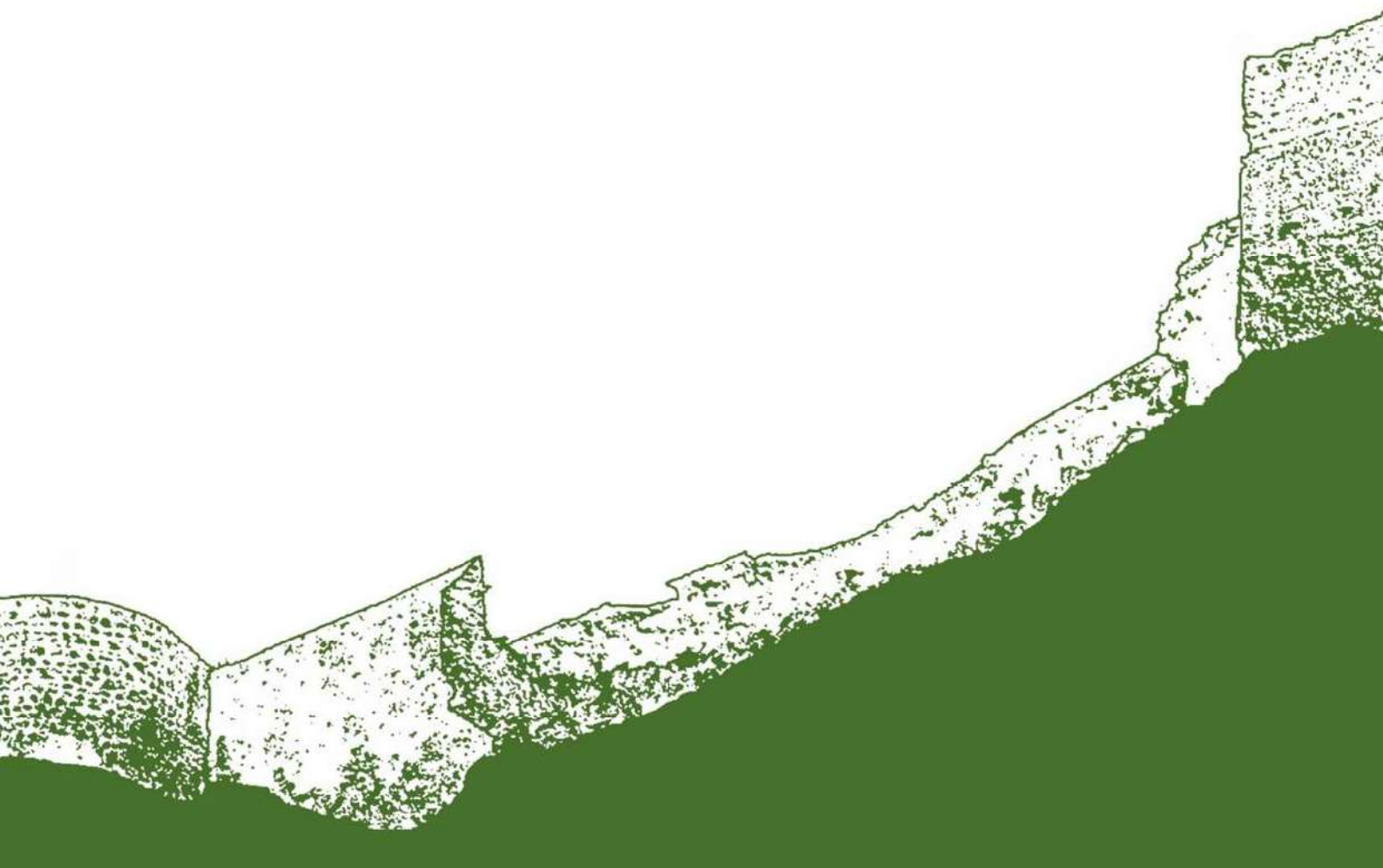


Congreso Internacional «Patrimonio cultural y catástrofes: Lorca como referencia»

Ministerio
de Cultura
y Deporte

3, 4 y 5 de octubre de 2018
Teatro Guerra (Lorca), Murcia



Congreso Internacional «Patrimonio cultural y catástrofes: Lorca como referencia»

3, 4 y 5 de octubre de 2018

Teatro Guerra (Lorca), Murcia



Organizado por:



**HISPANIA
NOSTRA**

Catálogo de publicaciones del Ministerio: www.culturaydeporte.gob.es
Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpag.mpr.gob.es>

Edición 2019

Instituto del Patrimonio Cultural de España - Consejo editorial

Elena Agromayor Navarrete
Isabel Argerich Fernández
Soledad Díaz Martínez
María Domingo Fominaya
Daniel Durán Romero
Guillermo Enríquez de Salamanca González
Pablo Jiménez Díaz
José Vicente Navarro Gascón
Javier Rivera Blanco
Belén Rodríguez Nuere
Ana Ros Togores
María Pía Timón Tiemblo
Cristina Villar Fernández

Coordinación de textos

Educación y Patrimonio, S.L.



MINISTERIO DE CULTURA
Y DEPORTE

Edita:
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General de Atención al Ciudadano,
Documentación y Publicaciones

NIPO: 822-19-069-4
ISBN: 978-84-8181-740-9
Depósito legal: M-37484-2019

Maqueta: trececho edición, SL

En esta publicación se ha utilizado papel reciclado libre de cloro de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación pública.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

ÍNDICE

	Pág.
ACTO DE APERTURA	13
Inauguración congreso Hispania Nostra	15
Fulgencio Gil Jodar	
Patrimonio cultural y catástrofes: Lorca como referencia	17
Araceli Pereda	
Inauguración	21
Pedro Tóme	
1. EXPERIENCIAS EN DESASTES EN PATRIMONIO CULTURAL	23
PONENCIAS	
Integrating cultural heritage first aid into international and national emergency management and humanitarian systems	27
Aparna Tandon	
Perdas patrimoniais e catástrofes naturais	35
Esmeralda Paupério y Xavier Romão	
Los terremotos en Chile y su impacto en el patrimonio cultural	47
Cecilia Rodríguez Moreno	
Bienes culturales y conflictos armados	61
Marina San Martín Calvo	
La Guardia Civil en la protección integral del patrimonio histórico español	73
Marcos Gómez Romera	
Operaciones de la Unidad Militar de Emergencias en el extranjero desde 2010 hasta 2017	81
Jorge Serra Llopart	
2. ACTUACIONES EN CATÁSTROFES	87
PONENCIAS	
La Misión del Mecanismo Europeo de Protección Civil en México, 2017. Estrategias para la recuperación del Patrimonio Cultural	91
Ángel Luis de Sousa Seibane	
Patrimonio e inundaciones: ¿una relación de riesgo?	99
Andrés Díez Herrero	

COMUNICACIONES

Nuestro patrimonio edificado antes y después del terremoto 19S-2017. (Diagnóstico integrado del Estado de Morelos, México)	117
Miguel Ángel Cuevas Olascoaga, Gerardo Gama Hernández y Norma Angélica Juárez Salomo	
Análisis teórico de la solución arquitectónica post-incendio de la biblioteca del Caraça / MG	123
Juliana do Amaral Leopaci	
Los sismos de septiembre del 2017 en México, la atención ante el desastre desde el ámbito de los profesionistas restauradores	127
Ana María Lara Gutiérrez	
Sismo 19S en México y sus repercusiones en el patrimonio cultural. Barrios del centro histórico de Puebla, una respuesta comunitaria	135
Adriana Hernández Sánchez, Christian Enrique de la Torre Sánchez, Bernardo Aco Castañeda, Leonardo Coatl González, Magnolia Estela Martínez Rodríguez y María de Lourdes Flores Lucero	
Gestión de riesgos de desastres en las colecciones de patrimonio documental. Caso de estudio: biblioteca patrimonial del centro de interpretación histórico cultural y patrimonial de la Universidad de Carabobo - Venezuela	141
Hialmar Eliodoro Castillo Ramírez	
La experiencia española en la protección del patrimonio cultural durante la Guerra Civil, y su repercusión internacional	145
Judith Ara Lázaro e Isabel Argerich Fernández	
Comportamiento sísmico de iglesias dañadas en Puebla y Morelos durante el sismo de Axochiapán, Morelos, del 19 de septiembre de 2017, en México	155
Patricia Alarcón, José Beltrán, y Christopher Magaña	
La verdad siempre es relativa. Las realidades ocultas del patrimonio histórico edificado	161
Mariana López Mendoza	
Refugios de emergencia y campamentos efímeros para desastres naturales: propuestas desarrolladas por futuros arquitectos en talleres internacionales	169
Daniel Sirvent Pérez	
MESA REDONDA	
Actuaciones en catástrofes. La gestión del día después Participantes: Arturo Balandrano, Cecilia Rodríguez M. y Esmeralda Paupério	177
Víctor Antona	
3. EL OBSERVATORIO DE CATÁSTROFES. FUNDACIÓN AON ESPAÑA	183
TERCERA REUNIÓN ANUAL DEL OBSERVATORIO DE CATÁSTROFES	
Recepción y bienvenida	187
Jesús Martínez de Rioja	
Presentación de los objetivos del Observatorio de Catástrofes	189
Pedro Tomey	

DIÁLOGOS

Intervención en la emergencia

Participantes: Sergio del Hoyo Martínez y Carmen Martín 195

Fundación Aon España

Seguros de riesgos catastróficos en España y en el mundo (Terremotos)

Participantes: Alejandro Izuzquiza y Alfonso Valera 197

Fundación Aon España

Incendios forestales catastróficos

Participantes: Carlos del Álamo y Natalí González Villariny 199

Fundación Aon España

Investigación - Catástrofes

Participantes: Antonio Rúa, Mercedes Fernández, Jaime de Diego, Patricia Maraña y Leire Labaka 201

Fundación Aon España

4. LA RECUPERACIÓN DEL PATRIMONIO EN LORCA 203

PONENCIAS

La actuación tras el terremoto de Lorca 207

Alfonso Muñoz Cosme y Miguel San Nicolás del Toro

El Plan Director para la Recuperación del Patrimonio Cultural de Lorca 215

Eduardo Barceló de Torres

La gestión del Plan Director para la Recuperación del Patrimonio Cultural de Lorca 225

Juan Carlos Molina Gaitán

COMUNICACIONES

Las pinturas murales del convento de Nuestra Señora la Real de las Huertas.

Cuando el terremoto se transforma en oportunidad 237

Teresa J. Valle Fernández y Pablo M. Molina Jiménez

Mi experiencia en el «Grupo 0» tras el terremoto de Lorca 245

Simón Ángel Ros Perán

Actuación de emergencia en la ermita del Calvario de Lorca 251

María José Peñalver Sánchez

Historia de una estación 255

Francisco Javier García Carreras

Revitalización de espacios urbanos a través de la recuperación patrimonial y su musealización.

Restauración de dos torres y tres lienzos de la muralla medieval de Lorca 261

Rafael Pardo Prefasi, Severino Sánchez Sicilia, Inmaculada González Balibrea y Pedro E. Collado Espejo

Evaluación de daños por sismo en estructuras de fábrica de planta catedralicia.

La colegiata de San Patricio de Lorca (Murcia) 269

Carmen Martínez Ríos, Yolanda Spairani Berrio y José Antonio Huesca Tortosa

	Pág.
Anotaciones sobre las intervenciones en el Conjunto Monumental de Santo Domingo de Lorca tras los sismos de 2011	277
Juan Carlos Cartagena Sevilla	
Intervenciones de urgencia en elementos arquitectónicos de edificios catalogados de Lorca tras el terremoto	285
José Manuel Chacón Bulnes	
Arqueología en Lorca tras los terremotos del 2011	291
Andrés Martínez Rodríguez	
La rehabilitación previa del conservatorio de Lorca y el terremoto de 2011	299
Simón Ángel Ros Perán	
MESA REDONDA	
La recuperación del patrimonio cultural de Lorca	
Participantes: Eduardo Barceló de Torres, Alfonso Muñoz Cosme y Francisco Jurado Jiménez	307
Alfonso Muñoz Cosme	
5. GESTIÓN DE RIESGOS EN PATRIMONIO CULTURAL	309
PONENCIA	
La protección jurídica de bienes culturales ante catástrofes naturales: análisis del marco legal para la recuperación del patrimonio dañado o perdido	313
Leonardo J. Sánchez-Mesa Martínez	
COMUNICACIONES	
Los procesos de intervención en el patrimonio eclesiástico de la ciudad de Granada tras la Guerra Civil	327
Javier Contreras García y Salvador Mateo Arias Romero	
La Ciudad Universitaria de Madrid: destrucción y reconstrucción de un paisaje universitario	335
Jara Muñoz Hernández y José Luis González Casas	
Paisaje, petroglifos e incendios forestales: hacia una gestión preventiva de los paisajes rupestres	345
José Manuel Rey García	
El terremoto de Lisboa, una catástrofe latente en Bolaños de Calatrava tres siglos más tarde	353
Annette S. Ortiz Miranda y Andrea Carrión Fons	
El Sistema de Gestión Integral del Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (Plan PROCOERS)	359
Pilar Montero Vilar, Julio César García, Jorge García Gómez-Tejedor, Luis Barrios Rincón, Manuela Gómez Rodríguez, Carmen Muro García, Javier Pinto Sanz, Juan Antonio Sánchez Pérez y Manuel Benito Moreno	
El 1 % o 1,5 % cultural en la recuperación del patrimonio cultural y su aplicación a la ciudad de Lorca	365
Alejo Hernández Lavado	
El patrimonio olvidado. Otras formas de intervención a través de las políticas activas de empleo	373
Miguel Ángel Redondo López	

	Pág.
La digitalización tridimensional del patrimonio cultural como medida preventiva ante catástrofes y amenazas	379
Herbert D. G. Maschner, Víctor Manuel López-Menchero Bendicho, Jeffrey Du Vernay, James Bart McLeod, Miguel Ángel Hervás Herrera y Aurelia Lureau	
La geolocalización para la intervención postsísmica de las evaluaciones de daños en el patrimonio cultural	385
Francisco Martínez Moreno y José Antonio Huesca Tortosa	
Metodología para el diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica en edificios históricos en base a la respuesta sísmica del terreno	389
Marcos Antonio Martínez Segura, María Cristina García Nieto, Gregorio Sánchez Olivares, Manuel Navarro Bernal y Antonio García Jerez	
Terremotos fuera de la ley y patrimonio	395
Miguel Ángel Rodríguez-Pascua, María Ángeles Perucha Atienza, Raúl Pérez López, Pablo G. Silva, Jorge Luis Giner Robles, Elvira Roquero, Javier Élez y Teresa Bardají	
Los Sistemas de Información Geográfica: herramientas para la gestión eficaz del patrimonio cultural ante los riesgos naturales	401
Javier Aragonces y Carmen Mínguez	
Las fachadas del gótico en España: diseño y estabilidad	415
Víctor Manuel Santiago Pedraza	

En este congreso internacional intervinieron también (aunque no llegaron los textos para su publicación): Arturo Balandrano con la ponencia *México: catástrofes y gestión en el patrimonio cultural*, Arsenio Sánchez Hernampérez con la ponencia *La recuperación de la Biblioteca de Sarajevo*, Maria Vara del Moral con la ponencia *Planes de protección civil y protección del patrimonio cultural frente a desastre* y Cristina Escudero con la ponencia *Incendios forestales y su afectación al patrimonio cultural*.

La digitalización tridimensional del patrimonio cultural como medida preventiva ante catástrofes y amenazas

Herbert D. G. Maschner,
Víctor Manuel López-Mencheró Bendicho,
Jeffrey Du Vernay y James Bart McLeod

Global Digital Heritage, Inc.
gdh@globaldigitalheritage.org

Miguel Ángel Hervás Herrera

Baraka Arqueólogos

Aurelia Lureau

Université Paris1 – Panthéon-Sorbonne,
France and Global Digital Heritage, Inc.

Global Digital Heritage (GDH) atesora los conocimientos de un equipo internacional de investigadores procedentes de diversas universidades y empresas con experiencia en investigación y documentación en España, Francia, Italia, Grecia, Honduras, Guatemala, Armenia, el Caribe, Marruecos, los Países Bajos y en América del Norte, desde Alaska hasta Florida y desde la Costa Oeste hasta Hawái.

Introducción

La Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de 1972 constataba «que el patrimonio cultural y el patrimonio natural están cada vez más amenazados de destrucción, no solo por las causas tradicionales de deterioro sino también por la evolución de la vida social y económica que las agrava con fenómenos de alteración o de destrucción aún más temibles». Trascurridos ya más de 45 años desde la redacción y aprobación de este texto, la situación actual refrenda la vigencia de la Convención,

pues los peligros a los que se enfrenta el patrimonio, lejos de disminuir, han seguido incrementándose. Recientemente, el secretario general de Naciones Unidas (ONU), Antonio Guterres, afirmaba que los desastres naturales se han cuadruplicado desde 1970: inundaciones, olas de frío y calor, ciclones y huracanes, sequías extremas, tormentas, incendios, etc. Y la tendencia no parece ser transitoria.

Tampoco parece haber disminuido ni la intensidad ni la cantidad de terremotos que asolan el planeta, con las gravísimas consecuencias que conllevan para las sociedades que los padecen y especialmente para el patrimonio cultural, que sufre pérdidas irreparables como se ha podido constatar en los recientes terremotos de México.

Las guerras, los actos vandálicos, las construcciones ilegales, las nuevas técnicas agrícolas, la contaminación o el expolio cierran un cuadro de amenazas crecientes que certifican la vulnerabilidad del patrimonio cultural. Ante estas amenazas debemos ser capaces de ofrecer respuestas realistas que garanticen, en la medida de lo posible, la preservación de los

restos materiales dejados por nuestros antepasados, pues, independientemente de las medidas de conservación que se emprendan en un yacimiento arqueológico o en un monumento histórico, los numerosos riesgos que acechan la supervivencia e integridad de los restos materiales de nuestro pasado son incontrolables.

La digitalización del patrimonio cultural: convertir piedras en bits

De entre las múltiples respuestas surgidas para combatir o paliar el deterioro del patrimonio cultural, parece haberse consolidado en los últimos tiempos una línea centrada en el uso de las más modernas tecnologías utilizadas para documentar o replicar en 3D diversos objetos y monumentos. La posibilidad de disponer de una réplica exacta digital y tridimensional de los elementos que conforman el patrimonio cultural, tanto mueble como inmueble, constituye una oportunidad inigualable para preservar el aspecto físico externo de estos bienes.

Sin embargo, dentro de esta línea encontramos dos aproximaciones diferenciadas. La primera de ellas tendría un carácter paliativo y estaría centrada en replicar digitalmente un objeto o monumento ya desaparecido como consecuencia de alguna catástrofe o hecho traumático. Uno de los casos más tempranos sería el de los budas de Bamiyán (Afganistán), que fueron destruidos por los talibanes mediante voladura controlada en el año 2001. El enorme impacto internacional que tuvo este hecho, agravado por la grabación y difusión del momento de la voladura, llevaron a un equipo de investigadores del Instituto Federal de Tecnología de Suiza (ETH) a intentar generar una réplica virtual mediante el uso de técnicas fotogramétricas basadas en la utilización de fotografías tomadas con cámaras convencionales por turistas y visitantes en los años previos a la destrucción de los budas. A pesar de las enormes dificultades técnicas que entrañaba el proyecto, fue posible conseguir un modelo lo suficientemente preciso como para ser impreso físicamente en 3 dimensiones a una escala 1:200 (Gruen, *et al.*, 2004). Con un detonante parecido, en este caso provocado por la destrucción del Museo de Mosul en Irak, llevada a cabo por el ISIS en 2015, surgió el proyecto Mosul, posteriormente re-

convertido en el proyecto REKREI¹. La filosofía de esta iniciativa de nuevo se basa en la posibilidad de recrear monumentos y objetos en tres dimensiones a partir de fotografías convencionales, usando para ello los últimos avances de la técnica fotogramétrica (Vincent, *et al.*, 2015). Sin embargo, el proyecto incorpora importantes novedades respecto a sus predecesores. Por un lado, posee un carácter global, pues tiene como finalidad restituir visualmente el patrimonio de cualquier parte del planeta. Por otro, posee un carácter colaborativo basado en una estrategia de *crowd-sourcing* por la que cualquier persona puede subir a la plataforma fotografías de monumentos o lugares que han sido destruidos o seriamente dañados, como es el caso de Palmira, en Siria. Actualmente, el proyecto ha conseguido generar 50 modelos tridimensionales y trabaja para aumentar poco a poco esa cifra.

Pese a todo, las aproximaciones paliativas presentan muchas limitaciones, pues no siempre se cuenta con suficientes imágenes para poder generar un modelo 3D ni tampoco con los datos métricos necesarios para conseguir mediciones exactas. En este punto surge una segunda aproximación, de carácter preventivo, cuya finalidad es anticiparse a lo imprevisible. La principal ventaja de esta estrategia es que no está condicionada por factores externos, sino únicamente por la propia capacidad técnica y humana de las instituciones o entidades que la llevan a cabo. En las últimas décadas han sido muchos los investigadores y expertos que han trabajado en la documentación tridimensional de diferentes monumentos y sitios, y puede constatar un crecimiento exponencial en el número de elementos digitalizados, algo que en parte puede explicarse gracias al abaratamiento y simplificación de las técnicas empleadas, especialmente de la fotogrametría (Bandiera, *et al.*, 2011). Sin embargo, muchos de estos esfuerzos carecen de una visión de conjunto y suelen quedar circunscritos bien a meros estudios de caso, bien a pruebas muy concretas con el objetivo de testear nuevas técnicas o metodologías de trabajo, o bien a trabajos destinados a suplir las necesidades de un proyecto en concreto. Rompen esta tendencia los esfuerzos realizados por la entidad sin ánimo de lucro Cyark, que trabaja desde el año 2003 en la digitalización planetaria de lugares declarados Patrimonio de la Humanidad (Ben Kacyra, 2009). Su objetivo es conseguir digitalizar 500 sitios Patrimonio

¹ <https://projectmosul.org/>

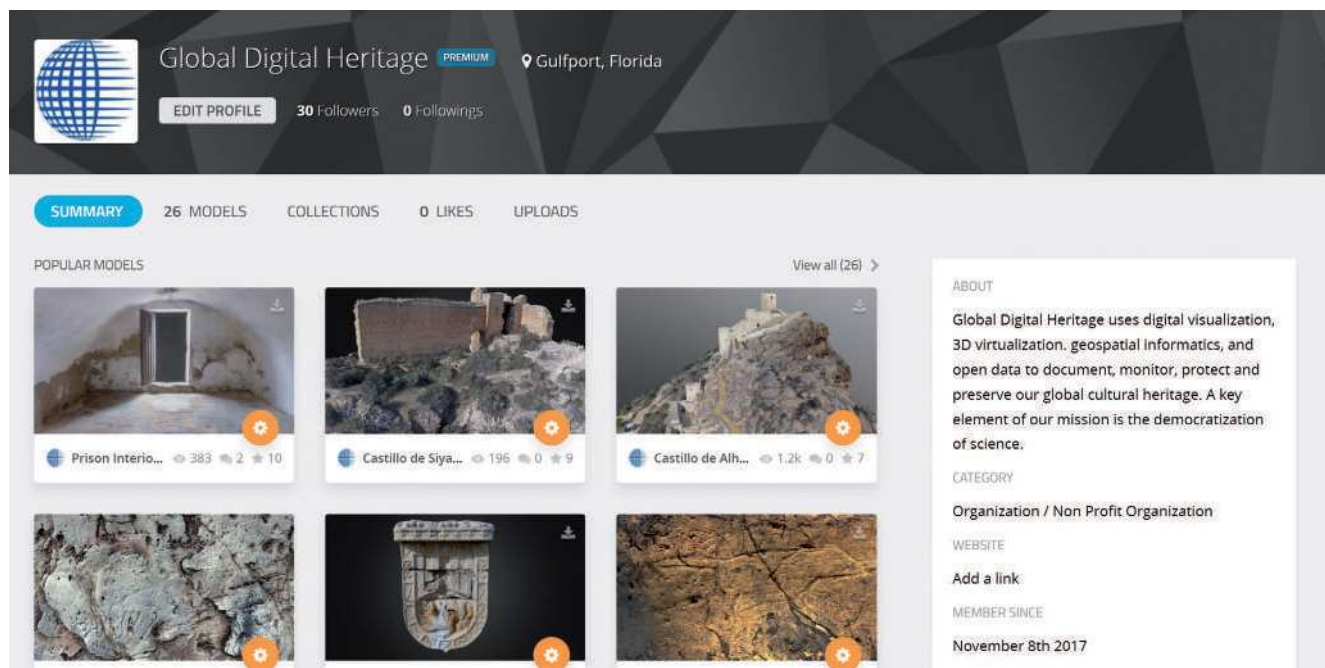


Figura 1. Para mejorar la difusión y libre acceso de los datos, GDH emplea el visualizador de modelos 3D en línea Sketchfab.

de la Humanidad. Actualmente, Cyark ha conseguido documentar en tres dimensiones 200 sitios repartidos por todos los continentes. Desde yacimientos prehistóricos, como el poblado neolítico de Skara Brae en Escocia, hasta edificios contemporáneos como la Ópera de Sídney en Australia².

Independientemente de la aproximación elegida, la Unión Europea también ha promovido desde hace años la puesta en marcha de proyectos encaminados a reforzar la digitalización de monumentos, yacimientos y artefactos en el continente europeo. Entre los proyectos más relevantes desarrollados en este campo en los últimos 15 años, se podrían citar EPOCH (Excellence in Processing Open Cultural Heritage)³, SCULPTEUR (Semantic and content-based multimedia exploitation for European benefit)⁴, V-Must (Virtual Museum Transnational Network)⁵, 3D-COFORM (Tools and Expertise for 3D Collection Formation)⁶, ATHENA (Access to cultural heritage networks across

Europe)⁷, MINERVA (Ministerial NETwork for Valourising Activities in digitisation)⁸, ACOHIR (Accurate color high resolution recording and reproduction of 3d objects for electronic publishing and the consumer market)⁹, 3D-PITOTI (3D acquisition, processing and presentation of prehistoric European rock-art)¹⁰, ITN-DCH (Initial Training Network for digital Cultural Heritage)¹¹, ROVINA (Robots for Exploration, Digital Preservation and Visualization of Archeological Sites)¹², DigiArt (The Internet of Historical Things and Building New 3D Cultural Worlds)¹³, etc. Entre estos proyectos, también se han desarrollado intentos para mejorar el acceso a los datos por parte de los ciudadanos y para garantizar la supervivencia a largo plazo de los modelos 3D. Tal fue el caso del proyecto CARARE, financiado por la Comisión Europea entre 2010 y 2013 para promover la incorporación de contenidos tridimensionales en Europeana

² <http://www.cyark.org/>

³ <http://epoch-net.org/site/>

⁴ <http://www.sculpteurweb.org/> ENLACE CADUCADO. Avisar a autor en maqueta

⁵ <http://www.v-must.net/>

⁶ <http://www.3d-coform.eu/>

⁷ <http://www.athenaeurope.org/> PROBLEMAS DE CONEXIÓN. Avisar a autor en maqueta

⁸ <http://www.minervaeurope.org/>

⁹ <http://users.ecs.soton.ac.uk/km/projs/acohir/>

¹⁰ <http://www.3d-pitoti.eu/>

¹¹ <https://itn-dch.net/>

¹² <http://www.rovina-project.eu/>

¹³ <http://digiart-project.eu/>



Figura 2. Modelo 3D de la alcazaba de Siyâsa (Cieza, Murcia) obtenido a partir del uso de fotogrametría aérea.

(Hansen, y Fernie, 2010)¹⁴. Labor que continuaría posteriormente el proyecto 3D-ICONS (D'Andrea, *et al.*, 2013)¹⁵.

Los trabajos de Global Digital Heritage en España y Francia

Conscientes de la importancia de sumar esfuerzos y entidades en la lucha por la preservación digital del patrimonio cultural, en el año 2017 se creó la entidad estadounidense sin ánimo de lucro Global Digital Heritage (GDH), con el objetivo de documentar y difundir mundialmente el patrimonio cultural y natural de diversos países. Esta entidad es la heredera de los trabajos efectuados por sus integrantes desde el año

2015 en la Universidad de Florida del Sur, la Universidad de Castilla-La Mancha y la Fundación Bruno Kessler en colaboración con diversas empresas y administraciones públicas.

Gracias a la generosa aportación económica realizada por la Fundación Hitz, todos los datos que se están generando pueden quedar en acceso abierto de manera gratuita para gobiernos, instituciones, museos, investigadores o ciudadanos, en el marco de una filosofía global de democratización de la ciencia y el conocimiento. El acceso libre y gratuito a la información es también una manera de garantizar su supervivencia a largo plazo, pues la existencia de multitud de copias en múltiples lugares y en manos de personas e instituciones completamente diferentes reduce las posibilidades de pérdida o destrucción total de los datos.

Desde el año 2015, GDH y sus predecesores han documentado cerca de 50 monumentos y sitios en España y Francia, hasta generar una de las bases de

¹⁴ <http://www.carare.eu/>

¹⁵ <http://3dicons-project.eu/>

datos tridimensionales más importantes de Europa Occidental. En este sentido, tan importante como la cantidad de lugares digitalizados lo es la calidad de los datos obtenidos. Dada la complejidad y las dimensiones de la mayoría de los sitios, ha sido necesario el uso combinado de técnicas de adquisición de datos en campo, fundamentalmente a través del uso del láser escáner de corto alcance y de la fotogrametría tanto aérea como terrestre. Para mejorar la precisión y utilidad de los datos, también se han tomado diversos puntos de control en tierra mediante GPS diferencial, lo que proporciona unos márgenes de error muy pequeños en el geoposicionamiento de los modelos. La combinación de estas técnicas resulta imprescindible para poder documentar de manera integral monumentos que presentan espacios interiores y exteriores de grandes dimensiones. Así, el láser escáner se ha empleado de manera prioritaria en la

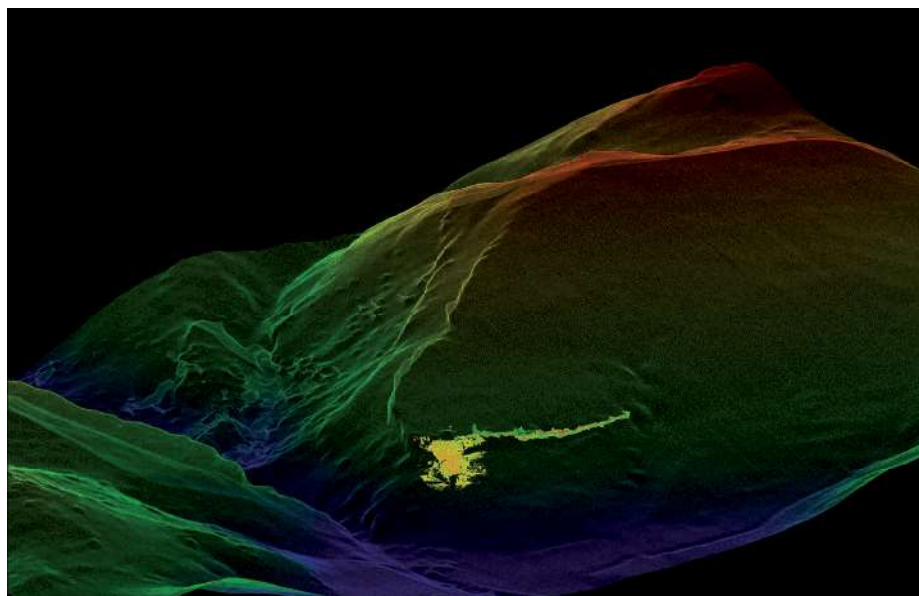


Figura 3. Integración de datos LIDAR con el modelo 3D obtenido durante los trabajos de digitalización en la cueva de Los Casares (Riba de Saelices, Guadalajara), mediante el uso de un escáner FARO Focus S70 de corto alcance con una precisión de ± 1 mm.

documentación de espacios interiores, mientras que la fotogrametría se ha utilizado en la documentación de grandes espacios abiertos. No obstante, cada proyecto requiere de un estudio previo que permita determinar qué estrategia de documentación es la más adecuada. De esta forma, en el proyecto de docu-

mentación digital de la cueva de Los Casares (Riba de Saelices, Guadalajara), además del modelo 3D generado a partir de los datos del láser escáner, se ha acometido la digitalización de todos los paneles con grabados de la cueva mediante el uso de fotogrametría de alta precisión, gracias a la utilización de equipos de iluminación portátiles y de la potente cámara Sony A7RIII, que cuenta con una resolución de 42,4 megapíxeles.

Tan importante como la toma de datos en campo lo es el procesado posterior de los mismos. Para ello se han empleado diversos tipos de *software*, como Geomagic



Figura 4. Proceso de toma de fotografía esférica en el interior de la cueva de La Serreta (Cieza, Murcia).

Studio, Cloud Compare, FARO SCENE, RealityCapture o Meshlab. Para facilitar la difusión de los resultados se utiliza tanto la red social Facebook¹⁶ como el visualizador de modelos 3D online Sketchfab¹⁷, lo que permite llegar a miles de personas en apenas horas.

Además de la tecnología 3D propiamente dicha, también resulta de gran interés la utilización de otros equipos complementarios, como la cámara esférica Insta360 Pro, que permite obtener fotografías esféricas de gran calidad. La fotografía esférica, además de servir como una potente herramienta de difusión, especialmente combinada con la utilización de gafas de realidad virtual *immersiva*, también posee un innegable valor documental, lo que hace doblemente recomendable su uso.

Otro aspecto interesante a tener en cuenta es la política de selección de estudios de caso de GDH. Frente a la clásica selección de casos basada bien en la declaración de Patrimonio Mundial o bien en la notoriedad alcanzada por algunos sitios —como pueden ser el coliseo de Roma o las pirámides de Egipto, que han sido objeto de multitud de campañas de digitalización y documentación, además de contar con miles de imágenes tomadas por turistas e investigadores—, GDH centra sus esfuerzos en lugares poco conocidos internacionalmente, pero de gran valor histórico, sin importar la cronología. Además, se muestra especialmente sensible hacia los llamados *patrimonios emergentes*, como el patrimonio de la Guerra Civil española o el patrimonio rupestre y *murario* de grafitis y grabados de época moderna. El objetivo, por tanto, es triple, a saber: documentar monumentos y sitios poco conocidos, aumentar la difusión y el conocimiento que los ciudadanos tienen de estos lugares y llamar la atención sobre la necesidad de proteger e investigar nuevas formas de patrimonio.

Conclusiones

Desastres naturales, cataclismos, guerras o la simple acción conjunta de los agentes climatológicos ponen en peligro en todo el mundo el patrimonio cultural. Por grande que sea nuestra voluntad, de-

bemos ser conscientes de que nuestra capacidad para frenar el poder destructivo de dichos fenómenos es, a día de hoy, extraordinariamente limitada. No obstante, los últimos avances tecnológicos han puesto a nuestro alcance la posibilidad de replicar digitalmente y con una precisión milimétrica toda clase de sitios y monumentos, garantizando una conservación digital del patrimonio que atesora el planeta tierra.

Es urgente y necesario emprender una estrategia de documentación tridimensional preventiva masiva y de alcance global, capaz de aunar los esfuerzos que en la actualidad realizan entidades como Global Digital Heritage. Estar preparados para lo imprevisible no depende del azar, solamente de nuestra voluntad como sociedades libres.

Bibliografía

- BANDIERA, A.; BERARDIN, J. A., y GAIANI, M. (2011): «Nascita e utilizzo delle tecniche digitali di 3D imaging, modellazione e visualizzazione per l'architettura e i beni culturali», *Ikbnos*, pp. 81-135.
- BEN KACYRA, O. (2009): «CyArk 500. 3D Documentation of 500 important Cultural Heritage Sites», *Photogrammetric Week '09*, Wichmann Verlag, Heidelberg.
- D'ANDREA, A.; NICCOLUCCI, F., y FERNIE, K. (2013): «3D-ICONS: European project providing 3D models and related digital content to Europeana», *EVA Florence 2013*.
- GRUEN, A.; REMONDINO, F., y ZHANG, L. (2004): «Photogrammetric Reconstruction of the Great Buddha of Bamiyan, Afghanistan», *The Photogrammetric Record*, vol. 19 (107), pp. 177-199.
- HANSEN, H. J., y FERNIE, K. (2010): «CARARE: Connecting Archaeology and Architecture to Europeana», *Digital Heritage: Third International Conference, EuroMed 2010, Lemessos, Cyprus, November 8-13. Proceedings*, pp. 450-462.
- VINCENT, M. L.; COUGHENOUR, C.; REMONDINO, F.; FLORES GUTIÉRREZ, M.; LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, V. M., y FRITSCH, D. (2015): «Crowd-sourcing the 3D digital reconstructions of lost cultural heritage», *Digital Heritage 2015*, vol. 1, pp. 171-172, doi: 10.1109/DigitalHeritage.2015.7413863.

¹⁶ <https://b-m.facebook.com/globaldigitalheritage/>

¹⁷ <https://sketchfab.com/GlobalDigitalHeritage>