




Implementación de HBIM para la gestión, conservación y difusión de un edificio patrimonial protegido del siglo XX: el Real Club Náutico de Donostia-San Sebastián

Implementação de HBIM para a gestão, conservação e divulgação de um edifício patrimonial protegido do século XX: o Real Club Náutico de Donostia-San Sebastián

Implementation of HBIM for the management, conservation and dissemination of a protected 20th-century heritage building: the Real Club Náutico of Donostia-San Sebastián

JOSUA GARCÍA MORENO ^{1*} 
IÑIGO LEÓN CASCANTE ^{1,2} 
MAIALEN SAGARNA
ARANBURU ^{1,3} 

1. Department of Architecture, University of the Basque Country UPV/EHU, 20018 Donostia-San Sebastián, España
 2. Technological Innovation and Creativity for the Built Environment Research Group, 20018 Donostia-San Sebastián, España
 3. 20th Century Architecture Research Group, 20018 Donostia-San Sebastián, España
 *jgarcia202@ikasle.ehu.eus

Resumen

El Real Club Náutico de San Sebastián (1929), Bien Cultural desde 2001, es un referente del Movimiento Moderno en España. No obstante, su preservación enfrenta retos debido a la dispersión documental y a su singular condición de edificio patrimonial del siglo XX en uso activo como club privado con espacios públicos. Este estudio propone, mediante el desarrollo de un modelo 3D HBIM (Historic Building Information Modeling), un sistema de parametrización e integración de datos documentales, históricos y constructivos, que mejoren la gestión, conservación y difusión del inmueble. La recopilación y clasificación bibliográfica, la organización de los elementos constructivos del modelo en fases histórico-constructivas y la identificación de patologías actuales, permiten la trazabilidad histórica del edificio y el intercambio de información entre agentes implicados. Asimismo, mejora la toma de decisiones, y ofrece nuevas oportunidades para la divulgación y puesta en valor del inmueble, contribuyendo a su perdurabilidad a largo plazo.

Resumo

O Real Club Náutico de San Sebastián (1929), Bem Cultural desde 2001, é um marco do Movimento Moderno na Espanha. No entanto, sua conservação enfrenta desafios devido à dispersão documental e à sua singular condição de edifício patrimonial do século XX em uso ativo como clube privado com espaços públicos. Este estudo propõe, através do desenvolvimento de um modelo 3D HBIM (Historic Building Information Modeling), um sistema de parametrização e integração de dados documentais, históricos e construtivos, que melhore a gestão, conservação e difusão do imóvel. A compilação e classificação bibliográfica, a organização dos elementos construtivos do modelo em diferentes fases histórico-constructivas e a identificação de processos patológicos no estado atual permitem a rastreabilidade histórica do edifício e o intercâmbio de informações entre os agentes envolvidos. Melhora, também, a tomada de decisões e oferece novas oportunidades para a divulgação e valorização do bem, contribuindo para sua preservação a longo prazo.

Abstract

The Real Club Náutico of San Sebastián (1929), designated a Cultural Heritage Site since 2001, stands as a landmark of the Modern Movement in Spain. However, its preservation faces challenges due to fragmented documentation and its unique status as a 20th-century heritage building in active use as a private club with public areas. This study presents a 3D HBIM (Historic Building Information Modelling) approach, offering a system for parameterising and integrating documentary, historical, and construction data to enhance the building's management, conservation, and dissemination. The bibliographic compilation and classification, the organisation of construction elements by historical-constructive phases, and the identification of current pathological conditions enable the building's historical traceability and facilitate information exchange among stakeholders. Furthermore, it supports informed decision-making and opens new avenues for the promotion and appreciation of the property, thereby contributing to its long-term preservation.

PALABRAS-CLAVE

Real Club Náutico de San Sebastián (RCNSS)
 HBIM
 Movimiento Moderno
 Arquitectura Patrimonial
 Conservación
 Reconstrucción

PALAVRAS-CHAVE

Real Clube Náutico de San Sebastián (RCNSS)
 HBIM
 Movimento Moderno
 Arquitetura Patrimonial
 Conservação
 Reconstrução

KEYWORDS

Royal Nautical Club of San Sebastián (RCNSS)
 HBIM
 Modern Movement
 Heritage Architecture
 Conservation
 Reconstruction

Introducción

El edificio del Real Club Náutico de San Sebastián (RCNSS) (Figura 1), inaugurado en 1929 y declarado Bien Cultural con la categoría de Monumento en 2001 (BOPV nº16, 23-01-2001), representa un referente arquitectónico del Movimiento Moderno en España y un símbolo distintivo de la ciudad de Donostia-San Sebastián [1]. Diseñado por los arquitectos José Manuel Aizpurua Azqueta (1902-1936) y Joaquín Labayen Toledo (1900-1996), el edificio ha sido objeto de diversas intervenciones a lo largo de su historia [2-7], lo que ha generado una fragmentación documental significativa y ha dificultado su conservación, gestión y difusión

A pesar de su condición de bien protegido, el edificio del RCNSS pertenece a un club social privado, lo que restringe su acceso y limita las iniciativas de mantenimiento preventivo y sensibilización social. Sin embargo, parte del inmueble está arrendada para un espacio gastronómico de pública concurrencia, generando un complejo equilibrio entre su uso privado y público, planteando retos adicionales en el uso sostenible del edificio, incrementando la necesidad de herramientas innovadoras que permitan centralizar la información y optimizar la toma de decisiones técnicas para su preservación y administración eficiente.

En este contexto, la metodología Historic Building Information Modeling (HBIM) se ha consolidado en los últimos años como una solución innovadora para la gestión del patrimonio arquitectónico [8-17]. Esta metodología permite la creación de un modelo tridimensional que integra datos geométricos, históricos y constructivos en un entorno común de datos [13], proporcionando una representación detallada de las distintas fases evolutivas del edificio.



Figura 1. Edificio del RCNSS, Donostia-San Sebastián, Gipuzkoa (Foto: J. García Moreno, 2024).

Estudios previos destacan el potencial del HBIM para minimizar errores en los procesos de restauración y fortalecer la comunicación interdisciplinar [8] ya que funciona como un soporte colaborativo accesible a todos los agentes involucrados en cada intervención [18]. Al integrar información geométrica (modelo 3D, levantamientos tridimensionales) y no geométrica (alfanumérica y archivos vinculados como planos históricos, fotografías de época, informes, etc.), esta metodología genera un repositorio digital del edificio, permitiendo un análisis más preciso de su evolución constructiva y material. Esto no solo mejora la precisión en la ejecución de intervenciones, sino que también optimiza costes y contribuye a la sostenibilidad de los proyectos de rehabilitación y mantenimiento preventivo y correctivo del patrimonio construido, así como para su difusión cultura [19-20].

El RCNSS, cuya volumetría y configuración original ha sido alterada a lo largo de los años para adaptarse a las necesidades cambiantes del club [1-7], encuentra en la aplicación de HBIM un soporte clave para garantizar la sostenibilidad patrimonial del inmueble a lo largo de todo su ciclo de vida. La presente investigación tiene como objetivo principal demostrar que la aplicación de la metodología HBIM, junto con la integración de datos geométricos, históricos y constructivos en un entorno digital unificado, puede mejorar significativamente las estrategias de salvaguarda y puesta en valor del edificio, optimizando la toma de decisiones en futuras intervenciones y garantizando una gestión más eficiente y sostenible del patrimonio edificado [21].

La conservación de un bien patrimonial depende de la rigurosidad del conocimiento obtenido de la información previa disponible [20, 22]. Por ello, la base de esta investigación se sustenta en la recopilación y sistematización exhaustiva de la información disponible sobre las distintas fases histórico-constructivas del edificio, obtenida a partir de diferentes registros históricos (documentos, memorias, informes, bibliografía, planos, fotografías, anotaciones, etc.). Esta base documental servirá como soporte para el desarrollo del modelado 3D HBIM de las fases constructivas más relevantes del RCNSS. A partir de estos planteamientos, se han definido una serie de objetivos específicos. En primer lugar, el desarrollo de un modelo 3D HBIM de las fases constructivas más relevantes del edificio que represente tanto su estado actual como sus estados previos integrando la información documental y constructiva obtenida.

Una vez construido este modelo virtual del edificio, es necesario evaluar su precisión y utilidad en contextos de restauración y estrategias de musealización, analizando su potencial para mejorar la interpretación y protección patrimonial del inmueble. Asimismo, se pretende optimizar la organización de los datos históricos y técnicos y analizarlos principales desafíos técnicos y metodológicos enfrentados durante el proceso de implementación de la metodología HBIM con el fin de generar conocimientos aplicables a futuras investigaciones y proyectos de conservación.

Con este enfoque, se busca establecer un flujo de trabajo replicable que permita el uso del HBIM como una herramienta clave en la preservación, administración eficiente y puesta en valor del patrimonio arquitectónico.

Metodología

La investigación se fundamenta en la aplicación de la metodología *Design Science Research* (DSR) orientada a diseñar, desarrollar y evaluar soluciones innovadoras en contextos reales [23]. Siguiendo el marco propuesto por Takeda et al [24] y Holmström et al. [23], la investigación se desarrolla en cinco fases: la identificación del problema, el desarrollo y diseño conceptual del modelo HBIM a partir de los datos recopilados incorporando las fases histórico-constructivas seleccionadas del edificio, la implementación del modelo HBIM, la evaluación del modelo mediante un "Focus Group" [25] y extracción de conclusiones en las que se analizan los resultados obtenidos y se proponen mejoras para su aplicación futura.

En la primera fase de diagnóstico, se identificaron diversos problemas. Entre ellos destacan la fragmentación documental (planos, fotografías y registros en otros formatos), lo que dificulta su acceso y consulta, así como las dificultades de gestión y mantenimiento del inmueble por su condición de bien protegido y privado, sumado a su doble función de acceso restringido y público.

A ello se le suma la necesidad de garantizar la integridad física del edificio, afectada por su proximidad al mar y el desgaste natural de sus elementos históricos, muchos de los cuales carecen de registros digitales precisos, incrementando así el riesgo de pérdida patrimonial.

Para abordar estas problemáticas, se han establecido los requisitos para el desarrollo de un modelo 3D HBIM que contenga las fases constructivas más relevantes del RCNSS y permita integrar y estructurar la información geométrica, histórica y constructiva del edificio en un entorno digital unificado, facilitando la exploración virtual del inmueble en sus distintas fases constructivas, la gestión de los espacios y la toma de decisiones para la conservación y el mantenimiento del patrimonio arquitectónico durante todo el ciclo de vida del edificio. Asimismo, se ha adoptado una perspectiva ética en la digitalización del patrimonio, que implica garantizar la integridad, veracidad y contextualización de la información recopilada [26-28].

Para optimizar el proceso de modelado HBIM, las guías uBIM de *BuildingSmart Spanish Chapter* [22], los documentos de la Comisión Interministerial BIM [29-30] y el manual del Ministerio de Cultura y Deporte [31], establecen la necesidad de definir previamente los objetivos, usos y nivel de desarrollo del modelo HBIM, mediante la adopción de niveles de definición como el *Level of Development* (LOD), que integra el *Level of Geometry* (LOG) y el *Level of Information* (LOI), que habitualmente se distinguen cinco niveles que van del 100 al 500 abarcando desde modelos conceptuales hasta representaciones *as-built* [32-34]. Pero, dada la variabilidad en la calidad y el detalle de la documentación gráfica y textual de las diferentes fases, se optó por aplicar únicamente los valores de LOG y LOI de forma específica para cada elemento de cada fase, ajustándolos a la información disponible en cada caso. No obstante, con el fin de ofrecer una referencia del nivel de definición alcanzado en cada fase, se calculó un LOD orientativo considerando el valor más bajo entre los LOG y LOI más repetido entre los elementos de cada fase. Esta aproximación se podría relacionar con el concepto de *Level of Knowledge* (LOK) definido por Castellano-Román et al [12], que refleja el grado de conocimiento incorporado en el modelo y se organiza también en cinco niveles. De esta manera, en las fases más recientes, con información más detallada, es posible alcanzar un LOD/LOK 400 (modelado de elementos constructivos y estructurales con todas sus capas de acabado), mientras que, en las primeras fases, donde la información es más limitada y menos detallada, no es posible alcanzar un LOD/LOK superior a 200 (nivel de desarrollo geométrico e informativo medio).

Por esta razón, ha sido necesario ajustar los usos y objetivos específicos de cada fase, destinando las fases más recientes a procesos de conservación y futuras intervenciones, y las más antiguas a fines documentales y de exposición [18] (Tabla 1).

El desarrollo del modelo HBIM se ha estructurado en tres fases principales. En primer lugar, se ha realizado una depuración de la información obtenida, asegurando la coherencia y fiabilidad de los datos. Posteriormente, se ha establecido un sistema de clasificación que permita visualizar las distintas fases constructivas del edificio de manera clara y ordenada. Finalmente, se ha llevado a cabo el modelado de los elementos constructivos y estructurales de cada una de las fases del edificio, integrando la información histórica y constructiva mediante la creación sistemática de nuevos parámetros.

A pesar de la geometría aparentemente sencilla del edificio del RCNSS, de los materiales empleados en su construcción y de la ausencia de elementos arquitectónicos complejos e irregulares, característicos de muchos edificios patrimoniales históricos [13], no ha sido un proceso de modelado sencillo. No sólo por la complejidad de la configuración interior del edificio, que de por sí ha representado un reto significativo, sino por la variedad de desafíos encontrados durante el desarrollo del modelo HBIM.

Tabla 1. Clasificación de valores LOD y LOK, y usos y objetivos de cada fase según la documentación geométrica y no geométrica disponible (Elaboración: J. García Moreno).

Fase	Descripción	Año	Documentación disponible	LOD / LOK	Usos
01	Antigua piscifactoría	1905	Planimetría esquemática con escala gráfica	100	PDD
02	Remodelaciones interiores y exteriores	-	Descripciones documentales extraídas de publicaciones especializadas y libros	200	PDD
03	Proyecto de Aizpurua y Labayen - 1ª propuesta	1928/11/26	Planimetría esquemática sin escala gráfica y registro fotográfico de una maqueta	200	PDD
04	Proyecto de Aizpurua y Labayen - 2ª propuesta	1929/01/07	Planimetría esquemática sin escala gráfica	200	PDD
05	Proyecto de Aizpurua y Labayen - Construcción	1929/03 a 1929/08	Planimetría esquemática sin escala gráfica, fotografías de archivo en blanco y negro, memoria descriptiva simplificada del proyecto, descripciones documentales extraídas de publicaciones especializadas y libros	200	PDD
06	Ampliación de la terraza de la p.ppal.	1956/05/04	Planimetría detallada con cotas y descripciones técnicas, fotografías de archivo en blanco y negro	300	PDD
07	Cobertura y el cerramiento de la terraza superior	1963/05/07	Planimetría detallada con cotas y descripciones técnicas, fotografías de archivo en blanco y negro, fotografías de archivo en color y alta resolución de años posteriores	300	PDD
08	Consolidación de la cimentación y nueva p. sótano	1998/03	Planimetría detallada con cotas y descripciones técnicas, registro fotográfico exterior e interior en color y alta resolución, memoria descriptiva detallada del proyecto	400	PC
09	Reforma p. superior - Espacio gastronómico GU	2012 a 2014/12/21	Planimetría detallada con cotas y descripciones técnicas, registro fotográfico exterior e interior en color y alta resolución, informes técnicos complementarios	400	PC
10	Estado actual	2024	Nube de puntos obtenida mediante escaneo láser y fotografía 360°, registro fotográfico exterior e interior en color y alta resolución, planimetría detallada de actuaciones previas recientes	400	PC

*PDD= Procesos Documentales y de Difusión; PC= Procesos de Conservación; LOD/LOK 100 = Modelo simplificado para identificación del edificio; LOD/LOK 200 = Modelo de geometría más próxima a la realidad e información histórico-constructiva básica asociada para protección y difusión.; LOD/LOK 300 = Modelo con elementos estructurales y constructivos detallados orientado a la investigación avanzada.; LOD/LOK 400 = Modelo con definición material, mayor talle de los elementos constructivos y con información exhaustiva asociada para proyectos de conservación e intervención.; LOD/LOK 500 = Modelo estratigráfico para gestión integral y planificación periódica.

Antes de iniciar el modelado 3D HBIM, fue necesario realizar un trazado previo en 2D sobre los planos originales escaneados mediante AutoCAD, lo que permitió alinear correctamente los planos de las distintas fases constructivas y realizar ajustes que habrían sido más complejos y propensos a errores si se hubiesen abordado en 3D. Este proceso se vio dificultado por la baja precisión de los planos, la ausencia de cotas y escalas gráficas, el grosor de las líneas y las discrepancias entre documentos de diferentes épocas (nivel de detalle, forma, dimensiones y ubicación de los elementos). Para resolver estas limitaciones, se emplearon superposiciones iterativas, comparaciones con el modelo 3D del estado actual, análisis fotográficos y una evaluación crítica basada en criterios constructivos y estructurales. En los casos más conflictivos, se contrastó la información con la nube de puntos del escaneo láser y fotografías 360°, seleccionando las soluciones más fieles a la realidad construida. Este análisis detallado permitió detectar inconsistencias entre la documentación gráfica y la obra construida, pero también identificar elementos comunes y afinar la precisión del modelo final. No obstante, algunas imágenes de archivo presentaban problemas de datación, con rangos temporales demasiado amplios, lo que impidió su uso como referencia cronológica precisa para fases constructivas específicas.

Tabla 2. Listado de parámetros aplicados en el modelo HBIM (Elaboración: J. García Moreno).

Parameter	Values	Data Type	Pa. App.	Pa. Scope	Applied to
Parameter Group: General Data (GD)					
GD_Element Code		Text	I	Project	CE
GD_Constructive description		Ml. text	I	Project	CE
GD_LOG – Level of Geometry		Integer	I	Project	CE
GD_LOI – Level of Information		Integer	I	Project	CE
GD_Space Type	Members Area Service Area Office Space Public Areas Plant Rooms	Text - Ddm	I	Project	Rooms
Parameter Group: State of Conservation (SC)					
SC_State of Conservation	Recently restored Good conserv. Condition Lack of maintenance Severely degraded Not determinable	Text - Ddm	I	Project	CE
Parameter Group: Damage Data (DD)					
DD_Damage Form	Localised Linear Superficial	Text - Ddm	I	Project	CE
DD_Damage Type	Structural Cracks and Deform. Moisture Issues Coating and Cladding Deterioration Surface Damage Bio. and Chem. Alterations	Text - Ddm	I	Family	DF
DD_Damage Code		Text	I	Family	DF
DD_Description		Ml. text	I	Family	DF
DD_Documentation - URL		Image	I	Family	DF
DD_Repair Docum. - URL		URL	I	Family	DF
DD_Damage Repaired		Yes/No	I	Family	DF
DD_Repair Date (start/end)		Text	I	Family	DF
DD_Severity of damage	No apparent risk Risk to other elements Risk of prog. dtrt Risk to third parties	Text - Ddm	I	Family	DF
DD_Urgency of interv.	Immediate Very urgent Urgent Necessary med-term Maintenance	Text - Ddm	I	Family	DF
Parameter Group: Interventions Data (ID)					
ID_Prev. Interv. (author–year–ref.)		Ml. text	I	Project	CE
ID_Prev. Interv. – Docum. – URL		URL	I	Project	CE
Parameter Group: Historic Data (HD)					
HD_Construction project – Author		Text	I	Project	CE
HD_Cons. project – Year		Integer	I	Project	CE
HD_Cons. project – Phase		Text	I	Project	CE
HD_Cons. project – Ref. info		Text	I	Project	CE
HD_Cons. project – Docum. – URL		URL	I	Project	CE
Parameter Group: Bibliographic References (BR)					
BR_Academic articles		Ml. text	T	P. info.	BR
BR_Non-academic articles		Ml. text	T	P. info.	BR
BR_Books		Ml. text	T	P. info.	BR
BR_Historic archives		Ml. text	T	P. info.	BR
BR_Academic theses		Ml. text	T	P. info.	BR

*Pa.=Parameter; Ddm=Dropdown menu; Ml.=Multiline I=Instance; T=Type; P.=Project; DF=Damage Family; CE=Constructive Element; BR=Bibliographic Reference

Superada esta etapa de interpretación y validación, se desarrolló el modelo 3D HBIM de cada fase constructiva del edificio. Durante este proceso se evidenciaron ciertas limitaciones de la herramienta de modelado que condicionaron decisiones de modelado. En particular, con el objetivo de reflejar con precisión la evolución material y constructiva de los elementos del edificio a lo largo de las distintas intervenciones, fue necesario modelar las distintas capas de revestimientos y acabados de los muros (revestimientos cerámicos, capas de pintura, etc.) como muros independientes debido a que el *software* no permite asignar fases constructivas a las capas internas de un mismo muro. Esto incrementó la complejidad del modelo HBIM, ya que hubiera sido mucho más sencillo y eficiente poder asignar fases constructivas a las capas de un mismo elemento.

El siguiente paso en la implementación del modelo HBIM fue la integración de la información recopilada. Uno de los aspectos clave fue la organización del modelo en fases constructivas diferenciadas, lo que permitió visualizar la evolución del edificio a lo largo del tiempo. Para estructurar de manera eficiente la información histórica y constructiva dentro del modelo HBIM y garantizar así la vinculación precisa de los datos, se ha elaborado un listado de parámetros atendiendo a las características y necesidades del edificio y fundamentado en experiencias recogidas en publicaciones académicas anteriores [1, 10, 12] (Tabla 2).

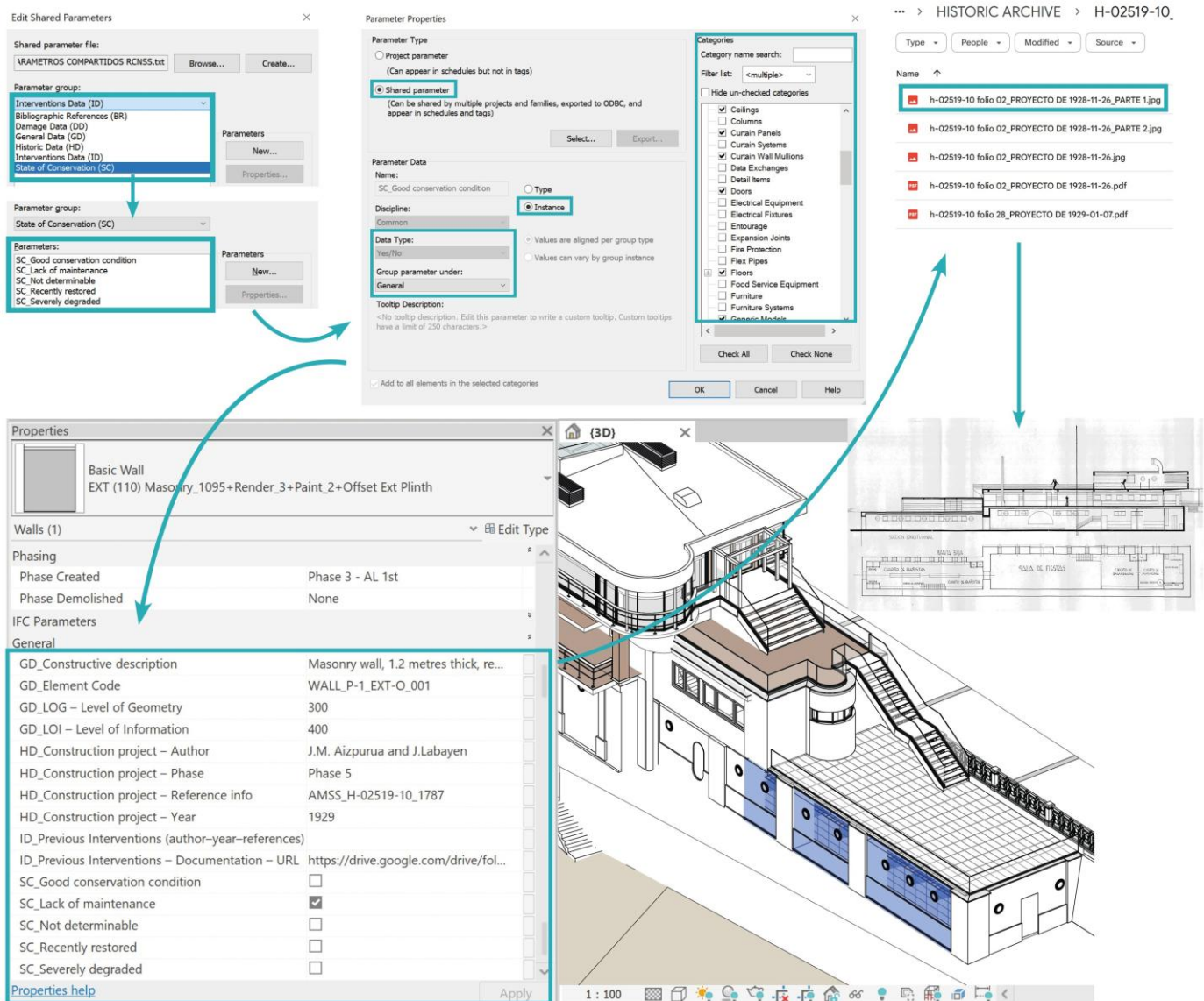


Figura 2. Composición de capturas de pantalla que ilustran el proceso de generación y clasificación de parámetros compartidos según los grupos definidos previamente. Se muestra su vinculación a elementos constructivos del modelo, especificando el tipo de información y las categorías de elementos a las que se aplica cada parámetro. Asimismo, se representa la introducción de datos mediante el panel de propiedades y la apertura de documentos alojados en una nube de datos, accediendo a través de enlaces URL insertados en los parámetros del elemento seleccionado (Elaboración: J. García Moreno).

En concreto se han propuesto cinco grupos de parámetros de diferente tipo de información, con el objetivo de proporcionar una base de datos robusta que facilite la creación de un modelo 3D HBIM que no solo sirva como herramienta de análisis histórico, sino que también ofrezca información relevante para la toma de decisiones en materia de mantenimiento y restauración. Este proceso de integración de metadatos históricos y constructivos mediante parámetros de Revit ha permitido la vinculación directa de información en las propiedades de los elementos constructivos y estructurales del modelo, como muros, pavimentos, techos, carpinterías, elementos estructurales (pilares, vigas, forjados), etc. Para enriquecer esta integración, se han incorporado hipervínculos que permiten el acceso directo a registros fotográficos, planos, detalles constructivos relevantes o estudios previos asociados a los elementos del modelo. De este modo, se optimiza la accesibilidad y la interrelación de la información dentro del modelo digital (Figura 2).

Para garantizar la trazabilidad de la información y facilitar la localización de los elementos en el modelo, cada elemento ha sido identificado con un código alfanumérico a partir de los campos “Tipo de Elemento”, “Nivel”, “Elemento Interior o Exterior”, “Orientación” y “Número”. Así, un muro situado en la fachada oeste del edificio en la planta semisótano quedaría de la siguiente manera: WALL_P-1_EXT-O_001. Para evaluar y validar la efectividad del modelo 3D HBIM generado en la gestión, conservación y divulgación del edificio del RCNSS, se han implementado diversas acciones de evaluación precedidas por un “Focus Group” con perfiles estratégicamente seleccionados por su relación directa con la gestión, intervención técnica y valoración patrimonial del edificio. Participaron la gerente y un técnico de mantenimiento del RCNSS, una doctora en historia especializada en arquitectura patrimonial y varios doctores arquitectos especializados: uno en historia de la construcción, otro en rehabilitación, otro en escaneo láser y otro la aplicación del BIM para la gestión patrimonial.

Este enfoque colaborativo asegura que el modelo desarrollado se convierta en un prototipo avalado por un panel de expertos y que no solo refleje con precisión la información histórica y constructiva del edificio, sino que también responda a sus necesidades de mantenimiento y gestión a largo plazo. La evaluación del modelo HBIM en el contexto real se centró en dos criterios: efectividad (capacidad para resolver los problemas identificados) y eficiencia (usabilidad). Durante el “Focus Group” se presentó el modelo 3D HBIM y se llevaron a cabo una serie de aplicaciones prácticas vinculados a los procesos patrimoniales, mencionados anteriormente, para mostrar así al comité multidisciplinar los beneficios de la metodología HBIM y comprobar su utilidad y funcionalidad, y señalar de forma consensuada los aspectos mejorables del mismo. La sesión se estructuró en fases de demostración, exploración guiada y discusión participativa, abordando cuestiones clave como la precisión geométrica, la coherencia histórico-constructiva, la usabilidad, la interoperabilidad y las oportunidades de transferencia y musealización. Al final de la sesión, el comité realizó una breve encuesta que evaluó la accesibilidad del modelo, la capacidad de búsqueda de información y su aplicabilidad en la planificación de intervenciones, gestión del edificio y generación de contenido divulgativo. Entre los resultados obtenidos destaca la valoración positiva de la trazabilidad documental y la utilidad del modelo como herramienta para la toma de decisiones preventivas, así como la identificación de mejoras prioritarias: reforzar la interoperabilidad con plataformas municipales, protocolizar la actualización del modelo y simplificar la interfaz para perfiles no técnicos mediante vistas o tablas de datos preconfiguradas (Tabla 3). A partir de las observaciones se realizaron algunos ajustes y mejoras en el modelo, obteniendo los resultados detallados a continuación en los siguientes apartados.

Tabla 3. Síntesis del Focus Group: hallazgos (fortalezas y limitaciones) y recomendaciones (Elaboración: J. García Moreno).

Perfil del participante	Hallazgos principales	Recomendaciones
Gerente del RCNSS	Valora la centralización documental y la trazabilidad, aunque señala la complejidad de uso para personal no técnico.	Simplificar interfaces, ofrecer formación básica y vistas preconfiguradas.
Técnico de mantenimiento del RCNSS	Destaca la utilidad del modelo para localizar puntos críticos y planificar mantenimiento, pero advierte la falta de definición de instalaciones y la ausencia de protocolos claros de actualización y registro.	Establecer procedimientos de registro y actualización; capacitar al personal o implementar herramientas simplificadas interoperables.
Doctor Arquitecto experto en historia de la construcción	Reconoce la precisión geométrica y la correcta vinculación de fases históricas, pero identifica falta de detalle en acabados y sistemas ocultos.	Incluir fichas de detalle y reforzar la documentación de capas constructivas.
Doctor Arquitecto especialista en rehabilitación arquitectónica	Valora la integración de datos históricos y la posibilidad de documentar patologías, pero detecta dificultad para mantener actualizado el modelo tras intervenciones menores sin generar documentación gráfica.	Implementar protocolos de registro durante cada intervención y establecer un plan de actualización periódica del modelo.
Doctor Arquitecto Especialista en escaneo láser	Destaca la precisión entre nube de puntos y modelo y la replicabilidad, pero observa la falta de un protocolo de actualización y control de versiones de la nube de puntos.	Definir plan de mantenimiento, programar campañas de escaneo periódico y asignar responsables para revisión.
Doctor Arquitecto experto en BIM para gestión patrimonial	Resalta la coherencia de parámetros y la posibilidad de replicar el modelo, pero advierte riesgo de duplicidad de datos sin estándares claros.	Establecer estándares de codificación y un manual de interoperabilidad.
Doctora en Historia especializada en Arquitectura Patrimonial	Valora la representación fiel de fases constructivas con referencias cruzadas, pero observa la falta de integración de relatos orales y testimonios complementarios.	Vincular testimonios y relatos patrimoniales como metadatos enriquecidos.

Conservación y planificación de intervenciones

El modelo HBIM contribuye significativamente a la documentación y conservación del edificio, permitiendo diagnósticos precisos y propuestas de jerarquías de intervención fundamentadas. A partir de los datos introducidos en los parámetros de cada elemento del modelo, es posible generar filtros de representación que permitan visualizar las vistas 3D de cada planta del edificio mediante códigos cromáticos que faciliten la detección del estado de conservación de cada elemento del modelo. Esto permite identificar patologías más fácilmente, priorizar las intervenciones más urgentes y controlar así gastos de intervención. Si además se combina con la representación de cada espacio mediante un código de colores que diferencia cada zona según el tipo de uso (espacios de servicio, cuartos de instalaciones, espacios comunes para los socios, espacios de oficina y espacios públicos), es posible organizar las intervenciones en las diferentes áreas del edificio, no sólo por la urgencia de la patología o su relevancia patrimonial, sino también por el grado de uso del espacio en el que actuar, minimizando así las molestias a los usuarios (Figura 3).

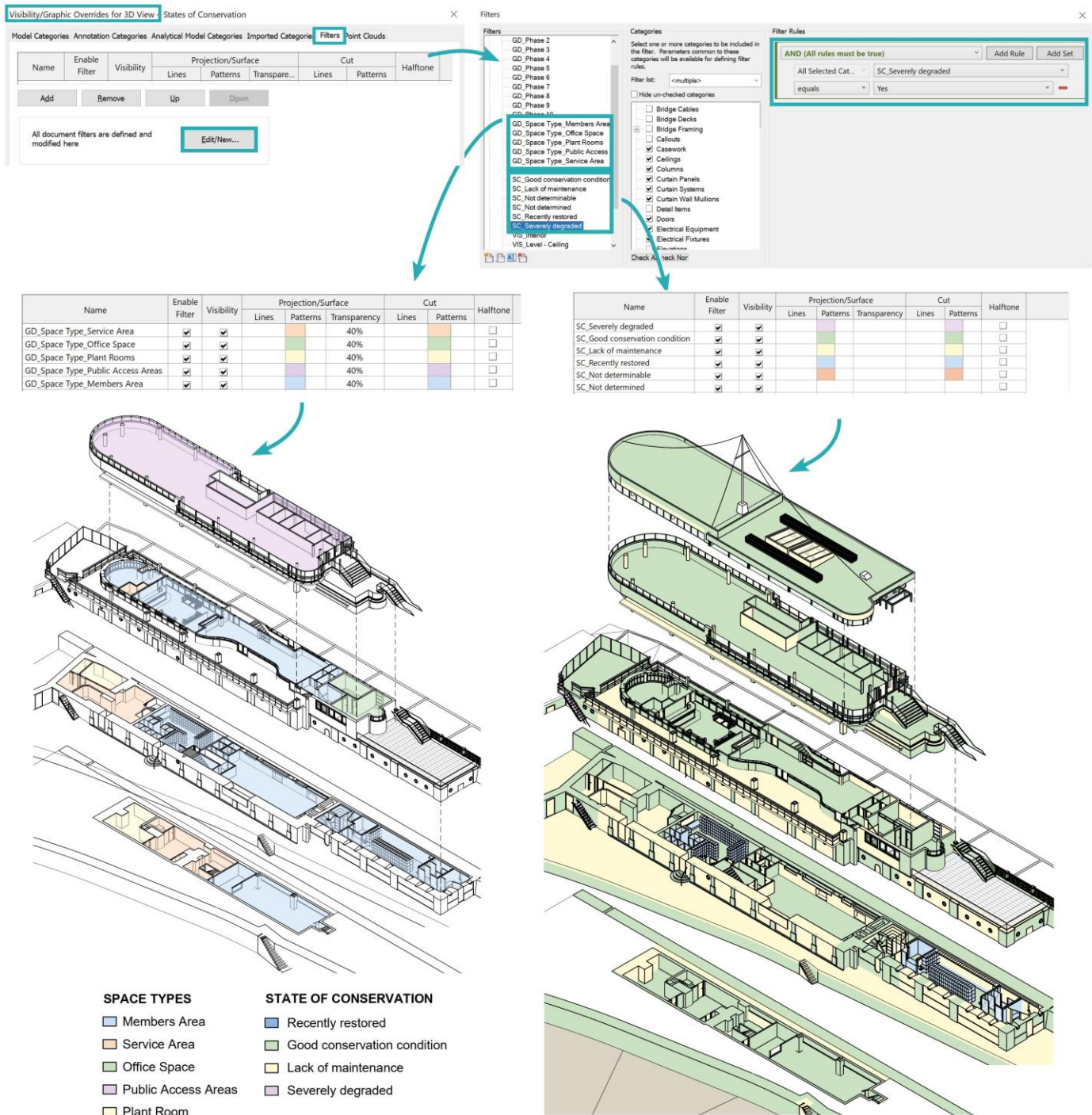


Figura 3. Aplicación práctica del modelo. Creación de filtros que permiten representar, mediante códigos cromáticos, la clasificación de los espacios según su tipología de uso y el estado de conservación de cada elemento constructivo del edificio. Cada filtro se configura asignándole un nombre, seleccionando las categorías a las que se aplica y definiendo la regla de filtrado en función del valor *True* de los parámetros homónimos previamente generados y asignados a los elementos del modelo HBIM (Elaboración: J. García Moreno).

Este enfoque visual, facilita la toma de decisiones estratégicas y permite planificar, además, de forma separada o integrada, las intervenciones de mantenimiento y restauración según el tipo de uso (por ejemplo, mayor desgaste y necesidades de seguridad en la zona pública, y requerimientos de privacidad y confort en la parte privada). De esta manera, quienes gestionan el edificio (propietarios, técnicos de conservación, administraciones públicas, etc.) pueden, mediante el modelo, contar con una base de datos confiable y actualizada que agilice la planificación de restauraciones, mantenimientos u obras futuras. Esto posibilita, además, el análisis de impacto de modificaciones potenciales sobre el bien patrimonial.

No obstante, es posible profundizar aún más en la planificación de las intervenciones mediante la incorporación de información específica sobre patologías en el modelo, utilizando para ello los parámetros de patologías previamente definidos. Pero dichos parámetros no estarán vinculados a un elemento constructivo del modelo, dado que una patología no siempre afecta a la totalidad del elemento o porque un mismo elemento puede presentar múltiples patologías diferenciadas. Para resolver esta limitación, se ha desarrollado una familia específica, basada en publicaciones científicas previas, que puede insertarse sobre cualquier elemento del modelo [35]. Esta familia está diseñada para alojar los parámetros relativos a las patologías y permite añadir información detallada sobre cada una de las incidencias detectadas en el edificio. Su forma se asemeja a una señal de emergencia rodeada por una circunferencia, y tanto el símbolo como el contorno adoptan diferentes colores, los cuales indican el nivel de urgencia de intervención o el grado de riesgo asociado a la patología representada. Durante el proceso de configuración de esta familia, se han creado listas de valores predefinidos para los distintos parámetros, lo que permite su selección a través de menús desplegables. De esta manera, se evita la introducción manual de los datos y se garantiza una mayor homogeneidad y precisión en el registro de la información (Figura 4).

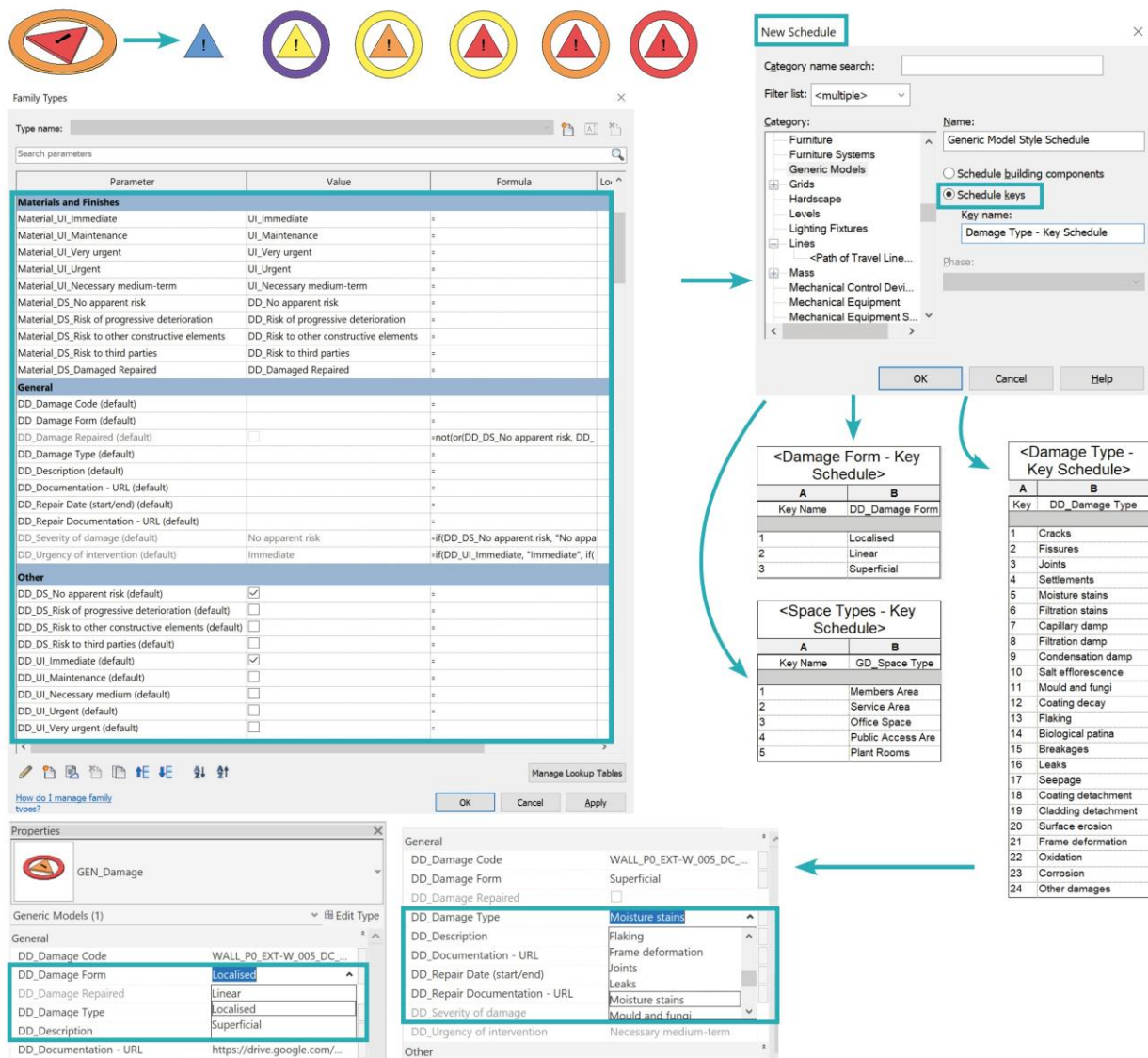


Figura 4. Representación de las diferentes formas y colores de la familia paramétrica desarrollada para la visualización de patologías, así como muestra de los parámetros incorporados en la familia para permitir, desde el archivo del modelo HBIM, la modificación de su aspecto en función de los valores asignados a los parámetros de patologías previamente creados y vinculados a los elementos del modelo. Se ilustra, además, el proceso de definición de valores preestablecidos para los parámetros relativos al tipo y forma de la patología, de modo que estos se presenten como listas desplegables con valores seleccionables dentro de dichos parámetros (Elaboración: J. García Moreno).

Una vez generada la familia, colocada en el modelo y completados sus parámetros, es posible acceder a los elementos enlazados como fotografías asociadas a cada patología. Asimismo, se puede generar un listado completo de las patologías presentes en el edificio, que incluirá toda la información registrada en los distintos parámetros (Figura 5).

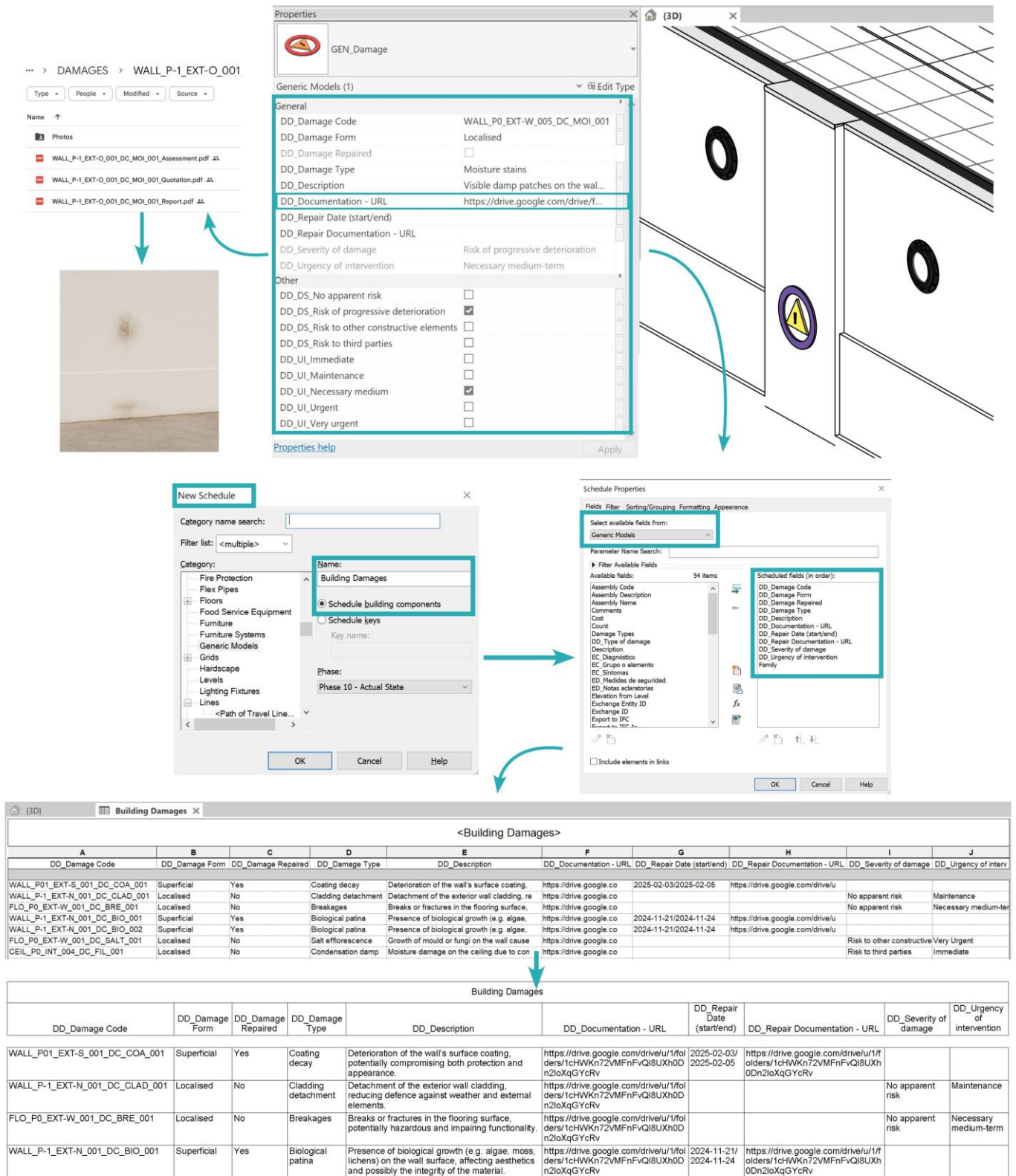


Figura 5. Aplicación de la familia de patologías desarrollada en el modelo, con muestra de los valores asignados a los parámetros creados dentro de la familia, desde los cuales es posible acceder a documentos alojados en la nube mediante la dirección URL insertada en el parámetro de documentación de la patología. Asimismo, se representa el proceso de generación de tablas de información que centralizan los datos asociados a las distintas patologías identificadas en el edificio (Elaboración: J. García Moreno).

Con el objetivo de facilitar la identificación y localización de cada patología dentro del modelo, se ha establecido un sistema de codificación alfanumérica. Este código comienza con la referencia correspondiente al elemento constructivo afectado, seguida del acrónimo que identifica el tipo de patología y, finalmente, un número correlativo. De este modo, por ejemplo, una rotura localizada en el pavimento exterior de la planta baja, ubicada en la fachada oeste, se codificaría de la siguiente manera: FLO_Po_EXT-W_001_DC_BRE_001. Esta denominación corresponde a: FLO (Floor, suelo), Po (Level Po, planta baja), EXT-W (exterior west orientation, exterior fachada oeste), 001 (número identificador del elemento), DC (damage code, código de patología), BRE (tipo de patología breakage, rotura), 001 (número correlativo de la patología).

Divulgación y representación evolutiva del edificio

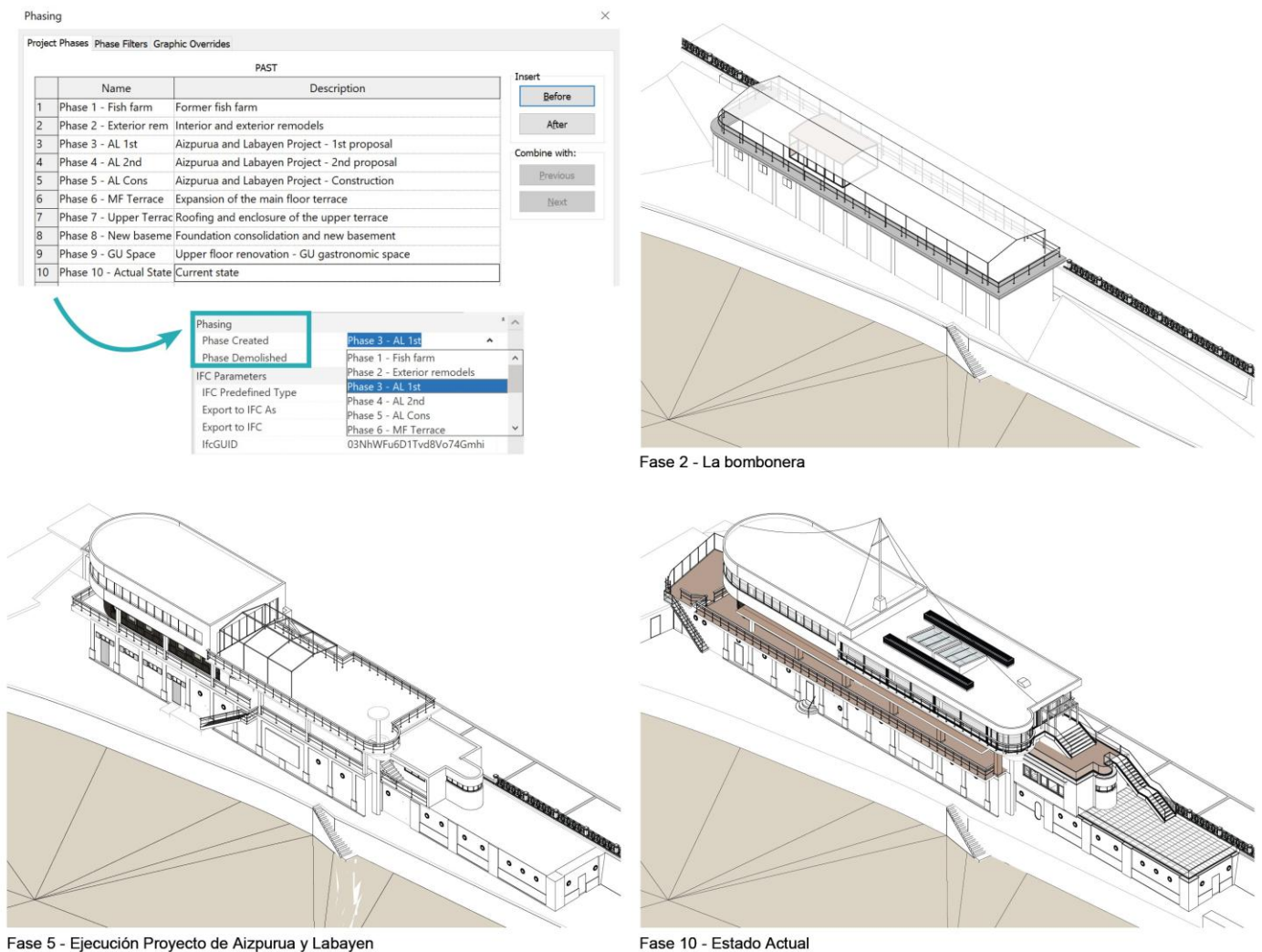


Figura 6. Representación del listado de fases histórico-constructivas generado dentro del modelo HBIM, el cual permite asignar a cada elemento constructivo un valor de fase de creación y otro de fase de demolición, con el objetivo de posibilitar, entre otros usos, la representación tridimensional de estas tres fases del edificio del RCNSS (Elaboración: J. García Moreno).

El modelo HBIM actúa como un repositorio integral que centraliza y organiza documentos históricos, fotografías, informes técnicos, información geométrica, nubes de puntos, etc. Esto permite superar la fragmentación de la documentación y facilita su acceso y consulta por parte de los agentes involucrados en los procesos de restauración y comunicación. Asimismo, el modelo HBIM permite representar digitalmente las distintas fases constructivas del edificio, lo que contribuye a una mejor comprensión de su evolución histórica. Para ello, se ha creado un listado de fases dentro del modelo y se ha clasificado cada uno de sus elementos asignándoles una Fase de Creación y, en su caso, una Fase de Demolición. A partir de esta clasificación, es posible generar vistas 3D correspondientes a cada una de las fases, lo que permite visualizar de manera clara y estructurada los elementos propios de cada periodo y sus transformaciones a lo largo del tiempo (Figura 6). Este enfoque no solo facilita la lectura cronológica del edificio, sino que también mejora la interpretación de su valor patrimonial fomentando una mayor apreciación tanto del inmueble como de la arquitectura que representa.

En esta misma línea, es posible realizar un estudio estratigráfico del edificio, mediante la creación de un filtro de representación específico. Este filtro asigna un color diferente a los elementos del modelo en función de la fase constructiva a la que pertenecen, lo que permite identificar con claridad las sucesivas intervenciones realizadas a lo largo del tiempo, facilitando un análisis inmediato de la evolución constructiva del edificio (Figura 7). Constituye una herramienta de gran utilidad tanto para la investigación histórica como para la planificación de futuras actuaciones.

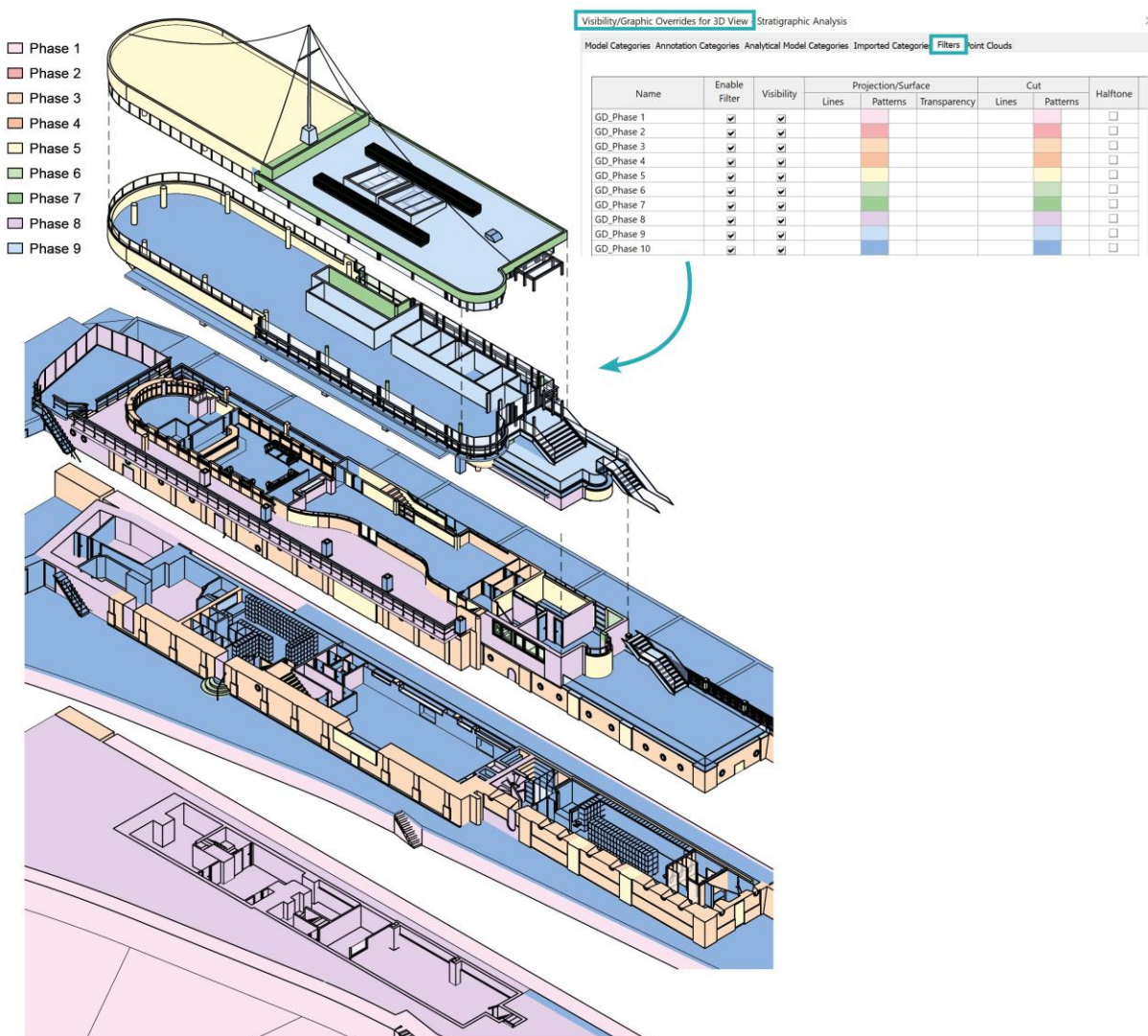


Figura 7. Muestra de los filtros generados para representar en el modelo 3D, mediante códigos cromáticos, los elementos correspondientes a cada fase sobre el modelo del estado actual del edificio. Estos filtros se basan en el valor asignado en el parámetro de fase de creación de cada elemento constructivo del modelo (Elaboración: J. García Moreno).

La capacidad del modelo HBIM para ser ampliado, modificado y actualizado de forma continua conforme se dispone de nueva información o se llevan a cabo nuevas intervenciones en el edificio [21] permite que el modelo evolucione como un sistema vivo, en constante desarrollo, adaptado a las necesidades cambiantes de la gestión patrimonial. De este modo, cualquier intervención (de carácter estructural, funcional, estético o de mantenimiento) puede integrarse en el modelo, documentando su localización, fecha de ejecución, materiales empleados y criterios de intervención.

Para garantizar la eficacia de este proceso, es imprescindible estructurar el modelo de forma estratégica desde el inicio. Esto incluye la organización por fases temporales, la incorporación de parámetros específicos para registrar intervenciones, la generación de vistas filtradas, y la vinculación de documentación complementaria. Estas medidas permiten que el modelo sea fácilmente actualizable, manteniendo su coherencia interna y su valor como repositorio dinámico de información. Esta capacidad de actualización no solo enriquece la trazabilidad histórica del edificio, sino que también garantiza que el modelo HBIM se mantenga como una herramienta vigente y fiable para futuras investigaciones, proyectos de restauración, tareas de mantenimiento y estrategias de conservación preventiva.

Para garantizar la eficacia de este proceso, es imprescindible estructurar el modelo de forma estratégica desde el inicio. Esto incluye la organización por fases temporales, la incorporación de parámetros específicos para registrar intervenciones, la generación de vistas filtradas, y la vinculación de documentación complementaria. Estas medidas permiten que el modelo sea fácilmente actualizable, manteniendo su coherencia interna y su valor como repositorio dinámico de información. Esta capacidad de actualización no solo enriquece la trazabilidad histórica del edificio, sino que también garantiza que el modelo HBIM se mantenga como una herramienta vigente y fiable para futuras investigaciones, proyectos de restauración, tareas de mantenimiento y estrategias de conservación preventiva.

Para garantizar la eficacia de este proceso, es imprescindible estructurar el modelo de forma estratégica desde el inicio. Esto incluye la organización por fases temporales, la incorporación de parámetros específicos para registrar intervenciones, la generación de vistas filtradas, y la vinculación de documentación complementaria. Estas medidas permiten que el modelo sea fácilmente actualizable, manteniendo su coherencia interna y su valor como repositorio dinámico de información. Esta capacidad de actualización no solo enriquece la trazabilidad histórica del edificio, sino que también garantiza que el modelo HBIM se mantenga como una herramienta vigente y fiable para futuras investigaciones, proyectos de restauración, tareas de mantenimiento y estrategias de conservación preventiva.

Para garantizar la eficacia de este proceso, es imprescindible estructurar el modelo de forma estratégica desde el inicio. Esto incluye la organización por fases temporales, la incorporación de parámetros específicos para registrar intervenciones, la generación de vistas filtradas, y la vinculación de documentación complementaria. Estas medidas permiten que el modelo sea fácilmente actualizable, manteniendo su coherencia interna y su valor como repositorio dinámico de información. Esta capacidad de actualización no solo enriquece la trazabilidad histórica del edificio, sino que también garantiza que el modelo HBIM se mantenga como una herramienta vigente y fiable para futuras investigaciones, proyectos de restauración, tareas de mantenimiento y estrategias de conservación preventiva.

Adicionalmente, a partir de los parámetros de referencias bibliográficas asociados al modelo (clasificados en distintas categorías como libros, artículos científicos, trabajos académicos, archivos históricos o artículos no académicos) es posible generar tablas de contenido organizadas por tipología (Figura 8).

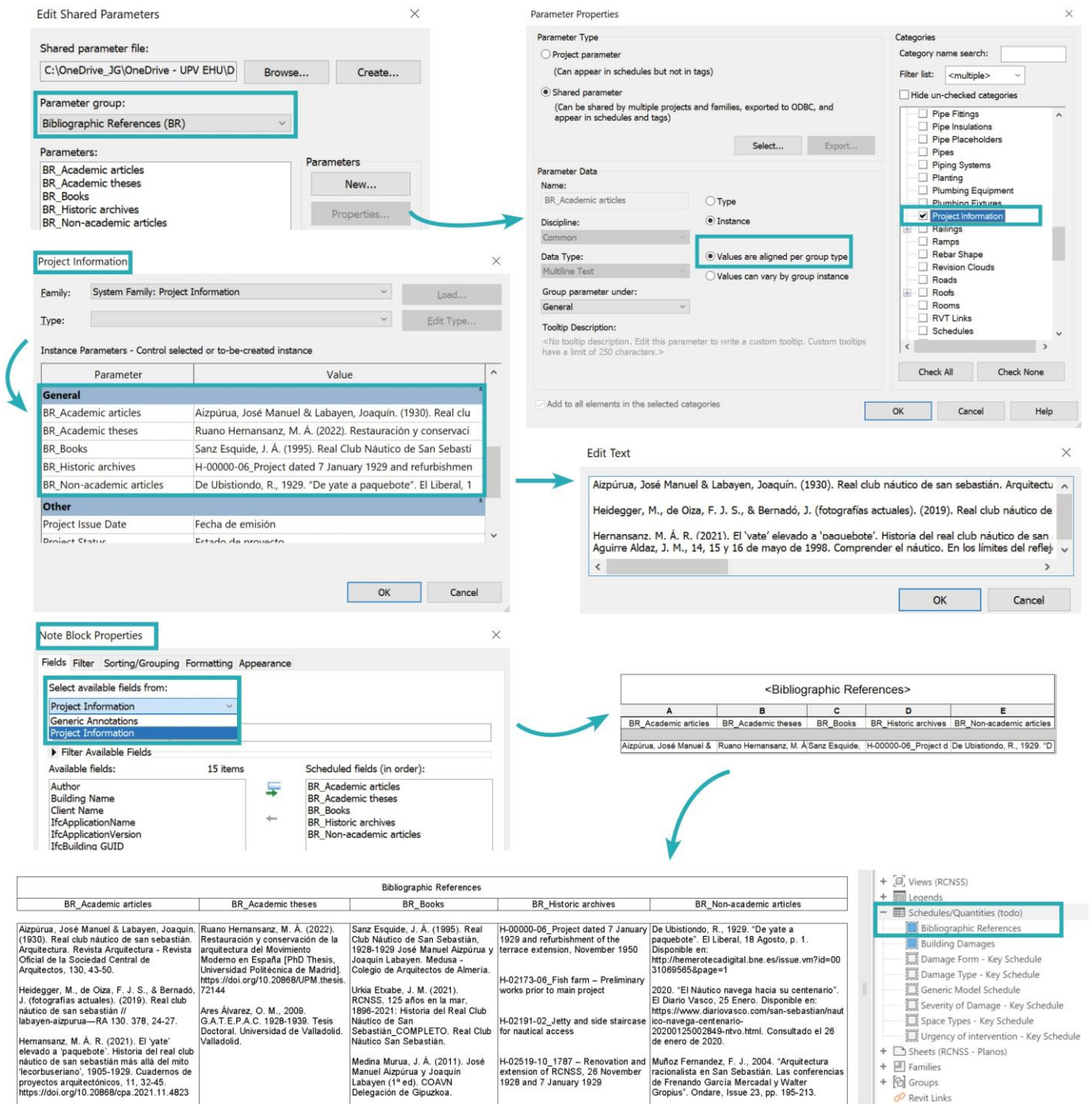


Figura 8. Muestra de los parámetros compartidos generados para la gestión de referencias bibliográficas y su posterior vinculación en el archivo del modelo HBIM como parámetros de proyecto, lo que permite incorporar desde el modelo un listado de referencias relacionadas con el edificio de estudio, clasificadas según el tipo de documentación bibliográfica. Asimismo, se representa el proceso de elaboración de una tabla con las referencias bibliográficas clasificadas, generada a partir de los datos introducidos en los parámetros de información de proyecto previamente creados (Elaboración: J. García Moreno).

Estas tablas pueden exportarse a otros formatos, lo que facilita el intercambio de información con los distintos agentes implicados en la gestión del patrimonio. Esta funcionalidad no solo contribuye a la trazabilidad de las fuentes utilizadas en el proceso de documentación, sino que también mejora la transparencia metodológica y promueve la colaboración interdisciplinar. Al integrar directamente las referencias en el entorno del modelo HBIM, se establece un vínculo directo entre la información bibliográfica y los elementos del edificio a los que se refiere, fortaleciendo así la coherencia y solidez del proceso de análisis y conservación.

Interoperabilidad y gestión de datos

La interoperabilidad y la adecuada gestión de los datos es fundamental en el desarrollo de modelos digitales aplicados al patrimonio, especialmente cuando se trabaja en entornos colaborativos o se prevé la integración del modelo en diversas plataformas. En este contexto, la usabilidad del modelo HBIM y su compatibilidad mediante formatos abiertos, como el IFC (Industry Foundation Classes), han sido aspectos clave considerados desde las etapas iniciales del proceso. Con el objetivo de evaluar el grado de interoperabilidad del modelo, se han llevado a cabo múltiples pruebas de exportación en formato IFC hacia distintas plataformas BIM (Dalux y BIMVision) comúnmente utilizadas en el ámbito profesional (Figura 9).

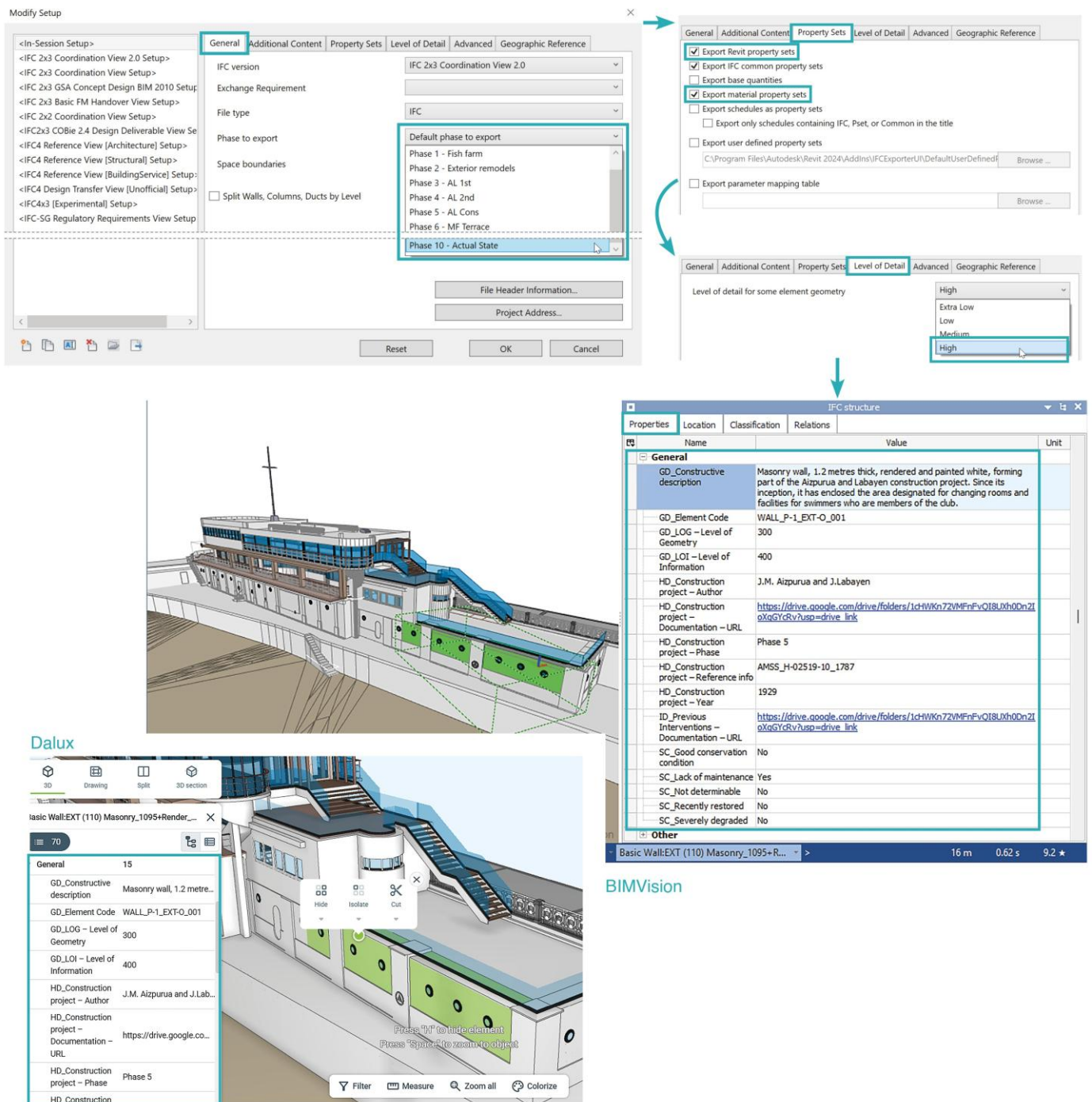


Figura 9. Muestra del proceso de exportación, desde Revit, del modelo del estado actual en formato IFC, indicando las opciones seleccionadas para ello, así como la importación del archivo IFC resultante en las plataformas de visualización BIM Dalux y BIMVision, donde se ha verificado la correcta transferencia y visualización de los datos de los parámetros definidos en el modelo de Revit (Elaboración: J. García Moreno).

Estas pruebas han permitido verificar la correcta transferencia de los elementos del modelo, asegurando que se conservaran atributos esenciales como la denominación de los componentes, su asignación a fases histórico-constructivas específicas y otras propiedades semánticas relevantes definidas durante la fase de modelado. Para alcanzar estos resultados, ha sido necesario ajustar los parámetros de configuración de exportación. Estas acciones permitieron mejorar sustancialmente la fidelidad de la transferencia de información entre plataformas, favoreciendo así un modelo más coherente, trazable y funcional en distintos entornos digitales.

En suma, este proceso de revisión y ajuste continuo no solo ha garantizado una interoperabilidad técnica efectiva, sino que también ha reforzado la capacidad del modelo HBIM como herramienta para la documentación, gestión y difusión del conocimiento patrimonial.

Conclusiones

El enfoque DSR ha permitido desarrollar un modelo HBIM funcional, replicable y validado por un panel de expertos, con un impacto positivo en la preservación, coordinación y difusión del edificio del RCNSS. La metodología HBIM ha facilitado la centralización de la documentación histórica y constructiva en un entorno digital unificado, actualizado y accesible, superando la fragmentación documental inicial.

Mediante la parametrización, cada elemento arquitectónico queda representado geoméricamente y enriquecido con información relevante, lo que posibilita la preservación digital y la consulta y extracción de datos en múltiples formatos. Esta estructuración de datos favorece el análisis de intervenciones previas y la identificación de elementos que requieren intervención, mejorando los diagnósticos de conservación y una toma de decisiones más informada. Al mismo tiempo, mejora la difusión del conocimiento sobre el edificio, permitiendo que este sea accesible para públicos no familiarizados con metodologías BIM.

Además, la adopción de formatos interoperables como IFC refuerza la integración con otras herramientas de análisis y gestión patrimonial y garantiza la sostenibilidad y accesibilidad de la información a largo plazo.

El modelo HBIM mejora los procesos de diagnóstico, planificación y ejecución de intervenciones gracias a su capacidad para identificar una afección, localizarla en el modelo, consultar la información relativa a sus materiales y antecedentes de intervención, y así tomar decisiones técnicas más fundamentadas y eficientes. Favorece, asimismo, la detección temprana de patologías y su seguimiento, lo que permite reducir costes de rehabilitación y minimizar el impacto sobre el bien.

Como limitaciones, cabe señalar que la efectividad del modelo HBIM depende en gran medida de la calidad y consistencia de la documentación disponible. En este caso, la condición de propiedad privada del inmueble, que ha restringido el acceso al edificio, la falta de planos detallados de las instalaciones (electricidad, fontanería, climatización, etc.) y de documentación sobre intervenciones recientes, así como la baja precisión de algunos planos históricos y la ausencia de datación en parte del archivo fotográfico, han dificultado el modelado de elementos ocultos como instalaciones o componentes estructurales y constructivos. Sin embargo, esta información podrá ser incorporada progresivamente a medida que se obtengan más datos o se ejecuten nuevas intervenciones reforzando el carácter dinámico, escalable y ampliable del modelo como repositorio digital del edificio. Estas limitaciones evidencian la necesidad de continuar la recopilación de datos y establecer protocolos de actualización continua, incluyendo una figura revisora encargada de garantizar la coherencia, integridad y fiabilidad del modelo a largo plazo.

Para investigaciones futuras, resulta prioritario ampliar el modelo mediante técnicas de diagnóstico no invasivas, que permitan registrar elementos ocultos o de difícil acceso sin comprometer la integridad del edificio, y consolidar protocolos de colaboración entre equipos

multidisciplinares que garanticen la actualización continua del modelo asegurando su vigencia y escalabilidad.

Asimismo, es relevante fomentar el potencial de integración del modelo HBIM con tecnologías de visualización inmersiva para desarrollar aplicaciones de realidad aumentada, virtual y mixta dirigidas a la divulgación y educación patrimonial, generando experiencias que acerquen el conocimiento arquitectónico a públicos diversos y refuercen el modelo HBIM como herramienta de transferencia y valoración colectiva del patrimonio.

En conclusión, la implementación de la metodología HBIM se consolida como una herramienta clave para la documentación, conservación, administración y proyección social del patrimonio arquitectónico reciente del siglo XX. Si bien persisten ciertos desafíos técnicos y metodológicos, su evolución y aplicación futura ofrecen un gran potencial para optimizar la gestión patrimonial y promover nuevas formas de interacción con el conocimiento arquitectónico, tanto en el ámbito profesional como en el educativo y divulgativo.

REFERENCIAS

1. García Moreno, J.; León Cascante, I.; Sagarna Aranburu, M., 'Procesos para la creación del modelo HBIM de un edificio patrimonial protegido del siglo XX. El Real Club Náutico de Donostia-San Sebastián', *EGE-Expresión Gráfica en la Edificación* **21** (2024) 4-26, <https://doi.org/10.4995/ege.2024.22199>.
2. Urkia Etxabe, J. M., *RCNSS, 125 años en la mar, 1896-2021: historia del Real Club Náutico de San Sebastián_COMPLETO*, Real Club Náutico San Sebastián, San Sebastián (2021).
3. Martínez, J. J. P.; Laka, M. S.; Cascante, I. L., 'El proceso experimental de composición del color en el Real Club Náutico de San Sebastián, edificio policromo', *EGA : revista de expresión gráfica arquitectónica* **26**(42) (2021) 168-179, <https://doi.org/10.4995/ega.2021.13240>.
4. Ruano Hernansanz, M. Á., 'El yate' elevado a 'paquebote'. Historia del Real Club Náutico de San Sebastián más allá del mito 'lecorbuseriano', 1905-1929', *Cuadernos de Proyectos Arquitectónicos* **11** (2021) 32-45, <https://doi.org/10.20868/cpa.2021.11.4823>.
5. Sanz Esquide, J. Á., *Real Club Náutico de San Sebastián, 1928-1929 José Manuel Aizpúrua y Joaquín Labayen*, Medusa - Colegio de Arquitectos de Almería, Almería (1995).
6. Medina Murua, J. Á., *José Manuel Aizpúrua y Joaquín Labayen*, 1ª ed., COAVN Delegación de Gipuzkoa, San Sebastián (2011).
7. Medina Murua, J. A., 'Un barco de Hormigón. El día que Le Corbusier visitó San Sebastián', *Lars: cultura y ciudad* **8** (2007) 49-53.
8. Murphy, M.; McGovern, E.; Pavia, S., 'Historic Building Information Modelling – Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture', *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* **76** (2013) 89-102, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.11.006>.
9. Baik, A., 'From point cloud to Jeddah Heritage BIM Nasif Historical House – case study', *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* **4** (2017) 1-18, <https://doi.org/10.1016/j.daach.2017.02.001>.
10. Jordan-Palomar, I.; Tzortzopoulos, P.; García-Valldecabres, J.; Pellicer, E., 'Protocol to manage heritage-building interventions using Heritage Building Information Modelling (HBIM)', *Sustainability* **10**(4) (2018) 908, <https://doi.org/10.3390/su10040908>.
11. Hossain, M. A.; Yeoh, J. K. W., 'BIM for existing buildings: potential opportunities and barriers', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* **371** (2018) 012051, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/371/1/012051>.
12. Castellano-Román, M.; Pinto-Puerto, F., 'Dimensions and levels of knowledge in Heritage Building Information Modelling, HBIM: the model of the Charterhouse of Jerez (Cádiz, Spain)', *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* **14** (2019) e00110, <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00110>.
13. Liu, J.; Willkens, D. S.; Foreman, G., 'An introduction to technological tools and process of Heritage Building Information Modeling (HBIM)', *EGE-Expresión Gráfica en la Edificación* **16** (2022) 50-65, <https://doi.org/10.4995/ege.2022.17723>.
14. Akin, Ş.; Gürsel Dino, İ.; Savaş Sargin, A., 'Heritage building information modelling for the conservation of 20th century modernist architecture', *METU Journal of the Faculty of Architecture* **39**(1) (2022) 1-22, <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2022.1.1>.
15. Maietti, F.; Zattini, A., 'Documentation, analysis and representation of modernist heritage through building information modeling', *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* **XLII-2/W15** (2019) 727-734, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-727-2019>.
16. Fernandes Dionizio, R.; Murphy, M.; Dezen-Kempton, E., 'Multi-scale documentation of modern Brazilian architecture: an HBIM-HGIS approach', *International Journal of Architectural Heritage* **April** (2025) 1-18, <https://doi.org/10.1080/15583058.2025.2492243>.
17. Morganti, R.; Tosone, A.; Di Donato, D.; Abita, M., 'HBIM and the 20th century steel building heritage – a procedure suitable for the construction history in Italy', *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* **XLII-2/W9** (2019) 515-522, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xlii-2-w9-515-2019>.
18. Díaz Parrilla, S.; Sanchez Fernández, A. J.; Torre Cantero, J. L. D. L., 'An approach to HBIM methodology applied to the conservation of altarpieces: two case studies in the Canary Islands', *Conservar Património* **42** (2023) 81-87, <https://doi.org/10.14568/cp27293>.

19. Angulo-Fornos, R.; Castellano-Román, M.; Pinto-Puerto, F., 'Estrategias de modelado patrimonial en HBIM, aplicación a la lectura estratigráfica del muro de fachada del cuadrante renacentista de la catedral de Sevilla', *Arqueología de la Arquitectura* **18** (2021) e109, <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2021.001>.
20. Korro, J.; Valle-Melón, J. M.; Rodríguez Miranda, Á., 'Documentary data collection: an initial step for information management in the conservation and restoration of cultural heritage', *Conservar Património* **45** (2023) 21-35, <https://doi.org/10.14568/cp27370>.
21. Ivanov, K., 'Digital three-dimensional architectural survey of traditional Bulgarian houses – Architectural BIM from point cloud survey data', *Conservar Património* **36** (2021) 36-45, <https://doi.org/10.14568/cp2019027>.
22. Fernández, A. (coord.), *BIM aplicado al Patrimonio Cultural. Documento 14. Guía de usuarios BIM*, Building SMART Spain Chapter, s.l. (2018), https://www.researchgate.net/publication/330183791_BIM_aplicado_al_Patrimonio_Cultural_Documento_14_Guía_de_usuarios_BIM_Building_SMART_Spain_Chapter (acceso 2025-04-25).
23. Holmström, J.; Ketokivi, M.; Hameri, A., 'Bridging practice and theory: a design science approach', *Decision Sciences* **40**(1) (2009) 65-87, <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00221.x>.
24. Takeda, H.; Veerkamp, P.; Yoshikawa, H., 'Modeling Design Process', *AI Magazine* **11**(4) (1990) 37-48, <https://doi.org/10.1609/aimag.v11i4.855>.
25. Prieto Rodríguez, M. A.; March Cerdá, J. C., 'Paso a paso en el diseño de un estudio mediante grupos focales', *Atención Primaria* **29**(6) (2002) 366-373, [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(02\)70585-4](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(02)70585-4).
26. Manžuch, Z., 'Ethical issues in digitization of cultural heritage', *Journal of Contemporary Archival Studies* **4** (2017) article 4, <http://elischolar.library.yale.edu/jcas/vol4/iss2/4> (acceso 2025-07-05)
27. Rouhani, B., 'Ethically digital: contested cultural heritage in digital context', *Studies in Digital Heritage* **7**(1) (2023) 1-16, <https://doi.org/10.14434/sdh.v7i1.35741>.
28. Wagner, A.; De Clippele, M.-S., 'Safeguarding cultural heritage in the digital era – a critical challenge', *International Journal for the Semiotics of Law - Revue internationale de Sémiotique juridique* **36**(5) (2023) 1915-1923, <https://doi.org/10.1007/s11196-023-10040-z>.
29. es.BIM, *Guía para la elaboración de un PEB* (2018), <https://cibim.mitma.es/recursos-cibim/otros-recursos> (acceso 2025-05-02).
30. es.BIM, *Generación de Modelos: Guía de Modelado de Arquitectura* (2018), <https://cibim.mitma.es/recursos-cibim/otros-recursos> (acceso 2025-05-02).
31. Pedro Busto Projectia S.L.P.U., *Manual para la introducción de la metodología BIM aplicado a la intervención en Bienes Inmuebles declarados BIC*, Ministerio de Cultura y Deporte, Pamplona (2021), https://habitatge.gva.es/es/web/arquitectura/bim/recursos/-/asset_publisher/2QECYOWFrAZb/content/manual-bim-en-inmuebles-declarados-bic (acceso 2025-05-03).
32. Brumana, R.; Stanga, C.; Banfi, F., 'Models and scales for quality control: toward the definition of specifications (GOA-LOG) for the generation and re-use of HBIM object libraries in a Common Data Environment', *Applied Geomatics* **14**(S1) (2022) 151-179, <https://doi.org/10.1007/s12518-020-00351-2>.
33. Da Costa, F. C. A.; Xavier Junior, E. D.; Borda, A. D. S. A., 'A doo to access HBIM: didactic aspects to advance in the level of detail (LoD), geometry (LOG) and information (LOI)', in *Blucher Design Proceedings* **12** (2024) 206-217, <https://doi.org/10.5151/sigradi2023-358>.
34. Brumana, R.; Della Torre, S.; Previtali, M.; Barazzetti, L.; Cantini, L.; Oreni, D.; Banfi, F., 'Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): surveying, preservation, site intervention—the Basilica di Collemaggio (L'Aquila)', *Applied Geomatics* **10**(4) (2018) 545-567, <https://doi.org/10.1007/s12518-018-0233-3>.
35. Sagarra, M.; Otaduy, J. P.; Mora, F.; León, I., 'Analysis of the state of building conservation through study of damage and its evolution with the state of conservation assessment BIM Model (SCABIM)', *Applied Sciences* **12**(14) (2022) 7259, <https://doi.org/10.3390/app12147259>.

RECIBIDO: 2025.6.23

REVISTO: 2025.7.8

ACEPTADO: 2025.7.22

ONLINE: 2025.11.20



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
AtribuciónNoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>