



María Lorena Villacrés-Pumagualle, Carlos Hernán Aguayza Mendieta, Oscar Danilo Gaviláñez Álvarez,
Kevin William Ortiz Chimborazo / La agencia de la imagen técnica en la conservación del patrimonio
arquitectónico: modelado 3D y HBIM como dispositivos visuales operativos



LA AGENCIA DE LA IMAGEN TÉCNICA EN LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO: MODELADO 3D Y HBIM COMO DISPOSITIVOS VISUALES OPERATIVOS

*THE ROLE OF TECHNICAL IMAGERY IN THE CONSERVATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE:
3D MODELING AND HBIM AS OPERATIONAL VISUAL DEVICES*

María Lorena Villacrés-Pumagualle

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

Carlos Hernán Aguayza Mendieta

Autor independiente

Oscar Danilo Gaviláñez Álvarez

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

Kevin William Ortiz Chimborazo

Universidad Tecnológica Indoamérica

DOI: [10.33732/ASRI.6941](https://doi.org/10.33732/ASRI.6941)

.....
Recibido: (26 03 2026)

Aceptado: (29 04 2026)
.....

Cómo citar este artículo

Villacres-Pumagualle, María Lorena, Aguayza Mendieta, Carlos Hernán, Gaviláñez Álvarez, Oscar Danilo y Ortiz Chimborazo, Kevin William. (2026). La agencia de la imagen técnica en la conservación del patrimonio arquitectónico: modelado 3D y HBIM como dispositivos visuales operativos. *ASRI. Arte y Sociedad. Revista de investigación en Arte y Humanidades Digitales*, (30), e6941.
Recuperado a partir de <https://doi.org/10.33732/ASRI.6941>

Resumen

El patrimonio arquitectónico enfrenta desafíos debido al deterioro material y a la limitada documentación técnica para su análisis estructural. Este estudio aplica el flujo *Scan-to-HBIM-to-FEM*, integrando fotogrametría (SfM), escaneo láser terrestre (TLS), modelado HBIM y simulación mediante elementos finitos en la Iglesia San Antonio de Padua, Riobamba (Ecuador). Los resultados evidencian un modelo tridimensional con alta precisión geométrica (desviaciones $< 0.2\%$), adecuado para análisis estructural. La simulación FEM permitió identificar zonas críticas de esfuerzo y su relación con irregularidades geométricas. Se concluye que el flujo propuesto es eficaz para la documentación y evaluación estructural del patrimonio.

Palabras clave

Patrimonio arquitectónico, HBIM, modelado 3D, fotogrametría digital, escaneo láser terrestre, análisis estructural.

Abstract

Architectural heritage faces challenges due to material deterioration and limited technical documentation for structural analysis. This study applies the Scan-to-HBIM-to-FEM workflow, integrating photogrammetry (SfM), terrestrial laser scanning (TLS), HBIM modeling, and finite element simulation to the San Antonio de Padua Church in Riobamba, Ecuador. The results demonstrate a three-dimensional model with high geometric accuracy (deviations $< 0.2\%$), suitable for structural analysis. FEM simulation allowed for the identification of critical stress zones and their relationship to geometric irregularities. It is concluded that the proposed workflow is effective for the documentation and structural evaluation of heritage sites.

Keywords

Architectural heritage, HBIM, 3D modeling, digital photogrammetry, terrestrial laser scanning, structural analysis.

Introducción

La conservación del patrimonio arquitectónico constituye un desafío creciente debido al envejecimiento de los materiales, intervenciones inadecuadas y factores ambientales que afectan la estabilidad estructural de las edificaciones históricas. En este contexto, la documentación precisa y el análisis estructural riguroso se convierten en elementos fundamentales para la toma de decisiones en procesos de conservación.

Durante las últimas décadas, el desarrollo de tecnologías tridimensionales ha transformado significativamente los procesos de levantamiento, documentación y diagnóstico del patrimonio arquitectónico, facilitando la generación de modelos digitales capaces de registrar con alta fidelidad la geometría y las características constructivas de los edificios históricos. La integración de técnicas como fotogrametría digital basada en *Structure from Motion* (SfM) y escaneo láser (TLS) ha permitido generar nubes de puntos densas y modelos tridimensionales con alta precisión geométrica, facilitando el registro de geometrías complejas y patologías estructurales. Alshawabkeh et al. (2021) destacan que la combinación de estas tecnologías mejora significativamente la calidad y completitud de los modelos digitales en patrimonio, aspecto también abordado por Bruno et al. (2021). En este contexto, Remondino (2023) subraya que la calidad del levantamiento tridimensional constituye un factor determinante para la fiabilidad de los modelos digitales utilizados en análisis patrimonial.

Asimismo, la incorporación de estos datos en entornos de modelo de información del patrimonio HBIM ha permitido estructurar información geométrica, constructiva e histórica dentro de sistemas digitales interoperables. Puerto et al. (2024) señalan que estos entornos favorecen la integración de datos y la coordinación interdisciplinaria en procesos de gestión y conservación patrimonial.

En paralelo, el desarrollo de flujos *Scan-to-Analysis* ha posibilitado la utilización de modelos tridimensionales como base para simulaciones estructurales mediante el método de elementos finitos FEM, permitiendo analizar esfuerzos, deformaciones y modos de vibración en edificaciones históricas. Turchetti et al. (2025) destacan que la integración entre captura tridimensional y análisis estructural construye una herramienta clave para el diagnóstico del comportamiento estructural del patrimonio construido.

En los últimos años, estos enfoques se han articulado con el desarrollo de gemelos digitales aplicados al patrimonio construido, donde los modelos tridimensionales se integran con sistemas de monitoreo y análisis de tiempo real. Mazzetto et al. (2024) señalan que estos entornos permiten ampliar las capacidades de análisis estructural y gestión preventiva mediante la integración de datos geométricos, sensores y simulaciones computacionales.

Sin embargo, a pesar de estos avances, persiste una limitación en la articulación entre la generación de modelos tridimensionales y su utilización efectiva como base para el análisis estructural. En muchos casos, los modelos digitales se emplean principalmente como herramientas de representación, sin explorar plenamente su potencial como sistemas integrados de análisis.

Desde esta perspectiva, diversos enfoques en estudios visuales han señalado que las imágenes técnicas no solo representan la realidad, sino que participan activamente en la construcción del conocimiento. Mitchell (1994) plantea que las imágenes intervienen en los procesos de interpretación, mientras que Farocki (2004) introduce el concepto de imágenes operativas para referirse a aquellas que forman parte de procesos técnicos y análisis y simulación.

En este contexto, el presente artículo propone analizar el modelo tridimensional no solo como una representación geométrica, sino como un sistema integrado de información que articula captura, modelado y simulación dentro de un flujo metodológico unificado. Para ello, se aplica un enfoque basado en el flujo *Scan-to-HBIM-to-FEM* en el estudio de la Iglesia San Antonio de Padua, ubicada en el centro histórico de Riobamba, Ecuador (Figura 1).

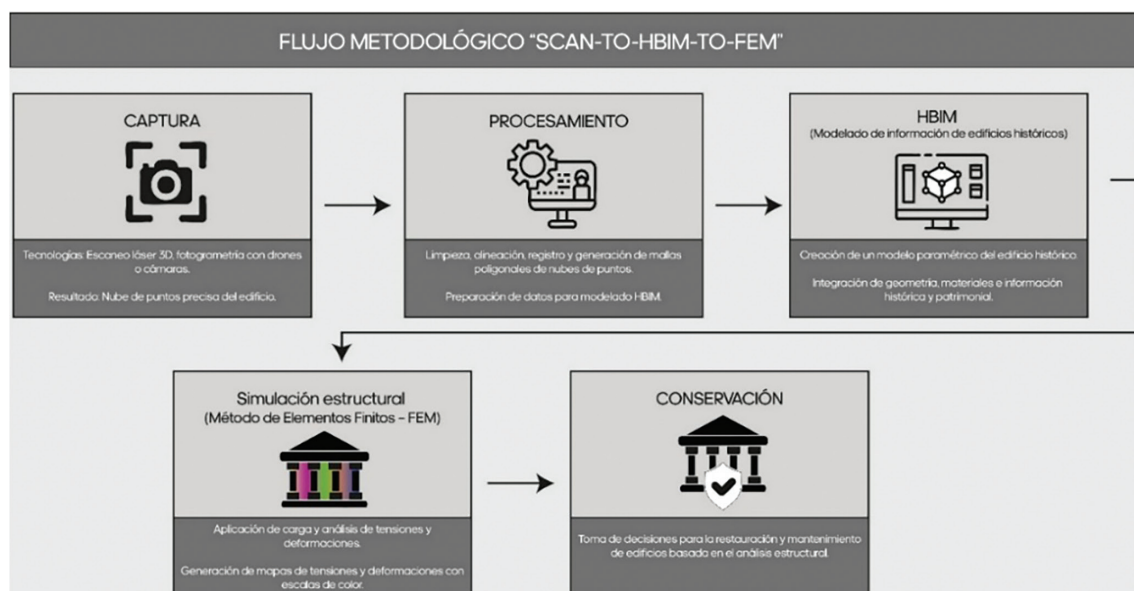
El objetivo del estudio es evaluar la capacidad de este flujo metodológico para integrar documentación geométrica, modelados semántico y análisis estructural, así como identificar sus aportes y limitaciones en el contexto de la conservación del patrimonio arquitectónico.

A partir del estudio de una edificación patrimonial ubicada en el centro histórico de Riobamba, Ecuador, la investigación examina las posibilidades y limitaciones de este enfoque metodológico, destacando el papel del modelo tridimensional como una imagen técnica operativa capaz de articular información geométrica, estructural y semántica para apoyar procesos de análisis interdisciplinarios y toma de decisiones en la conservación del patrimonio arquitectónico.

Caso de estudio: Iglesia San Antonio de Padua

La Iglesia San Antonio de Padua, también conocida como Iglesia de la Loma de Quito, se localiza en el centro histórico de la ciudad de Riobamba, Ecuador, en el sector de las calles Argentinos y Juan de

Figura 1: Flujo metodológico *Scan-to-HBIM-to-FEM* para el análisis del patrimonio arquitectónico.



Fuente: Propia.

Lavalle. Constituye uno de los templos más representativos del patrimonio arquitectónico religioso de la ciudad, tanto por su valor histórico como por su configuración formal y constructiva (Santillán Aguirre y Chacón Guadalupe, 2016, pp. 5–7).

Desde el punto de vista histórico, se trata de una edificación patrimonial del siglo XX, cuyo proceso constructivo se inicia en el año 1935 bajo la dirección del padre Toribio López, concluye aproximadamente en 1958, tras un periodo prolongado de edificación. El diseño arquitectónico fue atribuido a un arquitecto quiteño de apellido Aulestia, integrando elementos estilísticos que combinan influencias barrocas y neoclásicas dentro de un mismo conjunto arquitectónico (Bastidas Auquilla y Feijoo Jaramillo, 2021, pp. 118–131).

En términos arquitectónicos, la edificación presenta una organización espacial basada en tres naves principales, articuladas mediante columnas de orden corintio que soportan sistemas de arcos de medio punto y bóvedas. Este sistema estructural se complementa con contrafuertes laterales que permiten la adecuada transmisión de cargas hacia los muros portantes, garantizando la estabilidad del conjunto (Legon, 2019, pp. 15).

En cuanto a los materiales, predominan sistemas constructivos tradicionales basados en mampostería de piedra, morteros y elementos de madera en cubiertas y refuerzos estructurales. Asimismo, en el interior se identifican elementos ornamentales como vitrales, columnas decorativas y altares elaborados con técnicas tradicionales, lo que refuerza el valor cultural y simbólico del inmueble (Santillán Aguirre y Chacón Guadalupe, 2016, pp. 5–7).

Respecto a su estado de conservación, la edificación presenta patologías propias del envejecimiento material y de las condiciones ambientales, tales como fisuras, deformaciones localizadas e irregularidades geométricas, especialmente en zonas de transición estructural, como bóvedas y contrafuertes. Con

base en ello, Croce et al. (2021) indican que estas condiciones evidencian la necesidad de contar con herramientas de análisis que permitan comprender su comportamiento estructural de manera integral.

En relación con intervenciones previas, el edificio ha sido objeto de procesos de mantenimiento y restauración parcial orientados a preservar su integridad arquitectónica y funcional. Sin embargo, la limitada disponibilidad de documentación técnica detallada dificulta una comprensión completa de su comportamiento estructural, lo que justifica la aplicación de metodologías avanzadas de documentación y análisis como el flujo *Scan-to-HBIM-to-FEM* desarrollado en este estudio (Bastidas Auquilla y Feijoo Jaramillo, 2021, pp. 118–131).

Metodología

La metodología se aplicó al caso de estudio de la edificación patrimonial San Antonio de Padua, ubicada en el centro histórico de Riobamba (Ecuador), como ejemplo de validación del flujo *Scan-to-HBIM-to-FEM*. Este enfoque se fundamenta en la comprensión del modelo tridimensional no como resultado final, sino como una secuencia estructurada de captura, procesamiento, modelado y análisis, orientada a transformar datos geométricos en información técnica interpretable y verificable para la conservación de patrimonio arquitectónico.

En este contexto, el modelo tridimensional se concibe como un recurso técnico que permite integrar información geométrica, semántica y estructural dentro de un mismo entorno digital. Andriasyan et al. (2020) destacan que los flujos de *Scan-to-BIM* permiten articular datos de levantamiento con modelos digitales interpretables, facilitando su uso en análisis estructural. De manera complementaria, Puerto et al. (2024) señalan que los entornos HBIM favorecen la organización y gestión de información patrimonial en procesos interdisciplinarios.

Desde esta perspectiva, las visualizaciones generadas durante el proceso no se limitan a representar el edificio, sino que funcionan como soporte para el análisis técnico y la toma de decisiones en conservación. En términos conceptuales, Kepes (1965) señala que las visualizaciones científicas permiten revelar estructuras y relaciones invisibles en los fenómenos analizados, mientras que Mitchell (1994) sostiene que las imágenes no solo representan la realidad, sino que participan activamente en su construcción conceptual al intervenir en los procesos de interpretación y comprensión de los fenómenos visualizados. En esta línea, Farocki (2004) introduce el concepto de imágenes operativas para referirse a aquellas representaciones que intervienen directamente en procesos técnicos de análisis y simulación.

El proceso metodológico se estructura en cuatro fases principales: captura de datos geométricos, procesamiento de la nube de puntos, modelado semántico HBIM y simulación estructural mediante el método de elementos finitos (FEM). Estas fases pueden adaptarse según el nivel de complejidad de la edificación o los recursos tecnológicos disponibles, pero comparten un objetivo común: construir un modelo tridimensional que sea simultáneamente preciso, interpretable y útil para la conservación del patrimonio arquitectónico.

Captura de datos geométricos

La primera fase del proceso consiste en la obtención de información tridimensional de la edificación patrimonial mediante técnicas de captura digital. Para ello, se emplearon métodos de fotogrametría

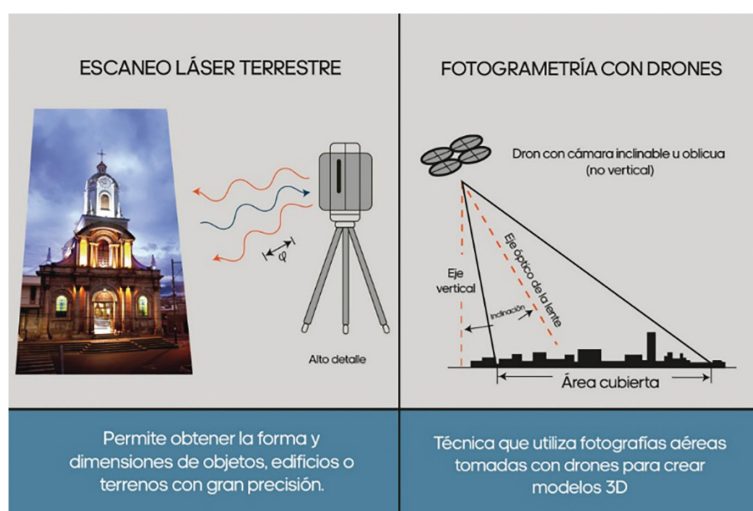
digital basados en *Structure from Motion* (SfM), a partir de imágenes obtenidas mediante cámaras SLR y drones (UAV), complementados con escaneo láser terrestre (TLS). La integración de estas tecnologías permite registrar con alta precisión la geometría del edificio, así como la información visual y cromática de sus superficies. Grilli et al. (2017) señalan que la combinación de técnicas de levantamiento mejora significativamente la calidad y completitud de los modelos tridimensionales en patrimonio.

Para garantizar la calidad del levantamiento, la captura fotogramétrica se planificó considerando criterios de solape entre imágenes, cobertura completa del objeto y variación de puntos de vista, con especial atención en zonas de difícil acceso como cubiertas y elementos ornamentales. En paralelo, el escaneo láser terrestre se organizó mediante múltiples estaciones de captura, con el fin de reducir oclusiones y asegurar la continuidad geométrica del modelado. En este sentido, Turchetti et al. (2025) destacan que la adecuada planificación de la captura es determinante para la fiabilidad de los modelos destinados a análisis estructural.

La información obtenida se almacena en forma de nubes de puntos tridimensionales que contienen millones de coordenadas espaciales (XYZ) asociadas a valores de colores y reflectancia. Estas nubes de puntos constituyen la base geométrica del modelo tridimensional y permiten representar con alta fidelidad la morfología del edificio (Figura 2). Sin embargo, como señalan Alshawabkeh et al. (2021), los datos generados durante la captura requieren procesos posteriores de depuración para garantizar su calidad.

En consecuencia, las nubes de puntos son sometidas a procesos de limpieza y control, orientados a eliminar ruidos, oclusiones y datos erróneos derivados del proceso de captura. Croce et al. (2021) destacan que la depuración de las nubes de puntos es un paso fundamental para asegurar la coherencia geométrica del modelo y su posterior uso en entornos HBIM y análisis estructural.

Figura 2: Esquema de la fase de captura geométrica, evidenciando las decisiones visuales que condicionan la calidad perceptiva y métrica del modelo tridimensional.



Fuente: Propia.

Procesamiento de la nube de puntos

Una vez obtenida la nube de puntos, se procede a su registro, alineación y segmentación mediante *software* especializado como RealityCapture, Cyclone Register 360 o CloudCompare. Esta fase permite integrar las distintas capturas realizadas desde diferentes posiciones en una nube de puntos unificada y coherente, garantizando la correspondencia espacial entre los datos y la geometría real del edificio.

El proceso de alineación se realiza mediante técnicas de ajuste entre nubes, que permiten minimizar desviaciones entre capturas y asegurar la continuidad geométrica del modelo. Posteriormente, se lleva a cabo una segmentación orientada a diferenciar los principales elementos arquitectónicos, facilitando su posterior interpretación y modelo. En este sentido, Croce et al. (2021) destacan que la segmentación constituye un paso clave para estructurar la información geométrica en procesos HBIM.

Una vez procesada la nube de puntos, se genera un modelado de alta malla tridimensional (*mesh*) compuesta por polígonos que delimitan las superficies del objeto arquitectónico. Este modelo de malla permite obtener una representación geométrica continua del edificio, manteniendo un alto nivel de detalle en sus formas y características constructivas.

Con el fin de hacer viable su utilización en fases posteriores, la malla es sometida a un proceso de simplificación geométrica controlada, en el que se reducen elementos redundantes y se preservan aquellos componentes relevantes desde el punto de vista estructural. Grilli et al. (2017) mencionan que este equilibrio entre el nivel de detalle y eficiencia computacional es fundamental en la generación de modelos tridimensionales aplicados al patrimonio.

Este proceso de depuración y simplificación permite transformar la nube de puntos inicial en un modelo geométrico interpretable, preparado para su integración en entorno HBIM y su posterior conversión en un modelo analítico para simulación estructural. En esta línea, Turchetti et al. (2025) destacan que la calidad del procesamiento geométrico influye directamente en la fiabilidad de los modelos utilizados en análisis mediante elementos finitos.

Modelado semántico e integración HBIM

En la tercera fase se desarrolla modelado semántico, mediante el cual se incorporan atributos relacionados con materiales, tipologías constructivas, patologías estructurales e intervenciones históricas. Este proceso se realiza mediante plataformas HBIM como OpenBIM, Autodesk Revit o Archicad, donde los elementos arquitectónicos: muros, columnas, bóvedas o cubiertas se modelan como objetos paramétricos dotados de propiedades específicas.

A diferencia del modelado geométrico, el HBIM permite estructurar la información del edificio en un sistema organizado, en el que cada elemento no solo representa su forma, sino también sus características constructivas y su comportamiento potencial. En este sentido, Banfi (2021) señala que el valor del HBIM radica en su capacidad para traducir información histórica y técnica compleja en modelos digitales interpretables y operativos. Bajo este mismo enfoque, Murphy (2023) destaca los avances recientes del HBIM como una herramienta clave en la integración de información patrimonial (Figura 3).

Figura 3: Modelo HBIM de la Iglesia San Antonio de Padua, donde la geometría tridimensional se integra con información semántica y constructiva para la lectura interdisciplinaria del patrimonio.



Fuente: Propia.

Con el fin de garantizar la coherencia del proceso, los elementos modelados se vinculan directamente con la información geométrica proveniente de la nube de puntos, estableciendo una correspondencia entre los datos capturados, su interpretación semántica y su representación digital. Esta relación permite asegurar la trazabilidad del modelo, entendida como la correspondencia entre los datos capturados en la nube de puntos, su interpretación en el modelo HBIM y su posterior transformación en modelo analítico para simulación estructural. Así, cada elemento del modelo puede vincularse con su origen geométrico, garantizando la coherencia del flujo *Scan-to-HBIM-to-FEM*, aspecto que se relaciona con la integración entre geometría y semántica señalada por Croce et al. (2021).

Asimismo, la estructuración del modelo en formatos interoperables como IFC permite su integración con diferentes plataformas de análisis y gestión. Puerto et al. (2024) afirman que esta interoperabilidad constituye un elemento clave en la gestión digital del patrimonio, ya que permite la transferencia de información entre disciplinas y herramientas tecnológicas (Figura 4).

En este contexto, el modelo HBIM no solo actúa como una representación del edificio, sino como una base estructurada de información que facilita su posterior conversión en un modelo analítico para simulación estructural. De esta manera, el modelo semántico se convierte en un paso fundamental dentro del flujo *Scan-to-HBIM-to-FEM*, al permitir la transición entre la documentación geométrica y el análisis técnico del comportamiento estructural del edificio.

Simulación estructural (Scan-to-Analysis)

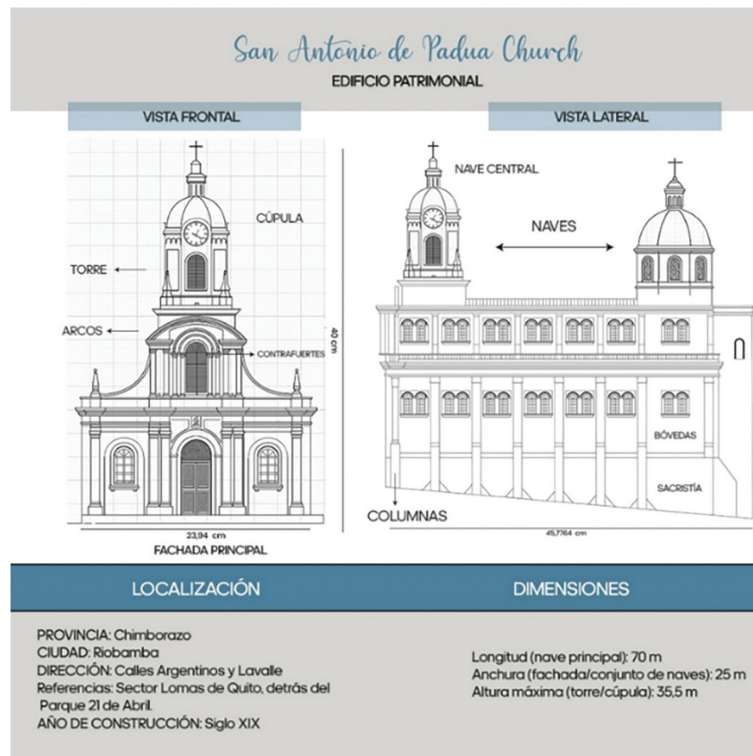
La última fase del proceso consiste en la conexión entre el modelo tridimensional y el análisis estructural asistido por ordenador mediante el método *Scan-to-Analysis*. Este procedimiento permite traducir la geometría derivada del HBIM o de la malla tridimensional a una estructura analítica compatible con el método de elementos finitos (FEM) (Figura 5).

Figura 4: Esquema de organización de metadatos asociados al modelo HBIM, que estructura visualmente la información histórica, material y constructiva del bien patrimonial.



Fuente: Propia.

Figura 5: Modelo 3D patrimonial, malla estructural FEM y mapa de esfuerzos, que muestran la transición del modelo HBIM al análisis estructural.



Fuente: Propia.

Para ello, el modelado geométrico es sometido a un proceso de simplificación orientado a conservar los elementos estructuralmente relevantes del edificio, como muros portantes, bóvedas y sistemas de soporte, eliminando detalles secundarios que no influyen en el comportamiento mecánico. Bartoli et al. (2020) señalan que esta transformación es fundamental para garantizar la coherencia entre la geometría capturada y su representación analítica en modelos estructurales.

Una vez definido el modelo analítico, se procede a la asignación de propiedades mecánicas estimadas correspondientes a los materiales tradicionales predominantes, como mampostería y morteros. Estas propiedades incluyen parámetros como densidad, módulos de elasticidad y coeficiente de Poisson, los cuales permiten garantizar el comportamiento estructural del edificio. Según Bartoli et al. (2020), la adecuada definición de estos parámetros influye directamente en la precisión de los resultados obtenidos en el análisis.

De igual forma, se aplican condiciones de carga acordes con la tipología y el uso de la edificación, incluyendo cargas gravitacionales y otras solicitaciones relevantes según el contexto estructural del inmueble. En este sentido, Turchetti et al. (2025) destacan que la correcta configuración de las condiciones de contorno es determinante para obtener simulaciones fiables en estructuras patrimoniales.

El modelo resultante es procesado en plataformas de ingeniería como ANSYS, Abaqus, DIANA FEA o SAP 2000, permitiendo simular el comportamiento mecánico del edificio mediante el cálculo de esfuerzo, deformaciones y modos de vibración. Estos análisis facilitan la identificación de zonas críticas y posibles patologías estructurales. Turchetti et al. (2025) subrayan que este tipo de simulaciones constituye una herramienta clave para el diagnóstico y la toma de decisiones en la conservación del patrimonio.

Este proceso asegura continuidad entre la captura geométrica y el análisis estructural, permitiendo que la geometría registrada en la nube de puntos se traduzca en modelo analítico simplificado, pero representativo, apto para simulación mediante elementos finitos. De este modo, el modelo tridimensional deja de ser únicamente una representación geométrica para convertirse en una herramienta operativa de análisis estructural.

Validación y control del modelo

Una vez finalizado el proceso de modelado y simulación, se realiza una fase de validación orientada a verificar la coherencia geométrica, semántica y analítica del modelo dentro del flujo *Scan-to-HBIM-to-FEM*. El protocolo de validación se estructuró en tres niveles complementarios: (1) validación geométrica, mediante la comparación entre la nube de puntos y el modelo HBIM; (2) validación semántica, orientada a comprobar la coherencia de los atributos asignados a los elementos arquitectónicos; y (3) validación analítica, dirigida a verificar la consistencia del modelo empleado en la simulación estructural mediante FEM. Esta validación permite asegurar que la información generada en cada etapa del proceso mantiene correspondencia con los datos capturados y es adecuada para su uso en análisis estructural.

El proceso de evaluación incluye la comparación entre la nube de puntos original y el modelo HBIM, con el fin de identificar posibles desviaciones geométricas en los principales elementos arquitectónicos. Asimismo, se evaluó la precisión métrica mediante el cálculo del error RMS (*Root Mean Square Error*), utilizado como indicador de ajuste global entre la nube de puntos y el modelo HBIM. Este parámetro permite cuantificar

la desviación promedio entre ambas representaciones, proporcionando una medida fiable del grado de correspondencia geométrica del modelo. En términos generales, el error RMS se expresa como:

$$RMS = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2\right)}$$

Donde d_i corresponde a la distancia entre puntos equivalentes en la nube de puntos y el modelo, y n representa el número total de puntos evaluados. El cálculo se aplicó sobre los principales elementos estructurales del edificio, como la nave central, los contrafuertes, la bóveda principal, el arco frontal y los muros laterales, lo que permitió evaluar la precisión del modelo en diferentes zonas (Croce et al., 2021). Estos valores permiten establecer un umbral de fiabilidad geométrica del modelo, adecuado para su uso en análisis estructural mediante FEM.

De manera complementaria, se realiza la verificación de la coherencia semántica de los objetos arquitectónicos y sus propiedades, asegurando que la información asociada a cada elemento sea consistente con su comportamiento constructivo y estructural. Este control permite validar no solo la geometría del modelo, sino también su capacidad para representar adecuadamente las características del edificio.

En conjunto, estos procedimientos permiten comprobar que el modelo tridimensional no solo reproduce con precisión la geometría del edificio, sino que también mantiene consistencia en la integración de datos y en su interpretación técnica. Así, la validación garantiza la fiabilidad del modelo como base para el análisis estructural y la toma de decisiones en conservación.

Además, la trazabilidad del proceso permite verificar que la información geométrica obtenida en la fase de captura se mantiene a lo largo del modelado y del análisis estructural, evitando pérdidas o inconsistencias en la transformación de los datos, lo que garantiza la continuidad de la información a lo largo de todo el flujo metodológico.

Flujo metodológico

En conjunto, el proceso metodológico puede entenderse como un flujo digital integrado que transforma los datos geométricos capturados mediante sensores en un modelo tridimensional estructurado, apto para su análisis e interpretación técnica. Este flujo articula las fases de captura, procesamiento, modelo semántico y simulación estructural dentro de un sistema coherente, garantizando la correspondencia entre datos originales, su representación digital y su uso en análisis estructural.

De este modo, el modelo resultante no solo reproduce la geometría del edificio, sino que permite su interpretación como un sistema analítico, facilitando la evaluación del comportamiento estructural y la toma de decisiones en procesos de conservación del patrimonio arquitectónico.

Resultados

La presente sección presenta los resultados obtenidos a partir de la aplicación del flujo metodológico *Scan-to-HBIM-to-FEM*, destacando su utilidad para el análisis estructural y la documentación digital de edificaciones patrimoniales históricas. Los resultados se organizan en cuatro apartados: calidad métrica

del modelo tridimensional, generación e interoperabilidad del modelo HBIM, preparación para análisis estructural mediante FEM y aportes metodológicos derivados del estudio.

El análisis se ilustra con información validada del modelo HBIM de la Iglesia San Antonio de Padua, ubicada en el centro histórico de Riobamba (Ecuador) y se fundamenta en los datos obtenidos durante las fases de captura, procesamiento, modelado y validación descritas en la metodología.

En este contexto, los resultados permiten evaluar tanto el desempeño técnico del flujo metodológico como la fiabilidad del modelo tridimensional para su uso en análisis estructural. También, evidencian la capacidad del modelo para integrar información geométrica y semántica dentro de un sistema digital coherente. En este sentido, Banfi (2021) señala que los modelos HBIM permiten estructurar información patrimonial compleja en entornos digitales interpretables, facilitando su uso en procesos de análisis y conservación.

Calidad métrica y validación del modelo tridimensional

La integración de tecnologías TLS y SfM, bajo los criterios de captura y procesamiento definidos en la metodología, permitió generar nubes de puntos tridimensionales con precisión subcentimétrica, coherentes con los estándares reportados en investigaciones recientes sobre documentación digital del patrimonio construido. Estas técnicas han demostrado ser especialmente eficaces para registrar geometrías complejas y deformaciones estructurales en edificaciones históricas, facilitando la generación de modelos tridimensionales de alta fidelidad.

El contraste entre la nube de puntos original y el modelo HBIM, realizados mediante los procedimientos de validación descritos en la sección metodológica, evidenció desviaciones mínimas en los principales elementos estructurales. En la nave central, con una dimensión de referencia de 70 000 mm la desviación máxima registrada fue de 14 mm, lo que corresponde aproximadamente a 0.02%. En el caso de los contrafuertes, con una referencia de 12 000 mm, la desviación máxima fue de 20 mm, equivalente a 0.17%. En términos generales, ninguna desviación superó el 0.2%, lo que confirma la alta precisión geométrica del modelo destinado a análisis estructural mediante FEM. En este sentido, Turchetti et al. (2025) destacan que la precisión geométrica constituye un factor determinante para la fiabilidad de modelos estructurales derivados de procesos de captura digital.

Los valores obtenidos se resumen en la Tabla 1, donde se presenta la comparación de desviaciones métricas entre los principales elementos estructurales del edificio.

Los resultados evidencian que la densidad y calidad de la nube de puntos son adecuados para aplicaciones *Scan-to-Analysis*, siempre que los procesos de simplificación geométrica y segmentación semántica se realicen bajo criterios metodológicos controlados. Andriasyan et al. (2020) destacan que la calidad de datos de entrada condiciona directamente la fiabilidad de los modelos estructurales derivados.

Asimismo, se identificaron desviaciones localizadas en los elementos arquitectónicos de alta complejidad geométrica, particularmente en los contrafuertes laterales, donde la presencia de ornamentación generó ligeras variaciones en el registro. Este comportamiento coincide con lo señalado por Croce et al. (2021)

Tabla 1: Comparación de desviaciones métricas entre la nube de puntos y el modelo HBIM, como indicador de precisión geométrica y confiabilidad visual del modelo tridimensional.

Elemento estructural	Dimensión de referencia (mm)	Desviación máxima (mm)	Desviación relativa (%)	Observaciones relativas
Nave central	70 000	14	0.02%	Excelente correspondencia geométrica
Contrafuertes	12 000	20	0.17%	Leve irregularidad por ornamentación lateral
Bóveda principal	8 500	10	0.12%	Tolerancia dentro del rango de precisión FEM
Arco frontal	5 200	9	0.17%	Pequeñas variaciones por oclusión en el registro
Muros laterales	9 300	11	0.12%	Buen ajuste; diferencia mínima en cornisas
Promedio total	---	---	0.12%	Precisión general excelente (RMS<0.2%)

Fuente: Propia.

quienes destacan que los elementos decorativos representan uno de los principales desafíos en procesos de modelado patrimonial basado en nubes de puntos.

En conjunto, estos resultados confirman que el modelo tridimensional obtenido mantiene un alto nivel de precisión geométrica y consistencia estructural, lo que permite su utilización como base fiable para el análisis mediante elementos finitos y la evaluación técnica del comportamiento estructural del edificio.

Generación del modelo HBIM y enriquecimiento semántico

La conservación del modelo de malla tridimensional en un modelo HBIM se realizó mediante un proceso de reconstrucción semántica orientado a identificar y estructurar los principales elementos arquitectónicos de la edificación, tales como muros, bóvedas, contrafuertes y cubierta. Cada uno de estos elementos fue modelado como un objeto paramétrico al que se le asignaron atributos asociados a materiales, estados de conservación e intervenciones previas, siguiendo criterios de interpretación de nubes de puntos y entornos BIM. En este sentido, Andriasyan et al. (2020) destacan que la incorporación de información semántica permite transformar datos geométricos en modelos digitales interpretables.

Este proceso permitió establecer una correspondencia directa entre la geometría capturada y su representación en el modelo HBIM, garantizando la trazabilidad entre los datos originales, su reconstrucción digital y su posterior uso analítico. Como señala Croce et al. (2021), la integración entre geometría y semántica es fundamental para asegurar la fiabilidad de los modelos en contextos patrimoniales.

El modelo fue estructurado utilizando el formato de intercambio IFC, lo que permitió garantizar su interoperabilidad y facilitar su integración con plataformas de análisis estructural y sistemas de gestión de información. Puerto et al. (2024) destacan que la interoperabilidad constituye un elemento clave en los entornos HBIM, al permitir la transferencia de información entre disciplinas y herramientas digitales. La información geométrica y constructiva se organizó dentro de un sistema estructurado que integra propiedades, materiales, capas constructivas e historial de intervenciones. Esta organización permite gestionar la información patrimonial de manera coherente y facilita su uso en procesos de análisis, documentación y conservación.

En general, el modelo HBIM obtenido no solo representa la geometría del edificio, sino que constituye una base de datos estructurada que permite su utilización en análisis estructural y en la toma de decisiones. De este modo, el enriquecimiento semántico del modelo se consolida como un paso fundamental dentro del flujo *Scan-to-HBIM-to-FEM*, al permitir la transición entre la documentación geométrica y su aplicación en procesos técnicos de análisis y conservación.

Preparación para análisis estructural y resultados FEM

La preparación del modelo para análisis estructural implicó un proceso de transformación del modelo geométrico en un modelo analítico compatible con el método de elementos finitos (FEM). Este proceso incluyó una simplificación geométrica controlada, la definición de propiedades mecánicas de los materiales tradicionales como mampostería y morteros, la aplicación de cargas estructurales y la generación del mallado necesario para la simulación.

La simplificación geométrica permitió eliminar detalles secundarios que no influyen en el comportamiento estructural, manteniendo aquellos elementos clave para el análisis. Bartoli et al. (2020) señalan que esta adaptación del modelo es fundamental para garantizar la coherencia entre la geometría capturada y su representación analítica en entornos FEM. Asimismo, la asignación de propiedades mecánicas y condiciones de carga se realizó considerando la tipología y características constructivas del edificio. En este sentido, Turchetti et al. (2025) destacan que la calidad del levantamiento tridimensional y la adecuada definición de parámetros estructurales influyen directamente en la fiabilidad de los resultados obtenidos mediante análisis FEM.

Los resultados de la simulación permitieron identificar sectores críticos de esfuerzo estructural, principalmente en los coronamientos de las bóvedas, en los empalmes entre bóvedas y muros, y en las coronas de los contrafuertes. Estas zonas coinciden con las áreas de mayor desviación geométrica identificadas en el modelo tridimensional, lo que sugiere una relación directa entre irregularidades geométricas y concentraciones de tensión estructural (Figura 6).

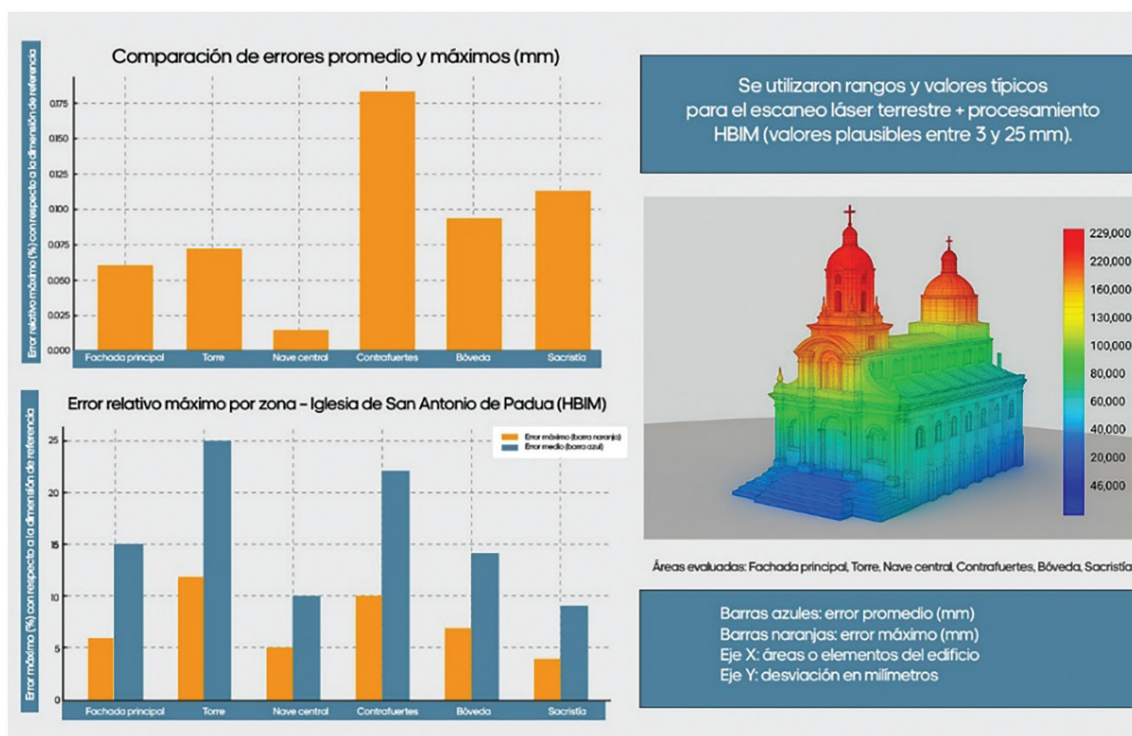
La representación de los resultados mediante mapas de esfuerzo y deformación facilitó la interpretación del comportamiento estructural del edificio, permitiendo visualizar la distribución de tensiones y las zonas de mayor sollicitación. Como indican Bartoli et al. (2020), la visualización de resultados del análisis FEM constituyen un recurso fundamental para el análisis estructural, al permitir transformar datos numéricos en información interpretable para la evaluación técnica.

En términos generales, estos resultados evidencian que el modelo tridimensional, una vez procesado y validado, puede ser utilizado como base fiable para la simulación estructural, permitiendo no solo identificar zonas críticas, sino también establecer relaciones entre la geometría del edificio y su comportamiento mecánico.

Aportes metodológicos y lecciones aprendidas

Los resultados obtenidos permiten identificar una serie de aportes metodológicos derivados de la aplicación del flujo $TLS + SfM \rightarrow HBIM \rightarrow FEM$ en el estudio de edificaciones patrimoniales, los cuales contribuyen a fortalecer la articulación entre documentación digital y análisis estructural.

Figura 6: Mapa de calor de esfuerzos estructurales obtenido mediante simulación FEM, utilizado como herramienta visual para la identificación e interpretación de zonas críticas en la edificación patrimonial.



Fuente: Propia.

En primer lugar, el caso de estudio de la Iglesia San Antonio de Padua confirma que la integración de técnicas TLS y SfM dentro de un flujo Scan-to-HBIM-to-FEM es técnicamente viable y replicable en contextos patrimoniales. Este resultado es consistente con lo planteado por Andriasyan et al. (2020), quienes destacan la importancia de articular la captura geométrica con entornos BIM para su aplicación en análisis técnico.

En segundo lugar, se evidencia que el uso combinado de drones, cámaras SLR y escaneo láser terrestre, permite alcanzar niveles de precisión subcentimétricas incluso en contextos con limitaciones de recursos. En este sentido, Fabris et al. (2023) señalan que las estrategias híbridas de captura constituyen una alternativa eficiente para la documentación digital de bajo costo en patrimonio construido.

En tercer lugar, la estructuración semántica del modelo HBIM facilita la coordinación interdisciplinaria, al permitir que diferentes actores: arquitectos, ingenieros, diseñadores gráficos y especialistas en patrimonio trabajen sobre una base de información común. Como indican Puerto et al. (2024), la interoperabilidad y la organización de datos en entornos HBIM representan un elemento clave para la gestión digital del patrimonio.

Asimismo, la integración entre la validación geométrica y los resultados del análisis FEM permitió establecer una relación directa entre desviaciones geométricas y concentraciones de esfuerzo estructural. Este hallazgo constituye un aporte relevante del estudio, al evidenciar que la información derivada del levantamiento tridimensional puede ser utilizada no solo para documentación, sino también para la identificación anticipada de zonas críticas en el comportamiento estructural del edificio. En este sentido,

Turchetti et al. (2025) destacan la importancia de integrar datos geométricos y análisis estructural en procesos de conservación basados en evidencia.

Finalmente, se identificaron limitaciones asociadas a la complejidad geométrica de ciertos elementos ornamentales y a los requerimientos computacionales de las simulaciones estructurales de alta resolución. Croce et al. (2021) mencionan que estos factores representan desafíos recurrentes en procesos de modelado patrimonial basados en nubes de puntos, y deben ser considerados en futuros desarrollos metodológicos.

En conjunto, estos aportes permiten evidenciar que el flujo metodológico propuesto no solo es aplicable, sino que ofrece una base sólida para integrar documentación digital y análisis estructural en estudios de conservación del patrimonio arquitectónico.

Discusión

Los resultados obtenidos permiten confirmar la eficacia del flujo metodológico *Scan-to-HBIM-to-FEM* aplicado a edificaciones patrimoniales evidenciando que la integración de tecnologías de captura tridimensional, modelado semántico y simulación estructural constituyen una estrategia robusta para la documentación y análisis del patrimonio construido. En particular, la precisión geométrica alcanzada ($RMS < 0.2\%$) y la coherencia entre nube de puntos, modelo HBIM y resultado FEM demuestra la fiabilidad del modelo como base para el análisis estructural.

Desde una perspectiva técnica, los resultados obtenidos se alinean con las tendencias actuales en digitalización del patrimonio arquitectónico, donde la combinación de fotogrametría SfM y escaneo láser terrestre (TLS) ha demostrado ser eficaz para el levantamiento de geometrías complejas. Alshawabkeh et al. (2021) destacan que la integración de estas técnicas mejora la calidad y completitud de los modelos tridimensionales. Asimismo, Bartoli et al. (2020) mencionan que la vinculación entre modelos digitales y análisis mediante elementos finitos permite comprender con mayor precisión el comportamiento estructural de edificaciones históricas, como también se evidencia en López et al. (2022).

Un aspecto relevante evidenciado en este estudio es la relación entre la precisión geométrica del modelo y los resultados del análisis estructural. Las zonas con mayores desviaciones métricas, identificadas durante la validación, coinciden con áreas críticas de concentración de esfuerzos en la simulación FEM. Este hallazgo sugiere que las irregularidades geométricas registradas mediante captura digital no solo afectan la representación del modelo, sino que también pueden estar asociadas a comportamientos estructurales específicos del edificio.

En este sentido, el modelo tridimensional deja de ser únicamente una representación geométrica para convertirse en una herramienta analítica capaz de integrar datos de levantamiento, modelo y simulación dentro de un mismo entorno. Andriasyan et al. (2020) destacan que los flujos *Scan-to-BIM* permiten precisamente esta articulación entre datos geométricos y análisis técnico, facilitando su aplicación en estudios de conservación patrimonial.

Más allá de su dimensión técnica, los resultados permiten evidenciar el papel de las visualizaciones digitales como soportes para la interpretación del comportamiento estructural. Kepes (1965) señala

que las visualizaciones científicas permiten revelar estructuras no evidentes en los fenómenos analizados, mientras que Mitchell (1994) plantea que las imágenes participan en la construcción del conocimiento al mediar entre los datos y su interpretación.

En el contexto de este estudio, esta función se evidencia en la visualización de resultados de análisis FEM, donde los mapas de esfuerzo y deformación permiten identificar de manera clara las zonas críticas del edificio. Bartoli et al. (2020) destacan que estas representaciones constituyen una expresión gráfica del análisis numérico, facilitando la comprensión de fenómenos estructurales complejos.

Asimismo, la integración del modelo HBIM en el flujo metodológico, permite estructurar la información patrimonial en un sistema interoperable, favoreciendo la colaboración entre disciplinas. Banfi (2021) señala que el valor del HBIM radica en su capacidad para organizar información geométrica, histórica y constructiva en entornos digitales interpretables. De manera complementaria, Puerto et al. (2024) destacan que la interoperabilidad de estos sistemas facilita su aplicación en procesos de gestión y conservación del patrimonio.

Finalmente, estos resultados permiten sostener que la integración de captura tridimensional, modelado sistemático y análisis estructural no solo constituye una estrategia técnica eficaz, sino también un enfoque que amplía las posibilidades de interpretación del patrimonio construido. El modelo tridimensional, en este contexto, actúa como un sistema integrado de información que articula representación, análisis y toma de decisiones dentro de procesos complementarios de conservación.

Conclusiones

El presente estudio analizó la aplicación del flujo metodológico *Scan-to-HBIM-to-FEM* en la documentación y análisis estructural de una edificación patrimonial, utilizando como caso de estudio la Iglesia San Antonio de Padua, en el centro histórico de Riobamba. Los resultados obtenidos demuestran que la integración de técnicas de captura tridimensional, modelado semántico HBIM y simulación estructural mediante el método de elementos finitos, constituye una estrategia metodológica eficaz y fiable para el diagnóstico estructural de edificaciones patrimoniales.

Desde una perspectiva técnica, el uso combinado de fotogrametría SfM y escaneo láser terrestre permitió generar nubes de puntos de alta densidad y precisión subcentimétrica, lo que posibilitó la construcción de un modelo tridimensional geoméricamente confiable. La validación métrica evidenció desviaciones inferiores al 0.2%, lo que confirma su idoneidad para aplicaciones de análisis estructural mediante FEM.

De igual forma, la integración del modelo en un entorno HBIM permitió estructurar información geométrica, material e histórica dentro de un sistema digital interoperable, facilitando la coordinación entre disciplinas y su posterior utilización en procesos de análisis estructural y conservación patrimonial.

Uno de los principales aportes del estudio radica en la demostración de la relación entre la precisión geométrica del modelo y los resultados del análisis estructural. Las zonas con mayor desviación identificadas durante la validación coinciden con áreas críticas de concentración de esfuerzos en la

simulación FEM, lo que evidencia la relevancia del levantamiento tridimensional como base para la interpretación del comportamiento estructural del edificio.

En este sentido, el modelo tridimensional deja de ser únicamente una representación geométrica para consolidarse como una herramienta analítica que integra captura, modelado y simulación dentro de un mismo flujo metodológico. Esta integración permite no solo documentar el patrimonio, sino también apoyar procesos de diagnóstico estructural y toma de decisiones en conservación.

Finalmente, el estudio identifica limitaciones asociadas a la complejidad geométrica de ciertos elementos ornamentales y a los requerimientos computacionales de los procesos de modelado y simulación. En este contexto, futuras investigaciones podrían explorar la automatización de procesos mediante técnicas de segmentación avanzada, así como la integración con sistemas de monitoreo estructural y gemelos digitales.

De manera general, los resultados obtenidos confirman que el flujo Scan-to-HBIM-to-FEM constituye una base metodológica sólida para la integración de documentación digital y análisis estructural en el estudio del patrimonio arquitectónico.

Referencias bibliográficas

- Alshawabkeh, Y., Haala, N., Grussenmeyer, P., Fritsch, D. y Makhoul, E. (2021). Integration of laser scanner and photogrammetry for heritage BIM enhancement. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(5), 316. <https://doi.org/10.3390/ijgi10050316>
- Andriasyan, M., Moyano, J., Nieto-Julián, J. E. y Reinoso, J. (2020). From point cloud data to building information modelling: A review of workflows and applications. *Remote Sensing*, 12(7), 1094. <https://doi.org/10.3390/rs12071094>
- Banfi, F. (2021). HBIM, 3D drawing and virtual reality for archaeological sites and ancient ruins. *Virtual Archaeology Review*, 12(24), 16–33.
- Bartoli, G., Betti, M., Biagini, P., Borghini, A., Marradi, A., Degli Abbatì, S. y Orlando, M. (2020). From TLS data to FE model: The case study of a masonry vault. *Procedia Structural Integrity*, 29, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2020.11.128>
- Bastidas Auquilla, D. F. y Feijoo Jaramillo, R. A. (2021). *Análisis para la valoración de la arquitectura religiosa presente en la ciudad de Riobamba* [Trabajo de titulación, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio UNACH. <https://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8614>
- Bruno, N., Roncella, R. y Monti, C. (2021). Scan-to-BIM for heritage buildings: A review of current applications. *Journal of Cultural Heritage*, 50, 204–216. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.03.001>
- Croce, V., Caroti, G., De Luca, L., Jacquot, K., Piemonte, A. y Véron, P. (2021). From the semantic point cloud to HBIM: A methodological approach for cultural heritage. *Remote Sensing*, 13(3), 461. <https://doi.org/10.3390/rs13030461>
- Fabris, M., Menin, A., Achilli, V. y Taffarel, M. (2023). Low-cost SfM photogrammetry for 3D documentation in cultural heritage. *Drones*, 7(2), 101. <https://doi.org/10.3390/drones7020101>
- Farocki, H. (2004). Phantom Images. *Public*, 29, 12–22.
- Grilli, E., Fassi, F. y Remondino, F. (2017). From 3D survey to HBIM for documentation, dissemination and management of built heritage. *ISPRS Archives*, XLII-2/W5, 339–346. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-339-2017>

- Kepes, G. (1965). *The language of vision*. Paul Theobald and Company.
- Legon, J. C. (2019). *Diseño del recorrido por las principales iglesias de Riobamba* [Trabajo de titulación, Universidad Nacional de Chimborazo]. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/331268676_2019_Diseño_del_recorrido_por_las_principales_iglesias_de_Riobamba
- López, F. J., Lerones, P. M., Llamas, J., Gómez-García-Bermejo, J. y Zalama, E. (2022). HBIM for the structural analysis of historic constructions: A review. *Automation in Construction*, 134, 104048. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104048>
- Mazzetto, S., Rinaudo, F., Spanò, A., Achille, C. y Chiabrando, F. (2024). Digital twins for cultural heritage: Integration of 3D models and monitoring systems. *Heritage*, 7(11), 300. <https://doi.org/10.3390/heritage7110300>
- Mitchell, W. J. T. (1994). *Picture theory: Essays on verbal and visual representation*. University of Chicago Press.
- Murphy, M. (2023). Historic Building Information Modelling (HBIM): Latest developments and future directions. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(3), 102. <https://doi.org/10.3390/ijgi12030102>
- Puerto, A., del Río, J. M., García, A. y León, J. (2024). BIM-based methodologies for heritage buildings: Integration, interoperability and management. *Journal of Building Engineering*, 92, 110446. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.110446>
- Remondino, F. (2023). 3D survey and photogrammetry for heritage documentation. En F. Remondino y S. Campana (Eds.), *3D recording, documentation and management of cultural heritage* (2nd ed.). Whittles Publishing.
- Santillán Aguirre, A. F. y Chacón Guadalupe, C. A. (2016). *Promoción turística de “Las siete iglesias” de Riobamba mediante una propuesta de un paseo virtual multimedia aplicando vista 360°* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPOCH. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5890>
- Turchetti, F., Cuca, B., Oreni, D. y Agapiou, A. (2025). Recording historic buildings for finite element analysis: From survey to structural assessment. *Heritage*, 8(2), 55. <https://doi.org/10.3390/heritage8020055>

BIO



 **María Lorena Villacrés Pumagualle** es Ingeniera en Diseño Gráfico (ESPOCH, 2013), cuenta con una Maestría en Postproducción Digital Audiovisual (ESPOL, 2017) y un Máster en Animación 3D para las Industrias del Entretenimiento (UNIR, 2025). Docente a tiempo completo en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica. Tiene varias publicaciones de artículos con factor regional, así como libros, capítulos de libro, participación en poster Bienal Ecuador. Ha trabajado en áreas de diseño gráfico, animación 2D y modelado 3D. Contacto: marial.villacres@esPOCH.edu.ec.



Carlos Hernán Aguayza Mendieta es profesional en Diseño Digital y Multimedia por la Universidad Indoamérica, con Maestría en Postproducción Audiovisual Digital (ESPOL). Cuenta con más de 18 años de experiencia en diseño gráfico, multimedia y producción audiovisual, desarrollando identidad visual y estrategias publicitarias. Posee más de 12 años de trayectoria como docente universitario y experiencia en gestión académica como coordinador de carreras. Su especialidad incluye modelado y animación 2D y 3D, producción audiovisual e ilustración digital, además de liderazgo en proyectos de investigación y vinculación. Contacto: carlos.aguayza.hawie@gmail.com



Oscar Danilo Gaviláñez Álvarez tiene un Doctorado en Ingeniería de Sistemas e Informática por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Ingeniero en Sistemas y Magíster en Interconectividad de Redes (ESPOCH). Cuenta con más de 15 años de experiencia en docencia universitaria en Tecnologías de la Información. Su trabajo académico se enfoca en seguridad informática, auditoría de sistemas, redes y tecnologías emergentes. Docente tiempo completo en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica. Ha participado en proyectos de investigación, publicaciones científicas y congresos nacionales e internacionales. Además, se desempeña como evaluador en revistas indexadas y eventos académicos, y es miembro de la Asociación Mundial de Tutores Virtuales. Contacto: oscar.gavilanez@epoch.edu.ec.



Kevin William Ortiz Chimborazo es docente universitario y profesional del diseño con experiencia en fotografía, producción audiovisual, diseño digital y desarrollo de proyectos creativos. Su trabajo integra la práctica académica con la producción profesional, explorando áreas como la comunicación visual, la narrativa audiovisual y la formación de nuevos talentos en el campo del diseño. Además de su labor docente, dirige proyectos vinculados a identidad visual, fotografía y creación de contenido, combinando una visión estratégica con sensibilidad artística. A lo largo de su trayectoria ha participado en procesos de formación, investigación y producción, aportando tanto en el ámbito educativo como en el profesional. Contacto: kortiz5@indoamerica.edu.ec.