



La convergencia entre Inteligencia Artificial, Automatización y BIM: una revisión sistemática de la literatura sobre diseño y construcción inteligentes

The Convergence of Artificial Intelligence, Automation, and BIM: A Systematic Literature Review on Intelligent Design and Construction

A convergência entre Inteligência Artificial, Automação e BIM: uma revisão sistemática da literatura sobre design e construção inteligentes

José Luis Camarena Mucha

Invj.lcamarena@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1099-1701>

Universidad Nacional del Centro del Perú Lima, Perú

Franklin Edgar Gonzales Mavila

fgonzalesm@continental.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-8976-9830>

Universidad continental Lima, Perú

Karem Lesly Sedano Sedano

Karemssedan@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-0985-8139>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

<http://doi.org/10.59659/impulso.v.6i13.306>

Artículo recibido 12 de noviembre 2025 | Aceptado 25 de diciembre 2025 | Publicado 5 de enero 2026

RESUMEN

La convergencia entre la Inteligencia Artificial, la automatización y el Building Information Modeling está redefiniendo de manera progresiva los procesos de diseño, construcción, operación y gestión en el sector de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. El presente estudio tuvo como objetivo analizar sistemáticamente la literatura científica reciente sobre esta convergencia, con especial atención a sus aportes al diseño y la construcción inteligentes. Para ello, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura, a partir de un corpus de 19 artículos científicos seleccionados según criterios de pertinencia temática, actualidad y relación directa con el objeto de estudio. Los hallazgos evidencian que esta integración fortalece la planificación, la simulación, el diseño generativo, la gestión de cronogramas y costos, la seguridad en obra, el mantenimiento predictivo, la trazabilidad de la información y la sostenibilidad del entorno construido. Asimismo, se identificó que tecnologías como los gemelos digitales, el Internet de las Cosas, la visión computacional y el aprendizaje automático amplían la capacidad operativa de los modelos digitales y favorecen procesos más precisos, anticipatorios y adaptativos. No obstante, la revisión también revela desafíos persistentes vinculados con la interoperabilidad, la calidad de los datos, la ciberseguridad, la falta de estandarización y la necesidad de formación especializada. Se concluye que el desarrollo efectivo del diseño y la construcción inteligentes exige no solo adopción tecnológica, sino también marcos de integración más robustos, gobernanza de datos y validación práctica en contextos reales.

Palabras clave: Construcción 4.0; Gemelo digital; Interoperabilidad; Sostenibilidad

ABSTRACT

The convergence of Artificial Intelligence, automation, and Building Information Modeling is progressively redefining design, construction, operation, and management processes within the architecture, engineering, and construction sector. The present study aimed to systematically analyze recent scientific literature on this convergence, with particular attention to its contributions to intelligent design and smart construction. To this end, a systematic literature review was conducted based on a corpus of 19 scientific articles selected according to criteria of thematic relevance, timeliness, and direct connection with the object of study. The findings show that this integration strengthens planning, simulation, generative design, schedule and cost management, on-site safety, predictive maintenance, information traceability, and the sustainability of the built environment. Likewise, it was identified that technologies such as digital twins, the Internet of Things, computer vision, and machine learning expand the operational capacity of digital models and foster more precise, anticipatory, and adaptive processes. However, the review also reveals persistent challenges related to interoperability, data quality, cybersecurity, lack of standardization, and the need for specialized training. It is concluded that the effective development of intelligent design and smart construction requires not only technological adoption, but also more robust integration frameworks, data governance, and practical validation in real-world contexts.

Keywords: Construction 4.0; digital twin; interoperability; sustainability

RESUMO

A convergência entre a Inteligência Artificial, a automação e o Building Information Modeling está redefinindo progressivamente os processos de projeto, construção, operação e gestão no setor de arquitetura, engenharia e construção. O presente estudo teve como objetivo analisar sistematicamente a literatura científica recente sobre essa convergência, com especial atenção às suas contribuições para o projeto e a construção inteligentes. Para isso, foi desenvolvida uma revisão sistemática da literatura, a partir de um corpus de 19 artigos científicos selecionados segundo critérios de pertinência temática, atualidade e relação direta com o objeto de estudo. Os resultados evidenciam que essa integração fortalece o planejamento, a simulação, o projeto generativo, a gestão de cronogramas e custos, a segurança na obra, a manutenção preditiva, a rastreabilidade da informação e a sustentabilidade do ambiente construído. Além disso, identificou-se que tecnologias como os gêmeos digitais, a Internet das Coisas, a visão computacional e o aprendizado de máquina ampliam a capacidade operacional dos modelos digitais e favorecem processos mais precisos, antecipatórios e adaptativos. No entanto, a revisão também revela desafios persistentes relacionados à interoperabilidade, à qualidade dos dados, à cibersegurança, à falta de padronização e à necessidade de formação especializada. Conclui-se que o desenvolvimento efetivo do projeto e da construção inteligentes exige não apenas adoção tecnológica, mas também estruturas de integração mais robustas, governança de dados e validação prática em contextos reais.

Palavras-chave: Construção 4.0; Gêmeo digital; Interoperabilidade; Sustentabilidade

INTRODUCCIÓN

La arquitectura, la ingeniería y la construcción atraviesan hoy una transformación que ya no puede explicarse mediante innovaciones aisladas, porque lo que la literatura reciente revela es un proceso de convergencia entre Building Information Modeling (BIM), inteligencia artificial, automatización, Internet de las Cosas, analítica de datos, visión computacional y gemelos digitales. En este nuevo escenario, BIM ya no aparece únicamente como una técnica de representación tridimensional, sino como una base informacional sobre la cual se articulan decisiones, simulaciones, predicciones y acciones automatizadas a lo largo del ciclo de vida del activo. En esa línea, Sacks et al. (2020) sostienen que BIM debe entenderse en su sentido más amplio, como el soporte que hace viable una nueva generación de Construction Tech; Baduge et al. (2022) amplían esta lectura al mostrar que la construcción 4.0 se apoya precisamente en la interacción entre sistemas digitales, sensores, automatización y aprendizaje computacional; Yang (2025) y Bassir et al. (2023) refuerzan que esta evolución está desplazando al sector desde flujos de trabajo fragmentados hacia modelos de gestión apoyados en machine learning, deep learning y tratamiento masivo de datos; y

Arumugam (2024) resume esta transición señalando que la integración BIM-IA se ha convertido en un eje de infraestructura inteligente, adaptativa y sostenible. Visto así, la construcción inteligente ya no depende solo de modelar mejor, sino de transformar la información del proyecto en capacidad de análisis, anticipación y respuesta.

Dentro de esa transición, el papel de BIM resulta decisivo porque opera como la infraestructura cognitiva del proyecto, es decir, como el entorno donde los datos geométricos, funcionales, temporales, económicos y operativos pueden integrarse para hacer posible el razonamiento automatizado. Kutá y Faltejsek (2025) subrayan que la incorporación de IA al entorno BIM introduce automatización de procesos, optimización del diseño y gestión más eficiente durante construcción, operación y mantenimiento; Attia (2025) añade que esta integración impacta directamente en la precisión, la productividad y la toma de decisiones a lo largo del ciclo del proyecto; Khan et al. (2024) recuerdan que BIM no es solo software, sino una metodología compuesta por políticas, procesos y tecnologías; y Aleke et al. (2024) insisten en que su valor aumenta cuando puede coordinar información confiable y reutilizable entre múltiples actores.

Esta lectura dialoga bien con varios autores secundarios recientes citados dentro del corpus, todos posteriores a 2018: Eastman et al. (2018, como se citó en Valdebenito y Forcael, 2025) consolidan la idea de BIM como guía integral para propietarios, diseñadores y contratistas; Tang et al. (2019, como se citó en Wu, 2024) vinculan BIM con la integración de dispositivos IoT; y Yang et al. (2021, como se citó en Wu, 2024) destacan su papel en el desarrollo de edificios inteligentes. En conjunto, estas contribuciones permiten afirmar que BIM ya no puede ser entendido como una plataforma estática, sino como un sistema de información vivo, capaz de alimentar automatización, trazabilidad y aprendizaje computacional.

Sobre esa base, la inteligencia artificial aporta la capa analítica y operativa que convierte los datos del modelo en decisiones inteligentes. Baduge et al. (2022) muestran que la IA, el ML y el DL ya intervienen en diseño arquitectónico y visualización, optimización de materiales, análisis estructural, manufactura offsite, automatización, monitoreo del progreso, seguridad, operación inteligente, health monitoring y economía circular. Xiao et al. (2025), al organizar las aplicaciones por fases, explican que en diseño se combinan BIM y generative AI; en construcción, BIM, realidad aumentada, robots y equipos automatizados; y en operación y mantenimiento, plataformas de digital twin e IoT con analítica predictiva.

De forma complementaria, Wu (2024) evidencia que los entornos de gestión inteligente del edificio integran 5G, IoT, digital twin y plataformas analíticas para clarificar información, reducir costos y mejorar el control integral; Valdebenito y Forcael (2025) encuentran que en la literatura reciente predominan especialmente los acoplamientos entre deep learning, digital twins y BIM modeling; Adeel et al. (2023) destacan la combinación BIM–AI–IoT–DT como soporte para smart construction y smart cities; mientras Rane (2023) desarrolla sus efectos en cronograma, costo, calidad y seguridad. Bassir et al. (2023), además, recuerdan que la calidad del flujo BIM depende cada vez más de herramientas avanzadas de procesamiento

de datos y predicción, lo que vuelve a la IA no un accesorio, sino una necesidad funcional del entorno construido contemporáneo.

Ahora bien, esta convergencia no solo modifica la eficiencia técnica del proyecto, sino también su relación con la sostenibilidad, la ciudad inteligente y la gestión de largo plazo. Saleh et al. (2024) ordenan este aporte en tres dimensiones especialmente reveladoras: optimización del diseño y simulación del desempeño, sostenibilidad de materiales y ciclo de vida, y eficiencia operativa con impacto ambiental. En una perspectiva más amplia, Li et al. (2024) muestran que la relación entre IA y BIM en edificios sostenibles y smart cities se extiende hacia energía, materiales, programación, análisis de ciclo de vida, tecnologías inmersivas y metas asociadas a los ODS; Ajitrotutu et al. (2024) destacan que esta sinergia favorece asignación precisa de recursos, mitigación dinámica de riesgos y soluciones energéticas más sostenibles; Mirindi et al. (2025) subrayan que su proyección futura incluye generative design, predictive maintenance, energy optimization, compliance, conflict resolution, sustainability analysis y digital twins; y Yang (2025) insiste en que la coevolución BIM-IA se vincula con IoT, blockchain, realidad aumentada y prácticas más sostenibles.

A este conjunto se suman autores secundarios recientes presentes en el corpus, como Deng et al. (2021, como se citó en Wu, 2024), que examinan la transición de BIM a digital twins, Mannino et al. (2021, como se citó en Wu, 2024), que estudian la integración BIM-IoT para facility management, y Liu et al. (2021, como se citó en Wu, 2024), que la conectan con desarrollo sostenible en smart cities. Por eso, la inteligencia del diseño y de la construcción no puede evaluarse únicamente por rapidez o automatización, sino también por su capacidad para mejorar desempeño ambiental, sostenibilidad operativa y calidad de vida urbana.

Sin embargo, el panorama no es lineal ni exento de fricciones. La propia literatura que resalta el potencial de la convergencia BIM-IA-automatización también advierte que persisten barreras profundas de interoperabilidad, calidad de datos, escalabilidad, costos, ciberseguridad, formación profesional y gobernanza. Khan et al. (2024), a partir de 64 estudios, identifican 39 desafíos agrupados en seis taxonomías y concluyen que los financieros, organizacionales y técnicos son los más significativos. Rane (2023) insiste en que la integración entre BIM e IA tropieza con diferencias de formatos, estructuras de datos, privacidad, seguridad y necesidad de capacitación intensiva; Abdelmoula et al. (2025) proponen como respuesta protocolos estandarizados, APIs unificadas, cifrado y fortalecimiento de habilidades; Arumugam (2024) vuelve sobre los problemas de interoperabilidad, escasez de recursos y resistencia organizacional; Attia (2025) reconoce vacíos metodológicos, especialmente en interoperabilidad entre algoritmos y plataformas, así como carencia de estudios longitudinales; y Kutá y Faltejsek (2025) señalan que la adopción responsable exige no reducir el problema a la técnica, sino considerar marcos legales, responsabilidad profesional y confianza pública. Aleke et al. (2024) y Ajitrotutu et al. (2024) coinciden en esta dirección al reclamar estándares compartidos, ciberseguridad robusta y programas sistemáticos de upskilling. En consecuencia, la

verdadera dificultad del campo no radica solo en crear herramientas nuevas, sino en lograr que esas herramientas sean interoperables, trazables, escalables y socialmente adoptables.

Precisamente por ello, resulta necesario revisar este campo de manera sistemática. Aunque los estudios disponibles ya han explorado aplicaciones, casos, desafíos y tendencias, el conocimiento sigue repartido entre revisiones sectoriales, marcos conceptuales, análisis cuantitativos, artículos de caso y propuestas metodológicas. Valdebenito y Forcael (2025) ofrecen una lectura comparativa reciente sobre patrones de integración entre AI y BIM; Kutá y Faltejsek (2025) sistematizan beneficios y tendencias futuras; Li et al. (2024) desarrollan una cartografía del vínculo IA–BIM–sostenibilidad; Arumugam (2024) sintetiza oportunidades y obstáculos para infraestructura inteligente; y Mirindi et al. (2025) señalan que todavía persisten vacíos importantes en torno a limitaciones, recomendaciones prácticas y nuevas direcciones como digital twins y generative design. A la luz de ello, el presente artículo tiene como objetivo analizar sistemáticamente la convergencia entre Inteligencia Artificial, automatización y BIM en la literatura científica reciente, con énfasis en sus aportes al diseño y la construcción inteligentes, así como en las barreras que condicionan su implementación efectiva. Se parte de la premisa de que el futuro del sector no dependerá de adoptar herramientas de manera fragmentaria, sino de integrar, con criterio técnico y sentido estratégico, información, predicción, automatización y toma de decisiones en un mismo ecosistema digital.

MÉTODO

El enfoque metodológico implementado consistió en realizar una revisión sistemática de la literatura siguiendo las directrices establecidas en la Declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), diseñada para orientar los objetivos de la investigación exploratoria y el análisis documental del fenómeno estudiado. En concordancia con el artículo modelo previamente aceptado por la revista, el presente estudio incorporó los cuatro procedimientos fundamentales de este método: identificación, selección, elegibilidad e inclusión. La pertinencia de este enfoque también se ve respaldada por revisiones recientes sobre integración entre Inteligencia Artificial y BIM, las cuales han recurrido a protocolos sistemáticos y estructurados para examinar tendencias, barreras, patrones de adopción y mecanismos de convergencia tecnológica dentro del sector AECO.

El proceso de calidad para la revisión sistemática y el propósito del desarrollo investigativo se plantearon de manera semejante al modelo de referencia, cubriendo elementos esenciales como la inclusión explícita del carácter sistemático de la revisión en el título, la formulación de un objetivo claro, la justificación del problema a partir del estado actual del conocimiento, la definición precisa de criterios de elegibilidad, la especificación de fuentes de información, la aplicación de una estrategia de búsqueda exhaustiva, la selección rigurosa de estudios pertinentes, la revisión de duplicidades, la sistematización de los datos recopilados, la descripción transparente del proceso de búsqueda y selección, la consideración de posibles sesgos y la formulación de conclusiones coherentes con el objetivo del estudio. En ese sentido, la revisión se concibió como una investigación de tipo indagativa y documental, orientada a sintetizar de

manera crítica la evidencia científica reciente sobre la convergencia entre Inteligencia Artificial, automatización y Building Information Modeling en el diseño y la construcción inteligentes.

La presente investigación hizo uso de bases de datos especializadas de alto impacto y amplia visibilidad internacional, priorizando principalmente Scopus y, de manera complementaria, Web of Science Core Collection, debido a que ambas han sido empleadas recurrentemente en revisiones recientes sobre BIM, IA, digital twins, automatización y construcción inteligente. Durante la fase de identificación se determinaron descriptores, campos de búsqueda y operadores booleanos con el fin de configurar la ecuación de búsqueda en los campos de título, resumen y palabras clave. De manera general, la estrategia se estructuró a partir de la combinación de términos como “building information modeling” OR BIM, AND “artificial intelligence” OR AI, integrados según la sintaxis de cada base de datos. La lógica de esta ecuación respondió a la necesidad de recuperar estudios que abordaran no solo la relación BIM-IA en sentido amplio, sino también sus expresiones más representativas en flujos de diseño, ejecución constructiva, operación, mantenimiento y sostenibilidad, lo previamente mencionado se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Fase de identificación: descriptores y campos de búsqueda

Boléano	Término de búsqueda	Campo de búsqueda
---	Artificial Intelligence	Título, resumen y palabras clave
and	Building Information Modeling (BIM)	Título, resumen y palabras clave

Inicialmente, la búsqueda permitió recuperar un conjunto más amplio de registros potencialmente vinculados con la temática. A partir de ello, se aplicaron filtros orientados a acotar la revisión a literatura científica reciente, priorizando publicaciones del periodo 2020-2026, así como documentos con pertinencia directa para el sector de la arquitectura, la ingeniería, la construcción y la operación de activos. Seguidamente, se llevó a cabo la etapa de selección, durante la cual se efectuó un cribado por título, resumen y palabras clave, con el propósito de excluir trabajos duplicados, estudios tangenciales y publicaciones que, aun mencionando BIM o Inteligencia Artificial, no abordaban de manera sustantiva su convergencia en contextos de diseño y construcción inteligentes.

Debido a que la producción científica del área se concentra principalmente en inglés, se priorizaron estudios en dicho idioma y se verificó, además, la disponibilidad de texto completo para asegurar una lectura integral de cada documento.

En la fase de elegibilidad, los registros preseleccionados fueron sometidos a una revisión completa del texto, verificando su coherencia con el objetivo del estudio y su aporte real a la comprensión de la convergencia entre IA, automatización y BIM. Para ello, se consideraron como criterios de inclusión los estudios que analizaran explícitamente la integración de estas tecnologías en alguna fase del ciclo de vida

del proyecto o del activo, ya sea en el diseño generativo, la simulación, la planificación, el control de obra, la gestión de costos y tiempos, la seguridad, el mantenimiento predictivo, los gemelos digitales o la sostenibilidad del entorno construido. Por el contrario, se excluyeron aquellos documentos centrados en usos aislados de BIM o IA, textos sin desarrollo analítico suficiente, publicaciones sin acceso completo y trabajos cuya relación con el objeto de estudio fuera solamente tangencial o declarativa. Posteriormente, los estudios elegibles fueron organizados en una matriz de revisión y exportados a un formato de sistematización para facilitar la lectura comparativa de títulos, resúmenes, objetivos, tecnologías implicadas, dominios de aplicación, beneficios reportados, barreras identificadas y principales hallazgos.

Finalmente, en la fase de inclusión, se consolidó un corpus de 19 artículos científicos que cumplieron con el criterio principal de inclusión: abordar de forma directa y analítica la convergencia entre Inteligencia Artificial, automatización y BIM en el marco del diseño y la construcción inteligentes. Estos estudios fueron sometidos a lectura completa, comparación temática y sistematización del contenido, con el propósito de identificar regularidades, contrastes, vacíos y tendencias emergentes.

A partir de esta revisión rigurosa, el análisis se organizó en torno a ejes recurrentes del corpus, tales como BIM como base informacional, diseño generativo y apoyo temprano a decisiones, automatización de obra, digital twins, operación y mantenimiento predictivo, sostenibilidad, e interoperabilidad, datos, gobernanza y capacidades profesionales. De este modo, la metodología adoptada permitió no solo seleccionar literatura pertinente, sino también construir una síntesis cualitativa ordenada, transparente y coherente con la lógica del artículo modelo previamente aceptado por la revista.

Los resultados se han organizado en base a la secuencia de fases del método PRISMA que se comprueban en la siguiente figura.

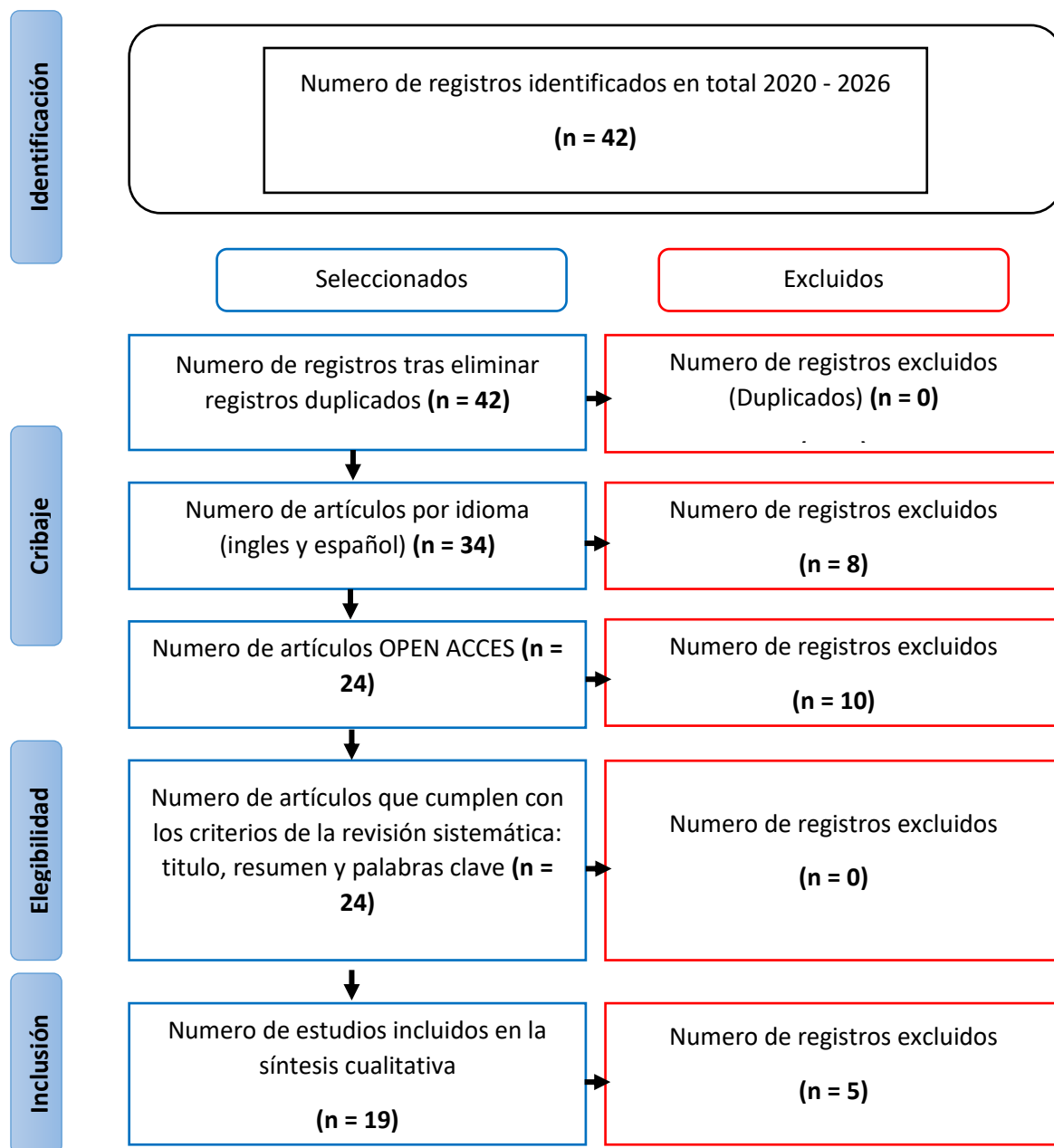


Figura 1. *Flujograma de resultados en la secuencia de desarrollo del método PRISMA*

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Respecto a lo descrito previamente se precisa los detalles de los 19 artículos escogidos a continuación:

Tabla 2. *Artículos seleccionados tras la revisión sistemática*

Nº	Título original del artículo	Autor / Año
1	Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications.	Baduge et al. (2022)

Nº	Título original del artículo	Autor / Año
2	Building information modelling, artificial intelligence and construction tech.	Sacks et al. (2020)
3	Building Information Modeling and artificial intelligence based smart construction management: Materials and electrical.	Adeel et al. (2023)
4	A framework for leveraging the incorporation of AI, BIM, and IoT to achieve smart sustainable cities.	Saleh et al. (2024)
5	Review: The role of artificial intelligence in building information modeling. In Proceedings of the 2025 Computers and People Research Conference (SIGMIS-CPR '25).	Mirindi et al. (2025)
6	Research on the application of BIM and digital twin-based artificial intelligence technologies in the full lifecycle of building construction. In Proceedings of the 2025 International Conference on Smart City and Sustainable Development (SCSD 2025).	Xiao et al. (2025)
7	A comprehensive review of artificial intelligence applications in Building Information Modeling (BIM) and future perspectives	Yang (2025)
8	Application of artificial intelligence technology in smart building integrated management platform under big data environment.	Wu (2024)
9	The role of artificial intelligence in the transformation of the BIM environment: Current state and future trends.	Kutá y Faltejsek (2025)
10	Integrating artificial intelligence and BIM in construction: Systematic review and quantitative comparative analysis.	Valdebenito y Forcael (2025)
11	BIM and AI integration for smart and sustainable infrastructure: A comprehensive review of trends, technologies, and future directions.	Arumugam (2024)
12	Integrating Building Information Modelling (BIM) and Artificial Intelligence (AI) for smart construction	Rane (2023)

Nº	Título original del artículo	Autor / Año
	schedule, cost, quality, and safety management: Challenges and opportunities.	
13	Exploring the intersection of Building Information Modeling (BIM) and artificial intelligence in modern infrastructure projects.	Ajirotutu et al. (2024)
14	The impact of integrating artificial intelligence and Building information modeling (BIM) systems on the development of construction methodologies.	Attia (2025)
15	Application of artificial intelligence and machine learning for BIM: Review.	Bassir et al. (2023)
16	The relationship between artificial intelligence (AI) and Building Information Modeling (BIM) technologies for sustainable building in the context of smart cities.	Li et al. (2024)
17	Integrating Building Information Modelling and artificial intelligence in construction projects: A review of challenges and mitigation strategies.	Khan et al. (2024)
18	The alliance of BIM and artificial intelligence: Challenges for a reinvented future – The state of the art.	Abdelmoula et al. (2025)
19	Artificial intelligence as a tool for enhancing Building Information Modeling (BIM).	Aleke et al. (2024)

La convergencia entre Inteligencia Artificial, automatización y BIM en el diseño y la construcción inteligentes

El examen comparado de los 19 artículos permite afirmar que la convergencia entre Inteligencia Artificial, automatización y BIM ya no puede entenderse como una suma ocasional de tecnologías, sino como una reconfiguración progresiva de la lógica con la que se conciben, coordinan, ejecutan y gestionan los proyectos del entorno construido. En términos generales, Sacks et al. (2020) plantean que BIM debe leerse como la base digital sobre la cual pueden crecer las tecnologías Construction Tech; Baduge et al. (2022) amplían esa idea al ubicar a BIM, IA, IoT, smart vision, digital twins y automatización dentro de la lógica de la Construcción 4.0; y Arumugam (2024), Yang (2025), Bassir et al. (2023), Mirindi et al. (2025), Ajirotutu et al. (2024) y Aleke et al. (2024) coinciden en que la integración BIM-IA está impulsando una transformación del sector AEC hacia esquemas más inteligentes, más predictivos y más sostenibles. Lo

importante aquí no es solo que BIM facilite la digitalización, sino que, al combinarse con capacidades algorítmicas, pasa de ser una plataforma de modelado y coordinación a convertirse en una infraestructura para el análisis, la automatización y la toma de decisiones. Desde esa perspectiva, la literatura revisada converge en una idea central: la inteligencia del proyecto ya no reside únicamente en el talento experto o en la coordinación disciplinar, sino también en la capacidad de extraer valor operativo de los datos que el propio proyecto produce.

En ese marco, varios trabajos coinciden en que BIM ocupa una función estructural porque organiza la memoria digital del activo, mientras la IA introduce la capacidad de interpretar, anticipar y optimizar. Yang (2025) describe esta transición mostrando que BIM ha evolucionado desde herramientas de representación hacia plataformas 4D, 5D e incluso 6D; Kutá y Faltejsek (2025) sostienen que la IA añade automatización de procesos, optimización del diseño y gestión más eficiente; Attia (2025) afirma que esta integración mejora precisión, productividad y toma de decisiones; y Khan et al. (2024) recuerdan que BIM debe ser entendido como un conjunto articulado de políticas, procesos y tecnologías, no solo como software.

En una línea similar, Li et al. (2024) enfatizan que BIM funciona como un sistema interactivo de gestión de información a lo largo del ciclo de vida, mientras Wu (2024) muestra que, en edificios inteligentes, la combinación de 5D-BIM con IA puede servir como base de una plataforma integrada de gestión, control y predicción. A ello se suman Abdelmoula et al. (2025), quienes subrayan que la alianza BIM-IA depende de mejorar interoperabilidad, sincronización de datos y seguridad, y Valdebenito y Forcael (2025), quienes refinan el análisis al distinguir flujos y artefactos BIM específicos, BIMM, CDE, clash detection, BIM 4D/5D y digital twins, como espacios diferenciados de integración. Esto sugiere que la convergencia estudiada no es homogénea: ocurre sobre una arquitectura de información compleja, y su éxito depende tanto del poder del algoritmo como de la calidad del ecosistema digital en el que ese algoritmo opera.

Aportes de la convergencia en el diseño, la simulación y la toma temprana de decisiones

En la fase de diseño, los estudios revisados coinciden en que la IA no desplaza el proceso proyectual, pero sí amplía su capacidad exploratoria, comparativa y evaluativa. Attia (2025) es uno de los trabajos que más claramente lo expresa, al señalar que la integración AI-BIM contribuye a la automatización del diseño, al análisis estructural y energético acelerado y a una mejor toma de decisiones en etapas tempranas. Kutá y Faltejsek (2025) refuerzan esta idea cuando señalan que la IA puede recuperar información con rapidez, detectar áreas problemáticas y sugerir soluciones alternativas en la fase de diseño. Del mismo modo, Mirindi et al. (2025) incluyen entre las aplicaciones más visibles el generative design, la verificación automatizada de cumplimiento, la detección de conflictos y la simulación; Yang (2025) amplía este panorama incluyendo machine learning, deep learning, reinforcement learning, GAN, NLP y computer vision como familias tecnológicas que reconfiguran la práctica BIM; y Bassir et al. (2023) destacan que el desarrollo de IA, BIM y digital twin está alterando la gestión y progresión de las construcciones mediante procesos más precisos y

eficaces. Incluso Arumugam (2024), desde una revisión más panorámica, incluye entre los usos más destacados la planificación del proyecto, la optimización energética, el mantenimiento predictivo y el modelado de gemelos digitales. En conjunto, estos hallazgos permiten interpretar que el diseño inteligente no consiste simplemente en producir más alternativas, sino en generar alternativas con mayor base analítica, mejor capacidad de evaluación y un vínculo más estrecho entre forma, desempeño y decisión.

Baduge et al. (2022) permiten profundizar esta discusión porque no reducen la IA a una herramienta aislada, sino que la distribuyen a lo largo de dominios de diseño arquitectónico y visualización, diseño de materiales, análisis estructural, manufactura offsite, gestión y seguridad, operación inteligente y ciclo de vida. Esa amplitud contrasta con aproximaciones más focalizadas como la de Saleh et al. (2024), quienes concentran la relación BIM-AI-IoT en tres dimensiones, optimización del diseño y simulación del desempeño, sostenibilidad de materiales y ciclo de vida, y eficiencia operativa con impacto ambiental.

A primera vista, podría parecer que ambos enfoques pertenecen a escalas distintas; sin embargo, en realidad se complementan. Baduge et al. (2022) ofrecen una cartografía del potencial técnico de la convergencia, mientras Saleh et al. (2024) muestran una forma de ordenar ese potencial desde una lógica de sostenibilidad aplicada. A su vez, Ajirotutu et al. (2024) añaden que esta sinergia mejora la asignación de recursos, la mitigación dinámica de riesgos y las soluciones energéticas sostenibles, y Li et al. (2024) refuerzan que la combinación AI-BIM ayuda a tomar decisiones óptimas sobre materiales, costo, energía, programación y monitoreo. De este modo, la evidencia revisada sugiere que el verdadero valor de la integración no está solo en la automatización del diseño, sino en la posibilidad de articular diseño, desempeño, sostenibilidad y decisiones tempranas bajo una misma lógica informacional.

Automatización de obra, control inteligente y gestión de cronograma, costo, calidad y seguridad

En el plano constructivo, la literatura revisada muestra una transición clara desde modelos de gestión reactivos hacia modelos de control inteligente y anticipatorio. Sacks et al. (2020) ofrecen aquí una clasificación especialmente útil al diferenciar entre herramientas de diseño y gestión, flujos BIM-to-field, robótica en obra y field-to-BIM. Esa clasificación ayuda a entender que la automatización no se limita a la mecanización del sitio, sino que incluye también la circulación bidireccional de información entre modelo digital y realidad construida. Rane (2023), por su parte, convierte esa idea general en una estructura funcional más concreta al examinar cómo la integración BIM-IA incide sobre cronograma, costo, calidad y seguridad. Según este autor, la combinación de BIM con algoritmos predictivos, visión computacional, sensores y analítica en tiempo real permite ajustes dinámicos en programación, mejor control presupuestal, aseguramiento de calidad y gestión preventiva del riesgo. Adeel et al. (2023) complementan esta lectura al ubicar la integración BIM-AI-IoT-DT en el horizonte de la smart construction y las smart cities, donde el modelado rápido, la trazabilidad de información y el auto-ML favorecen nuevas formas de gestión constructiva. En esta misma dirección, Xiao et al. (2025) muestran que en la fase de construcción la integración incorpora robots, grúas habilitadas por 5G, BIM y plataformas AR, con efectos sobre la

eficiencia operativa y gerencial. Así, aunque los artículos difieren en su nivel de detalle, todos coinciden en que la construcción inteligente emerge cuando la información del proyecto se convierte en guía operativa en tiempo oportuno y no solo en documentación estática.

Wu (2024) lleva esta discusión hacia un terreno más aplicado y cuantificado, mostrando cómo una plataforma de gestión integral de edificios inteligentes basada en 5D-BIM, redes neuronales BP y algoritmo genético puede reducir costos, mejorar la capacidad de predicción y optimizar el flujo de información y materiales. Los resultados que reporta son particularmente ilustrativos porque muestran reducciones del costo promedio, alta capacidad de ajuste en el modelo de predicción y mejoras en procesamiento de información y backlog de materiales. Si se compara este trabajo con Attia (2025), se observa una complementariedad interesante: Wu ofrece un ejemplo de aplicación cuantificable de IA en una plataforma de gestión inteligente, mientras Attia desarrolla una comparación entre proyectos tradicionales y proyectos inteligentes, destacando detección temprana de riesgos, reducción de errores, mejor planificación y mejora de la calidad de ejecución. Ajitrotutu et al. (2024) llegan a conclusiones similares al sostener que BIM y AI permiten una gestión más precisa de recursos, mejor colaboración y mayor capacidad de respuesta frente a riesgos operativos. En el mismo sentido, Baduge et al. (2022) incluyen explícitamente dentro de sus dominios la manufactura offsite, la automatización, el monitoreo del progreso y la seguridad, lo que da respaldo amplio a la idea de que la construcción inteligente no se agota en un solo caso de uso, sino que abarca desde procesos industriales y robóticos hasta seguimiento y control del desempeño en obra.

Sin embargo, también aquí aparecen diferencias relevantes entre los artículos. Rane (2023) presenta la integración BIM-IA como una oportunidad transformadora para programación, costos, calidad y seguridad, pero enfatiza al mismo tiempo que la interoperabilidad, la seguridad de datos y la formación son obstáculos sustantivos. Attia (2025), aunque subraya los beneficios comparativos de los proyectos inteligentes, reconoce la necesidad de marcos metodológicos claros de integración y de validación. Abdelmoula et al. (2025) introducen un matiz similar al sostener que el problema no es únicamente técnico, sino también organizacional, puesto que la integración exige protocolos estandarizados, APIs unificadas, cifrado y capacitación. Aleke et al. (2024) comparten esta preocupación y destacan que la IA puede potenciar BIM, pero su adopción depende de infraestructura, formación y estándares. Lo que emerge de esta comparación es que la automatización útil en construcción no es cualquier automatización, sino aquella que puede articularse con datos confiables, estructuras interoperables y equipos humanos capacitados para interpretar y actuar sobre los resultados. De lo contrario, la promesa de inteligencia corre el riesgo de quedar reducida a un repertorio de herramientas sin verdadera integración sistémica.

Operación, mantenimiento predictivo y el papel articulador del digital twin

Uno de los consensos más fuertes del corpus aparece en la fase de operación y mantenimiento, especialmente alrededor del digital twin. Xiao et al. (2025) sitúan esta fase como uno de los tres grandes momentos del ciclo de vida y sostienen que la combinación de plataformas de digital twin, redes IoT y

analítica predictiva permite mantenimiento preventivo y optimización energética. Kutá y Faltejsek (2025) refuerzan esta lectura al afirmar que el digital twin es una de las líneas más significativas de la transformación del entorno BIM, precisamente porque permite conectar el modelo con datos del mundo real y habilitar una gestión operativa más inteligente. Valdebenito y Forcael (2025) confirman esta importancia desde un enfoque comparativo, al mostrar que dentro de la literatura reciente la relación más intensa se produce entre Deep Learning y Digital Twins. Wu (2024), por su parte, explica que los edificios inteligentes requieren plataformas integradas capaces de recoger datos de costos, energía, servicio, instalaciones y comportamiento humano para sostener decisiones de operación y gestión. Del mismo modo, Arumugam (2024) señala que el mantenimiento predictivo y el monitoreo en tiempo real se han vuelto líneas clave dentro de la integración BIM-IA, mientras Bassir et al. (2023) vinculan directamente el desarrollo de IA con la evolución de BIM y digital twin como instrumentos centrales de la industria. Lo que se observa, entonces, es una extensión del valor de BIM más allá del diseño y la construcción: el modelo deja de ser un soporte de entrega y pasa a comportarse como una base viva para decisiones de operación.

Li et al. (2024) enriquecen esta discusión al insertar la operación y el mantenimiento dentro del contexto de edificios sostenibles y ciudades inteligentes. Su revisión muestra que la relación AI-BIM no solo optimiza energía, materiales y programación, sino que también se conecta con city information modeling, salud, seguridad, confort y diseño centrado en el usuario. Este punto resulta especialmente importante porque introduce una diferencia con algunas revisiones más centradas en el rendimiento técnico. Mientras Wu (2024) o Xiao et al. (2025) ponen el foco en plataformas y resultados de eficiencia, Li et al. (2024) advierten que el futuro de esta convergencia también debe considerar a los stakeholders y la dimensión humana del entorno construido. Mirindi et al. (2025) se acercan a esta preocupación al incluir entre los dominios más relevantes la gestión de instalaciones, el mantenimiento predictivo y la sostenibilidad. Yang (2025), a su vez, amplía el horizonte cuando vincula BIM-IA con IoT, blockchain y realidad aumentada, sugiriendo que la operación inteligente tenderá a articularse con ecosistemas digitales cada vez más complejos. En síntesis, el digital twin no aparece en la literatura como una moda tecnológica aislada, sino como el punto en el que BIM, IA, sensores, mantenimiento y toma de decisiones comienzan a converger de forma particularmente intensa.

Sostenibilidad, smart cities y desempeño ambiental: un eje de convergencia cada vez más fuerte

Un tema transversal que atraviesa buena parte del corpus es la sostenibilidad. Saleh et al. (2024) son particularmente claros al estructurar la convergencia AI-BIM-IoT alrededor de tres dimensiones: optimización del diseño y simulación del desempeño, sostenibilidad de materiales y ciclo de vida, y eficiencia operativa con impacto ambiental. Esta organización resulta muy valiosa porque condensa la forma en que la inteligencia digital se vincula con metas de sostenibilidad en proyectos AEC. Li et al. (2024) llevan ese mismo argumento a un nivel más amplio, al estudiar la relación entre AI y BIM en edificios sostenibles dentro del contexto de smart cities y al mostrar que la combinación de ambas tecnologías ayuda a optimizar

materiales, costos, energía, programación y monitoreo, además de dialogar con los ODS 7, 9, 11 y 12. Arumugam (2024) coincide al sostener que la convergencia BIM-IA es clave para infraestructura inteligente y sostenible, mientras Ajitotutu et al. (2024) remarcan que esta sinergia contribuye a eficiencia energética, gestión precisa de recursos y alineación con objetivos ambientales globales. Yang (2025) y Mirindi et al. (2025) refuerzan esta dirección al incluir energy optimization, sustainability analysis y future built environments entre las aplicaciones destacadas. En conjunto, estos trabajos permiten sostener que la sostenibilidad ya no ocupa un lugar periférico en la discusión sobre BIM e IA, sino que funciona como uno de sus principales criterios de legitimidad y relevancia.

No obstante, la comparación detallada también muestra matices. Saleh et al. (2024) abordan la sostenibilidad desde una combinación de literatura y percepción experta mediante SPSS, lo que les permite identificar correlaciones entre eficiencia energética y visualización del diseño, sostenibilidad y adaptabilidad mediante visualización. Li et al. (2024), en cambio, combinan análisis macro y micro bibliométrico para mostrar la rápida expansión del tema y a la vez señalar vacíos, especialmente en stakeholders, salud, seguridad, confort y formación. Esta diferencia es importante porque sugiere que la sostenibilidad del campo no se limita a lo energético o material. De hecho, Li et al. (2024) advierten que aún hay pocas investigaciones que examinen de manera suficiente el papel de los actores y la necesidad de principios de diseño centrado en las personas. En ese mismo sentido, Baduge et al. (2022) incluyen la durabilidad, el análisis de ciclo de vida y la economía circular como parte del ciclo completo de la edificación, mostrando que la convergencia no debería restringirse al ahorro de energía o a la simulación temprana. Así, la discusión comparativa permite concluir que la integración AI–automatización–BIM resulta más sólida cuando la sostenibilidad se entiende como una condición multidimensional que articula recursos, operación, circularidad, seguridad y bienestar, y no solo como una mejora técnico-energética puntual.

Barreras, riesgos y condiciones necesarias para una adopción efectiva

Si en los beneficios del campo hay coincidencias, en las barreras la convergencia es todavía más marcada. Khan et al. (2024) ofrecen la sistematización más robusta al identificar 39 desafíos agrupados en seis taxonomías: técnicos, de conocimiento, de datos, organizacionales, gerenciales y financieros. Además, muestran que los desafíos financieros, organizacionales y técnicos poseen el mayor peso relativo. Rane (2023) llega a un diagnóstico muy similar: la integración BIM-IA promete mejoras en programación, costos, calidad y seguridad, pero enfrenta dificultades de interoperabilidad, estructuras de datos incompatibles, problemas de privacidad y seguridad, y una demanda fuerte de capacitación profesional. Abdelmoula et al. (2025) sintetizan estas tensiones al hablar de interoperabilidad entre plataformas y estructuras de datos, seguridad de la información, protocolos estandarizados, APIs unificadas y marcos de formación. Aleke et al. (2024) y Ajitotutu et al. (2024) coinciden en los mismos núcleos problemáticos: altos costos de implementación, falta de estándares, ciberseguridad y necesidad de upskilling. Arumugam (2024) añade la escasez de recursos y la resistencia corporativa, mientras Mirindi et al. (2025) resumen los principales

obstáculos en tres grandes familias: interoperabilidad, gestión de datos y resistencia tecnológica. La comparación entre estos estudios permite afirmar que el principal límite del campo no es la ausencia de aplicaciones viables, sino la debilidad de las condiciones que harían posible una integración robusta, escalable y sostenida.

En ese mismo punto, Valdebenito y Forcael (2025) introducen una contribución particularmente significativa porque desplazan la discusión desde “qué aplicaciones existen” hacia “qué requisitos de gobernanza y reproducibilidad necesita el campo”. Su análisis plantea que la integración AI-BIM no puede entenderse solo desde el tipo de algoritmo, sino también desde prácticas de gestión de información como CDE, trazabilidad, versionado, alineación con ISO 19650 y operacionalización mediante MLOps. Esa perspectiva se complementa muy bien con Kutá y Faltejsek (2025), quienes señalan que la adopción sostenible de IA en BIM no puede reducirse a un problema puramente técnico, pues también compromete marcos legales, responsabilidad profesional y confianza pública. Attia (2025) converge con ambos al insistir en que la integración todavía necesita marcos metodológicos más claros y mejores mecanismos de implementación. Si se contrastan estos trabajos con los de Wu (2024) o Xiao et al. (2025), se aprecia una diferencia importante: los estudios más aplicados muestran lo que la convergencia puede lograr bajo condiciones controladas o casos favorables, mientras las revisiones más analíticas revelan las condiciones de gobernanza que todavía faltan para que esas soluciones se vuelvan replicables a gran escala. Esa diferencia no es menor, porque ayuda a entender por qué un campo con tantas aplicaciones prometedoras aún presenta una adopción desigual y fragmentaria.

Tendencias emergentes y líneas de futuro

En cuanto a las tendencias futuras, los 19 estudios muestran un campo en rápida expansión, aunque todavía en consolidación. Baduge et al. (2022) proyectan nuevas avenidas en smart vision, sensores, almacenamiento, limpieza de datos y desarrollo de modelos; Yang (2025) anticipa una integración más intensa con IoT, blockchain y realidad aumentada; Mirindi et al. (2025) añaden explainable AI, digital twins y generative design como líneas futuras; y Ajirotutu et al. (2024) subrayan el potencial de incorporar blockchain, IoT y generative AI al ecosistema BIM. Arumugam (2024) insiste en explainable AI, analítica en tiempo real y marcos estandarizados de integración; Abdelmoula et al. (2025) priorizan protocolos, APIs y capacitación; y Aleke et al. (2024) remarcan que la evolución futura exige adopción gradual, seguridad, entrenamiento y colaboración.

En el plano más metodológico, Valdebenito y Forcael (2025) apuntan hacia una agenda donde AI-BIM será cada vez más evaluada por su trazabilidad, su despliegue operativo y su capacidad de escalar, mientras Khan et al. (2024) formulan mapas de mitigación para pasar del diagnóstico de obstáculos a estrategias de intervención. Finalmente, Li et al. (2024) sugieren que el futuro no debería limitarse a profundizar la relación entre tecnología y sostenibilidad, sino que debería abrirse más claramente hacia stakeholders, salud, confort y diseño humano en contextos de smart cities. En conjunto, estas proyecciones

dibujan un escenario en el que la convergencia seguirá creciendo, pero en el que la madurez del campo dependerá cada vez menos de la novedad tecnológica y cada vez más de la capacidad de articular integración técnica, utilidad práctica, gobernanza informacional y valor social.

Por lo tanto, el presente análisis permite sostener que la convergencia entre Inteligencia Artificial, automatización y BIM ya está reconfigurando el diseño y la construcción inteligentes en tres sentidos complementarios. Primero, reordena el dato, porque BIM se consolida como infraestructura informacional del proyecto y del activo. Segundo, transforma la capacidad operativa, porque la IA y la automatización convierten ese dato en predicción, evaluación, control y respuesta. Tercero, desplaza el criterio de valor del proyecto, porque la inteligencia del entorno construido ya no se mide solamente por la precisión del modelo o por la velocidad constructiva, sino por la capacidad de integrar diseño, ejecución, operación, sostenibilidad y decisión en una misma lógica digital.

En este punto convergen explícitamente Sacks et al. (2020), Baduge et al. (2022), Adeel et al. (2023), Saleh et al. (2024), Mirindi et al. (2025), Xiao et al. (2025), Yang (2025), Wu (2024), Kutá y Faltejsek (2025), Valdebenito y Forcael (2025), Arumugam (2024), Rane (2023), Ajirotutu et al. (2024), Attia (2025), Bassir et al. (2023), Li et al. (2024), Khan et al. (2024), Abdelmoula et al. (2025) y Aleke et al. (2024), aunque cada uno lo haga desde escalas, métodos y énfasis distintos. Precisamente por ello, el principal hallazgo de esta revisión no es solo que estas tecnologías pueden integrarse, sino que su integración ya está produciendo un nuevo marco de racionalidad para el sector AEC. Lo que todavía está en disputa no es la validez del paradigma, sino las condiciones bajo las cuales podrá convertirse en una práctica realmente interoperable, reproducible, sostenible y ampliamente adoptada.

CONCLUSIONES

La convergencia entre Inteligencia Artificial, automatización y Building Information Modeling constituye actualmente uno de los procesos de transformación más relevantes dentro del campo de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, debido a que su integración no solo introduce nuevas herramientas digitales, sino que reconfigura de manera profunda la lógica con la que se diseñan, ejecutan, supervisan y gestionan los proyectos del entorno construido. A partir de la revisión sistemática realizada, se pudo reconocer que BIM ha dejado de ser entendido únicamente como un sistema de modelado o coordinación para consolidarse como la base informacional que permite articular datos, procesos, simulaciones y decisiones a lo largo del ciclo de vida del activo. Sobre esa base, la Inteligencia Artificial aporta capacidades de aprendizaje, predicción, clasificación, optimización y análisis automatizado, mientras que la automatización traslada esas capacidades al plano operativo, permitiendo acciones más precisas, anticipatorias y eficientes en el diseño, la construcción y la operación de edificios e infraestructuras.

Asimismo, la revisión permitió identificar que uno de los principales aportes de esta convergencia radica en su carácter transversal. En la fase de diseño, favorece la exploración de alternativas, el análisis temprano del desempeño y la toma de decisiones con mayor respaldo informacional. En la fase constructiva, fortalece la planificación, el control de tiempos y costos, la seguridad, la detección de errores y la coordinación entre actores. En la fase de operación y mantenimiento, posibilita el monitoreo en tiempo real, la gestión predictiva, la lógica del gemelo digital y la optimización continua del activo. De este modo, la construcción inteligente no se reduce al uso aislado de tecnologías innovadoras, sino que depende de la articulación efectiva entre modelo, dato, algoritmo y capacidad de respuesta. En esa misma línea, también se comprobó que esta integración mantiene una relación estrecha con objetivos de sostenibilidad, resiliencia, eficiencia energética, optimización de materiales y mejor desempeño del entorno construido, lo que amplía su relevancia más allá del plano estrictamente técnico.

Sin embargo, los hallazgos también muestran que este potencial transformador aún se encuentra condicionado por limitaciones importantes. Entre las barreras más frecuentes destacan la interoperabilidad insuficiente entre plataformas, la calidad desigual de los datos, la ausencia de estándares compartidos, los costos de implementación, la necesidad de infraestructura tecnológica robusta, la escasez de competencias especializadas y los desafíos asociados a la seguridad, la gobernanza y la confianza en los sistemas inteligentes. En consecuencia, el principal desafío actual del campo no parece ser la falta de posibilidades tecnológicas, sino la dificultad para convertir esas posibilidades en soluciones escalables, integradas y sostenibles dentro de contextos reales de proyecto. Esto significa que el avance del sector no dependerá solamente de incorporar más herramientas digitales, sino de generar condiciones institucionales, técnicas y humanas que permitan una adopción coherente, crítica y verdaderamente útil.

Finalmente, puede concluirse que la convergencia entre Inteligencia Artificial, automatización y BIM se perfila como una base estratégica para el desarrollo del diseño y la construcción inteligentes, al ofrecer procesos más precisos, conectados, adaptativos y orientados a la toma de decisiones informada. No obstante, para que esta convergencia alcance un impacto más amplio y sostenido, será necesario avanzar hacia modelos de integración más estandarizados, reproducibles y gobernables, así como fortalecer la formación profesional, la interoperabilidad de datos y la validación práctica de estas tecnologías en escenarios reales. Desde esa perspectiva, el futuro del sector AECO no dependerá únicamente de la digitalización de sus procesos, sino de su capacidad para transformar esa digitalización en inteligencia aplicada, en sostenibilidad operativa y en una mejora tangible de la calidad del entorno construido.

REFERENCIAS

- Abdelmoula, E., Zammel, M., y Allani, N. (2025). The alliance of BIM and artificial intelligence: Challenges for a reinvented future – The state of the art. *ICCAUA Proceedings Journal*, 8, 147–160. <https://doi.org/10.38027/ICCAUA2025EN0244>
- Adeel, M., Zaib, S., Awaz, M., Ali, A., Prodhan, S. R., Akter, J., Hasan, M., Kalsoom, H., Ul Nissa, L., y Amir, R. (2023). Building Information Modeling and artificial intelligence based smart

- construction management: Materials and electrical. *European Journal of Theoretical and Applied Sciences*, 1(6), 684–691. [https://doi.org/10.59324/ejtas.2023.1\(6\).68](https://doi.org/10.59324/ejtas.2023.1(6).68)
- Ajirotutu, R. O., Adeyemi, A. B., Ifechukwu, G.-O., Ohakawa, T. C., Iwuanyanwu, O., y Garba, B. M. P. (2024). Exploring the intersection of Building Information Modeling (BIM) and artificial intelligence in modern infrastructure projects. *International Journal of Science and Research Archive*, 13(2), 2414–2427. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.13.2.2421>
- Aleke, C. U., Usang, W. O., Obi-Obuoha, A., Jolaosho, A. A., y Michael, O. O. (2024). Artificial intelligence as a tool for enhancing Building Information Modeling (BIM). *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 24(2), 1833–1846. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.24.2.3517>
- Arumugam, M. (2024). BIM and AI integration for smart and sustainable infrastructure: A comprehensive review of trends, technologies, and future directions. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 15(5), 26–47. https://doi.org/10.34218/IJCIET_15_05_003
- Attia, A. R. (2025). The impact of integrating artificial intelligence and Building information modeling (BIM) systems on the development of construction methodologies. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 16(4), 1537–1554. <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00193-2>
- Baduge, S. K., Thilakarathna, S., Perera, J. S., Arashpour, M., Sharafi, P., Teodosio, B., Shringi, A., y Mendis, P. (2022). Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications. *Automation in Construction*, 141, 104440. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104440>
- Bassir, D., Lodge, H., Chang, H., Majak, J., y Chen, G. (2023). Application of artificial intelligence and machine learning for BIM: Review. *International Journal for Simulation and Multidisciplinary Design Optimization*, 14, Article 5. <https://doi.org/10.1051/smdo/2023005>
- Darko, A., Chan, A. P. C., Adabre, M. A., Edwards, D. J., Hosseini, M. R., y Ameyaw, E. E. (2020). Artificial intelligence in the AEC industry: Scientometric analysis and visualization of research activities. *Automation in Construction*, 112, 103081.
- Deng, M., Menassa, C. C., y Kamat, V. R. (2021). From BIM to digital twins: A systematic review of the evolution of intelligent building representations in the AEC-FM industry. *Journal of Information Technology in Construction*, 26, 58–83.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., y Liston, K. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers* (3rd ed.). Wiley.
- Khan, A. A., Bello, A. O., Arqam, M., y Ullah, F. (2024). Integrating Building Information Modelling and artificial intelligence in construction projects: A review of challenges and mitigation strategies. *Technologies*, 12(10), 185. <https://doi.org/10.3390/technologies12100185>
- Kutá, D., y Faltejsek, M. (2025). The role of artificial intelligence in the transformation of the BIM environment: Current state and future trends. *Applied Sciences*, 15(18), 9956. <https://doi.org/10.3390/app15189956>
- Li, J., Liu, Z., Han, G., Demian, P., y Osmani, M. (2024). The relationship between artificial intelligence (AI) and Building Information Modeling (BIM) technologies for sustainable building in the context of smart cities. *Sustainability*, 16(24), 10848. <https://doi.org/10.3390/su162410848>
- Liu, Z., Chi, Z., Osmani, M., y Demian, P. (2021). Blockchain and building information management (BIM) for sustainable building development within the context of smart cities. *Sustainability*, 13(4), 2090.
- Mannino, A., Dejaco, M. C., y Re Cecconi, F. (2021). Building information modelling and internet of things integration for facility management, Literature review and future needs. *Applied Sciences*, 11(7), 3062.

- Mirindi, D., Mirindi, F., Bezabih, T., Sinkhonde, D., y Kiarie, W. (2025). Review: The role of artificial intelligence in building information modeling. In *Proceedings of the 2025 Computers and People Research Conference (SIGMIS-CPR '25)*. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3716489.3728433>
- Rane, N. L. (2023). Integrating Building Information Modelling (BIM) and Artificial Intelligence (AI) for smart construction schedule, cost, quality, and safety management: Challenges and opportunities. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4616055>
- Sacks, R., Girolami, M., y Brilakis, I. (2020). Building information modelling, artificial intelligence and construction tech. *Developments in the Built Environment*, 4, 100011. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100011>
- Saleh, F., Elhendawi, A., Darwish, A. S., y Farrell, P. (2024). A framework for leveraging the incorporation of AI, BIM, and IoT to achieve smart sustainable cities. *Journal of Intelligent Systems and Internet of Things*, 11(2), 75–84. <https://doi.org/10.54216/JISIoT.110207>
- Tang, S., Shelden, D. R., Eastman, C. M., Pishdad-Bozorgi, P., y Gao, X. (2019). A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends. *Automation in Construction*, 101, 127–139.
- Valdebenito, R., y Forcael, E. (2025). Integrating artificial intelligence and BIM in construction: Systematic review and quantitative comparative analysis. *Applied Sciences*, 15(23), 12470. <https://doi.org/10.3390/app152312470>
- Wu, Z. (2024). Application of artificial intelligence technology in smart building integrated management platform under big data environment. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), 1–22. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-2378>
- Xiao, B., Xu, F., Yan, Z., Zhang, J., y Zhu, S. (2025). Research on the application of BIM and digital twin-based artificial intelligence technologies in the full lifecycle of building construction. In *Proceedings of the 2025 International Conference on Smart City and Sustainable Development (SCSD 2025)*. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3747012.3747033>
- Yang, L. (2025). A comprehensive review of artificial intelligence applications in Building Information Modeling (BIM) and future perspectives. *Journal of Computer Technology and Applied Mathematics*, 2(2). <https://doi.org/10.70393/6a6374616d.323635>