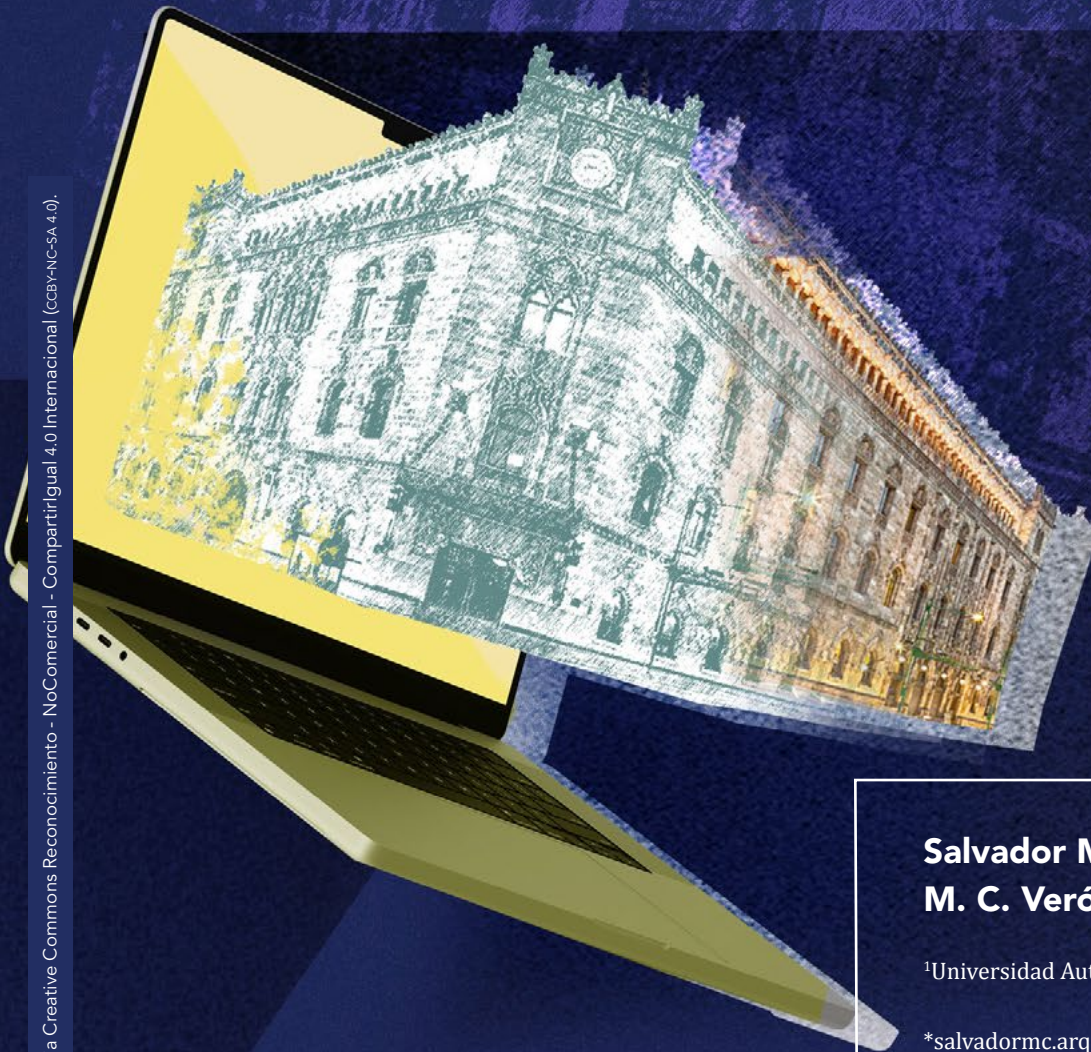


PRESERVACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS A TRAVÉS DE LA ARQUITECTURA VIRTUAL

PRESERVATION OF HISTORIC BUILDINGS THROUGH VIRTUAL ARCHITECTURE



Salvador Martínez Chavero^{1*}
M. C. Verónica Leyva Picazo¹

¹Universidad Autónoma de Querétaro

*salvadormc.arq@gmail.com

Licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - Compartirigual 4.0 Internacional (ccby-nc-sa 4.0).



Abstract

The preservation of historical buildings is a topic that has been explored and developed for many years with the aim of leaving a legacy for future generations. However, due to climate change, the risk of natural disasters that can result in the loss of homes, territory, and historical heritage has increased exponentially. Therefore, traditional prevention and mitigation actions are insufficient to ensure the protection of these assets. In response to this issue, in recent years, initiatives employing technological advances, such as the virtualization of historical buildings, have been developed. Since this technique is a relatively new methodology, its scope is not widely known yet. This work aims to raise awareness and emphasize the importance of these techniques through the analysis of various cases of its application.

Keywords: historic buildings, preservation, technology, virtual.

Resumen

La preservación de edificios históricos es un tema de interés que se ha explorado y desarrollado desde hace muchos años con el objetivo de dejar un legado a las generaciones futuras, sin embargo, debido al cambio climático, el riesgo de que ocurran desastres naturales que pueden resultar en la pérdida de viviendas, territorio y patrimonio histórico ha aumentado exponencialmente. Por lo tanto, las acciones de prevención y mitigación tradicionales son insuficientes para garantizar la protección de estos bienes. En respuesta a tal problemática, en los últimos años han surgido iniciativas que emplean avances tecnológicos, como la virtualización de los edificios históricos. Ya que dicha técnica es una metodología relativamente nueva, sus alcances aún no son ampliamente conocidos. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo dar a conocer y resaltar la importancia de esta técnica a través del análisis de varios casos de su aplicación.

Palabras clave: edificios históricos, preservación, tecnología, virtual.



Introducción

“El patrimonio cultural no permanece impasible ante el paso de los años. Factores como el desarrollo urbano, los desastres naturales o el turismo masivo están ocasionando un deterioro progresivo” (Imagine Virtual Heritage, 2021).

La preservación de edificios históricos involucra más que simplemente recrear su estado original, mantenerlos en su estado actual o asegurar su durabilidad. También implica dejar un legado valioso a las generaciones futuras para que puedan comprender cómo se vivía en ellos, los procesos de construcción, los materiales utilizados y el contexto histórico en el que se enmarcan.

Los arquitectos diseñan edificios y otras estructuras para operar dentro de los parámetros del clima local. Se ciñen a estándares de diseño pensados para soportar rangos específicos de temperaturas, lluvia, nieve y viento, además de problemas geológicos como terremotos, hundimientos, y subidas de los niveles de agua subterránea. Cuando se excede cualquiera de esos parámetros, es probable que algún aspecto de la construcción falle (Boydell, 2019).

Las condiciones actuales de cambio climático causan que estos límites se excedan con cada vez más frecuencia y en un grado mucho mayor; de hecho, algunos impactos, como el alza en la temperatura y la humedad promedio del aire se volverán permanentes. Además, si bien son identificables los riesgos y es posible proponer medidas preventivas o mitigadoras, fenómenos como las inundaciones empeorarán en número y gravedad hasta que obligarán a muchas familias a abandonar sus asentamientos; un éxodo de esa magnitud resultaría en la pérdida de viviendas y el patrimonio histórico de las ciudades (Boydell, 2019).

Ante este panorama, la arquitectura virtual ha emergido en los últimos años como un medio innovador y prometedor para la preservación de los tesoros arquitectónicos: mediante el uso de tecnologías avanzadas, permite la recreación digital precisa de edificios histórico y ofrece una oportunidad única para su conservación, estudio y difusión. Gracias a las posibilidades de evolución y desarrollo que presenta dicha propuesta, el arquitecto podría asegurar la perpetuidad de sus obras en un medio no palpable, pero sí dialogante con el usuario: una simulación digital de elementos objetivamente



inmortales que se funden en un escenario eterno expectante de interactuar con su próximo visitante (Ortín Molina, 2017).

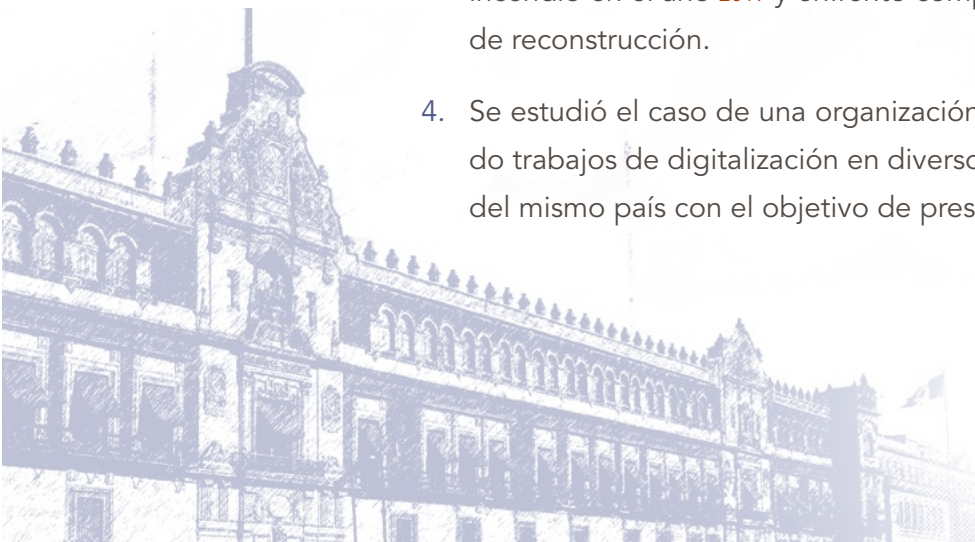
Tal es el caso del historiador de arte Andrew Tallon, quien, con la ayuda de un escáner laser, recopiló la información tridimensional de distintos lugares importantes de París, entre los que se encuentra la catedral de Notre Dame. Su trabajo resultó en un mapa de más de un millón de puntos que fueron registrados con una precisión milimétrica (Lou & Griggs, 2019).

Este escrito tiene el objetivo principal de dar a conocer la importancia de la arquitectura virtual como una herramienta eficaz en la preservación de edificios históricos. Se busca resaltar cómo esta tecnología puede ayudar a documentar, recrear y difundir de manera certera y accesible el patrimonio arquitectónico, para brindar a un público amplio la valiosa oportunidad de estudiarlo y apreciarlo.

Metodología

Este trabajo se basa en la investigación bibliográfica y hemerográfica, y se desarrolló en cuatro etapas para abarcar las diferentes variables relacionadas con la arquitectura virtual:

1. Se analizó el efecto del cambio climático en los edificios históricos y su preservación.
2. Se llevó a cabo una investigación sobre la arquitectura virtual, se abordó qué es, en qué consiste, por qué es una herramienta útil para la preservación de los edificios históricos y qué aplicaciones complementan dicha tarea.
3. Se examinó el caso de la catedral de Notre Dame, que sufrió un incendio en el año 2019 y enfrentó complicaciones en su proceso de reconstrucción.
4. Se estudió el caso de una organización española que ha realizado trabajos de digitalización en diversos monumentos históricos del mismo país con el objetivo de preservarlos.



Marco teórico

Etapa I. Efecto del cambio climático en edificios históricos

La Organización de la ONU para la Educación, la Ciencia y la Cultura destaca que fenómenos como el aumento de las temperaturas, el derretimiento de los glaciares, la subida del nivel del mar, fenómenos climáticos extremos o el mayor riesgo de sequías e incendios, afectan al Patrimonio de la Humanidad en todo el planeta (RTVE.es, 2016).

Bienes tan emblemáticos como Venecia, en Italia; el monumento megalítico de Stonehenge, en el Reino Unido; las Islas Galápagos, en Ecuador; la Región floral del Cabo, en Sudáfrica; la ciudad portuaria de Cartagena de Indias, en Colombia; o el Parque Nacional de Shiretoko, en Japón (RTVE.es, 2016).

Algunos de los impactos son obvios. Las casas más propensas a sobrecalentarse ponen en riesgo la vida de los residentes, que es lo que sucedió durante la reciente “ola de calor” en América del Norte. Los materiales, especialmente los metales, se expanden a medida que se calientan y terminan por doblarse una vez que se excede su tolerancia. “Las temperaturas extremas pueden incluso hacer que los materiales se derritan, que las carreteras ‘sangren’, acarreamo un riesgo al reducirse la rugosidad superficial necesaria para el tránsito seguro” (Boydell, 2019).

Los cimientos de los monumentos pueden desestabilizarse por cambios en el ciclo de congelación-fusión, las variaciones de humedad del suelo o, dentro del círculo ártico, por el deshielo del *permafrost*, la capa del suelo permanentemente congelada (RTVE.es, 2016).

Etapa II. Arquitectura virtual.

“La arquitectura virtual se define como el universo de objetos construidos, visualizados, accedidos, manipulados y utilizados tridimensionalmente con propósito arquitectónico en un ámbito digital informático que les confiere la condición de virtualidad” (Chavez Bosaday, 2010). Sirve para generar espacios solo accesibles digitalmente, por lo regular a través de Internet. “Como tal, permite no sólo mirar al futuro mediante la creación de nuevas modalidades de objetos arquitectónicos, sino también recrear el pasado,



recuperando aquellos monumentos desaparecidos en el tiempo por erosión o destrucción intencional” (Chavez Bosaday, 2010).

Además de preservar, la virtualidad permite visitar lugares distantes. En importantes casas de estudio como la Universidad Autónoma de México, Harvard, Stanford o el MIT, ha posibilitado que los alumnos visiten museos, monumentos, edificios emblemáticos o cualquier otra construcción hecha por el hombre (Martínez, 2023).

Algunos de los softwares más interesantes en esta materia son el visor de maquetas en 3D Visualtech Arki y Fuzor. El primero permite visualizar los modelos y además desplegar el catálogo de los distintos materiales utilizados; la segunda es una aplicación precisa que usa la información BIM y permite desplazarse por ella para analizar los colores, iluminación, acabados, el diseño de interiores, etcétera (Martínez, 2023).

Etapa III. Catedral de Notre Dame

Durante el incendio de Notre Dame, el 15 de abril de 2019, el fuego devoró varios de los elementos de la catedral, entre ellos la aguja de la iglesia y dos tercios de las bóvedas y tejados. Su arquitectura ha sufrido cuantiosas modificaciones a lo largo de toda su historia, por lo que recrearla con base en los planos e información acumulada suponía un desafío terrible (Dege, 2022).

J. M. Sánchez (2019) menciona que, algunos años atrás, la desarrolladora de videojuegos Ubisoft realizó, con el asesoramiento del historiador de arte Andrew Tallon, un registro fotográfico y escaneos a detalle de varios sitios importantes de París para el desarrollo de una de sus entregas: *Assassin's Creed: Unity*. Entre los lugares escaneados se encuentra la catedral, y aunque los escaneos no eran exactamente iguales, puesto que se incorporaron cambios enfocados a la practicidad del juego, la representación digital guardaba una gran fidelidad a la obra original (Dege, 2022). Continuando con el trabajo de Tallon, una nota en la CNN de Michelle Lou y Brandon Griggs (2019) señala que instaló un trípode con un sensor láser en más de cincuenta lugares alrededor de la catedral; su objetivo era reunir puntos de datos y obtener una comprensión espacial de la estructura. Su enfoque adopta la misma tecnología que implementan los coches autónomos para identificar los objetos que los rodean. En conclusión, si bien ambos casos tienen orientaciones muy distintas —un trabajo de investigación previo al desarrollo de un videojuego y un estudio de distintas catedrales—,

indudablemente constituyen un perfecto ejemplo de la correcta aplicación de la arquitectura virtual para preservar los edificios a través del tiempo.

Etapa IV. Imagine Virtual Heritage

Imagine Virtual Heritage se destaca por su enfoque en la digitalización y recreación de edificios históricos a través de la técnica del escaneo 3D. Mediante tecnologías vanguardistas de captura de datos pueden crear modelos digitales extremadamente precisos que capturan cada detalle y peculiaridad arquitectónica de las estructuras históricas. El meticuloso proceso permite preservar de forma virtual edificios en riesgo de deterioro o destrucción, garantiza su perpetuidad y permite su estudio y apreciación por parte de las generaciones futuras.



Imagine Virtual Heritage destaca en digitalizar edificios históricos con escaneo 3D, además, colabora con expertos y busca financiamientos para preservar y enriquecer el patrimonio cultural.

Otro pilar en la labor de Imagine Virtual Heritage es la colaboración. La organización reconoce la multidisciplinariedad inherente a la preservación del patrimonio y se asocia con expertos historiadores, arquitectos, arqueólogos y conservadores para garantizar la autenticidad y calidad de los proyectos. La sinergia de conocimientos y experiencia genera una representación precisa y detallada de los edificios históricos, enriqueciendo la experiencia de los usuarios y promoviendo la investigación y estudio más profundos.

Como en todo proyecto a gran escala, hay aspectos vitales para asegurar el éxito de los proyectos de Imagine Virtual Heritage. La organización trabaja estrechamente con donantes individuales y empresas privadas que comparten su visión y reconocen el valor intrínseco del patrimonio histórico. Estas colaboraciones permiten llevar a cabo los costosos procesos de digitalización y preservación, así como la refinación continua de las tecnologías utilizadas. La sostenibilidad económica y el respaldo de los socios son cruciales para garantizar la continuidad y el crecimiento de las iniciativas de Imagine Virtual Heritage.

En su página en línea se pueden encontrar algunos ejemplos de los lugares que han escaneado y con los cuales se puede interactuar en distintas formas: se puede ver la planta del edificio, explorar la zona 3D e incluso realizar mediciones exactas de los lugares. Si bien los trabajos de escaneo

son limitados, es sin duda alguna un avance importante para la preservación del patrimonio cultural de cada país.

Resultados

Tras realizar una investigación exhaustiva y analizar la información recopilada, se encontraron los siguientes puntos:

El cambio climático es la principal causa de la pérdida de edificios históricos. El aumento de los parámetros climáticos a los que están expuestos provoca un deterioro mayor del esperado, lo que requiere una inversión considerable para su preservación. Desafortunadamente, las ciudades pequeñas carecen de los recursos económicos necesarios para llevar a cabo estas tareas.

Aunque la cantidad de trabajos de digitalización para preservar el patrimonio histórico excede lo esperado, es insuficiente en comparación con los alrededor de 1400 monumentos considerados patrimonio cultural por la UNESCO. Además, existen cuantiosas obras de menor escala que no están incluidas en esa lista.

La arquitectura virtual se ha revelado como una herramienta invaluable en la preservación de edificios históricos. Un ejemplo destacado son los trabajos de la empresa Ubisoft, en colaboración con la asesoría de Andrew Tallon para el desarrollo de *Assassin's Creed: Unity*; sus representaciones digitales permitieron conocer detalles importantes de la catedral que han agilizado las labores de reconstrucción, como en el caso de las columnas, donde los detallados escaneos 3D revelaron que eran asimétricas.

Aunque no es la única, Imagine es una empresa prominente en el ámbito de la preservación de edificios históricos gracias a la cantidad y calidad de sus trabajos. Su metodología operativa se sustenta en donaciones de individuos y empresas privadas, similar al modelo de Patreon. Junto con el apoyo de otras empresas especializadas en diferentes campos ha demostrado ser una base sólida para iniciar proyectos de digitalización de bienes muebles e inmuebles de valor histórico (Imagine Virtual Heritage, 2021).

Los escaneos 3D ofrecen una amplia gama de funciones, entre ellas se encuentran la preservación del patrimonio cultural, el estudio futuro y la posibilidad de realizar paseos virtuales. Estas opciones, si bien no sustituyen la

experiencia de un visita física, permiten a las personas recorrer y conocer lugares desde la comodidad de sus hogares, incluso a miles de kilómetros de distancia (Imagine Virtual Heritage, 2021).

Discusión

Después de analizar los dos casos elegidos podemos darnos cuenta de las ventajas que ofrece la preservación digital de edificios históricos. La principal es el establecimiento de un respaldo digital que funja como herramienta de emergencia en caso de ser necesaria alguna obra de reconstrucción o restauración; además, un recurso así brinda a las personas la oportunidad de ver, visitar e incluso estudiar los aspectos arquitectónicos de otros países sin la necesidad de realizar viajes costosos. Otra ventaja es la intemporalidad de lo virtual, es decir, las representaciones se mantendrán intactas sin importar cuanto tiempo transcurra. Este punto es fundamental, puesto que tras realizar una investigación se encontró que, tan solo en México, muchos edificios, como iglesias menores y conventos, fueron destruidos. En algunas instancias fue por la urbanización de las ciudades, como ocurrió con el Convento de Santa Brígida, el cual fue demolido para ampliar varias de las avenidas en Ciudad de México (De Mauleón & Pérez, 2016).

Conclusión

La arquitectura virtual se ha constituido como una herramienta clave desde hace ya varios años en el planteamiento de nuevos proyectos arquitectónicos; sin embargo, es un tema relativamente reciente cuando se trata de la preservación del patrimonio histórico y por ende la cantidad de información y pruebas disponibles es limitada. En su mayoría, apenas se cuenta con especulaciones sobre cómo la arquitectura virtual podría ser de utilidad en esta labor.

Además, destaca que la tecnología de preservación de edificios históricos se ha convertido en un desafío cada vez más complejo debido al cambio climático y el subsecuente aumento del riesgo por desastres naturales. Dado que las acciones de prevención y mitigación tradicionales resultan insuficientes para garantizar la protección de estos tesoros arquitectóni-

cos, la arquitectura virtual ha surgido como un recurso innovador y promisorio para la preservación de edificios históricos.

La recreación digital precisa de edificios históricos mediante la implementación de tecnologías avanzadas no solo ayuda a documentar y preservar el patrimonio arquitectónico, sino que también facilita su estudio, difusión y acceso a un amplio público. Además, ofrece la posibilidad de visitar lugares históricos a grandes distancias y explorar monumentos que han sucumbido al paso del tiempo.

Se han analizado varios casos de aplicación de la arquitectura virtual, como el escaneo tridimensional de la catedral de Notre Dame después del incendio de 2019. Estas instancias demuestran cómo la arquitectura virtual es capaz de capturar minuciosamente cada detalle de los edificios históricos y contribuir a su preservación a la postre.

Referencias

Boydell, R. (29 de julio de 2019).

Esto es lo que le sucederá a los edificios a medida que acelere el calentamiento global. ONU Habitat. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/esto-es-lo-que-le-sucederá-a-los-edificios-a-medida-que-se-acelere-el-calentamiento-global#:~:text=El%20aumento%20del%20nivel%20del,m%C3%A1s%20con%20vientos%20m%C3%A1s%20fuertes>.

Chavez Bosaday, J. J. (23 de febrero de 2010). *Arquitectura virtual, la revolución del diseño arquitectónico.*

Buscador de Arquitectura: <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/10613.html>

Casado, A. (2022). *Intervención en edificios históricos. La reconstrucción de Notre Dame.* [Proyecto de Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid].

Dege, S. (5 de abril de 2022). *La restauración de Notre Dame sigue siendo un reto.* DW. <https://www.dw.com/es/la-restauración-de-notre-dame-sigue-siendo-un-reto/a-61359295#:~:text=A%20casi%20tres%20años%20de,la%20arquitecta%20Bárbara%20Schock-Werner>.

Global, R. A. (15 de noviembre de 2016). *¿Arquitectura virtual?* Arcus Global. <https://www.arcus-global.com/wp/arquitectura-virtual/>



Imagine Virtual Heritage. (1 de febrero 2021). *La importancia de preservar nuestro patrimonio histórico-cultural*. Imagine Virtual Heritage. <https://tourimage.com>

Lou, M. y Griggs, B. (2019, abril 17). *Hace cuatro años, un historiador usó láser para hacer mapas digitales de Notre Dame; su trabajo podría ayudar a salvar la catedral*. CNN Español. <https://cnnespanol.cnn.com/2019/04/17/hace-cuatro-anos-un-historiador-uso-laser-para-hacer-mapas-digitales-de-notre-dame/#:~:text=Andrew%20Tallon%2C%20profesor%20de%20Arte,incendio%20del%2015%20de%20abril>

Martínez, M. (27 de enero de 2023). *Realidad Virtual y arquitectura: ¿cómo se puede aplicar?* Nic México: <https://blog.nicmexico.nic.mx/2023/01/27/realidad-virtual-y-arquitectura-como-se-puede-aplicar/>
Mauleón, H. y Pérez, R. (2016). En los muros de la ciudad. *Nexus: Sociedad, Ciencia, Literatura*, vol. 38, no. 465, 56-70.

Ordaz Tamayo, M. y Vázquez García, J. A. (2014). La musealización, una vía para la preservación de los sitios arqueológicos en Campeche, México. *Revista Jangwa Pana*, 35-39.

Ortín Molina, S. (2017). *Arquitectura Virtual, ¿Una utopía real?* [Proyecto de Fin de Grado, Universidad Politécnica de Valencia].

RTVE.es. (26 de mayo de 2016). *El cambio climático es "uno de los riesgos más significativos para el Patrimonio Mundial", según la Unesco*. RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20160526/cambio-climatico-uno-riesgos-mas-significativos-para-patrimonio-mundial-segun-unesco/1352697.shtml>

Sánchez, D. (2019). *Modelos BIM para la conservación y difusión de edificios históricos. Estudio de caso: Real Fábrica de Paños de Brihuega (Guadalajara) Universidad*. [Proyecto de Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid].