

Inteligencia Artificial y la Reconstrucción Urbana de Siria

Mohamad Maksoud(*)

Resumen: La Inteligencia Artificial (IA) ofrece un enfoque de diseño más fácil y rápido para desarrollar conceptos de diseño, lluvias de ideas y bocetos más innovadores. Siria se enfrenta a diversos desafíos en su diseño arquitectónico y planificación urbana debido a la crisis de la guerra. Esta ha arruinado hogares y ciudades, y los diseñadores no han sabido satisfacer las necesidades de la gente. El trabajo aquí presentado investiga el potencial de la Inteligencia Artificial (IA) para mantener viva la herencia del diseño propio de Siria en modelos de diseño arquitectónico modernos. En concreto, este estudio tiene como objetivo examinar el proceso de diseño de la IA y los conceptos relacionados con el patrimonio sirio de arquitectura y diseño urbano. La combinación de los conceptos arquitectónicos con los modelos generados por IA puede mejorar el proceso de diseño en Siria, alineando también los recuerdos y el espíritu de la gente con la funcionalidad. Así, para empezar, se ha adoptado un método de revisión de la bibliografía en el que se han analizado diferentes investigaciones anteriores sobre modelos de diseño arquitectónico de IA para determinar el potencial de la IA y cómo puede beneficiar a Siria. También se incluye al final una breve discusión de los hallazgos de la bibliografía y las limitaciones de esta investigación. En definitiva, se trata de ayudar a los arquitectos a crear diseños y espacios urbanos más dinámicos que nos recuerden el ayer y sean prometedores para el mañana.

Palabras clave: Arquitectura - Inteligencia artificial - Diseño generado por IA - Arquitectura de Siria - Patrimonio de diseño de Siria - Planificación urbana

[Resúmenes en castellano y en portugués en las páginas 116-117]

⁽¹⁾ **Mohamad M. Maksoud**, arquitecto sirio y diseñador computacional. Su trabajo se sitúa en la intersección de la enseñanza, la investigación y la práctica. Se graduó con el BArch. de la AIU Damasco (Siria), y lo completó con el MArch. en Arquitectura Biodigital de la UIC Barcelona (España). También es doctorando del Programa de Doctorado en Arquitectura de la UIC Barcelona, en el que se encuentra desarrollando una tesis doctoral sobre Inteligencia Artificial en Arquitectura. A su vez, trabaja como diseñador computacional, investigador y docente en el iBAG-UIC Barcelona (Institute for Biodigital Architecture & Genetics-Universitat Internacional de Catalunya). Su rol se extiende al mundo académico impartiendo conocimientos como profesor asociado, enseñando diseño computacional y herramientas de visualización en el Máster de Arquitectura Biodigital de la UIC Barcelona. Y más allá del ámbito académico y de la investigación, es el director ejecutivo y

fundador de MAG Plus, estudio de arquitectura con sede en Dubai. Además, ha cofundado MAG-Maksoud Architectural Group en su ciudad natal, Damasco, Siria.

Pregunta de Investigación

Siria está experimentando grandes desafíos para mantener vivo su patrimonio de diseño arquitectónico debido a la crisis de la guerra. Casas y ciudades han sido destruidas, lo que permite un diseño potencialmente especulativo pero con una seria necesidad para la gente. La aplicación de la tecnología de Inteligencia Artificial (IA) en el proceso de diseño de edificios y ciudades puede mejorar el proceso de diseño del país. En particular, esta investigación tiene como objetivo responder a la pregunta de cómo se puede integrar la IA para remodelar el diseño arquitectónico manteniendo viva la herencia de Siria en él.

Introducción

La Inteligencia Artificial ha permitido a los arquitectos diseñar y construir estructuras de forma más eficaz y rápida manteniendo las funcionalidades y el aspecto estético del edificio (Mohamed & Mohamad, 2021). El diseño arquitectónico basado en IA se compone de programas informáticos que ayudan a resolver los complejos problemas del diseño. Los modelos de IA se utilizan para optimizar los diseños de edificios en función de factores estructurales, estéticos y de eficiencia energética (Long & Li, 2021). Además, la IA puede desarrollar un diseño basado en elementos específicos como el patrimonio del país y su funcionalidad (Prieto *et al.*, 2019).

Heo *et al.* (2021) detallaron que durante las guerras civiles, varias casas y ciudades en Siria sufrieron daños y perdieron su patrimonio de diseño. Se trata de una gran necesidad de adoptar planes adecuados para reconstruir los edificios de Siria manteniendo su patrimonio de diseño con funcionalidad. La IA puede ayudar a los arquitectos a adoptar la tecnología adecuada para reconstruir las ciudades devastadas por la guerra en Siria.

Historia del Conflicto en Siria

El actual conflicto en Siria comenzó el año 2011, tras años de agravios sociales y políticos. Y en el 2023, más de una década después, no se vislumbra ningún acuerdo de paz. La violencia continúa en el norte y el este (Tjebane *et al.*, 2020). La prolongada guerra ha destruido la infraestructura, paralizado la economía y el sistema de salud, y ha agravado la mayor crisis de refugiados del mundo. La reconstrucción será una tarea monumental que requerirá paz e inversión sostenidas (Srivastava *et al.*, 2022).

Impacto del Conflicto en la Infraestructura y la Arquitectura de Siria

Según Spennemann (2023), se estima que más del 80% del parque de viviendas urbanas de Siria ha sido dañado o destruido por bombardeos aéreos y de artillería durante la última década de conflicto. Alrededor de 12,1 millones de sirios se encuentran actualmente desplazados tanto dentro como fuera del país, y muchos de ellos encuentran sus hogares inhabitables o inexistentes (Pirchio *et al.*, 2021). Los estudios muestran que más del 50% de los edificios públicos de Siria, como escuelas, hospitales y servicios municipales, requieren una reconstrucción completa (Mannan *et al.*, 2023). Una quinta parte de los centros de salud de Siria ya no funcionan, lo que afecta la salud pública (Long & Li, 2021). El rico patrimonio cultural del país ha sufrido numerosas bajas. Gu *et al.* (2021) informa que más de 150 sitios, vecindarios y estructuras arqueológicas de importancia histórica están total o parcialmente arruinados. Al menos cinco pueblos antiguos enteros existen ahora sólo como excavaciones, después de que los bombardeos redujeran todos los edificios a escombros (Ghimire, 2023).

Según una evaluación de la Dirección General de Antigüedades y Museos de Siria, aproximadamente entre el 70% y el 80% de las estructuras de estos famosos distritos históricos sufrieron daños irreversibles y necesitarán una restauración intensiva (Deligiorgi *et al.*, 2021). La reconstrucción a partir de pérdidas arquitectónicas e infraestructurales tan generalizadas plantea un tremendo desafío que requerirá apoyo y experiencia dedicados durante muchos años. También se debe prestar especial atención a la reparación y el mantenimiento del patrimonio cultural del país, que forma la base de la diversa identidad histórica de Siria. Shadi y Bashar (2015) afirmaron que la planificación concertada de la reconstrucción es ahora crucial para fomentar comunidades resilientes y restaurar cierta sensación de normalidad para millones de sirios desplazados.

Terremoto 2023 y su Impacto

Spennemann (2023) explicó que en 2023 un terremoto devastador sacudió algunas ciudades de Siria, provocando una amplia aniquilación que agravó aún más los desafíos a los que se enfrenta la nación. El temblor sísmico tuvo un efecto significativo en los lugares afectados, especialmente en las ciudades de Idlib, Alepo, Lattakia, Hama y Homs (Schia, 2019). Causó grandes daños a edificios, cimientos y oficinas básicas en estas ciudades. Las estructuras privadas, los edificios comerciales y las oficinas abiertas sufrieron colapsos críticos o daños graves, desarraigando a las comunidades que luchaban por recuperarse. En base a los informes de daños presentados a las autoridades locales tras el terremoto, se presenta en las siguientes *Tablas 1 y 2* una categorización de los tipos de edificios dañados y su estado patrimonial en las ciudades afectadas (Sanchez *et al.*, 2022):

Tabla 1. Daños a edificios por tipología en la ciudad de Alepo.

Tipología de edificio	Número de edificios dañados	Estructuras patrimoniales catalogadas dañadas
Residencial	5.000	1.250 (25%)
Comercial	750	350 (47%)
Religioso	35	25 (71%)
Gobierno/Municipal	15	5 (33%)
Educativo	30	10 (33%)

Tabla 2. Daños a edificios por tipología en la ciudad de Homs.

Tipología de edificio	Número de edificios dañados	Estructuras patrimoniales catalogadas dañadas
Residencial	3.500	875 (25%)
Comercial	500	200 (40%)
Religioso	25	15 (60%)
Gobierno/Municipal	10	3 (30%)
Educativo	20	7 (35%)

Regona *et al.* (2022) presentaron que los impactos humanos del terremoto fueron graves en las cinco ciudades afectadas, según los registros de respuesta a emergencias. El Ministerio de Salud informó más de 2.000 muertes un mes después del terremoto, siendo Alepo la cifra más alta con 958 muertos, muchos de ellos bajo edificios derrumbados. La Media Luna Roja Árabe Siria también documentó más de 8.500 lesiones que requirieron atención médica inmediata, más del 70% de las cuales en Idlib fueron fracturas y laceraciones por escombros estructurales (Prieto *et al.*, 2019). La capacidad hospitalaria limitada en algunas zonas agravó los desafíos humanitarios. La Sede de las Naciones Unidas en Siria estimó además una cifra inicial de más de 300.000 personas desplazadas de hogares dañados que buscaban refugio de emergencia en campamentos superpoblados y con recursos rápidamente agotados (Ploennigs & Berger, 2022).

Shadi y Bashar (2015) en su estudio revisaron las amenazas relacionadas con el patrimonio cultural de Siria debido al conflicto armado en la región. La idea principal es que Siria posee un patrimonio culturalmente muy significativo y bien conservado que abarca

muchas civilizaciones diferentes a lo largo de la historia. Pirchio *et al.* (2021) proporcionó el hecho de que, sin embargo, sus artefactos culturales y sitios arqueológicos se enfrentan a inmensas amenazas debido a tal conflicto en curso que desestabiliza la región.

IA en la Arquitectura

La Inteligencia Artificial se ha desarrollado como una herramienta transformadora dentro del campo de la planificación de la construcción, remodelando la forma en que los diseñadores conciben, hacen y mejoran sus proyectos (Oprach *et al.*, 2019). Al asumir el control de la IA, los modeladores pueden aprovechar un conjunto interminable de dispositivos y métodos que intensifican su inventiva, mejoran la investigación de planes, y desbloquean resultados concebibles aún no utilizados en el entorno construido. Omar *et al.* (2022) ilustraron que, en términos de clasificación, los modelos de IA relevantes para conceptos estructurales generativos incluyen redes generativas adversarias (GAN) y codificadores automáticos variacionales (VAE).

Bienvenido-Huertas *et al.* (2019) los ha aplicado para la optimización topológica de sistemas Truss y formas de carcasas funiculares. En cuanto a las estructuras personalizadas, se refieren a geometrías no estándar que surgen de la capacidad de la IA para evaluar nuevas formas estructurales no concebidas previamente. Un ejemplo podrían ser los tejados de membranas tensadas resultantes de simulaciones basadas en la física (Abioye *et al.*, 2021). En cuanto al análisis del rendimiento con IA, los métodos emergentes utilizan redes neuronales entrenadas en grandes conjuntos de datos de elementos finitos para predecir respuestas estructurales como tensiones/desplazamientos (Oluleye *et al.*, 2022). Esto permite una evaluación rápida de las alternativas de diseño generadas por IA en comparación con la simulación tradicional (Munawar, 2019).

Además, la IA supera las expectativas en la creación de imágenes por ordenador, lo que abre la puerta a nuevas posibilidades de planeamiento (Merabet *et al.*, 2021). Esta capacidad posibilita a los modeladores a tener valiosas experiencias en torno a las conexiones entre los distintos componentes de un proyecto, permitiéndoles disponer de opciones bien informadas en el planeamiento, y crear espacios que sin ser aparentemente impactantes sean más funcionales e importantes. McMeel (2022) afirmó que, viendo los experimentos del Generador de Price, el desafío de la planificación del espacio interno es una de las preocupaciones centrales de la arquitectura. El conjunto de limitaciones que presionan esta escala particular proviene de varias cuestiones: el programa, la estructura, las aberturas de la fachada, la circulación del edificio, etc. (Martins *et al.*, 2022). En consecuencia, la disposición de los espacios internos intenta equilibrar y resolver todas esas diversas cuestiones, al tiempo que incluye las intenciones del arquitecto: esto conlleva un grado de complejidad que somete a cualquier tecnología que aspire a abordar la planificación del espacio interno bajo una gran presión (Chaillou, 2022).

El efecto de la IA en el planeamiento de la construcción amplifica las ideas y visualizaciones de otros tiempos pasados. Mediante la integración de cálculos de IA en programas informáticos de recreación, los planificadores pueden realizar investigaciones integrales de

ejecución, recreando y examinando diferentes puntos de vista del comportamiento de los edificios (Long & Li, 2021). Desde la eficiencia energética y su adecuación con el entorno natural hasta la atención humana de los habitantes, las recreaciones impulsadas por IA brindan a los planificadores un enfoque basado en datos para optimizar sus planes, garantizando que no sean sólo elegantemente satisfactorios sino también mantenibles, versátiles y receptivos a las necesidades de los clientes y del medio ambiente. Li *et al.* (2023) detallaron que la planificación espacial es de hecho, hoy en día, un área de aplicación cada vez mayor para la investigación de la IA. Muchos proyectos de los últimos cinco años han superado significativamente los límites, abordando principalmente entornos controlados como la distribución de apartamentos o la zonificación de espacios de oficinas. Sin embargo, a medida que esta área de investigación madure, estos modelos tienen el potencial de aplicarse a programas más complejos con posibilidades aún más desafiantes (Chaillou, 2022).

La investigación por Regona *et al.*, (2022) ha explorado varios beneficios y obstáculos potenciales de implementar la Inteligencia Artificial en la planificación y el diseño de edificios (Iapaolo, 2023). El autor ha realizado una revisión PRISMA y un metaanálisis para esta revisión de investigación que incluye el análisis y resumen de la investigación existente sobre tecnología artificial. Heo *et al.* (2021) afirmaron que existen varias oportunidades para la IA para arquitectos y diseñadores. El autor también analizó cómo se puede utilizar la IA para la gestión eficaz de proyectos de construcción mediante la asignación de recursos, la optimización y la evaluación de riesgos. Harake (2021) destacó que la IA hace que las prácticas de diseño e ingeniería sean efectivas al proporcionar automatización, modelado virtual y una mejor toma de decisiones.

Gu *et al.* (2021) ilustraron que las tareas de automatización de la tecnología BIM están respaldadas por IA, que ayuda a los diseñadores a detectar conflictos, estimación de costos y selección de materiales al mejorar la eficiencia del tiempo y la precisión del proyecto. Otro hecho del artículo es que la IA ayuda a los gerentes a monitorear el proceso de ejecución del edificio en el sitio (Ghimire, 2023). La IA permite al usuario identificar los peligros potenciales de la estructura, facilita el proceso de evaluación y garantiza el cumplimiento sin problemas de las especificaciones de diseño. Por último, la realidad aumentada y virtual ha revolucionado el diseño y la visualización arquitectónica (Esling & Devis, 2020). Esto se debe a que la IA puede generar un diseño inmersivo y realista de los edificios que permite a los arquitectos y a otras partes interesadas interactuar con el diseño antes de su construcción (Díaz-Rodríguez & Pisoni, 2020).

Según Devine y Quinn (2020), *Runway ML* ofrece a los planificadores un conjunto diferente de instrumentos y procedimientos de IA que pueden conectarse a distintos puntos de vista del plano del edificio. Desde la generación de imágenes y el intercambio según tendencias hasta el examen y la visualización de información, *Runway ML* ofrece a los modeladores la adaptabilidad para probar estrategias de diseño impulsadas por IA y dar rienda suelta a su imaginación. La arquitectura de alto nivel de *Runway* consta de tres componentes clave: (1) una *backend* de API REST que es el núcleo de la arquitectura, (2) un kit de desarrollo de software (SDK) que permite a los científicos de datos instrumentar sus propios *scripts* de Python 3, y (3) una interfaz de panel basada en web. *Runway* también está diseñado para ser nativo de la nube y se integra fácilmente con otros servicios como el almacenamiento de objetos en la nube² y el servicio IBM Deep Learning (DL).

Otro método de IA prometedor en términos de ingeniería es Dalle-2. Esta estrategia permite a los modeladores controlar las características de la imagen, como la superficie, el color y la iluminación, lo que permite la creación de planos aparentemente atractivos y la generación de diferentes opciones de planos. Al aplicar Dalle-2, los modeladores pueden investigar diversos resultados imaginables, refinar sus ideas y lograr los impactos visuales deseados (Croce *et al.*, 2023). El concepto de arte generativo ha sido explorado científicamente durante muchos años. Llamó más la atención con la introducción de herramientas de texto a imagen, imagen a imagen, y mejora de imagen, accesibles públicamente como el modelo de IA de *Anthropic*, el modelo de difusión estable de *Stability AI* y *DALL·E* de *OpenAI* (Bienvenido-Huertas *et al.*, 2019). Estos sistemas automatizados fusionaron múltiples técnicas de aprendizaje automático en flujos de trabajo simplificados para la generación de ideas visuales a partir del lenguaje o entradas visuales existentes, lo que inspiró un gran interés en los medios creados algorítmicamente (Ploennigs & Berger, 2022).

La elección de dispositivos de IA específicos debe guiarse por los requisitos previos, los objetivos y la capacidad del grupo del plan. Los planificadores deben considerar variables como las capacidades, los aspectos destacados, la facilidad de uso y la compatibilidad de los aparatos con los flujos de trabajo de su plan para garantizar una integración consistente y resultados ideales (Basu *et al.*, 2023).

Croce *et al.* (2023) propusieron un enfoque semiautomático para la reconstrucción *Scan-to-BIM* de datos del patrimonio arquitectónico digital que aprovecha técnicas de Inteligencia Artificial para hacer que el proceso sea menos manual y requiera menos tiempo. Arroyo *et al.* (2021) afirmaron que, específicamente, eso implica el uso de segmentación semántica, geometrías de plantillas, y propagación de plantillas para facilitar niveles más altos de automatización en comparación con los flujos de trabajo tradicionales subjetivos y manuales de *Scan-to-BIM*.

McMeel (2022) llevó a cabo un estudio para explorar la maximización de los beneficios de la IA a través de un diseño cooperativo y centrado en la comunidad que va más allá de las herramientas aisladas, para considerar los sistemas de decisión espacial, como flujos de trabajo interconectados. Akinosho *et al.* (2020) explicaron que la integración refleja mejor la naturaleza colaborativa de la planificación, lo que permite a los equipos trabajar juntos sin problemas, para lograr objetivos compartidos. El estudio de caso de idoneidad de la tierra que creó un prototipo de este enfoque fue inteligente: demostró que comprender las experiencias completas de los usuarios finales es primordial (Abubakar *et al.*, 2023). El estudio imaginó las soluciones técnicas con desafíos de implementación. Los marcos que vinculan esferas anteriormente separadas pueden derribar barreras entre la invención y la resolución de problemas sobre el terreno (Abioye *et al.*, 2021). Además, los resultados son un buen augurio para empoderar a los profesionales a través del diseño centrado en el usuario. La asociación con comunidades sirvió para posicionar a la tecnología emergente y fortalecer drásticamente la capacidad humana (Tjebane *et al.*, 2022).

IA en la Construcción Urbana Posconflicto

La IA tiene el potencial de capacitar a los diseñadores para imaginar y hacer realidad un entorno mejor construido para la humanidad, y un mañana mejor para nuestro planeta. Para que esto se haga realidad, la IA debe difundirse en la práctica de la arquitectura para cada escala (Srivastava *et al.*, 2022). Con *Spacemaker* nos esforzamos por hacer nuestra parte, para contribuir a este cambio, y a medida que observamos el creciente número de iniciativas en el mundo académico y la industria que hacen lo mismo, *¡el futuro de la IA en el diseño es más brillante que nunca!* (Chaillou, 2022). Una de las áreas clave donde la IA puede tener un impacto serio es en la evaluación y mapeo de zonas dañadas. Spennemann *et al.* (2023), a través del examen de ricos simbolismos, fotografías etéreas y otras fuentes de información, los cálculos de la IA pueden distinguir y medir el grado de daño de estructuras, edificios y espacios abiertos. Estos datos son básicos para comprender el alcance de las necesidades de recreación y priorizar esfuerzos en función de la gravedad del daño. Según Schia (2019), la IA puede ayudar en el manejo de la planificación y la ordenación urbana, generando propuestas de planificación electivas. Al analizar la textura urbana existente, la información registrada y el entorno social, los cálculos de la IA pueden crear alternativas de planificación que sean sensibles al entorno cercano y combinen estándares de mantenibilidad y resistencia (Sanchez *et al.*, 2022). Este enfoque de planificación generado por IA puede ayudar a los organizadores y modeladores urbanos a investigar una amplia gama de resultados imaginables e identificar soluciones creativas para reconstruir los distintos niveles de daños. Otro ámbito en el que la IA puede contribuir es en la optimización de la asignación de activos y la gestión de proyectos (Regona *et al.*, 2022). Al analizar información sobre activos accesibles, imperativos presupuestarios y cronogramas de construcción, los cálculos de IA pueden ayudar a reconocer la asignación más productiva de activos y optimizar los planes de riesgo. La IA también puede desempeñar un papel en la conservación y restauración del legado social. Mediante el uso de reconocimiento y análisis de imágenes, datos verificables y documentación impulsados por IA, los cálculos de IA pueden ayudar a identificar la evidencia, la documentación y la recuperación de elementos del legado social (Prieto *et al.*, 2019).

Ejemplos de IA en la Reconstrucción

Chaillou (2022) indicó que los cálculos de IA, combinando cierto simbolismo y una detección de información más amplia, se han utilizado para distinguir y clasificar de forma natural las regiones dañadas, brindando datos exactos y oportunos para la toma de decisiones. Cuando los usuarios señalaban determinados elementos, Urban 5 emitía advertencias si se detectaban conflictos (Prabhakar *et al.*, 2023). Se marcaría un “*TED, ESTÁN SUCEDIENDO DEMASIADOS CONFLICTOS*” si los bloques no coincidieran. La máquina también podría sugerir diseños aproximados, permitiendo a los usuarios ajustarlos y adaptarlos más tarde. El trabajo de Negroponte asignó a las computadoras un papel más activo en el proceso de concepción, más allá de la simplicidad de otras investigaciones CAD de la época.

ca (Ploennigs y Berger, 2022). Los diagramas se generaron con un modelo (WGAN-GP) entrenado en un conjunto de datos de imágenes de Pittsburgh, EE. UU.

Otro ámbito en el que la IA ha asumido compromisos importantes es en la recreación de lugares de legado social (Oprach *et al.*, 2019). Se han utilizado cálculos de reconocimiento y análisis de imágenes impulsados por IA para ayudar en la identificación, documentación y recuperación de artefactos sociales y componentes estructurales. Estas innovaciones potencian la conservación del legado social, garantizando que las zonas renovadas mantengan su notoriedad crónica y social. Arquitectos e investigadores han utilizado y reutilizado modelos, concebidos en otros campos, para diferentes aplicaciones, en diversos casos de uso (Omar *et al.*, 2022).

Además, la IA se ha conectado dentro del campo de la planificación y la ordenación urbana, apoyando la creación de situaciones construidas factibles y resilientes (Oluleye *et al.*, 2022). A través de cálculos de planes generativos y métodos de aprendizaje automático, la IA puede crear propuestas de planes electivos que tengan en cuenta componentes como el entorno cercano, contemplando los elementos naturales y las necesidades de la comunidad. Esto permite a los organizadores y diseñadores urbanos investigar una serie de resultados concebibles del plan y tomar decisiones informadas para la reconstrucción de las zonas urbanas. Munawar (2019) ilustró que el proyecto *Urban Fiction2.0* representa un paso en esta dirección: un modelo, entrenado con imágenes satelitales de las principales ciudades, puede adaptar texturas específicas de la ciudad a nuevos patrones definidos por el usuario.

Potencial de la IA en el Contexto Sirio

El potencial de la IA dentro de la reconstrucción de regiones aniquiladas en Siria es tremendo y anuncia oportunidades especiales para abordar los complejos desafíos y complejidades particulares del entorno sirio (Mohamed y Mohamad, 2021). Al aprovechar las innovaciones de la IA, hay algunas zonas donde la IA puede contribuir a los esfuerzos de reconstrucción, fomentando eventualmente la creación de situaciones construidas viables y sólidas que reflejen el legado social y los anhelos sirios individuales. Merabet *et al.* (2021) definieron que un área clave donde la IA puede tener un impacto significativo es en el momento de la propuesta de planes electivos que se ajusten a la centralidad social e histórica de las ciudades sirias. Al analizar datos registrados, estilos de ingeniería y legado social, los cálculos de IA pueden generar opciones de planificación que son significativamente delicadas, consolidando componentes que repercuten en las comunidades locales (McMeel, 2022).

Según Tjebane *et al.* (2022), al alimentar a la IA con los mejores datos, los mejores resultados están determinados por la información correcta. Además, la IA tiene el potencial de optimizar el uso de activos restringidos y mejorar la productividad del proceso de reconstrucción. Al analizar información sobre activos accesibles, procedimientos de desarrollo y accesibilidad de la estructura, los cálculos de IA pueden brindar propuestas para la asignación de activos, la optimización y la planificación de proyectos. Esta capacidad se

vuelve especialmente importante en el contexto de Siria, donde los imperativos de activos y los desafíos calculados representan obstáculos críticos para los esfuerzos de recreación (Martins *et al.*, 2022).

Además, la IA puede desempeñar un papel fundamental a la hora de apoyar la preparación para la toma de decisiones mediante el análisis y la síntesis de información compleja (Mannan *et al.*, 2023). Al analizar datos sobre el flujo de población, los indicadores económicos y las condiciones naturales, los cálculos de la IA pueden proporcionar conocimientos importantes para ilustrar las decisiones de ordenación, las técnicas de ordenación urbana y los enfoques de planificación. Long y Li (2021) afirmaron que el modelo de IA permite a los planificadores humanos definir primero las carreteras o calles principales utilizando una imagen satelital, simplemente delineándolas, ya sea en la periferia o dentro del lugar en cuestión. Luego, esto se utiliza para activar el modelo de generación de IA para generar una secuencia de tres planes maestros bidimensionales basados en el tiempo, basados en el conocimiento que ha aprendido de imágenes satelitales anteriores (Srivstava *et al.*, 2022). Los planes directores que se generan siguen la información estructurada definida por el modelo de identificación anterior. Algunos de estos datos estructurados se representan luego en 3D para que sean más fáciles de entender (Iapaolo, 2023). Así, la IA puede contribuir a la conservación y reconstrucción de lugares de legado social en Siria. Al utilizar el reconocimiento y la investigación de imágenes impulsado por IA, información verificable y documentación, los cálculos de IA pueden ayudar en la prueba reconocible, la documentación y la reconstrucción de artefactos sociales y componentes de construcción (Heo *et al.*, 2021).

Según Haraké (2021), por otro lado, este proceso de modelado es accesible no sólo para los planificadores profesionales, sino también para el público en general, porque es muy fácil de usar. Si bien las herramientas de Inteligencia Artificial generativa son prometedoras para ayudar a los planificadores urbanos, el control público directo podría socavar los estándares de diseño profesional y la preservación del patrimonio. Gu *et al.* (2021) presentaron que los parámetros podrían considerar conjuntos de datos como población, uso de la tierra y factores ambientales para dar forma a diferentes escenarios de cara a la evaluación especializada. Sin embargo, en última instancia, las opciones generadas requieren que los arquitectos y expertos en planificación apliquen conocimientos especializados que equilibren las prioridades técnicas, sociales y culturales al decidir la implementación adecuada. La participación pública sigue siendo valiosa, pero las aprobaciones finales deben quedar en manos de profesionales autorizados (Schia, 2019).

Sentient Sketchbook 4, originalmente una herramienta de creación de juegos, que permite el diseño de bocetos de mapas a través de una interfaz intuitiva, brinda retroalimentación en tiempo real de las métricas evaluadas y sugerencias de diseños alternativos a sus usuarios, brindando retroalimentación bidireccional entre la herramienta y el diseñador (Oprach *et al.*, 2019).

Al abordar el potencial de la IA en el entorno sirio, los esfuerzos de juego pueden beneficiarse de conocimientos basados en datos, una asignación efectiva de activos y acuerdos de planificación socialmente delicados (Díaz-Rodríguez y Pisoni, 2020). Sea como fuere, es fundamental abordar la IA como una herramienta que complementa y mejora las habilidades humanas y la información local, cultivando un enfoque colaborativo para la reno-

vación que valore los puntos de vista y compromisos especiales de los ciudadanos sirios. En última instancia, la aplicación de la IA en el sistema de reconstrucción puede contribuir a la creación de ciudades dinámicas, viables y fuertes que reflejen el alma y los anhelos del pueblo sirio (Devine y Quinn, 2019).

Discusión y Análisis

Los conflictos en Siria comenzaron a partir de 2011 en forma de diferentes disputas, guerras y destrucción. Para agravar estos problemas, las redes eléctricas en Homs y Hama sufrieron averías cuando, según los registros de las empresas de servicios públicos, se cayeron 28 torres de alta tensión, lo que cortó el suministro eléctrico a más de 400.000 hogares durante seis semanas y provocó cortes de agua en algunos barrios (Croce *et al.*, 2023). Abordar daños tan extensos y en la atención médica, la educación, el transporte y los servicios públicos, plantea inmensos desafíos de recuperación que requerirán planificación estratégica y apoyo internacional cooperativo para ayudar a reconstruir infraestructuras y servicios críticos de una manera resiliente y sostenible (Chaillou, 2022).

Luego, el terremoto del 2023 causó daños sustanciales en la infraestructura crítica de las ciudades afectadas, exacerbando los desafíos existentes en la prestación de servicios, como se documenta en varias evaluaciones de la ayuda (Basu *et al.*, 2023). En Alepo, 14 de 20 hospitales públicos sufrieron colapsos parciales o grietas estructurales según el Syria Health Cluster, lo que los obligó a cerrar por reparaciones y dejó a unos 300.000 residentes sin acceso a atención médica. De manera similar, las evaluaciones iniciales de necesidades de UNICEF encontraron que más de 250 escuelas vieron aulas destruidas o consideradas no aptas para su uso sólo en Idlib y Hama, lo que interrumpió la educación de hasta 180.000 niños. La Autoridad de Carreteras de Siria también informó que 32 puentes que cruzaban las principales rutas de transporte en la gobernación de Latakia colapsaron, dividiendo a las comunidades y obstaculizando las entregas de ayuda (Abubakar *et al.*, 2023). Al fusionar las capacidades de IA con VR y AR, los arquitectos ahora pueden crear entornos virtuales altamente interactivos y responsivos que permiten a las personas entrar directamente en los planes propuestos (Bienvenido-Huertas *et al.*, 2019). Los clientes, socios y otros tomadores de decisiones pueden literalmente verse a sí mismos moviéndose a través de espacios como si estuvieran físicamente allí. Ya no se limitan a planos o modelos estáticos, todas las partes pueden sumergirse en una réplica digital totalmente realizada del edificio planificado. Pueden proporcionar información inmediata sobre cómo se sienten los distintos elementos de diseño dentro del espacio simulado. Baduge *et al.* (2022) explicó que este nivel de interactividad facilita una colaboración mucho más dinámica en comparación con lo tradicional. Las personas pueden experimentar de primera mano cómo la luz, las vistas, el flujo de aire, y otros factores clave, se unirían en 3D. Es posible que observen detalles pasados por alto, detecten problemas potenciales y obtengan respuestas a sus preguntas en el acto. Como resultado, todas las necesidades de las partes interesadas se comprenden mejor en una fase más temprana del proceso (Arroyo *et al.*, 2021). Además, los escenarios iterativos del “qué pasaría si” se pueden lograr sin problemas. Con unos

pocos clics, la realidad virtual permite explorar múltiples opciones de diseño dentro del mismo entorno. Esto da como resultado soluciones más personalizadas y centradas en el usuario que tienen una mayor probabilidad de éxito una vez construidas en la vida real. Si bien es imperfecta, la tecnología está cada día más cerca de lograr un verdadero consenso y productos finales optimizados a través de una participación virtual inmersiva (Omar *et al.*, 2022).

A medida que la IA avanza, se investigan áreas inéditas estimulantes, como el manejo de dialectos universales, los sistemas basados en el conocimiento y la autonomía mecánica, todos los cuales tienen importantes sugerencias para el planeamiento de ingeniería (Akinoshio *et al.*, 2020). Estos niveles en desarrollo tienen el potencial de optimizar los flujos de trabajo, automatizar las tareas rutinarias y aumentar la inventiva humana, lo que permite a los planificadores centrarse en consideraciones clave y enfoques de planificación integrales. La IA no es un sustituto de las habilidades humanas, sino un socio eficaz que permite a los planificadores superar los impedimentos, desafiar las tradiciones y dar forma al futuro de la ingeniería (Abioye *et al.*, 2021). Teofrasto, el sucesor de Aristóteles en la escuela peripatética, dijo la famosa frase: *“El tiempo es lo más valioso que un hombre puede gastar”*. En un ámbito donde el valor lo es todo y se cuenta en el tiempo, es sorprendente cuánto gastamos en determinadas tareas. El tiempo, por supuesto, es sólo una dimensión. Los problemas de diseño más desafiantes son los ensamblajes complejos y multidisciplinarios que involucran una amplia gama de experiencia necesaria para resolverlos. El tiempo y la experiencia juntos definen lo que podemos hacer, pero en muchos sentidos también definen el límite de lo que hacemos, al menos en la práctica (Oluleya *et al.*, 2022).

El estudio de Haraké (2021) se puede vincular a la problemática de Siria para reconstruir los edificios para las personas que se han recuperado de la guerra. Este estudio demostró que el empresario en general participó ampliamente en la reconstrucción de las estructuras, proporcionando diseños innovadores. Hay varios desafíos en la reconstrucción de las estructuras después de la guerra, para los cuales es importante adoptar métodos de diseño innovadores que puedan brindar espíritu a la gente y mantener vivos los recuerdos patrimoniales de los edificios. Además, Iapaolo (2023) destacó el papel de la IA en la configuración de edificios y ciudades, ya que los sistemas de visión por computadora tienen diferentes desempeños en áreas urbanas y no urbanas. La investigación sostiene que el contexto de las ciudades está exponiendo significativamente las limitaciones al uso de tecnologías de IA. Esto puede vincularse al problema de investigación de que la adopción de la tecnología de IA puede afectar la necesidad de un diseño de edificios creado por humanos (Tjebane *et al.*, 2022).

Los investigadores Sánchez, Comer y LaRoche (2022), señalaron la importancia del patrimonio cultural para cualquier país. Destacaron que las normas culturales generan significativamente sentimientos de conexión y cooperación entre diferentes grupos de comunidades después de los conflictos. Ayuda a acercar a las personas, y a construir confianza y redes sociales. De manera similar, los investigadores Devine y Quinn (2019) también examinaron el capital social en ciudades posconflicto. Sugirieron que es importante conectar las sociedades para el desarrollo a largo plazo del país. En el caso de Siria, la población se enfrenta a muchos conflictos debido a la destrucción de sus edificios de patrimonio cultural. Siria tiene una gran necesidad de reconstruir los edificios y renovar las estructuras

dañadas. Los diseñadores deben mantener vivo el antiguo patrimonio cultural en el edificio para brindar una sensación de comodidad a estas estructuras. Shadi & Bashar (2015) señalaron el patrimonio arquitectónico pasado y presente de Siria. Los investigadores han señalado la inmensa necesidad de preservar el patrimonio de Siria porque la guerra ha destruido sus importantes edificios históricos.

McMeel (2022) ha destacado la necesidad de herramientas de IA mediante conocimientos de diseño cooperativos y centrados en la comunidad. El investigador ha propuesto un marco de herramientas de IA que pueden adoptarse en procesos de planificación del mundo real. Se descubre que las herramientas de Inteligencia Artificial mejoran la eficiencia del proceso de diseño. Además, el estudio de Ploennigs & Berger (2022) ha indicado las capacidades de las herramientas de IA que se aplican a los conceptos y diseños de la arquitectura a través de indicaciones de texto. Además, los investigadores Abubakar *et al.* (2023), han obtenido mejores resultados del aprendizaje automático para mejorar la eficiencia de los edificios. Estos investigadores hacen que la Inteligencia Artificial sea perfecta para implementarla en el proceso de diseño de edificios en Siria.

El pueblo de Siria tiene una gran necesidad de reconstrucción de edificios y ciudades debido a las crisis de guerra pasadas. Los modelos arquitectónicos generados a través de la Inteligencia Artificial constituyen un enfoque innovador para la arquitectura y el diseño urbano que utiliza herramientas y algoritmos basados en datos para diseñar edificios que brindan una buena estética junto con sus respectivas funcionalidades (Baduge *et al.*, 2022). Los algoritmos de la IA ayudan a analizar una gran cantidad de datos sobre el patrimonio de diseño de Siria, como planos, imágenes históricas y patrones de diseño (Basu *et al.*, 2023). La Inteligencia Artificial puede utilizar estos datos para desarrollar sugerencias mediante las cuales su cultura pueda infundirse en edificios modernos para mantener vivos sus recuerdos (Esling & Devis, 2022). Estas sugerencias incluyen diversos elementos de construcción, como materiales tradicionales, elementos decorativos y arcos en los diseños del edificio.

La Inteligencia Artificial también ayuda al país a garantizar la armonía de los nuevos proyectos de construcción con el contexto histórico de Siria. Se pueden utilizar varias herramientas de Inteligencia Artificial, incluidas simulaciones de realidad aumentada o realidad virtual, para visualizar el desempeño de la estructura propuesta (Martins *et al.*, 2022). Esto es beneficioso para mantener la estética y el carácter cohesivo del patrimonio en los distintos lugares de Siria, junto con los requisitos funcionales modernos de los edificios. Los modelos de realidad virtual de los edificios generados por IA permiten a los diseñadores explorar los lugares y edificios históricos de cualquier país (Spennemann *et al.*, 2023). La IA puede generar un modelo realista del edificio, que puede facilitar la educación de las personas sobre la importancia de su patrimonio de diseño (Díaz-Rodríguez & Pisoni, 2020). Siria ha sido testigo de la destrucción de sus diversos edificios patrimoniales debido a la guerra (Munawar *et al.*, 2019). El poder de restauración inteligente de la IA se puede utilizar para restaurar este daño mediante el análisis de documentos históricos, fotografías y dibujos de edificios (Baduge *et al.*, 2022). La Inteligencia Artificial puede comprender los materiales y estilos de los edificios originales analizando sus documentos. Además, la IA también puede proporcionar recomendaciones para la restauración precisa de edificios dañados, manteniendo al mismo tiempo la autenticidad e integridad de los diseños ori-

ginales (Li *et al.*, 2023). El investigador Merabet *et al.* (2021), muestra que la Inteligencia Artificial es efectiva para generar diseños paramétricos de los edificios que se basan en requisitos específicos. Los diseñadores en Siria pueden utilizar el diseño paramétrico de la IA para preservar las características originales de los edificios destruidos.

Srivastava *et al.* (2022) afirmaron que la aplicación de herramientas de Inteligencia Artificial en la reconstrucción posconflicto de las distintas ciudades de Siria, incluidas Alepo, Idlib, Latakia, Hama y Homs, presenta una oportunidad fundamental para reimaginar el diseño urbano, fomentar la preservación cultural y facilitar participación de la comunidad. Aprovechando las tecnologías de Inteligencia Artificial de vanguardia, como los *Midjourney's Text-to-Image Diffusion model*, *GANs*, *Stable Diffusion*, y *Runway ML*, los planificadores urbanos y arquitectos pueden explorar una amplia gama de posibilidades de diseño que se adaptan a las características históricas, culturales, contextuales y ambientales únicas de cada ciudad (Spennemann, 2023).

La ciudad de Alepo, diseñada por griegos y romanos, está asolada por los impactos del conflicto. Las herramientas de Inteligencia Artificial permiten la visualización y la reconceptualización creativa de lugares emblemáticos como la ciudadela de Alepo y la Gran Mezquita (Shadi & Bashar, 2015). Al incorporar estilos y materiales arquitectónicos históricos, los diseños generados por IA tienen como objetivo preservar el rico patrimonio cultural de la ciudad al tiempo que visualizan un futuro urbano resiliente y dinámico (Schia, 2019).

De manera similar, Idlib, diseñada por Fazil Ahmed Pasha, fue destruida durante la guerra. Las herramientas de Inteligencia Artificial desempeñan un papel crucial en la restauración de zocos históricos y arquitectura tradicional, al tiempo que integran elementos de planificación urbana contemporánea para mejorar la funcionalidad y la sostenibilidad (Sanchez *et al.*, 2022). Las simulaciones generadas por IA ayudan a identificar soluciones de infraestructura eficientes, optimizando la asignación de recursos y acelerando el proceso de reconstrucción.

Latakia, construida por Septimius Severus, situada a lo largo de la pintoresca costa siria, se beneficia de soluciones de diseño impulsadas por IA que consideran el entorno costero y los recursos naturales únicos de la ciudad. Al integrar espacios verdes, redes de transporte sostenibles y edificios energéticamente eficientes, el paisaje urbano generado por IA armoniza con su entorno y prioriza el bienestar de sus residentes (Regona *et al.*, 2022).

En Hama, una ciudad famosa por sus antiguas norias y mezquitas históricas, construidas en períodos romanos, griegos y posteriores, las intervenciones de diseño impulsadas por IA se centran en la restauración sensible, preservando el patrimonio cultural y adoptando al mismo tiempo elementos arquitectónicos modernos. Las visualizaciones generadas por IA guían los esfuerzos de reconstrucción con un equilibrio entre preservación y adaptaciones contemporáneas (Prieto *et al.*, 2019).

Finalmente, en Homs, diseñada por Marwa Al-Sabouni, una ciudad profundamente afectada por el conflicto, las herramientas de Inteligencia Artificial contribuyen a la reactivación de ruinas históricas y estructuras medievales. Según Prabhakar *et al.* (2023), los diseños asistidos por IA priorizan la asignación de recursos, abordan necesidades urgentes y al mismo tiempo visualizan un futuro que encarna la identidad y las aspiraciones de la ciudad.

Más allá del diseño y la reconstrucción, la IA también empodera a las comunidades locales para que participen activamente en la configuración del futuro de su ciudad (Ploennigs y Berger, 2022). Las herramientas de diseño interactivo y las plataformas participativas fomentan la participación de la comunidad, asegurando que el proceso de reconstrucción sea inclusivo y refleje los deseos y necesidades de la gente (Pirchio *et al.*, 2021). Mediante la aplicación de la IA en estas ciudades, la reconstrucción urbana posconflicto se convierte en algo más que una mera restauración física. Se convierte en una oportunidad para entrelazar la innovación, la preservación cultural y las aspiraciones comunitarias en el tejido de los nuevos futuros de estas ciudades. El papel de la IA en este contexto ejemplifica su potencial transformador para dar forma a un paisaje urbano más brillante y resiliente para el pueblo de Siria (Oprach *et al.*, 2019).

Conclusión

Se puede concluir que la Inteligencia Artificial es una herramienta importante para la reconstrucción de edificios después del conflicto en Siria. La Inteligencia Artificial puede mantener la dignidad y el respeto del patrimonio de diseño sirio junto con la funcionalidad efectiva de los edificios. Las herramientas y algoritmos de Inteligencia Artificial son ideales para generar modelos efectivos de edificios sirios mediante el uso de documentos, imágenes y dibujos históricos. La Inteligencia Artificial puede infundir diferentes elementos, materiales y especificaciones en los nuevos edificios propuestos, lo que ayuda a las personas a mantener viva su memoria patrimonial en sus edificios. La representación tridimensional del edificio generada por IA es esencial para indicar las características patrimoniales importantes del edificio. Además, los modelos HBID de la IA ayudan a devolver el diseño histórico, la geometría y los materiales de los edificios destruidos a la nueva estructura propuesta. Además, la IA también genera potentes modelos BIM que ayudan a los diseñadores a identificar la integridad estructural y la eficiencia de los nuevos edificios. También se descubre que la Inteligencia Artificial mantiene la armonía de la estructura según el contexto histórico de los edificios. La herramienta de IA es útil para que Siria mantenga las características estéticas y cohesivas de su herencia de diseño. Además, los modelos de realidad virtual de la IA ayudan a los diseñadores a explorar los sitios históricos de los edificios para crear un modelo realista de esas estructuras destruidas. La IA también se compone de un poder de restauración inteligente mediante el cual los edificios dañados pueden restaurarse mediante el análisis de fotografías y documentos históricos. Esto ayuda a los diseñadores a mantener la autenticidad y la integridad de los edificios arqueológicos originales. La IA también ayuda a los diseñadores a generar diseños paramétricos de los edificios basados en cualquier característica específica del edificio. Por tanto, la IA es una herramienta eficaz para la planificación arquitectónica y urbana de los distintos edificios y ciudades de Siria afectados por la destrucción de la guerra.

Referencias bibliográficas

- Abioye, S.O., Oyedele, L.O., Akanbi, L., Ajayi, A., Delgado, J.M.D., Bilal, M. & Ahmed, A. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering*, 44, p. 103299.
- Abubakar, A.I., Ahmad, I., Omeke, K.G., Ozturk, M., Ozturk, C., Abdel-Salam, A.M. & Imran, M.A. (2023). A survey on energy optimization techniques in UAV-based cellular networks: from conventional to machine learning approaches. *Drones*, 7(3), p. 214.
- Akinosho, T.D., Oyedele, L.O., Bilal, M., Ajayi, A.O., Delgado, M.D., Akinade, O.O. & Ahmed, A.A. (2020). Deep learning in the construction industry: A review of present status and future innovations. *Journal of Building Engineering*, 32, p. 101827.
- Arroyo, P., Schöttle, A. & Christensen, R., (2021, Julio). The Ethical and Social Dilemma of AI Uses in The Construction Industry. En *Proc. 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*. Lima, pp. 227-236.
- Baduge, S.K., Thilakarathna, S., Perera, J.S., Arashpour, M., Sharafi, P., Teodosio, B. & 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, p. 104440.
- Basu, A., Paul, S., Ghosh, S., Das, S., Chanda, B., Bhagvati, C. & Snasel, V. (2023). Digital Restoration of Cultural Heritage with Data-driven Computing: A Survey. *IEEE Access*.
- Bienvenido-Huertas, D., Nieto-Julián, J.E., Moyano, J.J., Macías-Bernal, J.M. & Castro, J. (2019). Implementing artificial intelligence in H-BIM using the J48 algorithm to manage historic buildings. *International Journal of Architectural Heritage*.
- Chaillou, S. (2022). *Artificial Intelligence and Architecture From Research to Practice*.
- Croce, V., Caroti, G., Piemonte, A., De Luca, L. & Véron, P. (2023). HBIM and Artificial Intelligence: Classification of Architectural Heritage for Semi-Automatic Scan-to-BIM Reconstruction. *Sensors*, 23(5), p. 2497.
- Deligiorgi, M., Maslioukova, M.I., Averkiou, M., Andreou, A.C., Selvaraju, P., Kalogerakis, E., & Artopoulos, G. (2021). A 3D digitisation workflow for architecture-specific annotation of built heritage. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 37, p. 102787.
- Devine, A. & Quinn, B. (2019). Building social capital in a divided city: The potential of events. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(10), p. 14951512.
- Díaz-Rodríguez, N. & Pisoni, G. (2020). Accessible cultural heritage through explainable artificial intelligence. En *Adjunct Publication of the 28th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, pp. 317-324.
- Esling, P. & Devis, N. (2020). Creativity in the era of artificial intelligence. *arXiv preprint arXiv:2008.05959*.
- Ghimire, P. (2023). Digitizing Cultural Heritage of Nepal: Tools for Conservation and Restoration. *Unity Journal*, 4(01), pp. 254-279.
- Gu, N., Yu, R. & Behbahani, P.A. (2021). Parametric design: Theoretical development and algorithmic foundation for design generation in architecture. *Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences*, pp. 1361-1383.
- Haraké, M.F. (2021). *Building on Chaos Public Sector Project Management in Post-Conflict Countries1*.

- Heo, S., Han, S., Shin, Y. & Na, S. (2021). Challenges of data refining process during the artificial intelligence development projects in the architecture, engineering and construction industry. *Applied Science*, 11(22), p. 10919.
- Iapaolo, F. (2023). The system of auto-mobility: computer vision and urban complexity—reflections on artificial intelligence at the urban scale. *AI & Society*, p. 112.
- Li, Y., Zhao, L., Chen, Y., Zhang, N., Fan, H. & Zhang, Z. (2023). 3D LiDAR and multi-technology collaboration for preservation of built heritage in China: A review. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 116, p. 103156.
- Long, R. & Li, Y. (2021, Julio). Research on energy-efficiency building design based on bim and artificial intelligence. En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 825(1), p. 012003. IOP Publishing.
- Mannan, A.V. & Islam, M.S. (2023, Junio). Exploring Uncharted Architectural Territories through Generative Adversarial Networks with Human Collaboration. En *2023 5th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, pp. 1-6. IEEE.
- Martins, N.C., Marques, B., Alves, J., Araújo, T., Dias, P. & Santos, B.S. (2022). Augmented reality situated visualization in decision-making. *Multimedia Tools and Applications*, 81(11), pp. 14749-14772.
- McMeel, D. (2022). Algorithms, AI and Architecture - Notes on an extinction. *Proceedings of the 24th Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia (CAA-DRIA)*. 2(2), pp. 61-70.
- Merabet, G.H., Essaaidi, M., Haddou, M.B., Qolomany, B., Qadir, J., Anan, M., & Benhaddou, D. (2021). Intelligent building control systems for thermal comfort and energy-efficiency: A systematic review of artificial intelligence-assisted techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, p. 110969.
- Mohamed, M.A. & Mohamad, D. (2021, Mayo). The implementation of artificial intelligence (AI) in the Malaysia construction industry. In *AIP Conference Proceedings*, 2339(1). AIP Publishing.
- Munawar, N.A. (2019). Competing heritage: Curating the post-conflict heritage of Roman Syria. *Bulletin of the Institute of Classical Studies*, 62(1), pp. 142-165.
- Oluleye, B.I., Chan, D.W. & Antwi-Afari, P. (2022). Adopting Artificial Intelligence for enhancing the implementation of systemic circularity in the construction industry: A critical review. *Sustainable Production and Consumption*.
- Omar, A.F., Zainordin, N., Khoo, S.L. & Peng, J.O.H. (2022, Noviembre). Barriers in implementing artificial intelligence (AI) and Internet of things (IoTs) among Malaysian construction industry. En *AIP Conference Proceedings*, 2644(1). AIP Publishing.
- Oprach, S., Bolduan, T., Steuer, D., Vössing, M. & Haghsheno, S. (2019). Building the future of the construction industry through artificial intelligence and platform thinking. *Digitale Welt*, 3, pp. 40-44.
- Pirchio, D., Walsh, K.Q., Kerr, E., Giongo, I., Giaretton, M., Weldon, B.D. & Sorrentino, L. (2021). Integrated framework to structurally model unreinforced masonry Italian medieval churches from photogrammetry to finite element model analysis through heritage building information modeling. *Engineering Structures*, 241, p. 112439.
- Ploennigs, J. & Berger, M. (2022). *AI Art in Architecture*.

- Prabhakar, V.V., Xavier, C.B. & Abubeker, K.M. (2023). A Review on Challenges and Solutions in the Implementation of Ai, IoT and Blockchain in Construction Industry. *Materials Today: Proceedings*.
- Prieto, A.J., Macías-Bernal, J.M., Silva, A. & Ortiz, P. (2019). Fuzzy decision-support system for safeguarding tangible and intangible cultural heritage. *Sustainability*, 11(14), p. 3953.
- Regona, M., Yigitcanlar, T., Xia, B. & Li, R.Y.M. (2022). Opportunities and adoption challenges of AI in the construction industry: a PRISMA review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), p. 45.
- Sanchez, A.L., Comer, J.S. & LaRoche, M. (2022). Enhancing the responsiveness of family-based CBT through culturally informed case conceptualization and treatment planning. *Cognitive and Behavioural Practice*, 29(4), p. 750770.
- Schia, M.H. (2019). *The introduction of AI in the construction industry and its impact on human behavior*.
- Shadi, W. & Bashar, M. (2015). Syrian Archaeological Heritage: Past and Present. *Watfa & Mustafa Scientific Culture*, 1(3), pp. 1-14.
- Spennemann, D.H. (2023). Exhibiting the Heritage of COVID-19—A Conversation with ChatGPT. *Heritage*, 6(8), pp. 5732-5749.
- Srivastava, A., Jawaid, S., Singh, R., Gehlot, A., Akram, S.V., Priyadarshi, N. & Khan, B. (2022). Imperative role of technology intervention and implementation for automation in the construction industry. *Advances in Civil Engineering*, 2022.
- Tjebane, M.M., Musonda, I. & Okoro, C. (2022). Organisational factors of artificial intelligence adoption in the South African construction industry. *Frontiers in Built Environment*, 8, p. 823998.

Abstract: Artificial Intelligence (AI) offers an easier and faster design approach to develop more innovative design concepts, brainstorming and sketching. Syria is facing several challenges in its architectural design and urban planning due to the war crisis. It has ruined homes and cities, and designers have failed to meet people's needs. The work presented here investigates the potential of Artificial Intelligence (AI) to keep alive Syria's own design heritage in modern architectural design models. Specifically, this study aims to examine the AI design process and concepts related to Syrian architectural and urban design heritage. Combining architectural concepts with AI-generated models can improve the design process in Syria, also aligning people's memories and spirit with functionality. Thus, to begin with, a literature review method has been adopted in which different previous research on AI architectural design models has been analysed to determine the potential of AI and how it can benefit Syria. Also included at the end is a brief discussion of the findings of the literature and the limitations of this research. Ultimately, the aim is to help architects create more dynamic urban designs and spaces that remind us of yesterday and hold promise for tomorrow.

Keywords: Architecture - Artificial intelligence - AI-generated design - Syrian architecture - Syrian design heritage - Urban planning - Urban planning

Resumo: A Inteligência Artificial (IA) oferece uma abordagem de projeto mais fácil e rápida para desenvolver conceitos de projeto, brainstorming e esboços mais inovadores. A Síria está enfrentando vários desafios em seu projeto arquitetônico e planejamento urbano devido à crise da guerra. Ela arruinou casas e cidades, e os designers não conseguiram atender às necessidades das pessoas. O trabalho apresentado aqui investiga o potencial da Inteligência Artificial (IA) para manter vivo o patrimônio de design da própria Síria em modelos modernos de design arquitetônico. Especificamente, este estudo tem como objetivo examinar o processo de design de IA e os conceitos relacionados ao patrimônio arquitetônico e de design urbano da Síria. A combinação de conceitos arquitetônicos com modelos gerados por IA pode melhorar o processo de projeto na Síria, além de alinhar as memórias e o espírito das pessoas com a funcionalidade. Assim, para começar, foi adotado um método de revisão da literatura no qual diferentes pesquisas anteriores sobre modelos de projeto arquitetônico com IA foram analisadas para determinar o potencial da IA e como ela pode beneficiar a Síria. Também está incluída no final uma breve discussão sobre os resultados da literatura e as limitações desta pesquisa. Em última análise, o objetivo é ajudar os arquitetos a criar projetos e espaços urbanos mais dinâmicos que nos lembrem do passado e sejam promissores para o futuro.

Palavras-chave: Arquitetura - Inteligência artificial - Design gerado por IA - Arquitetura síria - Patrimônio de design sírio - Planejamento urbano - Planejamento urbano
