

DISEÑO ASISTIDO POR IA, AIAD: CATALIZADOR DE EVOLUCIÓN DEL DISEÑO URBANO-ARQUITECTÓNICO EN LA ERA DEL BIG DATA

AI-ASSISTED DESIGN, AIAD: A CATALYST FOR THE EVOLUTION OF URBAN-ARCHITECTURAL DESIGN IN THE BIG DATA ERA

CLAUDIA A. ORIHUELA-MARTÍNEZ
Orcid: 0000-0002-0251-9813
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México
orihuelaclaudia@hotmail.com

JORGE F. CERVANTES-BORJA
Orcid: 0000-0003-2355-8878
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México
jorfer@unam.mx

Cómo citar:
ORIHUELA-MARTÍNEZ, C. Y CERVANTES-BORJA, J.
(2025). Diseño asistido por inteligencia artificial (AIAD): un catalizador para la evolución del diseño urbano-arquitectónico en la era del big data. *Revista de Arquitectura*, 30(49), 77-96. <https://doi.org/10.5354/0719-5427.2025.80503>

Recibido:
2025-02-09
Aceptado:
2025-10-29

RESUMEN
La inteligencia artificial (IA) aplicada en los procesos urbano-arquitectónicos ha generado un debate sobre su implementación: ¿potencia capacidades proyectuales, constructivas y de gestión o amenaza la autoría, la ética y la diversidad creativa? Este artículo analiza el potencial de la IA como catalizador dentro de la transformación digital de la industria 4.0 y su relación con big data como materia prima. Se realizó una revisión de literatura especializada para identificar beneficios, aplicaciones, desafíos y riesgos éticos en arquitectura y urbanismo. Los resultados indican que combinada con tecnologías como BIM, la IA optimiza recursos y abre rutas orientadas a la sostenibilidad, personalización y adaptabilidad validadas por datos. Asimismo, se identificaron riesgos que representan desafíos controlables y oportunidades estratégicas para fortalecer la práctica profesional. Bajo un enfoque responsable, la IA puede ampliar capacidades humanas para la evolución del diseño urbano-arquitectónico.

PALABRAS CLAVE
Amplificador de capacidades, big data, ética en el diseño, diseño asistido por IA, prompt

ABSTRACT
Artificial intelligence (AI) applied to urban-architectural processes has sparked debate over its impact: does it enhance design, construction, and management capabilities, or threaten authorship, ethics, and creative diversity? This article examines the potential of AI as a catalyst in the digital transformation of Industry 4.0 and its connection to big data as a core resource. A specialized literature review identified benefits, applications, challenges, and ethical risks within architecture and urban planning. The findings show that, when integrated with technologies such as Building Information Modeling (BIM), AI can optimize resources and enable pathways toward sustainability, personalization, and data-driven adaptability. The review also highlights risks that pose manageable challenges and strategic opportunities to strengthen professional practice. Under a responsible framework, AI can expand human capabilities and support the evolution of urban and architectural design.

KEYWORDS
Artificial intelligence-Assisted Desing (AIAD), Big data, Capability Amplifier, Desing ethics, Prompt

INTRODUCCIÓN

La industria 4.0, en el actual contexto global, se caracteriza por la integración de tecnologías disruptivas, Internet de las cosas (IoT), big data analytics, realidad virtual/aumentada, edge computing, inteligencia artificial (IA), etc., que han modificado los procesos de producción, gestión y diseño en múltiples disciplinas. En arquitectura y urbanismo, esta transformación adquiere particular relevancia debido a la complejidad inherente a los procesos proyectuales, la gestión de información y la creciente demanda de soluciones sostenibles, adaptables y autosuficientes.

En este panorama actual, la inteligencia artificial se está consolidando de manera acelerada como una herramienta estratégica. A medida que esta tecnología produce resultados prometedores en diferentes industrias, ciertas aplicaciones de la IA se están transponiendo y reutilizando para que coincidan con la agenda urbano-arquitectónica, beneficiándose del esfuerzo de investigación interdisciplinario y proporcionando un espectro de escenarios potenciales (Chaillou, 2022). Su incorporación en los procesos de diseño y producción urbano-arquitectónico plantea un debate profundo en torno a sus implicaciones éticas y metodológicas. Por un lado, se reconoce su potencial para optimizar recursos, acelerar procesos y ampliar las capacidades creativas que, combinando su uso con big data analytics, permitiría generar propuestas más sostenibles y personalizadas. Por otro lado, emergen preocupaciones sobre la pérdida de autoría, la homogenización de proyectos arquitectónico-urbanos, sesgos algorítmicos y los riesgos de automatización acrítica que podrían comprometer la diversidad creativa y la toma de decisiones. Bajo este contexto surge la pregunta: ¿puede la IA convertirse en un catalizador para ampliar las capacidades proyectuales en arquitectura y urbanismo sin comprometer la autoría y la ética profesional?

Este escenario evidencia la necesidad de estudios que analicen el papel de la IA en la arquitectura, en cuanto a su enseñanza y práctica, no solo desde la perspectiva tecnológica, sino también desde un enfoque crítico que contemple sus implicaciones sociales y éticas. Por lo que, el propósito de este artículo es analizar el potencial del Diseño Asistido por Inteligencia Artificial (AIAD) no solo como una herramienta de asistencia al diseño —como en su momento lo fue el CAD—, sino como instrumento específico para el análisis, diseño y ejecución

racional automatizada, asistido por un ‘agente inteligente’ y concebido como catalizador en la evolución del diseño arquitectónico y urbano; considerando su relación intrínseca con big data y su integración con herramientas colaborativas como Building Information Modeling (BIM).

El artículo se estructura en cinco apartados principales: marco conceptual, que incluye el contexto tecnológico y aplicaciones de la IA en la práctica urbano-arquitectónica; posteriormente se expone el AIAD como concepto rector del presente artículo; se sigue con la metodología; los hallazgos en la investigación; para finalizar con los resultados y las conclusiones. Con ello, se pretende contribuir al debate sobre la implementación de la IA en la práctica urbano-arquitectónica como un potenciador de capacidades proyectuales o como una amenaza que ataca la autoría, la ética y la creatividad.

MARCO CONCEPTUAL Y CONTEXTO TECNOLÓGICO

La expansión del big data y el surgimiento de la inteligencia artificial (IA)

Desde 1970, un proyecto conocido como Urban 5 de Nicolas Negroponte del MIT Media Lab investigó la noción misma de complementariedad entre el diseñador y un agente inteligente. Su trabajo ayudó a “aclarar y demostrar el tipo de interacción que los arquitectos podían esperar de los programas de diseño inteligente en el futuro previsible” (Chaillou, 2022, p. 57).

Durante las primeras revoluciones industriales, la información se documentaba físicamente en planos, libros y textos impresos siendo limitada y de difícil acceso. Fue durante la tercera revolución industrial, iniciada en los años sesenta, con el surgimiento de la informática digital, cuando se incrementó exponencialmente el volumen y la disponibilidad de la información digitalizada. Sin embargo, como mencionan Mayer y Cukier (2013), fue con la llegada del internet y la consolidación de la World Wide Web (WWW) en los noventa cuando se robusteció el entorno digital que transformó radicalmente la industria y sectores como la banca, el comercio, la educación, la salud y el transporte.

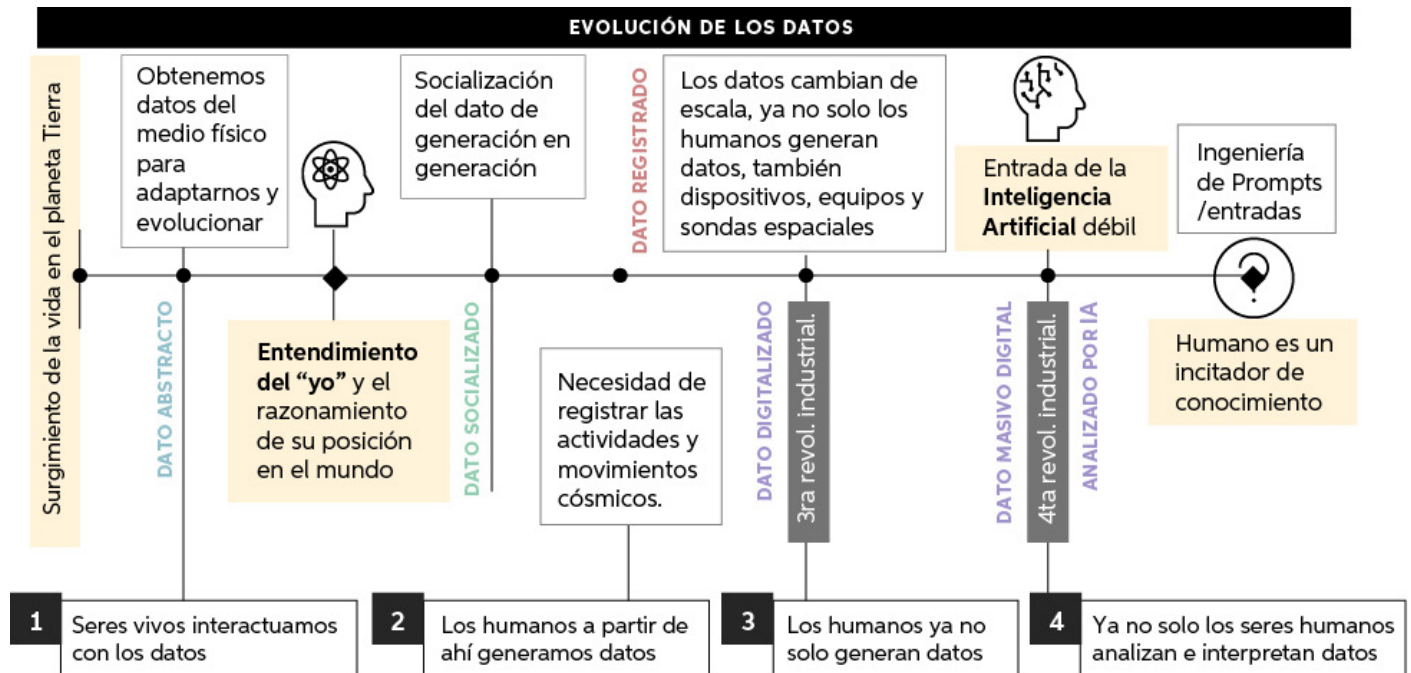
Con la generalización del uso de las computadoras, la relación entre hardware, software e información digitalizada ha evolucionado significativamente integrando tecnologías disruptivas (como la IA y los sistemas ciberfísicos). El software, como mediador entre la máquina y el ser humano, ha potenciado las necesidades de procesamiento, almacenamiento y generación masiva de datos (materia prima de la información), lo que presionó continuamente el desarrollo de no solo de los dispositivos de hardware, sino también de infraestructuras físicas como los centros de datos que nos permiten acceder a grandes bases de datos en tiempo real (Kempff, 2023). No obstante, durante las dos primeras décadas del siglo XXI, con la declarada cuarta revolución industrial conocida como

industria 4.0, esta tríada alcanzó una sincronización sin precedentes, impulsada por una combinación de factores: la reducción de costos tecnológicos, el desarrollo de microchips, la masificación de unidades de procesamiento gráfico (GPU), la incorporación de discos de estado sólido (SSD) y la expansión de redes digitales globales, que propició el escenario ideal para el desarrollo dominante de la inteligencia artificial (Schwab, 2016).

Este ecosistema tecnológico ha potenciado el surgimiento de la ‘ciencia de datos’, una disciplina encargada de extraer valor de los grandes y crecientes volúmenes de datos generados por múltiples fuentes —del tratamiento y análisis de datos masivos en formatos digitales emerge el término *big data*—. Sin *big data*, la mayoría de los modelos de IA no serían posibles, ya que estos mantienen una gran dependencia de esta fuente de información, la que actúa como insumo esencial para los modelos algorítmicos. Por eso, más que una acumulación de información, el término representa la materia prima del conocimiento contemporáneo y la base para el desarrollo de nuevo conocimiento a través de IA. Esto abre un debate prolijo porque antes del *big data* en la era de los datos escasos, nos guiábamos inductivamente con hipótesis heurísticas sobre cómo funcionaba el mundo. Ahora, con estas herramientas tecnológicas disruptivas, el enfoque presente está siendo guiado deductivamente por la abundancia de los datos y las correlaciones empíricas validadas. Como señalan Mayer y Cukier (2013) “los datos masivos o *big data* transforman nuestra forma de comprender y extrapolar el mundo” (p. 92).

A diferencia de etapas previas, en las que el análisis y generación de información era algo exclusivo del ser humano, con la incorporación de la inteligencia artificial se ha modificado profundamente esta relación. Hoy en día, la IA también genera, relaciona e interpreta datos. La Figura 1 muestra la evolución de estos desde sus formas más elementales hasta su actual condición masiva, digital y analítica demarcada por las revoluciones industriales. En la primera etapa, los datos abstractos surgen con la vida misma en el planeta, independientemente de un agente capaz interpretar el entorno. En la segunda, los datos socializados aparecen con el entendimiento del ‘yo’ y el desarrollo del pensamiento simbólico, permitiendo construir lenguaje y cultura. Con la invención de la escritura se inicia la era de los datos registrados, antecedente inmediato de la sistematización del conocimiento. Fue durante la tercera revolución industrial, cuando los datos digitalizados, transformaron la forma de almacenar y procesar información, dando origen a la era del *big data*, caracterizada por su volumen, velocidad y variedad (Mayer y Cukier, 2013). Finalmente, en la cuarta revolución industrial, los datos masivos digitales son procesados mediante algoritmos

FIGURA 1
Evolución de los datos



Nota. El diagrama representa la transición desde los datos analógicos y escasos hacia los datos masivos y digitalizados, vinculando las revoluciones industriales con la expansión del conocimiento y el surgimiento de la inteligencia artificial. Con ello, el ser humano mantiene la característica de 'incitador de conocimiento', mientras que la IA como herramienta aporta funciones de análisis, interpretación y generación de información derivada. Elaboración propia.

de aprendizaje automático (*machine learning*), en específico con aprendizaje profundo (*deep learning*) y los modelos de lenguaje a gran escala LLM, dando paso a la inteligencia artificial hasta donde la conocemos y a modelos capaces de analizar y predecir comportamientos complejos (Zhang et al., 2025). No obstante, aun en este contexto automatizado, el papel del ser humano continúa siendo irremplazable, conservando la función de 'incitador de conocimiento', capaz de formular las preguntas estratégicas, validar los resultados y orientar éticamente el análisis. Podemos destacar, entonces, al Diseño Asistido por Inteligencia Artificial (AIAD) no como sustituto de la inteligencia proyectual humana, sino como un agente coadyuvante en la toma de decisiones basada en datos (Schwab, 2016; Zhang et al., 2025).

AIAD, RECONFIGURACION DEL PROCESO DE DISEÑO El prompt como operación proyectual y el incitador de conocimiento urbano arquitectónico

En el contexto actual —donde la generación, el análisis y la interpretación de datos ya no son tareas exclusivamente humanas—, este conserva una función distintiva: la de incitador de conocimiento (Figura 1). Esto se debe a que la formulación estratégica de los parámetros de entrada llamados prompts y la validación ética y técnica de los resultados son una labor intrínsecamente humana

y proyectual. De este modo, la interacción entre el pensamiento proyectual humano y los algoritmos preentrenados potencia un nuevo ciclo de producción cognitiva en el acto de pensar, razonar, asociar y construir sentido en la información generada.

Para comprender el alcance del modelado paramétrico con IA en el diseño urbano-arquitectónico, es necesario comenzar por entender el concepto de *prompt*. En el contexto de la inteligencia artificial generativa, este es una instrucción o un conjunto de directrices que el usuario proporciona al sistema para obtener un resultado específico. En este sentido, el diseño se apoya precisamente en la capacidad de generar *prompts* estratégicos como ejes de su operatividad. En plataformas como Midjourney, estos pueden determinar el nivel de precisión, coherencia y creatividad del resultado visual deseado, siendo muy valiosos para el desarrollo conceptual y creativo en las fases previas del diseño con la tecnología disponible hasta ahora. Por lo tanto, los *prompts* pueden considerarse una nueva forma de lenguaje visual en el proceso de diseño arquitectónico contemporáneo. En este contexto, redactar uno se convierte en una operación proyectual en sí misma que implica el dominio de competencias lingüísticas, espaciales y técnicas por parte del proyectista (Eid-Masheh, 2023).

Eid-Masheh (2023) describe cómo, en un proceso didáctico con estudiantes de arquitectura, el uso de Midjourney implicó una curva de aprendizaje significativa. Inicialmente, los estudiantes empleaban *prompts* genéricos —como “futuristic and minimalists house”—, pero progresivamente comenzaron a construir instrucciones más complejas, que incluían especificaciones técnicas como ubicación geográfica, tipo de iluminación, tipo de lente fotográfico, materiales y atmósferas deseadas.

Desde una perspectiva técnica, existen estructuras recomendadas para la redacción de *prompts* efectivos, como la taxonomía de Bloom —que implica recoger información emitir juicios, organizar, distribuir y expandir el conocimiento— (Torres y Blanco, 2023). Según ChatGPT4, un *prompt* bien formulado debe incluir los siguientes componentes:

- Persona: definir el rol o perspectiva desde la cual debe interaccionar con la IA (por ejemplo, arquitecto, docente, crítico).
- Tarea: especificar claramente la actividad o acción esperada.
- Contexto: proporcionar el marco de referencia desde el cual deberá generarse la respuesta.
- Ejemplo: introducir un caso concreto que permita precisar aún más el enfoque.
- Formato: indicar el tipo de salida esperada (texto, imagen, tabla, gráfico, etc.).

- Tono: establecer el estilo discursivo (profesional, académico, divulgativo, educativo, etc.).

Estas nuevas aplicaciones, que provienen de la llamada ‘ingeniería de prompts’, están siendo claves para interactuar con IA generativas como GPT, que utiliza aprendizaje supervisado y reforzado.

Aplicaciones específicas del AIAD en la arquitectura y el urbanismo

La integración de la IA y el big data impuestos a través de metodologías como BIM están revolucionando todo el ecosistema de los procesos proyectuales. Esto incluye la predicción y prevención de riesgos, gestión eficiente de proyectos, mejora de la sostenibilidad, análisis de datos en tiempo real, planificación, desarrollo y gestión avanzada de ciudades inteligentes como el Virtual Singapore (Senovilla, 2020).

Se destacan a continuación tres trabajos realizados por el MIT Senseable City Lab, bajo la dirección de Carlo Ratti, que aplican soluciones urbanas integradas a partir del uso la IA y el big data, con tecnologías de aprendizaje profundo y sensores urbanos a modelos para repensar y mejorar la ciudad contemporánea:

1. Wang et al. (2021) proponen una metodología basada en aprendizaje profundo para cuantificar la legibilidad espacial de interiores a través de redes neuronales convolucionales (CNN) —es decir redes que permiten con IA manejar todo tipo de imágenes para generar patrones de aprendizaje de reconocimiento, detección y seguimiento—, como ResNet18. El modelo fue entrenado con imágenes capturadas para identificar imágenes de espacios interiores desde la perspectiva de un peatón de cinco edificios universitarios. Con su investigación lograron identificar patrones visuales que contribuyen a una mejor orientación espacial. Este modelo permite evaluar si un diseño arquitectónico será fácilmente interpretable por sus usuarios o no, ya que esto puede influir en accesibilidad y orientación espacial.
2. Otra aportación del Sense City Lab aparece en el estudio de Sun et al. (2022), quienes pudieron analizar y clasificar estilos arquitectónicos, a fin de comprender patrones formales y estéticos, a partir de imágenes y utilizando arquitecturas de aprendizaje profundo como EfficientNet. En dicho estudio, los autores proponen un marco para el reconocimiento automático de estilos arquitectónicos (barroco, gótico, moderno, etc.) a partir de imágenes, lo que permite analizar patrones en grandes bases de datos de arquitectura histórica y contemporánea. Estos

estudios con redes antagónicas generativas GAN pueden ayudar incluso a comprender el comportamiento de diseño de los humanos (Huan & Zheng, 2018).

3. TrashTrack o HubCab ilustra el análisis algorítmico aplicado al comportamiento humano y la infraestructura urbana, para apoyar las decisiones que mejoren la movilidad y la sostenibilidad en las ciudades.

Un último caso, importante de mencionar, es el presentado por Alawadhi y Yan (2023) de Texas A&M University, en su publicación *BIM Hyperreality*, donde desglosan los siguientes resultados: una red neuronal entrenada exclusivamente con datos generados y etiquetados por BIM/Rendering fue capaz de reconocer objetos arquitectónicos en fotos del mundo real, abriendo la puerta al diseño predictivo y a la evaluación automatizada de proyectos urbano-arquitectónicos.

Los autores argumentan que, en este contexto, la IA no solo interpreta datos, sino que se convierte en un agente codiseñador capaz de anticipar dinámicas urbanas complejas (Pampliega, 2019; Ratti & Claudel, 2016). Por eso, la función del arquitecto evoluciona hacia la de curador del proceso algorítmico, responsable de filtrar, evaluar y guiar los resultados generados por la máquina como lo expresa Eid-Masheh (2023).

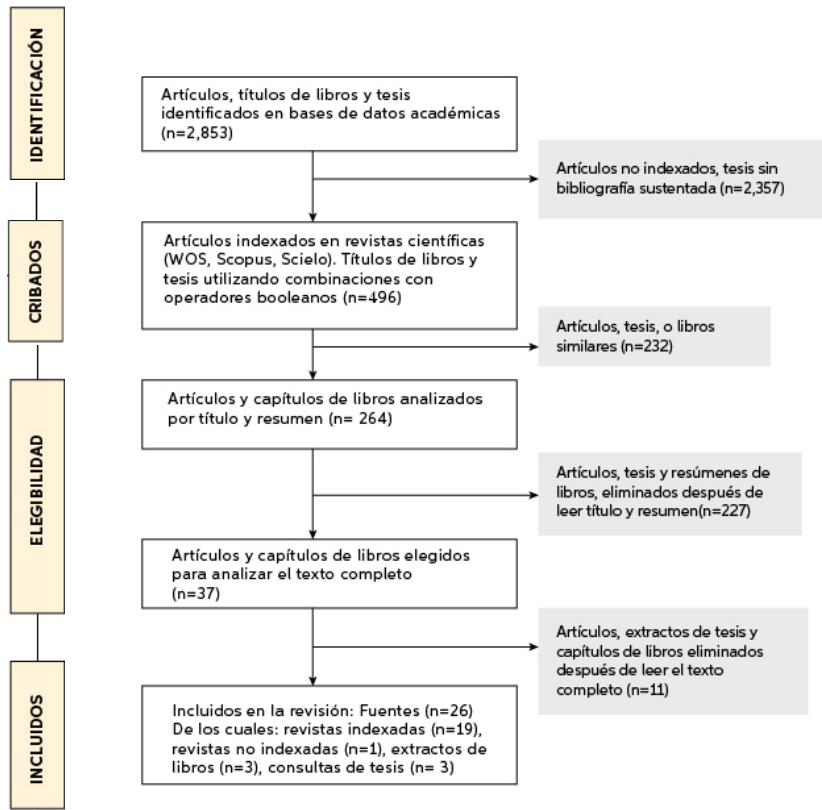
METODOLOGÍA

La metodología implementada fue una revisión de literatura especializada, con el fin de identificar los beneficios, aplicaciones, desafíos y riesgos éticos asociados al uso de la IA en la arquitectura y el urbanismo.

El proceso de recolección y filtrado de información se basó en la búsqueda de artículos científicos, papers de conferencias y fragmentos de libros especializados en bases de datos académicas indexadas (como WoS, Scopus y SciELO), priorizando la literatura publicada en los últimos diez años (2014-2024) en inglés o español. Los criterios de búsqueda se configuraron en las diferentes bases de datos con los operadores booleanos y cruce de palabras clave: “Aplicaciones de inteligencia artificial en arquitectura”, “Aplicaciones de IA en investigación científica”, “Fundamentos de big data analytics” “Riesgos y oportunidades de IA”, “Sesgos algorítmicos en la implementación de IA”, “Ética en el diseño con IA” y “Uso de datos masivos o big data en modelos BIM en IA”. La búsqueda inicial arrojó alrededor de 2.853 registros, se eliminaron 2.357 provenientes de artículos no indexados, tesis y libros con bibliografía no sustentada o carentes de relevancia para la presente investigación.

Se discriminaron a su vez 232 artículos, libros o tesis similares; 227 artículos, libros o tesis después de leer el resumen; 11 artículos, libros y tesis eliminados después de leer el texto completo. Se seleccionaron 26 registros para el análisis final, considerando su pertinencia temática y énfasis en el rigor científico: 18 de revistas indexadas, uno de una revista no indexada que era pertinente, tres tesis relevantes en la actualidad y tres libros. Los textos seleccionados se centraban en la estructura principal del presente artículo, incluyendo más de dos palabras clave, la relevancia del estado del arte, las conclusiones, hallazgos, futuras líneas de investigación y las aplicaciones de la IA en arquitectura y urbanismo, como se muestra en la Figura 2.

FIGURA 2
Flujo metodológico del
proceso de revisión tipo
PRISMA



Nota. Elaboración propia a partir de la metodología PRISMA.

Una vez clasificadas las fuentes bibliográficas, aplicando el proceso de elegibilidad con los criterios mencionados, los textos se sometieron a un análisis estructural utilizando FODA (fortalezas, oportunidades, desafíos y amenazas). Ello permitió clasificar los factores identificados en internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas). Los primeros corresponden a la práctica proyectual y a la propia herramienta denominada en este artículo AIAD con sus capacidades y sus limitaciones, los segundos son derivados del contexto tecnológico de la industria 4.0 y el entorno social, regulatorio y ético. Los resultados se sintetizan en la Tabla 1.

TABLA 1
Análisis FODA del AIAD

| FACTORES | INTERNOS (Práctica Proyectual AIAD) | EXTERNOS (Contexto industria 4.0 y regulatorio) |
|-------------|--|--|
| FORTALEZAS | <p>Amplificación de capacidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimización de recursos. • Aceleración de procesos constructivos y de gestión (mayor velocidad y eficiencia). <p>Modelado avanzado Capacidad de generación de opciones de diseño con criterios optimizados (paramétricos y generativos).</p> <p>Toma de decisiones Basada en evidencia debido al procesamiento de big data (diseñar, medir, analizar y refinar).</p> | N/A (Se manifiestan en oportunidades) |
| DEBILIDADES | <p><u>Dependencia del <i>prompt</i></u> Riesgo de automatización acrítica si el <i>prompt</i> es deficiente, llevando a resultados superficiales.</p> <p>Brecha de competencias Requiere nuevas habilidades profesionales (ética, data science y curaduría algorítmica).</p> <p>Riesgo de estandarización Tendencia a la homogeneización estética si no hay intervención crítica y diversidad en la autoría.</p> | <p>Implementación Una limitación para el uso de <i>deep learning</i> en arquitectura no es la capacidad del software, si no la escasez de grandes conjuntos de datos de entrenamiento correctamente etiquetados.</p> |

Nota. Elaboración propia, a partir de la revisión de literatura especializada.

| | | |
|---------------|--|---|
| OPORTUNIDADES | Procesos colaborativos e híbridos Con modelos de IA y la inteligencia humana, reconfigurando el rol del arquitecto en curador algorítmico, encargado de interpretar, corregir, y validar resultados y destinando mayor tiempo a los análisis estratégicos y a la creatividad. | Rutas proyectuales innovadoras Soluciones orientadas a la sostenibilidad, personalización y adaptabilidad compleja. |
| | Uso de <i>prompts</i> “Oportunidad para optimizar la enseñanza y el aprendizaje en diferentes áreas del conocimiento” (Torres y Blanco, 2023, p. 7). | Integración sistémica Uso de la IA con BIM y CPS (sistemas ciberfísicos) para una gestión integral del ciclo de vida del proyecto. |
| | BIM Hyperreality Las herramientas como BIM dejan de ser solo herramientas de documentación para convertirse en motores de generación masiva de datos sintéticos, óptimos, con precisión semántica y geométrica en la industria (Alawadhi y Yan, 2020; Ying et al., 2023). | Urbanismo inteligente Clasificación automática de estilos, legibilidad espacial, predicción de comportamientos futuros con redes generativas antagónicas (Huan y Zheng, 2018). La ética Se puede convertir en la clave para guiar la innovación responsable y mantener la dimensión humana del entorno construido. |
| AMENAZAS | N/A (Se manifiestan en debilidades) | Sesgos algorítmicos Amplificación de sesgos sociales, culturales o históricos presentes en los datos de entrenamiento (riesgo ético). |
| | | Gobernanza de la información: Proliferación de <i>deepfakes</i> y dificultad en la trazabilidad y fiabilidad de los datos. |
| | | Vacío normativo Ausencia de marcos legales y éticos robustos que regulen su aplicación y responsabilidades en el diseño. |

HALLAZGOS DERIVADOS DEL ANÁLISIS

El AIAD como amplificador de capacidades en el diseño urbano-arquitectónico y oportunidades

En términos de fortalezas y oportunidades podemos decir que, en la interacción del arquitecto con tecnologías específicas como IA, su rol se redefiniría. Inicialmente actúa como incitador de conocimiento con la formulación de *prompts* estratégicos, ampliándose su papel: de autor exclusivo, pasa además a ser curador y arquitecto del proceso algorítmico. Esto implica interpretar, corregir y seleccionar los resultados generados por la IA con un sólido criterio arquitectónico, mitigando los riesgos de automatización acrítica o de homogeneización estética (especialmente cuando se reproducen estilos visuales populares de redes sociales) y promoviendo una colaboración ética entre humanos y máquinas.

Así mismo, la IA se presenta como una herramienta que amplía significativamente nuestras capacidades para acelerar los procesos proyectuales, constructivos, operación y gestión de los edificios, “ofreciendo nuevas posibilidades para mejorar la eficiencia energética, la habitabilidad y la sostenibilidad” (Fraile, 2025, p. 3). Ello nos sitúa en un momento clave, hablando de la evolución del diseño urbano-arquitectónico: el Diseño Asistido por Inteligencia Artificial (AIAD), el cual muestra avances notorios en la generación opciones de diseño con criterios optimizados, modelado paramétrico y generativo, planificación urbana inteligente, sistemas autosuficientes, clasificación de estilos arquitectónicos automáticos, predicción de consumo energético, mantenimiento predictivo, construcción automatizada con modelos BIM prefabricados — incorporando funciones de diseño generativo desde el software Revit y la multiplicación de bibliotecas de aprendizaje automático en Grasshopper— (Chaillou, 2022). Operativamente, con el aprendizaje automático o *machine learning* (por ejemplo, redes neuronales SVM, convolucionales CNN y desconvolucionales GAN y algoritmos evolutivos con *deep learning*) los arquitectos y urbanistas pueden explorar con gran eficiencia un espectro de posibilidades, producir pruebas figurativas y gráficas en entornos virtuales y obtener feedback instantáneo para mejorar la viabilidad, rendimiento —en algunos casos por encima del desempeño humano (Cárdenas et al., 2025)—, permitiendo el manejo eficiente de la alta dimensionalidad, la multiobjetividad y las multirestricciones en el diseño, lo que es esencial para buscar la optimalidad global en soluciones complejas, además de facilitar prototipos imprimibles en 3D para validar la materialidad y espacialidad de los diseños de manera tangible a escalas adecuadas (Huan y Zheng, 2018, citado en Senovilla, 2020). Este enfoque no solo ahorra tiempo y reduce tareas repetitivas, si no que redirige el esfuerzo manual hacia objetivos más creativos y analíticos dentro del proceso y ejecución del proyecto (Kempff, 2023).

En cuanto a las fortalezas también es importante mencionar que la adopción de una cultura de datos que nutran las bases proyectuales de la arquitectura permite avanzar hacia decisiones con evidencias fundamentadas, resaltando el verdadero valor que no reside solo en la cantidad de estos, sino en la capacidad de integrarlos en narrativas comprensibles y accionables. Este enfoque promueve un ciclo iterativo de diseño en el que es fundamental rescatar —diseñar, medir, analizar y refinar— para mejorar el desempeño ambiental, funcional y pedagógico de los espacios construidos.

Desafíos, sesgos algorítmicos y automatización crítica

En términos de debilidades y amenazas, las aplicaciones de la IA presentan dos aspectos a considerar, desarrollados a continuación.

- 1. La ética como competencia transversal en la formación y práctica urbano- arquitectónica ante la incorporación de la IA:** el crecimiento exponencial de la IA en arquitectura y el urbanismo exige una reconsideración ética profunda en la formación y ejercicio profesional. La IA no es una herramienta neutral, puede inducir y amplificar sesgos que lleven a la toma de decisiones erróneas o injustas, además con actitudes acríticas y poco razonadas se puede caer en procesos automatizados excluyentes del beneficio social (Du et al., 2024). Por ello, la ética debe situarse en el centro de los planes formativos, no solo como un complemento aislado, sino esencialmente como una competencia transversal, es decir, un conjunto de habilidades que no son específicas de una sola materia, si no que se aplican en todas las áreas de formación y práctica profesional. Esta ética proyectual implica que el arquitecto del siglo XXI comprenda que sus decisiones, incluso las mediadas por algoritmos, tienen impactos tangibles sobre personas y territorios. González y Medina (2023) advierten que la IA usada sin criterios éticos puede vulnerar la integridad del conocimiento del diseño proyectual, por lo que se requiere reflexionar en el armado de valores para el logro de una cultura de transparencia en el pensamiento crítico de la arquitectura y el urbanismo profesional. Dicha cultura debe ser un freno frente a la automatización acrítica, reforzando la autoría profesional y el criterio para decidir cuándo y cómo utilizar IA, sin ceder la obra a modelos genéricos que replican estéticas vacías y contextos irrelevantes.
- 2. Sesgos algorítmicos:** en los subcampos específicos de IA como *machine learning* y la IA generativa, cuya eficacia depende en gran medida del big data utilizado para entrenar modelos, surge un riesgo importante de considerar: los sesgos algorítmicos.

Estos no son causados por el algoritmo en sí, si no por la forma en la que los equipos de ciencia de datos o constructores de IA recopilan, seleccionan y codifican la información de entrenamiento. Las causas pueden incluir sesgos en los datos de entrenamiento y sesgos en los diseños de algoritmos, por mencionar algunos. Es fundamental identificar y reducir los sesgos algorítmicos, ya que estos pueden generar problemas éticos, legales y sociales, afectando incluso la credibilidad de los sistemas de IA en la confianza del usuario (Du et al., 2024). En el caso de estructuras complejas como las redes neuronales profundas, el sesgo puede amplificarse debido a su capacidad para aprender patrones a partir de grandes volúmenes de datos —fenómeno conocido como ampliación del sesgo—. Se han documentado estudios que demuestran cómo la alta capacidad de los modelos y el tamaño del conjunto de entrenamiento incrementan la magnitud del sesgo cuando no se aplican estrategias de mitigación adecuadas, subrayando la necesidad de implementar protocolos éticos y mecanismos preventivos desde la fase de diseño y entrenamiento del modelo (Hall et al., 2022).

RESULTADOS

Sobre las fortalezas y oportunidades, se puede indicar que el análisis de la literatura revisada evidencia que la aplicación del AIAD en arquitectura y el urbanismo ha evolucionado hacia un modelo híbrido en el que la automatización y la creatividad pueden coexistir. Chaillou (2022), Díaz et al. (2024) y Norman (2023) coinciden con que la IA no reemplaza la labor proyectual, sino que amplía la capacidad del arquitecto para explorar soluciones más rápidas y complejas, e identifican una oportunidad de aplicación valiosa que parte desde la autoría exclusiva hacia un proceso colaborativo con modelos IA y la inteligencia humana. Por lo mismo, se identifica que la adopción de la IA además propone una reconfiguración del rol del arquitecto en curador algorítmico, encargado de interpretar, corregir y validar resultados, sobre todo los generados por sistemas automatizados. Cárdenas et al. (2025) coinciden que este cambio implica nuevos desafíos en la formación y desarrollo profesional. El pensamiento crítico sigue siendo indispensable para garantizar decisiones responsables, planificadas y controladas.

La incorporación de la inteligencia artificial en las prácticas urbano-arquitectónicas puede abordarse desde dos vertientes. La primera se vincula con la aplicación inmediata de modelos de IA generativa, tales como ChatGPT, Gemini o Midjourney. De acuerdo con la literatura especializada, en esta etapa de maduración tecnológica dichas herramientas han mostrado potencial principalmente en las fases conceptuales y creativas del diseño, si bien sus aportaciones

aún se consideran preliminares y de alcance limitado. La segunda vertiente, de carácter más sólido y sistemático, se sustenta en investigaciones orientadas al uso de técnicas de *machine learning* bajo marcos metodológicos estructurados y respaldados por bases de datos especializadas, particularmente aquellas derivadas de modelos BIM, considerados un facilitador esencial. Este enfoque posibilita procesos de análisis integrales que evidencian con mayor rigor los beneficios de la evolución proyectual mediante el Diseño Asistido por Inteligencia Artificial (AIAD).

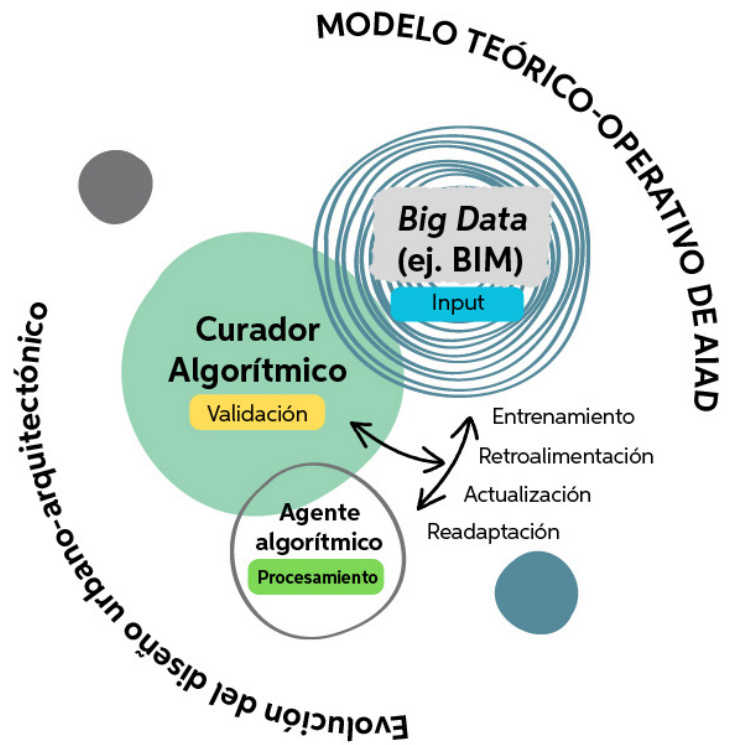
Sobre las debilidades y amenazas, autores como Chaillou (2022), Du et al. (2024), Barrios (2023), Albukhari (2025) y Norman (2023) señalan que las tecnologías basadas en grandes volúmenes de datos presentan riesgos significativos de sesgos algorítmicos, cuya mitigación requiere protocolos éticos y normativos desde el diseño y entrenamiento del modelo. Se evidencian además vacíos normativos y metodológicos en la integración de la IA en el ámbito urbano-arquitectónico, lo que plantea un desafío crucial para su adopción responsable.

Además, el análisis bibliográfico permitió proponer un modelo que operativo AIAD, entendido en esta fase como un marco teórico para la interacción de datos masivos (big data) —por ejemplo, los derivados de modelos BIM—, agentes inteligentes (IA) y la medicación humana del curador algorítmico. Este esquema identifica tres elementos principales que configuran un ciclo iterativo de diseño asistido por IA, que puede ser verificable en entornos de experimentación, en la academia o en el ámbito profesional. El modelo evidencia que el AIAD no solo estructura un marco operativo verificable, si no que incorpora propiedades adaptativas propias de un proceso proyectual vivo, donde los sistemas de IA, big data y la mediación humana conforman el proceso de aprendizaje. Esta iteración en tiempo real promueve un diseño que se reconfigura continuamente, enmarcando una importante participación de elementos éticos en el rol autoral (Figura 3).

DISCUSIÓN

En este sentido la discusión con la literatura internacional sugiere que la clave de la integración exitosa de la IA en arquitectura y el urbanismo radica en un marco ético, en las estrategias de mitigación de sesgos y una formación que prepare a los profesionales a asumir un rol activo y crítico en el Diseño Asistido por IA. Solo una ética activa y crítica permitirá que la IA funcione como un catalizador que coadyuve al desarrollo positivo de la arquitectura. Por lo que el modelo AIAD propuesto puede comprenderse como un sistema dinámico de aprendizaje proyectual vivo, en el que los flujos de datos, algoritmos y la validación humana configuran un proceso continuo de retroalimentación, capaz de adaptarse y actualizarse en tiempo real.

FIGURA 3
*Modelo teórico del Diseño
 Asistido por Inteligencia
 Artificial (AIAD)*



Nota. Elaboración propia.

Aunque existan preocupaciones sobre el impacto de la IA en la sustitución de tareas proyectuales intensivas de mano de obra, aún es posible adaptarse mediante la adquisición de nuevas habilidades que permitan enfrentar con éxito los retos contemporáneos. La ética no solo puede prevenir riesgos, sino que se convierte en la clave para guiar la innovación responsable y mantener la dimensión humana del entorno construido.

Desde una perspectiva urbanística, Senovilla (2020) señala que el uso de la IA para modelar ciudades mediante gemelos digitales y big data puede mejorar la gestión urbana, pero también perpetuar desigualdades si los algoritmos no están correctamente contextualizados y discutidos. Por ello, en el uso proyectual de la IA se debe llevar de fondo la dimensión de la justicia algorítmica con razones éticas humanas, que incluyan la diversidad, la equidad y la sostenibilidad.

El aporte original de este artículo radica en la conceptualización formal del Diseño Asistido por Inteligencia Artificial como un marco operativo y teórico distinto al Computer-Aided Design (CAD), centrándose en la reconfiguración del rol del arquitecto como curador algorítmico en la era del big data, formalizando esta postura como una respuesta ética y proyectual a los riesgos de automatización acrítica y homogenización estética.

CONCLUSIONES

El análisis de la literatura permitió confirmar el potencial de la IA como catalizador en la evolución del diseño urbano-arquitectónico resaltando el Diseño Asistido por Inteligencia Artificial —no únicamente como una herramienta de asistencia al diseño sino como instrumento específico para el análisis, diseño y ejecución racional automatizada, asistido por un agente inteligente— en el marco de la transformación digital de la industria 4.0 que implica la valoración del uso del big data como materia prima de la mayoría de sistemas con IA. Así mismo existe un escenario ideal con los modelos BIM, que no solo generan masivamente datos semánticos y sintéticos, sino que crean datos óptimos que permiten a la IA realizar análisis y predicciones de diseño multifacéticos que antes eran imposibles.

Bajo este panorama, el mismo papel del arquitecto se potencia y experimenta una reconfiguración fundamental de autor exclusivo a incitador de conocimiento, curador algorítmico y mediador de procesos computacionales que piensan, predicen y aprenden. Esta visión de la IA como una extensión crítica de la inteligencia proyectual humana, y no como un sustituto del juicio profesional, demanda un dominio en las nuevas competencias no solamente de las herramientas digitales, sino también en pensamiento crítico, metodológico, interpretación de resultados y sobre todo ética profesional (Atencio-González, 2023; Cárdenas et al., 2025; Sun et al., 2022). Uno de los riesgos actuales en la interacción entre usuarios e IA es la tendencia a buscar respuestas inmediatas a preguntas poco estructuradas, sin un razonamiento técnico o científico. Por ello, un primer lineamiento profesional para la interacción efectiva con la IA es saber cómo estructurar las instrucciones de forma anticipada, clara y estratégica. Esta capacidad de comunicación técnica es fundamental para que el arquitecto mantenga el control sobre el proceso mediado por la IA, evitando interpretaciones erróneas o desviaciones conceptuales y garantizando “resultados relevantes, predictivos, precisos y contextualmente apropiados” como lo menciona Eid-Masheh (2023, p. 22).

La reconfiguración de la profesión plantea importantes retos éticos y educativos. Si bien la IA amplía significativamente las capacidades, autores como Chaillou (2022), Du et al. (2024), Barrios (2023), Albukhari (2025) y Díaz et al. (2024) advierten sobre las vulnerabilidades que conlleva su uso, como los sesgos algorítmicos a esto se le suma la amenaza de contenidos falsos (*deepfakes*). En el ámbito del diseño, estudios como los de Eid-Masheh (2023) destacan que, aunque las imágenes generadas por IA con Midjourney son valiosas en lo conceptual, aún carecen de escalas en términos de precisión técnica y materialidad, lo que limita su aplicación constructiva inmediata, además de tender a generar estandarización y replicación de estéticas virales por la dependencia excesiva de modelos cerrados, entrenados con datos limitados y la falta de

estructura sólida técnica o científica en la formulación de *prompts*, llevando al manejo de resultados sesgados o irrelevantes para contextos locales o culturales específicos. Sin embargo, ya existe un avance importante relativo a estas estructuras vacías, que las dota de procesos metodológicos sólidos y contenido sólido, como los trabajos de Alawadhi y Yan (2020) y Ying et al. (2023).

Por otro lado, la IA como una amenaza surge de la aprehensión ante sus riesgos latentes. Por ello, es muy importante comprender que los riesgos son inherentes a la implementación de cualquier nueva tecnología y que, en la curva de aprendizaje, también se presentan oportunidades para mejorar deficiencias, huecos de desarrollo y aplicaciones. Empero cuando la IA se implementa de manera informada y estratégica, es posible generar riesgos calculados, transformando las amenazas potenciales en catalizadores de innovaciones correctivas y funcionales.

Finalmente, esta investigación porta elementos teóricos y críticos para comprender el papel de la IA en el urbanismo y la arquitectura contemporáneos en la era del big data y abre líneas futuras de trabajo encaminadas a diseñar metodologías de detección y corrección de sesgos en modelos de *machine learning* e IA generativa, implementar modelos de ética como competencia transversal en la enseñanza y el ejercicio profesional, enfatizar los modelos de proceso proyectual adaptativo —como un diseño vivo— y desarrollar marcos normativos que regulen la integración de estas tecnologías no solo en contextos globales, sino también locales. De esta manera, la IA puede consolidarse como una herramienta transformadora, orientada al bienestar humano, la diversidad creativa y la justicia ambiental y social (que mejora la calidad de vida de los ocupantes), como también lo ha advertido Albukhari (2025).

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran la ausencia de conflicto de intereses.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Claudia Orihuela: Conceptualización, investigación, metodología, administración del proyecto, redacción, visualización, borrador original, redacción – revisión y edición.

Jorge Cervantes: Supervisión, metodología, redacción – revisión y edición.

DECLARACIÓN DE USO DE IA

Se emplearon herramientas de IA generativa exclusivamente para apoyo en edición estilística, normalización APA, consulta estratégica y verificación de consistencia terminológica. No se generaron datos de investigación. Toda la curaduría, redacción sustantiva, selección y validación de referencias, así como las conclusiones, fueron realizadas por los autores y auditadas manualmente.

REFERENCIAS

- Alawadhi, M., & Yan, W. (2020). BIM hyperreality: Data synthesis using BIM and hyperrealistic rendering for deep learning. En *ACADIA 2020: Distributed proximities* (pp. 228-237). Autor. <https://doi.org/10.52842/conf.acadia.2020.1.228>
- Albukhari, I. (2025). The role of artificial intelligence (AI) in architectural design: A systematic review of emerging technologies and applications. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*. <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00186-1>
- Atencio-González, R. (2023). Implicaciones éticas sobre el uso de la inteligencia artificial en educación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(Supl. 1), 2-3. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2848>
- Barrios I. (2023). Inteligencia artificial y redacción científica: aspectos éticos en el uso de las nuevas tecnologías. *Medicina Clínica y Social*, 7(2), 46-47. <https://doi.org/10.52379/mcs.v7i2.278>
- Cárdenas, K., Moreira, J., Amores, C. y Núñez, M. (2025). Desarrollo de competencias investigativas a través de la inteligencia artificial. Un enfoque innovador. *Revista Cátedra*, 8(1), 18-38. <https://doi.org/10.29166/catedra.v8i1.6621>
- Chaillou, S. (2022). *Artificial Intelligence and Architecture: From Research to Practice*. Birkhäuser. <https://doi.org/10.1515/9783035624045>
- Díaz, A., Parra, J., y Gutiérrez, M. (2024). The Architecture Competition in the Age of AI: Emulation or Collective Revolution? *ARQ*, 118. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962024000300054>
- Du, J., Ye, X., Jankowski, P., Sanchez, T., & Mai, G. (2024). Artificial intelligence enabled participatory planning: a review. *International Journal of Urban Sciences*, 28(2), 183-210. <https://doi.org/10.1080/12265934.2023.2262427>
- Eid-Masheh, Y. (2023). *La inteligencia artificial en la generación de imágenes de arquitectura: aplicación directa de la inteligencia artificial en la arquitectura y posterior aplicación de las herramientas de modelado paramétrico para su ejecución material* [Tesis de fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/199880>
- Fraile, M. (2025). Diseño biodigital e inteligencia artificial. Procesos y soluciones innovadoras en la arquitectura contemporánea. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(1), 195-213. <https://doi.org/10.14718/revarq.2025.27.5259>
- González, L., y Medina, A. (2023). Advances and ethical challenges in the integration of AI in scientific production. *Journal of Scientific Metrics and Evaluation*, 1(1), 48-67. <https://doi.org/10.69821/JoSME.v1i1.2>
- Hall, M., van der Maaten, L., Gustafson, L., Jones, M., & Adcock, A. (2022). A systematic study of bias amplification. *arXiv Preprint*, 2201.11706. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.11706>
- Huan, W., & Zheng, H. (2018). Architectural drawings recognition and generation through Machine Learning. En *ACADIA 2018 Conference Proceedings* (pp. 156-165). <https://doi.org/10.52842/conf.acadia.2018.156>
- Kempff, J. (2023). *La arquitectura y su contexto gráfico, procesos de digitalización* [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid].
- Mayer, V. & Cukier, K. (2013). *Big Data: la revolución de los datos masivos*. Turner Neoma.
- Norman, E. (2023). La inteligencia artificial en la educación: una herramienta valiosa para los autores virtuales universitarios y profesores universitarios. *Panorama*, 17(32), 1-9. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v17i32.3681>

- Pampliega, C. (2019). Inteligencia artificial en el sector de la construcción. *Building & Management*, 3(2), 1-5. <http://dx.doi.org/10.20868/bma.2019.2.3917>
- Ratti, C., & Claudel, M. (2016). *The City of Tomorrow: Sensors, networks, hackers, and the future of urban life*. Yale University Press. <https://doi.org/10.1177/2399808318781239>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Senovilla, A. (2020). *Inteligencia artificial y aprendizaje automático en arquitectura* [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid].
- Sun, J., Morganti, A., Stavarakakis, E., Salim, F., & Rashid, O. (2022). Understanding architecture age and style through deep learning. *Cities*, 128, 103787. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103787>
- Torres, K. y Blanco, I. (2023). Arquitectura de prompts académicos para el uso de Inteligencias Artificiales (AI) en Areandina: desafíos, experiencias y obstáculos. *Investigaciones Andina*, 25(46), 62-81. <https://doi.org/10.33132/01248146.2258>
- Wang, Z., Liang, Q., Duarte, F., Zhang, F., Charron, L., Johnsen, L., Cai, B. & Ratti, C. (2021). Quantifying legibility of indoor spaces using deep convolutional neural networks: Case studies in train stations. *Building and Environment*, 160, 106099. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.04.035>
- Ying, H., Sacks, R., & Degani, A. (2023). Synthetic image data generation using BIM and computer graphics for building scene understanding. *Automation in Construction*. 154,105016. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105016>
- Zhang, G., Lu, C., & Luo, Q. (2025). Application of Large Language Models in the AECO Industry: Core Technologies, Application Scenarios, and Research Challenges. *Buildings*, 15(11), 1944. <https://doi.org/10.3390/buildings15111944>