UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Construyendo el futuro con la IA: la nueva era de la arquitectura

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Marrahi Pérez, Jaime

Tutor/a: Gil Benso, Enrique

CURSO ACADÉMICO: 2024/2025

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Construyendo el futuro con la inteligencia artificial: la nueva era de la arquitectura

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Autor: Jaime Marrahí Pérez

Tutor: Enrique Gil Benso

Curso académico: 2024/2025

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una auténtica revolución en los últimos años en todos los ámbitos, incluida la arquitectura. Aunque ya se hablaba de su aplicación en el proyecto arquitectónico hace algunas décadas, en aquel momento no existían ni el conocimiento ni la tecnología suficientes para materializarla. En cambio, hoy en día, tanto los algoritmos como el hardware han alcanzado un nivel que permite el desarrollo de una tecnología incipiente con un largo recorrido por delante.

La inteligencia artificial, como su propio nombre indica, consiste básicamente en el diseño de algoritmos y sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Aplicada a la arquitectura, puede servir de apoyo tanto a arquitectos como a usuarios. En general, la IA puede intervenir en todo el proceso del proyecto: desde la primera toma de contacto con el cliente, pasando por el diseño en sus distintos aspectos (organización de la información, ayuda en la toma de decisiones, representación gráfica, desarrollo de memorias técnicas), hasta la fase de construcción y la habitabilidad final de la obra.

Así, la inteligencia artificial puede convertirse en una herramienta clave dentro de la industria de la planificación, el diseño, la gestión y los procesos constructivos, un campo que la universidad no puede ignorar y que debe explorar para transmitir sus avances y conocimientos a la sociedad.

PALABRAS CLAVE

Inteligencia artificial en arquitectura, diseño generativo, sostenibilidad, BIM, planificación y construcción, ética profesional.

RESUM

La intel·ligència artificial (IA) s'ha convertit en una autèntica revolució en els últims anys en tots els àmbits, inclosa l'arquitectura. Encara que ja es parlava de la seua aplicació en el projecte arquitectònic fa algunes dècades, en aquell moment no existien ni el coneixement ni la tecnologia suficients per a fer-la realitat. En canvi, hui dia tant els algoritmes com el hardware han assolit un nivell que permet el desenvolupament d'una tecnologia incipient amb un llarg recorregut per davant.

La intel·ligència artificial, com el seu nom indica, consisteix bàsicament en el disseny d'algoritmes i sistemes capaços de dur a terme tasques que normalment requerixen intel·ligència humana. Aplicada a l'arquitectura, pot servir de suport tant a arquitectes com a usuaris. En general, la IA pot intervindre en tot el procés del projecte: des del primer contacte amb el client, passant pel disseny en els seus diferents aspectes (organització de la informació, ajuda en la presa de decisions, representació gràfica, redacció de memòries tècniques), fins a la fase de construcció i la posterior habitabilitat de l'obra.

Així, la intel·ligència artificial pot convertir-se en una eina clau dins de la indústria de la planificació, el disseny, la gestió i els processos constructius, un camp que la universitat no pot ignorar i que ha d'explorar per a transmetre els seus avanços i coneixements a la societat.

PARAULES CLAU

Intel·ligència artificial en arquitectura, disseny generatiu, sostenibilitat, BIM, planificació i construcción, ètica profesional.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has become a true revolution in recent years across all fields, including architecture. Although its application in architectural projects was already discussed a few decades ago, the knowledge and technology required to implement it were not yet available. Today, however, both algorithms and hardware have reached a stage that enables the development of an emerging technology with vast future potential.

Artificial intelligence, as its name suggests, is essentially the design of algorithms and systems capable of performing tasks that normally require human intelligence. When applied to architecture, AI can support both architects and users. Overall, it can contribute throughout the entire project process: from the first contact with the client, through the design phase in its different aspects (information management, project decision-making support, graphic representation, drafting of technical reports), to construction and the final habitability of the building.

Therefore, artificial intelligence can become a key tool in the fields of planning, design, management, and construction processes, a field that universities cannot overlook and must explore in order to transmit knowledge and innovation to society.

KEYWORDS

Artificial intelligence in architecture, generative design, sustainability, BIM, planning and construction, professional ethics.

1. Índice

1. Índice 5
2. Lista de ilustraciones 7
3. Introducción 12
3.1. Inteligencia artificial en la arquitectura 13
3.2. Objetivos del trabajo 15
3.3. Metodología 16
4. Fundamentos de la inteligencia artificial 18
4.1. Origen e historia de la inteligencia artificial 18
4.2. ¿Qué es la inteligencia artificial? 19
4.3. ¿Cómo funciona la inteligencia artificial? 20
4.4. Tipos de inteligencia artificial 22
5. Aplicaciones actuales de la inteligencia artificial en la arquitectura 24
5.1. Enfoque del capítulo 24
5.2. Programa de necesidades 24
5.3. Análisis de emplazamiento 27
5.4. Viabilidad 29
5.5. Diseño esquemático / Distribución interior 31
5.6. Visualización conceptual 33
5.7. BIM temprano 36
5.8. Documentación y especificaciones 38
5.9. Planificación 4D 40
5.10. Seguimiento y control de obra 43
5.11. Uso y habitar, eficiencia energética y confort 45
5.12. Resumen 48
6. Propuesta de aplicaciones futuras de la inteligencia artificial en la arquitectura 49
6.1. Enfoque del capítulo 49
6.2. Asistente de captación y encargo 49
6.3. Revisión urbanística y registral 52
6.4. Orquestador de estudios previos 53
6.5. Traductor de requisitos a programa 55

6.6. Diseño por objetivos en anteproyecto 57
6.7. Validador de CTE en proyecto básico 59
6.8. Asistente de detalle y coordinación en proyecto de ejecución 61
6.9. Coreógrafo de montaje y vecindad 63
6.10. Gestor de uso y micro-reconfiguración 64
6.11. Resumen 66
7. Consideraciones éticas y profesionales en el uso de la inteligencia artificial en arquitectura 68
7.1. Impacto en el empleo y en el rol del arquitecto 68
7.2. Privacidad, propiedad intelectual y seguridad de datos 68
7.3. Responsabilidad y toma de decisiones 69
7.4. Necesidad de regulación y normativas 69
7.5. Sesgos y equidad en el diseño 70
7.6. Transparencia y explicabilidad de la inteligencia artificial 70
7.7. Resumen 71
8. Conclusiones 72
9. Referencias bibliográficas 74

2. Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Herón de Alejandría mostrando la eolípila, antecedente histórico de la automatización. Fuente: National Geographic, Inventos griegos: los autómatas de Herón (s.f.). 12

Ilustración 2. Diagrama de Venn que representa las áreas exclusivas de la Inteligencia Artificial y de la Arquitectura, junto con su zona de solapamiento donde se integran el diseño generativo y la optimización energética. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 15

Ilustración 3. Línea del tiempo de la inteligencia artificial con los principales hitos históricos, desde el Test de Turing (1950) hasta el auge de la IA generativa (2024). Fuente: Bit2Brain, Historia de la IA (s.f.). 19

Ilustración 4. Esquema ilustrativo del funcionamiento de la inteligencia artificial: reconocimiento de patrones a partir del análisis de grandes volúmenes de datos. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 20

Ilustración 5. Representación conceptual de la inteligencia artificial como convergencia entre el cerebro humano y los circuitos digitales. Fuente: MuyComputerPRO, Glosario de términos básicos de machine learning (2018). 22

Ilustración 6. Pirámide de clasificación de la inteligencia artificial: IA estrecha (ANI), IA general (AGI) e IA superinteligente (ASI). Fuente: Elaboración propia asistida con IA 23

Ilustración 7. Interfaz inicial de Hypar con el contorno del edificio y panel de acciones. Fuente: Documentación oficial de Hypar (s.f.). 25

Ilustración 8. Ajuste de parámetros en Hypar con métricas actualizadas en tiempo real. Fuente: Documentación oficial de Hypar (s.f.). 26

Ilustración 9. Distribución final en Hypar con código de colores y resumen cuantitativo. Fuente: Documentación oficial de Hypar (s.f.). 26

Ilustración 10. Vista inicial del solar geolocalizado en Autodesk Forma con métricas de área. Fuente: Documentación oficial de Autodesk Forma (s.f.). 27

Ilustración 11. Ejecución del análisis de viento en Autodesk Forma. Fuente: Documentación oficial de Autodesk Forma (s.f.)..... 28

Ilustración 12. Resultado del análisis de viento con capa de colores, leyenda y rosa de vientos. Fuente: Documentación oficial de Autodesk Forma (s.f.). 29

Ilustración 13. Interfaz de TestFit con los parámetros de parcela y ejecución del solver, mostrando en tiempo real la actualización de KPIs durante el cálculo de la distribución. Fuente: Documentación oficial de TestFit (s.f.). 30

Ilustración 14. Panel financiero de TestFit con costes, ingresos y ratios del pro forma. Fuente: Documentación oficial de TestFit (s.f.). 31

Ilustración 15. Planta inicial sin distribución generada en Finch 3D. Fuente: Documentación oficial de Finch 3D (s.f.). 32

Ilustración 16. Alternativas de distribución en Finch 3D con métricas comparativas. Fuente: Documentación oficial de Finch 3D (s.f.). 32

Ilustración 17. Distribución final seleccionada con mobiliario y resumen de unidades. Fuente: Documentación oficial de Finch 3D (s.f.). 33

Ilustración 18. Modelo base sin render previo en Veras. Fuente: Documentación oficial de Veras (s.f.). 34

Ilustración 19. Generación de variantes conceptuales en Veras mediante presets o prompts. Fuente: Documentación oficial de Veras (s.f.). 35

Ilustración 20. Visualización conceptual final elegida en Veras. Fuente: Documentación oficial de Veras (s.f.)..... 35

Ilustración 21. Conversión inicial de programa a bloques 3D en Snaptrude. Fuente: Documentación oficial de Snaptrude (s.f.). 36

Ilustración 22. Edición 2D/3D con métricas visibles en Snaptrude. Fuente: Documentación oficial de Snaptrude (s.f.). 37

Ilustración 23. Modelo BIM final listo para exportar en Snaptrude. Fuente: Documentación oficial de Snaptrude (s.f.). 37

Ilustración 24. Subida de pliegos en la interfaz de AutoSpecs. Fuente: Documentación oficial de Autodesk AutoSpecs (s.f.). 39

Ilustración 25. Generación de submittals sugeridos en AutoSpecs. Fuente: Documentación oficial de Autodesk AutoSpecs (s.f.). 39

Ilustración 26. Registro de submittals publicado en Autodesk Build/Docs. Fuente: Documentación oficial de Autodesk AutoSpecs (s.f.). 40

Ilustración 27. Definición inicial de proyecto en ALICE Technologies con importación de cronograma o modelo 3D. Fuente: Documentación oficial de ALICE Technologies (s.f.). 41

Ilustración 28. Generación de escenarios de planificación en ALICE Technologies con Solution Graph. Fuente: Documentación oficial de ALICE Technologies (s.f.). 42

Ilustración 29. Comparativa de escenarios en ALICE Technologies con métricas clave y diagrama de Gantt. Fuente: Documentación oficial de ALICE Technologies (s.f.). 42

Ilustración 30. Navegación inicial por plano y línea de tiempo en OpenSpace. Fuente: Documentación oficial de OpenSpace (s.f.). 44

Ilustración 31. Split View de OpenSpace comparando avances de obra en dos fechas. Fuente: Documentación oficial de OpenSpace (s.f.). 44

Ilustración 32. BIM Compare en OpenSpace mostrando diferencias entre modelo y realidad construida. Fuente: Documentación oficial de OpenSpace (s.f.)..... 45

Ilustración 33. Panel de control de BrainBox AI con edificios y estado operativo. Fuente: Documentación oficial de BrainBox AI (s.f.). 46

Ilustración 34. Control predictivo de HVAC en marcha con curvas de temperatura. Fuente: Documentación oficial de BrainBox AI (s.f.)..... 47

Ilustración 35. Panel de resultados y KPIs de eficiencia energética en BrainBox AI. Fuente: Documentación oficial de BrainBox AI (s.f.). 47

Ilustración 36. Escena de reunión inicial en la que se definen prioridades del proyecto (luz, coste y plazo) como parte del asistente ACTA-CERO. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 51

Ilustración 37. Croquis de viabilidad urbanística generado por REGIS-SCAN, indicando retranqueo de 3 m y servidumbre como condicionantes de la parcela. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 53

Ilustración 38. Croquis generado por GEO-SENSE con la ubicación de sondeos (S-01, S-02, S-03), una calicata y el esquema de redes de servicios en la parcela. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 55

Ilustración 39. Diagrama de relaciones funcionales generado por PROG-MAP, mostrando la conexión entre cocina, salón y dormitorios. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 57

Ilustración 40. Variantes de anteproyecto generadas por OBJETIVA, comparadas mediante indicadores de luz, coste y calidad de vistas. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 59

Ilustración 41. Validación automática de accesibilidad en LEX-CTE, con propuesta de corrección mediante el desplazamiento de un tabique. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 61

Ilustración 42. Detalle constructivo generado por DETALLA-PRO, mostrando continuidad de aislamiento y cumplimiento de la resistencia al fuego EI-60 en encuentro de fachada. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 63

Ilustración 43. Escena ilustrativa de COREO-OBRA, donde la planificación del montaje en obra se coordina con el entorno próximo: izado de un

prefabricado mientras las cuadrillas trabajan y se respeta la actividad escolar del edificio colindante. Fuente: Elaboración propia asistida con IA. 64

Ilustración 44. Escena ilustrativa de ESCENA-VIVA, mostrando la detección de cuellos de botella en el vestíbulo por acumulación de carritos y colas en ascensores, punto de partida para proponer micro-reconfiguraciones que mejoran el confort cotidiano. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.. 66

3. Introducción

La arquitectura, como manifestación cultural y técnica de la humanidad, atraviesa una nueva etapa de transformación impulsada por el desarrollo de la inteligencia artificial (IA). Si bien la aspiración de crear máquinas con capacidades humanas se remonta a tiempos antiguos (como demuestran los célebres autómatas diseñados por Herón de Alejandría, entre ellos la eolípila, una esfera hueca que giraba por acción del vapor), fue en 1956 cuando la IA se formalizó como campo científico, durante la histórica Conferencia de Dartmouth. Desde entonces, esta disciplina ha evolucionado de forma irregular, con avances notables y periodos de estancamiento conocidos como “inviernos de la IA”.



Ilustración 1. Herón de Alejandría mostrando la eolípila, antecedente histórico de la automatización. Fuente: National Geographic, Inventos griegos: los autómatas de Herón (s.f.).

Herón hace una demostración ante los sabios de Alejandría de uno de sus mecanismos más emblemáticos, la eolípila, una bola hueca que rotaba por el vapor que salía del recipiente colocado debajo. Grabado del siglo XX.

Hoy, gracias al acceso a grandes volúmenes de datos (big data), al aprendizaje profundo (deep learning) y a las nuevas capacidades de procesamiento, la IA se ha consolidado como una herramienta transversal en múltiples industrias. En la arquitectura, esta revolución se traduce en nuevas formas de proyectar, construir

y gestionar edificios, incorporando procesos automatizados que antes requerían semanas de trabajo humano y que ahora se desarrollan en cuestión de minutos.

Las posibilidades que ofrece la IA abarcan desde el diseño generativo y la evaluación energética predictiva, hasta la optimización estructural, la visualización conceptual automática o la adaptación de espacios a las necesidades de los usuarios. Lejos de suplantar al arquitecto, la IA actúa como un socio proyectual que amplía su capacidad para abordar problemas complejos, generar alternativas y tomar decisiones fundamentadas en datos.

Este Trabajo Fin de Grado, titulado *"Construyendo el futuro con la inteligencia artificial: la nueva era de la arquitectura"*, tiene como objetivo principal analizar el papel creciente de la IA en la práctica arquitectónica. No se trata únicamente de dominar nuevas herramientas, sino de comprender cómo la colaboración entre la creatividad humana y el poder de la inteligencia artificial puede impulsar una arquitectura más inteligente, sostenible y sensible al entorno.

Para ello, se analizarán diversas herramientas actuales (entre ellas *Hypar*, *Autodesk Forma*, *TestFit*, *Finch 3D*, *Veras*, *Snaptrude*, *AutoSpecs*, *ALICE*, *OpenSpace* o *BrainBox AI*), y se estudiarán casos prácticos reales. Asimismo, se incluirá una sección de carácter más propositivo en la que se plantearán futuras herramientas de IA para la arquitectura, junto con una reflexión sobre las implicaciones éticas, sociales y profesionales que conlleva la integración masiva de esta tecnología en el diseño y la construcción.

Finalmente, este trabajo invita a reflexionar sobre el papel del arquitecto en esta nueva etapa tecnológica. Más que verlo como una amenaza o como una solución mágica, se propone entender la IA como una herramienta que, usada de manera crítica y ética, puede complementar la creatividad humana y contribuir a una arquitectura más centrada en las personas y en su entorno.

3.1. Inteligencia artificial en la arquitectura

La inteligencia artificial (IA) está transformando profundamente el modo en que concebimos, proyectamos, construimos y gestionamos los espacios arquitectónicos. Su capacidad para procesar grandes cantidades de información, aprender de los datos y ofrecer soluciones optimizadas en tiempo real la convierte en una herramienta estratégica para afrontar los retos contemporáneos del sector, desde la eficiencia energética hasta la personalización del entorno construido.

Su relevancia radica en que impacta de forma transversal todas las fases de un proyecto arquitectónico, desde la concepción inicial hasta el mantenimiento del edificio. Entre sus principales aportaciones destacan las siguientes:

1. Eficiencia y precisión en el diseño.

Mediante algoritmos de optimización y técnicas de diseño generativo, la IA permite generar y evaluar múltiples soluciones de forma casi instantánea. Esto no solo acelera la fase conceptual, sino que mejora la precisión en la toma de decisiones, facilitando un diseño más adaptado a las condiciones específicas del entorno, la normativa y las necesidades del usuario.

2. Sostenibilidad y responsabilidad medioambiental.

La IA es clave en la arquitectura sostenible. Permite simular el comportamiento energético de un edificio antes de su construcción, anticipar el consumo de recursos y evaluar el impacto ambiental. Esto favorece un diseño más responsable y alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) promovidos por Naciones Unidas.

3. Creatividad e innovación proyectual.

Lejos de limitarse a repetir patrones, la IA abre nuevas vías creativas. Al analizar millones de combinaciones posibles, puede proponer soluciones de diseño no convencionales que amplían el repertorio formal y funcional del arquitecto. Esto impulsa una innovación arquitectónica más libre, experimental y contextualizada.

4. Integración de disciplinas y colaboración eficiente.

La arquitectura contemporánea requiere una estrecha coordinación entre múltiples agentes (arquitectos, ingenieros, consultores, promotores…). Herramientas basadas en IA facilitan esta integración mediante entornos colaborativos inteligentes que centralizan datos, automatizan revisiones de normativa y previenen errores desde etapas tempranas del proyecto.

5. Mejora de la experiencia del usuario.

La IA permite diseñar edificios que aprenden de quienes los habitan. A través de sensores y sistemas de análisis, los espacios pueden adaptarse dinámicamente a las condiciones de uso, anticipar necesidades, optimizar la iluminación, la climatización o la acústica, y generar entornos más saludables, cómodos y accesibles.

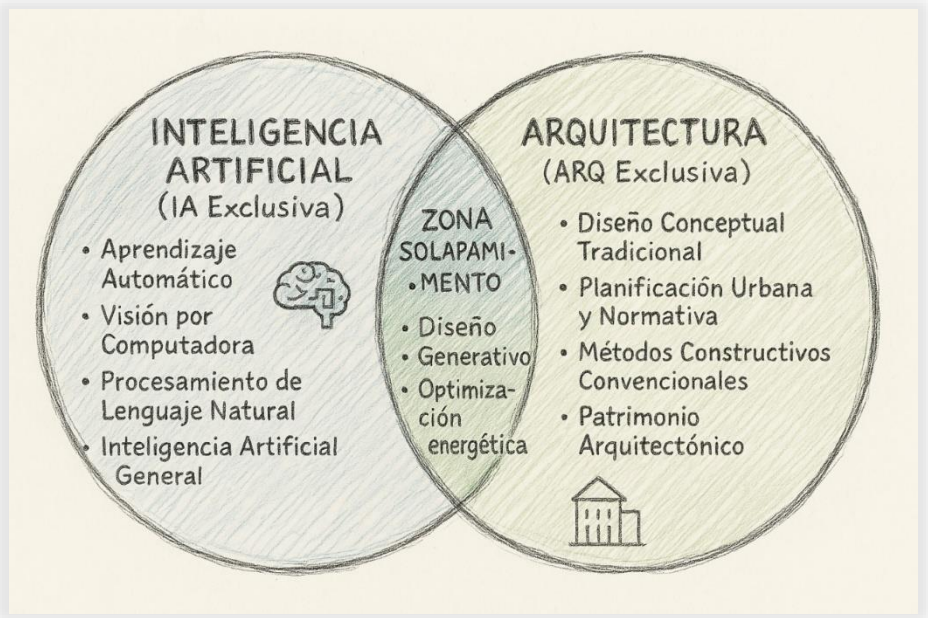


Ilustración 2. Diagrama de Venn que representa las áreas exclusivas de la Inteligencia Artificial y de la Arquitectura, junto con su zona de solapamiento donde se integran el diseño generativo y la optimización energética. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

En conjunto, la IA no solo aporta mejoras técnicas a los procesos arquitectónicos, sino que también redefine el papel del arquitecto como integrador de soluciones basadas en datos, sin perder su capacidad crítica y creativa. Este cambio impulsa una forma de proyectar más adaptable, innovadora y atenta a los retos del siglo XXI.

3.2. Objetivos del trabajo

Este Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo principal explorar en profundidad el impacto y las posibilidades que ofrece la inteligencia artificial en el campo de la arquitectura. Se pretende comprender cómo esta tecnología está reconfigurando la disciplina, abarcando tanto los aspectos técnicos como los relacionados con la creatividad, la sostenibilidad, la ética profesional y la experiencia del usuario.

Con el fin de abordar esta cuestión de forma completa y estructurada, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Conocer qué es la inteligencia artificial, sus fundamentos básicos y su relación con la arquitectura, como punto de partida para comprender su impacto en la disciplina.

2. Analizar las herramientas y tecnologías de IA actualmente utilizadas en arquitectura, atendiendo a cómo funcionan en la práctica, qué datos requieren y qué beneficios ofrecen en áreas como el diseño, la simulación, la gestión de recursos o la visualización.

3. Proponer posibles aplicaciones futuras de la inteligencia artificial en el ámbito arquitectónico, considerando su potencial para impulsar modelos proyectuales más adaptativos, sostenibles e inclusivos, capaces de responder a retos como el cambio climático, la urbanización acelerada o la necesidad de espacios flexibles.

4. Reflexionar sobre las implicaciones éticas, sociales y profesionales de la integración de la IA en arquitectura, evaluando cuestiones como la automatización, la privacidad de los datos, la responsabilidad en la toma de decisiones y la evolución del rol del arquitecto.

La importancia de este estudio se sitúa en un contexto de rápida transformación tecnológica, en el que la IA empieza a ser no solo una herramienta de apoyo, sino también un nuevo actor en el proceso creativo y técnico de la arquitectura. En este sentido, el trabajo busca aportar una reflexión crítica sobre cómo integrar esta tecnología de forma responsable y coherente con los valores de la profesión.

3.3. Metodología

Este trabajo se apoya en una metodología de carácter teórico y exploratorio, con un enfoque aplicado. El objetivo no es solo reunir información, sino también probar y reflexionar sobre cómo la inteligencia artificial está influyendo en la arquitectura. Para ello, se combinan revisión de fuentes, exploración de herramientas, análisis de casos reales y reflexión crítica.

El proceso se ha organizado en cinco líneas de trabajo:

1. Revisión bibliográfica y documental.

- Se recopilaron libros, artículos, informes y publicaciones especializadas (en español e inglés) que tratan la relación entre inteligencia artificial y arquitectura.
- Se valoraron según su actualidad, rigor y utilidad, priorizando aquellos que ayudan a entender conceptos clave, tendencias tecnológicas y su repercusión en la práctica proyectual.
- Dado que el tema evoluciona muy rápido, la revisión se mantuvo abierta hasta el final del trabajo, incorporando novedades y ejemplos recientes.

2. Exploración y uso de herramientas de IA.

- Se seleccionaron diferentes plataformas con aplicación directa en arquitectura. En algunos casos se pudo experimentar con herramientas accesibles, mientras que en otros (al ser de pago) el acercamiento se realizó a través de tutoriales y demostraciones disponibles.
- Mediante pruebas controladas se generaron ejemplos de diseño, simulación y visualización para comprobar su funcionamiento en la práctica.
- Los resultados se documentaron con capturas y reflexiones personales que permitieron evaluar de forma crítica sus posibilidades y limitaciones.

3. Análisis de casos de estudio.

- Se estudiaron proyectos y despachos que ya aplican IA en distintas fases del proceso arquitectónico, seleccionando ejemplos representativos.
- Cada caso se revisó atendiendo a las ventajas obtenidas, los problemas encontrados y la herramienta utilizada.
- A partir de esta revisión se identificaron aprendizajes comunes y diferentes formas de integrar la IA, lo que permitió entender mejor en qué punto se encuentra su adopción en la práctica profesional.

4. Reflexión ética y crítica.

- Se estudiaron cuestiones actuales como la automatización laboral, la autoría de los resultados generados, la gestión de datos o la falta de regulación específica.
- Se consultaron marcos normativos y referencias éticas para fundamentar la reflexión.
- Finalmente, se plantea un posicionamiento personal sobre el papel del arquitecto y las competencias necesarias para integrar la IA de manera responsable.

5. Redacción e integración del trabajo.

- La estructura sigue un recorrido progresivo: primero se introducen los fundamentos de la IA, después sus aplicaciones, y finalmente se abren escenarios futuros con una mirada crítica.
- De forma experimental, también se emplearon herramientas de IA como *ChatGPT* en el propio proceso de redacción y organización de contenidos, con el fin de evaluar su utilidad como apoyo académico.

4. Fundamentos de la inteligencia artificial

Para comprender el papel de la inteligencia artificial en la arquitectura, es necesario conocer sus fundamentos: su origen, evolución histórica, principios de funcionamiento y las diferentes formas en que se clasifica según su capacidad y complejidad. Este conocimiento permite contextualizar sus aplicaciones actuales y valorar sus posibles desarrollos futuros.

4.1. Origen e historia de la inteligencia artificial

Aunque la idea de crear seres artificiales con capacidades humanas ha estado presente desde la Antigüedad (como en los autómatas de Herón de Alejandría), el nacimiento oficial de la inteligencia artificial como disciplina académica se sitúa en 1956, durante la Conferencia de Dartmouth, donde John McCarthy acuñó el término *artificial intelligence*.

Desde entonces, la evolución de la IA ha seguido una trayectoria irregular, marcada por períodos de avance acelerado y fases de estancamiento conocidas como *inviernos de la IA*, provocadas por limitaciones tecnológicas o expectativas altas. Sin embargo, cada uno de estos ciclos ha contribuido a construir las bases de la IA moderna, impulsada por el aumento de la capacidad de procesamiento, el acceso a grandes volúmenes de datos y el desarrollo de algoritmos más eficientes.

A continuación, se destacan algunos de los hitos más relevantes:

- **El Test de Turing (1950):** Alan Turing plantea que si una máquina puede mantener una conversación indistinguible de la de un humano, puede considerarse “inteligente”.
- **Conferencia de Dartmouth (1956):** John McCarthy y otros investigadores definen oficialmente la IA como disciplina científica.
- **Unimate (1961):** Primer robot industrial empleado por General Motors en líneas de ensamblaje.
- **ELIZA (1964):** Primer chatbot desarrollado por Joseph Weizenbaum, precursor del procesamiento del lenguaje natural.
- **El “Invierno de la IA” (1970-1980).**

- **Deep Blue vence a Kasparov (1997):** IBM desarrolla una máquina capaz de derrotar al campeón mundial de ajedrez.
- **Watson gana Jeopardy (2011):** El sistema de IA de IBM demuestra su capacidad para procesar lenguaje y competir con humanos en un entorno complejo.
- **AlphaGo derrota a Lee Sedol (2016):** Google DeepMind logra vencer en el juego de Go, considerado mucho más complejo que el ajedrez.
- **ChatGPT y la IA generativa (2022):** OpenAI lanza ChatGPT, marcando un punto de inflexión en la interacción humano-máquina y la creación de contenido asistido por IA.

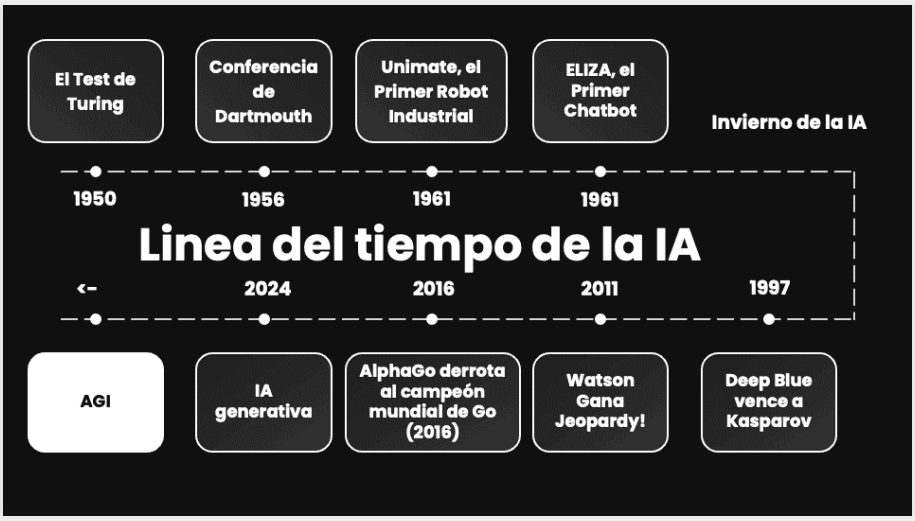


Ilustración 3. Línea del tiempo de la inteligencia artificial con los principales hitos históricos, desde el Test de Turing (1950) hasta el auge de la IA generativa (2024). Fuente: Bit2Brain, Historia de la IA (s.f.).

Estos hitos muestran cómo la IA ha dejado de ser una aspiración teórica para convertirse en una tecnología presente en múltiples ámbitos (incluido el arquitectónico) con un potencial todavía en expansión.

4.2. ¿Qué es la inteligencia artificial?

La inteligencia artificial es una rama de la informática que se enfoca en el desarrollo de sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Estas tareas incluyen el razonamiento, la toma de decisiones, la resolución de problemas, la comprensión del lenguaje, el reconocimiento de patrones y el aprendizaje autónomo.

En arquitectura, esto se traduce en herramientas que pueden analizar datos urbanos, generar alternativas de diseño, optimizar estructuras, predecir el comportamiento energético o adaptar un edificio a las necesidades de sus ocupantes. La IA no reemplaza al arquitecto, pero actúa como un asistente potente que amplifica su capacidad de análisis, exploración formal y toma de decisiones.

4.3. ¿Cómo funciona la inteligencia artificial?

La IA funciona mediante algoritmos capaces de aprender patrones a partir de grandes volúmenes de datos. Este proceso se conoce como *aprendizaje automático* (*machine learning*), que puede ser supervisado, no supervisado o por refuerzo. A través de modelos matemáticos complejos, la IA identifica correlaciones, reconoce estructuras, generaliza comportamientos y ajusta sus respuestas con base en la experiencia.

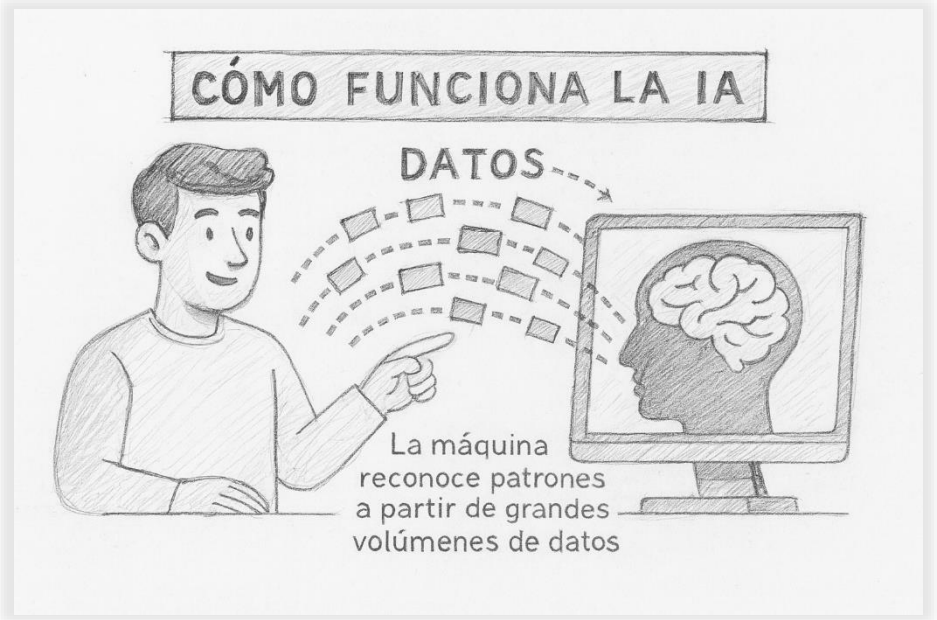


Ilustración 4. Esquema ilustrativo del funcionamiento de la inteligencia artificial: reconocimiento de patrones a partir del análisis de grandes volúmenes de datos. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

Algunos componentes clave del funcionamiento de la IA son:

- **Redes neuronales artificiales:** Inspiradas en el cerebro humano, están formadas por nodos conectados que procesan información y permiten el aprendizaje automático. En su forma más avanzada (*deep learning*) utilizan múltiples capas para detectar patrones complejos, como formas arquitectónicas o recorridos de circulación óptimos.

- **Procesamiento del lenguaje natural:** Permite que las máquinas comprendan y generen lenguaje humano. En arquitectura, puede utilizarse para redactar memorias técnicas, interpretar normativas o generar listados de necesidades a partir de descripciones textuales.

- **Visión por computadora:** La capacidad de "ver" e interpretar imágenes o modelos 3D. Se aplica, por ejemplo, en la detección de elementos urbanos en entornos GIS (Geographic Information Systems) o en el reconocimiento automático de materiales.

- **Sistemas expertos:** Utilizan reglas y bases de conocimiento específicas para tomar decisiones en contextos definidos. Pueden emplearse, por ejemplo, para comprobar el cumplimiento normativo en un modelo BIM (Building Information Modeling).

- **Modelos de lenguaje de gran escala (LLM):** En los últimos años, dentro del campo del procesamiento del lenguaje natural, han aparecido los modelos de lenguaje de gran escala (Large Language Models, LLM). Estos sistemas se entrenan con cantidades inmensas de texto y utilizan una arquitectura llamada "transformer", diseñada específicamente para reconocer relaciones entre palabras en distintos contextos. Gracias a ello, no solo identifican el significado de cada palabra por separado, sino también cómo cambia según la frase o el párrafo en el que se encuentra.
  La gran diferencia con los sistemas anteriores es que ya no dependen de reglas fijas ni de respuestas predefinidas. En su lugar, son capaces de generar textos coherentes, mantener conversaciones, resumir documentos extensos, traducir entre idiomas o redactar escritos con un estilo cercano al humano. Este avance ha marcado un antes y un después, porque ha hecho que cualquiera pueda interactuar con la inteligencia artificial de forma natural, simplemente escribiendo o hablando, sin necesidad de conocimientos técnicos.
  En la arquitectura, los LLM se convierten en aliados prácticos para tareas que suelen ser repetitivas o muy laboriosas. Pueden redactar borradores de memorias técnicas, ayudar a interpretar normativas complejas, preparar resúmenes ejecutivos para clientes o incluso facilitar la comunicación entre equipos mediante traducciones automáticas. Herramientas como *ChatGPT* son un buen ejemplo de cómo esta tecnología se está integrando en el día a día.

Estos sistemas requieren grandes cantidades de datos de entrenamiento, capacidades computacionales elevadas como GPUs (unidades de procesamiento gráfico) o TPUs (unidades de procesamiento de tensores) y modelos bien diseñados para ofrecer resultados confiables.

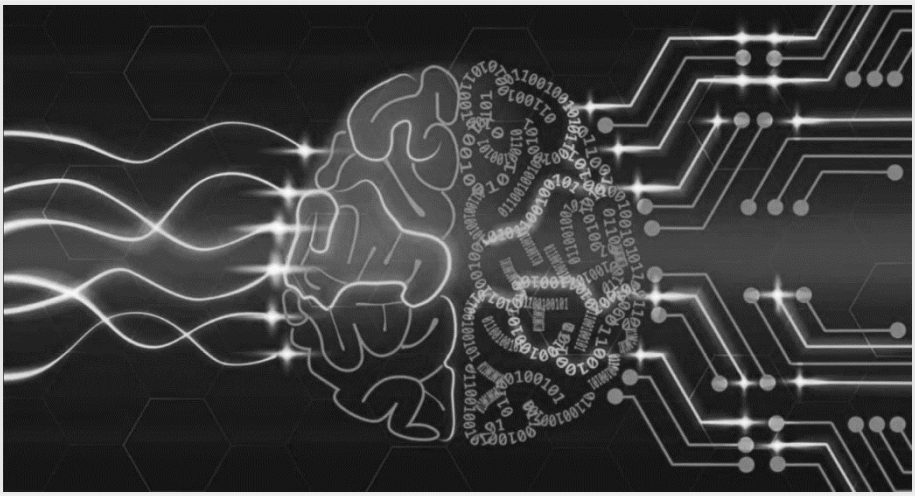


Ilustración 5. Representación conceptual de la inteligencia artificial como convergencia entre el cerebro humano y los circuitos digitales. Fuente: MuyComputerPRO, Glosario de términos básicos de machine learning (2018).

4.4. Tipos de inteligencia artificial

La IA puede clasificarse desde dos perspectivas:

a) Según su capacidad cognitiva:

- **IA estrecha (ANI, Narrow AI):** Se especializa en tareas concretas. Es la IA que se utiliza actualmente en casi todos los ámbitos (ej. asistentes virtuales, filtros de imagen, generadores de texto).
- **IA general (AGI, Artificial General Intelligence):** Tendría la capacidad de aprender y desempeñar cualquier tarea intelectual que pueda realizar un humano. Aún no existe, pero es objeto de investigación activa.
- **IA superinteligente (ASI, Artificial Superintelligence):** Superaría ampliamente la inteligencia humana en todos los aspectos. Por ahora es un concepto teórico, pero plantea dilemas éticos y filosóficos profundos.



Ilustración 6. Pirámide de clasificación de la inteligencia artificial: IA estrecha (ANI), IA general (AGI) e IA superinteligente (ASI). Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

b) Según su funcionalidad:

- **Máquinas reactivas:** No tienen memoria; responden a estímulos inmediatos (ej. Deep Blue).
- **Memoria limitada:** Pueden utilizar datos pasados para tomar decisiones (ej. vehículos autónomos).
- **Teoría de la mente:** Capacidad, aún en desarrollo, para comprender emociones e intenciones humanas.
- **Autoconciencia:** Una IA capaz de tener conciencia de sí misma. Por ahora, permanece como una hipótesis.

Esta base conceptual resulta fundamental para identificar el alcance real de las tecnologías que se están incorporando en arquitectura. Comprender cómo funciona la IA y qué límites tiene permite hacer un uso más informado, ético y estratégico de estas herramientas dentro del proceso proyectual.

5. Aplicaciones actuales de la inteligencia artificial en la arquitectura

5.1. Enfoque del capítulo

La inteligencia artificial (IA) se aplica ya en diferentes fases del proyecto arquitectónico, desde el análisis del solar hasta la etapa de uso del edificio. Para facilitar la lectura, este capítulo se organiza siguiendo la secuencia habitual de un proyecto: concepción y planificación inicial, desarrollo del diseño, ejecución de la obra y, por último, la fase de ocupación y uso.

En cada fase seleccionamos una herramienta representativa y respondemos de forma directa a tres preguntas: ¿qué hace?, ¿en qué ayuda? y ¿cuál es su objetivo principal? Acompañamos cada caso con figuras reales (inicio → proceso → resultado) que muestran el flujo de trabajo.

Así, en la fase de programa de necesidades veremos *Hypar*, que agiliza la generación de distribuciones preliminares. En el análisis del emplazamiento trabajaremos con *Autodesk Forma*, que ofrece datos microclimáticos para orientar mejor la implantación. Para la viabilidad recurriremos a *TestFit*, que combina parámetros urbanísticos con un panel financiero en tiempo real. En el diseño esquemático exploraremos *Finch 3D*, capaz de proponer alternativas de distribución interior. La visualización conceptual se abordará con *Veras*, que genera imágenes rápidas a partir de modelos básicos. En el BIM temprano estudiaremos *Snaptrude*, que convierte tablas de superficies en modelos tridimensionales listos para coordinar. La fase de documentación y especificaciones se apoyará en *AutoSpecs*, que automatiza la creación de registros técnicos. La planificación 4D se analizará mediante *ALICE Technologies*, que genera y compara múltiples escenarios de obra. En el seguimiento y control de ejecución veremos *OpenSpace*, que documenta el progreso con fotografías 360° enlazadas al modelo. Finalmente, en la fase de uso y habitabilidad se presentará *BrainBox AI*, que optimiza el consumo energético de los edificios en tiempo real.

De este modo, cada herramienta ilustra cómo la IA aporta valor en una fase concreta del ciclo de vida del proyecto, conformando un recorrido continuo desde la idea inicial hasta la gestión en operación.

5.2. Programa de necesidades

Herramienta: ***Hypar*.**

¿Qué hace?

Hypar es una aplicación web de planificación de espacios que convierte requisitos del programa en distribuciones 2D/3D con métricas en tiempo real. Ofrece un panel guiado de acciones y exporta el resultado a documentación y a *Revit* (BIM).

¿En qué ayuda?

1- Generar distribuciones rápidas que respetan superficies objetivo.
2- Ajustar parámetros (pasillos, núcleos, alineaciones) con respuesta inmediata.
3- Mantener consistencia tipológica y facilitar el salto a BIM.

Objetivo principal

Acelerar el diseño de distribución de espacios y validar que el programa funciona espacial y cuantitativamente antes del desarrollo de detalle.

A) Inicio (lienzo y herramientas).

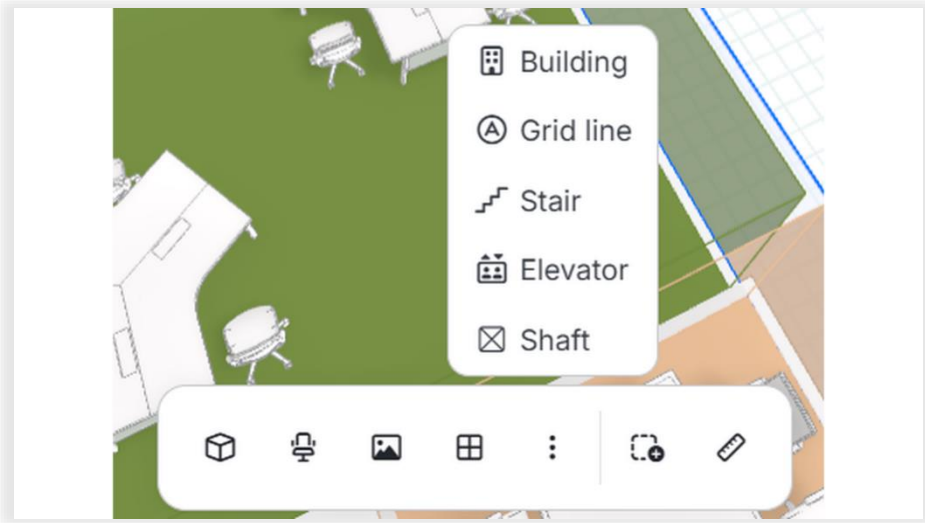


Ilustración 7. Interfaz inicial de Hypar con el contorno del edificio y panel de acciones. Fuente: Documentación oficial de Hypar (s.f.).

La interfaz muestra el contorno del edificio y el panel de acciones. Es el punto de partida para definir perímetro y elementos básicos (núcleo, circulación) sin distracciones. El objetivo de esta escena es situar el contexto de trabajo. Se busca, sobre todo, ordenar el primer paso: dibujar antes de optimizar.

B) Proceso (ajustes con métricas visibles).

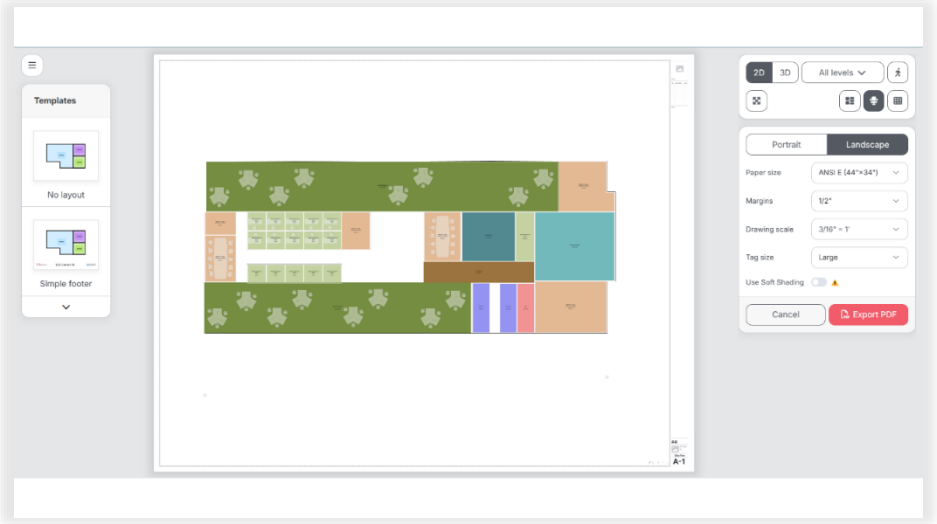


Ilustración 8. Ajuste de parámetros en Hypar con métricas actualizadas en tiempo real. Fuente: Documentación oficial de Hypar (s.f.).

Durante el proceso, *Hypar* actualiza superficies y conteos en cuanto modificamos parámetros. Esto permite iterar con criterio: cada cambio de pasillo o partición muestra al momento su efecto en áreas útiles y ocupación. Reduce retrabajos y evita decisiones a ciegas. Aquí interesa ver parámetros y respuesta en la misma pantalla.

C) Resultado (distribución y resumen cuantitativo).

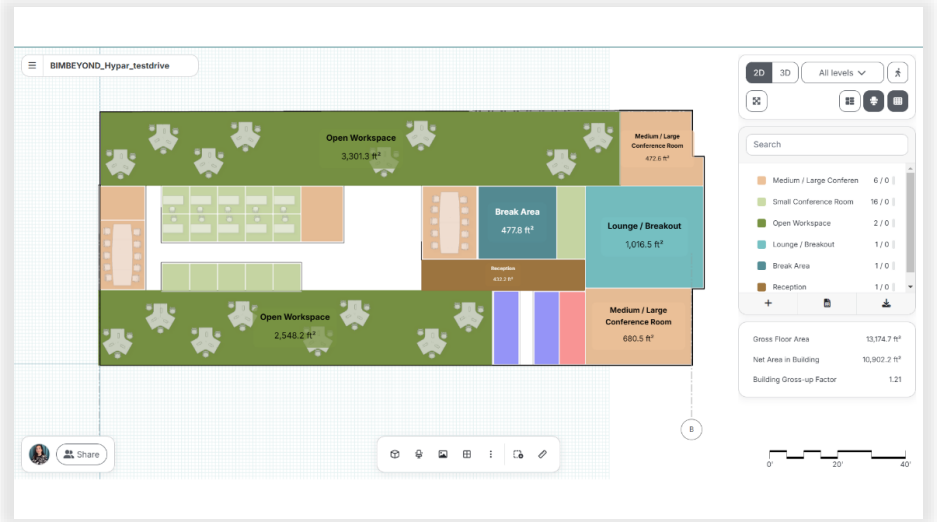


Ilustración 9. Distribución final en Hypar con código de colores y resumen cuantitativo. Fuente: Documentación oficial de Hypar (s.f.).

La distribución final presenta código de colores por usos, leyenda y un resumen de métricas (por ejemplo, m² por tipo). Esta salida facilita explicar decisiones a

terceros y comprobar que el programa objetivo se cumple. Desde aquí se puede exportar a PDF o a *Revit* para continuar el proyecto.

5.3. Análisis de emplazamiento

Herramienta: ***Autodesk Forma.***

¿Qué hace?

Forma de Autodesk (evolución y reemplazo de *Spacemaker*) analiza el solar geolocalizado con capas de colores de viento, luz y microclima. Muestra leyendas y paneles de resultados comprensibles.

¿En qué ayuda?

1- Entender condiciones locales (confort exterior, sombra, corrientes).
2- Comparar alternativas de masa y orientación con evidencia gráfica.
3- Detectar riesgos microclimáticos (ráfagas de viento, calor radiante) y orientar volumetría, accesos y huecos con evidencia.

Objetivo principal

Tomar decisiones de implantación y forma informadas por datos ambientales desde la fase cero.

A) Inicio (proyecto geolocalizado y métricas base).

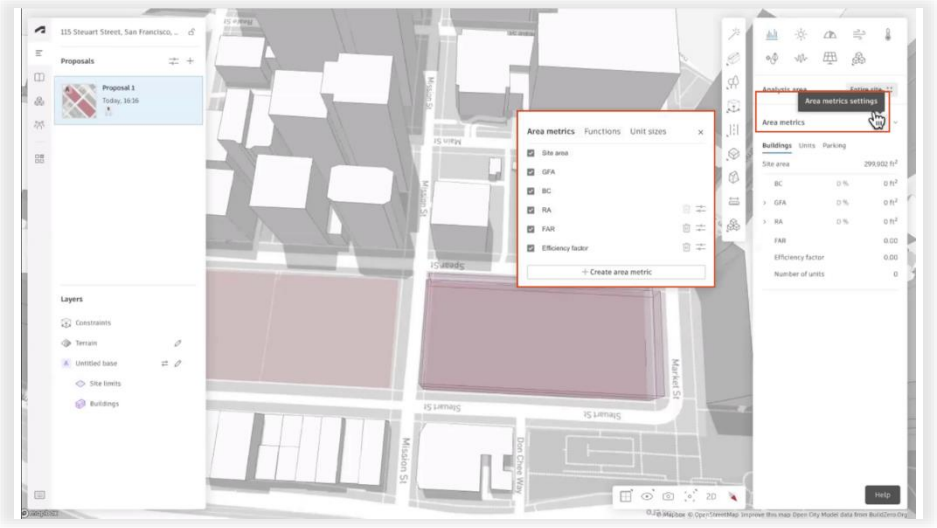


Ilustración 10. Vista inicial del solar geolocalizado en Autodesk Forma con métricas de área. Fuente: Documentación oficial de Autodesk Forma (s.f.).

El proyecto se crea sobre el mapa 3D del entorno; el panel de métricas de área muestra referencias (superficie de parcela, edificabilidad, etc.). Esta vista inicial sitúa el solar y establece una base cuantitativa antes de generar volúmenes. Interesa que se aprecie el contexto urbano y el estado “sin masas”.

B) Proceso (análisis de viento en ejecución).

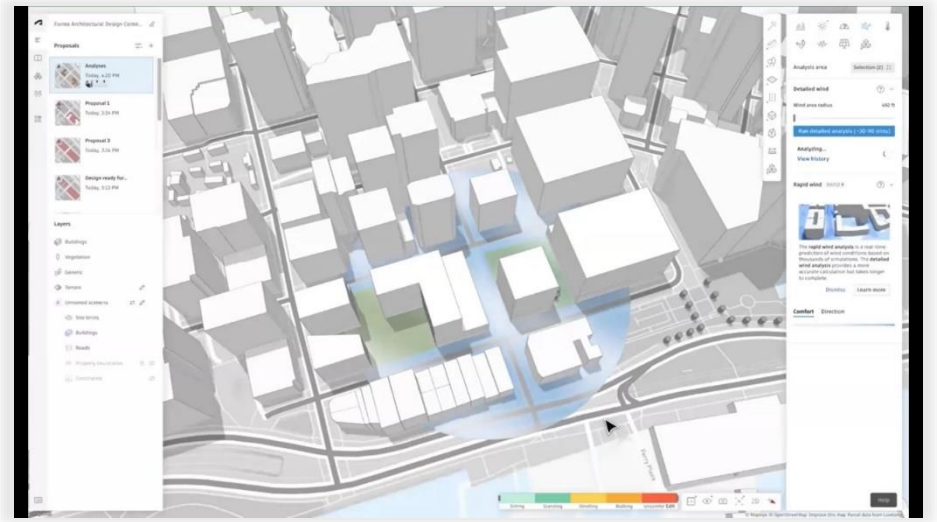


Ilustración 11. Ejecución del análisis de viento en Autodesk Forma. Fuente: Documentación oficial de Autodesk Forma (s.f.).

Desde el menú lateral se activa *Wind* y se define el área de análisis. La interfaz indica que el cálculo está en curso y dibuja una capa de colores preliminar. Esta figura evidencia parámetros y estado del cálculo, dejando claro que no es una imagen estática: el sistema procesa datos meteorológicos reales del emplazamiento.

C) Resultado (capa de colores con leyenda y métricas).



Ilustración 12. Resultado del análisis de viento con capa de colores, leyenda y rosa de vientos. Fuente: Documentación oficial de Autodesk Forma (s.f.).

Con el cálculo finalizado, la capa de colores de viento incluye leyenda de confort, rosa de vientos y estadísticas por zonas. Esta imagen sirve para decidir trazados peatonales, ubicar accesos o ajustar huecos de fachada. La lectura rápida (colores y números) favorece explicar el porqué de la solución adoptada.

5.4. Viabilidad

Herramienta: ***TestFit*.**

¿Qué hace?

TestFit genera y actualiza en tiempo real un plan de sitio (parcelas, viales, alturas, aparcamiento) mientras muestra *KPIs* (indicadores clave de rendimientos) y tablas. Integra un panel financiero para validar el pro forma (modelo financiero preliminar).

¿En qué ayuda?

1- Iterar distribuciones en segundos con *solver* (algoritmo de resolución automática) interactivo.
2- Ver impacto de parámetros (retranqueos, mezcla de tipos de vivienda, aparcamiento) al instante.
3- Comprobar finanzas básicas antes de avanzar.

Objetivo principal

Medir si la oportunidad “cierra” técnica y económicamente con la menor cantidad de obstáculos posibles.

A) Inicio y proceso (parcela, parámetros y *solver* con *KPIs* en vivo).

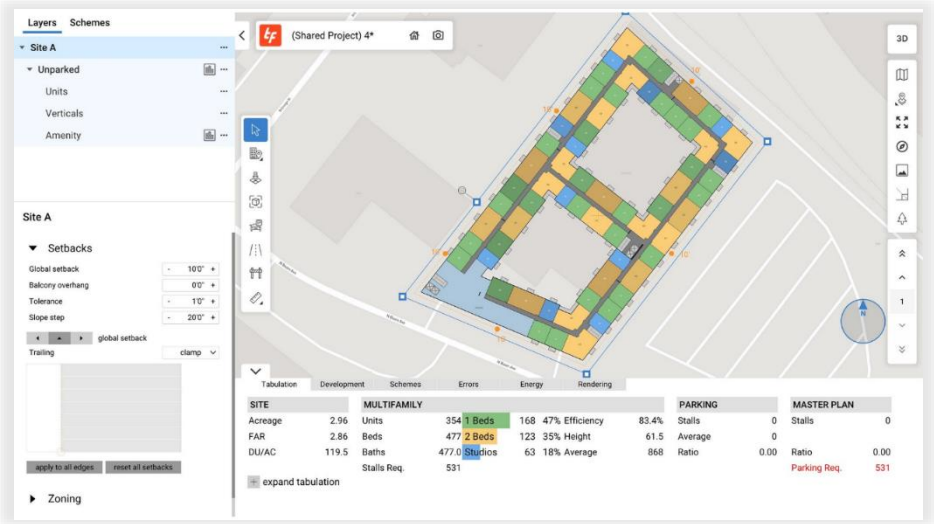


Ilustración 13. Interfaz de TestFit con los parámetros de parcela y ejecución del solver, mostrando en tiempo real la actualización de KPIs durante el cálculo de la distribución. Fuente: Documentación oficial de TestFit (s.f.).

Vista en la que se aprecia, a la izquierda, la parcela y sus parámetros clave (retranqueos, alturas, mezcla de tipos de vivienda, ratio de aparcamiento) antes de lanzar el cálculo, y a la derecha, el *solver* en marcha recalculando la distribución. Los indicadores responden al instante con *KPIs* (coeficiente de edificabilidad, número de viviendas, eficiencia de planta), mostrando de forma directa la relación causa-efecto entre cambios y resultados. Esta composición permite entender de un vistazo el paso del escenario previo al cálculo, y cómo la herramienta evita decisiones a ciegas. Es el corazón del flujo: probar → medir → decidir con datos visibles en la propia interfaz.

B) Resultado (resumen de desarrollo / pro forma).

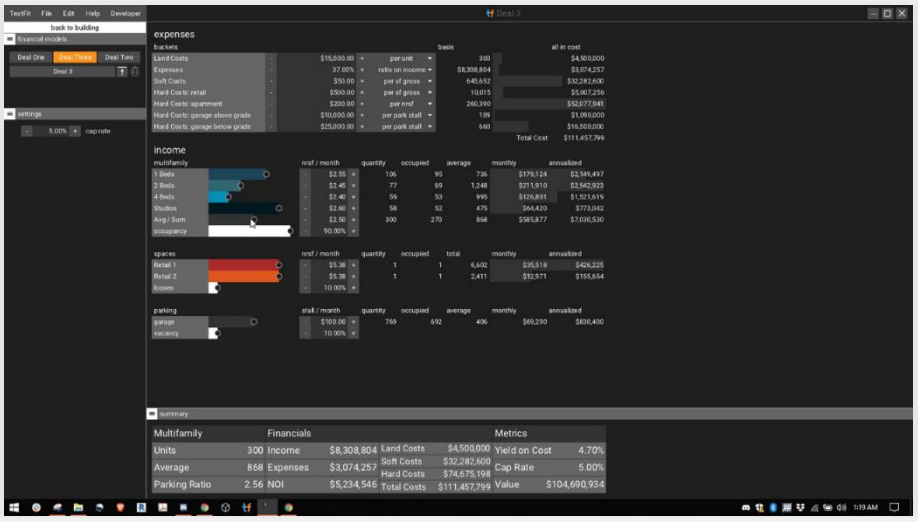


Ilustración 14. Panel financiero de TestFit con costes, ingresos y ratios del pro forma. Fuente: Documentación oficial de TestFit (s.f.).

El panel financiero sintetiza costes (suelo, obra blanda / dura), ingresos por tipologías y ratios como NOI (renta neta de explotación), yield on cost (rendimiento sobre coste) y cap rate (tasa de capitalización). Se asegura la coherencia entre la distribución espacial y las cifras del negocio, facilitando justificar ajustes (densidad, alturas, aparcamiento) si los objetivos no se alcanzan. Esta vista cierra la viabilidad: confirma que la solución técnica y el marco económico están alineados antes de pasar a fases posteriores.

5.5. Diseño esquemático / Distribución interior

Herramienta: ***Finch 3D*.**

¿Qué hace?

Finch 3D puede trabajar con catálogos de espacios que se adaptan (biblioteca adaptativa) o con un sistema que crea espacios de forma asistida (generación asistida). Devuelve métricas y puntuaciones para comparar opciones.

¿En qué ayuda?

1- Probar distribuciones de forma rápida y controlada.
2- Mantener consistencia entre unidades repetidas.
3- Tomar decisiones a partir de indicadores como flexibilidad del diseño, ajuste a los requisitos establecidos y calidad de la iluminación.

Objetivo principal

Acelerar el diseño interior de plantas tipo antes de pasar a documentación.

A) Inicio (planta sin distribución).

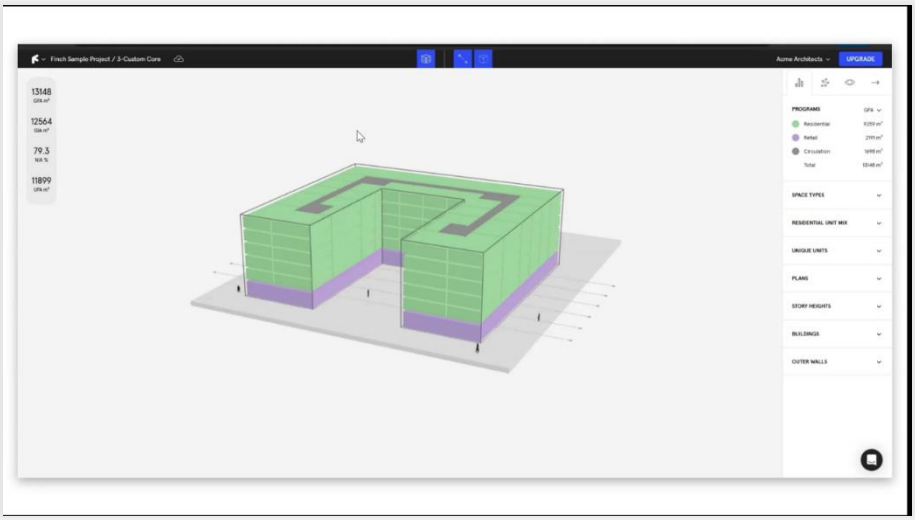


Ilustración 15. Planta inicial sin distribución generada en Finch 3D. Fuente: Documentación oficial de Finch 3D (s.f.).

Partimos de una planta con masa y niveles definidos, pero sin viviendas. Los paneles laterales muestran reparto de superficies por usos (residencial, circulación), útiles para comprobar tamaños objetivo. La intención de esta figura es enseñar el contexto de trabajo en limpio, listo para generar.

B) Proceso (generación / filtrado de planes).

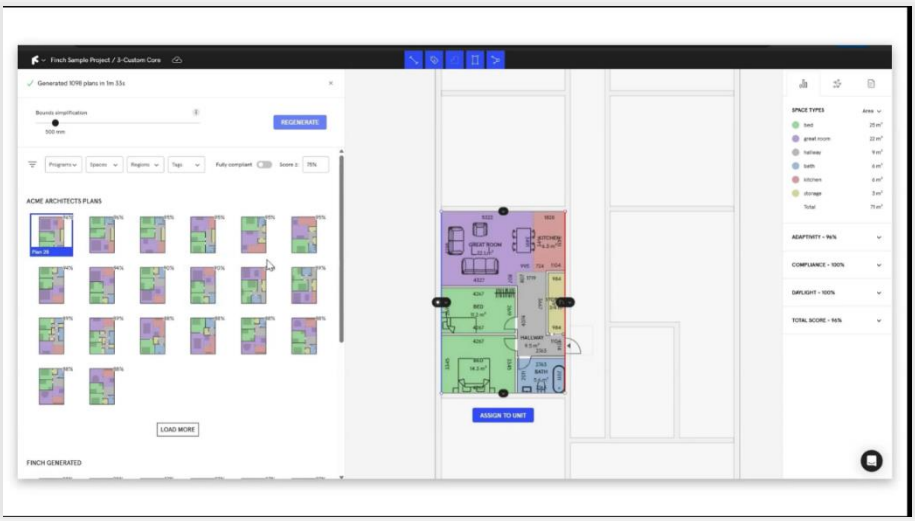


Ilustración 16. Alternativas de distribución en Finch 3D con métricas comparativas. Fuente: Documentación oficial de Finch 3D (s.f.).

Finch 3D produce alternativas de unidad visibles como miniaturas; pueden filtrarse por número de habitaciones, baños o criterios similares. En el centro se previsualiza la propuesta; a la derecha, métricas por estancia. Esta escena explica cómo se elige una opción y por qué, usando datos.

C) Resultado (unidad asignada y métricas).

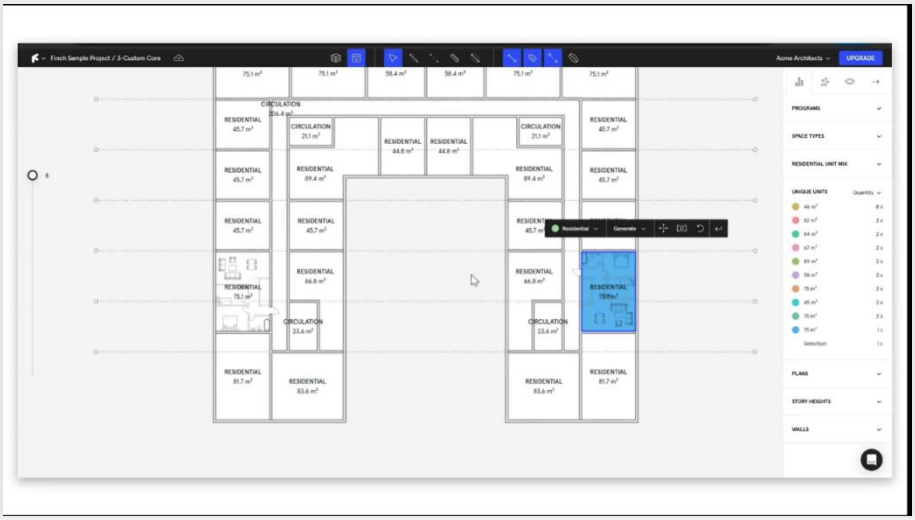


Ilustración 17. Distribución final seleccionada con mobiliario y resumen de unidades. Fuente: Documentación oficial de Finch 3D (s.f.).

La unidad seleccionada queda colocada sobre la planta, con mobiliario y medidas. El panel enumera tipologías y repeticiones, y la puntuación global verifica viabilidad. La imagen sirve para documentar la elección y seguir iterando si es necesario.

5.6. Visualización conceptual

Herramienta: ***Veras*.**

¿Qué hace?

Veras funciona como complemento dentro de herramientas como *Revit*, *SketchUp*, *Vectorworks* o *Forma*. Toma tu modelo y genera imágenes conceptuales guiadas por presets (ajustes o configuraciones predefinidas) o prompts (instrucciones o descripciones en texto).

¿En qué ayuda?

1- Explorar estilos y materiales sin montar un render complejo.

2- Comparar variantes rápidamente junto al modelo.
3- Decidir una dirección visual antes del render final.

Objetivo principal

Acelerar la ideación visual y la comunicación temprana del concepto.

A) Inicio (modelo sin render).

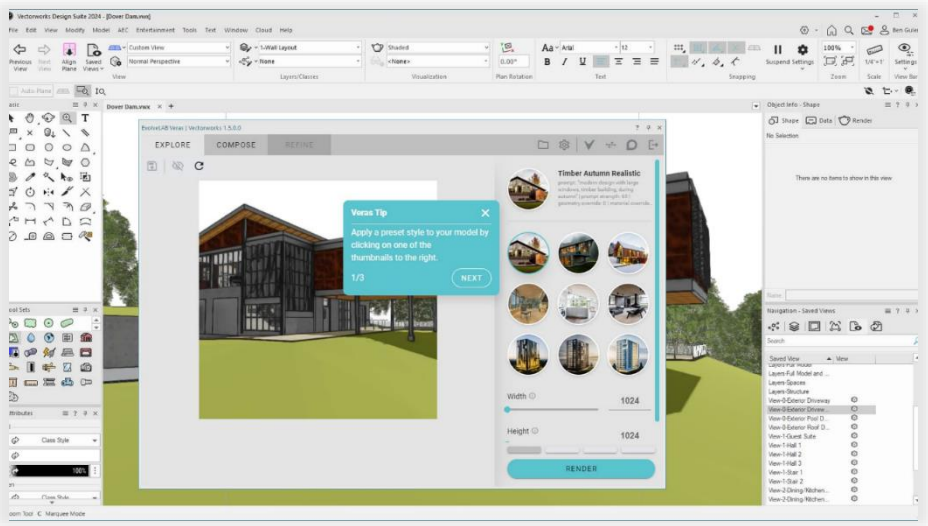


Ilustración 18. Modelo base sin render previo en Veras. Fuente: Documentación oficial de Veras (s.f.).

La vista muestra el modelo base sin efectos. El panel de *Veras* permite elegir un preset o escribir un prompt (breve texto que describe el ambiente). Esta figura sitúa el punto de partida: no hay postproducción ni materiales detallados, solo geometría lista para explorar.

B) Proceso (generación con preset / prompt).

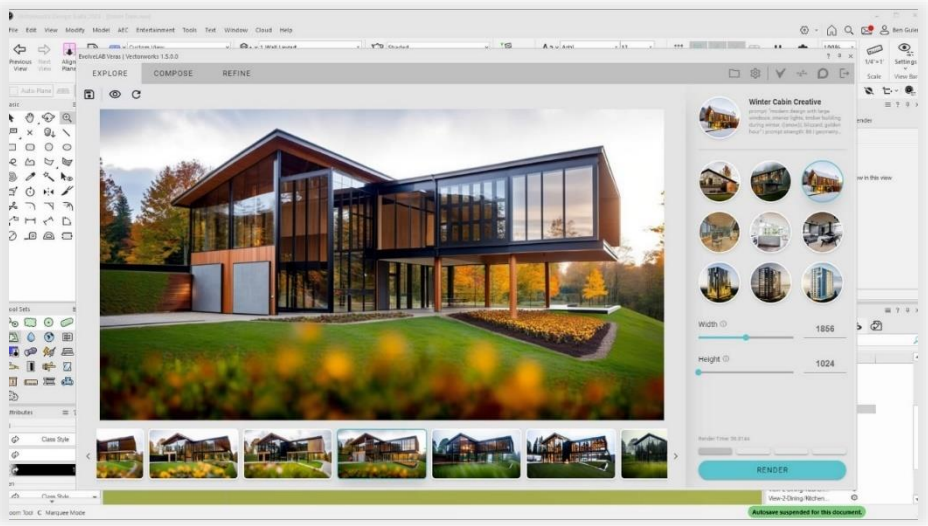


Ilustración 19. Generación de variantes conceptuales en Veras mediante presets o prompts. Fuente: Documentación oficial de Veras (s.f.).

Al ejecutar *Veras*, aparecen variantes en miniaturas con tiempo de generación y parámetros visibles (tamaño, número de versiones, respeto a la geometría / material). Esta imagen muestra cómo se realizan las pruebas y qué parámetros influyen en el resultado. El énfasis está en la posibilidad de iterar con rapidez.

C) Resultado (render conceptual elegido).

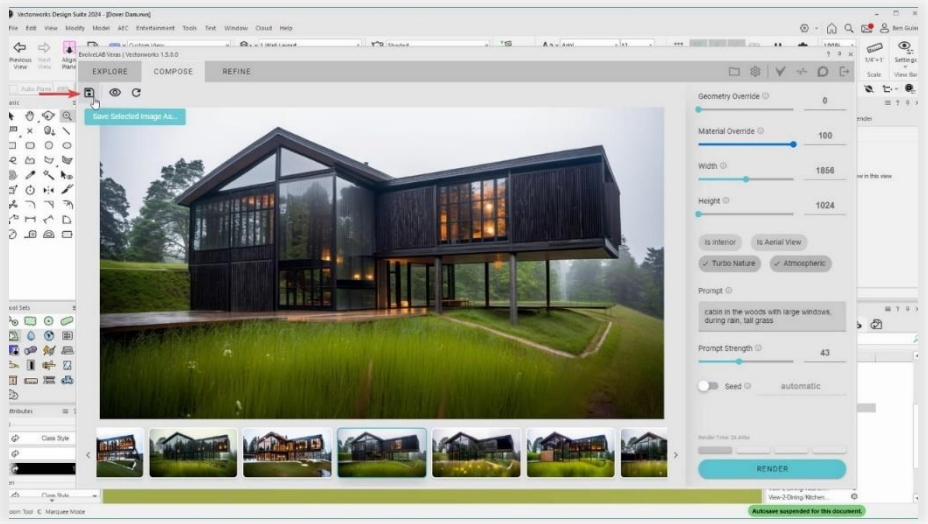


Ilustración 20. Visualización conceptual final elegida en Veras. Fuente: Documentación oficial de Veras (s.f.).

El resultado seleccionado resume la atmósfera buscada. Se documenta el preset / prompt y, si procede, la semilla (número que permite repetir o variar el resultado generado por la IA). La figura deja claro que se trata de visualización conceptual: útil para decidir la línea estética y pasar a renderizados finales después.

5.7. BIM temprano

Herramienta: ***Snaptrude*.**

¿Qué hace?

Snaptrude es una plataforma en la nube que permite transformar un programa arquitectónico (aportado normalmente como tablas de áreas en Excel o CSV) en un modelo BIM ligero. Funciona directamente en el navegador, combina edición 2D/3D con métricas visibles en tiempo real y ofrece exportación directa a *Revit* o Excel.

¿En qué ayuda?

1- Convertir tablas de programa (CSV / Excel) en volúmenes 3D vinculados a superficies.
2- Editar el modelo con herramientas de dibujo y medidas siempre a la vista.
3- Generar un modelo BIM base con propiedades y categorías directamente en el navegador, sin necesidad de usar otros programas.

Objetivo principal

Unir la fase de diseño preliminar y la de coordinación BIM, de modo que el trabajo inicial se aprovecha sin necesidad de rehacerlo en otra plataforma.

A) Inicio (programa convertido en masas).



Ilustración 21. Conversión inicial de programa a bloques 3D en Snaptrude. Fuente: Documentación oficial de Snaptrude (s.f.).

El sistema traduce automáticamente la tabla de áreas en bloques 3D diferenciados por uso. Se obtiene al instante un mapa de superficies, útil para comprobar desajustes y organizar funciones en las primeras fases.

B) Proceso (edición 2D/3D con métricas).



Ilustración 22. Edición 2D/3D con métricas visibles en Snaptrude. Fuente: Documentación oficial de Snaptrude (s.f.).

Las herramientas permiten modificar muros, forjados y huecos de manera intuitiva, mientras un panel muestra áreas y longitudes en tiempo real. La ventaja es la toma de decisiones basada en datos inmediatos, no en estimaciones.

C) Resultado (modelo BIM listo para exportar).



Ilustración 23. Modelo BIM final listo para exportar en Snaptrude. Fuente: Documentación oficial de Snaptrude (s.f.).

Los volúmenes esquemáticos se convierten en elementos BIM con categorías y propiedades. El modelo queda preparado para coordinar en *Revit* o exportar listados a *Excel*, cerrando así la transición de masas a BIM.

5.8. Documentación y especificaciones

Herramienta: ***AutoSpecs*.**

¿Qué hace?

AutoSpecs lee las especificaciones (documentos técnicos del proyecto), genera los submittals (lista de documentos de aprobación de materiales y sistemas) y los organiza en la plataforma digital *Autodesk Build/Docs*.

¿En qué ayuda?

1- Pasar de semanas a minutos en la creación del registro. *AutoSpecs* automatiza la lista de submittals a partir de las especificaciones, reduciendo drásticamente el tiempo frente al método manual.
2- Reducir omisiones con sugerencias inteligentes. El sistema detecta posibles ítems faltantes y propone su incorporación, minimizando errores y retrasos en la obra.
3- Centralizar la gestión en el ecosistema *ACC*. El registro se integra en *Autodesk Construction Cloud*, donde todos los agentes acceden a la misma información en tiempo real y desde una única plataforma.

Objetivo principal

Garantizar que toda la documentación técnica esté completa y bien vinculada antes y durante la obra.

A) Inicio (carga de pliegos).

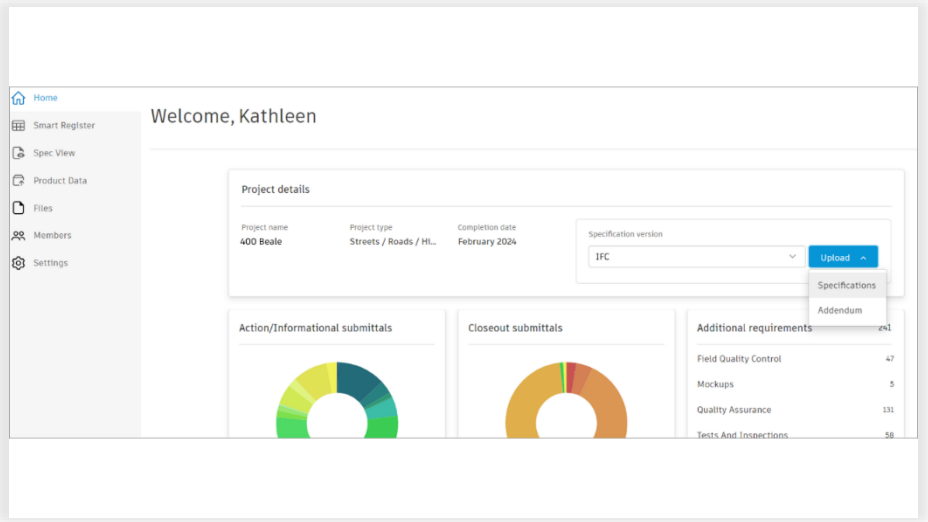


Ilustración 24. Subida de pliegos en la interfaz de AutoSpecs. Fuente: Documentación oficial de Autodesk AutoSpecs (s.f.).

La vista de *Upload/Specifications* muestra la carga de los PDFs del pliego. Es clave nombrar correctamente los archivos para que el sistema los identifique bien, ya que a partir de ellos se extrae la información necesaria para generar el registro de submittals.

B) Proceso (lectura y Suggested Submittals).

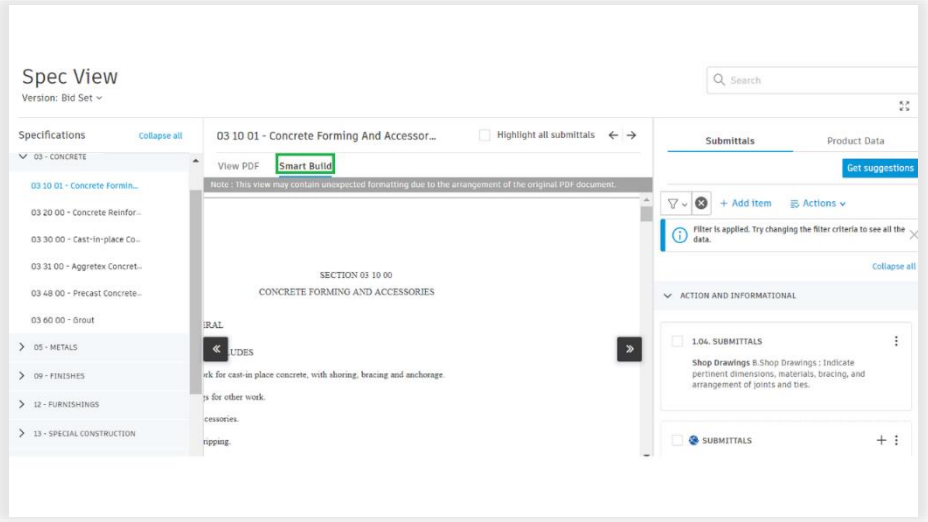


Ilustración 25. Generación de submittals sugeridos en AutoSpecs. Fuente: Documentación oficial de Autodesk AutoSpecs (s.f.).

El visor muestra el pliego organizado por capítulos y, a la derecha, el panel de *Submittals*. Al activar *Get suggestions*, la IA propone ítems adicionales como *Drawings* (planos), *Product Data* (fichas técnicas de producto) o ensayos. El flujo

de trabajo es práctico: revisar, aceptar o descartar las sugerencias y, si se desea, filtrar los submittals por oficio (estructura, instalaciones, acabados, etc.).

C) Resultado (registro y publicación).

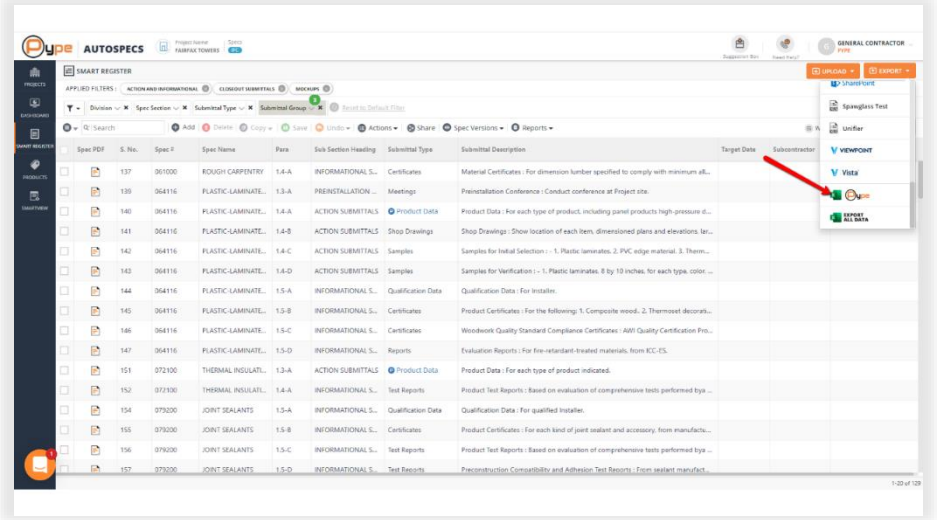


Ilustración 26. Registro de submittals publicado en Autodesk Build/Docs. Fuente: Documentación oficial de Autodesk AutoSpecs (s.f.).

El *Smart Register* organiza automáticamente los submittals en una tabla con tipos, descripciones y referencias al pliego. Antes de publicarlo, es posible ajustar columnas y filtros para adaptar la vista a las necesidades del proyecto. Finalmente, el botón *Publish/Export* permite enviar el registro a *Autodesk Build/Docs* o a *Excel*, desde donde el equipo continuará la revisión y aprobación.

5.9. Planificación 4D

Herramienta: ***ALICE*.**

¿Qué hace?

ALICE Technologies genera múltiples planes de obra a partir de tus datos y los compara entre sí. Puede importar cronogramas de *Primavera P6* (software de planificación) y modelos BIM de *Revit* o *Navisworks* (modelos 3D). Con estas entradas crea escenarios de planificación y muestra cuál es mejor según coste, tiempo y uso de recursos.

¿En qué ayuda?

1- Explorar “what-if” (¿qué pasa si cambio cuadrillas, ritmos o calendarios?) a gran escala y optimizar el plan.
2- Detectar cuellos de botella y conflictos de recursos con comparativas claras.
3- Recuperar el programa ante retrasos reoptimizando con los nuevos límites.

Objetivo principal

Elegir, con base analítica, la secuencia de construcción que mejor equilibra plazo y coste, respetando las restricciones y la disponibilidad de recursos.

A) Inicio (definición del proyecto).

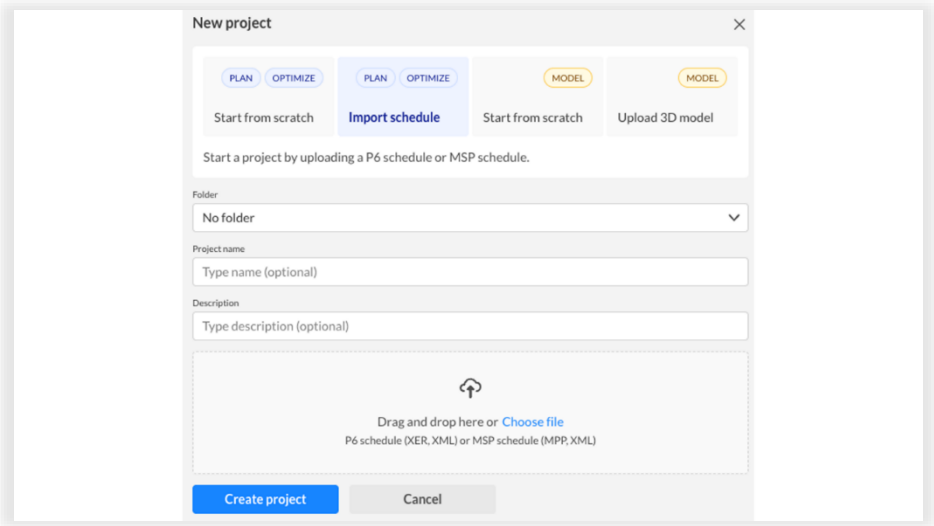


Ilustración 27. Definición inicial de proyecto en ALICE Technologies con importación de cronograma o modelo 3D. Fuente: Documentación oficial de ALICE Technologies (s.f.).

La creación del proyecto permite importar un cronograma de *Primavera P6* y / o cargar un modelo 3D de *Revit* o *Navisworks*. Esta figura muestra el punto de partida: datos de planificación del proyecto listos para convertirse en escenarios.

B) Proceso (generación de escenarios).

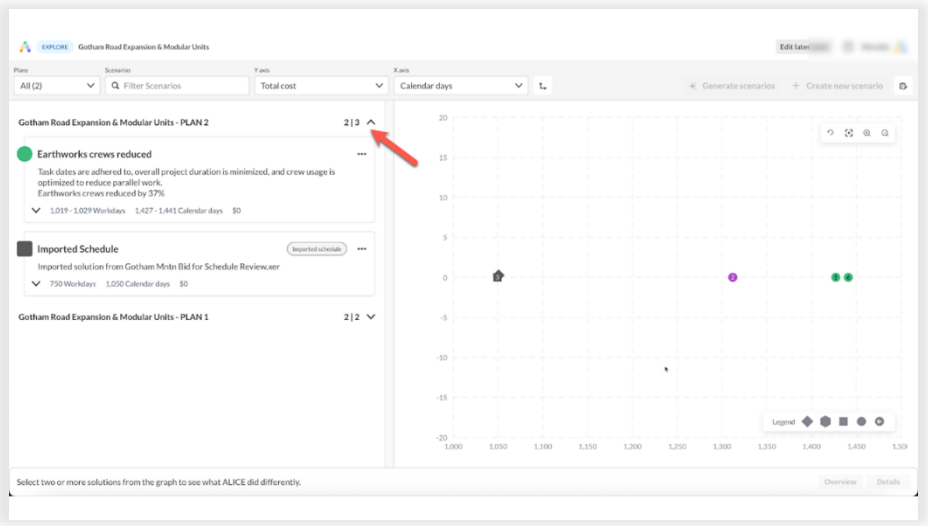


Ilustración 28. Generación de escenarios de planificación en ALICE Technologies con Solution Graph. Fuente: Documentación oficial de ALICE Technologies (s.f.).

La vista *Explore* lista los escenarios y muestra el *Solution Graph* (gráfico de soluciones, una dispersión coste-plazo). *ALICE Technologies* crea puntos candidatos aplicando parámetros (cuadrillas, rendimientos, calendarios) y restricciones (precedencias, capacidades). La clave: no se edita una sola secuencia, se exploran muchas para comparar.

C) Resultado (comparativa con indicadores clave y diagrama de Gantt).

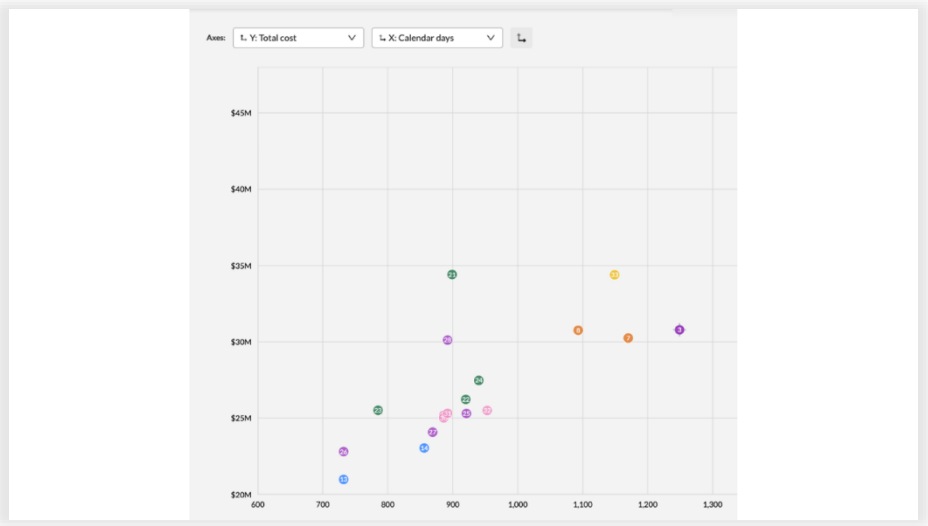


Ilustración 29. Comparativa de escenarios en ALICE Technologies con métricas clave y diagrama de Gantt. Fuente: Documentación oficial de ALICE Technologies (s.f.).

La dispersión coste-plazo permite elegir un escenario y abrir su Gantt (diagrama de barras temporal) junto con *KPIs* (indicadores clave: duración, coste, utilización

de recursos). Esta figura recoge el momento de decisión: de las alternativas generadas, cuál equilibra mejor duración y coste con los recursos disponibles.

5.10. Seguimiento y control de obra

Herramienta: ***OpenSpace*.**

¿Qué hace?

OpenSpace documenta la obra mediante captura fotográfica en 360°, geolocalizada sobre planos y modelos BIM. Esto permite comparar avances en distintas fechas, revisar incidencias y contrastar el modelo con la realidad construida.

¿En qué ayuda?

1- Comparar por fechas con *Split View* (vista dividida). Muestra dos imágenes de la misma zona en distintas fechas para visualizar la evolución de la obra.
2- Detectar diferencias con *BIM Compare*. Superpone el modelo BIM y la realidad capturada en 360° para identificar desviaciones.
3- Respaldar con evidencias visuales. Registra fotos geolocalizadas que sirven como prueba para control de calidad y coordinación entre equipos.

Objetivo principal

Garantizar un seguimiento visual de la obra y detectar desviaciones de forma temprana.

A) Inicio (navegación por plano y línea de tiempo).

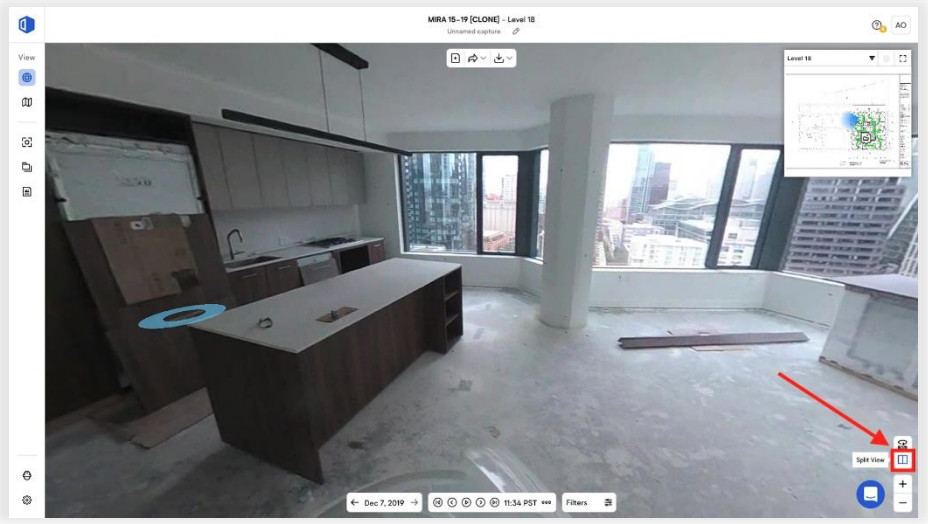


Ilustración 30. Navegación inicial por plano y línea de tiempo en OpenSpace. Fuente: Documentación oficial de OpenSpace (s.f.).

La vista del proyecto combina el plano con el recorrido de captura y una línea de tiempo que permite saltar entre diferentes días. La figura muestra cómo la obra queda documentada tanto en el espacio como en el tiempo, lo que facilita cualquier revisión posterior.

B) Proceso (*Split View* por fechas).

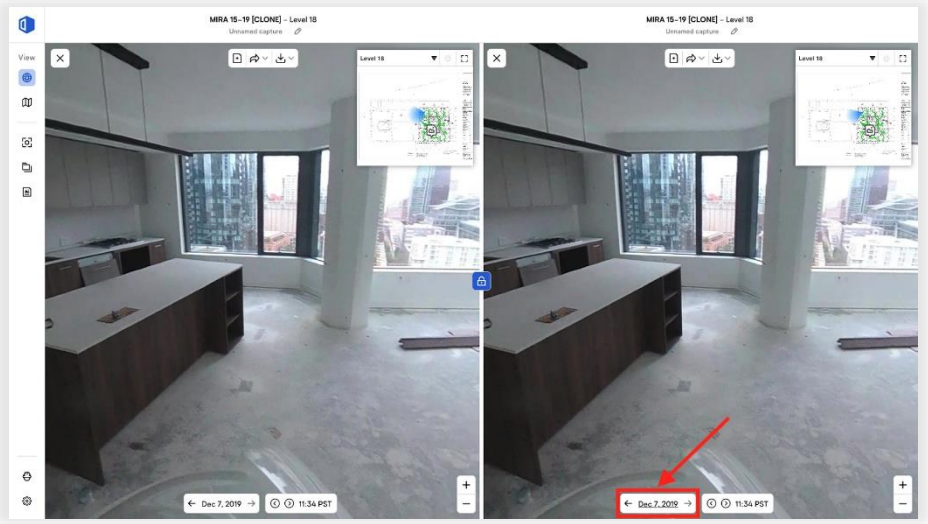


Ilustración 31. Split View de OpenSpace comparando avances de obra en dos fechas. Fuente: Documentación oficial de OpenSpace (s.f.).

Con la función *Split View* se comparan dos fechas en la misma ubicación, mostrando las imágenes lado a lado. El selector de fechas y la sincronización de vistas permiten identificar con facilidad los cambios constructivos. La figura ilustra una comparación temporal: qué había antes y qué existe en la actualidad.

C) Resultado (*BIM Compare*: modelo vs realidad).

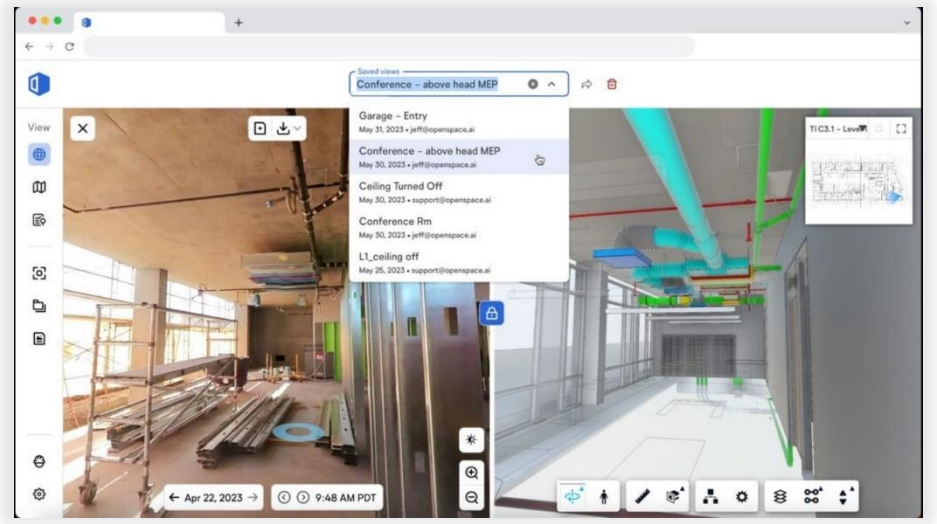


Ilustración 32. BIM Compare en OpenSpace mostrando diferencias entre modelo y realidad construida. Fuente: Documentación oficial de OpenSpace (s.f.).

La función *BIM Compare* superpone el modelo BIM con la captura 360° de la obra, lo que permite comprobar si las instalaciones, acabados o secuencias constructivas coinciden con lo proyectado. Al activar o desactivar capas y realizar mediciones, se obtiene evidencia objetiva de cumplimiento o desviación. Esta vista resulta clave para decidir si corresponde aceptar o corregir lo ejecutado.

5.11. Uso y habitar, eficiencia energética y confort

Herramienta: ***BrainBox AI*.**

¿Qué hace?

BrainBox AI se conecta al *BMS* (sistema de gestión del edificio) existente y aplica control predictivo para ajustar automáticamente los parámetros de control (temperatura, ventilación, etc.) y el funcionamiento de los equipos, buscando el ahorro energético y el mantenimiento del confort en tiempo real.

¿En qué ayuda?

1- Ahorrar energía y reducir emisiones sin necesidad de obras ni cambio de equipos.
2- Optimizar el funcionamiento mediante predicciones continuas (clima, ocupación, tarifas) y ajustes automáticos.

3- Supervisar varios edificios desde un único panel, con comparación de resultados y definición de prioridades.

Objetivo principal

Impulsar la sostenibilidad y la eficiencia operativa, asegurando el confort de los ocupantes y la verificación de los resultados obtenidos.

A) Vista de portafolio de edificios.

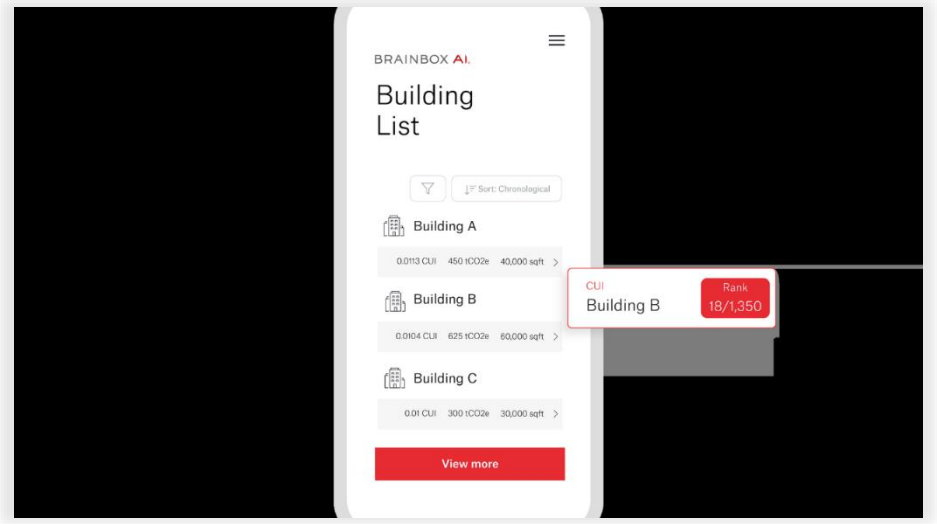


Ilustración 33. Panel de control de BrainBox AI con edificios y estado operativo. Fuente: Documentación oficial de BrainBox AI (s.f.).

El panel de control muestra la lista de edificios con información clave: nivel de actividad de *BrainBox AI*, consumo reciente y posibles alertas. Esta vista permite comparar el rendimiento entre inmuebles y decidir dónde actuar con prioridad. La plataforma funciona de manera continua (24/7), supervisando múltiples edificios desde un único lugar. De este modo, el equipo puede detectar picos de consumo, localizar oportunidades de mejora y lanzar revisiones específicas con rapidez.

B) Control predictivo en marcha (algoritmo y comportamiento térmico).

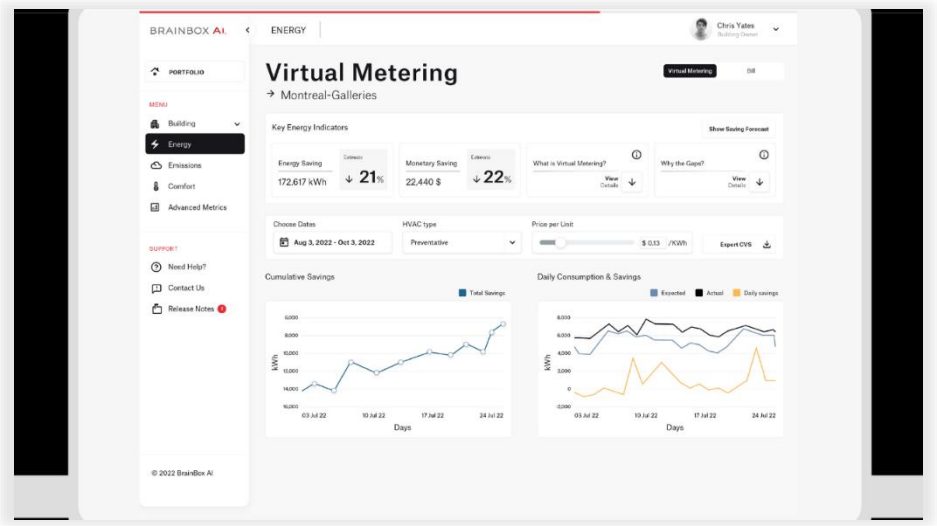


Ilustración 34. Control predictivo de HVAC en marcha con curvas de temperatura. Fuente: Documentación oficial de BrainBox AI (s.f.).

La pantalla muestra indicadores clave como temperaturas interior y exterior, parámetros de control y potencias. Aquí se ve cómo la IA anticipa la demanda y ajusta el sistema HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) para alcanzar el confort con menor consumo energético. La visualización en tiempo real de tendencias y previsiones permite comprender decisiones como preenfriar, precalentar o suavizar arranques, reduciendo picos de consumo y mejorando la estabilidad del edificio.

C) Resultados e indicadores clave de rendimiento de eficiencia.

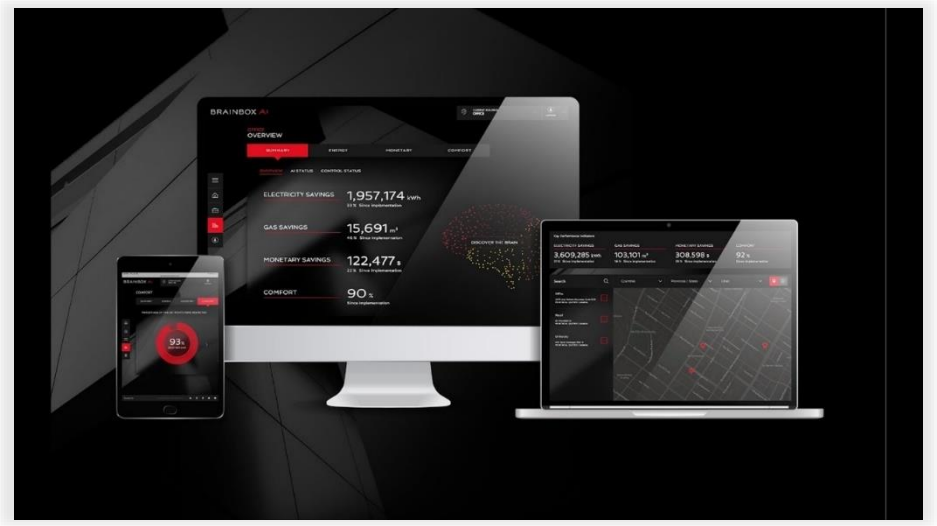


Ilustración 35. Panel de resultados y KPIs de eficiencia energética en BrainBox AI. Fuente: Documentación oficial de BrainBox AI (s.f.).

El panel de *KPIs* (indicadores clave de rendimiento) resume energía ahorrada, reducción de CO_2, ahorro económico e índice de confort (temperatura / quejas). Esta vista cierra el ciclo: traduce la estrategia de control en resultados medibles, comparables por periodo o edificio. Con estos datos, el equipo puede justificar intervenciones, reportar logros y ajustar la operación para sostener los beneficios a lo largo del tiempo.

5.12. Resumen

Al revisar todas las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial en arquitectura, lo que más me ha llamado la atención es ver cómo ya está presente en casi todas las fases del proyecto. Algo que hace unos años parecía un futuro lejano hoy es una realidad que está cambiando la forma de trabajar de los arquitectos. La IA agiliza tareas pesadas, como generar una distribución rápida o comprobar la viabilidad económica, y al mismo tiempo abre nuevas maneras de diseñar: más rápidas, mejor informadas y más adaptadas al entorno.

Me ha sorprendido mucho cómo estas herramientas ofrecen datos inmediatos del solar, de las condiciones de viento o de la luz, y cómo eso ayuda a decidir con más seguridad. También me parece muy útil que, en el diseño interior o en la visualización, la IA no solo acelere procesos, sino que dé nuevas formas de transmitir ideas y atmósferas en cuestión de minutos.

Otro punto clave es que la IA no se queda en la mesa de diseño, sino que también aporta valor en la obra y en la gestión del edificio. En la construcción, comparar escenarios de planificación o verificar el modelo frente a lo realmente ejecutado supone un control que antes llevaba muchísimo tiempo. Y en la fase de uso, la IA se convierte en un aliado para la sostenibilidad, optimizando consumos y manteniendo el confort sin necesidad de grandes intervenciones.

Después de ver todo este recorrido, me quedo con una idea clara: la IA no sustituye al arquitecto ni a su creatividad, pero sí transforma radicalmente la forma de ejercer la profesión. Nos hace más eficientes y sostenibles, y nos da más libertad para centrarnos en lo que realmente define la arquitectura: el diseño y el impacto humano de los espacios.

6. Propuesta de aplicaciones futuras de la inteligencia artificial en la arquitectura

6.1. Enfoque del capítulo

En este capítulo daremos un paso hacia adelante para imaginar aplicaciones que aún no existen, pero que podrían desarrollarse en un futuro cercano gracias al avance de la inteligencia artificial. Se trata, por tanto, de un ejercicio propositivo e hipotético: ninguna de las herramientas aquí descritas está disponible en la actualidad, sino que se presentan como ideas de futuro que ampliarían el trabajo del arquitecto a lo largo del ciclo de vida del edificio.

La intención es explorar qué podríamos pedirle a la IA para mejorar la toma de decisiones, reducir tiempos y costes, disminuir la huella de carbono y aumentar la calidad y el confort de los espacios. Para mantener coherencia con el capítulo anterior, cada propuesta se presenta en un formato similar: se explica qué haría, cómo funcionaría y cuál sería su objetivo principal, siempre desde el rol de la IA como apoyo al criterio profesional del arquitecto.

Estas aplicaciones hipotéticas se han organizado siguiendo de nuevo la secuencia de un proyecto arquitectónico. Así, se plantea un asistente para la captación inicial con el cliente, herramientas de revisión normativa, sistemas de apoyo al diseño en anteproyecto y proyecto básico, asistentes para el detalle y la coordinación en la ejecución, y finalmente aplicaciones para la gestión del uso y la adaptación cotidiana del edificio. De este modo, cada fase del ciclo de vida queda cubierta por una idea de herramienta, no como realidad tecnológica presente, sino como propuesta de futuro que refleja el potencial de la IA en la disciplina.

6.2. Asistente de captación y encargo

¿Qué haría?

ACTA-CERO convierte la primera reunión con el cliente en un documento inicial de proyecto útil y compartido. La herramienta guía la conversación con preguntas oportunas cuando detecta lagunas, organiza las respuestas del cliente y calcula un rango razonable de coste y plazo a partir de supuestos claros. Al cerrar la

reunión, genera un primer resumen del encargo con el programa, las prioridades y los supuestos, un cuadro de riesgos y un borrador de hoja de encargo (documento de alcance y entregables a firmar).

¿Cómo funcionaría?

Antes de empezar, se indican ubicación, tipología y presupuesto máximo. Con consentimiento, la herramienta transcribe la conversación y va señalando los temas pendientes; a medida que respondemos, convierte las ideas en un programa de espacios, pondera prioridades en un radar (gráfico donde cada eje representa un objetivo: luz, coste, plazo, energía, etc.) y aplica ratios de referencia para estimar coste y plazo con supuestos claros (qué incluye y qué no). Al pulsar “generar”, compone un paquete de documentos con registro de decisiones y fuentes, listo para revisar y compartir.

Objetivo

Salir de la primera reunión con expectativas alineadas y documentos listos, evitando lagunas que retrasan el proyecto.

Ejemplo

Entro con el portátil, pido permiso para grabar (solo para no perder matices) y abro *ACTA-CERO*. En la pantalla inicial escribo “Valencia”, marco “vivienda plurifamiliar” y anoto “tope 2 M€”. No he terminado de presentarme cuando el asistente muestra, en un rincón, una nota amable: “aún no se ha hablado de aparcamiento ni de fases de obra”. No impone; me recuerda. Lo incorporo a la conversación: el cliente quiere treinta plazas y prefiere una única fase.

Mientras hablamos de luz y ventilación, *ACTA-CERO* convierte mis notas en un radar de prioridades: “luz natural” sube al 35 %, “coste” se queda en 30 %, “plazo” en 20 %, “energía” en 10 % y “flexibilidad” en 5 %. Lo digo en voz alta para confirmar: “¿os veis reflejados en este reparto?”. Asienten. No es la máquina quien decide; es la máquina quien lo deja claro.

El cliente menciona “doce viviendas por planta” y “dos portales”. *ACTA-CERO* me sugiere concretar sin cortar el ritmo: dormitorios, superficies objetivo, si la cocina debe ir integrada en el estar o separada, si habrá patios que mejoren ventilación cruzada. Con dos frases, el sistema arma un programa inicial (lista de espacios con m² y relaciones) y genera una pequeña sección “pendientes” para lo no decidido: terrazas sí / no, altura libre mínima.

Llega el momento delicado del dinero. En lugar de aventurar cifras, abro la pestaña de estimación. El asistente usa nuestros datos históricos por tipología y devuelve un rango: 1.750-1.950 €/m², sin urbanización exterior ni mobiliario fijo; plazo estimado de 18-20 meses condicionado a licencias. Todo va con supuestos

explícitos. El cliente pregunta si podríamos apretar; ajusto un parámetro (“acabados estándar”) y el rango baja un poco. Queda claro qué entra y qué se queda fuera.

En el margen aparece un semáforo discreto: el cuadro de riesgos propone tres comprobaciones tempranas (nota simple por posible servidumbre de paso, consulta de potencia disponible a la distribuidora eléctrica, encargo de estudio geotécnico) y sugiere el orden lógico. No sustituye mi criterio; me ayuda a priorizar y a no olvidar.

Hago una pausa y, como quien habla con un becario con mucha memoria, digo “genera”. En segundos aparecen tres archivos: documento inicial (objetivos con pesos, programa por espacios, relaciones, supuestos y límites de coste / plazo), el cuadro de riesgos con acciones y responsables, y el borrador de hoja de encargo (alcance, fases clave de Anteproyecto / Básico / Ejecución / Obra, entregables y número de revisiones). Leo dos párrafos en voz alta, corrijo una condición particular que el cliente subraya y queda registrado: quién lo pidió, cuándo y por qué.

Cierro la reunión proponiendo enviar el paquete esa misma tarde. Un clic y el sistema prepara el envío con una lista de próximos pasos en dos columnas: del lado del cliente, “nota simple, documentación de parcela, contacto administrador”; del nuestro, “topografía, geotecnia, consulta urbanística”. Dejamos de hablar en abstracto: hay tareas, responsables y un mapa común desde el día uno.



Ilustración 36. Escena de reunión inicial en la que se definen prioridades del proyecto (luz, coste y plazo) como parte del asistente ACTA-CERO. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

6.3. Revisión urbanística y registral

¿Qué haría?

REGIS-SCAN "lee por ti" el contexto legal del solar antes de dibujar nada. Reúne el planeamiento (PGOU / Normas / Planes Especiales), la ordenanza aplicable, la cartografía (catastro y topografía), la nota simple del Registro (resumen de cargas y servidumbres) y las afecciones sectoriales (carreteras, costas, dominio público hidráulico, patrimonio, servidumbres aeronáuticas, zonas acústicas, inundabilidad). Con todo ello compone una ficha de viabilidad clara: qué se puede hacer, qué no, y bajo qué condiciones, apoyado siempre en el epígrafe exacto que lo respalda.

¿Cómo funcionaría?

Le indicas la referencia catastral o el polígono de parcela y subes los PDF de planeamiento / ordenanzas y la nota simple. *REGIS-SCAN* georreferencia la finca, extrae artículos y tablas con OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres) + NLP (Procesamiento de Lenguaje Natural), y cruza todo con la realidad física (rasantes, medianerías, arbolado, accesos, servicios). Calcula alineaciones y retranqueos (límites de separación a linderos / vía pública), ocupación, edificabilidad y alturas, y marca afecciones con un semáforo (verde / ámbar / rojo). Devuelve un mapa con cotas normativas, una lista de reservas (cosas a confirmar) y un mini-plan de acciones (qué pedir al ayuntamiento o a compañías): cada aviso cita su artículo, plano o registro origen.

Objetivo

Detectar inviabilidades y condicionantes invisibles antes de invertir horas de diseño, y llegar al anteproyecto con un terreno de juego claro y justificable.

Ejemplo

Abro *REGIS-SCAN* justo después de recibir la referencia catastral del solar. En lugar de dibujar, lo primero que hace la herramienta es leer: analiza automáticamente el PGOU, la ordenanza y la nota simple que he subido en PDF. Con técnicas de OCR y procesamiento de lenguaje natural, extrae artículos y tablas y los organiza en una ficha clara: alineaciones mínimas, edificabilidad, servidumbres, afecciones sectoriales.

En la pantalla no aparece todavía un volumen, sino una síntesis normativa con semáforo: verde lo permitido sin dudas, ámbar lo que requiere comprobación, rojo lo prohibido. Por ejemplo: "Retranqueo frontal: 3,00 m (art. 4.2.1) – verde";

"Ocupación máxima: 40 % (art. 5.1) – ámbar, pendiente de confirmar rasantes". En un lateral se listan afecciones externas: dominio público hidráulico, servidumbre de paso, proximidad a edificio protegido.

La clave de REGIS-SCAN no es dibujar, sino detectar condicionantes invisibles. Si la nota simple muestra una servidumbre, el sistema la resalta en rojo con la cita exacta del registro. Si falta información sobre plazas de aparcamiento o pendiente de rampas, lo marca como reserva. Al final genera una ficha de viabilidad normativa: un documento que resume qué se puede hacer, qué hay que confirmar y qué está vetado, siempre con su referencia legal.

Con esta ficha en la mano, el anteproyecto no arranca a ciegas: el terreno de juego está definido jurídicamente y los riesgos están claros antes de invertir tiempo en geometría.

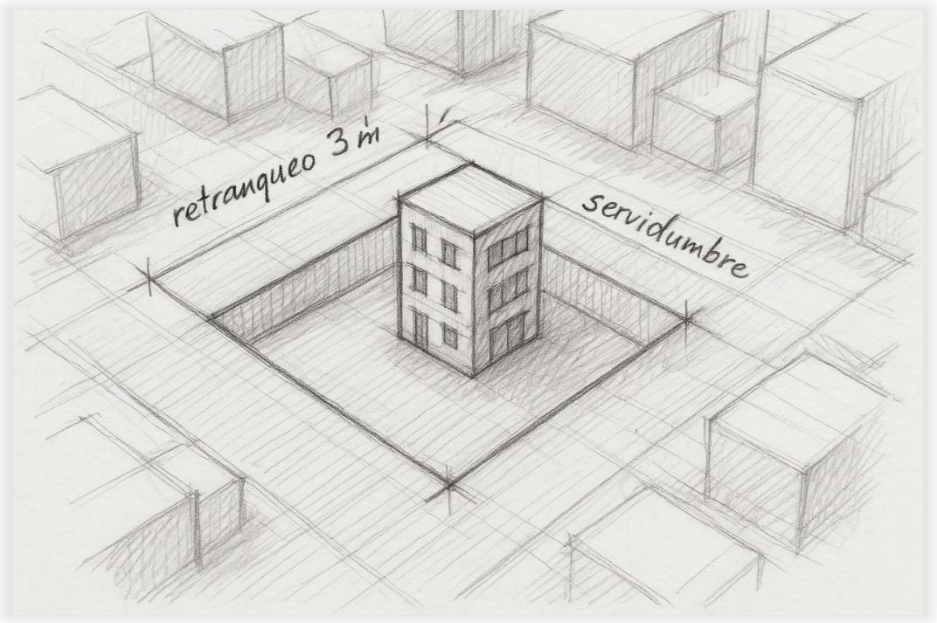


Ilustración 37. Croquis de viabilidad urbanística generado por REGIS-SCAN, indicando retranqueo de 3 m y servidumbre como condicionantes de la parcela. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

6.4. Orquestador de estudios previos

¿Qué haría?

GEO-SENSE convierte la "fase de estudios previos" en un plan técnico mínimo y bien justificado. A partir de la ubicación del solar y un primer encaje, propone la campaña geotécnica (número y posición de sondeos y calicatas), localiza servicios existentes (agua, saneamiento, electricidad, gas, telecomunicaciones) para evitar sorpresas, y genera mapas rápidos de soleamiento y vientos

dominantes. Devuelve un plan de ensayos con presupuesto y calendario, un esquema de acometidas probables y un informe breve de riesgos tempranos (nivel freático, expansividad, pendientes, sombras críticas). No calcula estructuras ni instalaciones: prepara el terreno (literal y figurado) para que el anteproyecto no se estrelle con lo invisible.

¿Cómo funcionaría?

Le das la parcela (referencia catastral o polígono), la topografía y la idea de volumen legal. *GEO-SENSE* cruza cartografía técnica y climática, sugiere una malla de sondeos razonable según tamaño y heterogeneidad del terreno, y propone puntos de calicata donde la accesibilidad o las medianerías son delicadas. Traza un esquema de redes probables con puntos de acometida y cotas orientativas, y dibuja rosas de viento y cartas de soleamiento simplificadas para alimentar decisiones pasivas tempranas. La salida es un paquete: Plan de campaña geotécnica (alcance, ubicaciones y justificante), croquis de servicios con reservas, mapa climático básico, presupuesto y cronograma de los estudios, más una lista de “primeras comprobaciones” (qué pedir a compañías, qué autorización solicitar).

Objetivo

Definir lo imprescindible y en el orden correcto para conocer el suelo, las redes y el clima del lugar, evitando pruebas redundantes y retrasos por sorpresas bajo rasante.

Ejemplo

Abro *GEO-SENSE* y cargo la topografía junto al volumen legal. El visor coloca tres sondeos S-01, S-02 y S-03 en los vértices más separados del volumen y propone una calicata cerca del acceso de garaje: “zona sensible por carga y proximidad a medianería”. En el lateral aparece un aviso prudente: riesgo de nivel freático por cercanía a cauce; sugiere añadir un piezómetro en S-02 para confirmar.

Activo “servicios existentes” y el esquema pinta una línea azul a cota negativa: saneamiento municipal por la calle posterior; el sistema marca una “T” como punto de acometida probable y advierte: profundidad limitada para la gravedad del sótano - “valorar bombeo o ajustar cotas de losa”. En electricidad, señala el centro de transformación a 120 m y reserva potencia “a confirmar” con la compañía.

Paso al clima: la rosa de vientos indica dominantes de este en verano y viento frío y seco del noroeste en invierno; el mapa de soleamiento deja claro que la medianera oeste proyectará sombra en las tardes de invierno. *GEO-SENSE* no

decide la fachada, pero me entrega material útil para el anteproyecto: “proteger oeste, abrir este, prever ventilación cruzada en crujías largas”.

Pulso “generar”. Obtengo el Plan de campaña geotécnica (memoria de alcance, posiciones en planta y justificación del número de sondeos), el croquis de redes con puntos de acometida y reservas, y un calendario: semana 1 permisos y marcaje, semana 2 sondeos y calicatas, semana 3 resultados de laboratorio y informe geotécnico (documento con parámetros del terreno), en paralelo a las consultas de acometidas. Cierro con una tranquilidad rara en esta fase: sé qué estudiar, dónde y por qué, y cuánto costará hacerlo sin perder el ritmo del proyecto.

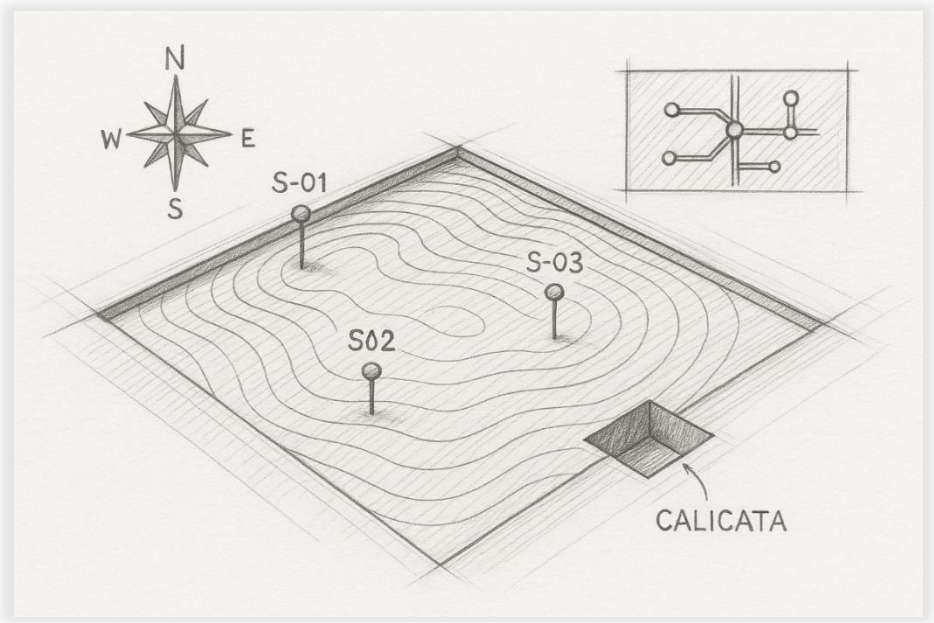


Ilustración 38. Croquis generado por GEO-SENSE con la ubicación de sondeos (S-01, S-02, S-03), una calicata y el esquema de redes de servicios en la parcela. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

6.5. Traductor de requisitos a programa

¿Qué haría?

PROG-MAP convierte lo que dicen los usuarios en un programa funcional coherente (programa funcional: listado de espacios con superficies objetivo y relaciones entre ellos). Escucha objetivos y restricciones, detecta contradicciones, propone rangos de m² razonables por tipología y dibuja una propuesta de relaciones (quién debe estar cerca de quién) que sirva de base real para el anteproyecto. Todo queda trazado con supuestos explícitos para poder revisarlo más adelante.

¿Cómo funcionaría?

Se le alimenta con la tipología del proyecto, el número y perfil de usuarios, referencias de proyecto (si existen) y los condicionantes ya detectados en fases anteriores. A partir de una conversación guiada o de notas transcritas, *PROG-MAP* extrae usos, aforos y flujos, asigna superficies objetivo por espacio y propone relaciones funcionales (diagrama de proximidades: esquema que indica qué espacios conviene agrupar o separar). Identifica conflictos ("se pide máxima privacidad en reuniones, pero también vidrio integral") y sugiere compromisos. La salida es un Programa inicial (primer programa completo y editable), con superficies, tolerancias y un pequeño anexo de supuestos.

Objetivo

Llegar al anteproyecto con un programa claro, medible y acordado, reduciendo vueltas por malentendidos.

Ejemplo

Abro *PROG-MAP* con el material de las reuniones: notas de reuniones y la envolvente. Le explico que buscamos doce viviendas por planta con dos portales y que el cliente ha priorizado luz y plazo. El asistente me pide dos detalles que faltan: número de dormitorios por tipología y si el salón-comedor irá integrado con cocina o separado. Digo "tres dormitorios para el 60 %, dos para el 40 %; cocina integrada en las de dos, separada en las de tres".

En segundos aparece una tabla sencilla con superficies objetivo por estancia y un aviso discreto: "con las crujías previstas, salón + cocina separada puede comprometer iluminación natural en esquina noroeste". Me ofrece dos alternativas: "mover núcleo 60 cm" o "ampliar luces de huecos en esa crujía"; marco la primera como hipótesis.

Paso al diagrama de relaciones. *PROG-MAP* propone agrupar núcleos húmedos (cocinas y baños) para optimizar instalaciones y separar zonas de noche del tránsito principal. Me señala una contradicción: "se pidió flexibilidad futura y, a la vez, tabiques portantes en pasillo". Aclaro que los portantes irán en ejes regulares y los tabiques serán ligeros: el conflicto desaparece y la leyenda se actualiza.

Pulso "generar". Obtengo el Programa inicial con superficies por tipología, tolerancias por estancia (rango admisible en m²), un diagrama de proximidades legible y un listado de supuestos ("trasteros por vivienda, no incluidos en útil; terrazas sin computar en útil interior; cuartos técnicos compartidos por portal"). Antes de cerrar, *PROG-MAP* deja una reserva: "si se confirma patio interior, revisar ventilación cruzada en viviendas de esquina". Acepto. Ahora el equipo y

el cliente comparten el mismo mapa funcional: no son deseos en abstracto, es un programa acordado que el anteproyecto puede aterrizar sin sobresaltos.

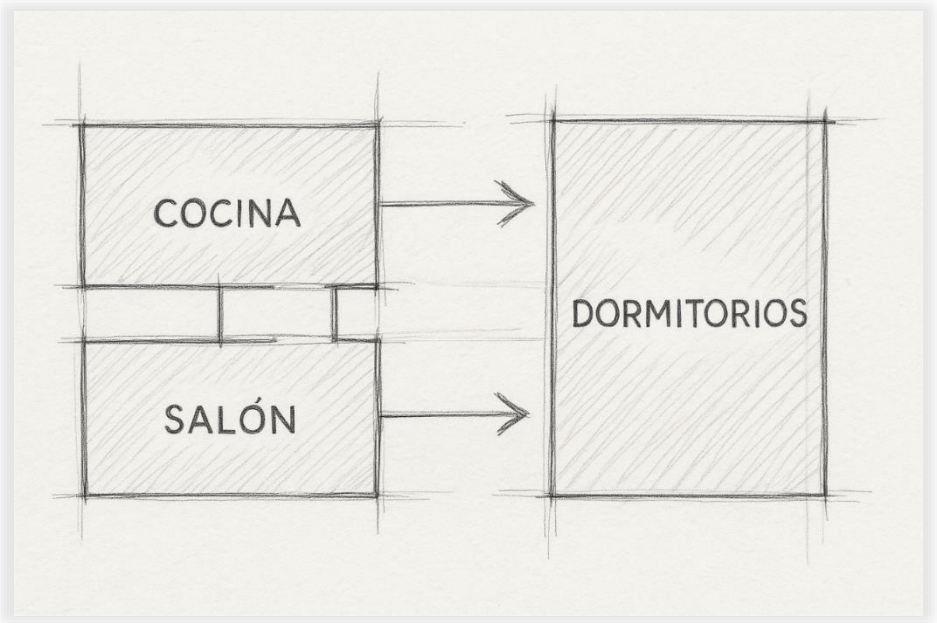


Ilustración 39. Diagrama de relaciones funcionales generado por PROG-MAP, mostrando la conexión entre cocina, salón y dormitorios. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

6.6. Diseño por objetivos en anteproyecto

¿Qué haría?

OBJETIVA transforma una lista de deseos en alternativas de anteproyecto que ya cumplen lo esencial. A partir del programa acordado, la envolvente legal y unas prioridades ponderadas (luz, coste, plazo, eficiencia, vistas, flexibilidad), genera varias propuestas geométricamente coherentes, descarta las que incumplen norma y entrega un Top-3 comparado con métricas claras. No sustituye el criterio: lo enfoca hacia opciones buenas desde el minuto uno.

¿Cómo funcionaría?

Se inicia cargando la envolvente edificable y el Programa inicial. Se fijan objetivos con pesos que suman 100 % y se declaran restricciones duras (alineaciones, retranqueos, ocupación, edificabilidad, radios de giro, primeras reglas de DB-SUA / DB-SI) junto a límites de coste y plazo orientativos. *OBJETIVA* explora el espacio de soluciones generando variantes de implantación y organización interna; a cada una le calcula *KPIs* (métricas clave) comparables: m² útiles netos, compacidad, horas de luz por estancia, demandas

/ consumos estimados, % de circulaciones, calidad de vistas, huella de carbono de materiales preliminar y coste estimado por rangos. Con un filtro rápido elimina propuestas que violan restricciones y con un clasificador ordena el resto según las prioridades fijadas. La salida es un catálogo de 10-12 variantes con su panel de métricas, un Top-3 con pros y contras explicados en lenguaje claro y una huella de decisión que deja constancia de por qué una opción es finalista.

Objetivo

Pasar del papel en blanco a tres opciones buenas y defendibles, comparables con datos y listas para iterar con el cliente y el equipo.

Ejemplo

Abro *OBJETIVA* con el volúmen legal y el Programa inicial. Defino prioridades con el cliente: luz 40 %, coste 30 %, compacidad 20 %, vistas 10 %. Marco dos restricciones duras: retranqueo frontal 3 m y patinillos de instalaciones agrupados por portal. Pulso “explorar”.

En pocos minutos aparece una parrilla de doce variantes; debajo de cada miniatura, un panel sobrio: m² útiles, % de circulación, horas de sol en estancias principales, demanda estimada (HE), coste por rango y una nota de vistas (“esquina Este-Sur despejada”, “Oeste penaliza en invierno”). Descarto con un clic dos esquemas que rozan el retranqueo y una propuesta cuya circulación se dispara por encima del 18 %. *OBJETIVA* recompone el ranking y me muestra el Top-3.

La Opción A concentra núcleos en el centro: ofrece un +14 % de luz respecto a la base y un 16 % de circulación; su compacidad es media y las vistas priorizan el este. La Opción B desplaza núcleos 60 cm hacia el norte: pierde un 3 % de luz, pero gana -6 % de demanda y -4 % de coste por racionalizar crujías; mantiene vistas aceptables al este y evita el oeste duro. La Opción C libera la esquina sureste para terrazas: es la más luminosa, pero su compacidad baja y advierte de un sobrecoste del 3-5 %.

Leemos juntos la decisión que el propio sistema redacta en claro: “B equilibra luz y coste, reduce demanda energética sin penalizar retranqueos”. Propongo iterar B con dos ajustes: abrir huecos mayores en crujía este y estudiar un pequeño brise-soleil para el verano. Pulso “refinar B” y *OBJETIVA* recalcula; el panel refleja +5 % de luz y mantiene coste estable dentro del rango. Con este Top-3 y la evolución de B, cierro la sesión: el cliente no ve promesas vagas, ve opciones medibles y por qué elegimos avanzar con una de ellas.



Ilustración 40. Variantes de anteproyecto generadas por OBJETIVA, comparadas mediante indicadores de luz, coste y calidad de vistas. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

6.7. Validador de CTE en proyecto básico

¿Qué haría?

LEX-CTE actúa como un revisor técnico que, antes de ir a licencia, comprueba el Código Técnico de la Edificación sobre tus planos y tu memoria. Analiza DB-SI (incendios), DB-SUA (accesibilidad y seguridad de utilización), DB-HS (salubridad: ventilación, radón, etc.), DB-HE (energía) y DB-HR (ruido), cruza lo que dice el dibujo con lo que promete la memoria y devuelve un proyecto explicado y trazable: plano “verde / rojo” con lo que cumple y lo que no, una lista de incidencias con su epígrafe exacto y correcciones mínimas para pasar a verde. No sustituye tu criterio; te evita subsanaciones y sorpresas.

¿Cómo funcionaría?

Se suben al sistema el modelo o los planos (DWG / PDF de plantas, secciones, evacuación y accesibilidad), junto con la memoria, el cuadro de superficies y usos, la zona climática y las hipótesis de soluciones (transmitancias de cerramientos y vidrios, soluciones acústicas), considerando un margen de tolerancia (p. ej., ±2 cm). El software reconoce recintos, puertas, anchos, radios Ø1,50 m en baños accesibles, rampas y ascensores (SUA), calcula recorridos de evacuación, salidas, sectorización y resistencias EI (SI), coteja caudales de ventilación (HS), estima demanda, consumo y aportación renovable (HE) y

evalúa pares acústicos críticos (HR). El resultado se muestra como una superposición en verde / rojo sobre los planos, acompañada de un cuadro de no conformidades con su epígrafe CTE y una columna con la corrección recomendada (mover un tabique, aumentar un ancho, cambiar una solución de vidrio o un trasdosado), además de un Anexo CTE listo para adjuntar a la solicitud de licencia.

Objetivo

Presentar el Proyecto Básico con el CTE cumplido y justificado, reduciendo al mínimo las subsanaciones municipales.

Ejemplo

Subo la planta tipo, la planta baja de evacuación y la memoria. *LEX-CTE* tarda unos segundos y me pinta el primer plano: Aseo 1 aparece en verde con el Ø1,50 m libre; Aseo 2 en rojo con una nota: “DB-SUA 4.1.2 - círculo de Ø1,50 m invade tabique; propuesta: desplazar tabique +80 mm”. En el plano de evacuación, una línea roja marca un recorrido que supera el límite hasta salida protegida; el sistema sugiere abrir una puerta intermedia a un patio para acortarlo y recalcula: pasa a verde.

Abro la pestaña de incendios: detecta que la escalera no está sectorizada en EI 60 respecto al pasillo; me propone puerta EI 60-C5 con cierrapuertas y me enlaza el epígrafe correspondiente. En HS, el baño interior de una vivienda queda corto de caudal de extracción; la corrección es simple: incrementar el conducto a Ø125 mm o elegir un extractor de 60 m³/h con control temporizado.

Paso a HE: para nuestra zona climática, la demanda se queda 8 % por encima del límite por un frente oeste con demasiado factor solar. *LEX-CTE* ofrece tres vías: lamas exteriores en ese frente, vidrio con g-value (factor solar) inferior o una ligera mejora de U (transmitancia térmica) en opacos. Marco lamas + ajuste de vidrio y el informe recalcula: cumple con margen del 3 %. En HR, el aislamiento a ruido aéreo entre vivienda y escalera está en el filo; me recomienda un trasdosado autoportante con 40 mm de lana mineral que sube 3-4 dB el DnT,A (aislamiento acústico).

“Pulso “generar Anexo CTE”. El paquete trae: 1) planos comentados en verde / rojo, 2) listado de incidencias con sus epígrafes y correcciones, 3) resumen por cada Documento Básico (DB) indicando si se cumple y el margen respecto al límite, y 4) un registro de cambios que vincula cada modificación con el plano o la memoria correspondientes. Vuelvo al modelo, muevo el tabique del aseo, añado la puerta EI 60 y ajusto la fachada oeste. Revalido: todo en verde. Ahora sí, el Básico puede presentarse por registro con la tranquilidad de que lo dibujado cumple y, sobre todo, se entiende por qué.



Ilustración 41. Validación automática de accesibilidad en LEX-CTE, con propuesta de corrección mediante el desplazamiento de un tabique. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

6.8. Asistente de detalle y coordinación en proyecto de ejecución

¿Qué haría?

DETALLA-PRO convierte el anteproyecto elegido en un proyecto de ejecución construible. A partir del modelo y de tu biblioteca de soluciones, propone detalles compatibles (fábrica, estructura, fachada, encuentros), verifica que cada sistema cumple lo prometido en incendios, acústica, salubridad y energía, coordina instalaciones para evitar colisiones y arma automáticamente lo imprescindible para obra: cuadernos de detalle, cuadros de carpinterías, pliego de condiciones y listado de mediciones listo para BC3 (formato estándar de intercambio de presupuestos y mediciones en construcción). No impone marcas; sugiere equivalencias y te deja decidir.

¿Cómo funcionaría?

Se carga el IFC consolidado (modelo BIM), el catálogo de soluciones del estudio y los objetivos de desempeño (resistencia al fuego EI, aislamiento acústico DnT,A, transmitancia térmica U, factor solar g-value, caudales, pendientes, tolerancias). El sistema recorre los encuentros críticos (forjado-fachada, particiones-forjados, huecos, coronaciones, arranques), contrasta cada capa con el objetivo (por ejemplo, EI60 en frentes de escalera, DnT,A ≥ 50 dB en medianeras, transmitancia térmica U y factor solar según zona climática) y

sugiere detalles tipo ajustados a tu geometría. En paralelo, lanza una coordinación entre instalaciones, estructura y arquitectura para detectar choques y propone rutas alternativas con coste / impacto en obra. La salida empaqueta planos de detalles por capítulo, un mapa de colisiones con responsables y fechas, un cuadro de carpinterías con prestaciones, un borrador de pliego coherente con lo dibujado y mediciones consistentes con el modelo.

Objetivo

Llegar a visado y a obra con un proyecto coherente, detallado y coordinado, reduciendo retrabajos, solicitudes de información y sorpresas en campo.

Ejemplo

Abro *DETALLA-PRO* con la Opción B afinada y el Programa inicial cerrado. Selecciono nuestra familia de fachada ligera con rotura de puente térmico y marco los objetivos: EI60 (resistencia al fuego) en caja de escalera, DnT,A (aislamiento acústico) 50 dB en medianeras, U (transmitancia térmica) y g-value (factor solar) según la zona climática que traíamos del básico. En segundos, el visor resalta los encuentros: propone un arranque de fachada con barrera de humos y continuidad de aislamiento, y un remate de coronación que mantiene la cámara ventilada sin penalizar el EI. Donde la geometría aprieta, ofrece dos variantes y explica el intercambio: “más fácil de montar vs. mejor acústica”. Elijo la segunda y el detalle queda instanciado en todos los paños similares.

Lanzo la coordinación de instalaciones. Aparecen tres choques en rojo: una bajante que atraviesa un alma de viga, un plenum de retorno que invade el hueco de ascensor y una bandeja de BT que roza el sector de incendios. *DETALLA-PRO* muestra alternativas: desplazar la bajante 200 mm aprovechando un falso pilar; bajar el plenum 80 mm y compensar con compuerta; mover la bandeja al pasillo técnico con sellado EI. Acepto las dos primeras y dejo la tercera para validar con el eléctrico; el tablero de colisiones cambia a ámbar con fecha de respuesta.

Antes de cerrar, pido cuadros de carpinterías y pliego. En el cuadro, cada ventana sale con U (transmitancia térmica), g-value (factor solar), permeabilidad y atenuación acústica (reducción del ruido en dB); en el pliego, las tolerancias de ejecución, los ensayos y las condiciones de puesta en obra alineadas con los detalles que acabamos de fijar. Genero las mediciones; el sistema advierte que el trasdosado acústico que añadimos en la medianera no estaba cuantificado y lo incorpora con su partida.

Exporto el paquete: cuadernos de detalle numerados, DWG con referencias cruzadas, pliego listo para revisión, BC3 de mediciones y un informe de coordinación con colisiones resueltas y pendientes. Salgo con la sensación de

proyecto cerrado por dentro: lo que está dibujado se puede construir, lo que se promete está justificado y lo que podía chocar ya tiene plan de solución.

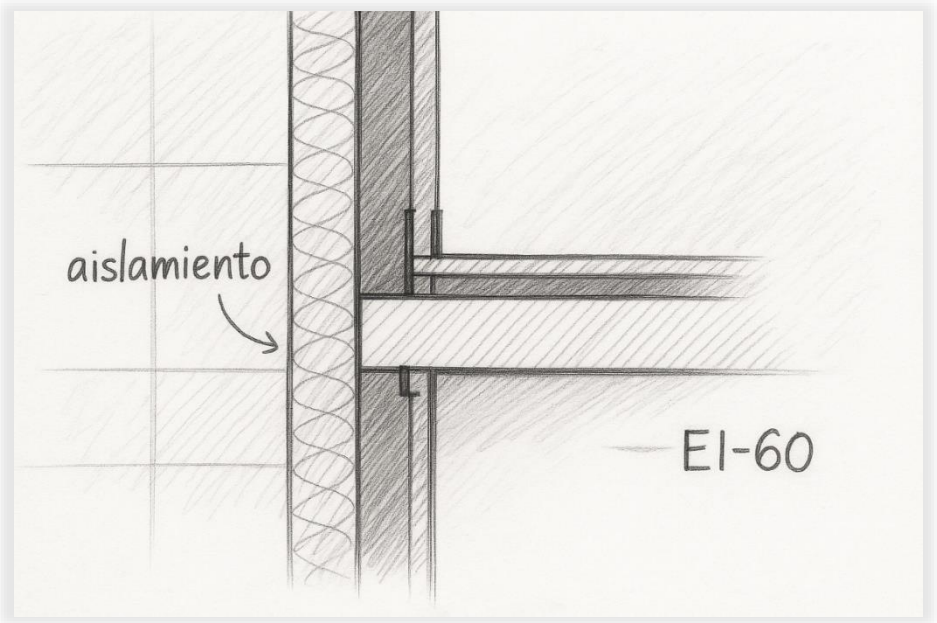


Ilustración 42. Detalle constructivo generado por DETALLA-PRO, mostrando continuidad de aislamiento y cumplimiento de la resistencia al fuego EI-60 en encuentro de fachada. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

6.9. Coreógrafo de montaje y vecindad

¿Qué haría?

COREO-OBRA no inspecciona, coreografía la jornada de obra. Toma el cronograma bruto y lo traduce en una secuencia minuto a minuto sensible a viento, ruido permitido, rutas de grúa, ergonomía de cuadrillas y vida del barrio (colegio, mercado, festividades). Devuelve un guion de montaje con micro-tareas encadenadas, “tiempos muertos” convertidos en avances seguros y un plan de silencio inteligente que evita conflictos con el entorno sin perder ritmo.

¿Cómo funcionaría?

Alimentado con el modelo, el 4D preliminar, restricciones municipales y pronóstico horario, simula el movimiento físico de piezas, personas y maquinaria: calcula ganchos de grúa, radios de giro, solapes de oficios y “puntos ciegos” de seguridad. Propone micro-reordenaciones (cambiar el orden de dos izados, adelantar un replanteo en un hueco, preparar submontajes en zona silenciosa) y sugiere pequeñas variaciones de utillaje para reducir esfuerzo y riesgo (altura de caballetes, sentido de montaje, almohadillado temporal). El resultado es un guion

operativo por fracciones de hora con alternativas si cambia el viento o falla un suministro.

Objetivo

Hacer la obra más fluida y amable: menos parones, menos quejas vecinales, menos riesgos y asegurar la fecha de entrega.

Ejemplo

Martes, 7:10. Abro *COREO-OBRA*. El parte del día avisa de viento de 35 km/h de 12:00 a 14:00 y exámenes en el colegio de enfrente de 9:00 a 11:00. El guion reordena: los prefabricados pesados pasan a primera hora; el izaje de carpinterías se mueve a las 15:30, cuando baja el viento. Entre 9:00 y 11:00 propone “modo silencio”: submontar barandillas y hacer replanteo láser en plantas interiores. La app dibuja el recorrido de grúa evitando la farola nueva y sugiere colchonetas en el punto de descarga para bajar decibelios. A las 10:20, un proveedor avisa retraso; *COREO-OBRA* activa el plan B: adelantar sellados EI en el núcleo y preparar plantillas para el mediodía. A las 18:00, el cierre muestra cero quejas y el mismo avance previsto; mañana propone intercambiar dos partidas para aprovechar sombra en la fachada oeste.

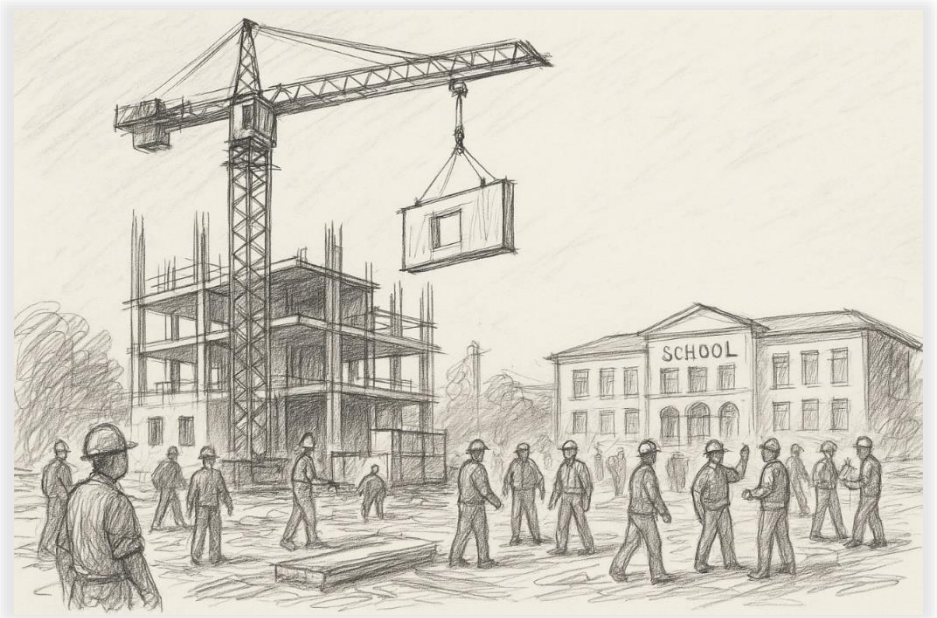


Ilustración 43. Escena ilustrativa de COREO-OBRA, donde la planificación del montaje en obra se coordina con el entorno próximo: izado de un prefabricado mientras las cuadrillas trabajan y se respeta la actividad escolar del edificio colindante. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

6.10. Gestor de uso y micro-reconfiguración

¿Qué haría?

ESCENA-VIVA no “monitoriza” al estilo *BMS*: edita la vida del edificio con intervenciones ligeras. A partir de señales anónimas (calendarios de salas, densidad Wi-Fi, horarios de ascensores, consultas de incidencias), detecta fricciones cotidianas (colas, corrientes de aire incómodas, ruidos cruzados, falta de sombras) y propone micro-reconfiguraciones sin obra mayor: mover un banco, girar una mesa, cambiar una pieza de señalética, adelantar toldos 15 minutos, crear un “aparca-carritos”. Entrega un kit de acciones estacionales que hace el edificio más cómodo con mínimos medios.

¿Cómo funcionaría?

Con consentimiento explícito, almacena datos como ocupación aproximada por zonas, horarios y clima. Reconoce patrones de escena (mañanas de reuniones, tardes de estudio, fines de semana familiares) y simula pequeños cambios de mobiliario, sombras, rutas o mensajes para aliviar cuellos de botella y mejorar confort acústico y térmico sin tocar la obra. Devuelve una lista breve y visual: “mueve este banco 1,2 m; adelanta la apertura del lucernario 10 min los lunes; coloca un panel acústico detrás del mostrador; cambia el rótulo por uno direccional más claro”. Mide después el efecto para aprender.

Objetivo

Pasar de un edificio “entregado” a un edificio que se afina con su gente, sin reformas, a base de pequeñas ediciones que se notan.

Ejemplo

15 de septiembre, 8:45. En el vestíbulo se forman colas hacia los ascensores y el pasillo suena a estación. Abro *ESCENA-VIVA*. El sistema muestra un mapa caliente: el mostrador lanza el ruido al eje central y los carritos de bebés ocupan el giro. Propone tres gestos: girar 90° el mostrador para que la voz se proyecte a un lateral; marcar un aparcamiento de carritos junto al hueco menos transitado; adelantar 15 min el descenso de toldos en la fachada este para bajar la reverberación del vidrio. Lo aplicamos con el conserje y mantenimiento en media hora. A mediodía, el gráfico enseña colas más cortas, 3 dB menos en pico y un flujo más claro. El edificio no cambió de planos; cambió de escena y la vida diaria lo agradece.

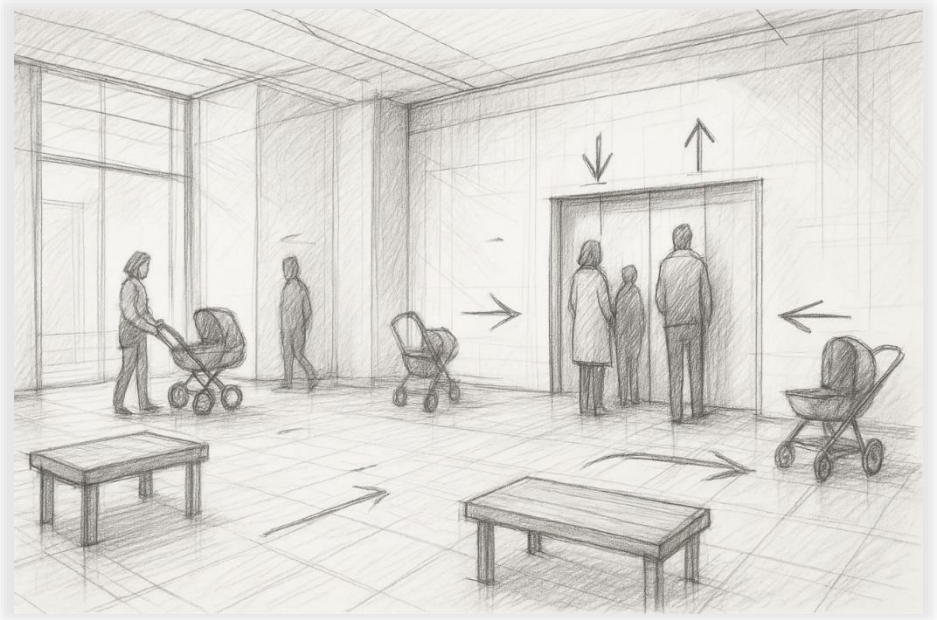


Ilustración 44. Escena ilustrativa de ESCENA-VIVA, mostrando la detección de cuellos de botella en el vestíbulo por acumulación de carritos y colas en ascensores, punto de partida para proponer micro-reconfiguraciones que mejoran el confort cotidiano. Fuente: Elaboración propia asistida con IA.

6.11. Resumen

En este capítulo hemos imaginado, con los pies en el suelo, cómo sería trabajar con un ecosistema de IA que acompaña al arquitecto de principio a fin. No es una colección de herramientas aisladas, sino una cadena coherente: lo que produce una pieza lo aprovecha la siguiente. El hilo conductor es siempre el mismo: explicar, justificar y dejar trazado por qué una opción es mejor que otra, con el arquitecto en el centro.

A diferencia del capítulo 4 (lo existente), aquí miramos lo que falta. Cubrimos huecos reales: la primera reunión que deja acta y alcance; el encaje normativo convertido en geometría; los estudios previos orquestados con criterio; el diseño por objetivos que compara opciones buenas; la validación CTE antes de licencia; el salto de anteproyecto a ejecución construible; la obra coreografiada con el entorno; y la vida del edificio afinada mediante micro-reconfiguraciones. Son usos plausibles, apoyados en lo que la IA ya hace bien (leer, resumir, comparar, proponer) y en lo que no debe hacer sola (decidir, firmar, asumir responsabilidad).

Este futuro cercano se sostiene en unos principios claros: persona al mando (la IA asiste; el arquitecto decide), registro de decisiones (cada recomendación enlaza con su fuente), transparencia (resultados claros, no cajas negras), uso de

estándares abiertos (IFC, BC3, PDF / PDF-A) y privacidad / consentimiento desde el minuto uno. Así, la IA no sustituye el criterio: lo amplifica y lo documenta.

Impacto esperado: menos retrabajo y subsanaciones, decisiones más rápidas y defendibles, mejor conversación con administración, obra y usuario, y edificios que aprenden sin reformas. Riesgos: sesgos por datos pobres, falsas certezas si se toma la salida de la IA como verdad, o dependencia si se olvida el porqué. La forma de responder a estos riesgos es aplicar un método: empezar con pruebas controladas, medir resultados con indicadores claros (tiempo, errores, confort, energía), revisar periódicamente los avances y apoyarse en un sistema de validación tipo semáforo (verde / ámbar / rojo) que obligue a verificar antes de implantar cambios.

En resumen, no buscamos que la IA dibuje por nosotros, sino que nos ayude a entender lo que dibujamos, justificar lo que decidimos y cuidar lo que entregamos. La promesa no son edificios “más inteligentes”, sino procesos más inteligentes que nos permiten hacer lo que nadie más puede: arquitectura con criterio.

7. Consideraciones éticas y profesionales en el uso de la inteligencia artificial en arquitectura

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) al proceso arquitectónico no es únicamente una cuestión técnica. Sus implicaciones atraviesan dimensiones laborales, sociales, jurídicas y éticas que condicionan el modo en que se proyectan, construyen y gestionan los edificios. Este capítulo plantea un debate en torno a estos aspectos, con el objetivo de situar la adopción de la IA en un marco de responsabilidad profesional. La postura que defendemos a lo largo de este trabajo es clara: la IA no sustituye al arquitecto, sino que amplifica sus capacidades, siempre que se utilice con criterio, transparencia y regulación adecuada.

7.1. Impacto en el empleo y en el rol del arquitecto

Uno de los temores más recurrentes en relación con la IA es la posible sustitución del trabajo humano. En el caso de la arquitectura, este miedo se alimenta por las capacidades de los algoritmos generativos para producir planos, volúmenes o renders en segundos. Sin embargo, el paralelismo con la introducción del CAD y del BIM es revelador: lejos de eliminar la profesión, estas herramientas reconfiguraron las tareas del arquitecto, liberando tiempo de trabajo repetitivo y permitiendo un mayor enfoque en el diseño, la gestión y la coordinación.

La IA, en este sentido, no elimina el papel del arquitecto, sino que lo transforma. El valor profesional ya no reside únicamente en la capacidad de “dibujar”, sino en la de formular las preguntas correctas, interpretar resultados, contextualizarlos y tomar decisiones responsables. El arquitecto se convierte en un gestor de opciones generadas por IA, alguien que da sentido a la información y garantiza que las soluciones estén alineadas con las necesidades humanas, sociales y ambientales.

7.2. Privacidad, propiedad intelectual y seguridad de datos

La práctica arquitectónica actual maneja grandes volúmenes de información sensible: planos de edificios, datos de usuarios, consumos energéticos, imágenes de obra, entre otros. La introducción de IA añade riesgos adicionales:

Privacidad de datos de usuarios: un sistema de optimización energética basado en sensores puede llegar a perfilar rutinas personales (horarios de sueño, movimientos en el hogar).

Propiedad intelectual: los modelos generativos plantean dudas sobre la autoría de imágenes, renders o propuestas formales. ¿A quién pertenece un diseño si ha sido generado por IA a partir de datos previos entrenados con obras de otros arquitectos?

Seguridad: almacenar planos completos en plataformas externas introduce el riesgo de ciberataques o filtraciones que podrían afectar a infraestructuras críticas.

La respuesta no es el rechazo, sino el uso responsable y la protección activa: establecer contratos claros sobre la gestión de datos, aplicar protocolos de anonimato y trabajar con plataformas que cumplan estándares internacionales de ciberseguridad.

7.3. Responsabilidad y toma de decisiones

Un aspecto crítico es la atribución de responsabilidad. Si un sistema de IA propone una solución estructural, energética o funcional que resulta fallida, ¿quién es responsable? El arquitecto que la adoptó, la empresa de software que diseñó el algoritmo, o ambos.

La legislación actual sigue situando la responsabilidad en el profesional que firma el proyecto. En consecuencia, el arquitecto no puede delegar sus obligaciones en la IA: la máquina asesora, pero no decide. Este principio debe mantenerse inmutable, porque la firma del arquitecto es también garantía para la sociedad de que hay un criterio humano detrás de cada decisión proyectual.

7.4. Necesidad de regulación y normativas

La regulación de la IA en arquitectura es un tema necesario, no un freno al progreso. Al igual que existen códigos de edificación o normas urbanísticas, el uso de la IA requiere un marco legal que asegure transparencia y responsabilidad.

La reciente propuesta de Reglamento Europeo de Inteligencia Artificial avanza en este sentido, clasificando los usos de la IA según su nivel de riesgo. En el ámbito arquitectónico, sistemas que incidan directamente en la seguridad (estructuras, evacuación, eficiencia energética) deberían considerarse de alto riesgo, y por tanto sujetos a certificaciones y auditorías.

Lejos de ver en estas regulaciones una limitación, deben entenderse como una garantía de confianza: tanto para el cliente como para la sociedad. Del mismo modo que el Código Técnico de la Edificación (CTE) estandarizó criterios de seguridad y sostenibilidad, un marco regulatorio para IA en arquitectura reforzaría la credibilidad de la profesión y evitaría prácticas opacas o poco éticas.

7.5. Sesgos y equidad en el diseño

Los algoritmos aprenden de datos previos, y esos datos no siempre son neutros. Una IA entrenada con modelos de vivienda estándar puede tender a reproducir tipologías homogéneas, invisibilizando realidades culturales, económicas o de accesibilidad. Del mismo modo, un sistema que optimiza en función de costes puede relegar la calidad ambiental o la inclusión.

El riesgo de sesgos no es técnico únicamente, sino también social: la arquitectura, como disciplina, debe atender a la diversidad de los usuarios y promover entornos justos e inclusivos. El papel del arquitecto aquí es fundamental: detectar sesgos en las propuestas de la IA, cuestionar los supuestos y reequilibrar el resultado con criterio humano.

7.6. Transparencia y explicabilidad de la inteligencia artificial

Una de las principales limitaciones de la IA actual es la “caja negra” de ciertos algoritmos, en especial del aprendizaje profundo. Si no es posible explicar cómo se ha llegado a una solución, resulta difícil defenderla ante un cliente, un jurado de concurso o una administración pública.

La arquitectura requiere un registro claro de decisiones y su justificación. No basta con que la IA diga “esta es la mejor opción”: debe acompañar cada propuesta con métricas comprensibles, comparativas claras y supuestos explícitos. Solo así se puede mantener la confianza en el proceso proyectual.

7.7. Resumen

Las consideraciones éticas no deben entenderse como obstáculos, sino como condiciones necesarias para una integración equilibrada de la IA. La tecnología no sustituye al arquitecto, pero sí exige que redefina su rol, asuma responsabilidad crítica y se adapte a un contexto de mayor complejidad.

En este marco, el debate no es si la IA “hará arquitectura por sí sola”, sino cómo conseguimos que la IA potencie nuestra capacidad proyectual sin faltar a valores fundamentales de la profesión: creatividad, responsabilidad, equidad y servicio a la sociedad.

8. Conclusiones

La realización de este Trabajo Fin de Grado me ha permitido comprobar de primera mano la relevancia que la inteligencia artificial está adquiriendo en el ámbito de la arquitectura. Durante el proceso de investigación y redacción he disfrutado del camino recorrido, no solo por el interés intrínseco del tema, sino también porque me ha permitido descubrir la rapidez con la que este mundo evoluciona, con novedades que surgen prácticamente cada mes. Esta constatación reafirma que nos encontramos ante un campo en constante transformación, en el que la actualización continua será una condición necesaria para cualquier profesional.

Al iniciar el trabajo no partía de una sensación de inseguridad, pero sí de curiosidad. Esa curiosidad se ha visto satisfecha al comprobar cómo la IA no es un sustituto del arquitecto, sino un aliado capaz de ampliar sus posibilidades. En este sentido, mi visión de la profesión ha cambiado: estoy convencido de que la inteligencia artificial será una herramienta imprescindible en los próximos años y que, bien integrada, permitirá mejorar la eficiencia en cada fase del proyecto arquitectónico.

La principal enseñanza que me llevo es que la IA puede ayudarnos a optimizar procesos, a tomar decisiones con más rapidez y precisión, y a disponer de más tiempo para dedicarlo a la dimensión creativa y humana del diseño. No obstante, también he comprendido que su uso requiere precauciones claras: la IA debe ser una ayuda, no un reemplazo. Si se delega todo en ella, corremos el riesgo de perder el control crítico y la esencia de nuestra disciplina.

En este marco, considero fundamental que la IA esté regulada, tanto en arquitectura como en otros campos, para evitar abusos y malas prácticas. No se trata de frenar la innovación, sino de garantizar un uso responsable, ético y transparente de estas tecnologías.

Si tuviera que sintetizar el mensaje central de este trabajo, diría que la inteligencia artificial es una herramienta muy potente, capaz de transformar la arquitectura de manera positiva siempre que se utilice de forma adecuada. Mal empleada, puede tener efectos negativos; bien dirigida, abre la puerta a una práctica más eficiente, sostenible y adaptada a las necesidades del presente y del futuro.

Finalmente, me siento optimista respecto al futuro de la arquitectura junto a la IA. Estoy convencido de que estas tecnologías, integradas con criterio y responsabilidad, contribuirán a mejorar nuestra manera de proyectar y habitar los espacios, reforzando el papel del arquitecto como mediador entre innovación

y sociedad. Por ello, recomiendo a estudiantes y profesionales que se acerquen a este campo con mente abierta, espíritu crítico y voluntad de aprendizaje constante.

9. Referencias bibliográficas

National Geographic.

"Inventos griegos: los autómatas de Herón." *National Geographic Historia*, (s.f.).

https://historia.nationalgeographic.com.es/a/inventos-griegos-automatas-heron_9395

Barrera Arrestegui, Luis.

"Fundamentos históricos y filosóficos de la Inteligencia Artificial." *UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura*, vol. 1, nº 1, 2012, pp. 87-92. Universidad César Vallejo (Perú).

http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=521752338014

Gobierno de España.

"¿Qué es la Inteligencia Artificial?" *Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia*, 19 de abril de 2023.

https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-inteligencia-artificial-ia-prtr

IBM Data and AI Team.

"Comprender los diferentes tipos de inteligencia artificial." *IBM Think Blog*, 12 de octubre de 2023.

https://www.ibm.com/es-es/think/topics/artificial-intelligence-types

Nilsson, Nils J.

The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements. Cambridge University Press, 2010.

Russell, Stuart J. y Peter Norvig.

Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno. 2ª ed., Pearson Educación, 2004.

Universidad ORT Uruguay.

"Cómo la inteligencia artificial está transformando la arquitectura." *Blog de Arquitectura y Diseño*, (s.f.).

https://fa.ort.edu.uy/blog/como-la-inteligencia-artificial-esta-transformando-la-arquitectura

Oliver, Nuria.

"La historia de la inteligencia artificial." *ELLIS Alicante - Inteligencia Artificial, naturalmente*, (s.f.).

https://ellisalicante.org/book/historia-de-la-inteligencia-artificial

Álvarez Munárriz, Luis.

Fundamentos de inteligencia artificial. Universidad de Murcia, 1994.

Haenlein, Michael, y Andreas Kaplan.

"A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of AI." *California Management Review*, 61(4), 2019, pp. 5-14.

Hintze, Arend.

"Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings." *The Conversation*, 14 de noviembre de 2016.

https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616

IBM.

"¿Qué es la inteligencia artificial?" (s.f.).

https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence

Ponce Gallegos, José C., y A. Torres Soto.

Inteligencia Artificial. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn), 2014.

Russell, Stuart J., y Peter Norvig.

Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed., Pearson, 2020.

Universidad Nebrija.

"Introducción a la inteligencia artificial." (s.f.).

https://www.nebrija.es/~cmalagon/ia/transparencias/introduccion_IA.pdf

Bit2Brain.

"Historia de la inteligencia artificial: desde sus orígenes hasta la actualidad." *Bit2Brain*, (s.f.).

https://bit2brain.com/historia-de-la-ia/

MuyComputerPRO.

"Glosario de términos básicos de machine learning." *MuyComputerPRO*, 7 de febrero de 2018.

https://www.muycomputerpro.com/2018/02/07/glosario-terminos-basicos-machine-learning

Haenlein, Michael, y Andreas

OpenAI.

"GPT Models: GPT-4 Technical Report." OpenAI, 2023.

https://arxiv.org/abs/2303.08774

Hypar Documentation.

"Space Planning for Workplaces." *Documentación oficial de Hypar*, (s.f.).

https://docs.hypar.io/d6f714da482c4eeca02e9e40aa479596

BIM Pure Blog (Agustina Aboy).

"Inside *Hypar* 2.0: The Future of Space Planning?" *BIM Pure Blog*, 11 de diciembre de 2024.

https://www.bimpure.com/blog/inside-hypar-2-the-future-of-space-planning

***Autodesk*.**

"Area metrics in *Forma*." *Tutorial oficial*, (s.f.).

https://www.autodesk.com/learn/ondemand/tutorial/area-metrics-in-forma

***Autodesk*.**

"Wind analysis in *Forma*." *Tutorial oficial*, (s.f.).

https://www.autodesk.com/learn/ondemand/tutorial/wind-analysis-in-forma

***Autodesk*.**

"Microclimate analysis in *Forma*." *Tutorial oficial*, (s.f.).

https://www.autodesk.com/learn/ondemand/tutorial/microclimate-analysis-in-forma

***TestFit* Knowledge Base.**

"*TestFit* User Interface." *Documentación oficial*, (s.f.).

https://support.testfit.io/knowledge/getting-started/user-interface

***TestFit* Knowledge Base.**

"Industrial Features." *Documentación oficial*, (s.f.).

https://support.testfit.io/knowledge/industrial/features

***TestFit* Blog.**

"5½ Ways Architects Can Show Multifamily Developers They Get It." *TestFit Blog*, (s.f.).

https://www.testfit.io/blog/5-ways-architects-can-show-multifamily-developers-they-get-it

***Finch 3D*.**

“Where architects and AI design together.” *Página oficial de Finch 3D*, (s.f.).

https://www.finch3d.com

***Finch* Guide (Massing Studio).**

“Calculate Data.” *Documentación oficial de Finch*, (s.f.).

https://docs.finch3d.com/massing-studio/calculate-data

***Finch* Guide (Unit Plan Studio).**

“Finch 101: Generating Unit Plans.” *Documentación oficial de Finch*, (s.f.).

https://docs.finch3d.com/finch-101/finch-101-generating-unit-plans

***Finch* Guide (Unit Plan Studio).**

“Adaptive Plan Library.” *Documentación oficial de Finch*, (s.f.).

https://docs.finch3d.com/unit-plan-studio/adaptive-plan-library

***Finch* Guide (First Steps).**

“Upload your first building - *Revit*.” *Documentación oficial de Finch*, (s.f.).

https://docs.finch3d.com/first-steps/upload-your-first-building-revit

***Finch* - YouTube.**

“Finch 101: Generate Floor Plate Algorithms.” *Canal oficial de Finch en YouTube*, (s.f.).

https://www.youtube.com/watch?v=mXtxEgnXpyQ

***Finch* - YouTube.**

“Finch 101: Generating Unit Plans.” *Canal oficial de Finch en YouTube*, (s.f.).

https://www.youtube.com/watch?v=2cSPxv__ybA

EvolveLAB (*Veras*).

“*Veras* - AI visualization plugin.” *Página oficial de EvolveLAB*, (s.f.).

https://www.evolvelab.io/veras

EvolveLAB Forum.

“Getting Started with *Veras* for *Vectorworks* (v1).” *Foro de EvolveLAB*, (s.f.).

https://forum.evolvelab.io/t/getting-started-with-veras-vectorworks-v1/2929

EvolveLAB Blog.

"Rendering Interiors in *Revit* with AI." *Blog de EvolveLAB*, (s.f.).

https://www.evolvelab.io/post/rendering-interiors-in-revit-with-ai

***SketchUp* Forum (Ben Guler).**

"How to Render a Boat using AI with *Veras* in *SketchUp*." *Foro de SketchUp*, (s.f.).

https://forums.sketchup.com/t/how-to-render-a-boat-using-ai-with-veras-in-sketchup/234293

McNeel Discourse (Rhino).

"EvolveLAB *Veras* for Rhino - AI Powered Renderings." *Foro de McNeel*, (s.f.).

https://discourse.mcneel.com/t/evolvelab-veras-for-rhino-ai-powered-renderings/156546

***Snaptrude*.**

"Features." *Página oficial de Snaptrude*, (s.f.).

https://www.snaptrude.com

***Snaptrude* - YouTube.**

"*Snaptrude* Channel (overview)." *Canal oficial en YouTube*, (s.f.).

https://www.youtube.com/channel/UCrZcxnpZsY0wB4u_Jij1DNQ

***Snaptrude* Blog.**

"BIM Mode Is Here: From Concept to BIM in One Tool." *Blog oficial de Snaptrude*, 10 de junio de 2025.

https://www.snaptrude.com/blog/bim-mode-is-here

***Autodesk Construction Cloud* (*AutoSpecs*).**

"*AutoSpecs*: generación automática del registro de submittals." *Página oficial*, (s.f.).

https://construction.autodesk.com/tools/autospecs-construction-submittal-log/

***Autodesk Digital Builder*.**

"Accelerate your submittals workflows: New functionality in *Autodesk* Construction Cloud." *Blog oficial*, (s.f.).

https://www.autodesk.com/blogs/construction/how-to-accelerate-your-submittals-workflows-with-autospecs/

***AutoSpecs* Help.**

“Getting Started with AutoSpecs.” *Centro de ayuda*, (s.f.).

https://help.autodesk.com/view/AUTOSPECS/ENU/?guid=AutoSpecs_Getting_Started

***AutoSpecs* Help.**

“Suggested Submittals.” *Centro de ayuda*, (s.f.).

https://help.autodesk.com/view/AUTOSPECS/ENU/?guid=Get_Suggested_Submittals

Pype / *AutoSpecs* Help.

“Exporting the Submittal Log.” *Centro de ayuda*, (s.f.).

https://help.autodesk.com/view/PYPE/ENU/?guid=Exporting_the_Submittal_Log

***ALICE Technologies* Knowledge Base.**

“*Explore* Page.” *Soporte oficial*, 13 de junio de 2025.

https://support.alicetechnologies.com/hc/en-us/articles/11079747223959-Explore-Page

***ALICE Technologies* Knowledge Base.**

“*Explore* Page - How to Create a Scenario / Optimization Levers.” *Soporte oficial*, (s.f.).

https://support.alicetechnologies.com/hc/en-us/articles/11079747223959-Explore-Page#how-to-create-a-scenario

***ALICE Technologies* Knowledge Base.**

“Import *P6*.” *Soporte oficial*, 3 de abril de 2025.

https://support.alicetechnologies.com/hc/en-us/articles/11079747223959-Explore-Page#optimization-levers-to-pull-when-running-a-scenario

***ALICE Technologies* Knowledge Base.**

“Costs.” *Soporte oficial*, 9 de julio de 2025.

https://support.alicetechnologies.com/hc/en-us/articles/21237989571863-Import-P6

***ALICE Technologies* Knowledge Base - Anexos gráficos.**

“New Project” (diálogo). *Soporte oficial*, (s.f.).

https://support.alicetechnologies.com/hc/article_attachments/32783011052311

***ALICE Technologies* Knowledge Base - Anexos gráficos.**

"*Explore* interface & *Solution Graph*." *Soporte oficial*, (s.f.).

https://support.alicetechnologies.com/hc/article_attachments/32754856289175

***ALICE Technologies* Knowledge Base - Anexos gráficos.**

"Cost vs Calendar Days." *Soporte oficial*, (s.f.).

https://support.alicetechnologies.com/hc/article_attachments/25762745384855

***OpenSpace* Help Center.**

"*Split View*." *Centro de ayuda oficial*, (s.f.).

https://support.openspace.ai/hc/en-us/articles/41950016072339-Split-View

***OpenSpace* Help Center.**

"Set Up *BIM Compare*." *Centro de ayuda oficial*, (s.f.).

https://support.openspace.ai/hc/en-us/articles/41946813370003-Set-Up-BIM-Compare

***OpenSpace*.**

"Site Capture & 360 Photo Documentation." *Página de producto*, (s.f.).

https://www.openspace.ai/products/capture/

***BrainBox AI*.**

"Measure & report on your building's GHG emissions." *Página oficial*, (s.f.).

https://brainboxai.com/en/solutions/building-decarbonization/measure

***BrainBox AI*.**

"Reduce your building's GHG emissions & energy costs with AI for HVAC." *Página oficial*, (s.f.).

https://brainboxai.com/en/solutions/building-decarbonization/reduce

***BrainBox AI*.**

"Case Study: Cammeby's achieves 15.8% reduction in HVAC energy use and costs." *Caso de estudio*, (s.f.).

https://brainboxai.com/en/case-studies/cammebys-achieves-15.8-reduction-in-hvac-energy-use-and-costs

***BrainBox AI*.**

"Case Study: Dollar Tree unlocks major energy and emissions savings with *BrainBox AI*." *Caso de estudio*, (s.f.).

https://brainboxai.com/en/case-studies/dollar-tree-unlocks-major-energy-and-emissions-savings-with-brainbox-ai

***BrainBox AI*.**

"Decarbonization solution that pays for itself." *Página oficial*, (s.f.).

https://brainboxai.com/decarbonization-solution-that-pays-for-itself

***BrainBox AI*.**

"Lifting the veil on *BrainBox AI*'s data architecture." *Artículo técnico*, (s.f.).

https://brainboxai.com/en/articles/lifting-the-veil-on-brainbox-ais-data-architecture

***BrainBox AI*.**

"The ultimate guide to a net zero building." *Guía (PDF)*, 20/12/2023.

https://brainboxai.com/hubfs/The%20ultimate%20guide%20to%20a%20net%20zero%20building%20-%20V8%20-%2020122023.pdf

***BrainBox AI* - YouTube.**

"*BrainBox AI* Dashboard." *Vídeo oficial*, (s.f.).

https://www.youtube.com/watch?v=zLaDSS6DnaA

Rossel Mérida, D. E.

"Impacto de la inteligencia artificial en la arquitectura y su formación académica." *Inteligencia Artificial: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, vol. 27, nº 73, 2024.

https://doi.org/10.4114/intartif.vol27iss73pp1-12

Parlamento Europeo.

"Ley de IA de la UE: primera normativa sobre inteligencia artificial." *Parlamento Europeo - Temas*, 24 de febrero de 2025.

https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence

UNESCO.

"Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial." *Conferencia General de la UNESCO*, noviembre de 2021.

https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics

NAN Arquitectura.

"Los retos éticos y sociales de la inteligencia artificial en la arquitectura y el urbanismo." *NAN Arquitectura*, 14 de marzo de 2025.

https://nanarquitectura.com/2025/03/14/los-retos-eticos-y-sociales-de-la-inteligencia-artificial-en-la-arquitectura-y-el-urbanismo/

Sapinn.

"La IA en la arquitectura: transformando el diseño y la construcción del futuro." *Blog de Sapinn*, (s.f.).

https://sapinn.com/la-ia-en-la-arquitectura-transformando-el-diseno-y-la-construccion-del-futuro/

ArchDaily.

"El impacto de la inteligencia artificial en la arquitectura en 2024 (y más allá)." *ArchDaily en Español*, 27 de diciembre de 2023.

https://www.archdaily.cl/cl/1010103/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la-arquitectura-en-2024-y-mas-alla

Royal Institute of British Architects (RIBA).

"What are the risks to architects and practices who use AI?" *RIBA Knowledge*, 3 de julio de 2025.

https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/knowledge-landing-page/what-are-the-risks-to-architects-and-practices-who-use-ai

Nat G.

"The Ethical and Privacy Implications of AI in Architectural Design." *AIExplored*, 9 de diciembre de 2023.

https://aiexplo.red/ais-ethical-and-privacy-implications-in-architecture/