



LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA DEL PATRIMONIO CULTURAL. EL ESTADO DE LA CUESTIÓN EN LA ADAPTACIÓN A LA METODOLOGÍA BIM

García-Valdecabres, Jorge-Luis^a; López-González, M.^a Concepción^b y Cortes-Meseguer, Luis^c

^a Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica / Centro de Investigación PEGASO, Universitat Politècnica de València, España jgvallde@ega.upv.es ^b Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica / Centro de Investigación PEGASO, Universitat Politècnica de València, España mlopezg@ega.upv.es ^c Dpto. de Construcciones Arquitectónicas/ Centro de Investigación de Tecnología de la Edificación, Universitat Politècnica de València, España luicorme@upv.es

Abstract

The preventive conservation of the architectural heritage is an essential work so that it allows the development of the own cultural activity for which the property is intended without affecting the indemnity conditions. It is also a good tool to save costs by preventing risks. There are different types of maintenance: corrective, preventive, and predictive maintenance. In this contribution we will develop the status of the implementation of the BIM methodology for this type of activity. The management of cultural heritage maintenance is carried out by multidisciplinary teams, although in many cases there are dysfunctions and lack of foresight. The BIM methodology is shown as an assistance to provide the solution to these difficulties. The methodology, BIM, is presented as a solution by proposing a common data environment from the generation of digital models of buildings, in which the different states and pathological manifestations can be recorded.

This contribution presents the progress of the state of the research question and the degree of implementation relative to the management of preventive maintenance in the architectural cultural heritage.

Keywords: preventive conservation, management, culture, heritage, architectural and HBIM.

Resumen

La conservación preventiva del patrimonio arquitectónico es un trabajo indispensable para para que permita el desarrollo de la actividad cultural propia a la que se destina el inmueble sin que afecte a las condiciones de indemnidad. Es también una buena herramienta para ahorrar costes mediante la prevención de riesgos. Existen distintos tipos de mantenimiento: el mantenimiento correctivo, el preventivo y el predictivo. En la presente aportación desarrollaremos el estado en que encuentra la implantación de la metodología BIM para este tipo de actividad. La gestión del mantenimiento cultural del patrimonio se lleva a cabo por equipos multidisciplinares, si bien, en muchos casos se producen disfunciones y falta de previsión. La metodología BIM se muestra como una asistencia para proporcionar la solución a estas dificultades. La metodología, BIM, se presenta como solución al proponer un entorno común de datos a partir de la generación de modelos digitales de los edificios, en los que se pueden registrar los diferentes estados y las manifestaciones patológicas

En la presente aportación se presenta el avance de cómo se encuentra el estado de la cuestión de las investigaciones y el grado de implantación relativo a la gestión del mantenimiento preventivo en el patrimonio cultural arquitectónico.

Palabras clave: conservación preventiva, gestión, cultura, patrimonio, arquitectónico y HBIM.



Introducción

La protección, y la conservación del patrimonio cultural se han convertido en un reto necesario para los pueblos y las naciones (ICOMOS, 1999). La Carta de Atenas de 1931 es clara y determinante al afirmar que la mejor garantía para la conservación de los monumentos viene del afecto y el respeto por parte de las personas. A la vez, aconseja destinar los bienes patrimoniales a una función útil para la sociedad. Asimismo, otras cartas internacionales confirman esta propuesta al afirmar que el uso público refuerza los vínculos entre la sociedad y el monumento promoviendo el interés social por su conservación.

El grado de aplicación de los procesos para llevar a cabo la Conservación Preventiva (CP) manifiesta la madurez que los agentes responsables del patrimonio cultural están avanzando en aras a lograr los hábitos propios de una gestión sostenible. Preservar el patrimonio engrandece a las personas. El Plan Nacional de (CP) se propone entre otros objetivos, lograr entre las personas y en el conjunto de la sociedad la adquisición de hábitos culturales que, a su vez, son la expresión manifiesta del modo en el que ejercen la tutela de los bienes declarados patrimonio cultural.

Conservación-restauración se define por parte del profesor Gaël de Guichen (Guichen, 2013): *... como todos aquellos medios o acciones, que como objetivo tiene la salvaguarda del patrimonio cultural tangible, que asegura la accesibilidad al mismo, de las generaciones futuras. La conservación preventiva se corresponde con la conservación curativa y la restauración. Todas estas medidas y acciones deberán respetar el significado y las propiedades físicas del bien cultural en cuestión.*

Gómez González, M. (Gómez, 2009), en la entrevista que realiza con motivo de la celebración del medio siglo de la publicación del libro titulado “Conservación de Antigüedades y Obras de arte” escrito por Plenderleith, J.H., 1957, resalta que se trata de una *estrategia que necesita un calendario y unos objetivos a corto, medio y largo plazo.*

De Guichen, G. (Guichen, 2013), define la CP como *... todas aquellas medidas y acciones que tengan como objetivo evitar o minimizar futuros deterioros o pérdidas. Se realizan sobre el contexto o el área circundante al bien, o más frecuentemente sobre un grupo de bienes sin tener en cuenta su edad o condición. Estas medidas y acciones son indirectas, pues no interfieren con los materiales y las estructuras de los bienes. No modifican, pues, la apreciación.*

Al dar a conocer el patrimonio, se motiva el aprecio social por su preservación, a la vez, que conlleva, el cuidado, también, por los recursos bienes muebles, pinturas murales, esculturas, etc. De tal forma, que se promueve e innova en técnicas y herramientas para mejorar la gestión sostenible entre el binomio patrimonio y turismo.

Sin embargo, el turismo cultural puede ser también una fuente de deterioro de los bienes muebles e inmuebles. Es por ello por lo que se hace imprescindible considerar en la CP la gestión de visitantes.

La gestión de visitantes va dirigida a proteger los recursos patrimoniales de los daños de estos y lograr la satisfacción de estos. Para alcanzar ambos objetivos, surge la necesidad de definir los estándares de control para planificar el número y cantidad de visitas y personas. García-Hernández, M. (García-Hernández, 2004).

La CP está encaminada a mantener las condiciones o estándares de indemnidad, la estabilidad, estanqueidad y la funcionalidad. Estas condiciones se pierden cuando se abandonan las tareas propias de la CP, precipitando la caducidad de las distintas garantías que soportan la integridad del bien. A ello hay que añadir que, con el paso del tiempo, o ante acontecer de unas circunstancias sobrevenidas, aparecen vicios ocultos. La naturaleza evolutiva se documenta mediante el resultado de un minucioso estudio estratigráfico murario en el que se considera al edificio histórico como el conjunto de construcciones y transformaciones que se han ido produciendo a lo largo de su historia. Ello permite entender el carácter del patrimonio cultural a lo largo de los distintos periodos (Guía nº 14, 2018).

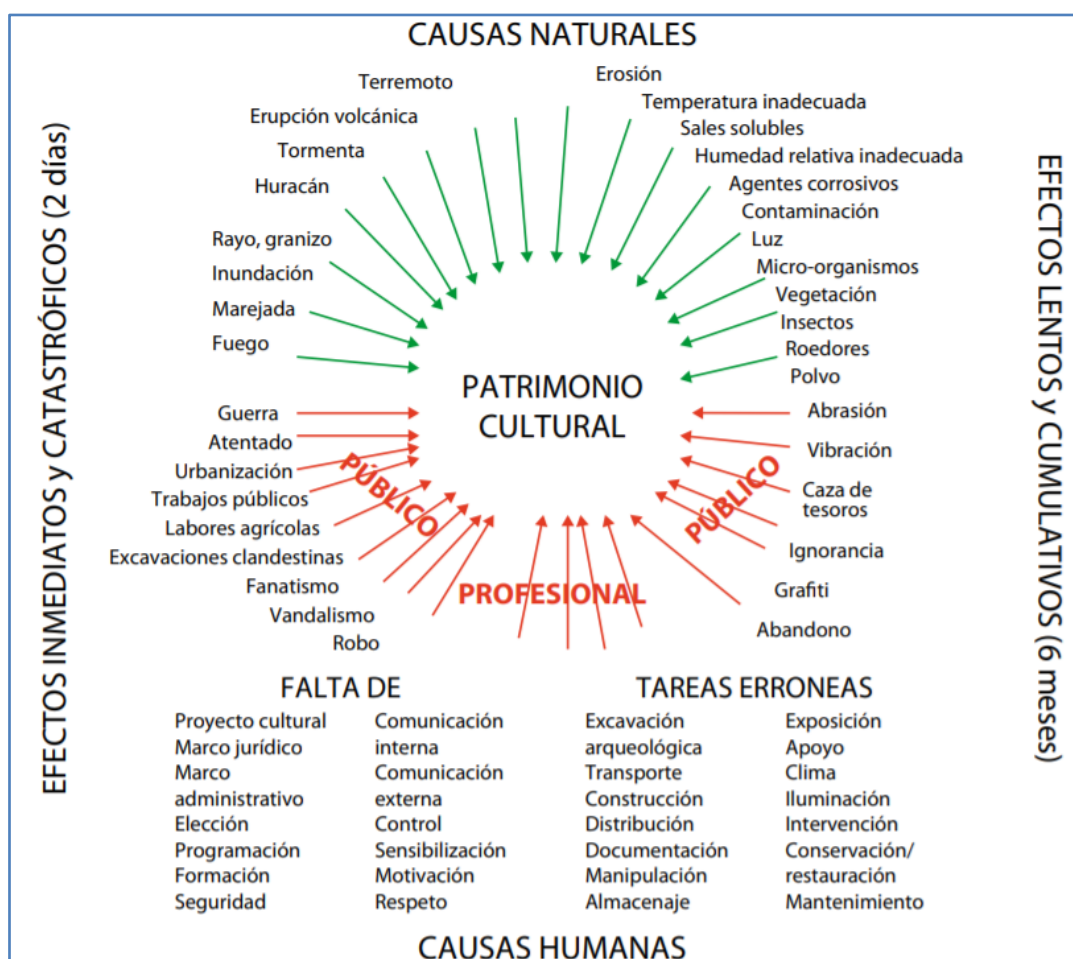


Fig. 1 Causas del deterioro de los bienes culturales. Fuente: De Guichen, G. (2013)

Se puede concluir que el deterioro suele proceder por una concatenación o suma de varias causas o, por no disponer de los recursos necesarios para las mejoras en la funcionalidad, en la falta de estanqueidad o en la inestabilidad estructural, que conducirán al colapso del bien de manera total o parcial.

El Plan Nacional de Conservación Preventiva propuesto por Herráez Ferreiro, *et al.*, (Herráez *et al.*, 2013) posee como objetivos las acciones de investigación para identificar y analizar los riesgos, los métodos y las técnicas de conservación, identificar los criterios y métodos de trabajo, la coordinación de las acciones, la optimización de los recursos y la forma de acceso a la información, así como la revisión de colecciones y fondos.

Así mismo, Almagro Gorbea, A. (2019) propone como el primer paso para la conservación el conocimiento y la interpretación a través del levantamiento o *relieve* del bien mediante la técnica de la fotogrametría arquitectónica. A partir de estos resultados ir incorporando el conjunto de las actividades encaminadas a la recuperación y conservación.

En los últimos años, el uso de modelos de información de edificios históricos (HBIM) se ha vuelto predominante y, por lo tanto, ha brindado una oportunidad de investigación. A diferencia de los edificios recién construidos, los componentes estructurales de los edificios históricos poseen unas configuraciones físicas únicas y han acumulado una gran cantidad de datos debidos a las diversas restauraciones sufridas, todos los cuales deben tenerse en cuenta al incorporar el proceso de modelado de información de la construcción del patrimonio edilicio.

Gestión de Riesgos (ISO 31000)

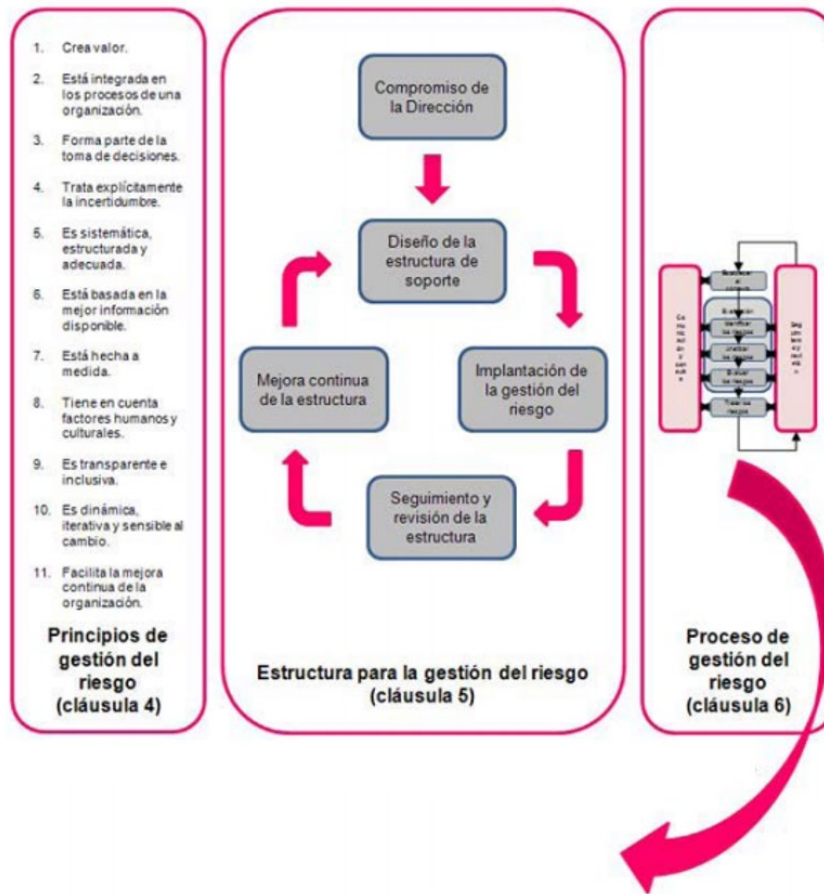


Fig. 2 Relación entre los Principios, la Estructura y los Procesos en la gestión del riesgo. Fuente: Plan Nacional de CP, (2017)

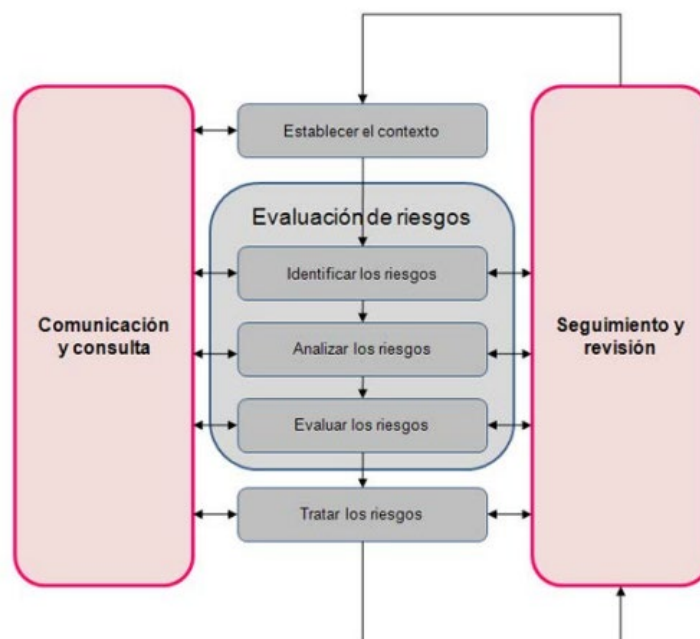


Fig. 3 Proceso de gestión del riesgo. Fuente: Plan Nacional de CP, (2017)

La eficacia del PC no se puede contrastar hasta que no se implanta en la institución y se verifica el resultado en los propios bienes culturales. El PCP de una institución no es simplemente un informe o un documento estático e inamovible, sino que debe ser una herramienta dinámica de gestión sometida al principio de mejora continua, aplicando la sistemática PDCA (PHVA, Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en español) o círculo de Deming (Herráez *et al.*, 2017).



Fig. 4 Ciclo de aplicación de la Sistemática PDCA o círculo de Deming. Fuente: Plan Nacional de CP, (2017)

Un problema añadido a la conservación y mantenimiento de edificios con valor patrimonial viene asociado a la visita turística. Se trata de un factor que debe ser tenido en consideración a la hora de elaborar el Plan de Conservación Preventiva (PCP). Conocidos el número de visitantes y la caracterización de su perfil, resulta necesario analizar la movilidad y el uso que hace el visitante del espacio patrimonial dado que estos se encuentran afectados por una sobrepresión o carga turística. La gestión del mantenimiento, la conservación preventiva y la explotación de bienes culturales puede ser llevada a cabo mediante metodología BIM de acuerdo con las características específicas del patrimonio histórico construido (Salvador-García, 2020).

1. Objetivos y metodología

La presente aportación tiene por objetivo principal establecer una aproximación a una revisión más sistemática de la literatura científica en torno a la gestión pública del patrimonio cultural arquitectónico enfocada a la CP, mediante las herramientas HBIM.

Para ello se han seguido los siguientes pasos: 1/ Diseño de la estrategia de búsqueda. 2/ Selección y sistematización por afinidad con los objetivos relacionados con la gestión pública del patrimonio cultural arquitectónico. 3/ Los resultados. 4/ Análisis e interpretación. 5/ Conclusiones.

Expondremos a continuación el diseño estratégico seguido para la obtención de resultados y el análisis de estos a partir de los datos obtenidos mediante la sistematización y segregación de materias.

2. Diseño de la estrategia de búsqueda

El diseño de la estrategia de búsqueda se plantea en dos bloques mediante la selección de artículos, manuales y estudios a través de palabras claves:

Bloque nº 1; Conservación Preventiva, Gestión Pública y HBIM.

Bloque nº 2; Patrimonio, Cultura, Sostenibilidad, Turismo y BIM.

Esta estrategia se plantea con la finalidad de conocer las personas y equipos, el marco teórico y los principios y métodos sobre los que se fundamentan las hipótesis de trabajo relativos a la CP y de la gestión pública del patrimonio para su adaptación a la metodología BIM, a partir de las aportaciones científicas consultadas. Las

plataformas de búsqueda han sido: Google Scholar, Dialnet Plus, RiuNet, Science Research, ProQuest y Scopus.

3. Selección y sistematización por afinidad a los conceptos relacionados con la CP y la gestión pública del patrimonio cultural arquitectónico

3.1. Bloque nº 1: Conservación Preventiva, Gestión y HBIM

Los resultados del análisis de la literatura científica en este bloque se han dividido en cuatro apartados:

a) Las primeras aportaciones encontradas se corresponden con la gestión documental de los periodos constructivos y la manifestación patológica directamente relacionada con los mismos. En relación con estos aspectos los estudios estratigráficos son una fuente documental de inestimable valor y de obligado estudio para la arquitectura patrimonial.

La contribución de Martín Talaverano, R., *et al.*, (Martín Talaverano, R., *et al.*, 2018) presenta el marco, a partir del cual, se propone abordar la gestión documental atendiendo a la idiosincrasia propia de este tipo de edificación patrimonial. Esta, trata de cómo abordar los estudios sobre la secuencialidad y causalidad de cómo se encuentra el estado actual el edificio y su manifestación patológica. Se atiende, principalmente, sobre el estado en el que se encuentran las estructuras, punto de partida para redactar el proyecto de conservación. El artículo pone de relieve, entre otras cuestiones, la potencialidad de los análisis estratigráficos para el reconocimiento de la secuencialidad evolutiva del edificio y el estudio de la patología inherente a cada una de las etapas, lográndose, de este modo, un mayor conocimiento y, consecuentemente una mayor precisión del problema encaminado a plantear una mejora de la CP.

b) Otras aportaciones se centran en los aspectos relativos a la gestión de la información en aras a la CP

Los profesores Angulo-Fornos, R. y Castellano-Román, M. (Angulo y Castellano, 2020) analizan la generación de modelos de Información de Edificación Histórica (HBIM) para la gestión de la información patrimonial orientada a la conservación preventiva de bienes de interés cultural, a través de su experimentación en un caso de estudio específico: la fachada del cuadrante renacentista de la Catedral de Sevilla.

c) El tercer grupo de aportaciones a resaltar, concierne a temas relativos al diseño y al desarrollo de los modelos 3D vinculadas a las plataformas de gestión de la información.

La plataforma virtual PetroBIM fue el primer gran repositorio de información en el ámbito español, donde se pueden volcar y consultar todos los datos obtenidos en el ciclo de vida de un bien histórico, vinculada a un modelo 3D, (Armisen-Fernández, 2018). Asimismo, PetroBIM es capaz de integrar, en ambientes visuales navegables, toda la información disponible, haciendo que cualquier proyecto de intervención, planificación de la conservación, gestión o divulgación de un bien cultural pueda convertirse en un modelo-maqueta virtual. Y, que así, se pueda caminar, navegar e interactuar por él en tiempo real, crear secciones virtuales e incluso generar filtros para consultas gráficas.

A partir de PetroBIM, Rechichi, F., *et al.* (Rechichi, *et al.* 2016) proponen un sistema con nuevas soluciones relacionadas con el uso de BIM sobre la administración de los modelos 3D. Ofrece soluciones prácticas para la interoperabilidad de la información, concretamente sobre cómo analizar la documentación del patrimonio arquitectónico almacenada y procesada en formatos diferentes.

d) El bloque nº 1, se termina, con la reseña de los temas relativos a la Conservación, Mantenimiento y el uso de explotación.

Maggiolo G., *et al.* (Maggiolo *et al.*, 2018), parten del modelo 3D para implementar el modelo 3D-HBIM, de tal forma, que ofrecen la posibilidad de organizar toda la información relacionada con un bien cultural (planimetrías de archivo, fotografías e impresiones históricas, fuentes escritas, grabaciones o cualquier otro tipo de archivo digitalizado) basada en una jerarquía espacial.

Así mismo, la información se puede vincular a espacios o componentes, que juntos a estos, constituyen el modelo 3D-HBIM completo de un edificio. Antonopoulou, S. y Bryan, P. (Antonopoulou y Bryan, 2017). Este, se convierte entonces en el centro de toda la información relacionada con el edificio patrimonial, que se puede consultar de forma inteligente y podrá utilizarse para la investigación, la conservación, la gestión y la administración, tal y como propone la profesora Daniela Besana, (Besana, 2019) de la Universidad de Pavía propone para el modelo HBIM del complejo de la Certosina de Pavía en Italia.

3.2 Bloque nº2; Patrimonio, Cultura, Sostenibilidad, Turismo, Visitantes y BIM

Los resultados del análisis de la literatura científica incluida en este segundo bloque han sido divididos en tres apartados:

a) La tutela y la gestión del conocimiento, la historia clínica en el modelo HBIM

Francisco Pinto de la Universidad de Sevilla lidera un equipo que posee una larga tradición sobre cómo implementar modelos digitales basados en las metodologías BIM y SIG para la gestión integral y sostenible de la tutela, ya sea de un elemento o de un conjunto, hasta llegar a las figuras de escala territorial. (*Proyecto HAR2016 78113-R. Tutela sostenible del patrimonio cultural a través de modelos digitales BIM y SIG. Contribución al conocimiento e innovación social. TUTSOSMOD*). Este proyecto ha tenido una gran desarrollo y repercusión. Las jornadas de presentación de las conclusiones celebradas en el mes de noviembre del año 2020 con la participación de un concurrido número de representantes tanto de investigadores y expertos españoles como de ámbito internacional lo manifestó.

Se trata de un proyecto con retos muy ambiciosos consistentes en el estudio para la implantación de los modelos digitales basados en BIM (Building Information Modelling) y SIG (Sistemas de Información Geográfica) en torno a la gestión integral y sostenible de la tutela patrimonial. Les interesa, tanto un elemento o conjunto, hasta figuras de escala territorial. Desde este planteamiento integral, centran la atención en el ámbito del conocimiento del patrimonio, como germen de las demás acciones de tutela, y en su transferencia a las diversas disciplinas implicadas. No únicamente les interesó el modelado geométrico, sino que primariamente se investigó sobre la generación de una sistemática de información organizada a partir de las materias o áreas del conocimiento implicadas (Arquitectura, Arqueología, Historia...).

Así mismo, Patricia Ferreira-Lopes y Francisco Pinto-Puerto (Ferreira y Pinto, 2018) establecen de manera sugerente, que el diseño del proceso para desarrollar el método espacial y dinámico, para administración de las bases de datos (DBMS) que, deberá estar sustentado en un sistema de información geográfica e histórica a la vez (HGIS). Consideran la historia documental del bien patrimonial, del mismo modo, que el de la historia clínica de un paciente en el área de la medicina patológica.

b) La Sostenibilidad el ahorro energético y el aprovechamiento de los recursos

El profesor de la Universidad de Alicante, Antonio Galiano-Garrigós (Galiano-Garrigós, 2019) presenta una singular aportación sobre la restauración de edificios históricos, en la que afirma que, a menudo, cuando se decide intervenir, a la vez se modifica el uso principal del edificio. Entre las intervenciones necesarias para adecuar los edificios a su nueva finalidad, la mejora del rendimiento energético es siempre un reto por sus particulares soluciones constructivas y la influencia que estas mejoras pueden tener en sus elementos protegidos. *...la rehabilitación de edificios siempre se considera una oportunidad, porque permite que el edificio vuelva a ser útil para la sociedad y desempeñe un papel importante en la vida de las personas...*

c) La legislación en el ámbito autonómico en España

La comunidad autónoma de Cataluña se convierte en la primera región de España en la que BIM es obligatorio para proyectos y obras de un determinado tamaño, mediante la aprobación del decreto del Govern de Catalunya del 11 de diciembre de 2018. En el cual, se pretende mejorar e incrementar la calidad en el proceso constructivo y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos. Además, el decreto contiene una serie de aspectos de gran relevancia como son entre otros el interés en el ámbito del patrimonio cultural, por el cual, se plantea como objetivo el disponer de una base de datos de geo-información de Cataluña actualizada, y se

obliga a entregar una copia de los modelos BIM *as-build* al Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña. Así mismo, para facilitar esta implementación, se propone la colaboración del Instituto de Tecnología de la Construcción, ITeC, que publica el Libro Blanco sobre la Definición Estratégica de la Implementación del BIM en la Generalitat de Catalunya. Por último, para facilitar la inclusión de requerimientos BIM en licitaciones públicas, se ha publicado una Guía BIM y un Manual de BIM que sirven de referencia.

4. Los Resultados

Los resultados alcanzados los hemos clasificados en dos bloques: El primer Bloque se definió los temas relativos a la Conservación Preventiva, la Gestión y Patrimonio y BIM (HBIM) en él, se han distinguido los cuatro aspectos siguientes; a/ Los periodos históricos y la estratigrafía, b/ los Modelos HBIM para la CP, c/ las Plataformas e intervención y d/ las Plataformas y conservación. Y el segundo Bloque se corresponde con los temas relativos al Patrimonio, al Turismo Cultural, la Sostenibilidad en la gestión de los Visitantes y BIM en él, se han distinguido los tres aspectos siguientes; a/ el Conocimiento y la tutela, b/ la Sostenibilidad y c) la legislación en el ámbito autonómico.

4.1. Visualización de los resultados

La visualización de los resultados se plasma a través del siguiente diagrama:

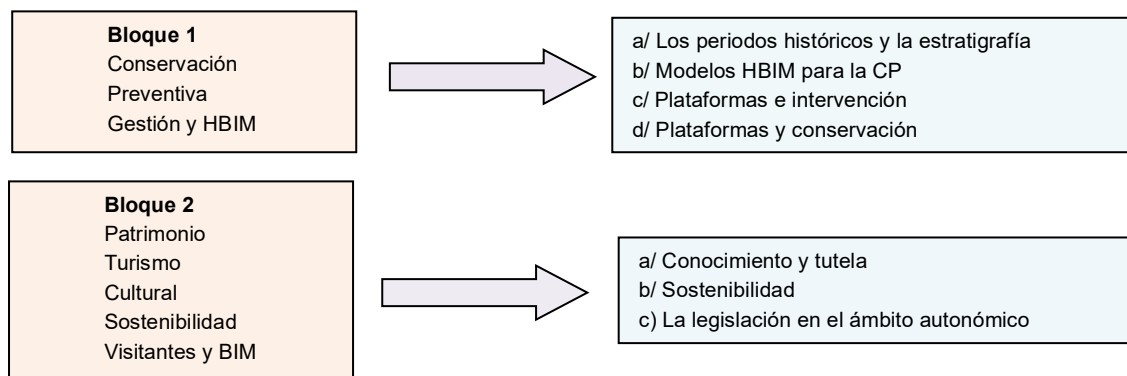


Fig. 5 Esquema de la Visualización de los resultados. Fuente: Propia, (2021)

5. Análisis de los resultados

5.1. Bloque 1: Conservación preventiva, Gestión Pública y HBIM

a) El equipo de Martín Talaverano, R., et, al. (2018) nos remite a considerar las aportaciones doctrinales del arqueólogo del CSIC Luis Caballero Zoreda, (Caballero, 2010) en el que plantea como la secuencia evolutiva del edificio histórico se basa en el marco metodológico de la Arqueología de la Arquitectura. Será, el análisis estratigráfico, el que aporte el marco teórico adecuado para conocer la secuencia evolutiva de los edificios existentes y facilitar el diagnóstico integrado en el que se encuentran los restos del edificio. La combinación de los dos análisis, uno de tipo diacrónico-evolutivo, y otro de tipo sincrónico en su contextualización. (Martín Talaverano, R., et, al. 2018)

Una vez identificadas y registradas las principales lesiones en el edificio, se debe proceder a su análisis en un doble sentido. Por un lado, deduciendo las causas que las producen y, por otro, estudiando el estado actual activo o detenido de las mismas.

Asimismo, una de las innovaciones de la metodología propuesta radica en abordar el estudio de la estructura desde una perspectiva diacrónica, analizando sus procesos patológicos con una perspectiva evolutiva mediante la integración con el análisis estratigráfico adaptándolo al BIM. En esta fase del análisis se trata, por lo tanto, de conectar la secuencia de actuaciones históricas con los movimientos de la estructura a lo largo

del tiempo. Como es bien conocido, la metodología arqueológica de análisis estratigráfico comienza con la descomposición del objeto de estudio en sus Unidades Estratigráficas (UE).

b) En cuanto a la gestión de la CP, Angulo-Fornos y Castellano-Román (2020) se plantean una serie de imágenes y tablas de datos como resultado de la aplicación de estos métodos para la representación de los procesos de introducción de información relacionada con la documentación del estado de conservación actual y el registro de los tratamientos incluidos en los trabajos de conservación preventiva desarrollados recientemente por una empresa especializada. La implementación del modelo digital se valida, como una opción de capacidad, facilitada por el medio infográfico, ante la necesidad de contener, gestionar y visualizar toda la información generada en las acciones correspondientes a la CP sobre arquitectura patrimonial, facilitando, a su vez, relaciones transversales entre los diferentes análisis que dan como resultado un conocimiento más profundo de este tipo de edificación.

c) En relación con el tercer grupo, Alberto Armisen-Fernández (2018) con PetroBIM establece un hito en la gestión de la implementación de BIM al patrimonio cultural. Se trata de una herramienta de trabajo visual y colaborativo para que el conjunto de los agentes. Se basa en un modelo 3D del bien histórico para incorporar sobre distintas capas de información sobre el estado de conservación del bien, las intervenciones y periodos históricos en los que se han llevado a cabo etc. Es capaz de integrar en ambientes visuales navegables toda la información disponible, haciendo que cualquier proyecto de intervención, conservación preventiva, gestión o divulgación de un bien cultural pueda convertirse en un modelo-maqueta virtual que permita caminar, navegar e interactuar por él en tiempo real, crear secciones virtuales, generar filtros para consultas gráficas y realizar búsquedas. Por tanto, también se considera PetroBIM como un repositorio de información para consultar los datos que se van logrando a lo largo del ciclo de vida del bien histórico al desarrollar las funciones propias de la actividad cultural, el estudio, la conservación, la restauración y la difusión.

d) Termina este primer bloque con los temas relativos a la Conservación, Mantenimiento y el uso propiamente. Las aportaciones analizadas están encaminadas a la implementación del modelo HBIM en el ámbito del CP mediante la organización jerarquizada de la información convirtiéndose, de este modo, en un repositorio destinado a la consulta inteligente en aras de la conservación y gestión del edificio.

5.2. Bloque 2: Patrimonio, Cultura, Sostenibilidad, Turismo, y BIM

a) La tutela y la gestión del conocimiento, la historia clínica en el modelo HBIM

Las aportaciones en este campo están encaminadas a la necesaria implementación de metodologías digitales BIM y SIG para el conocimiento y gestión administrativa del patrimonio cultural, tanto a escala edilicia como a escala territorial. (Pinto-Puerto, 2016)

b) La Sostenibilidad el ahorro energético y el aprovechamiento de los recursos

Los estudios en este ámbito se centran en la necesidad de la adaptabilidad de los edificios patrimoniales a las exigencias energéticas y de sostenibilidad. Se hace necesario vincular las intervenciones y cambios de uso a la gestión sostenible de los edificios.

c) La legislación en el ámbito autonómico de España

A la vez que obliga la gestión de los proyectos en cuanto al patrimonio cultural se plantea como objetivo disponer de una base de datos de geo-información de Cataluña actualizada, y obliga a entregar una copia de los modelos BIM *as-build*.

5. Conclusiones

Una primera consideración se refiere a las características y a los condicionantes específicos que poseen los edificios históricos. No son objetos producidos en una única fase o periodo de construcción. El ciclo de vida se prolonga durante siglos. Por ello, no responden a procesos y circunstancias sistematizados, sino que se presentan como modelos de edificios únicos, que, si bien parten de una propuesta de trazado regular, la

secuencialidad de las fases constructivas a lo largo del tiempo ha conducido a determinadas alteraciones y manifestaciones patológicas.

En un segundo lugar, tal y como afirma el profesor Antonio Galiano-Garrigós (Antonio Galiano-Garrigós, 2019) los edificios antiguos utilizados se convierten en puntos de anclaje para quienes viven cerca y refuerzan la necesidad de mantener la historia y la tradición creando un entorno urbano saludable. El legado histórico es necesario para la vida de los ciudadanos y les permite afrontar retos en el futuro.

En tercer lugar, la pérdida de un edificio con valor histórico, cultural y artístico no es solo un hecho material, sino que, lo que es más importante, se traduce en la pérdida de la identidad colectiva, que nunca se restaurará. Cuando estos edificios llegan al final de su vida útil, en ocasiones es necesario volver a integrar un cambio de uso en la red urbana. La adecuación del edificio al nuevo propósito implica el mantenimiento del valor cultural del edificio, así como la introducción de sistemas constructivos y acondicionados que antes no se utilizaban. La evaluación de la viabilidad de estas mejoras constructivas debe realizarse desde dos puntos de vista: la viabilidad económica y el impacto en los elementos arquitectónicamente protegidos. Galiano-Garrigós, A. (2019)

En cuarto lugar, se establece que la metodología apropiada para conseguir el pleno conocimiento del edificio, proponer soluciones de CP y gestionar su mantenimiento y administración es HBIM. Esta tecnología queda reforzada y enriquecida en el ámbito territorial cuando se integra con la metodología SIG.

Referencias

- ALMAGRO GORBEA, A. (2019). "Half a century documenting the Architectural Heritage with photogrametry", *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, N° 11, Valencia: Universitat Politècnica de València. pp. 4-30. <https://doi.org/10.4995/ege.2019.12863>.
- ANGULO-FORNOS, R.; CASTELLANO-ROMÁN, M. (2020). "HBIM as Support of Preventive Conservation Actions in Heritage Architecture. Experience of the Renaissance Quadrant Façade of the Cathedral of Seville". *Appl. Sci.* 2020, 10 (7) 2428. <https://doi.org/10.3390/app10072428>
- ANTONOPOULOU, S. Y BRYAN, P. (2017). *BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model*. Londres. <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/bim-for-heritage/heag-154-bim-for-heritage/>
- ARMISÉN-FERNÁNDEZ, A. (2018); *Caso de éxito de BIM aplicado al patrimonio*. https://www.clubdeinnovacion.es/bim/Alberto_Armisen_PetroBIM_Gijón.pdf
- BESANA, D. (2019). "Cultural Heritage design: theories and methods for the project complexity management", *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, N° 11, Valencia: Universitat Politècnica de València. pp. 31-43. <https://doi.org/10.4995/ege.2019.12864>.
- BULGARELLI-BOLAÑOS, J. P., HERNÁNDEZ-SALAZAR, I., Y PINTO-PUERTO, F. (2020). "Evolución de la producción científica sobre los conceptos HBIM y modelado 3D en la gestión de obras patrimoniales". *Revista Tecnología En Marcha*, 33(8), Pág. 89–101. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i8.5512>
- CABALLERO ZOREDA, L. (2010). "Experiencia metodológica en Arqueología de la Arquitectura de un grupo de investigación", en C. M. Morales y E. de Vega García (eds.), *Arqueología aplicada al estudio e intervención de edificios históricos. Últimas tendencias metodológicas*, pp. 103-119. Ministerio de Cultura, Madrid. <http://www.calameo.com/read/000075335b34985f34eff>
- DE GUICHEN, G. (2013). "Conservación preventiva: ¿en qué punto nos encontramos en 2013?" En *Conservación preventiva: revisión de una disciplina*; Ed. Patrimonio Cultural de España N.º7 2013. Pp.17-19 <http://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:26a66336-4e0c-4adc-b4d8-f2a89dde4998/conservacion-preventiva-revision-de-una-disciplina.pdf>
- FERREIRA-LOPES, P. Y PINTO-PUERTO, F. (2018). "GIS and graph models for social, temporal and spatial digital analysis in heritage: The case-study of ancient Kingdom of Seville Late Gothic production". *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, Volumen nº 9, e00074 <https://doi.org/10.1016/j.daach.2018.e00074>
- HERRÁEZ FERREIRO, J. A. (2013). "El Plan Nacional de Conservación Preventiva". En *Conservación preventiva, revisión de una disciplina*; Ed. Patrimonio Cultural de España N.º7. Pp. 39 <http://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:26a66336-4e0c-4adc-b4d8-f2a89dde4998/conservacion-preventiva-revision-de-una-disciplina.pdf>
- HERRÁEZ FERREIRO, J.A., DURÁN, D., GARCÍA MARTÍNEZ, E. (2017). *Fundamentos de Conservación preventiva. El Plan Nacional de Conservación Preventiva*. Ed. Instituto Nacional P.N.

https://oibc.oei.es/uploads/attachments/184/CONSERVACI%C3%93N_PREVENTIVA.pdf

Historic England (2017). *BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model*. Swindon. Historic England. <https://historicengland.org.uk/advice/technical-advice/recording-heritage/>

GALIANO-GARRIGÓS, A.; GONZÁLEZ-AVILÉS, Á.; RIZO-MAESTRE, C.; ANDÚJAR-MONTOYA, M. (2017). "Energy Efficiency and Economic Viability as Decision Factors in the Rehabilitation of Historic Buildings". *Sustainability* 2019, 11, 4946. <https://doi.org/10.3390/su11184946>

GARCÍA HERNÁNDEZ, M. Y DE LA CALLE VAQUERO, M. (2004). "Geographic research of tourism in Spain". *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, N° 24, págs. 257-27

GÓMEZ GONZÁLEZ, M., & DE TAPOL, B. (2011). "Medio siglo de Conservación Preventiva. Entrevista a Gaël de Guichen". *Ge-Conservacion*, 35-44. <https://doi.org/10.37558/gec.v0i0.62>

Guía nº 14 de la asociación BuildingSmart. (2018). Adaptación del patrimonio cultural a la metodología de gestión BIM. <https://www.buildingsmart.es/actividades/grupos-de-trabajo/patrimonio-cultural/>

MAGGIOLO G., CRISTALDO G., BERNAL R., Y OCAMPO A. (2018); "Historia y Tecnología, una relación posible. Nuevos métodos e instrumentos tecnológicos aplicados a la memoria construida". En *Encuentro internacional ciudades, territorio y patrimonio cultural*, Mar del Plata, Argentina, Junio de 2018

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018ISPAr.422..715M/abstract>

MARIO LA RUSSA, F. Y SANTAGATI C. (2021). "An AI-based DSS for preventive conservation of museum collections in historic buildings". *Journal of Archaeological Science: Reports*, Volume 35, 2021 <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102735>.

MARTÍN TALAVERANO, R., CÁMARA MUÑOZ, L. Y MURILLO FRAGERO, J. I. (2018). "Análisis integrado de construcciones históricas: secuencia estratigráfica y diagnóstico patológico. Aplicación en la iglesia de Santa Clara (Córdoba)" *Arqueología de la Arquitectura*, 15, enero-diciembre, e067 Madrid. 2018

<https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2018.001>

MOREIRA, A., QUATTRINI, R., MAGGIOLO, G. Y MAMMOLI, R. (2018). "Metodología HBIM como puente entre Italia y Argentina". *Int. Arco. Photogramm. Sens. Remoto Spatial Inf. Sci.*, XLII-2, 715–722, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-715-2018>, 2018.

<https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/class/Digitalizacion-de-Ayacucho-De-un-monton-de-puntos-un-Gemelo-digital-2020#video>

Generalitat de Catalunya Departamento de Territorio y Sostenibilidad. (2019). *Libro blanco sobre la definición estratégica de implementación del BIM en la Generalitat de Catalunya*.

Pinto Puerto F. (2016). Proyecto de I+D+i, modalidad de Retos de Investigación en la convocatoria 2016 titulado; "Tutela sostenible del patrimonio cultural a través de modelos digitales BIM y SIG. Contribución al conocimiento e innovación social" TUTSOSMOD (HAR2016 78113-R). 2016

<https://andaluciatech.org/ecosistema-innovador/proyectos-singulares/turismo-cultura-y-ocio/desarrollo-de-modelos-bim-hbim-sig>

Rechichi, F., Mandelli, A., Achille, C., y Fassi, F. (2016). "Compartiendo modelos de alta resolución e información en la web: el módulo web del sistema BIM3DSG". *Int. Arco. Photogramm. Sens. Remoto Spatial Inf. Sci.*, XLI-B5, 703–710; <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B5-703-2016>

SALVADOR-GARCÍA, E. (2020). Protocolo HBIM para una gestión eficiente del uso público del patrimonio arquitectónico. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València.