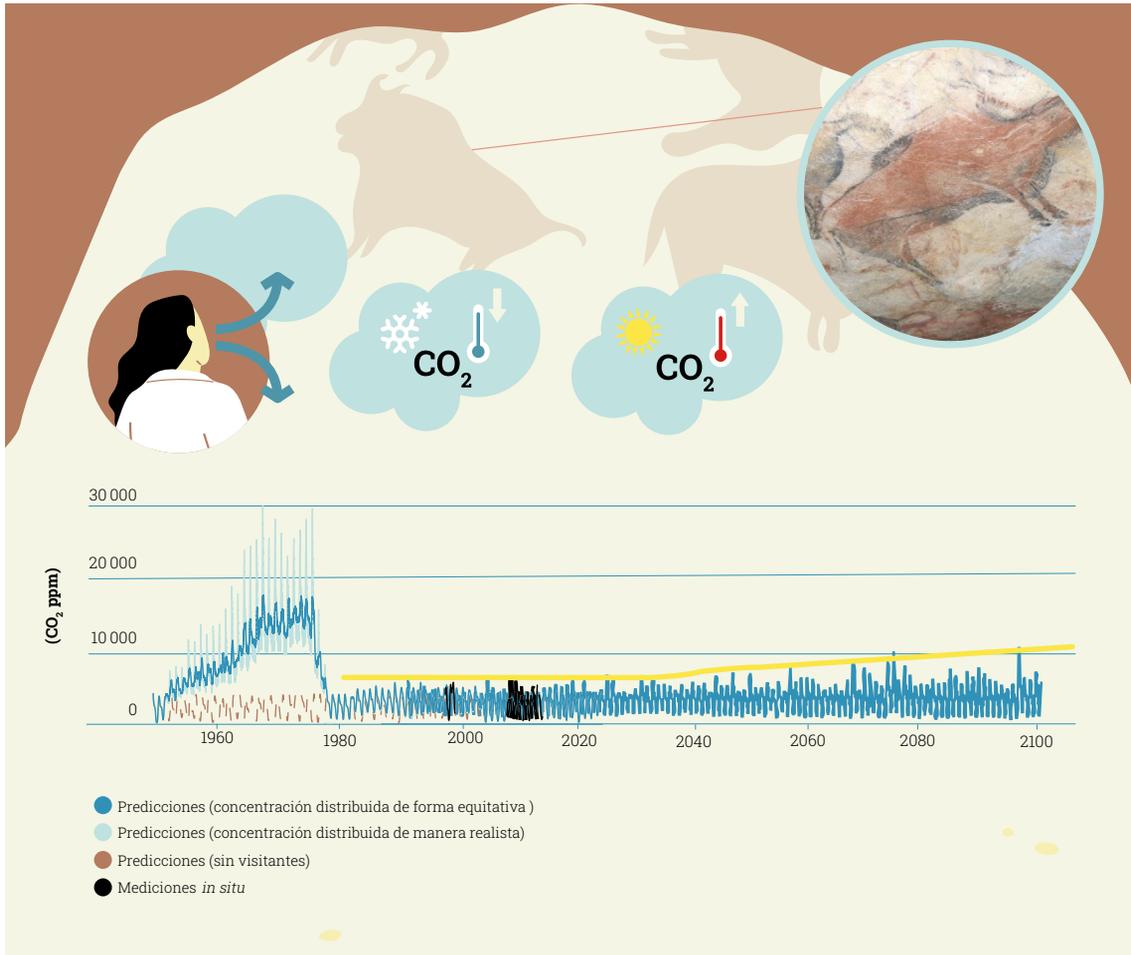
### Escenarios futuros: de la adaptación y mitigación al valor social del patrimonio

De cara a los **impactos futuros de los escenarios de cambio climático sobre el patrimonio**, las investigaciones que llevan a cabo diversos centros del CSIC abarcan desde escalas global, continental y regional hasta enfocarse en un único elemento patrimonial singular. Un ejemplo es la participación de investigadores del CSIC (MNCN) en el IPCC, que emite los informes de los impactos en la frecuencia y magnitud de los eventos extremos (inundaciones) y sus efectos, entre ellos, los patrimoniales. La predicción de impactos del cambio global sobre los recursos hídricos subterráneos y navales en espacios naturales protegidos, como humedales y áreas de montaña, a través de proyectos liderados por el IPE y el IGME, permiten pronosticar, a su vez, los efectos que tendrán sobre los paisajes y otros elementos del patrimonio cultural de esos territorios. También permiten realizar modelos predictivos de la respuesta ambiental frente al cambio climático en entornos subterráneos (MNCN), para optimizar las medidas de conservación del patrimonio que albergan, como la evolución futura en elementos patrimoniales tan singulares como la cueva de Altamira (Cantabria) con horizontes temporales que abarcan hasta un siglo.

El CSIC está plenamente comprometido con estas cuestiones e implicado en iniciativas a todos los niveles, sobre todo a **escala europea**, donde participa y dirige proyectos en el marco de acciones de Cooperación Europea en Ciencia y Tecnología (COST) e Iniciativas Conjuntas de Programación/ IJP-JHEP. La participación en la elaboración de documentos como el Manifiesto sobre Arqueología Social del Cambio Climático, promovido por la Asociación Europea de Arqueólogos (EAA) y la Sociedad para la Arqueología Americana (SAA), es de especial relevancia por su carácter social y patrimonial.



**Gráfico 6** Gráficas de concentración de dióxido de carbono en el interior de la cueva de Altamira (Cantabria), medidas en la segunda mitad del siglo XX (con el incremento debido a las visitas turísticas); las observaciones actuales *in situ*, y la predicción de concentración hasta el año 2100, considerando un escenario de cambio climático



Fuente: adaptado a partir de Sáez, M., Benavente, D., Cuezva, S., Huc, M., Fernández-Cortés, Á., Mialon, A., Kerr, Y., Sánchez-Moral, S., & Mangiarotti, S. (2024). Scenarios for the Altamira cave CO<sub>2</sub> concentration from 1950 to 2100. *Scientific Reports*, 14(1), 10359. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60149-9>



En la actualidad, tanto el patrimonio material como el inmaterial de los sistemas agrícolas mediterráneos (riqueza cultural asociada a la gestión de la dehesa, de las huertas, del secano, de la agricultura de montaña, etc.) posee un alto valor. Por ello, el CSIC, a través de 16 centros de distintas disciplinas, participa en el Programa Conjunto Europeo - EJP SOIL, enfocado en una gestión sostenible y climáticamente inteligente de los suelos agrícolas. Esta iniciativa incluye el análisis del conocimiento y las prácticas de largo tiempo de gestión sostenible del suelo agrícola, que favorecen su salud y sus efectos en la mitigación del cambio climático. También tiene en cuenta las consecuencias que los escenarios de cambio climático pueden tener en esas prácticas de gestión (entre otros, los relacionados con los problemas de sequía o de precipitaciones de alta intensidad horaria, y los saberes y construcciones relacionados con la irrigación). Además, se evalúa la eficacia de las políticas públicas, tanto a escala macro como de micropolíticas, y se promueve la inclusión de todos los actores implicados.

El INCIPIT y el IAM son igualmente pioneros en España en la **evaluación cualitativa y cuantitativa de las amenazas que pesan sobre el patrimonio cultural** sometido a la presión antrópica y a los efectos del cambio climático. En colaboración con centros de investigación internacionales, estos equipos del CSIC han aplicado distintas herramientas que permiten observar las variables que afectan al patrimonio y obtener valores numéricos sobre su vulnerabilidad, los cuales pueden ser analizados a distintos niveles. Los resultados obtenidos son una potente herramienta de comunicación y ayuda para la toma de decisiones sobre las medidas a implementar a corto, medio y largo plazo en los sitios amenazados.

Desde un punto de vista teórico-metodológico, el CSIC promueve proyectos de investigación aplicada a la definición de metodologías de evaluación de impacto patrimonial, orientadas a instalaciones productoras de energías renovables (esencialmente, energía eólica y fotovoltaica), que son estratégicas para la gestión del cambio climático. Se trata de una línea consolidada desde hace tiempo en el INCIPIT, instituto que sigue siendo una referencia en la materia.



Fort Louis (siglo XVIII) en la isla de Saint-Martin (Antillas francesas), afectado por los agentes atmosféricos. / ELÍAS LÓPEZ-ROMERO

Con una perspectiva histórica, la **puesta en valor patrimonial de los paisajes culturales** permite abordar problemas que se ven agravados por el cambio climático. En el caso de los paisajes mineros antiguos del noroeste peninsular, estudiados por el IH (Las Médulas [León], Patrimonio Mundial de la Unesco desde 1997), su conversión en recursos patrimoniales ha permitido diversificar las fuentes de riqueza locales, en el contexto del debilitamiento reciente de las industrias extractivas y del abandono de los usos tradicionales del suelo en el medio rural. En el marco de un proyecto del Programa Interreg VI-B Sudoe 2021-2027, desde el INCIPIT se aborda la crisis de los sectores de montaña del sudoeste de Europa (con serios problemas de envejecimiento y despoblación) a partir de la puesta en valor del patrimonio asociado a sus paisajes culturales. Esta herramienta de innovación social ofrece nuevas oportunidades de desarrollo a las comunidades de montaña, mejorando su calidad de vida, la cohesión territorial y el desarrollo de nuevos recursos económicos.

En relación con la despoblación y la pérdida de valor forestal y paisajístico en zonas con severos problemas de envejecimiento y abandono, desde el IH y el IPE se estudia cómo la restauración de núcleos abandonados permite fijar población y repercute, positivamente, en el desarrollo económico y social sostenible de las zonas despobladas. Se proporciona así la evidencia científica necesaria para apoyar la toma de decisiones informadas para



una transición ecológica exitosa, justa y sostenible que ayude a frenar la despoblación rural. Estas poblaciones son valedoras del patrimonio cultural que se ve amenazado por el cambio climático. Por su parte, la EEA lidera un proyecto de rehabilitación de espacios agrarios en relación con las almunias, haciendas agrícolas de carácter aristocrático situadas en las afueras de las ciudades medievales del Mediterráneo. Si bien la mayoría de estas fincas han desaparecido, muchas de sus zonas agrícolas e infraestructuras hidráulicas han sobrevivido y siguen en uso, y forman parte de los llamados *cinturones verdes urbanos*. Su identificación permite reconocer el valor histórico de estos espacios de cultivo tradicionales, con sus acequias, albercas, norias, etc. De esta manera se garantiza su conservación, restauración y mejora, y se contribuye a una gestión adecuada y sostenible de los entornos urbanos históricos de Europa meridional y África septentrional, zonas especialmente sensibles ante los riesgos del cambio climático.

Siguiendo con la gestión del paisaje, los estudios genéticos de arqueobiología de la IMF son fundamentales para comprender las dinámicas geográficas y temporales que han conformado la composición genómica de las ovejas ibéricas actuales en toda su diversidad. La información sobre los orígenes, las trayectorias evolutivas y los modos de su mejora a lo largo del tiempo ayudará a las políticas relacionadas con el manejo y la conservación de las razas ibéricas. Las políticas públicas tienen un elevado impacto en la ganadería, por lo que sería necesario integrar las secuencias históricas de datos más allá de 1950, para poder hacer modelos de productividad y sostenibilidad más robustos, que tengan en cuenta también las especificidades ecológicas y el nivel de densidad demográfica de cada zona.

Son importantes también los estudios sobre el **patrimonio inmaterial**. La dieta mediterránea, incluida en la lista de la Unesco desde 2013, ha protagonizado varias iniciativas de transferencia y divulgación, en centros como el IH y la IMF, que pretenden promover el consumo y la valorización de alimentos vegetales tradicionales (las legumbres y los cereales integrales), así como enfatizar sus beneficios para la salud de las personas y el medioambiente.



En torno al patrimonio inmaterial, el INCIPIT lidera proyectos para analizar, a escala local, las responsabilidades, expectativas, obligaciones y retornos que se movilizan en los procesos de patrimonialización. Uno de los casos de estudio se centra en las mariscadoras y su papel como impulsoras de la definición patrimonial y la sostenibilidad de las rías gallegas, en relación con la acción antrópica y las alteraciones ambientales previstas en un futuro próximo. El INCIPIT ha participado también en proyectos para la caracterización del riesgo social asociado a los usos del patrimonio (como, por ejemplo, la iniciativa Valor Social de Altamira), que están directamente relacionados con los cambios en las dinámicas turísticas y, de manera directa o indirecta, con los efectos del cambio climático en las mismas. Esta investigación marca una pauta para la transferencia y el intercambio de conocimiento entre la academia y la Administración pública, que se concreta en la colaboración para el diseño de las políticas públicas de gestión de los bienes patrimoniales.

En definitiva, **el CSIC está implicado directamente en todos los aspectos que constituyen, a día de hoy, la vanguardia de la investigación científica y técnica, el posicionamiento teórico, el desarrollo metodológico y el valor e impacto social del patrimonio cultural en relación con el cambio climático.** Las actuaciones que se desarrollan abarcan tanto la escala local como la regional, estatal e internacional, y comprenden todo el abanico cronológico de la relación de las sociedades humanas con el medio, desde la prehistoria hasta la época actual. Estos trabajos del CSIC se caracterizan por su alta interdisciplinariedad, algo que, gracias a las iniciativas, conexiones y plataformas que se están implementando desde la institución, se verá aún más potenciado en los próximos años.

tres



# Conclusiones y recomendaciones



## Conclusiones



**El patrimonio cultural/paisaje es parte activa de las relaciones sociales y de la calidad de vida, por lo que su pérdida es irreparable. Los cambios del clima y, entre ellos, el actual, conllevan efectos ambientales que pueden resultar dañinos para él.**

Los escenarios de futuro y las predicciones a corto y medio plazo apuntan hacia un aumento de la frecuencia y magnitud de eventos extremos en determinadas partes del planeta, entre las que se incluye el territorio español. Por ello, el estudio de las interrelaciones entre el clima, las comunidades humanas y su legado cultural resulta fundamental para la adaptación de aquellas ante la problemática del cambio climático y la mitigación de sus efectos dañinos.



**Es importante abandonar la visión del patrimonio cultural/paisaje como sujeto pasivo del cambio climático** y plantear cómo, desde su estudio, se puede aportar conocimiento para la adaptación a este. Las posibles acciones deben tener en cuenta un **concepto abierto de patrimonio cultural/paisaje** que integre los procesos de cambio y eviten su fosilización. El patrimonio proporciona información histórica sobre cómo las sociedades humanas se han adaptado a sus entornos y a las condiciones climáticas cambiantes; aporta información sobre los materiales y las técnicas tradicionales que han demostrado su eficacia para responder a dichas

condiciones; participa en la economía circular mediante la preservación y reutilización de espacios y construcciones o mediante prácticas sostenibles de gestión del espacio urbano y el territorio; tiene un papel en la construcción de sentimientos identitarios, promoviendo la cohesión social y la capacidad de resiliencia, elementos claves para responder ante los cambios y desastres naturales; y constituye una fuente de información significativa para el diseño de medidas efectivas y justas de adaptación y mitigación frente al cambio climático. Además, el conocimiento vernáculo sobre la gestión local de espacios naturales o productivos tiene un valor reconocido en las estrategias de adaptación al cambio climático.



El cambio climático pone en evidencia la fragilidad de los equilibrios entre los diferentes intereses que se entrecruzan, casi siempre de manera conflictiva, en la gestión y en la vivencia de estos recursos patrimoniales y esto exige adaptaciones y cambios en los sistemas de gestión de los paisajes culturales teniendo en cuenta múltiples factores como la propiedad y usos del suelo, el tratamiento de los bienes patrimoniales, los usos directos o indirectos de estos bienes (económicos, sociales, etc.), la intervención física en el patrimonio, los usos simbólicos/identitarios del patrimonio cultural y la gobernanza patrimonial.

# Recomendaciones

## Recomendaciones para los decisores políticos:



**Reconocer el problema.** Es necesario considerar las dificultades de gestión de un conjunto de bienes complejo y la necesidad de interactuar entre las distintas escalas y ámbitos de la Administración. Al respecto, la relevancia de las comunidades autónomas es enorme, puesto que han asumido las competencias sobre el patrimonio cultural y casi todas han redactado su propia legislación de protección. Resulta imprescindible insistir en la escala local y reforzar la interlocución entre las Administraciones. A este nivel local es al que se detectan los problemas y los cambios y al que se deben aplicar las medidas adoptadas. Resulta crucial en prevención, anticipación y prospectiva.



**Incrementar el esfuerzo normativo y legislativo.** El patrimonio cultural está actualmente desprotegido frente a los riesgos del cambio climático y su integración en la legislación y en los planes de gestión de riesgos es deficiente. Si bien casi todas las comunidades autónomas tienen sus planes de actuación contra el cambio climático, muy pocas incorporan en ellos el patrimonio cultural o, incluso, se limitan a incluirlo en sus estrategias, sin desarrollar planes y reglamentos, y, por lo tanto, carecen de un presupuesto específico en sus previsio-

nes anuales de gasto. Por ello, ante eventos extraordinarios, se debe recurrir a las partidas de las políticas sectoriales. Si bien el patrimonio cultural involucra a múltiples sectores económicos, tradicionalmente se ha puesto el énfasis sobre todo en el turismo como fuente de riqueza de especial relevancia para España. Sin embargo, las cuestiones relacionadas con el patrimonio no pueden seguir exclusivamente vinculadas a este sector económico en las políticas públicas y en los planes de protección ni pueden seguir solo centradas en la gestión patrimonial. Es necesario reconocer el valor social del patrimonio y su importancia en la mejora de las condiciones de vida de los ciudadanos. También es imprescindible asegurar el cumplimiento de la normativa ya vigente, a través de equipos de inspección y seguimiento de los planes, programas y proyectos.



**Conocer en profundidad las diferentes fuentes de financiación.** Es fundamental facilitar la participación y atracción de fondos internacionales (mundiales, europeos y bilaterales) por parte de las Administraciones públicas creando oficinas de información y asesoramiento (en especial, a escala local y regional) y reduciendo el aparato burocrático de la solicitud, consecución, seguimiento y justificación de las ayudas.



Inundaciones provocadas por la riada asociada a la dana del 29 de octubre de 2024 en la iglesia parroquial de San Jorge Mártir de Paiporta (Valencia). / BIEL ALIÑO PARA LA AGENCIA EFE



Cartel de cierre durante las inundaciones del claustro de San Juan de Duero (Soria). / ANDRÉS DÍEZ HERRERO



**Aumentar la inversión en investigación y formación.** Es necesario materializar un impulso económico para abordar las cuestiones sociales y medioambientales sobre la base de una multidisciplinariedad real. Para ello, resulta esencial dotar de personal y recursos a las oficinas y los centros de asesoramiento a la comunidad científica para la solicitud y el desarrollo de proyectos y planes, como es el caso de las oficinas de transferencia de los resultados de investigación.



**Fomentar la creación de redes.** Estas son imprescindibles para que desarrollen líneas de trabajo multidisciplinares compartiendo recursos y evitando la atomización de la ciencia. El sistema de I+D+I español, y, en particular el CSIC, cuenta en la actualidad con personas, grupos de investigación y centros punteros a nivel internacional en la investigación holística y multidisciplinar del patrimonio cultural, y los efectos del cambio climático.



**Desarrollar un sistema colaborativo de indicadores.** Es clave para establecer umbrales e intervalos para la jerarquización de la problemática, la priorización de las actuaciones y la alerta temprana en las afecciones al patrimonio. Estos indicadores permitirán realizar evaluaciones de las tendencias a medio y largo plazo para hacer más objetivas las estrategias de conservación preventiva y ayudar a la toma de decisiones.



**Crear y mantener bases de datos georreferenciadas de eventos pretéritos.** Es importante que estos datos relacionados con los cambios climáticos que han afectado al patrimonio (inundaciones, incendios, movimientos del terreno, sequías, etc.) se registren para que puedan ayudar a entender cómo las sociedades se han adaptado y han mitigado sus efectos, con el fin de prevenir futuros eventos asociados al cambio climático actual.



**Generar verdaderos mapas de riesgos.** Resulta fundamental que los mapas estén basados en la evidencia científica interdisciplinar para poder priorizar de manera justificada la distribución de los recursos. La actual falta de información básica es alarmante, no solo respecto del patrimonio amenazado, sino del patrimonio en general. Hay una ausencia de inventario, documentación y plan de gestión de una parte del patrimonio amenazado (por ejemplo, el sumergido en embalses, el subterráneo y el litoral, sujetos a una rápida aparición y desaparición; el de las zonas de montaña, altamente sensible al abandono de las prácticas de gestión con repercusión en los procesos erosivos, de las actividades de preservación de los bosques, la pérdida de rutas de trashumancia, etc.).



**Diseñar un marco de monitorización y promover medidas de conservación preventiva.** Sería recomendable disponer de medidas frente al cambio climático adaptadas a la realidad del ambiente de exposición. Para ello, se propone proporcionar información regionalizada de agresividad y direccionalidad ambiental; elaborar estudios específicos de vulnerabilidad en elementos patrimoniales estratégicos de máximo interés (en abierto y disponibles para la sociedad); crear guías metodológicas para su adaptación a casos locales; y, por último, promover la disponibilidad de datos climáticos de calidad previos al diseño de medidas preventivas de conservación.



**Tener en cuenta que las actuaciones de todos los niveles político-administrativos deben contemplar la normativa europea y los marcos de referencia internacionales.** Los documentos europeos y las recomendaciones, como el Convenio Europeo del Paisaje, deben servir de punto de partida y de contenidos mínimos para la legislación y las recomendaciones estatales, autonómicas y locales. Además, el Plan Nacional sobre Paisajes y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030 son igualmente necesarios para servir de marco ineludible a otra legislación sectorial.



**Facilitar la comunicación, el diálogo y la permeabilidad entre investigación, las políticas, la gestión y la sociedad.** No solo hay que crear cauces para esa comunicación, sino también mejorar los procedimientos técnicos y administrativos para minimizar los efectos de la descoordinación y la falta de comunicación.



**Promover una visión a largo plazo.** Es necesario que nuestra visión tenga en cuenta las consecuencias, a veces retardadas, en el patrimonio, como cambios en la intensidad de los eventos extremos (incendios de sexta generación o amplitud de las danas) y la aceleración del abandono del medio rural.



**Recomendaciones para las empresas:**



**Fomentar la colaboración ciencia-empresa para el desarrollo de metodologías y técnicas.**

Determinados sectores son especialmente relevantes, como los relacionados con la arquitectura y el urbanismo, la ordenación del territorio, el turismo y las industrias culturales, y, por ello, cabría promover convocatorias de financiación específicas.



**Incorporar departamentos, equipos y personal del ámbito de la investigación multidisciplinar**

sobre el patrimonio cultural y los riesgos del cambio climático, para mejorar las fuentes de datos, las metodologías y los productos que pueden ofrecer a sus clientes en estas temáticas novedosas y con amplio mercado en el futuro.



**Invertir en verdaderos desarrollos de investigación aplicada,**

complementarios y alternativos a los del sector público, que contribuyan al sistema de I+D+I español Sistema Nacional de I+D+I desde la iniciativa privada, tal como ocurre en muchos países de nuestro entorno europeo.



**Incidir en que se fomente y valore en las ofertas y los concursos públicos de proyectos a aquellas empresas que incorporen personal científico-técnico especializado y herramientas específicas**

para el estudio del patrimonio cultural ante el cambio climático.

**Recomendaciones para la sociedad:**



**Tomar conciencia del alcance del problema** en el patrimonio cultural, al mismo nivel que se ha logrado en relación con los efectos del cambio climático en los ecosistemas y las especies vegetales y animales.



**Reconocerse**, tanto de forma colectiva como a título individual, **la propia sociedad, como parte de la solución**, e implicarse de manera más activa en el conocimiento y la defensa del patrimonio cultural en relación con el cambio climático.



**Promover iniciativas y procesos bottom-up**, que parten de la **movilización y participación social activa**, pues son claves para la conservación del patrimonio frente a las amenazas del cambio climático, así como en la denuncia pública de sus problemáticas. La trasposición y adaptación al patrimonio cultural de experiencias de éxito en el ámbito del patrimonio natural (como Apadrina un Árbol, Apadrina un Animal o Apadrina una Roca) puede comprometer a la sociedad en la detección y soluciones a los problemas del patrimonio ante el cambio climático.



## Recomendaciones para la comunidad científica:



**Desarrollar y aplicar un enfoque multidisciplinar** orientado a resolver problemas sociales. Solo se pueden entender los impactos del cambio climático actual y futuro sobre el patrimonio a partir de la base de las perspectivas fisicoquímica, geológica, biológica, arqueológica e histórica, que ofrecen una visión panorámica con suficiente amplitud temporal como para garantizar que los modelos numéricos de simulación y predicción del clima venideros se puedan calibrar y validar en observaciones reales y objetivas. Determinadas disciplinas, como la arqueología, la historia y la geología, que han quedado generalmente relegadas en estos debates, deben tener un papel relevante frente a los retos actuales y no limitarse a aportar contenidos para el turismo, el ocio o las industrias culturales.



**Impulsar la interoperabilidad y la facilidad en la identificación** y el uso conjunto de los datos que se generan para la monitorización y la gestión del patrimonio cultural. Hay que promover el desarrollo de procedimientos comunes y buenas prácticas, incluyendo patentes y modelos de utilidad, que garanticen la calidad del registro estudiado. También se deben incentivar los avances de nuevas fuentes de datos y métodos de análisis, y tratamientos fisicoquímicos del patrimonio cultural y su contexto en la frontera del conocimiento. Para ello, es necesario constituir consorcios público-privados de equipos y grupos de investigación que puedan solicitar ayudas en convocatorias de ideas innovadoras y de prueba de concepto.



**Promover un diálogo más estrecho**, en materia de patrimonio y cambio climático, **entre la comunidad científica y los medios de comunicación y los creadores de contenido**, así como la adquisición por parte de aquella de mejores competencias en el uso de las redes sociales, plataformas audiovisuales y demás herramientas de comunicación digital.



**Fomentar la educación, la divulgación y la sensibilización** sobre la importancia del patrimonio cultural y su vulnerabilidad al cambio climático, en las diferentes etapas formativas y para los distintos tipos de audiencias, así como **potenciar la colaboración ciudadana** en los procesos de documentación y protección del patrimonio amenazado. Ello contribuiría a mejorar la cohesión social en torno a la noción de *bien común*, así como la capacidad de resiliencia de la sociedad, esencial para enfrentarse a los cambios.

cuatro



# Listado de centros



| CENTRO   | PÁGINA WEB   | CORREO ELECTRÓNICO        |
|--|--|---------------------------|
| <b>Centro de Investigaciones sobre Desertificación</b><br>(CIDE, CSIC-Universitat de València, Generalitat Valenciana) | www.uv.es/uvweb/<br>centro-investigacion-<br>desertificacion/es/<br>centro-investigaciones<br>- desertificacion-<br>1285894590702.html | direccion.cide@csic.es    |
| <b>Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas</b> (CENIM, CSIC)   | www.cenim.csic.es/   | direccion.cenim@csic.es   |
| <b>Escuela de Estudios Árabes</b><br>(EEA, CSIC)   | www.eea.csic.es/   | direccion.eea@csic.es     |
| <b>Institución Milá y Fontanals de Investigación en Humanidades</b><br>(IMF, CSIC)                                     | www.imf.csic.es/   | direccion.imf@csic.es     |
| <b>Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra</b> (IACT, CSIC-Universidad de Granada)                                  | www.iact.csic.es/  | direccion.iact@csic.es    |
| <b>Instituto de Arqueología de Mérida</b><br>(IAM, CSIC-Junta de Extremadura)  | www.iam.csic.es/   | direccion.iam@csic.es     |
| <b>Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid</b> (ICMM, CSIC)   | www.icmm.csic.es/  | direccion.icmm@csic.es    |
| <b>Instituto de Ciencias del Patrimonio</b><br>(INICIPIT, CSIC)  | www.incipit.csic.es/   | direccion.incipit@csic.es |
| <b>Instituto de Geociencias</b><br>(IGEO, CSIC-UCM)  | igeo.ucm-csic.es/  | direccion.igeo@csic.es    |
| <b>Instituto de Historia</b> (IH, CSIC)  | ih.csic.es/es  | direccion.ih@csic.es      |



| <b>CENTRO</b>   | <b>PÁGINA WEB</b>  | <b>CORREO ELECTRÓNICO</b>  |
|---|--|--|
| <b>Instituto de Química Física Blas Cabrera</b> (IQF, CSIC)                                       | <a href="http://www.iqf.csic.es/es/">www.iqf.csic.es/es/</a>   | <a href="mailto:direccion.iqf@csic.es">direccion.iqf@csic.es</a>     |
| <b>Instituto de Tecnologías Físicas y de La Información Leonardo Torres Quevedo</b> (ITEFI, CSIC) | <a href="http://www.itefi.csic.es/es">www.itefi.csic.es/es</a> | <a href="mailto:direccion.itefi@csic.es">direccion.itefi@csic.es</a> |
| <b>Instituto Geológico y Minero de España</b> (IGME, CSIC)  | <a href="http://web.igme.es/">web.igme.es/</a>                 | <a href="mailto:direccion.igme@csic.es">direccion.igme@csic.es</a>   |
| <b>Instituto Pirenaico de Ecología</b> (IPE, CSIC)  | <a href="http://www.ipe.csic.es/">www.ipe.csic.es/</a>         | <a href="mailto:direccion.ipe@csic.es">direccion.ipe@csic.es</a>     |
| <b>Museo Nacional de Ciencias Naturales</b> (MNCN, CSIC)  | <a href="http://www.mncn.csic.es/es">www.mncn.csic.es/es</a>   | <a href="mailto:direccion.mncn@csic.es">direccion.mncn@csic.es</a>   |



cinco



**Para saber más**



---

Conexión-Arqueología / ArchaeologyHub – Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).



---

Conexión Geociencias – Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).



---

CHeriScape: Cultural Heritage in Landscape.



---

Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS). (2022).  
*Adaptación al Cambio Climático.*



---

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Libros Blancos  
Desafíos Científicos 2030.



---

Centro Internacional de Estudios de Conservación y Restauración de los Bienes Culturales (ICRROM). *Net Zero: Heritage for Climate Action.*



---

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

---



---

Ballard, C., Baron, N., Bourgès, A., Bucher, B., Cassar, M., Daire, M.-Y., Daly, C., Egusquiza, A., Fatoric, S., Holtorf, C., Kosian, M., Lefèvre, R.-G., Lopez-Romero, E., Orr, S. A., Svensson, E., Verney-Carron, A., Vernimme, N., & Viovy, N. (2022, marzo 15). *[White Paper] Cultural Heritage and Climate Change: New Challenges and Perspectives for Research*. Heritage Research Hub. <https://www.heritageresearch-hub.eu/white-paper-cultural-heritage-and-climate-change-new-challenges-and-perspectives-for-research/>

---



Plataforma Temática Interdisciplinar del CSIC, Patrimonio Abierto: Investigación y Sociedad.

---



Plataforma Temática Interdisciplinar del CSIC para el clima y los servicios climáticos, PTI+ Clima.

---



Social Archaeology of Climate Change (SAAC). Manifiesto sobre Arqueología Social del Cambio Climático. En *Kiel SACC Summit Statement Social Archaeology & Climate Change* (49-57). SAAC.

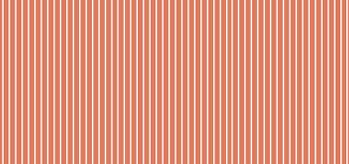
---



Unesco. «Climate Change and World Heritage», World Heritage Convention.

---





# Ciencia para las Políticas Públicas



Informe de transferencia  
de conocimiento



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

EDITORIAL  
**CSIC**

SCIENCE  POLICY