

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

CARRERA DE ARQUITECTURA

Herramientas de Inteligencia Artificial en los Procesos Proyectuales Arquitectónicos, caso de estudio: Residencia Universitaria en el cantón Ambato

Modalidad Proyecto de Investigación

Trabajo de Titulación, Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Arquitecto(a), otorgado por la Universidad Técnica de Ambato

Autor/a: Salomé Alexandra Álvarez Quezada

Tutor/a: Arq. Mge. María Belén Velasteguí Toro

Ambato - Ecuador

Junio – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema:

Herramientas de Inteligencia Artificial en los Procesos Proyectuales Arquitectónicos, caso de estudio: Residencia Universitaria en el cantón Ambato del/la alumno/a Salomé Alexandra Álvarez Quezada, estudiante de la carrera de Arquitectura, considero que dicho Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Proyecto de Investigación ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, junio 2024



.....

María Belén Velasteguí Toro

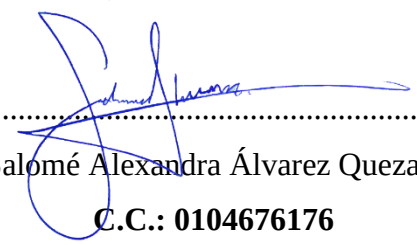
C.C.: 1804054482

TUTOR(A)

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Salomé Alexandra Álvarez Quezada con cédula de ciudadanía No 0104676176, declaro que los criterios emitidos en el trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación bajo el tema: **Herramientas de Inteligencia Artificial en los Procesos Proyectuales Arquitectónicos, caso de estudio: Residencia Universitaria en el cantón Ambato**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor/a de este trabajo de Titulación.

Ambato, junio 2024



.....

Salomé Alexandra Álvarez Quezada

C.C.: 0104676176

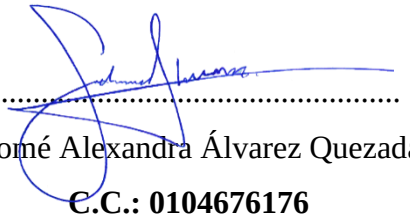
AUTOR(A)

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Salomé Alexandra Álvarez Quezada con C.C.: 0104676176 en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS PROCESOS PROYECTUALES ARQUITECTÓNICOS, CASO DE ESTUDIO: RESIDENCIA UNIVERSITARIA EN EL CANTÓN AMBATO,** autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Trabajo de Titulación a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor/a.

Ambato, junio 2024



.....

Salomé Alexandra Álvarez Quezada

C.C.: 0104676176

AUTOR/A

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación sobre el **TEMA: HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS PROCESOS PROYECTUALES ARQUITECTÓNICOS, CASO DE ESTUDIO: RESIDENCIA UNIVERSITARIA EN EL CANTÓN AMBATO** de Salomé Alexandra Álvarez Quezada, estudiante de la carrera de Arquitectura, de la Facultad de Diseño y Arquitectura de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado

Ambato, junio 2024

Para constancia firman:

_____

Título. Nombres y Apellidos
PRESIDENTE
C.C.:

_____

Título. Nombres Apellidos
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO
C.C.:

_____

Título. Nombres Apellidos
MIEMBR TRIBUNAL DE GRADO
C.C.:

DEDICATORIA

A mi esposo,
Tu amor y apoyo incondicional han sido mi mayor fortaleza. Gracias por estar a mi lado en cada paso de este viaje, por creer en mí y por motivarme a alcanzar mis sueños. Esta tesis es tan tuya como mía.

A mis padres,
Por su amor infinito y sacrificio incondicional. Ustedes han sido mi guía y mi inspiración, siempre brindándome las herramientas necesarias para enfrentar cualquier desafío. Les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado.

A mis hermanas,
Por su cariño, risas y compañía. Cada una de ustedes ha sido un pilar fundamental en mi vida, dándome la energía y el valor necesarios para seguir adelante. Gracias por estar siempre ahí, compartiendo mis alegrías y consuelos en mis momentos difíciles.

A mis abuelitos,
Sus historias, sabiduría y amor han moldeado mi camino. Cada consejo y abrazo ha sido un tesoro invaluable que guardo en mi corazón. Esta tesis es un homenaje a ustedes y a todo lo que me han enseñado.

Gracias a todos ustedes por ser parte integral de este proceso. Su confianza en mí y su apoyo constante en cada etapa de mi camino ha sido esencial, su inspiración me ha impulsado a alcanzar mis metas. Esta meta alcanzada es tanto por ustedes como para ustedes.

Salomé Alexandra Álvarez Quezada

AGRADECIMIENTO

A mi esposo,
Tu amor, paciencia y apoyo incondicional han sido fundamentales en la realización de esta tesis. Gracias por ser mi compañero, por creer en mí y por brindarme la fuerza necesaria para superar cada obstáculo. Sin ti, este logro no habría sido posible.

A mis padres,
Por su inquebrantable amor, sacrificio y dedicación. Ustedes me han enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia, proporcionándome las herramientas necesarias para alcanzar mis sueños. Su confianza en mí ha sido mi mayor motivación.

A mis maestros,
Por su sabiduría, guía y compromiso con mi educación. Sus enseñanzas y consejos han sido pilares fundamentales en mi desarrollo, y les estaré eternamente agradecida. De manera especial, a mi maestro Santiago Suárez, su excelencia como educador y su dedicación formaron mi camino de manera decisiva. Su influencia y apoyo fueron fundamentales para que este logro fuera posible. Que en paz descanse, siempre será recordado con profunda gratitud.

A mi tutora,
Por su orientación experta, paciencia infinita y dedicación. Sus valiosos consejos y su constante apoyo han sido cruciales en cada etapa de este proceso. Su confianza en mis capacidades y su empeño en mi crecimiento académico han sido una fuente constante de inspiración. Gracias por guiarme con tanto esmero y por ser una mentora excepcional.

ÍNDICE DE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA ..... **i**
APROBACIÓNDELTUTOR ..... **ii**
DECLARACIÓN DE AUTORÍA ..... **iii**
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR ..... **iv**
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **v**
DEDICATORIA ..... **vi**
AGRADECIMIENTO ..... **vii**
ÍNDICE GENERAL ..... **viii**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xi**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **xii**
ÍNDICE DE IMÁGENES ..... **xiii**
RESUMEN EJECUTIVO ..... **xvi**
ABSTRACT ..... **xvii**

B. CONTENIDOS

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Tema 2
1.2. Planteamiento del Problema 2
1.2.1. Contextualización (Macro, Meso, Micro) 2
1.2.2. Árbol de Problemas 4
1.3. Justificación 5
1.4. Objetivos 6
1.4.1. Objetivo General 6
1.4.2. Objetivos Específicos 7

1.5. Estado del Arte 7
1.6. Bases Teóricas 10
1.6.1. La Arquitectura 10
1.6.2. Empresas de Diseño y Construcción 14
1.6.3. El Arquitecto 14
1.6.4. El Cliente 16
1.6.5. El Proyecto Arquitectónico 17
1.6.6. El Proceso Proyectual Arquitectónico 18
1.6.7. Ordenanza 22
1.6.8. Inteligencia Artificial 24
1.6.9. La herramienta de Inteligencia Artificial “ChatGPT” 26
1.6.10. Herramientas de Inteligencia Artificial para Procesos Proyectuales Arquitectónicos 27
1.7. Formulación de Preguntas de Investigación 33

CAPÍTULO II.- MARCO METODOLÓGICO

2.1. Aproximación al Método 34
2.1.1. Enfoque de la Investigación 35
2.1.2. Modalidad Básica de la Investigación 36
2.1.3. Nivel o Tipo de Investigación 37
2.2. Población y Muestra 38
2.3. Técnicas de Recolección de Datos 39
2.4. Instrumentos de Análisis 40
2.4.1. Objetivo 1 40
2.4.2. Objetivo 2 42

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de los Resultados 46
3.1.1. Objetivo 1 46
3.1.2. Objetivo 2 46

3.1.3. Objetivo 3 - Análisis de la aplicación de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) 68
3.2. Discusión de los Resultados 91
3.2.1. Proyecto Arquitectónico 91
3.2.2. Presupuesto 94
3.2.3. Renders 96
3.3. Respuesta a preguntas de investigación 98

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones 100
4.2. Recomendaciones 101

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas 102
Anexos 110

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido **Página**

Figura N.- 1. *Árbol de Problemas* 4
Figura N.- 2. *Principios Ordenadores del espacio* 14
Figura N.- 3. *Estructura del Diseño Metodológico* 35
Figura N.- 4. *Población de la Investigación* 39
Figura N.- 5. *Resumen de Técnicas de Recolección de Datos* 40
Figura N.- 6. *Cuadro de Análisis de Contexto* 47
Figura N.- 7. *Cuadro de Análisis de Asoleamiento y Vientos* 49
Figura N.- 8. *Axonometría Explotada* 52
Figura N.- 9. *Fachadas de la Residencia Universitaria* 54
Figura N.- 10. *Áreas Comunales* 56
Figura N.- 11. *Primera Planta Alta* 58

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido **Página**

Tabla N.- 1. *Ficha Resumen de Normativa* 41

Tabla N.- 2. *Formulario de preguntas para entrevistas a los usuarios* 43

Tabla N.- 3. *Formulario de preguntas para entrevistas a los profesionales implicados 1* ……43

Tabla N.- 4. *Formulario de preguntas para entrevistas a los profesionales implicados 2* ……44

Tabla N.- 5. *Ficha de cuadro de áreas y dimensiones de la Residencia Universitaria* 45

Tabla N.- 6. *Presupuesto del proyecto de Residencia Universitaria* 62

Tabla N.- 7. *Cuadro de Resultado de Entrevistas al Usuario*..... 63

Tabla N.- 8. *Cuadro de Resultados de Duración del Proceso Proyectual*..... 65

Tabla N.- 9. *Resultado de Ficha de Cuadro de Áreas y Dimensiones* 67

Tabla N.- 10. *Transcripción del Presupuesto modificado por la IA 1* 76

Tabla N.- 11. *Transcripción del Presupuesto modificado por la IA 2* 77

Tabla N.- 12. *Transcripción del Presupuesto modificado por la IA 3* 78

Tabla N.- 13. *Duración del proceso proyectual arquitectónico* 90

Tabla N.- 14. *Comparación entre el proceso proyectual tradicional frente al realizado con IA 1* 91

Tabla N.- 15. *Comparación entre el proceso proyectual tradicional frente al realizado con IA 2* 92

Tabla N.- 16. *Comparativa de duración del proceso proyectual original frente al realizado con IA* 93

Tabla N.- 17. *Comparación entre el proceso proyectual arquitectónico original frente al realizado con asistencia de herramientas de IA*..... 94

Tabla N.- 18. *Comparación del presupuesto original de la Residencia Universitaria frente al presupuesto obtenido con la herramienta de IA Architechtures* 95

ÍNDICE DE IMÁGENES

Contenido **Página**

Imagen N.- 1. *El Punto.* 11
Imagen N.- 2. *Del punto a la línea* 11
Imagen N.- 3. *De la Línea al Plano* 12
Imagen N.- 4. *Del Plano al Volumen* 12
Imagen N.- 5. *Arquitecto* 15
Imagen N.- 6. *Interfaz de la herramienta de IA ChatGPT.* 27
Imagen N.- 7. *Interfaz de la herramienta IA "Architectures"* 28
Imagen N.- 8. *Ejemplo de Render asistido por ArkoAI* 29
Imagen N.- 9. *Interfaz de la herramienta de IA PlanFinder* 30
Imagen N.- 10. *Interfaz de la herramienta de IA Glyph Copilot* 31
Imagen N.- 11. *Interfaz de la herramienta de IA KreaAI* 32
Imagen N.- 12. *Fotografía Residencia Universitaria – Exterior* 51
Imagen N.- 13. *Fotografías Áreas Exteriores.* 52
Imagen N.- 14. *Fotografías de Fachadas Residencia Universitaria* 54
Imagen N.- 15. *Fotografías Áreas Comunales* 56
Imagen N.- 16. *Interior de Suites* 58
Imagen N.- 17. *Render exterior realizado con el motor de render de la aplicación Lumion* 59
Imagen N.- 18. *Render interior del área social de planta baja realizado con Enscape* 60
Imagen N.- 19. *Render interior de la suite 2 en planta alta realizado con Enscape* 60
Imagen N.- 20. *Render interior del área comunal de la Residencia Universitaria* 61
Imagen N.- 21. *Cuadro de Datos – Interfaz de IA Architechtures* 69
Imagen N.- 22. *Dibujo del eje de la edificación* 70
Imagen N.- 23. *Planta Tipo de la edificación propuesta por IA* 70
Imagen N.- 24. *Planta Tipo con dimensiones de la edificación propuesta por IA* 71

Imagen N.- 25. *Volumetría de la edificación propuesta por IA* 72
Imagen N.- 26. *Presupuesto automatizado de la edificación propuesta por IA* 73
Imagen N.- 27. *Planta Baja Modificada de la Edificación propuesta por la IA*..... 74
Imagen N.- 28. *Planta Tipo Modificada de la Edificación propuesta por la IA*..... 75
Imagen N.- 29. *Captura de pantalla de vista exterior del modelo 3d del proyecto* …….79
Imagen N.- 30. *Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 1* …….80
Imagen N.- 31. *Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 1* …….81
Imagen N.- 32. *Captura de pantalla de vista interior del modelo 3d del proyecto* …….82
Imagen N.- 33. *Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 2* …….82
Imagen N.- 34. *Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 2* …….83
Imagen N.- 35. *Captura de pantalla de vista interior de la suite 2 del modelo 3d del proyecto* …….84
Imagen N.- 36. *Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 3* …….84
Imagen N.- 37. *Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 3* …….85
Imagen N.- 38. *Captura de pantalla de vista de la zona comunal del modelo 3d del proyecto* …….86
Imagen N.- 39. Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 4 …….86
Imagen N.- 40. *Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 4* …….87
Imagen N.- 41. *Captura de pantalla de vista del área social de la suite 3 del modelo 3d del proyecto* 88
Imagen N.- 42. *Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 5* …….89
Imagen N.- 43. *Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 5* …….89

Imagen N.- 44. *Comparación de Renders Exteriores* 96
Imagen N.- 45. *Comparación de Renders Interiores 1* 96
Imagen N.- 46. *Comparación de Renders Interiores 2* 97
Imagen N.- 47. *Comparación de Renders Interiores 3* 97

RESUMEN / ABSTRACT

La influencia de las herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en los procesos proyectuales arquitectónicos es crucial para la evolución del diseño y la construcción. Estas herramientas ofrecen capacidades de optimización que pueden mejorar la eficiencia de los resultados finales. En el contexto de la Residencia Universitaria en el cantón Ambato, la aplicación de IA en el proceso proyectual arquitectónico puede lograr un resultado óptimo en un tiempo reducido.

El problema radica en la falta de eficiencia en los resultados finales de los proyectos arquitectónicos, lo que genera la necesidad de analizar cómo las herramientas de IA pueden influir en el proceso proyectual arquitectónico de las empresas de diseño y construcción, específicamente en la Residencia Universitaria del cantón Ambato. El objetivo es investigar cómo estas herramientas pueden ser utilizadas en cada etapa del proceso, desde la conceptualización hasta la entrega al cliente final, con el fin de optimizar el diseño de la Residencia Universitaria.

Se lleva a cabo un estudio cualitativo mediante investigación bibliográfica exploratoria y comparativa. Se utilizarán técnicas de recopilación y análisis documental y fichas de normativas, para cumplir con el objetivo uno y crear una base sólida para la investigación, la observación y entrevistas dirigidas a los usuarios de la Residencia Universitaria y a los profesionales involucrados en el diseño y medición del lugar para cumplir con los objetivos dos y lograr un diagnóstico profundo de la Residencia Universitaria.

La propuesta implica analizar la influencia de las herramientas de Inteligencia Artificial en el proceso proyectual arquitectónico de la Residencia Universitaria en el cantón Ambato. Esto incluye el uso de algoritmos generativos para explorar y optimizar el proceso de diseño, abarcando la conceptualización, funcionalidad, volumetría y visualización arquitectónica. Además, se debe identificar y aplicar las herramientas de Inteligencia Artificial necesarias para cumplir con el objetivo general de la investigación.

DESCRIPTORES: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, PROCESO PROYECTUAL ARQUITECTÓNICO, OPTIMIZACIÓN

ABSTRACT

The influence of Artificial Intelligence (AI) tools in architectural design processes is crucial for the evolution of design and construction. These tools offer optimization capabilities that can enhance the efficiency of results. In the context of the University Residence in Ambato canton, the application of AI in architectural design processes can achieve optimal results in a reduced timeframe.

The problem lies in the lack of efficiency in the results of architectural projects, which generates the need to analyze how AI tools can influence the architectural design process of design and construction companies, specifically in the University Residence of Ambato canton. The objective is to investigate how these tools can be used at each stage of the architectural design process, from conceptualization to final delivery to the client, to optimize the design of the University Residence.

A qualitative study will be carried out through exploratory and comparative bibliographic research. Collection and documentary analysis techniques will be used to achieve the first objective and create a solid foundation for the research. Observation and interviews will be conducted with the users of the University Residence and the professionals involved in its design and measurement to achieve the second objective and obtain a thorough diagnosis of the University Residence.

The proposal involves analyzing the influence of Artificial Intelligence tools in the architectural design process of the University Residence in Ambato. This includes the use of generative algorithms to explore and optimize the design process, covering conceptualization, functionality, volumetrics, and architectural visualization. Additionally, it is necessary to identify and apply the AI tools required to achieve the overall research objective.

KEYWORDS: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS, OPTIMIZATION

INTRODUCCIÓN

El uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) en los procesos de diseño arquitectónico ha avanzado considerablemente en los últimos años y se perfila como una tendencia crucial para la construcción en el futuro cercano. Capacitarse en esta área es esencial para mantenerse competitivo en un entorno en constante evolución. No obstante, es importante reconocer que la adopción de IA también presenta desafíos significativos. La dependencia de estas tecnologías puede reducir la creatividad humana y la flexibilidad en el diseño, además de generar una dependencia tecnológica que podría ser contraproducente a largo plazo.

En Ambato, Ecuador, las empresas de diseño y construcción enfrentan dificultades para adoptar herramientas tecnológicas debido a la falta de conocimiento, capacitación o miedo a lo desconocido. Esto resulta en retrasos en los proyectos, largas esperas para los clientes, altos costos de producción y expectativas de calidad no siempre cumplidas. Por ello, se pretende utilizar herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en estos procesos repetitivos con el fin de analizar el impacto que estas puedan generar en la resolución de estos problemas y la mejora del servicio ofrecido por estas empresas.

El objetivo principal de esta tesis es examinar el impacto de las herramientas de IA en los procesos de diseño arquitectónico en cuanto al tiempo invertido en estos, utilizando como caso de estudio la Residencia Universitaria en Ambato. Este proyecto ha sido elegido por su gran impacto urbano y alta demanda, así como por el desafío que representa su proceso de diseño. La investigación se desarrollará en varias etapas: primero, se explorará la teoría sobre IA y procesos de diseño arquitectónico para crear una base sólida; luego, se diagnosticará el proyecto arquitectónico de la Residencia Universitaria en Ambato, identificando el tiempo invertido en el proceso de diseño. Finalmente, se diseñará la Residencia Universitaria utilizando herramientas de IA, lo que permitirá comparar los resultados con y sin el uso de IA en el proceso.

Con esta investigación, se espera no solo demostrar que la inversión en estas herramientas puede ser beneficiosa, sino también proporcionar una visión crítica sobre las limitaciones y desafíos que deben ser abordados para una implementación efectiva y ética de la inteligencia artificial en el diseño arquitectónico.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Tema

"Herramientas de Inteligencia Artificial en los Procesos Proyectuales Arquitectónicos, caso de estudio: Residencia Universitaria en el cantón Ambato"

1.2. Planteamiento del Problema

Las empresas de Arquitectura, Ingeniería y Construcción experimentan problemas asociados a criterios de sostenibilidad más exigentes, exigencia de rapidez en los plazos de entrega y demanda de bajos costos, problemas que exigen una implementación de nuevas tecnologías que apoyen a resolver y mejorar los procesos (Medina, 2021).

Aunque, el uso de tecnología y software CAD Y BIM ha ido tomando relevancia en los últimos años, estos no han sido suficientes para resolver los problemas que conlleva generar un proyecto arquitectónico y tener que tratar con un cliente cada vez más exigente. Asimismo, como lo declara Medina (2021), "Las relaciones entre las partes interesadas en un proyecto de construcción son difíciles y complejas, con problemas como la falta de transparencia y una escasa actitud colaborativa, además de los ya recurrentes problemas de sobrecostos, retrabajos, entregas fuera de plazo y reclamaciones por mala calidad" (p.1).

1.2.1. Contextualización (Macro, Meso, Micro)

A nivel mundial, la firma Zaha Hadid Architects, de Londres, tal como lo afirma Nayeri (2023), han recurrido al uso de Inteligencia Artificial para dar solución a los problemas mencionados. Además, en diciembre del 2015 se ha creado el departamento Zaha Hadid Analytics + Insights (ZHAI), que se encarga de utilizar Inteligencia Artificial (IA) para diseñar proyectos relevantes. Blum, arquitecto de

ZHAI, afirma que las herramientas de IA pueden generar 100 000 diseños de plantas interiores en 27 horas, lo cual a un arquitecto le tomaría una década, realizando 40 dibujos diarios. Además, según Moran y Cheng (2023) el arquitecto Tim Fu ha transformado la industria del diseño mediante el uso de herramientas de IA como Dalle-e, Midjourney y Stable diffusion y afirma que el proceso de diseño, gracias a estas herramientas, puede durar desde cinco minutos hasta un par de días, dependiendo de la escala del proyecto. Esto ha ayudado significativamente a su empresa para ser más eficientes, productivos y competitivos con respecto a la optimización del tiempo.

Por otro lado, a nivel de Latinoamérica, como lo menciona Garay (2023) el arquitecto Michel Rojkind, fundador de Rojkind Arquitectos en México, habla sobre la importancia de adoptar las nuevas tecnologías generativas para crear diseños que satisfagan las necesidades del cliente del futuro. Además, Rojkind declara que el uso de herramientas de IA generativas representa una gran ayuda para optimizar los procesos de diseño y visualización de proyectos arquitectónicos. Sin embargo, para el arquitecto, esta tecnología es una aliada que permite visionar e imaginar, más no una herramienta que va a resolver las cuestiones fundamentales de la arquitectura. Asimismo, Rojkind ha declarado que últimamente ha estado utilizando herramientas de IA generativas como Dall-e y Midjourney para transformar texto a imágenes y obtener ideas creativas rápidas y afirma que “es traducir, no copiar” (Fixsen, 2023).

A nivel nacional, no se ha encontrado ninguna evidencia de empresas constructoras que utilicen Inteligencia Artificial en sus procesos proyectuales arquitectónicos. Sin embargo, según Noticias UTE (2023), la Universidad Tecnológica Equinoccial de Quito, en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, ha empezado a implementar la enseñanza de herramientas de IA en la materia de Taller A-3 para analizar los resultados obtenidos. El docente Sebastián Narváez menciona que “el uso de la IA no es el fin como tal sino una herramienta para llegar a un resultado final” (Noticias UTE, 2023, p.1). Además, asegura que la implementación

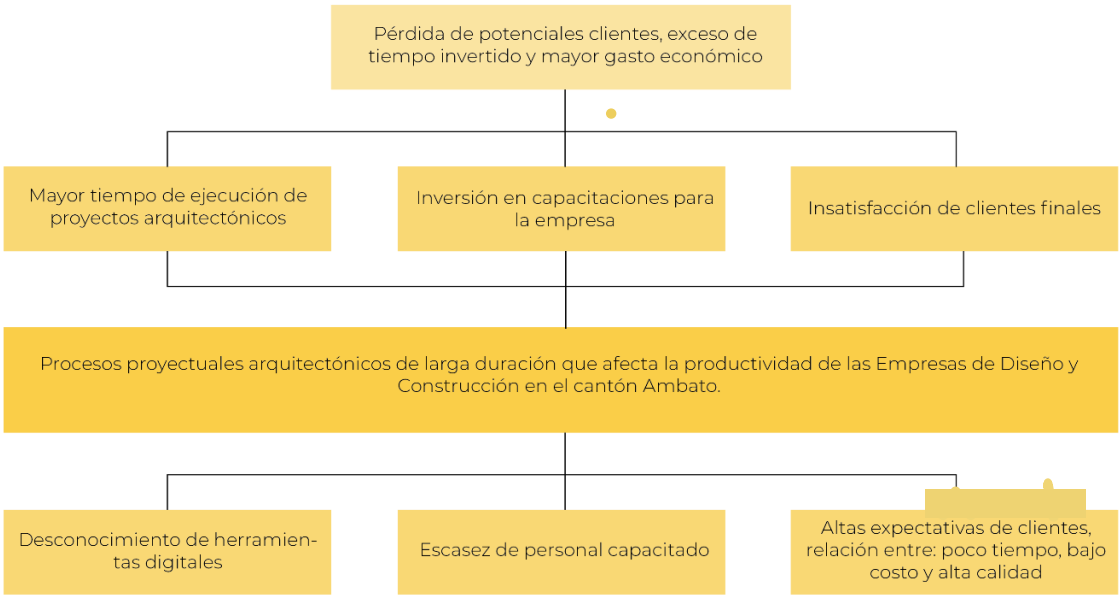
de estas herramientas en el proceso ha logrado optimizar el tiempo y mejorar la calidad de proyectos y presentaciones radicalmente.

En el cantón Ambato, Ecuador, aunque no exista evidencia de empresas que apliquen este tipo de tecnología en sus procesos proyectuales de diseño, la empresa Proyect + Plus ha mencionado el uso de herramientas digitales BIM como Revit, como metodología para optimizar el proceso proyectual arquitectónico de dibujo y diseño, que, si bien no es una herramienta que utilice IA, es una herramienta más eficiente que programas CAD o el mismo dibujo a mano. Teniendo en cuenta que el avance tecnológico en el país de Ecuador está atrasado con respecto a otros países, la utilización de herramientas como Revit, representa un avance significativo sobre la optimización de tiempos.

1.2.2. Árbol de Problemas

El siguiente árbol de problemas demuestra la causas y consecuencias del problema de investigación. Este se divide en tres raíces fundamentales que desencadenan el problema en sí, y el cual, a su vez, desencadena en tres efectos secundarios y un principal.

Figura N.- 1. Árbol de Problemas



1.3. Justificación

Según Carvajal (2021) en la ciudad de Quito, Ecuador, actualmente, las empresas de construcción o estudios de arquitectura presentan desafíos en cuanto a cronogramas, presupuestos, fechas de entrega, alcances y calidad de sus proyectos finales de entrega, problemas que se podrían resolver con herramientas de Inteligencia Artificial. Dado que la inteligencia artificial ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, es importante investigar cómo esta tecnología puede ser utilizada para mejorar los procesos proyectuales arquitectónicos

Según Añez (2023) las herramientas de inteligencia artificial pueden ayudar a optimizar los procesos proyectuales, solucionar problemas actuales, mejorar la eficiencia de entrega de productos y agilizar la toma de decisiones. Según Fernández (2013) la inteligencia artificial puede ser utilizada para mejorar la toma de decisiones, la generación de alternativas de diseño, la optimización de recursos y la simulación de escenarios. Además, García y Vásquez (2010) mencionan que la inteligencia artificial puede ser utilizada para la creación de prototipos virtuales y la simulación de condiciones climáticas y ambientales. En resumen, la inteligencia artificial puede ser una herramienta valiosa para mejorar los procesos proyectuales arquitectónicos y lograr diseños más eficientes.

Con el presente trabajo se pretende ayudar a las personas en el campo del diseño y construcción para tener un acercamiento a las herramientas de inteligencia artificial, además de conocer todos los beneficios que pueden representar para las empresas constructoras en cuanto al tiempo y al costo de inversión.

Asimismo, dado que, en la actualidad, ninguna empresa constructora del país utiliza esta metodología, el trabajo pretende aportar el conocimiento necesario para cambiar la manera en la que se realizan los procesos proyectuales arquitectónicos actualmente dentro de las empresas, con el objetivo de realizarlos en el menor tiempo posible y reducir los costos que representa el proceso en sí, y, así, satisfacer las necesidades de los clientes.

Según Carpo (2023) la utilidad de las herramientas de inteligencia artificial en los procesos proyectuales arquitectónicos ha evolucionado con el paso de los años. Actualmente, existe un gran potencial de uso para los procesos de diseño arquitectónico. Existen herramientas de Inteligencia Artificial que generan diseños arquitectónicos más sostenibles, otros que mejoran la eficiencia del proceso en sí de diseño, y, posteriormente de la construcción y otros que controlan el riesgo y reducen costos.

El uso de herramientas de inteligencia artificial en los procesos de diseño arquitectónico ha avanzado mucho en los últimos años y se ve como una tendencia muy importante para la construcción en el futuro cercano. Por lo tanto, es crucial capacitarse en esta área para mantenerse competitivo frente a otras empresas constructoras. Aunque, muchas de estas herramientas de inteligencia artificial requieren una suscripción, es esencial reconocer que su uso puede llevar a una mayor eficiencia y calidad en los procesos proyectuales de diseño arquitectónico. Esto se traduce en un uso más prudente de los recursos y una mejor reputación profesional. En consecuencia, este trabajo busca demostrar que la inversión en estas herramientas es un beneficio, más no, un gasto, debido a las numerosas ventajas que ofrece.

Por otro lado, cabe recalcar que el presente proyecto no representa un gasto económico debido a que las herramientas de inteligencia artificial que se pretende utilizar en este trabajo son gratis o permiten un cierto tiempo de prueba gratis, por lo que el trabajo es totalmente viable.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar la influencia de las herramientas de inteligencia artificial en los procesos proyectuales arquitectónicos en el caso de estudio de la Residencia Universitaria en el cantón Ambato, para mejorar la eficiencia del resultado final.

1.4.2. Objetivos Específicos

a. Explorar las bases conceptuales referidas a las herramientas de inteligencia artificial y los procesos proyectuales arquitectónicos para establecer una base sólida para la investigación.

b. Diagnosticar el proyecto arquitectónico Residencia Universitaria en el cantón Ambato para identificar el tiempo invertido en la ejecución del proceso proyectual.

c. Diseñar el proyecto de Residencia Universitaria utilizando herramientas de Inteligencia Artificial para contrastar la duración del tiempo requerido vs el ya invertido en el proceso proyectual real.

1.5. Estado del Arte

El siguiente apartado resume artículos científicos relevantes con el tema de investigación, los mismos que sirven de antecedentes para la misma.

Autor: Favio Chumpitaz Requena
Tema: Inteligencia Artificial y/o el Arquitecto
Ciudad: Lima
Año: 2019
Objetivo General: Analizar la influencia de la inteligencia artificial en el campo de la arquitectura y la relación entre máquina y arquitecto.
Metodología: El diseño arquitectónico se ha visto influenciado por los avances tecnológicos y el desarrollo de nuevas herramientas y software que han ayudado a mejorar procesos de diseño. Actualmente, el desarrollo tecnológico ha dado a conocer nuevas herramientas de inteligencia artificial que brindan el poder de inteligencia a una máquina, brindando a los arquitectos un mayor enfoque en los programas arquitectónicos y ayudando a generar más ideas y variables de propuestas en menor tiempo. Gracias a la Inteligencia Artificial, las máquinas son capaces de

hablar un lenguaje arquitectónico gracias a un aprendizaje previamente obtenido para servir a los arquitectos como herramienta de apoyo para el proceso de diseño.

Autor: Mario Carpo

Tema: La arquitectura digital inteligente tiene poco que ver con los computadores (y menos aún con su inteligencia)

Ciudad: Londres

Año: 2023

Objetivo General: Investigar la evolución de la inteligencia artificial en la arquitectura hasta la actualidad.

Metodología: La influencia de la inteligencia artificial generativa ha sido de gran importancia en el proceso de diseño de proyectos arquitectónicos, especialmente en el proceso de creatividad que muchas veces conlleva un gran desafío para los arquitectos. Además, la inteligencia artificial es una herramienta relevante en cuanto a la forma de concebir arquitectura actualmente. Por otro lado, los primeros indicios de Inteligencia Artificial se dan a finales 1950 pero ha ido evolucionando hasta el día de hoy con la aparición de la herramienta más conocida actualmente, ChatGPT. La transformación en el ámbito de la arquitectura no siempre llega de la forma en que se espera, pero se debe aprender a adoptar estos avances para mejorar los procesos arquitectónicos.

Autor: Yan Beltrán

Tema: Metodología del Diseño Arquitectónico

Ciudad: Pachuca, México

Año: 2011

Objetivo General: Proporcionar una metodología para el diseño arquitectónico a través de la transformación del lenguaje escrito al lenguaje gráfico.

Metodología: La metodología denominada ITLA e ITP se componen de diferentes etapas; el análisis de elementos existentes que sean similares (contexto, descripción de inmuebles, usuario, etc.), los principios de organización (composición, forma, proporciones, etc.), análisis de componentes tecnológicos (instalaciones) y la realización en sí del proyecto arquitectónico.

Autor: Francisca Losavio y Christian Guillén

Tema: Marco conceptual para un diseño arquitectónico basado en aspectos de calidad

Ciudad: Caracas

Año: 2006

Objetivo General: Definir conceptualmente un proceso de diseño arquitectónico general enfocado en la calidad de los requerimientos funcionales.

Metodología: El proceso de diseño arquitectónico se basa en una metodología que se compone de diferentes etapas. El método general de diseño arquitectónico unifica los diferentes elementos del proceso para lograr mejores soluciones arquitectónicas. Sin embargo, no es una metodología específica, sino, una base conceptual que puede ser utilizado como referencia en los procesos de diseño conceptual. Esta metodología se compone de; primeramente, la generación de gráficos para ordenar la información, segundo, la generación de gráficos de diseño iniciales, tercero, la identificación de patrones o estilos para el diseño y, por último, la evaluación exhaustiva de la arquitectura planteada.

Autor: Germán Correal

Tema: Sobre Modelos Pedagógicos y el Aprendizaje del Proyecto Arquitectónico

Ciudad: Bogotá

Año: 2011

Objetivo General: Instaurar una organización entre el proyecto como estrategia de estudio y su relación con los modelos de estudio históricamente registrados.

Metodología: La concepción del proyecto arquitectónico implica conceptos relevantes como; las características disciplinares, la forma como se desenvuelve el aprendizaje tradicional, los modelos de estudio, su conceptualización y algunas de las teorías de estudio sobre las cuales se respaldan, y la conceptualización del aprendizaje, de manera que esta contrastación permita fabricar el marco fundamental para la construcción de sus relaciones concretas.

1.6. Bases Teóricas

1.6.1. La Arquitectura

"La Arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes bajo la luz (…)" (Le Corbusier, 1920, p.20). Ching (2015) describe en su libro, *Arquitectura: forma, espacio y orden,* que arquitectura es una unión entre arte y ciencia que se dedica al diseño y construcción de edificios, estructuras y espacios. Por otro lado, la arquitectura combina ciertos elementos en su rama, como; creatividad, ingeniería, estética y funcionalidad para crear espacios que responden a las necesidades y requerimientos de las personas. Asimismo, los arquitectos utilizan sus conocimientos y habilidades para crear espacios estéticos, funcionales, seguros y sostenibles.

La Arquitectura es una profesión importante para la ciudad al cumplir un rol crucial en dar forma a la manera de vivir, trabajar e interactuar de las personas con su ambiente. Además, utiliza variados estilos, técnicas y materiales que reflejan el aspecto social, cultural e histórico de un contexto. Así, la arquitectura se trata de crear espacios que inspiren, evoquen emociones y mejoren la calidad de vida de las personas que habiten esos espacios (Ching, 2015).

a. Elementos de la forma

La arquitectura se conforma a través de la forma y existen ciertos elementos primarios que conforman esta. Ching (2015) señala que la forma se compone de punto, línea, plano y volumen, que, aunque no son elementos visibles, su presencia se siente, son elementos puramente conceptuales. Primeramente, como se observa en la Imagen N.-1, el punto indica una posición en un espacio, formalmente sirve para denotar los extremos de una línea, la intersección de estas, etc.



Imagen N.- 1. El Punto.

Nota. Adaptado de *Arquitectura: forma, espacio y orden* (p. 4), por F. Ching, 2015, Editorial GG.

Por consiguiente, la línea, como se puede observar en la Imagen N.-2, es la repetición de un punto, la cual sirve para "unir, asociar, soportar, rodear o cortar otros elementos visuales y definir las aristas para dar forma a los planos" (Ching, 2015, p.8)

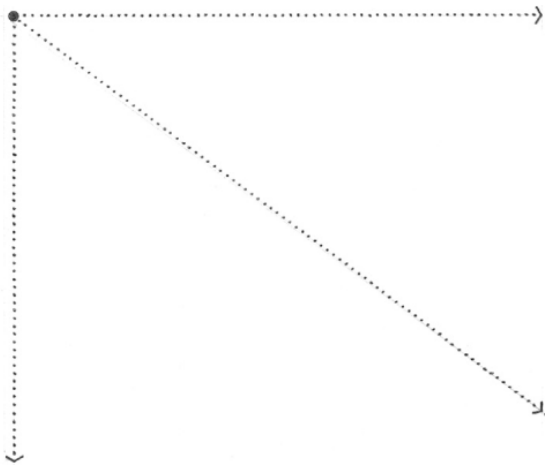


Imagen N.- 2. Del punto a la línea

Nota. Adaptado de *Arquitectura: forma, espacio y orden* (p. 8), por F. Ching, 2015, Editorial GG.

Siguiente, el plano, como se puede observar en la Imagen N.- 3, es la unión de líneas, siendo la forma, un claro ejemplo de ella y la cual sirve para delimitar un volumen (Ching, 2015).



Imagen N.- 3. De la Línea al Plano

Nota. Adaptado de *Arquitectura: forma, espacio y orden* (p. 14), por F. Ching, 2015, Editorial GG.

Por último, el volumen, como se puede observar en la Imagen N.- 4, siendo un plano que se extiende en una dirección distinta a la que se encuentra, el mismo que puede ser sólido o hueco (Ching, 2015).

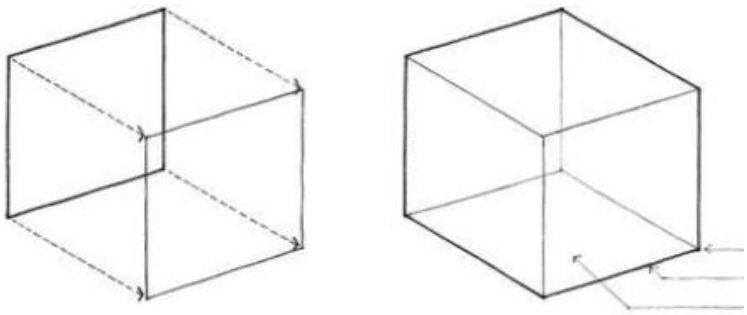
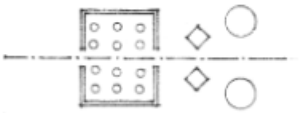
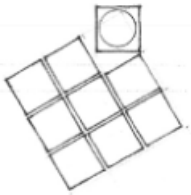
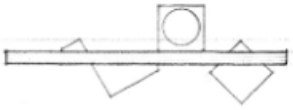


Imagen N.- 4. Del Plano al Volumen

Nota. Adaptado de *Arquitectura: forma, espacio y orden* (p. 28), por F. Ching, 2015, Editorial GG.

b. Principios ordenadores del espacio

Para concebir arquitectura se debe realizar mediante pautas que sirven para generar un orden dentro de una composición arquitectónica para producir una "organización armoniosa" (Ching, 2015, p.350). Estas pautas son los denominados principios ordenadores del espacio; eje, simetría, jerarquía, ritmo, pauta y transformación. Véase Fig. N.-2.

Principio	Imagen	Definición
Eje	Fig. N.- 2.1 Eje (Ching, 2015)	Recta que define una estrategia de diseño a través de esta.
Simetría	 Fig. N.- 2.2 Simetría (Ching, 2015)	Elementos divididos por una recta que son iguales a manera de espejo.
Jerarquía	 Fig. N.- 2.3 Jerarquía (Ching, 2015)	Elemento que sobresale con respecto a otros por medio de dimensión, posición, color, textura, etc.
Ritmo	 Fig. N.- 2.4 Ritmo (Ching, 2015)	Repetición de elementos de manera armoniosa.
Pauta	 Fig. N.- 2.5 Pauta (Ching, 2015)	Línea continua que sirve para organizar elementos a partir de esta.

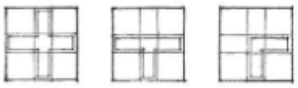
Transformación	 Fig. N.- 2.6 Transformación (Ching, 2015)	Modificación visible de un elemento por un contexto específico de manera lógica.

Figura N.- 2. Principios Ordenadores del espacio

1.6.2. Empresas de Diseño y Construcción

Las Empresas de Diseño y Construcción, según HyC Proyectos de Ingeniería (2023) son organizaciones que se dedican a realizar proyectos de construcción como punto final para clientes, además, realizan proyectos desde la planificación, diseño y dibujo, tanto de proyectos arquitectónicos como estructurales, hasta la ejecución y entrega de una obra finalizada. Estas empresas trabajan bajo plazos de pago y costos de mantenimiento y administración. Además, convencionalmente se conforman por arquitectos, diseñadores, ingenieros estructurales, ingenieros eléctricos, ingenieros hidrosanitarios, topógrafos, constructores, entre otros. Muchas veces las empresas constructoras no cuentan con todos profesionales capacitados, por lo que subcontratan a los mismos para la realización del proyecto en sí, para lo cual, cabe recalcar que, según un artículo en El Universo (2024), la remuneración básica unificada mínima para el año vigente es de 460$ mensuales.

1.6.3. El Arquitecto

Dentro de cada empresa constructora debe existir un responsable del área de arquitectura, encargado de diseñar un proyecto arquitectónico, el arquitecto. El Arquitecto, según Berretta (2011) es el creador del espacio. “Eje vertebrador, la cabeza pensante y el responsable primero de un proyecto de arquitectura” (Salas, 2021, p.73).

Un arquitecto es un profesional en el área de las artes y ciencias cuyo objetivo es diseñar y planificar edificaciones. Además, es el responsable de crear espacios que sean estéticos, funcionales y que respondan ante un contexto

determinado, en base a necesidades y requerimientos de un cliente específico (Salas, 2021).

Por otro lado, los arquitectos tienen la responsabilidad de crear espacios que contribuyan a mejorar una ciudad, siendo éticos en su trayecto. Un buen arquitecto debe tener un amplio conocimiento sobre aspectos de su rama, diseño, ingeniería y construcción, esto no implica que realice el trabajo de otros profesionales, sino el de contribuir y mejorar la comunicación entre los profesionales implicados. Además, entre sus servicios, debe existir el de brindar seguridad, confianza y tranquilidad (López, 2021). Un arquitecto es, como Campo Baeza (2021) en su libro "*Quiero ser Arquitecto*" describe:

> Un arquitecto es un CREADOR.
> Un arquitecto es un PENSADOR, alguien que IDEA construcciones.
> Un arquitecto es un CONSTRUCTOR, alguien que CONSTRUYE ideas.
> Alguien que CREA.
> Alguien que PIENSA cosas que se pueden construir.
> Alguien que CONSTRUYE algo que está muy pensado.
> Es un SOÑADOR.
> Es un ARTISTA.
> Es un TÉCNICO. […]. (p.32)



Imagen N.- 5. Arquitecto

Nota. Adaptado de *Quiero ser arquitecto* (p. 32), por A. Campo Baeza, 2021, Editorial Nobuko.

1.6.4. El Cliente

El cliente es un individuo o grupo de individuos que adquieren servicios de una empresa. Se puede dividir entre cliente que busca la ejecución de un proyecto y cliente que busca un producto. El primero busca desarrollar un proyecto residencial, comercial o industrial desde cero o una remodelación de un proyecto existente, para obtener un manual de instrucciones para la ejecución de este, con el objetivo de transformar una idea en una forma física de disfrute personal. Por otro lado, el segundo, es un cliente empresario, aquel que realiza una inversión para crear un producto que pueda ser ofertado en el mercado, es decir, su objetivo final es hacer negocio únicamente (López, 2021).

El cliente describe sus ideas, a manera de necesidades y requerimientos, al arquitecto, quién transforma esas ideas en espacios físicos. Si bien, en teoría, parece sencillo, muchas veces el cliente cambia de ideas y esto conlleva a un retrabajo por parte del arquitecto hasta lograr el diseño ideal para el cliente. Asimismo, Existen varios tipos de clientes, aquellos que tienen claro lo que buscan de un proyecto, y aquellos que buscan la asesoría profesional para realizarlo.

Por otro lado, existe otro tipo de cliente, el usuario, que es quien habita el lugar, quien, no siempre es el cliente, quien contrata el servicio. Según Aguilar y Saad (2009) dentro de las ciudades existen usuarios, como por ejemplo los estudiantes, que habitan ahí, pero son de otro lugar, de los cuales, el 55% de la población muestra, alquila un lugar para habitar, el 42% vive con un familiar y el 3% cuenta con vivienda propia. Además, las necesidades que buscan los usuarios que habitan las residencias universitarias son espacios que cumplan con todos los servicios básicos para vivir y estudiar con tranquilidad. Según Avaterra (2022) un estudiante necesita que su vivienda se encuentre ubicada cerca de su lugar de estudio y cerca de lugares de primera necesidad, también necesita ser accesible o contar con estacionamiento, asimismo, las dimensiones internas deben ser cómodas y alojar un

espacio de estudio y sobre todo debe estar ubicado en lugar seguro. Por otro lado, también es importante incluir áreas de esparcimiento como; áreas, verdes, rutas, terrazas, etc.

Según la plataforma Archiff (s/f) dentro del ámbito de la arquitectura, la satisfacción del cliente es un punto relevante dentro del crecimiento profesional. Para llegar a la satisfacción se deben seguir cierto parámetros; se debe comunicar bien las ideas, escuchar atentamente las necesidades y requerimientos para poder materializarlos, se debe ser creativo y proactivo en el proceso y en el resultado final, se debe estar abierto a cambios y ofrecer diferentes opciones, ofrecer un servicio diferente y personalizado, y, sobre todo, se debe cumplir estrictamente con los plazos de entrega, puesto que el incumplimiento de los tiempos puede generar insatisfacción y eso genera la pérdida de un potencial cliente.

1.6.5. El Proyecto Arquitectónico

"La arquitectura requiere de un esfuerzo intelectual para ser comprendida y proyectada" (Gil, 2017, p.41). Un buen proyecto de arquitectura nace de una idea y debe tener orden, racionalidad y confianza como base. Además, un proyecto arquitectónico materializa los deseos del cliente, y, es el arquitecto el encargado de cumplirlos para crear una personalidad propia de un espacio, sin dejar de lado el equilibrio entre forma y función. Un proyecto arquitectónico es un conjunto de ideas plasmadas en planos y memorias, el cual previamente es ejecutado en un contexto específico (López, 2021).

Por otro lado, Correal, (2011), definen al proyecto arquitectónico como una "práctica disciplinar de características sintéticas, forma de aprendizaje de los modos de pensamiento arquitectónico y de las formas de operar las transformaciones dentro de un campo disciplinar característico y, en la mayoría de los casos, eje curricular de

los planes y programas de estudio" (p.81). Además, el proyecto arquitectónico no es únicamente una herramienta técnica, sino, un pensamiento arquitectónico tridimensional de la existencia misma. Asimismo, el pensamiento arquitectónico se basa en conocimientos adquiridos previamente y de la experiencia, las cuales, con creatividad, construyen ideas de problemas arquitectónicos que se resuelven mediante el lenguaje gráfico y modelos tridimensionales (Correal, 2011).

En términos generales, se puede decir que el proyecto arquitectónico es un conjunto de diseños, planos, cálculos, plantas, fachadas, secciones, renders, etc., que determinan la ejecución de una obra arquitectónica. Adicionalmente, La Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Colombia (citado en Correal, 2011) propone como concepto de proyecto arquitectónico que; "El proyecto es la unidad operacional y totalizadora que a diversas escalas y dentro de un proceso de análisis y síntesis, a partir de identificación de problemas, sistematiza, vincula, organiza y conceptualiza informaciones, conceptos, recursos, actividades y componentes arquitectónicos y urbanos para resolver necesidades específicas" (p. 82).

1.6.6. El Proceso Proyectual Arquitectónico

Según Barclay (2019) el proceso de diseño arquitectónico, según la racionalidad científica, implica aspectos fundamentales que incluyen; el saber, la sabiduría práctica, la técnica, el tiempo y el hacer. Primeramente, el saber se refiere al conocimiento adquirido mediante lectura, documentos y experiencias, las cuales van a ayudar a entender la teoría y las ideas que implica la arquitectura. Por otro lado, la sabiduría práctica se refiere al entendimiento del contexto, temperatura, clima, lugar, asoleamiento, etc., siendo esto un factor relevante al momento de diseñar y tomar decisiones cruciales para un proyecto, considerando factores históricos, emocionales y de sitio.

Por consiguiente, la técnica, que implica las habilidades prácticas adquiridas, las cuales sirven para modificar objetos con lógica de por medio. Además, el tiempo, el cual se refiere a un proceso de maduración, una búsqueda paciente que permitirá asociar a la arquitectura con las emociones. Por último, el hacer, el cual, visto desde la practicidad, implica la materialización de las ideas, es decir, transformarlas en gráficos que permitan entender la arquitectura, esto mediante planos, renders, maquetas, dibujos, etc. Todos estos elementos deben trabajarse de manera equilibrada dentro de un proceso de diseño arquitectónico para lograr un buen resultado, en armonía con los requerimientos de un cliente (Barclay, 2019).

Losavio y Guillén (2006) determinan un proceso general de diseño arquitectónico que implica cuatro etapas; etapa de preparación: generar modelo de casos de uso y de calidad, etapa de derivación arquitectónica: generar modelo de componentes y CC, etapa de refinamiento arquitectónico: identificar subsistemas, estilos y patrones y aplicación de estos, y por último la etapa de resolución de resonancia arquitectónica: evaluar la arquitectura y transformarla. A continuación, se detallarán cada uno de estos pasos.

El proceso proyectual arquitectónico comienza con el acercamiento al cliente, quién determinará cada uno de sus requerimientos y necesidades específicas, se debe tener muy en cuenta que cada una de estas dependerán de cada cliente y no siempre son las mismas. Además, se debe reunir toda la información relevante que permita la creación de un proyecto. López (2021), para este paso, recomienda ponerse en los zapatos del cliente, imaginar los espacios soñados y agruparlos en un solo proyecto, además, se debe seguir un procedimiento con el cliente, se debe pedir que describa su rutina diaria y qué cambiaría de esta, el cliente debe describir como imagina ese lugar perfecto. En esta etapa, se deben generar gráficos que sirvan para ordenar la información adquirida. El modelo de casos de uso son tablas que ayudan a organizar los requerimientos funcionales desde lo más general a lo más específico, generando una jerarquía de usos. Por otro lado, el modelo de calidad, que, a diferencia del otro, organiza los requerimientos no funcionales (Losavio y Guillén, 2006).

Segundo, la etapa de derivación arquitectónica implica la generación de gráficos de diseño iniciales mediante la generación de modelos de componentes a partir de los modelos determinados en la etapa anterior. También, se debe generar el modelo CC, el cual implica la creación de gráficos que relacionen los espacios planteados (Losavio y Guillén, 2006).

Por consiguiente, la etapa de refinamiento arquitectónico implica la identificación de patrones o estilos a partir de los modelos previamente planteados, los cuales, posteriormente, serán aplicados. Como resultante se obtiene una arquitectura que sirve como base (Losavio y Guillén, 2006).

Por último, la etapa de resolución de Resonancia Arquitectónica se basa en la evaluación exhaustiva de la arquitectura planteada previamente, determinando riesgos, fortalezas, aspectos emocionales, efectos colaterales y enfoques y mecanismo arquitectónicos. En el caso de que la evaluación sea negativa, se debe transformas la arquitectura planteada para resolver problemas encontrados (Losavio y Guillén, 2006).

Por otro lado, Beltrán (2011) describe otro método de diseño arquitectónico que implica cuatro etapas; diagnóstico, análisis, síntesis y desarrollo. El diagnóstico involucra la recolección de información relevante para el desarrollo de un proyecto, el cual se determina por; el planteamiento del problema para obtener datos de requerimientos y necesidades, siguiendo por la determinación de características intrínsecas para obtener datos de sitio y contexto inmediato, siguiendo por la determinación de características extrínsecas para obtener datos de sitio y contexto urbano, siguiendo por la descripción en donde se representa a manera de texto lo analizado previamente, lo siguiente es la integración del marco teórico en donde se interpretan los resultados del análisis (Beltrán, 2011).

Por otro lado, el análisis es la etapa que se refiere al estudio de los resultados obtenidos en el diagnóstico, con el objetivo de organizar la información para conocer los elementos. Primeramente, la explicación implica la generación de objetivos, la

formulación y evaluación de la hipótesis. Segundo, la aplicación, la cual implica el diseño del programa arquitectónico, la estructuración jerárquica del sistema arquitectónico mediante la generación de diagramas de funcionamiento y la generación de los espacios arquitectónicos mediante una zonificación (Beltrán, 2011).

Por otro lado, la etapa de síntesis se basa en la transformación del lenguaje abstracto escrito al lenguaje visual arquitectónico mediante la generación de plantas, alzados, secciones y perspectivas tridimensionales. Esta etapa implica la determinación del concepto arquitectónico en donde se determinan los componentes estéticos del diseño, la jerarquía de espacios, los principios ordenadores y los componentes tecnológicos. También, el partido arquitectónico que demuestra un esquema de la idea que se convertirá en anteproyecto. Y, por último, la realización del anteproyecto mediante métodos de proyección, expresión y representación, obteniendo la propuesta arquitectónica bidimensional y tridimensional (Beltrán, 2011).

Por último, la etapa de desarrollo, la cual comprende la creación del proyecto arquitectónico y la parte técnica, la misma que genera información relevante para llevar a cabo la ejecución del proyecto mediante planos, dibujos y maquetas. Esta etapa se compone de la corrección del proyecto mediante la evaluación de impactos de la propuesta en sí, la generación del proyecto arquitectónico mediante planos arquitectónicos, realidad virtual y modelos gráficos volumétricos, así como el proyecto ejecutivo en donde se realizan los planos técnicos, memorias, presupuesto y modelo gráfico volumétrico (Beltrán, 2011).

En resumen, de manera general, existen siete etapas del proceso proyectual arquitectónico. Primeramente, la recopilación de información al cliente sobre necesidades de requerimientos del diseño. Por consiguiente, se desarrolla el programa arquitectónico con respecto a la información recopilada. Siguiente, se desarrollan el diseño formal en base a la tipología, preferencias y requerimientos del cliente. Siguiente, se desarrolla el producto final entregable que consta de planos

arquitectónicos y renders del proyecto planteado. Por último, una vez entregado el producto se procede al desarrollo del presupuesto de obra y cronograma para su posterior construcción.

1.6.7. Ordenanza

Según la Ordenanza POT 2020 de Ambato, de Normas de Arquitectura y Urbanismo, se determinan normativas que deben cumplir los edificios residenciales para cumplir con las necesidades básicas de las personas.

a. Dimensiones Útiles Mínimas de Espacios

Primeramente, según el Art. 150, para que una unidad de vivienda sea considerada como tal, debe constar como mínimo de dormitorio, sala de estar, cocina, cuarto de baño y/o área de servicio.

Según lo determinado en el Art. 151, la sala y comedor, requiere un lado mínimo de 2.70 metros, con un área mínima de 7.30 metros cuadrados.

Asimismo, la cocina, requiere un lado mínimo de 1.50 m, con un área mínima de 4.50 metros cuadrados. La mesa de trabajo no será menor a 0.55 metros de ancho útil y debe incluir; fregadero de vajilla incorporada, espacio para cocina y refrigerador.

Asimismo, según lo determinado en el Art. 151, el dormitorio requiere un lado mínimo de 2.70 metros, con un área mínima de 8.10 metros cuadrados. Además, el dormitorio principal debe incluir un clóset con superficie mínima de 0.72 metros cuadrados y ancho de 0.60 metros y, los dormitorios adicionales deben incluir un closet de mínimo 0.54 metros cuadrados de área y ancho de 0.60 metros.

Por otro lado, según lo determinado en el Art. 151, el baño deberá tener un lado mínimo de 1.20 metros y un área mínima de 2.50 metros cuadrados. La vivienda debe contar con al menos un baño completo que incluye; inodoro, lavabo y ducha. La ducha debe tener un lado mínimo de 0.70 metros y un área mínima de 0.56 metros cuadrados. Según el Art. 81, la ventilación de baños puede realizarse por medio de ductos, cuya área no puede ser inferior a 0.32 metros cuadrados y un lado mínimo de 0.40 metros y una altura máxima de 6 metros.

Adicionalmente, según lo determinado en el Art. 151, se puede tener un área de servicio y secado, el cual requiere de un lado mínimo de 1.50 metros y un área mínima de 2.25 y 3.00 metros cuadrados, respectivamente.

Por otro lado, según el Art. 154, los vanos de las puertas deben tener una dimensión mínima que dependerá de su ubicación. La puerta principal de ingreso a la vivienda deberá cumplir con una dimensión de 0.90 metros de ancho. por 2.00 metros de alto. Las puertas interiores, excepto las de baño, deberán ser de 0.80 metros de ancho por 2.00 metros de alto. Y, por último, las puertas de baño pueden ser de 0.70 metros de ancho por 2.00 metros de alto.

Por otro lado, según el Art. 159, los pasillos deben tener un ancho mínimo de 0.90 metros para los interiores de la vivienda, para pasillos comunales de viviendas multifamiliares, debe tener un ancho mínimo de 1.20 metros.

Asimismo, según el Art. 160, las escaleras para interiores de viviendas requieren de un ancho mínimo de 0.90 metros. Para escaleras comunitarias, estas deberán cumplir con un ancho mínimo de 1.20 metros. Para escaleras de sótano, el ancho mínimo será de 0.80 metros. Según el Art. 94, la huella no menor a 0.30 metros y una contrahuella no mayor a 0.17 metros.

Por otro lado, según el Art. 72, se deben incorporar un mínimo de estacionamientos dependiendo del área de construcción. Si el área es 60 metros cuadrados, se debe incorporar uno por cada dos viviendas y uno de visitantes por cada seis viviendas; si el área es mayor de 60 metros cuadrados y menor a 110 metros cuadrados, se debe incorporar uno por cada vivienda y uno de visitantes por cada seis viviendas; si el área es mayor a 110 metros cuadrados, se debe incorporar mínimo uno por cada vivienda y uno de visitantes por cada cuatro viviendas. Por otro lado, según el Art. 377, los estacionamientos deberán cumplir con dimensiones mínimas dependiendo del lugar de emplazamiento. Si el lugar es abierto por todos los lados o contra aun obstáculo, la dimensión será de 4.80 metros por 2.30 metros, si el lugar tiene una pared de uno de sus lados, la dimensión será de 4.80 metros por 2.50 metros y si se encuentra con pared en ambos lados, la dimensión será de 4.80 metros por 2.80 metros, y, para estacionamientos de discapacitados, la dimensión mínima es de 3.50 metros por 4.80 metros.

Asimismo, según el Art. 110 la instalación de un ascensor es obligatoria a partir de las cinco plantas. Sin embargo, se debe considerar para el diseño. Según el Art. 118, las dimensiones mínimas libres en el interior de la cabina deben ser de 1.20 metros de fondo por 1.00 metros de ancho, el vano de la puerta debe ser de 0.90 metros de ancho por 2.00 metros de alto, con al menos un pasamano ubicado a una altura de 0.90 metros.

1.6.8. Inteligencia Artificial

Actualmente, el término de Inteligencia Artificial (IA) ha tenido un gran impacto en la sociedad, pero ¿qué es realmente la IA? Según Hardy (2006) el objetivo de la IA es el de estudiar y analizar el comportamiento humano en las ramas de la comprensión, percepción, resolución de problemas y toma de decisiones por medio de una máquina o computadora, es decir, que la máquina simula actividades

cotidianas del ser humano. Por otro lado, para López (2017), la IA tiene dos conceptos, el primero, “es la ciencia e ingeniería que permite diseñar y programar ordenadores de forma que realicen tareas que requieren inteligencia” (p.8), el segundo, “es la ciencia e ingeniería que permitirá replicar la inteligencia humana mediante máquinas” (p.8), básicamente el objetivo de la IA es lograr que una máquina utilice una inteligencia similar a la del ser humano para realizar tareas.

Se considera a Alan Turing como precursor de la Inteligencia Artificial, pues, además de su contribución con su famosa máquina de Turing, un mecanismo que sirve para modelar cualquier operación de computación, siendo esta la base teórica de los ordenadores fue la primera persona en diseñar un programa para el computador para jugar al ajedrez de manera inteligente a finales de la década de 1940 (López, 2017). Sin embargo, según Soria, Rodríguez, García, Vaquer, Vicent, Vila (2022), el término “Inteligencia Artificial” nace en 1956 con John McCarthy, quien realiza una conferencia sobre el tema, y, por primera vez en la historia, declara: “se intentará encontrar la forma de hacer que las máquinas utilicen el lenguaje, formen abstracciones y conceptos, resuelvan tipos de problemas ahora reservados a los humanos y se mejoren a sí mismas [..]” (p.17). A partir de este suceso, la Inteligencia Artificial ha evolucionado, experimentando avances significativos que han cambiado radicalmente la forma de hacer tareas, y, si bien, es un término que actualmente se ha viralizado, la IA se ha aplicado desde muchos años atrás, desde el navegador de búsqueda de Google que utilizamos a diario, hasta los asistentes virtuales como Alexa o Siri (Pérez, 2023).

Por otro lado, Pérez (2023) habla sobre las aplicaciones de la Inteligencia Artificial, entre las cuales están; motores de búsqueda en línea, los cuales utilizan algoritmos de IA para buscar resultados relevantes, asistentes virtuales, que, utilizan IA para entender y responder con la mayor certeza las inquietudes realizadas, en el sector de atención sanitaria se utiliza IA para presagiar enfermedades, en el sector financiero se utiliza IA para detectar transacciones falsas, en el sector de transporte

para realizar vehículos autónomos y en sector de la arquitectura y construcción para optimizar procesos y realizar proyectos viables sostenibles.

1.6.9. La herramienta de Inteligencia Artificial “ChatGPT”

Actualmente, se encuentra en auge la aplicación de Inteligencia Artificial “ChatGPT”, abreviatura de Chat Generative Pretrained Transformer, el cual, según Pérez (2023) es un modelo de lenguaje de inteligencia artificial que tiene la capacidad de generar texto en base a un entrenamiento previo en un gran conjunto de datos. La aplicación ChatGPT se basa en el aprendizaje supervisado, una metodología de IA en donde se le proporciona a la aplicación ejemplos de preguntas y respuestas y su correlación entre estas. Sin embargo, cabe recalcar que la aplicación tiene sus limitaciones, pues no es una máquina con conciencia ni emociones, es por esto por lo que no puede llegar a entender un texto de la misma forma que un ser humano. Aunque las respuestas que proporciona son coherentes, no son nada más que un resultado proporcionado por una serie de datos previamente adquiridos y no de una comprensión propia (Pérez, 2023).

ChatGPT es un modelo que ha abierto la posibilidad a otras herramientas IA de surgir, gracias a su amplia gama de aplicaciones. Según Pérez (2023) esta herramienta sirve como chatbot o asistente virtual, siendo estos, programas de software inteligentes que interactúan de forma natural con los seres humanos, puede crear una conversación y resolver inquietudes de forma instantánea. Además, puede ayudar a crear contenido, desde escribir ensayos, redactar o corregir textos hasta crear contenido para redes sociales. Por otro lado, es una herramienta muy relevante para la educación, pues, puede trabajar como un tutor virtual que explica conceptos o textos complejos para estudiantes, resolviendo inquietudes que surgen en el proceso educativo. Asimismo, también sirve de ayuda para maestros que buscan mejor sus técnicas de enseñanza, planificaciones y creación de actividades interactivas (Pérez, 2023).

Por otro lado, dentro del ámbito de la arquitectura y construcción, ChatGPT es una herramienta valiosa que ayuda a estudiantes en la fase de creatividad, ayudando en la creación de conceptos y de inspiración en sí, pero, como se había recalcado, aunque, esta herramienta sirva como fuente de inspiración, quien genera la idea final siempre será la persona, quien genera el diseño o proyecto final. Asimismo, esta es una herramienta muy útil al momento de autocapacitarse o capacitar al personal de una empresa sobre los avances tecnológicos relevantes de la rama, puesto que, puede proporcionar el conocimiento sobre nuevas aplicaciones o tendencias del momento. Además, sirve para generar textos descriptivos para utilizarse en otras herramientas de Inteligencia Artificial (Pérez, 2023).

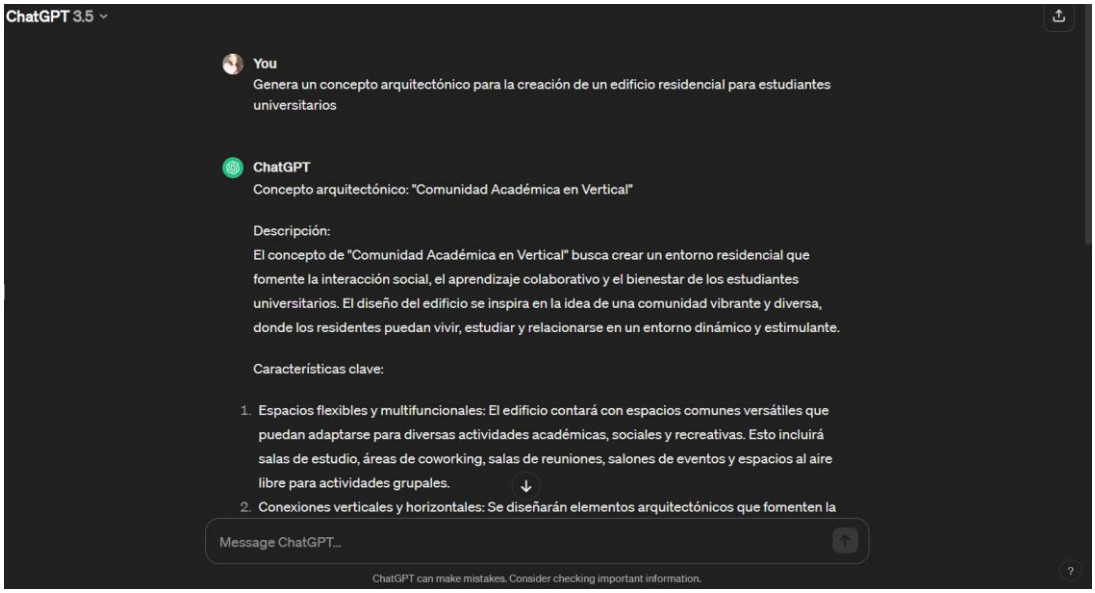


Imagen N.- 6. Interfaz de la herramienta de IA ChatGPT.

1.6.10. Herramientas de Inteligencia Artificial para Procesos Proyectuales Arquitectónicos

a. Architectures

“Architectures” es una plataforma de diseño en línea asistida por Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) que ayuda en el proceso de diseño arquitectónico mediante la sugerencia de espacios y formas arquitectónicas que se desarrollan automáticamente mediante la introducción de valores. Por otro lado, esta plataforma tiene un costo de 30$ mensuales, sin embargo, ofrece versión de prueba gratis. Además, la plataforma permite la automatización de procesos repetitivos como modelado, cálculos y mediciones, reduciendo considerablemente el tiempo invertido en el proceso de diseño y mejorando calidad del producto final. Asimismo, la plataforma permite realizar estudios de viabilidad, planificación de sitio, evaluación de negocio, iteración del concepto y diseño esquemático BIM.

La generación de plantas arquitectónicas es automática, así como el modelado 3D del proyecto y la generación del presupuesto de obra. Además, tienen un modo de edición manual, en donde se pueden realizar cambios específicos manualmente. Por otro lado, la plataforma requiere de información básica para generar el diseño como; superficies de terreno, de edificabilidad, de espacios internos y externos, criterios de diseño, dimensiones de ventanas, áreas comunes, escaleras, elevadores, etc. (Architectures, 2023).

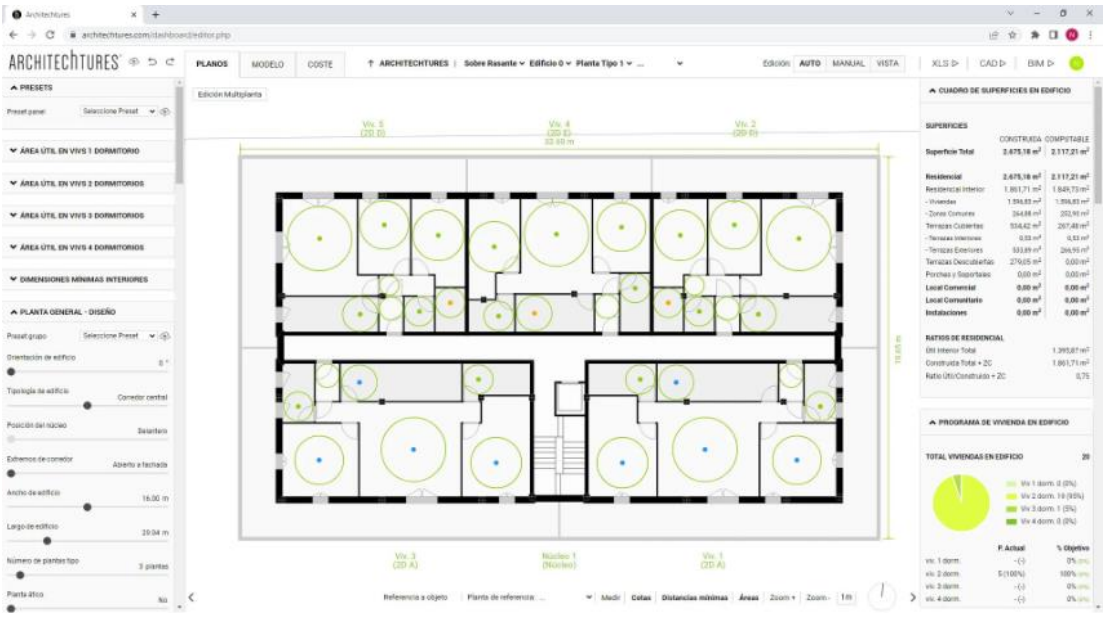


Imagen N.- 7. Interfaz de la herramienta IA “Architectures”

b. ArkoAI

"ArkoAi" es un plugin de renderizado automático compatible con las plataformas de Rhino 7, Revit y SketchUp que utiliza Inteligencia Artificial para crear renders realistas a partir de un modelado previamente desarrollado (ArkoAI, 2023).



Imagen N.- 8. Ejemplo de Render asistido por ArkoAI

Nota. Adaptado de Render realizado por ArkoAI, 2023, Arko AI https://arko.ai/f/arkoai---release-20

c. PlanFinder

"PlanFinder" es un software de plugin para programas CAD y BIM que permite la generación de planos de manera más fácil y automatizada. Primeramente, para que la plataforma funcione, se debe realizar el contorno del espacio en donde se requiere la distribución interna de espacios, la herramienta reconoce este contorno como su limitante y genera automáticamente diez distribuciones internas de las cuales se puede escoger la mejor funcione. Además, la herramienta también ubica el mobiliario correspondiente a cada espacio de manera 3D y delimita cada espacio interno con etiquetas de estas. Asimismo, al realizar el proyecto en software BIM o CAD, se puede editar las distribuciones propuestas por la Inteligencia Artificial de manera fácil y rápida al instante. En conclusión, esta herramienta es bastante útil ya que ahorra tiempo que se pierde al momento de buscar soluciones de distribución de espacios (Planfinder, s/f).

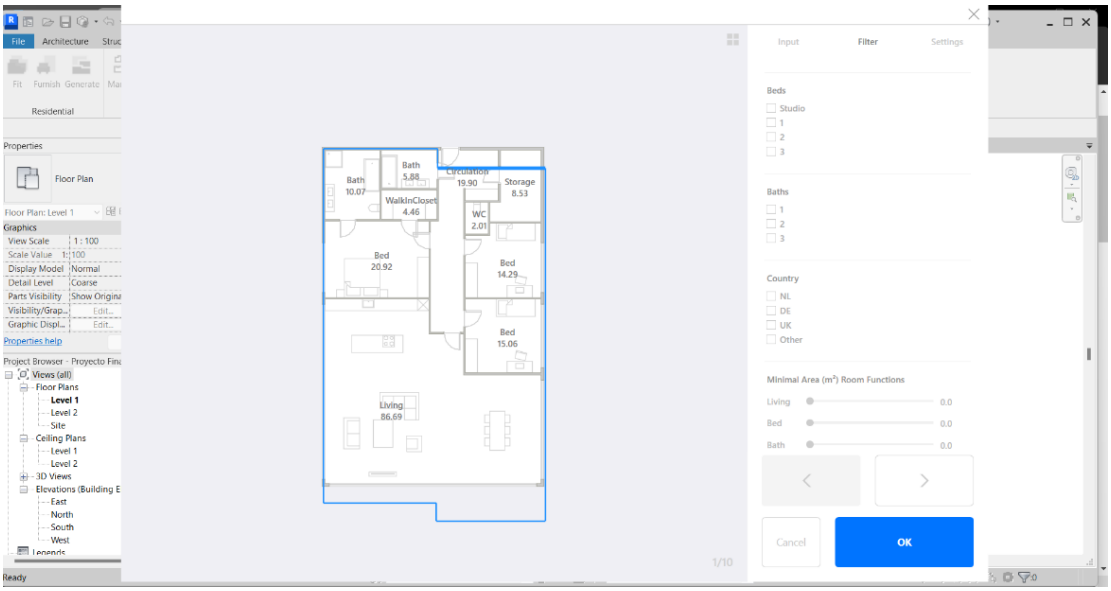


Imagen N.- 9. Interfaz de la herramienta de IA PlanFinder

d. Glyph

Glyph Copilot es una herramienta de Inteligencia Artificial para Revit que automatiza tareas repetitivas para optimizar el tiempo empleado en la generación de planos técnicos. Las tareas que esta aplicación puede realizar son; etiquetado, dimensionamiento, creación de láminas, entre otras.

En conclusión, la creación de láminas es una tarea tediosa que siempre se debe realizar al finalizar un proyecto arquitectónico, gracias a esta herramienta, se pueden crear láminas en segundos, ahorrando tiempo perdido que se invierte en este proceso, una herramienta eficiente que sirve con el objetivo de la investigación planteada. (Allen, 2024)

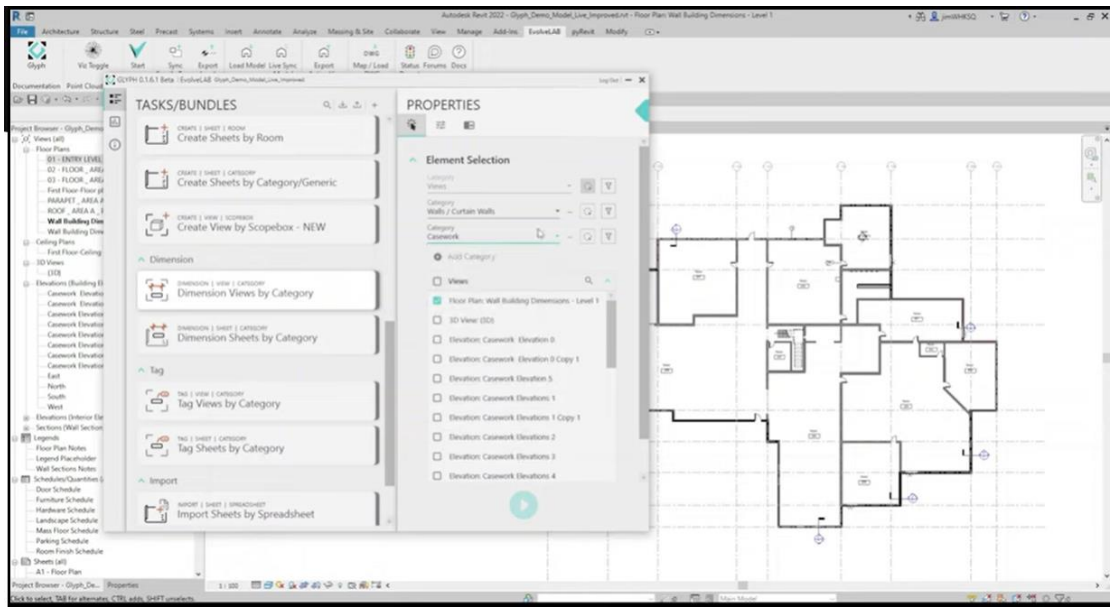


Imagen N.- 10. Interfaz de la herramienta de IA Glyph Copilot

Nota. Adaptado de Dimensioning Floor Plans with Glyph Co-Pilot por B. Allen, 2024, EvolveLab https://www.evolvelab.io/post/automating-construction-documentation-with-glyph-co-pilot-your-ultimate-ai-gpt-assistant-in-revit

e. KreaAI

"Krea" es una herramienta de Inteligencia Artificial generativa en línea que permite al usuario crear ideas visuales en segundos. Esta herramienta permite ingresar imágenes previamente realizadas, dibujar en el mismo sitio o crear imágenes a partir de textos. Además, permite la edición de los resultados obtenidos, se convierten en imágenes de alta definición que pueden ser descargadas.

Es una herramienta muy útil para el ámbito arquitectónico, especialmente para la fase creativa de los procesos proyectuales y para la fase final de creación de renders. Además, es una herramienta totalmente gratis, por lo que permite realizar y editar imágenes de manera ilimitada. La herramienta funciona mediante el ingreso de imágenes, formas y dibujos en el lado izquierdo, además de un texto que se puede ingresar en donde se pueden especificar estilos o detalles que se busca, mientras que en el lado derecho se forma la interpretación de lo ingresado. Asimismo, se puede escoger la fuerza de la inteligencia artificial en una escala de uno a cien, se recomienda no exceder del 50% debido a que se obtiene un resultado muy alejado de la realidad.

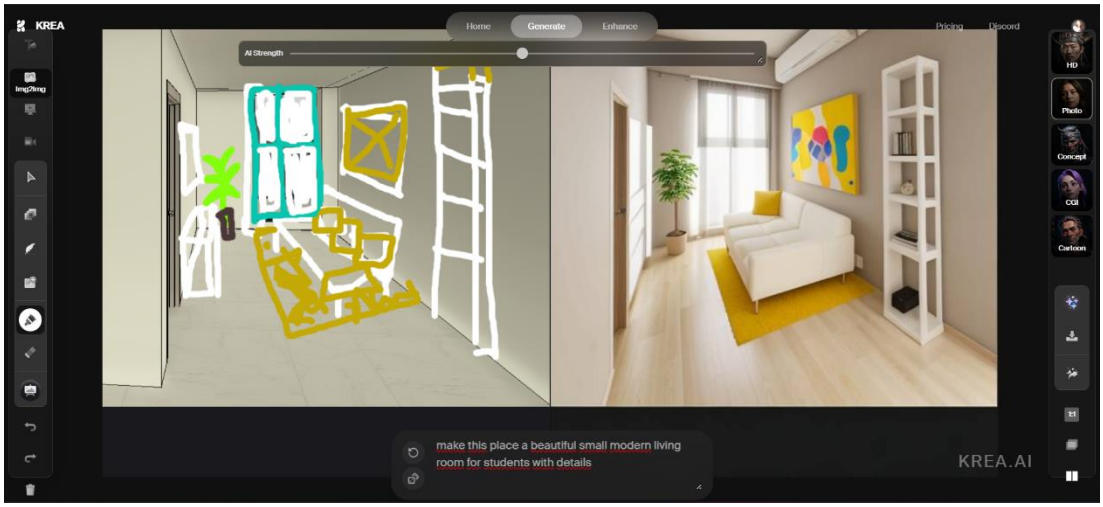


Imagen N.- 11. Interfaz de la herramienta de IA KreaAI

1.7. Formulación de Preguntas de Investigación

1. ¿Cómo afecta la implementación de herramientas de Inteligencia Artificial en la optimización del tiempo y recursos en los procesos proyectuales arquitectónicos?
2. ¿De qué manera las herramientas de Inteligencia Artificial contribuyen en el proceso de ejecución en los procesos proyectuales arquitectónicos?
3. ¿Qué rol desempeña la Inteligencia Artificial en los procesos proyectuales arquitectónicos?

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Aproximación al Método

El presente proyecto tiene como objetivo generar soluciones a los problemas que enfrentan las empresas constructoras en los procesos proyectuales arquitectónicos mediante la implementación de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) como metodología para optimizar los procesos y satisfacer las necesidades del cliente final. Además, para cumplir con los objetivos planteados, la metodología consiste en ciertos pasos a seguir para llegar a un resultado óptimo, tal como se observa en la Figura N.-3.

Asimismo, para cumplir con el objetivo número uno, se realizarán técnicas de recopilación y análisis de documental mediante herramientas como texto y ficha de normativa, y, se presentará los resultados mediante textos descriptivos. Por consiguiente, para cumplir con el objetivo número dos, se realizarán técnicas de observación y entrevistas mediante herramientas de ficha de observación y formulario de preguntas, respectivamente, y, se presentará los resultados mediante textos descriptivos. Además, se realizará una ficha de cuadro de áreas y dimensiones de la Residencia Universitaria. Por último, para cumplir con el objetivo número tres, se realizará el diseño mediante el uso de herramientas de Inteligencia Artificial (IA), y, se presentará los resultados mediante la comparación del diseño asistido por herramientas de IA con el diseño original.

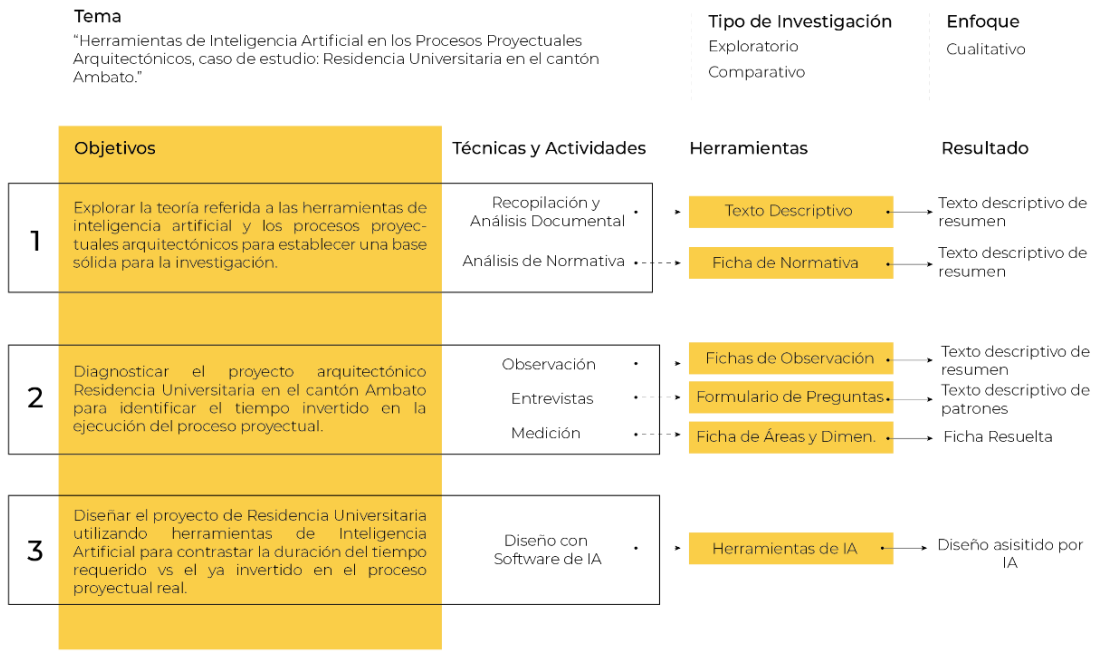


Figura N.- 3. Estructura del Diseño Metodológico

2.1.1. Enfoque de la Investigación

La investigación se basa en un **enfoque cualitativo** debido a la capacidad que este ofrece para profundizar en la comprensión de los fenómenos sociales relacionados con la implementación de herramientas de Inteligencia Artificial en los procesos proyectuales arquitectónicos. Asimismo, el enfoque es relevante en cuanto a la flexibilidad que ofrece, lo que permite adaptarse a las necesidades que vayan surgiendo a medida que la investigación avance. Además, el enfoque, al centrase en la subjetividad de los participantes, permite conocer a profundidad la influencia y

efectividad que generan las herramientas de Inteligencia Artificial, permitiendo generar teorías que contribuyan al avance del conocimiento del tema.

Según Rojas (2023), el enfoque cualitativo es un método que se utiliza para profundizar el comportamiento humano y sus razones. Se centra en la exploración de actitudes, comportamientos y experiencias a través de técnicas como entrevistas, observaciones y revisión bibliográfica. Los investigadores cualitativos analizan la información mediante la búsqueda de temas y patrones comunes. Este enfoque permite una comprensión subjetiva del tema de estudio, priorizando calidad ante cantidad y proporcionado una perspectiva holística del fenómeno investigado. (Rojas, 2023)

Este enfoque proveerá una profunda comprensión de los problemas que enfrentan las empresas constructoras en el cantón Ambato y del potencial que las herramientas de Inteligencia Artificial ofrecen para solucionar estos problemas. Asimismo, permitirá identificar los beneficios que estas herramientas ofrecen dentro del contexto del cantón Ambato.

En conclusión, en base a la revisión documental, este método pretende profundizar el tema de estudio, respondiendo a un contexto específico y a las experiencias de los profesionales involucrados, por lo cual, se considera que el enfoque cualitativo es el más acertado para llevar a cabo los objetivos planteados en la investigación.

2.1.2. Modalidad Básica de la Investigación

La investigación se lleva a cabo utilizando una modalidad de tipo bibliográfico, que implica una exhaustiva revisión documental de fuentes bibliográficas relevantes en el ámbito del tema de estudio. Según Matos (s/f, p.1) “La investigación bibliográfica consiste en la revisión de material bibliográfico existente

con respecto al tema a estudiar. Se trata de uno de los principales pasos para cualquier investigación e incluye la selección de fuentes de información."

Guillermina Baena, licenciada en Ciencias de la Información (citado en Matos, s/f, p. 2) define: "La investigación documental es una técnica que consiste en la selección y recopilación de información por medio de la lectura, crítica de documentos y materiales bibliográficos, de bibliotecas, hemerotecas y centros de documentación e información".

Además, la investigación bibliográfica abarca una serie de pasos para llegar a un resultado; observación, indagación, interpretación, reflexión y análisis (Matos, s/f).

Por otro lado, la investigación bibliográfica involucra procesos epistemológicos complejos; análisis, recapitulación e hipótesis. También, se realiza de forma organizada y en base a objetivos claros. La finalidad de este tipo de investigación es el construir una base sólida de conocimientos necesarios para desarrollar la investigación de manera adecuada (Matos, s/f).

En conclusión, con el objetivo de lograr una base teórica sólida para la investigación, se realizará una investigación de tipo bibliográfica, en donde, se obtendrá información mediante fuentes confiables como; libros, revistas, artículos, tesis previas, páginas web, entre otras, relevantes al tema de los procesos proyectuales arquitectónicos y las herramientas de inteligencia artificial.

2.1.3. Nivel o Tipo de Investigación

El nivel de investigación se considera de tipo **exploratoria,** debido al escaso conocimiento e información que existe actualmente sobre el tema de investigación**.**

Además, se pretende establecer las bases de conocimiento para abrir las puertas para futuras investigaciones más profundas. Según Rojas (2023, p.146) el objetivo de este nivel de investigación es "examinar o explorar un asunto poco estudiado o no abordado antes. Este tipo es útil para determinar tendencias, identificar relaciones potenciales entre variables y establecer elementos (pautas, indicadores) para considerar la realización de estudios posteriores más rigurosos y específicos."

Por otro lado, se pretende realizar una comparación entre los proyectos arquitectónicos realizados únicamente por el profesional arquitecto y los proyectos arquitectónicos asistidos por herramientas de inteligencia artificial, por lo que, el otro nivel que se ejecutará será de tipo **comparativo**. Según Rojas (2023, p.146), el objetivo de este tipo de investigación es "la identificación de diferencias y semejanzas con respecto a la aparición de un evento en dos o más contextos grupos o situaciones diferentes."

2.2. Población y Muestra

Como se observa en la Figura N.- 4, para la investigación planteada, se considera como población todos los involucrados en los procesos proyectuales arquitectónicos, de manera general a las empresas constructoras del cantón Ambato, y de manera específica a los arquitectos que intervienen en el diseño del proyecto arquitectónico, así como, ingenieros civiles, eléctricos e hidrosanitarios y diseñadores de interiores que intervienen de forma indirecta en el proceso de diseño. Para cumplir con el objetivo de la investigación se realiza la entrevista al dueño de la empresa Proyect Plus y al arquitecto encargado del diseño arquitectónico de la Residencia Universitaria. Además, los estudiantes de arquitectura o ingeniería civil que busquen optimizar sus procesos de diseño.

Asimismo, también se considera como población a el cliente o propietario del proyecto de Residencia Universitaria, así como los usuarios, que son quienes habitan en el proyecto, en este caso, los estudiantes universitarios del cantón Ambato, para esto, se realiza la encuesta a dos estudiantes escogidos al azar que actualmente estén habitando en la Residencia Universitaria.

Por otro lado, al ser una investigación con enfoque cualitativo, no existe una muestra como tal, como lo declara Rojas (2023, p.149), "el muestreo es un procedimiento propio de la investigación cuantitativa, así que aplicar este tipo de métodos en una investigación cualitativa, dejaría en evidencia un desconocimiento total de los enfoques y una grave contradicción metodológica y conceptual."

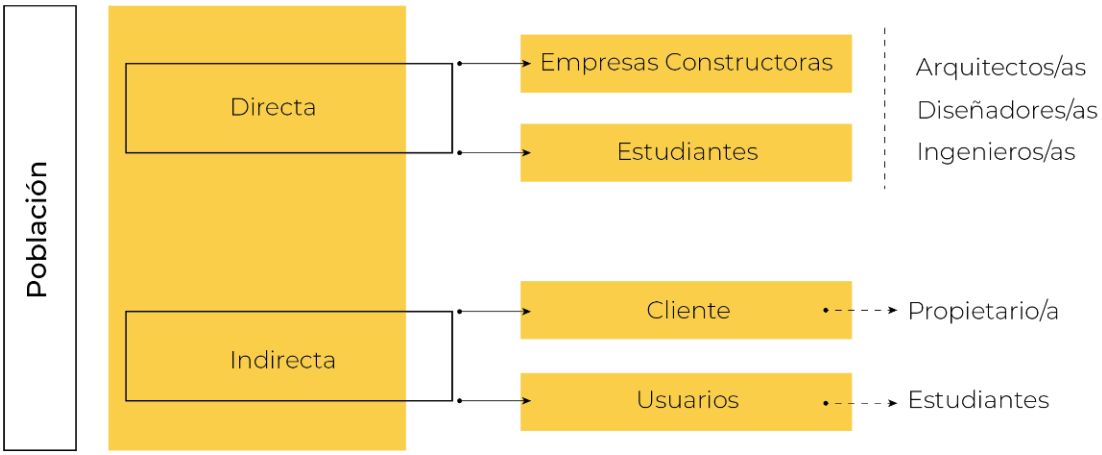


Figura N.- 4. Población de la Investigación

2.3. Técnicas de Recolección de Datos

Con el fin de cumplir con los objetivos planteados, se emplean ciertas técnicas de recolección de datos para obtener la información fundamental para la investigación. Para lo cual, este proceso se divide en técnicas e instrumentos. Según Rojas (2023), las técnicas son estrategias para la recolección de datos, mientras los instrumentos, son recursos que se utilizan para cumplir con las técnicas, las cuales van a depender del tipo de enfoque que se atribuye a la investigación.

A continuación, se muestra una tabla de resumen de las técnicas e instrumentos que se implementarán para cumplir con los objetivos. (Véase Figura N.- 5)

Objetivos Específicos	Técnicas	Instrumentos
Explorar la teoría referida a las herramientas de inteligencia artificial y los procesos proyectuales arquitectónicos para establecer una base sólida para la investigación.	Recopilación y Análisis Documental	Texto Descriptivo
	Análisis de Normativa	Ficha Resumen de Normativa
Diagnosticar el proyecto arquitectónico Residencia Universitaria en el cantón Ambato para identificar el tiempo invertido en la ejecución del proceso proyectual.	Observación	Fichas de Observación
	Entrevistas	Formulario de Preguntas
	Medición de sitio	Ficha de Áreas y Dimensiones

Figura N.- 5. Resumen de Técnicas de Recolección de Datos

2.4. Instrumentos de Análisis

2.4.1. Objetivo 1

a. Ficha de Resumen de Normativa

Esta ficha tiene la finalidad de registrar un resumen de toda la normativa relevante para el desarrollo del proyecto arquitectónico, y así, lograr tener la información de manera más rápida y ordenada. La información requiere de normativa general de proyecto como; retiros, altura en pisos y dimensión, coeficiente de ocupación del suelo y coeficiente total de ocupación del suelo, así como información específica sobre requerimientos y dimensiones mínimas de espacios interiores arquitectónicos de residencias.

Tabla N.- 1. Ficha Resumen de Normativa

FICHA DE RESUMEN DE LA NORMATIVA VIGENTE			
Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Diseño y Arquitectura			
Proyecto de Investigación			
"Herramientas de Inteligencia Artificial en los Procesos Proyectuales Arquitectónicos, caso de estudio: Residencia Universitaria"			
1. Normas Particulares			
Uso Principal		Retiro Frontal	
Lote Mínimo		Retiro Posterior	
Frente Mínimo		Retiro Lateral	
Forma de Implantación		COS(%)	
Altura de Edificación Básica (Pisos)		CUS(%)	
Altura de Edificación Máxima (Pisos)		Densidad Mínima/Máxima (Viv/Ha)	
2. Normas de Arquitectura y Urbanismo			
Espacios Mínimos para considerarse unidad de vivienda		Dormitorio, Sala de estar, Cocina, Cuarto de Baño, Área de Servicio	
Dimensiones Útiles Mínimas de Espacios			
Espacio	**Lado Mínimo (m)**	**Área Útil Mínima (m2)**	
Sala / Comedor			
Cocina			
Dormitorio Principal			
Dormitorio 2			
Dormitorio 3			
Baño			
Lavandería			
Dormitorio de Servicio			
Dimensiones Útiles Mínimas Complementarias de Espacios			
Cocina			
Mesa de Trabajo			
Bodegas			
Cantidad		Dimensión	
Baño			
Ducha	Lado mínimo	Área mínima	
Ducto de Ventilación	Lado mínimo	Área mínima	
Consideraciones Complementarias de Espacios Comunales y Privados			
Puertas			
Principal/Ingreso	Interior	Baños	
Pasillos			
Interior de Vivienda		Comunales	
Escaleras			
Interior de Vivienda	Comunales	Sótano	
Estacionamientos			
Emplazamiento libre	Emplazamiento con un obstáculo	Emplazamiento con dos obstáculos	
Ascensor			
Dimensiones de cabina	Vano de Puerta	Pasamano	
Servicios Colectivos	**Servicios Comunales Existentes**		

2.4.2. Objetivo 2

a. Ficha de Observación

Esta ficha, según Rojas (2023, p.153), constituye “un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información, para el cual el investigador se apoya en sus sentidos (vista, oído, sentidos, kinestésicos y cinestésicos, olfato, tacto…) la observación es la apertura integral de la persona (sentidos internos y sentidos externos, vivencias, percepción intelecto), con respecto a lo que le circunda, así como la selección, registro sistemático y codificación del conjunto de hechos, situaciones o conductas observadas. Siendo esta ficha de gran importancia para lograr un diagnóstico completo del proyecto de Residencia Universitaria en el cantón Ambato. Ver anexo 1.

b. Formulario de Preguntas para Entrevistas

La Entrevista es una técnica relevante para la investigación de enfoque cualitativo, la cual permite recolectar información importante para emplear en la investigación. Asimismo, está técnica consta de una serie de preguntas cuidadosamente descritas por parte del investigador hacia una persona que pueda proporcionar información útil para la investigación. (Rojas, 2023)

La entrevista pretende realizarse, en primera instancia a los estudiantes de la Residencia Universitaria, con el objetivo de conocer su grado de satisfacción respecto a los espacios arquitectónicos del lugar, para proporcionar un punto de partida para el desarrollo del nuevo proyecto. En segunda instancia, se pretende realizar entrevistas a los profesionales involucrados en el proceso con la finalidad de obtener información relevante respecto al tiempo de duración del proyecto realizado para poder lograr una comparativa entre el proceso realizado por los profesionales y se realizará mediante asistencia de herramientas de Inteligencia Artificial.

Tabla N.- 2. Formulario de preguntas para entrevistas a los usuarios

FORMULARIO DE PREGUNTAS ENTREVISTA AL USUARIO	
Fotografía del/a entrevistado/a Nombre del Entrevistado/a N° Suite Tiempo de Estancia	1 ¿Qué tan satisfecho estás con las instalaciones de la residencia estudiantil, incluyendo los espacios comunes, dormitorios, baños y áreas de estudio? Y, ¿qué sugieres para mejorar el grado de satisfacción de tu experiencia en la Residencia Universitaria?
	2 ¿Con qué frecuencia utilizas los espacios comunes de la residencia; las áreas lúdicas, lavandería y áreas verdes? ¿Por qué? ¿Te gustaría que hubiera algún otro espacio común adicional?
	3 ¿Cómo calificarías la comodidad y funcionalidad de tu suite en términos de tamaño, mobiliario, iluminación y ventilación? ¿Qué sugieres para mejorar los espacios?
	4 ¿Qué piensas sobre la accesibilidad de la residencia estudiantil en términos de facilidad de movimiento y acceso para personas con discapacidad? ¿Piensas que se debería incorporar elementos como un ascensor o rampas?
	5 ¿Consideras que hace falta algún espacio adicional en la residencia estudiantil para satisfacer las necesidades y actividades de los residentes? En caso afirmativo, ¿qué tipo de espacio crees que sería beneficioso agregar y por qué?
	6 ¿Qué aspectos del diseño arquitectónico de la residencia estudiantil crees que podrían mejorarse para aumentar tu satisfacción y la de otros residentes?

Tabla N.- 3. Formulario de preguntas para entrevistas a los profesionales

FORMULARIO DE PREGUNTAS ENTREVISTA A LOS PROFESIONALES IMPLICADOS	
Fotografía del/a entrevistado/a Nombre del Entrevistado/a Cargo Trabajo Realizado	1 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuáles fueron las necesidades y requerimientos del cliente? ¿Estos requerimientos se aumentaron o cambiaron a medida que se presentaban propuestas al cliente?
	2 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Se limitó la parte económica por parte del cliente? En caso afirmativo, ¿Cuál fue el limitante presupuestal del cliente?
	3 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuánto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño de plantas hidrosanitarias y eléctricas? ¿Cuál es el mayor desafío de esta etapa?
	4 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuánto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño estructural? ¿Existió una correcta coordinación entre diseño arquitectónico y diseño estructural?
	5 ¿Cuánto tiempo se empleó en la fase final del desarrollo de planos arquitectónicos, hidrosanitarios, eléctricos y estructurales finales del proyecto de Residencia Universitaria?
	6 ¿Cuánto tiempo se empleó en el desarrolló del presupuesto y cronograma de obra? ¿Cuál es el mayor desafío de esta etapa?
	7 En términos generales, ¿Cuánto tiempo aproximadamente se empleó en el proyecto de Residencia Universitaria, desde la primera reunión de acercamiento con el cliente hasta la entrega de planos aprobados, permiso de construcción, presupuesto y cronograma de construcción?
	8 ¿Se han identificado cuellos de botella o áreas del proceso de diseño que suelen llevar más tiempo? ¿Cuáles y por qué?

Tabla N.- 4. Formulario de preguntas para entrevistas a los profesionales implicados 2

FORMULARIO DE PREGUNTAS ENTREVISTA A LOS PROFESIONALES IMPLICADOS	
Fotografía del/a entrevistado/a Nombre del Entrevistado/a Cargo Trabajo Realizado	1 Específicamente en el proyecto de Residencia Universitaria del cantón Ambato, ¿Cuánto tiempo se dedica normalmente a la recopilación de datos y requisitos del proyecto antes de comenzar el proceso de diseño? ¿Cuál es el mayor desafío de esta etapa?
	2 Específicamente en el proyecto de Residencia Universitaria del cantón Ambato, ¿Cuáles fueron los requerimientos y necesidades del cliente?
	3 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuánto tiempo aproximado se necesitó para completar la fase inicial de conceptualización y boceteo de la idea del diseño arquitectónico?
	4 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuánto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño de plantas arquitectónicas y fachadas?
	5 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuánto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño interior? ¿Existe una correcta coordinación entre la fase de diseño arquitectónico y la fase de diseño de interiores?
	6 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Se desarrolló algún tipo de visualización arquitectónica (modelos 3D, renders, recorridos virtuales)? En caso de ser afirmativo ¿Cuánto tiempo se empleó y cuál es el mayor desafío de esta fase?
	7 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuánto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño de plantas hidrosanitarias y eléctricas?
	8 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuánto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño estructural?
	9 ¿Cúanto tiempo se empleó en la fase final del desarrollo de planos arquitectónicos, hidrosanitarios, eléctricos y estructurales finales del proyecto de Residencia Universitaria?
	10 En términos generales, ¿Cuánto tiempo aproximadamente se empleó en el proyecto de Residencia Universitaria, desde la primera reunión de acercamiento con el cliente hasta la entrega de planos aprobados y permiso de construcción?
	11 ¿Se han identificado cuellos de botella o áreas del proceso de diseño que suelen llevar más tiempo? ¿Cuál es la razón detrás de esto?

c. Ficha de Áreas y Dimensiones

La ficha de cuadro de áreas y dimensión permitirá conocer a fondo la edificación de Residencia Universitaria ubicada en Ambato, con el fin de obtener datos importantes que posteriormente se utilizaran para subir a la plataforma de Inteligencia Artificial "Architectures" para generar automáticamente un diseño que tengan relación con el original.

Tabla N.- 5. Ficha de cuadro de áreas y dimensiones de la Residencia Universitaria

FICHA DE ÁREAS Y DIMENSIONES RESIDENCIA UNIVERSITARIA			
ÁREAS - GENERAL			
ÁREA DE PREDIO			
ALTURA DE ENTREPISO			
ÁREA TOTAL PLANTA BAJA			
ÁREA TOTAL PRIMERA PLANTA ALTA			
ÁREA TOTAL SEGUNDA PLANTA ALTA			
ÁREA TOTAL DE CONSTRUCCIÓN			
COS			
COS TOTAL			
ÁREAS	PLANTA BAJA	1RA PLANTA ALTA	2DA PLANTA ALTA
ÁREA TOTAL DE ÁREAS VERDES			
ÁREA TOTAL DE PARQUEADEROS			
ÁREA TOTAL DE PASILLOS			
ÁREA TOTAL DE COCINA			
ÁREA TOTAL DE COMEDOR			
ÁREA TOTAL DE SALA			
ÁREA TOTAL DE SALA DE ESTAR			
ÁREA TOTAL DE DORMITORIO 1			
ÁREA TOTAL DE DORMITORIO 2			
ÁREA TOTAL DE DORMITORIO 3			
ÁREA TOTAL DE BAÑO SOCIAL			
ÁREA TOTAL DE BAÑO COMPLETO			
ÁREAS - COMUNALES		CAJA DE GRADAS	
ÁREA PASILLOS PLANTA BAJA		N° DE ESCALONES	
ÁREA PASILLOS PRIMERA PLANTA ALTA		HUELLA	
ÁREA PASILLOS SEGUNDA PLANTA ALTA		CONTRAHUELLA	
ÁREA TOTAL DE PASILLOS		DESCANSO	
ÁREA TOTAL DE ÁREAS VERDES		LARGO TOTAL	
ÁREA TOTAL DE LAVANDERÍA		ANCHO TOTAL	
ÁREA TOTAL DE ZONA LÚDICA		HUECO	

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de los Resultados

3.1.1. Objetivo 1

Los resultados del objetivo 1 se encuentran plasmados en el capítulo I: Marco Teórico de esta investigación. En el apartado de anexos se puede encontrar la ficha de normativa resuelta. (Ver Anexo 2).

3.1.2. Objetivo 2

Con el fin de cumplir con el objetivo número dos se realizó una ficha de observación de sistemas constructivos espaciales y acabados con el fin de obtener información necesaria sobre el contexto y las especificaciones físicas de la Residencia Universitaria, y las diferentes entrevistas realizadas a los usuarios que residen actualmente la Residencia Universitaria para conocer sus necesidades y requerimientos basado en su experiencia viviendo en las instalaciones, y, a los profesionales involucrados en el proceso proyectual arquitectónico con el fin de obtener información de duración de las diferentes etapas del diseño, así como los requerimientos en los cuales se basaron para diseñar la Residencia Universitaria.

A. Resultados de la Aplicación de Ficha de Observación

La ficha de observación desarrollada ayudó con la obtención del conocimiento necesario para realizar un diagnóstico general del bien inmueble de la Residencia Universitaria, la misma que servirá como guía para el proceso de diseño del mismo proyecto con herramientas de Inteligencia Artificial, y, para su posterior comparación entre ambas metodologías. En el apartado de anexos se puede encontrar la ficha de observación. (Ver Anexo 3).

➢ Análisis de Contexto

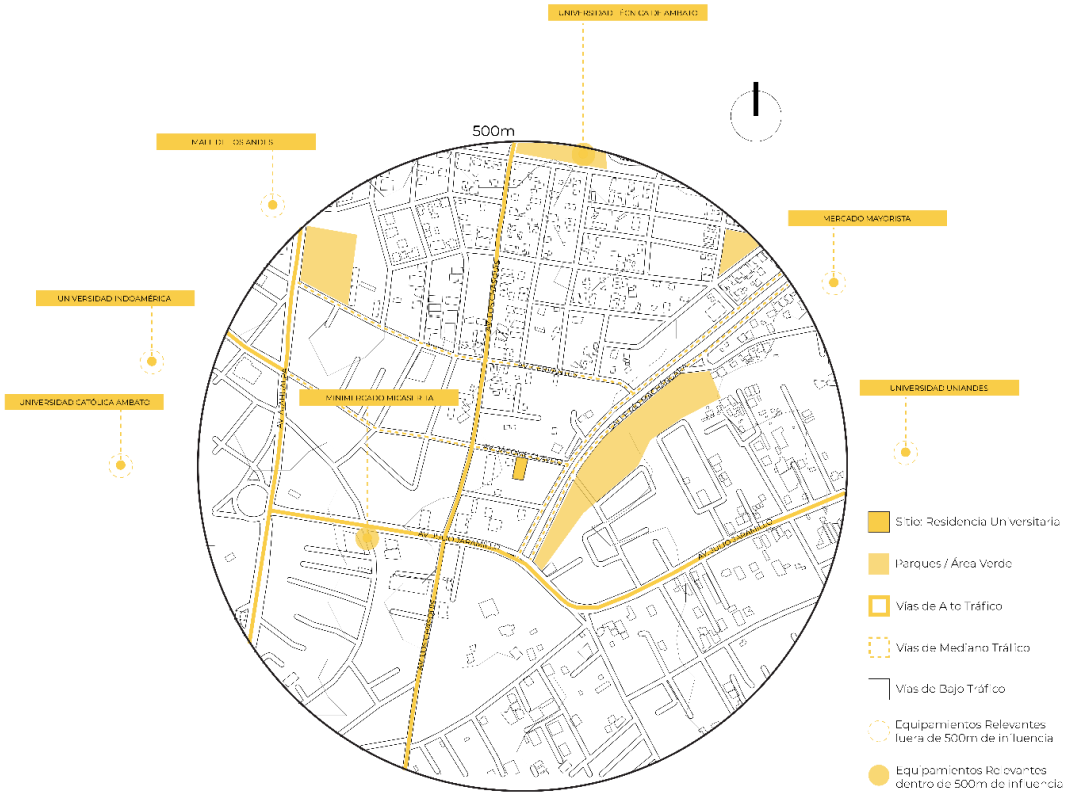


Figura N.- 6. Cuadro de Análisis de Contexto

La Residencia Universitaria se encuentra ubicada en la Av. Jácome Clavijo y la Av. Los Chásquis, en la parroquia Celiano Monge, cantón Ambato. La ubicación es ideal debido a su cercanía con las cuatro Universidades de Ambato, en un radio de influencia de 500 metros, se encuentra la Universidad Técnica de Ambato, y, aunque, las demás Universidades no se encuentren en el radio, tiene la facilidad de tener los autobuses cerca que los deja en su destino.

Los equipamientos cercanos relevantes, además de las Universidades mencionadas, son; el minimercado Mi Caserita, el cual sirve de complemento para la residencia al ser un lugar de venta de artículos de primera necesidad, el Mall de los Andes, centro comercial de alto impacto, en donde, además del supermercado Megamaxi, se encuentran tiendas de artículos personales, como ropa, accesorios, teléfonos, suplementos, patio de comidas, entre otros, así como la marca de gimnasio SmartFit, además, el Mercado Mayorista, donde se encuentran artículos alimenticios y complementos a bajo costo. Además, existen varias farmacias, tiendas, papelerías, restaurantes que sirven de complemento para los estudiantes universitarios.

Asimismo, la Residencia Universitaria se encuentra rodeada por parques que sirven de lugar de dispersión y entretenimiento para los universitarios, el parque Lineal se encuentra tan solo cruzando la cuadra, y, en donde, existen varias canchas de fútbol, básquet y voleibol, además de juegos infantiles, máquinas de ejercicio y mucha área verde. Además, el parque Nueva Ambato, que se encuentra a una cuadra de la Universidad Técnica de Ambato, y un sitio de encuentro para los universitarios que salen de sus actividades diarias. Al oeste, se encuentra el Estadio de Huachi Chico, el cual sirve de lugar de entretenimiento para los estudiantes. Asimismo, dentro de la Universidad Técnica de Ambato, se encuentran varios sitios de dispersión, canchas recreativas, áreas verdes de relajación, piscina, coliseo, entro otros.

Por otro lado, existen varias vías de gran relevancia que rodean a la Residencia. La Av. Jácome Clavijo, en donde se encuentra el sitio de estudio, es una

vía de mediano tráfico vehicular y media afluencia peatonal, así como la calle Río Machángara, perpendicular a esta y en donde se encuentra el Parque Lineal y la Av. Cervantes, que, si bien es avenida, la parte que se encuentra antes de la Av. Atahualpa no constituye un alto tráfico vehicular ni peatonal. La Av. Los Chásquis, perpendicular al sitio, y en donde se encuentra la Universidad Técnica de Ambato, es de alto tráfico vehicular y gran afluencia peatonal, así como la Av. Julio Jaramillo que se encuentra a dos cuadras al sur del sitio, una avenida de alto tráfico debido a sus múltiples comercios a lo largo de esta, además, la Av. Atahualpa, debido a que aquí se encuentra el Mall de los Andes y el Municipio de Ambato, así como otros negocios de alta relevancia.

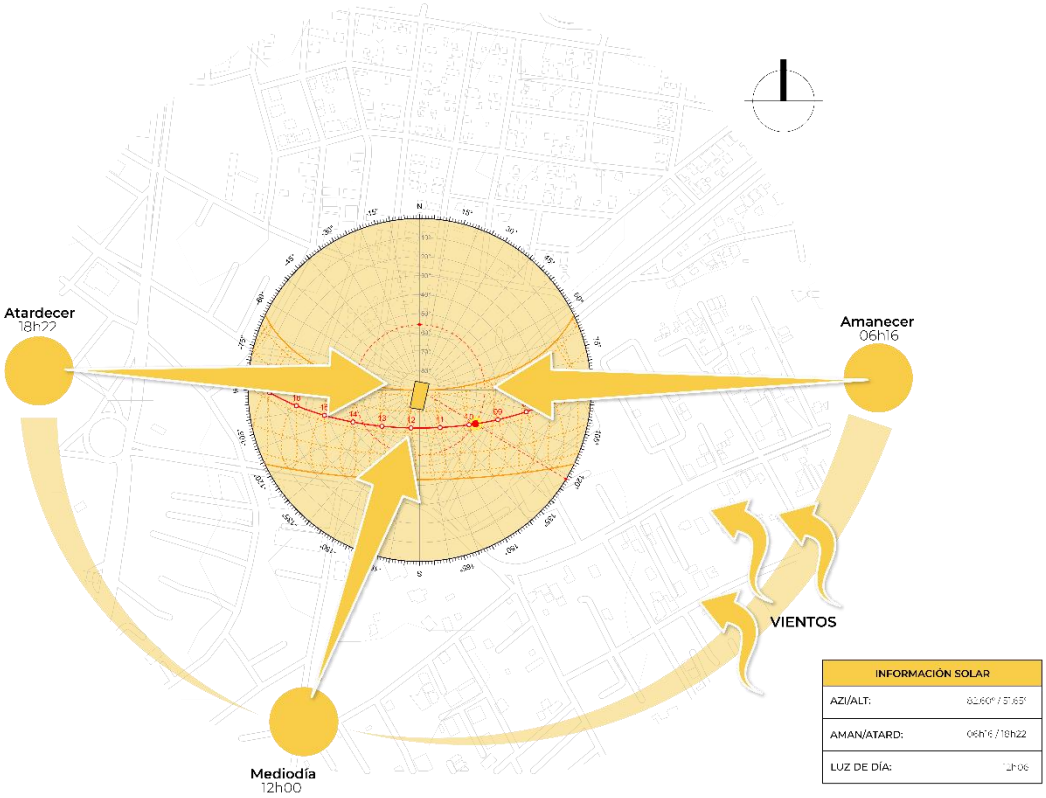


Figura N.- 7. Cuadro de Análisis de Asoleamiento y Vientos

Por otro lado, existe una alta influencia solar en el sitio de estudio, en donde amanece a las 06h16 y anochece a las 18h22. El sentido de influencia solar es de este a oeste, tal como se observa en la Figura N.-7**,** teniendo en cuenta que al lado derecha de la edificación se encuentra una construcción de dos pisos de alto, y, al lado izquierdo, una construcción de tres pisos de alto, por lo tanto, en la mañana, el ingreso de luz solar será menor al de la tarde. Además, como se observa en la Figura N.-7**,** existe una gran influencia de vientos en esta zona, con una dirección sureste y una temperatura que oscila entre los 11° y los 15°, según datos meteorológicos obtenidos de Windfinder (2024).

Por otro lado, cabe resaltar, que la residencia se encuentra ubicada en una zona consolidada que cuenta con todos los servicios básicos; agua, luz, teléfono, alcantarillado y recolección de basura. Además, se encuentra ubicada en una zona residencial segura, en donde se tienen cámaras de seguridad, alarma comunitaria y botones de pánico en cada una de las residencias. La vía principal es de doble carril, aproximadamente de 6,50 metros, y, se encuentra asfaltada por una parte y por otra, adoquinada, y, las veredas son de hormigón de aproximadamente 1,20 metros de ancho.

- **Características de la Residencia Universitaria**

a. Cerramiento

La Residencia Universitaria se encuentra resguardada por medio de un cerramiento semipermeable de ladrillo y verjas de acero. En el lado derecho se encuentra la puerta vehicular de aproximadamente 3,00 metros de ancho, la misma que está construida por medio de verjas verticales de acero recubiertas de pintura negra mate. Seguido de la entrada vehicular, se encuentra un muro totalmente recubierto de piedra volcánica de tonos grises. A partir de esto, se encuentra un muro de unos 40 centímetros de alto aproximadamente, de ladrillo, el cual está enlucido y posteriormente recubierto de pintura blanca lisa, sobre el que apoyan verjas de manera vertical recubiertas de pintura negra mate. Al lado izquierdo, se encuentra el ingreso peatonal, construido, al igual que la puerta vehicular, de verjas verticales de acero recubiertas de pintura negra mate, además, se encuentra rodeada por jardineras

exteriores, y, a la derecha, se encuentran los medidores, de agua y luz, la salida de agua para bomberos y el tablero de los intercomunicadores, pertenecientes a cada suite.

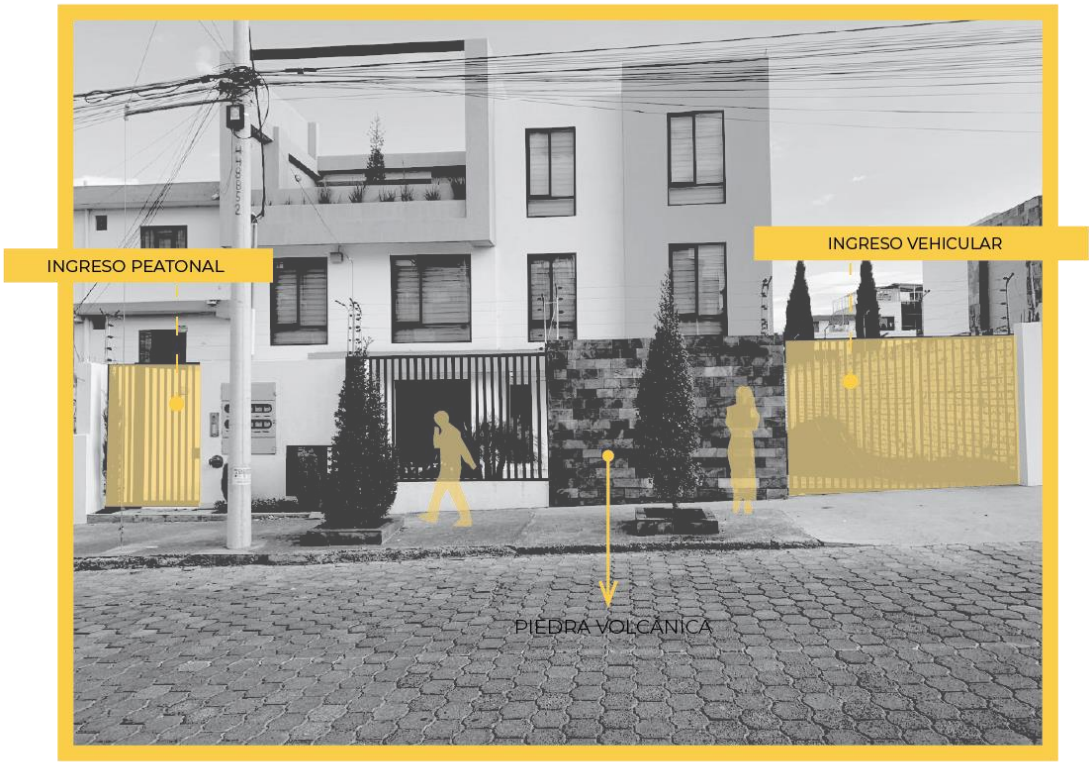


Imagen N.- 12. Fotografía Residencia Universitaria – Exterior

b. Áreas Exteriores

Al ingresar a la Residencia, a la derecha, se encuentra un jardín frontal grande, con plantas a los alrededores y en el centro. Al lado izquierdo, mediante la puerta vehicular se accede al parqueadero de los residentes, el mismo que se encuentra ubicado en el retiro lateral de tres metros, con una capacidad de tres autos estacionados en fila y tiene un acabado de hormigón liso color gris. En la parte posterior de la edificación, se encuentra un terreno baldío de tierra, así como el tanque cisterna para la edificación.

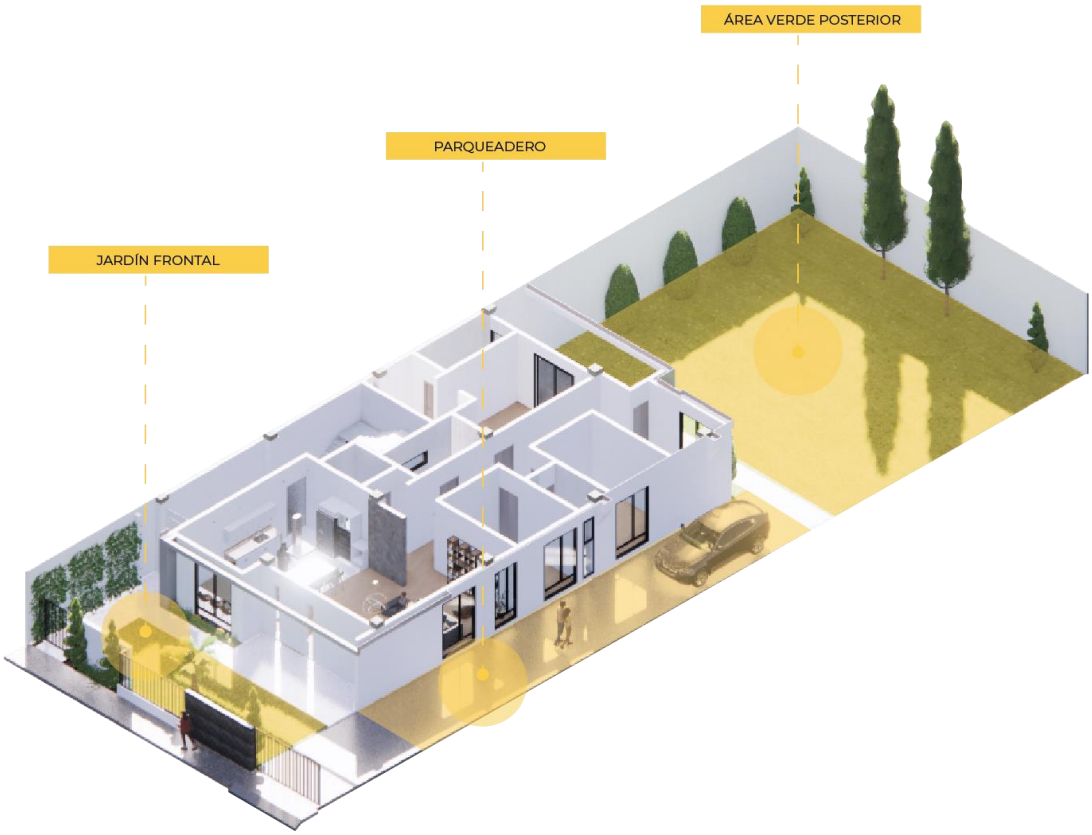


Figura N.- 8. Axonometría Explotada

Nota. Obtenido de la Empresa de diseño y construcción Proyect Plus, 2019

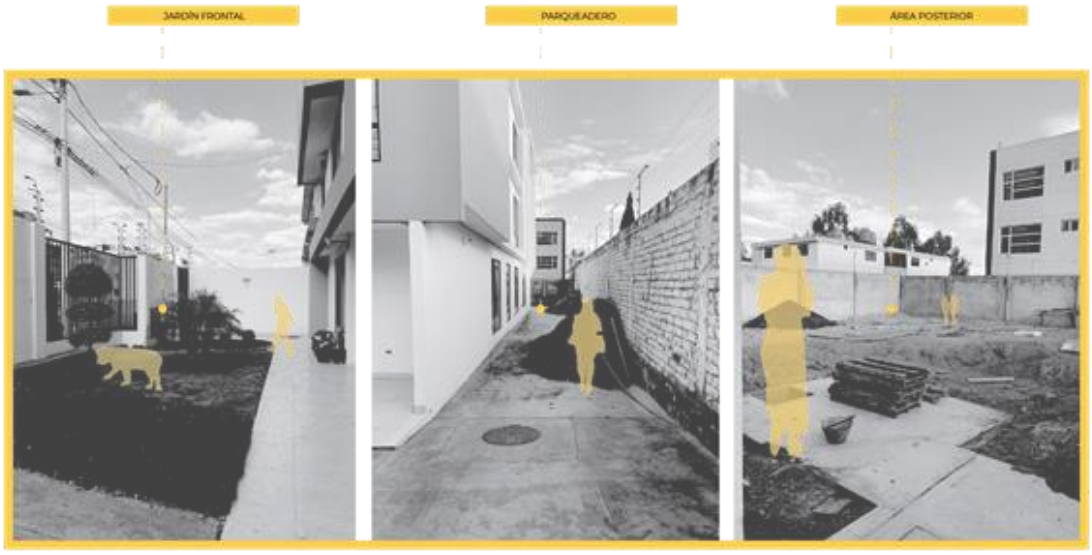


Imagen N.- 13. Fotografías Áreas Exteriores.

c. Fachadas de la Residencia Universitaria

La Residencia está formada de una fachada frontal simple, en donde destacan dos volúmenes, por el lado derecho se encuentra un volumen que sobresale unos dos metros aproximadamente, enlucido y pintado con textura grafiada de color gris claro, este espacio tiene una jardinera por la parte frontal, una viga de acero encima y no cuenta con cubierta. Por el lado izquierdo, sobresale un volumen con un metro aproximadamente, el mismo que está enlucido y recubierto de pintura lisa color gris claro, este volumen se extiende a manera de volado y termina bajando hacia el nivel de planta baja por medio de una pared. En este volumen se encuentran ventanas de 1.15 m de ancho y 2.50 m de alto. El volumen de fondo se encuentra enlucido y recubierto de pintura blanca grafiada y en esta se encuentran, por el lado derecho e izquierdo, ventanas de 1.15 m de ancho y 2.50 m de alto y, en el centro, ventanas de 1.90 m de ancho y 2.50 m de alto.

La fachada lateral es llana, enlucida y recubierta de pintura lisa color blanco, en donde el volumen frontal de la parte izquierda también sobresale, además cuenta con pequeños detalles a manera de losa volada. En esta fachada, las ventanas son de 1.70 m de ancho y 2.50 m de alto, exceptuando las ventanas centrales de la izquierda que tienen una dimensión de 1.15 m de ancho y 2.50 m de alto.

Por la parte posterior, la fachada es simple, las paredes son enlucidas y recubiertas de pintura lisa color blanco, y, en donde sobresale un volumen desde el último piso, enlucido, recubierto de pintura lisa de color gris claro, el mismo que llega hasta el nivel de planta baja que descansa sobre un pórtico de hormigón que se alza tres gradas sobre el nivel de tierra. En esta fachada, las ventanas son de 1.15 m de ancho y 2.50 m de alto, exceptuando las ventanas centrales de la derecha que tienen una dimensión de 1.90 m de ancho y 2.50 m de alto



Imagen N.- 14. Fotografías de Fachadas Residencia Universitaria

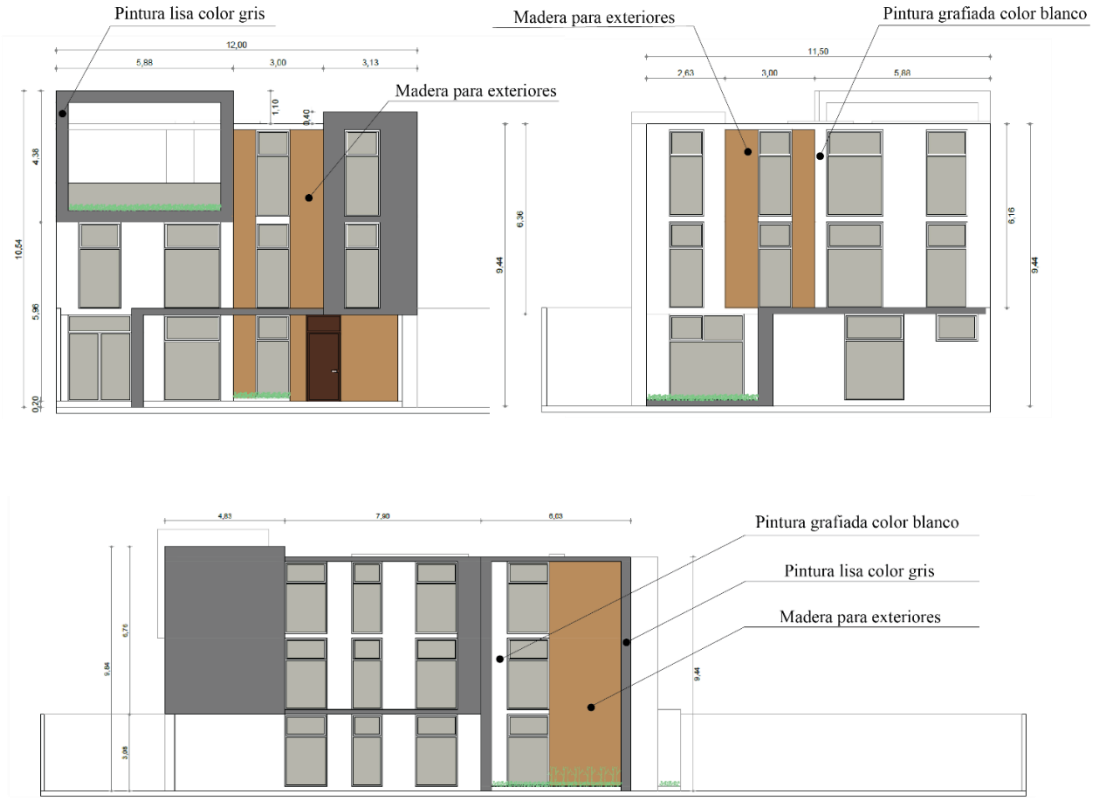


Figura N.- 9. Fachadas de la Residencia Universitaria

Nota. Obtenido de la Empresa de diseño y construcción Proyect Plus, 2019

d. Áreas Comunales

El ingreso a la Residencia Universitaria es por medio de una puerta de vidrio con acceso biométrico, ubicada frente al ingreso peatonal exterior, por medio de la cual se llega a un pasillo que conduce hacia la caja de gradas, este espacio tiene un acabado de piso con piezas de porcelanato color beige y las paredes son enlucidas y recubiertas por pintura lisa de color blanco satinado.

Las gradas son de estructura metálica recubierta por pintura de color negro mate y sobre la cual se asientan los escalones de granito color gris. En la primera planta alta, se encuentra la bodega de la Residencia para artículos de limpieza, así como la caja de incendios para emergencias, la puerta es de MDP color beige y las paredes enlucidas y recubiertas por pintura lisa de color blanco satinado.

En la segunda planta alta, se encuentra la lavandería comunal, la cual cuenta con fregadero de lavar y un espacio de almacenaje de artículos relativos, así como espacio para máquinas de lavado y secado, este espacio tiene un acabado de piso con piezas de porcelanato color beige y las paredes se encuentran recubiertas por cerámica blanca a manera de rombos.

Además, en la parte frontal, se ubica el área lúdica de la residencia, un área dedicada para la dispersión de los residentes, esta cuenta con una pequeña sala exterior y vegetación, un área al aire libre sin cubierta. Además, a este espacio se accede mediante una puerta de MDP color beige, tiene un acabado de piso con piezas de porcelanato color beige y las paredes se encuentran recubiertas de pintura con textura grafiada de color gris claro.



Figura N.- 10. Áreas Comunales

Nota. Obtenido de la Empresa de diseño y construcción Proyect Plus, 2019

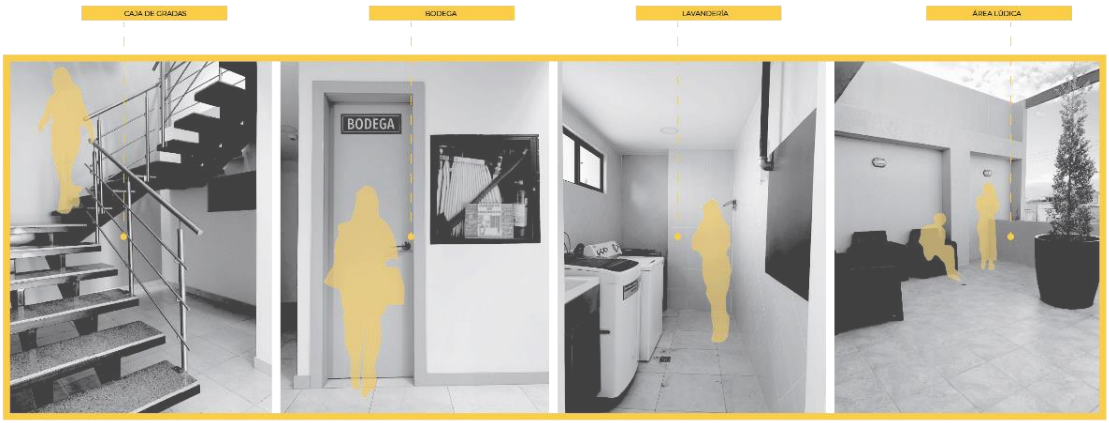


Imagen N.- 15. Fotografías Áreas Comunales

e. Suites

Existen tres tipos de suites, en donde lo único que varía es la ubicación de estas dentro de la edificación, y, por tanto, la iluminación natural que cada una de ellas recibe, los espacios son los mismos y varía en centímetros las áreas internas.

Las suites todas cuentan con una puerta de acceso MDP color beige, en donde les recibe un monoespacio conformado por cocina, comedor y sala, además, se tiene un dormitorio cómodo con espacio para una cama de dos plazas, veladores y un pequeño escritorio, seguido por un baño completo que cuenta con ducha de puerta de vidrio, un inodoro convencional y un lavamanos empotrado sobre granito y un mueble de almacenamiento de MDP RH beige.

Toda la suite tiene un acabado de piso con piezas de porcelanato color beige y las paredes, a excepción del baño, se encuentran recubiertas de pintura lisa color blanco satinado, mientras en el baño se conforman con las mismas piezas de porcelanato sobre sus paredes. Además, los baños tienen un ducto de ventilación junto a la ducha, al no ubicarse hacia la fachada y no contar con ventilación directa.

La iluminación artificial se realiza mediante plafones de luz de día (4000k), redondos, de aproximadamente veinte centímetros de diámetro, ubicados en áreas estratégicas de la suite. Existen dos plafones en el ingreso a la suite, en el pasillo, en el área de sala/comedor, se encuentra un plafón central y uno lateral más pequeño, en la cocina, de igual manera, se encuentra un plafón central que ilumina correctamente todo el espacio, en el baño se encuentra un plafón en el área de la ducha y otro en el área del lavamanos, y, dependiendo de la suite, se encuentra un extractor mecánico de olores sobre la ducha, en el dormitorio, se encuentran cuatro plafones de luz, ubicados en cada una de las esquinas de esta.



Figura N.- 11. Primera Planta Alta

Nota. Obtenido de la Empresa de diseño y construcción Proyect Plus, 2019

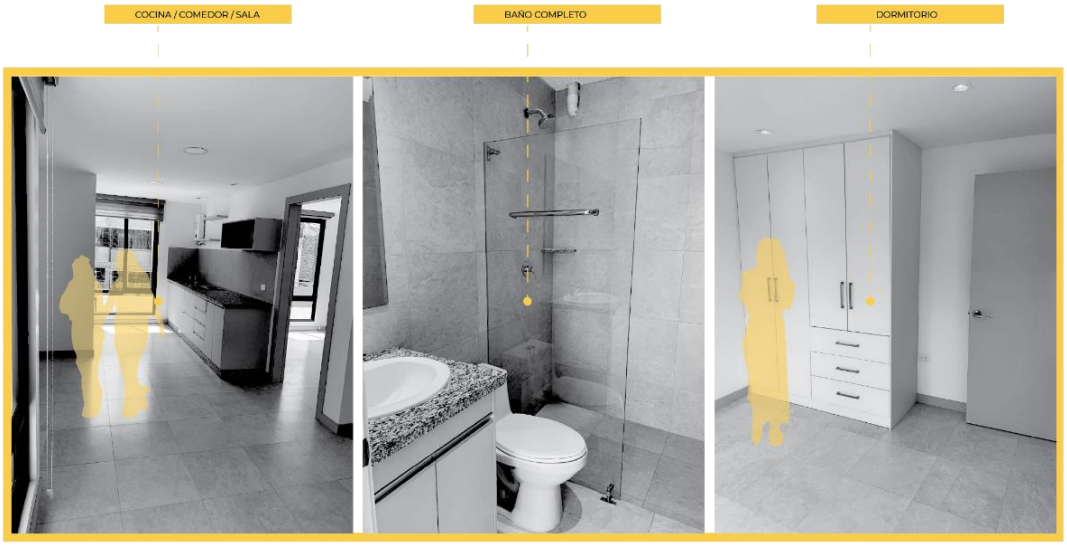


Imagen N.- 16. Interior de Suites

- **Renders originales del proyecto de Residencia Universitaria**

La empresa de diseño y construcción Proyect + Plus realizó los siguientes renders para el cliente final, generados mediante un modelado 3D y previamente renderizado con los motores de Lumion y Enscape. Los resultados se muestran en siguientes imágenes (Imagen N.- 17 - 20)



Imagen N.- 17. Render exterior realizado con el motor de render de la aplicación Lumion

La Imagen N.-17 muestra el render exterior final realizado por la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus, con el fin de mostrar al cliente final, una aproximación a como se vería el proyecto real, en cuanto a volumetría, fachada, colores y texturas, así como el uso de vegetación como estrategia para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y la imagen de la edificación en sí. El proyecto real construido se encuentra bastante parecido al render, exceptuando de ciertos colores y texturas que no se incluyeron en la construcción, así como cierta vegetación que aún se encuentra en crecimiento.



Imagen N.- 18. Render interior del área social de planta baja realizado con Enscape

La Imagen N.-18 muestra el render interior final del área social de la planta baja realizado por la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus, con el fin de mostrar al cliente final, una aproximación a como se vería el proyecto real construido, sin embargo, actualmente la planta baja se encuentra en obra muerta, por lo que no se puede saber si se realizará la construcción tal como muestra el render.



Imagen N.- 19. Render interior de la suite 2 en planta alta realizado con Enscape

La Imagen N.-19 muestra el render interior final de la suite número dos ubicada en la primera planta alta realizado por la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus, con el fin de mostrar al cliente final, una aproximación a como se vería el proyecto real construido, actualmente, las suites se encuentran ocupadas por residentes, por lo que es difícil saber si el diseño final se realizó de esta manera. Sin embargo, como se observa en la Imagen N.-16, los materiales utilizados y los colores son bastante aproximados al render realizado.



Imagen N.- 20. Render interior del área comunal de la Residencia Universitaria

La Imagen N.-20 muestra el render interior del área comunal ubicada en la segunda planta alta realizado por la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus. Actualmente, como se puede observar en la Imagen N.-15, este espacio cumple con color, colores y texturas planteadas en el render, además, la vegetación que se encuentra en el centro de este espacio si existe en el espacio real, un poco más pequeño del render. Asimismo, este espacio se encuentra amoblado con mobiliario exterior, ubicado en otro lugar al del render, pero ubicado de forma funcional y cómoda para sus habitantes.

- **Presupuesto final del proyecto de Residencia Universitaria**

Con el fin de conocer el precio final para la construcción de la Residencia Universitaria, la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus realizó un presupuesto de obra final para la presentación al cliente. Este presupuesto se obtuvo y se realizó la siguiente tabla (Tabla N.- 6) de resumen para obtener valores necesarios que se utilizarán posteriormente para la realizar la comparación del presupuesto real con el obtenido por las herramientas de Inteligencia Artificial.

Tabla N.- 6. Presupuesto del proyecto de Residencia Universitaria

Rubro	Precio Final
Urbanización y Jardinería	19 855.10 $
Acondicionamiento del Terreno	1 153.32 $
Cimentaciones	8 370.57 $
Estructura	91 211.98 $
Fachada y paredes internas	22 460.72$
Revestimientos y Acabados	79 763.68 $
Carpintería y Cerrajería Interior	43 632.04 $
Carpintería y Cerrajería Exterior	12 288.85 $
Instalaciones de Telecomunicación	1 328.53 $
Intalaciones Eléctricas y Domótica	14 448.36 $
Instalaciones de Agua Potable	7 215.01 $
Instalaciones Sanitarias	4 596.09 $
Iluminación	7 883.62 $
Mobiliario fijo	20 759.20 $
Total	334 967.05 $

a. Resultados de la Aplicación de Entrevistas

La aplicación de las encuestas realizadas a dos usuarios que habitan en la edificación de Residencia Universitaria contribuyó a la detección de los requerimientos, necesidades y espacios faltantes de la edificación, gracias a la experiencia obtenida por parte de los usuarios mediante la estancia en el lugar de estudio. Las encuestas realizadas se pueden encontrar en la parte de anexos de esta investigación. (Ver Anexo 4 y 5)

Tabla N.- 7. Cuadro de Resultado de Entrevistas al Usuario

PREGUNTA	RESPUESTA 1	RESPUESTA 2	ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN
¿Qué tan satisfecho estás con las instalaciones de la residencia estudiantil, incluyendo los espacios comunes, dormitorios, baños y áreas de estudio? Y, ¿qué sugieres para mejorar el grado de satisfacción de tu experiencia en la Residencia Universitaria?	Me encuentro satisfecho.	Muy satisfecha, me gustaría que haya una alacena en la cocina y que el piso sea de otro material/ color ya que se ensucia muy fácilmente.	Incrementar más mobiliario para la cocina.
¿Con qué frecuencia utilizas los espacios comunes de la residencia; las áreas lúdicas, lavandería y áreas verdes? ¿Por qué? ¿Te gustaría que hubiera algún otro espacio común adicional?	Fuera de la lavandería no utilizo frecuentemente las demás áreas pero si me gustaría que fuera más intuitivo utilizarlo, tal vez un techo en la terraza o un patio en el cual se pueda realizar un asado, algo similar a eso.	Utilizo la lavandería seguido. Todas las áreas están bien.	Incrementar más espacios comunales que brinden servicio a la edificación.
¿Cómo calificarías la comodidad y funcionalidad de tu suite en términos de tamaño, mobiliario, iluminación y ventilación? ¿Qué sugieres para mejorar los espacios?	En este sentido la Suite es muy cómoda los espacios están bien distribuidos en todos los sentidos así que no hay ningún pero.	Del 1 al 10 un 9 ya que son muy cómodas, pero existen pequeños detalles como la alacena, espacio para la refrigeradora, espacio para poner los materiales de aseo, etc. que hacen falta.	–
¿Qué piensas sobre la accesibilidad de la residencia estudiantil en términos de facilidad de movimiento y acceso para personas con discapacidad? ¿Piensas que se debería incorporar elementos como un ascensor o rampas?	En este caso no hay una apropiada accesibilidad para una persona discapacitada, sin embargo, en caso de emergencia sería muy útil	Tal vez se podría incorporar una rampa.	Incrementar un ascensor para mejorar la accesibilidad a la edificación.
¿Consideras que hace falta algún espacio adicional en la residencia estudiantil para satisfacer las necesidades y actividades de los residentes? En caso afirmativo, ¿qué tipo de espacio crees que sería beneficioso agregar y por qué?	Si no estoy mal la mayoría del edificio son estudiantes universitarios, tal vez podría haber una sala de estudios o una sala de juegos Ping pong, un billar, lo cual sería de gran ayuda para la distracción de los residentes lo que igual formaría una mejor relación entre los que viven en el edificio.	Que la lavandería sea más grande porque es pequeña y que haya un área para poder secar la ropa.	Incrementar más espacios comunales de entretenimiento y dispersión. Generar un espacio de lavandería comunal que responda a las necesidades del usuario.
¿Qué aspectos del diseño arquitectónico de la residencia estudiantil crees que podrían mejorarse para aumentar tu satisfacción y la de otros residentes?	En este caso por la parte del parqueadero, el uso del mismo es poco intuitivo a la hora de retirar el carro, debido a que hay que llamar al vecino para que retire el carro o por contrario que uno retire el carro, por las horas de entrada y salida se choca mucho en ese sentido por la forma en la que está diseñada se podría haber hecho por espacios individuales.	Todo está bien..	Generar parqueaderos cómodos para cada uno de los usuarios de la edificación.

Las instalaciones de la Residencia fueron resueltas de manera correcta ya que los usuarios se encuentran satisfechos respecto a esto, así como con la comodidad de los espacios arquitectónicos, sin embargo, sugieren mejorar ciertos aspectos como; los espacios interiores de la cocina, con respecto al espacio y el mobiliario, y, por otra parte, problemas eléctricos que son parte de la construcción, más no del diseño en sí.

Las áreas comunes no son frecuentadas de manera regular debido a la ubicación y tamaño de estos. Los usuarios sugieren agregar o mejorar las áreas para que sean más acogedoras, agregar más espacios verdes y espacios de reunión social, y, que estos, sean más accesibles. Asimismo, se sugiere revisar los espacios para saber si cumplen con la capacidad requerida para todos los usuarios y para posibles reuniones estudiantiles. Además, se sugiere mejorar la capacidad del parqueadero, así como su accesibilidad a esta.

Por otro lado, los usuarios sugieren mejorar la accesibilidad para personas con capacidades reducidas, ya que no existe un elevador o rampas que faciliten el ingreso a las instalaciones.

En conclusión, aunque el diseño arquitectónico está resuelto de una manera bastante buena, puede ser mejorado en ciertos aspectos para llegar a cumplir las necesidades y requerimientos del usuario que habita y futuros habitantes de la Residencia Universitaria.

b. Resultados de la Aplicación de Entrevistas a los profesionales

La aplicación de las encuestas realizadas a los profesionales implicados en el diseño de la Residencia Universitaria contribuyó a la detección de los tiempos invertidos en las diferentes etapas del proceso proyectual arquitectónico, con el fin de contrastarlos con los tiempos que se van a invertir en el diseño realizado con herramientas de Inteligencia Artificial. Además, se recopiló información sobre los requerimientos y necesidades del cliente con los cuales se realizó el diseño original.

Las encuestas realizadas se pueden encontrar en la parte de anexos de esta investigación. (Ver Anexo 6 y 7)

En primera instancia, se realizó la encuesta al arquitecto encargado del diseño arquitectónico de la Residencia Universitaria de la empresa Proyect + Plus, con el fin de obtener datos de duración de las diferentes etapas del diseño en donde el arquitecto interviene o apoya de alguna manera. (Véase Tabla N.-8**).**

Asimismo, en segundo lugar, se realizó la encuesta al dueño fundador de la empresa Proyect + Plus, con el fin de obtener datos de duración e inconvenientes de las diferentes etapas del diseño en donde el encargado realiza la revisión y corrección de cada una de estas, además de obtener información sobre los requerimientos del cliente gracias a su participación en todas las reuniones con el propietario. Además, cabe recalcar que el dueño, es el ingeniero encargado del diseño de plantas hidrosanitarias y eléctricas, y, quien realiza el presupuesto y cronograma final para su previa construcción y entrega al cliente. (Véase Tabla N.-8**).**

Tabla N.- 8. Cuadro de Resultados de Duración del Proceso Proyectual

ETAPA	DURACIÓN ARQUITECTO	DURACIÓN INGENIERO	DURACIÓN PROMEDIO
1. Recopilación de Información de necesidades	2 - 3 días	2 días	3 días
2. Conceptualización y boceteo	4 semanas	-	4 semanas
3. Diseño de Plantas Arquitectónicas y Fachadas	2 - 3 semanas	-	3 semanas
4. Diseño Interior	2 - 3 semanas	-	3 semanas
5. Visualización Arquitectónica	2 semanas	-	2 semanas
6. Diseño Hidrosanitario y Eléctrico	1 semana	1 - 2 semanas	2 semanas
7. Diseño Estructural	-	2 semanas	2 semanas
8. Desarrollo de Planos Técnicos	2 -3 semanas	1 semana	2 semanas
9. Desarrollo del Presupuesto	-	2 días	2 días
10. Total			16 semanas / 4 meses

Como se puede observar en la Tabla N.-8**,** el proceso proyectual constituye de nueve etapas, en donde se detalla claramente la duración de cada una de estas. El total de tiempo invertido en todo el proyecto es de cuatro meses, cabe recalcar que dentro de este tiempo se encuentra el tiempo de duración dentro del Municipio de Ambato para la aprobación de anteproyecto y proyecto. Además, el tiempo también depende de la aprobación del cliente y del tiempo total invertido por cada uno de los profesionales involucrados en el proceso como tal. Aproximadamente, se estima que se trabajó en el proyecto media jornada laboral (4 horas diarias).

Por otro lado, el proyecto de Residencia Universitaria no se diseñó con requerimientos y necesidades específicas, el cliente buscaba un proyecto rentable y solicitó que sea el equipo de Proyect + Plus quien sugiera el tipo de proyecto que se va a realizar. La empresa realizó un estudio de contexto y sugirió un proyecto de residencia para estudiantes por su cercanía con la Universidad Técnica de Ambato, el cual fue aprobado por el cliente.

Además, el cliente solicitó que en planta baja se realizará un departamento para su estancia, en donde sus requerimientos fueron, un dormitorio principal grande que tenga vista hacia un jardín exterior, con espacio de sala exterior y baño, además, de manera general, dos dormitorios para sus hijos, sala, comedor y cocina.

c. Resultados de la Aplicación de Ficha de Áreas y Dimensiones de la Residencia Universitaria

La ficha de áreas y dimensiones se realizó mediante la medición de los diferentes espacios de la Residencia Universitaria, tanto externos como internos, así como la comprobación de medidas y áreas en los planos arquitectónicos digitales obtenidas por la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus de la ciudad de Ambato. Estos datos son de gran relevancia, ya que posteriormente se utilizará para poderlos ingresas en las herramientas de IA para obtener resultados aproximados al proyecto real.

Tabla N.- 9. Resultado de Ficha de Cuadro de Áreas y Dimensiones

FICHA DE ÁREAS Y DIMENSIONES RESIDENCIA UNIVERSITARIA			
ÁREAS - GENERAL			
ÁREA DE PREDIO			594,76 m2
ALTURA DE ENTREPISO			3,06 m2
ÁREA TOTAL PLANTA BAJA			222,12 m2
ÁREA TOTAL PRIMERA PLANTA ALTA			227,38 m2
ÁREA TOTAL SEGUNDA PLANTA ALTA			231.,37 m2
ÁREA TOTAL DE CONSTRUCCIÓN			680,87 m2
COS (50%)			38,23%
COS TOTAL (250%)			114.48%
ÁREAS	PLANTA BAJA	1RA PLANTA ALTA	2DA PLANTA ALTA
ÁREA TOTAL DE ÁREAS VERDES	216,03 m2	-	4,45 m2
ÁREA TOTAL DE PARQUEADEROS	87,55 m2	-	-
ÁREA TOTAL DE PASILLOS	20,26 m2	4,95 m2	4,95 m2
ÁREA TOTAL DE COCINA	17,00 m2	8,17 m2	8,17 m2
ÁREA TOTAL DE COMEDOR	8,47 m2	4,37 m2	4,37 m2
ÁREA TOTAL DE SALA	19,40 m2	5,64 m2	5,64 m2
ÁREA TOTAL DE SALA DE ESTAR	14,73 m2	-	-
ÁREA TOTAL DE DORMITORIO 1	32,12 m2	10,07 m2	10,07 m2
ÁREA TOTAL DE DORMITORIO 2	11,75 m2	-	-
ÁREA TOTAL DE DORMITORIO 3	11,75 m2	-	-
ÁREA TOTAL DE BAÑO SOCIAL	3,28 m2	-	-
ÁREA TOTAL DE BAÑO COMPLETO	3,75 m2	3,17 m2	3,17 m2
ÁREAS - COMUNALES		CAJA DE GRADAS	
ÁREA PASILLOS PLANTA BAJA	9,67 m2	Nº DE ESCALONES	17
ÁREA PASILLOS PRIMERA PLANTA ALTA	11,79 m2	HUELLA	0,18 m
ÁREA PASILLOS SEGUNDA PLANTA ALTA	11,79 m2	CONTRAHUELLA	0,30 m
ÁREA TOTAL DE PASILLOS	33,25 m2	DESCANSO	1,20 m
ÁREA TOTAL DE ÁREAS VERDES	216,03 m2	LARGO TOTAL	3,60 m
ÁREA TOTAL DE LAVANDERÍA	6,21 m2	ANCHO TOTAL	3,30 m
ÁREA TOTAL DE ZONA LÚDICA	26,94 m2	HUECO	0,90 x 2,40 m

3.1.3. Objetivo 3 - Análisis de la aplicación de herramientas de Inteligencia Artificial (IA)

Con el fin de obtener los resultados esperados del objetivo tres se realizó el proyecto arquitectónico en la herramienta de Inteligencia Artificial (IA) Architechtures, el cual permite obtener plantas arquitectónicas, modelo 3D y presupuesto, las cuales previamente se utilizarán para compararse con el proyecto original obtenido tradicionalmente. Además, se utiliza la herramienta de IA KreaAI para obtener renders realistas del proyecto original.

a. Proyecto Arquitectónico Herramienta Architechtures

El proyecto arquitectónico basado en el proyecto original de Residencia Universitaria en el cantón Ambato se realizó en la herramienta de IA Architectures, la cual desarrolla plantas arquitectónicas con sugerencias de distribución interna, un modelo 3D y un presupuesto del proyecto arquitectónico en su totalidad. Además, si bien el programa sugiere distribuciones espaciales, posición de núcleos, ventanas y puertas, estos valores pueden ser modificados manualmente a gusto y criterio de la persona que diseña el proyecto.

- **Proyecto Original Sugerido por la herramienta de IA Architechtures**

Para conseguir los resultados por la herramienta IA Architechtures se deben seguir ciertos pasos; primeramente se debe llenar los datos referidos a las áreas, dimensiones, alcances y objetivos deseados para la edificación, tanto de forma espacial como funcional, seguido de esto, la herramienta automáticamente genera una distribución funcional, espacial y un presupuesto en base a los datos ingresados previamente, finalmente, se debe editar los datos referidos al presupuesto, es decir, se debe ingresar valores de precios por metro lineal, cuadrado o cúbico, según corresponda, con el fin de obtener un valor final acercado a la realidad del lugar en donde se encuentra ubicado el proyecto en cuestión.



Imagen N.- 21. Cuadro de Datos – Interfaz de IA Architechtures

Como se puede observar en la Imagen N.- 21, los datos que deben ingresarse de manera preliminar para obtener una sugerencia por parte de la herramienta Architechtures. En la primera pestaña se debe subir un archivo CAD en formato .dwg, que contenga obligatoriamente el predio en donde se realizará el proyecto, y, si se requiere, se puede ingresar el entorno del predio, incluido edificaciones aledañas, vías y vegetación del lugar.

A continuación, se requiere ingresar los objetivos del proyecto, es decir, a lo que se espera llegar, esto incluye número total de viviendas, superficies, coeficiente de ocupación del suelo, áreas comunales y área verde. Además, seguido de esto, se requiere ingresar valores de dimensiones mínimas de espacios en base a la normativa del lugar, dimensiones de elementos estructurales, programa arquitectónico, dimensiones de puertas y ventanas, área útil de los espacios, áreas comunales, entre otros, todos estos valores fueron obtenidos del diagnóstico de la Residencia Universitaria original con el fin de obtener un resultado aproximado con el real.

Todo este proceso tomó exactamente 21 minutos (verificar en anexo 8), cabe recalcar que, esta duración es en base a la obtención de conocimiento previo con respecto al uso de la interfaz de esta herramienta, así como del desarrollo de un

cuadro de áreas y dimensiones previo que permite ingresar de forma continua la información requerida.



Imagen N.- 22. Dibujo del eje de la edificación

Una vez concluido el proceso de ingreso de datos, se procede a dibujar el espacio en donde se requiere realizar la edificación, se presiona “enter” y automáticamente se desarrolla una propuesta de edificación en base a los datos obtenidos.



Imagen N.- 23. Planta Tipo de la edificación propuesta por IA



Imagen N.- 24. Planta Tipo con dimensiones de la edificación propuesta por IA

Como se puede observar en la Imagen N.- 24, las plantas propuestas generan una visualización en donde se puede verificar que se cumpla con la normativa de dimensiones mínimas de cada espacio, en donde el diámetro del círculo corrobora esta información, si el circulo se encuentra de color verde, significa que cumple con la normativa, si es de color anaranjado, el espacio está un poco por debajo de la normativa pero puede ser funcional todavía, y, si el círculo es de color rojo, está muy por debajo de la normativa y no es un espacio funcional. Además, como se puede observar en la parte derecha, la herramienta automáticamente genera un resumen de todo el proyecto, incluye un cuadro de áreas, el programa arquitectónico, resumen del valor total, entre otros.

Sin embargo, cabe recalcar que la herramienta genera únicamente plantas tipo, es decir, todas las plantas son iguales, no existe la posibilidad de ingresar un diferente programa arquitectónico para cualquiera de los pisos, lo cual puede generar un problema si se tiene un proyecto de uso mixto. Además, se pueden observar

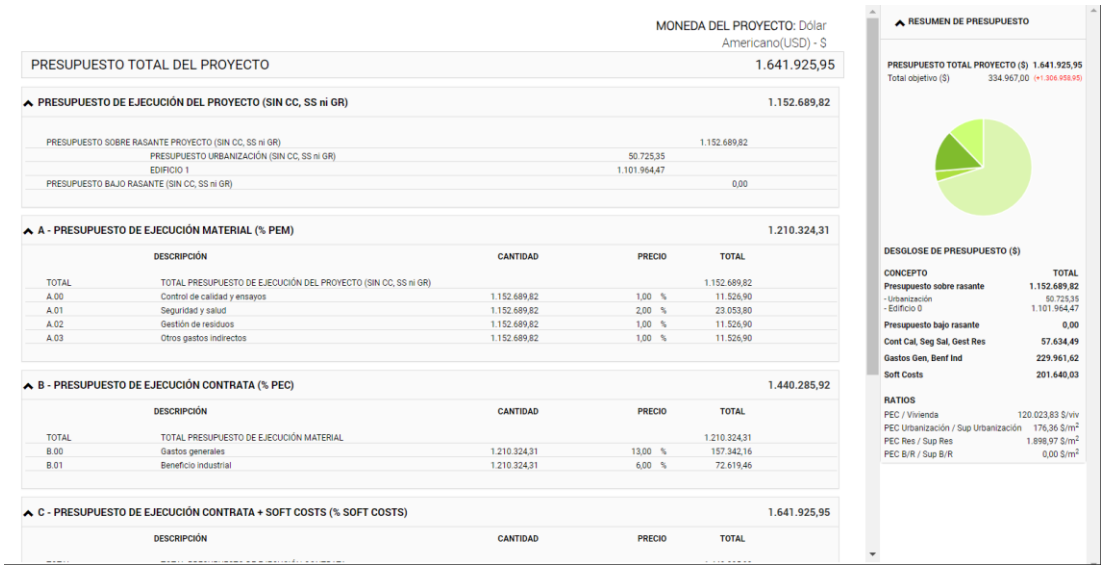
ciertas falencias funcionales obtenidas dentro de cada departamento, por ejemplo, para ingresar a cada departamento se lo debe hacer mediante un vestíbulo que realmente no es un espacio funcional por la dimensión que tiene, por otra parte, los baños de cada departamento, si bien tienen la dimensión mínima, el espacio es demasiado alargado, lo cual puede ser mejorado. Por otro lado, no existe la posibilidad de ingresar un dato que diga que la edificación se encuentra adosada hacía un lado, es por esto por lo que se encuentra el ingreso a la edificación por la parte derecha, por donde es imposible ingresar, así como se encuentran espacios iluminados y ventilados por este mismo lado de la edificación.



Imagen N.- 25. Volumetría de la edificación propuesta por IA

Por otro lado, la herramienta también genera un modelo 3D de la edificación, en donde se pueden observar juegos volumétricos, asoleamiento y secciones. Este apartado puede ser muy útil al momento de realizar un estudio de asoleamiento de la edificación, como se puede observar en la Imagen N.-25, en el lado izquierdo nos permite cambiar los datos de latitud, longitud y fechas para realizar una evaluación completa. Además, se puede realizar secciones 3D con el fin de visualizar las conexiones entre los diferentes pisos y los núcleos verticales.

Asimismo, se puede observar que en realidad la volumetría que sugiere la herramienta es bastante simple, lo cual puede ser mejorado posteriormente, además, se genera automáticamente una terraza accesible, lo cual, en ciertos proyectos puede no ser requerido.



MONEDA DEL PROYECTO: Dólar Americano(USD) - $

PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO 1.641.925,95

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO (SIN CC, SS ni GR) 1.152.689,82

PRESUPUESTO SOBRE RASANTE PROYECTO (SIN CC, SS ni GR)		1.152.689,82
PRESUPUESTO URBANIZACIÓN (SIN CC, SS ni GR)	50.725,35	
EDIFICIO 1	1.101.964,47	
PRESUPUESTO BAJO RASANTE (SIN CC, SS ni GR)		0,00

A - PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (% PEM) 1.210.324,31

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
TOTAL	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO (SIN CC, SS ni GR)			1.152.689,82
A.00	Control de calidad y ensayos	1.152.689,82	1,00 %	11.526,90
A.01	Seguridad y salud	1.152.689,82	2,00 %	23.053,80
A.02	Gestión de residuos	1.152.689,82	1,00 %	11.526,90
A.03	Otros gastos indirectos	1.152.689,82	1,00 %	11.526,90

B - PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN CONTRATA (% PEC) 1.440.285,92

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
TOTAL	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			1.210.324,31
B.00	Gastos generales	1.210.324,31	13,00 %	157.342,16
B.01	Beneficio industrial	1.210.324,31	6,00 %	72.619,46

C - PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN CONTRATA + SOFT COSTS (% SOFT COSTS) 1.641.925,95

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

RESUMEN DE PRESUPUESTO

PRESUPUESTO TOTAL PROYECTO ($) 1.641.925,95
Total objetivo ($) 334.967,00 (+1.306.958,95)

DESGLOSE DE PRESUPUESTO ($)

CONCEPTO	TOTAL
Presupuesto sobre rasante	1.152.689,82
- Urbanización	50.725,35
- Edificio 0	1.101.964,47
Presupuesto bajo rasante	0,00
Cont Cal, Seg Sal, Gest Res	57.634,49
Gastos Gen, Benf Ind	229.961,62
Soft Costs	201.640,03

RATIOS

PEC / Vivienda	120.023,83 $/viv
PEC Urbanización / Sup Urbanización	176,36 $/m²
PEC Res / Sup Res	1.898,97 $/m²
PEC B/R / Sup B/R	0,00 $/m²

Imagen N.- 26. Presupuesto automatizado de la edificación propuesta por IA

Por otro lado, la herramienta Architechtures genera automáticamente un presupuesto total del proyecto obtenido, esto en base a los valores predeterminados con los que cuenta la herramienta. Como se puede observar, en la Imagen N.-26, el valor total obtenido en este proyecto es de 1 641 925,95 $, el cual, a simple vista, se puede denotar que es un valor bastante alejado de la realidad. Sin embargo, los valores unitarios pueden ser modificados para obtener un precio total más realista con el contexto del proyecto.

Sin embargo, cabe destacar, que es una herramienta bastante útil, porque evita al profesional el tener que obtener superficies y volúmenes de obra con el fin de obtener un presupuesto de la edificación, en cuanto los valores se modifiquen, automáticamente el valor total se modificará de igual manera, lo cual permite obtener

un valor total de construcción en cuestión de minutos. Además, estos valores se modifican una sola vez, es decir, que, para futuros proyectos, los valores se quedan guardados en la base de datos y automáticamente se obtendrá un valor total acercado a la realidad.

- **Proyecto Modificado de la herramienta de IA Architechtures**

Con el fin de obtener un proyecto arquitectónico que cumpla con los requerimientos del cliente y con el criterio del responsable a cargo, como se señaló, el proyecto sugerido por la herramienta puede ser modificado manualmente, y, así, obtener un proyecto integral funcional que resuelva los problemas detectados previamente.

Primeramente, se realizó una modificación de la planta baja, esto debido a que originalmente el proyecto requería un programa arquitectónico diferente en esta planta a las otras. En planta baja, el requerimiento del cliente fue el general un departamento de tres dormitorios que serviría como una vivienda de vacaciones para el cliente y su familia. Para cumplir con este requerimiento se realizaron las siguientes modificaciones que se pueden observar en la Imagen N.- 27.

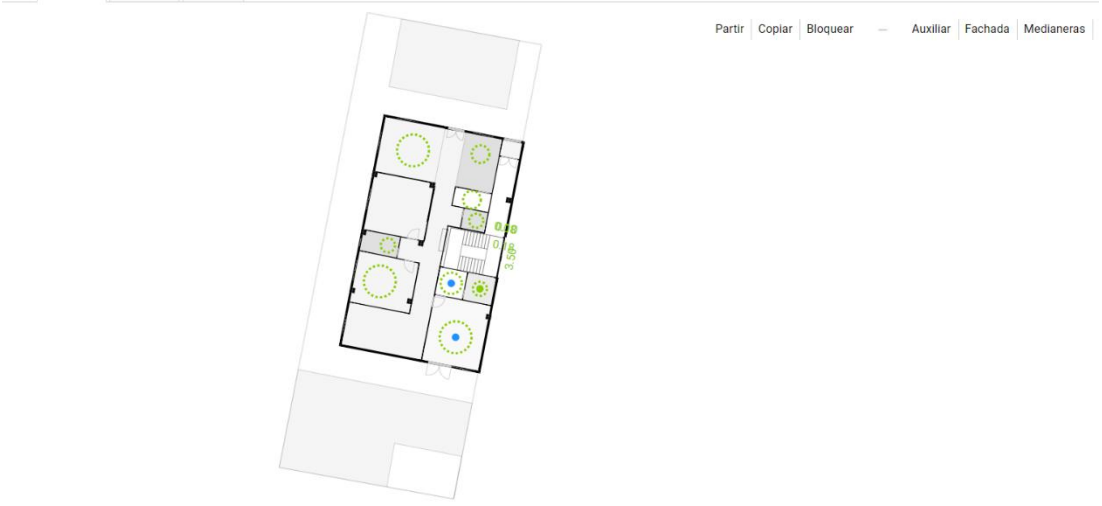


Imagen N.- 27. Planta Baja Modificada de la Edificación propuesta por la IA

Las modificaciones realizadas pretenden respetar tanto el diseño sugerido por la IA, como el diseño original de la Residencia Universitaria, con el fin de obtener valores precisos para la investigación. Como se puede observar, se realizaron cambios puntuales de distribución de espacios, los diferentes ingresos, espacios verdes y la ubicación de las ventanas. Además, se puede observar que cada espacio sigue cumpliendo con la normativa vigente de dimensiones mínimas.

Por otro lado, para la planta tipo se realizaron cambios pequeños con el fin obtener un diseño funcional y que tenga relación con el diseño original de la Residencia Universitaria.

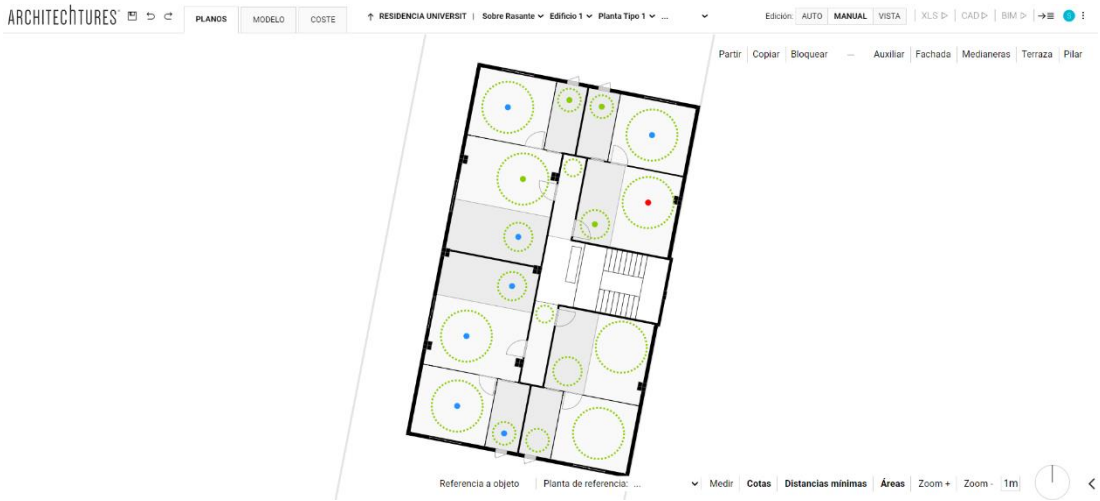


Imagen N.- 28. Planta Tipo Modificada de la Edificación propuesta por la IA

Como se puede observar en la Imagen N.-28, se eliminaron los halls de entrada, se modificó los baños y se reubicaron puertas y ventanas. Cabe recalcar que, en cuanto a la caja de gradas, no existe una forma de modificarla mediante la aplicación, sin embargo, debido a que el proyecto entero se puede descargar al final, se puede realizar pequeñas modificaciones extras como esta, con el fin de asegurar la funcionalidad de esta. Además, de igual manera, se puede observar que cada espacio cumple perfectamente con la normativa de espacios mínimos.

Por otro lado, la tercera planta alta tuvo un pequeño cambio extra, esto debido a que originalmente, en la Residencia Universitaria existe un área comunal lúdica y

un área comunal de lavandería en este piso. La herramienta, originalmente no propuso ningún espacio comunal para la edificación, aunque se haya ingresado el dato de esto al inicio. Todo este proceso de modificación duró aproximadamente cincuenta minutos en completarse de acuerdo con las necesidades y requerimientos del cliente original (verificar en anexo 9).

En cuanto al presupuesto, este se modificó de tal forma que cumpla con los precios del contexto en el que se encuentra la edificación de Residencia Universitaria. Asimismo, se ingresaron valores obtenidos de la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus, quienes fueron los responsables de llevar a cabo este proceso de la edificación. Las siguientes tablas presentan una transcripción de las diferentes etapas del presupuesto total con los valores modificados para obtener un valor más aproximado a la realidad. Para ver el las capturas de pantalla del presupuesto modificado verificar los anexos 10, 11 y 12.

Tabla N.- 10. Transcripción del Presupuesto modificado por la IA 1

Rubro	Precio
Urbanización y Jardinería	26 926.68 $
Desbroce y Jardinería	411.61 $
Jardinería Zona Común	604.88 $
Cerramiento de Parcela	17 221.55 $
Puerta Peatonal de Parcela	185.00 $
Puerta Vehículos de Parcela	450.00 $
Pavimento de Parcela	1 461.56 $
Drenaje de Parcela	2 260.14 $
Iluminación de Parcela	4 331.94 $
Acondicionamiento del Terreno	183.18 $
Desbroce y limpieza del edificio	183.18 $
Cimentaciones	26 739.48 $
Excavación de Cimentación	1 878.93 $
Sistema de Cimentación	24 860.55 $
Estructura	121 191.82 $
Vigas	60 123.06 $
Pilares	19 825.59 $
Forjados	27 177.51 $
Escaleras en planta tipo	10 549.91 $
Escaleras en planta baja	3 515.76 $

Tabla N.- 11. Transcripción del Presupuesto modificado por la IA 2

Rubro	Precio
Fachadas y Particiones	36 762.78 $
Fachada en viviendas	9 093.99 $
Medianeras interiores	8 524.92 $
Particiones interiores	6 420.67 $
Fachada en zonas comunes	153.11 $
Antepecho de cubierta	3 243.07 $
Barandillas de escaleras	3 941.91 $
Barandillas de terrazas	5 385.11 $
Revestimiento y Acabados	109 802.43 $
Revestimiento vertical zona seca	7 553.43 $
Revestimiento vertical zona común	751.72 $
Revestimiento de Escaleras	6 672.50 $
Acabado vertical zonas húmedas	14 475.60 $
Acabado vertical zonas secas	8 345.05 $
Acabado vertical zonas comunes	830.50 $
Techo de zonas comunes	-340.39 $
Techo cocina, salón, dormitorio	8 539.17 $
Techo registrable de baño	865.94 $
Techo baños secuendarios, hall, pasillo	354.71 $
Pintura de techos	1 938.72 $
Nivelación de suelos	558.55 $
Solado de zonas secas	39 427.35 $
Solado zonas húmedas	14 028.48 $
Solado de terrazas	6 450.40 $
Solado de zonas comunes	-649.25 $
Carpintería y Cerrajería Interior	5 317.18 $
Puerta de entrada	1 170.72 $
Puerta interior resto de vivienda	2 821.92 $
Armario modular	1 324.54 $
Carpintería y Cerrajería Exterior	7 455.21 $
Ventana exterior residencial	5 170.41 $
Puerta de zonas comunes	2 284.80 $
Telecomunicaciones	5 466.93 $
Instalación general de telecomunicación	283.64 $
Instalación de videoportero	5 183.29 $

Tabla N.- 12. Transcripción del Presupuesto modificado por la IA 3

Rubro	Precio
Red de Saneamiento	465.77 $
Red general de Saneamiento	191.87 $
Acometida general por núcleo	273.90 $
Iluminación	310.03 $
Luminarias en zonas comunes	310.03 $
Protección	1 925.00 $
Protección contra incendios	1 925.00 $
Señalización y Equipamiento	5 886.30 $
Equipamiento de cocina	5 886.30 $

Como se puede observar en las tablas (Tabla N.- 10 -12) y en los Anexos 10, 11 y 12, los valores que la herramienta Architechtures requiere para generar el presupuesto final son completos, se piensa en el proyecto desde la estructura hasta los acabados y detalles adicionales como acondicionamiento, ventilación, etc. Si bien existen parámetros que actualmente en el país no suelen considerarse, como el acondicionamiento para la construcción, cabe recalcar que existen diferentes tipos de clientes y diferentes tipos de edificaciones, en donde se pueden requerir la utilización de estos elementos, en todo caso, si no se requiere ene el proyecto, se puede recalcar que este valor no tiene precio, por lo tanto, no existe. Además, se considera que las circunstancias del contexto pueden variar, es decir, se puede obtener un negocio de construcción fuera del país, en donde estos parámetros son fundamentales. Se puede concluir que el valor final obtenido se acerca bastante al real, el cual sirve como una proyección rápida para el cliente. Si bien el valor no es exactamente el mismo al real, se puede recalcar que el valor es mayor, por lo que no generará gastos extras, tanto para el cliente como para el constructor, para la etapa de construcción del bien. Este proceso que implica el ingreso de valores se demoró exactamente 25 minutos en total.

b. Generación de Renders con la Herramienta de Inteligencia Artificial KreaAI

Para la generación de renders se utilizó el modelado 3D original obtenido de la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus, con el fin de obtener resultados más aproximados a la realidad y de esta manera, poder compararlos. Además, se realizaron los renders de los mismos lugares en los que la empresa realizó originalmente.

Primeramente, para generar el render correspondiente, se debe sacar una captura de pantalla del modelo 3D del cual se busca mejorar y generar un render realista. El primer render realizado fue el render exterior del proyecto.



Imagen N.- 29. Captura de pantalla de vista exterior del modelo 3d del proyecto

A continuación, se carga la imagen a la interfaz de la herramienta de Inteligencia Artificial KreaAI, el cual aparece en el lado izquierdo, seguido de esto,

se puede utilizar la herramienta pincel de la barra de herramientas que se encuentra a la izquierda para dibujar elementos específicos que se busca obtener en el render final. Además, se debe escribir un texto descriptivo que explique lo que se quiere obtener por medio de IA, se puede utilizar la herramienta ChatGPT para mejorar y obtener textos más entendibles.

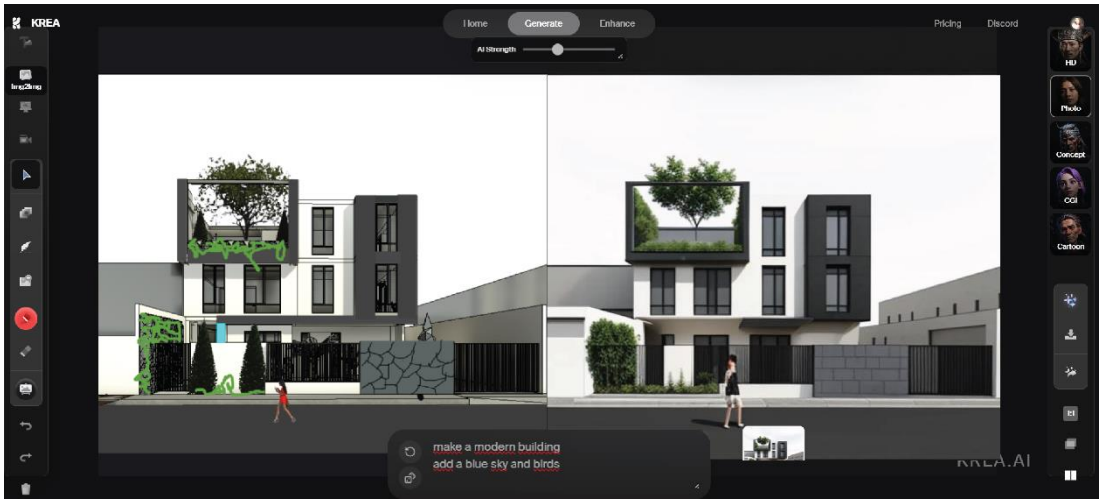


Imagen N.- 30. Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 1

Como se puede observar en la Imagen N.-30, para generar el render exterior, se utiliza la herramienta pincel y la herramienta forma para remarcar ciertos elementos necesarios para la generación del render, además se utilizó el texto descriptivo: “realiza un edificio moderno, añade un cielo azul y pájaros” y la fuerza de la IA es de 30%. A continuación, se debe utilizar la herramienta mejorar en la parte superior de la página o en la barra de herramientas al lado derecho, esto con el fin de generar el render final de forma realista.

Como se puede observar en la Imagen N.-31, el resultado final es bastante realista, los materiales son de alta calidad, la vegetación tiene el tono y la sombra adecuada, el cielo, si bien no tiene un color muy azul ni pájaros, tiene el tono perfecto que lo asemeja con un día normal nublado, lo cual es bastante acercado a la realidad del contexto de la edificación. Lo único negativo del render es la figura humana, que tiende a no ser una imagen muy nítida, sin embargo, se entiende el significado del elemento que se pretende generar en el render. La duración de la

generación de este render fue de aproximadamente cinco minutos en total. (verificar en anexo 10).



Imagen N.- 31. Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 1

El segundo render generado fue el interior correspondiente al área social de la planta baja, el cual, de igual forma que el anterior, primeramente, se obtuvo la captura de pantalla de la vista de la que se pretende obtener el render realista, a partir del modelo 3D proporcionado por la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus, este se puede observar en la Imagen N.-32.

A partir de esta imagen se realiza el mismo proceso del render interior, en base a los resultados que se busca, se puede dibujar, crear formas, introducir texto u otras imágenes y obtener el render deseado. Como se puede observar en la Imagen

N.-36, para este render en particular, no se utiliza la herramienta pincel ni forma, únicamente se utilizó la vista del proyecto y se introdujo el texto correspondiente. Se realizaron diferentes pruebas con el fin de obtener diferentes resultados de renders.



Imagen N.- 32. Captura de pantalla de vista interior del modelo 3d del proyecto

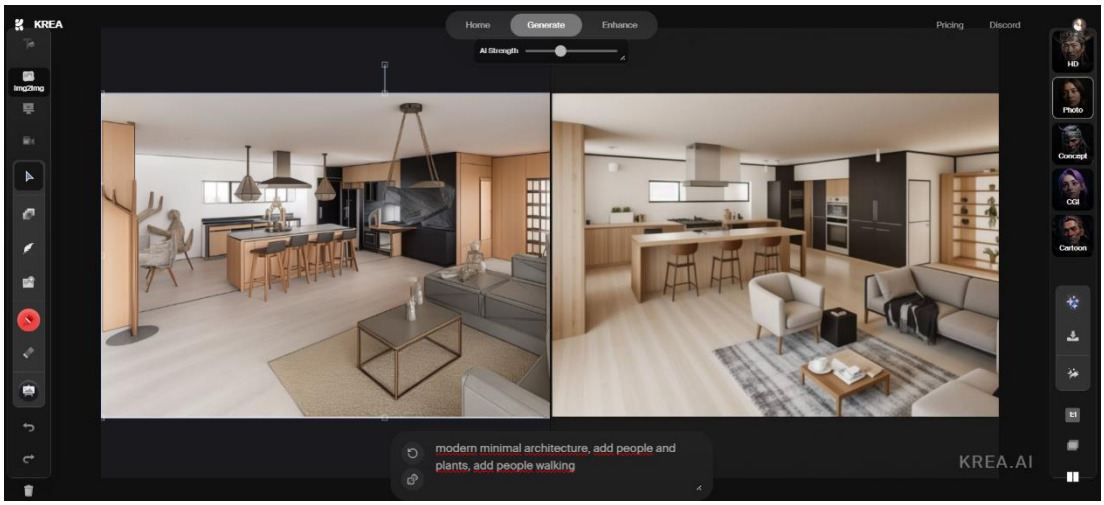


Imagen N.- 33. Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 2

Como se puede observar en la Imagen N.-33, se utilizó el texto descriptivo: “arquitectura moderna minimalista, añadir personas y plantas, añadir personas caminando” y la fuerza de la IA es de 30%. A continuación, se debe utilizar la herramienta mejorar en la parte superior de la página o en la barra de herramientas al lado derecho, esto con el fin de generar el render final de forma realista.



Imagen N.- 34. Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 2

Como se puede observar en la Imagen N.-34, el resultado final es bastante realista, los materiales son de alta calidad y existe una armonía entre las texturas. No se añadieron las personas y vegetación solicitada, sin embargo, si se requiere se pueden modificar estos aspectos en una herramienta de post producción. La duración de la generación de este render fue de aproximadamente cinco minutos en total (verificar en anexo 13).

El tercer render generado fue el interior correspondiente a la suite número dos ubicada en la primera planta alta de la edificación, el cual, de igual forma que el anterior, primeramente, se obtuvo la captura de pantalla de la vista de la que se pretende obtener el render realista, a partir del modelo 3D proporcionado por la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus, este se puede observar en la Imagen N.-35.



Imagen N.- 35. Captura de pantalla de vista interior de la suite 2

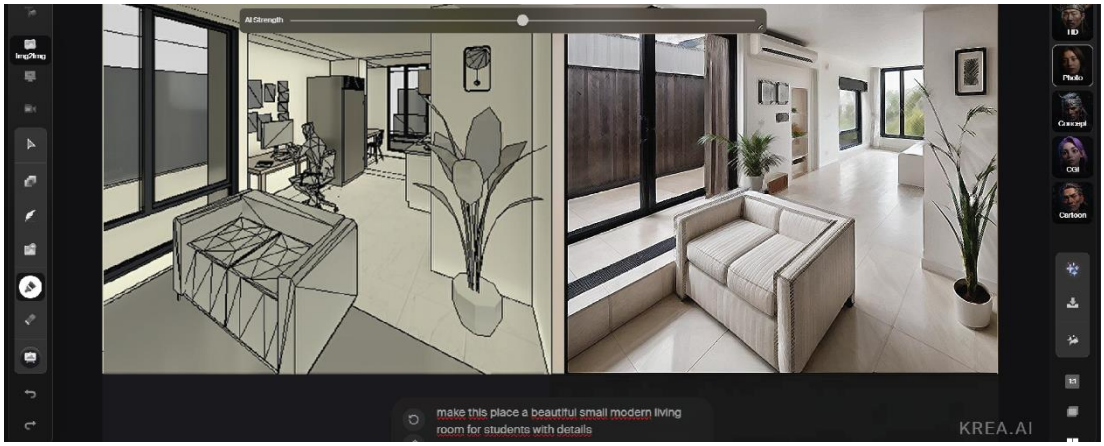


Imagen N.- 36. Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 3

Como se puede observar en la Imagen N.-36, únicamente se utilizó el texto descriptivo: “Realiza este espacio como una sala pequeña estética para estudiantes con detalles” y la fuerza de la IA es de 53%. A continuación, se debe utilizar la herramienta mejorar en la parte superior de la página o en la barra de herramientas al lado derecho, esto con el fin de generar el render final de forma realista.



Imagen N.- 37. Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 3

Como se puede observar en la Imagen N.- 37, el resultado final es bastante realista, los materiales son de alta calidad y existe una armonía entre las texturas. Si bien la vegetación agregada no se parece a la de la captura, logra generar más realismo a la imagen final obtenida. Asimismo, la duración de la generación de este render fue de aproximadamente cinco minutos en total.

El último render generado es el de la zona comunal ubicada en la tercera planta alta, el cual, de igual forma que el anterior, primeramente, se obtuvo la captura de pantalla de la vista de la que se pretende obtener el render realista, a partir del

modelo 3D proporcionado por la empresa de diseño y construcción Proyect + Plus, este se puede observar en la Imagen N.- 38.



Imagen N.- 38. Captura de pantalla de vista de la zona comunal del modelo 3d del proyecto

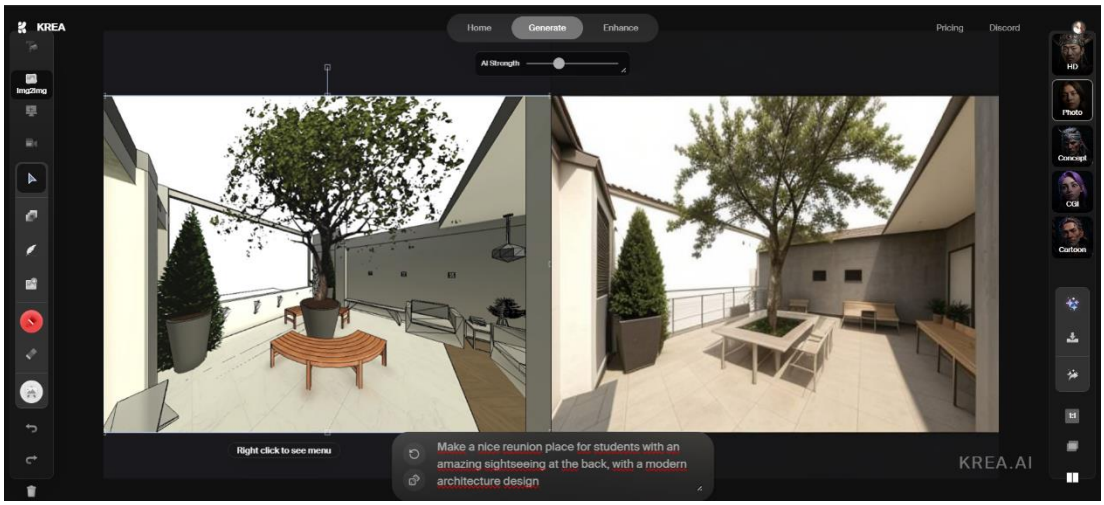


Imagen N.- 39. Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 4

Como se puede observar en la Imagen N.- 39, para generar el último render únicamente se utilizó texto descriptivo: “Realiza un espacio agradable de reunión para estudiantes con una vista increíble atrás, con un diseño de arquitectura moderna”, la fuerza de la IA es de 33%. A continuación, se debe utilizar la herramienta mejorar en la parte superior de la página o en la barra de herramientas al lado derecho, esto con el fin de generar el render final de forma realista.

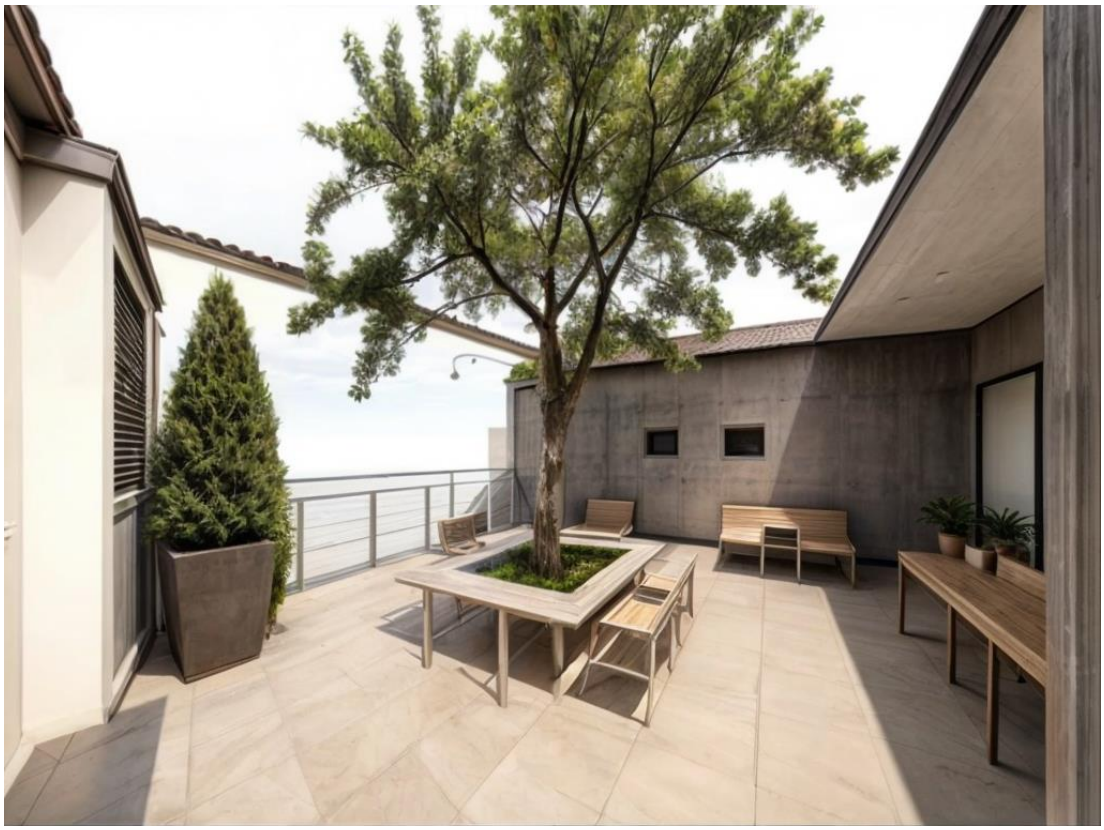


Imagen N.- 40. Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 4

Adicionalmente, se realizó una prueba extra de renderizado con un espacio totalmente vacío, con el fin de obtener y analizar el resultado que se puede generar de esta manera. De igual manera, primeramente, se obtuvo una vista interna de un espacio de la edificación que se encuentra sin mobiliario, en este caso se realizó la captura de pantalla del área social de la suite número tres ubicada en la primera planta alta.



Imagen N.- 41. Captura de pantalla de vista del área social de la suite 3 del modelo 3d del proyecto

Con el fin de obtener los resultados esperados, para generar este tipo de render, primeramente, se subió la imagen a la herramienta KreaAi y se utilizó la herramienta pincel, con el cual se dibujaron elementos puntuales sobre la captura de pantalla. Se utilizaron diferentes colores de pincel y se realizó un dibujo básico con el fin de verificar si la Inteligencia Artificial reconoce los trazos y genera el render.

Además, como se puede observar en la imagen N.-42, se introdujo un texto descriptivo para mejorar el reconocimiento de los trazos realizados sobre la imagen, el texto traducido es: “Realiza este espacio como una sala pequeña estética para estudiantes con detalles” y se utilizó una fuerza de la IA de 55%. A continuación, se debe utilizar la herramienta mejorar en la parte superior de la página o en la barra de herramientas al lado derecho, esto con el fin de generar el render final de forma realista.

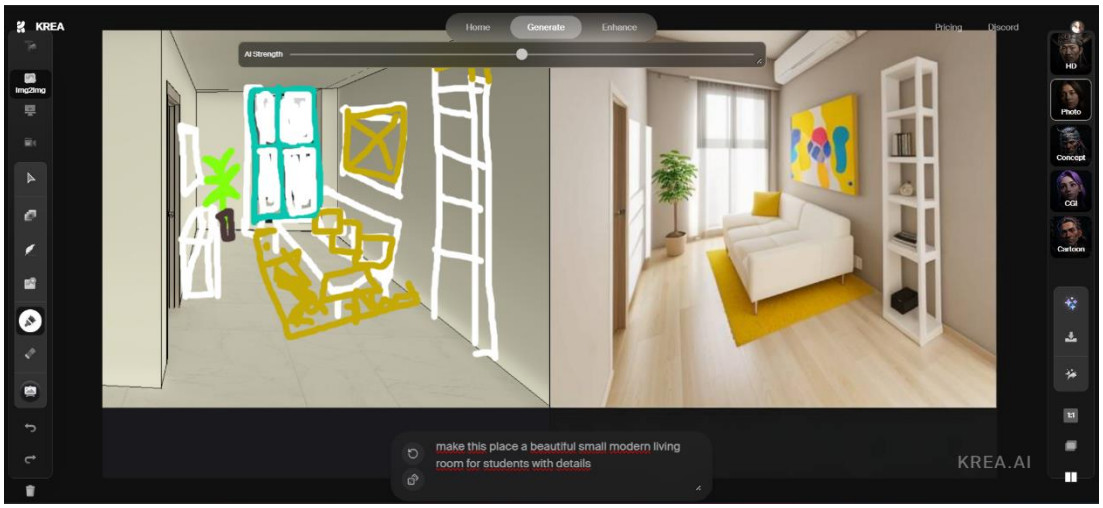


Imagen N.- 42. Captura de pantalla de interfaz de herramienta KreaAI para render 5



Imagen N.- 43. Resultado final del render generado con la asistencia de KreaAI 5

Como se puede observar en la imagen N.- 43, el resultado final obtenido es bastante realista, la Inteligencia Artificial interpretó de forma correcta cada uno de los trazos, incluido los colores utilizados para los diferentes elementos y la armonía entre colores, texturas y elementos es bastante acertada. Además, para generar este render final se empleó siete minutos en total (verificar en anexo 14), siendo un tiempo bastante prudente para resultado obtenido.

La generación de renders con Inteligencia Artificial es una metodología excelente para emplear, no únicamente por el realismo obtenido de los resultados finales, sino por la eficiencia que estos implican. Además, la interfaz es sencilla de entender, no se necesita de capacitación en lo absoluto, es muy intuitivo. En total, el tiempo empleado para la generación de todos los renders expuestos es de 27 minutos, un tiempo bastante reducido para el que se empleó en el proyecto original.

En conclusión, como se observa en la Tabla N.- 13 el proceso proyectual arquitectónico del caso de estudio de la Residencia Universitaria realizado con la asistencia de herramientas de Inteligencia Artificial tiene una duración total de tres horas con trece minutos, esto incluye el desarrollo y diseño de plantas arquitectónicas, desarrollo de fachadas, modelado en tercera dimensión, visualización arquitectónica (generación de renders) y desarrollo del presupuesto final de la edificación.

Tabla N.- 13. Duración del proceso proyectual arquitectónico

PROCESO PROYECTUAL ARQUITECTÓNICO		DURACIÓN
Diseño de Plantas, Fachadas y Modelo 3D	Ingreso de datos	21 min
	Modificación del Proyecto	50 min
Visualización Arquitectónica (Renders)		27 min
Desarrollo del Presupuesto		25 min
Total		2h03

3.2. Discusión de los Resultados

3.2.1. Proyecto Arquitectónico

El proceso proyectual arquitectónico realizado de forma tradicional presenta ciertas desventajas frente al proceso proyectual arquitectónico realizado con la asistencia de herramientas de Inteligencia Artificial. Como se puede observar en la Tabla N.-14, las herramientas de IA facilitan la optimización de los proyectos, debido a que realiza trabajos monótonos de forma automática, disminuyendo considerablemente el tiempo de duración del proceso de diseño. Asimismo, la eficiencia del diseño presentado con IA es notablemente mejor. Además, el desarrollo del presupuesto es un proceso automático que no requiere de mayor esfuerzo. Por otro lado, también existen ciertas desventajas, por ejemplo, la funcionalidad que presenta la herramienta de IA es mucho más generalizada, no se especializa para cada usuario y cada tipología. Además, las herramientas de Inteligencia Artificial requieren de un pago mensual o anual para funcionar.

Tabla N.- 14. Comparación entre el proceso proyectual tradicional frente al realizado con IA 1

		PROCESO PROYECTUAL TRADICIONAL	PROCESO PROYECTUAL CON IA
1	EFICIENCIA DEL DISEÑO	No se utilizaron herramientas que generen un diseño optimizado	Las herramientas de IA generan un diseño optimizado gracias los parámetros que utiliza
2	FUNCIONALIDAD	La funcionalidad es evaluada por el profesional a cargo y por la retroalimientación del cliente	Los diseños son generalizados en base a parámetros ingresados en el interfaz
3	COSTO DE INVERSIÓN	No existe un costo de inversión para el proyecto, se utiliza software gratis o de prueba	Tiene un costo anual de 360$ en el caso de Architechtures, la herramienta KreaAI es gratis
4	TIEMPO DE DESARROLLO	El proceso es muy largo al no utilizar herramientas que ayuden a desarrollar el proyecto de manera eficiente	El proceso es muy rápido y eficiente, no se requiere de mucho tiempo de inversión
5	PRESUPUESTO	El desarrollo del presupuesto es un proceso repetitivo , tedioso y toma mucho tiempo	El dearrollo del presupuesto es automático, no se requieren cálculos de obra.

Por otro parte, como se puede observar en la Tabla N.-15, el uso de herramientas de Inteligencia Artificial permite generar cambios de forma más rápida que la tradicional, esto gracias a la flexibilidad que generan las herramientas de Inteligencia Artificial. Asimismo, la utilización de herramientas de IA es bastante fácil, esto gracias al diseño intuitivo de los diferentes programas, por lo que no requiere de una capacitación como tal. Por otro lado, cabe recalcar que el desarrollo del proyecto arquitectónico de forma tradicional genera ciertos beneficiosos igualmente, así como la experiencia del usuario, el cual permite generar diseños más personalizados dependiendo del tipo de cliente que se tenga, mientras que las herramientas de IA ayudan a generar proyectos más generalizados, para un público general.

En conclusión, el uso de herramientas de Inteligencia Artificial optimiza significativamente los procesos proyectuales arquitectónicos, sin embargo, siempre necesita apoyo de un proceso proyectual tradicional de la mano para funcionar de mejor manera.

Tabla N.- 15. Comparación entre el proceso proyectual tradicional frente al realizado con IA 2

6	ADAPTABILIDAD	El generar cambios en el modelo suele ser un problema tedioso y duradero para el profesional	Generar cambios es un proceso sencillo que no requiere de mucho tiempo
7	PRECISIÓN	La precisión requiere de mucho conocimiento por parte del profesional y de mucho tiempo de inversión	Genera detalles precisos basado en algoritmos preestablecidos.
8	INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	Depende del profesional mantenerse actualizado sobre las nuevas tecnologías	Automáticamente se actualiza e integra tecnologías avanzadas de forma rápida.
9	EXPERIENCIA DEL USUARIO	El proyecto se desarrolla de manera personalizada para cada tipo de cliente	El proyecto se desarrollla de manera más generalizada
10	CAPACITACIÓN	No requiere de capacitación pero siempre es bueno seguirse actualizando periódicamente	No requiere de mayor capacitación porque los software son intuitivos y sencillos de manejar

Por otro lado, en cuanto al caso de estudio en sí, el proceso proyectual arquitectónico realizado con herramientas de IA genera grandes ventajas frente al proceso proyectual original de la Residencia Universitaria, esto debido a la duración de cada uno ellos. Como se puede observar en la Tabla N.-16, mientras que el proyecto original se demoró 16 semanas, el proyecto realizado con IA tiene una duración de 7 semanas, cabe recalcar que los ítems que se encuentran resaltados (1, 6, 7 y 8) se trasladaron al proyecto con IA debido a que estos elementos no fueron analizados en la investigación en cuestión, asimismo, el ítem número 2 se omite, pues no es necesario para el proceso proyectual realizado con IA. En términos generales, el proyecto realizado con herramientas de IA tuvo una duración menor al realizado originalmente, sin embargo, se debe tener en cuenta que el proyecto original fue realizado por todo un equipo de trabajo, mientras que, el realizado con IA lo realizó una sola persona.

Tabla N.- 16. Comparativa de duración del proceso proyectual original frente al realizado con IA

ETAPA	DURACIÓN PROYECTO ORIGINAL	DURACIÓN PROYECTO CON IA
1. Recopilación de Información de necesidades	3 días	3 días
2. Conceptualización y boceteo	4 semanas	-
3. Diseño de Plantas Arquitectónicas y Fachadas	3 semanas	1h11
4. Diseño Interior	3 semanas	7 min
5. Visualización Arquitectónica	2 semanas	27 min
6. Diseño Hidrosanitario y Eléctrico	2 semanas	2 semanas
7. Diseño Estructural	2 semanas	2 semanas
8. Desarrollo de Planos Técnicos	2 semanas	2 semanas
9. Desarrollo del Presupuesto	2 días	25 min
10. Total	16 semanas / 4 meses	7 semanas

Por otro lado, en la tabla N.- 17 se muestra la comparación de la duración únicamente del proceso proyectual arquitectónico original frente al proceso proyectual arquitectónico realizado con la asistencia de herramientas de IA. Para la comparación de estos elementos se utilizaron los ítems realizados en la investigación como tal; el diseño arquitectónico de plantas, fachadas y modelado 3D, presupuesto y visualización arquitectónico con renders. Como se puede observar en la tabla N.- 17, el proceso proyectual arquitectónico original tiene una duración de aproximadamente 108 horas en total, mientras que el proceso proyectual arquitectónico realizado con la asistencia de herramientas de IA tiene una duración de alrededor de 2 horas. Por lo tanto, en términos generales, se obtuvo que el proyecto realizado con asistencia de herramientas de IA tuvo una duración significativamente menor al realizado originalmente, sin embargo, de igual forma, se debe tener en cuenta que el proyecto original fue realizado por todo un equipo de trabajo, mientras que, el realizado con IA lo realizó una sola persona.

Tabla N.- 17. Comparación entre el proceso proyectual arquitectónico original frente al realizado con asistencia de herramientas de IA

PROCESO PROYECTUAL ARQUITECTÓNICO	DURACIÓN PROYECTO ORIGINAL	DURACIÓN PROYECTO CON IA
Diseño de Plantas, Fachadas y Modelo 3D	3 semanas - 60h	1h11
Visualización Arquitectónica (Renders)	2 semanas - 40h	27 min
Desarrollo del Presupuesto	2 días- 8h	25 min
Total	5 semanas / 2 días - 108h	2h03

3.2.2. Presupuesto

Para lograr una comparación entre el presupuesto original del caso de estudio de la Residencia Universitaria frente al presupuesto obtenido con herramientas de IA, se contrastó cada valor obtenido en cada una de las fases y se obtuvo la diferencia de cada una de estas, así como el valor final de cada uno de estos. Como se puede

observar en la Tabla N.-18, la diferencia de valores obtenidos en cada fase es bastante alta, que, aunque en el ámbito de la construcción los valores que se manejan son altos, se recomienda revisar detalladamente cada ítem y no confiarse del valor total obtenido de la herramienta de IA. Sin embargo, cabe recalcar que la diferencia de valor final es de 23 476.96$, que representa apenas un 7.01% del valor total, y, siendo el obtenido con IA mayor al original, puede resultar a favor de la persona que construya, ya que se conoce que dentro de un proceso de construcción siempre existen imprevistos, por lo que el dinero sobrante se puede utilizar para resolver estos inconvenientes y no tener la necesidad de pedir más dinero el cliente. En cuanto al tiempo invertido en el desarrollo del presupuesto, mientras el original obtenido de forma tradicional tuvo una duración de 8 horas aproximadamente, el obtenido con herramientas de IA tuvo una duración de alrededor de 25 minutos. Por lo tanto, el tiempo invertido con herramientas de IA fue significativamente menor al invertido en el proyecto original.

Tabla N.- 18. Comparación del presupuesto original de la Residencia Universitaria frente al presupuesto obtenido con la herramienta de IA Architechtures

Rubro	Precio Final PROYECTO ORIGINAL	Precio Final PROYECTO CON IA	Diferencia
Urbanización y Jardinería	19 855.10 $	26 926.68 $	7 071.58 $
Acondicionamiento del Terreno	1 153.32 $	183.18 $	970.14 $
Cimentaciones	8 370.57 $	26 739.48 $	18 368.91 $
Estructura	91 211.98 $	121 191.82 $	29 979.84 $
Fachada y paredes internas	22 460.72$	36 762.78 $	14 302.06 $
Revestimientos y Acabados	79 763.68 $	109 802.48 $	30 038.80 $
Carpintería y Cerrajería Interior	43 632.04 $	5 317.18 $	38 314.86 $
Carpintería y Cerrajería Exterior	12 288.85 $	7 455.21 $	4 833.64 $
Instalaciones de Telecomunicación	1 328.53 $	5 466.93 $	4 138.40 $
Intalaciones Eléctricas y Domótica	14 448.36 $	4 666.48 $	9 781.88 $
Instalaciones de Agua Potable	7 215.01 $	5 344.68 $	1 870.33 $
Instalaciones Sanitarias	4 596.09 $	465.77 $	4 130.32$
Iluminación	7 883.62 $	310.03 $	7 573.59 $
Mobiliario fijo	20 759.20 $	5 886.30 $	14 872.90 $
Otros	–	1 925.00 $	1 925.00 $
Total	334 967.05 $	358 444.01 $	23 476.96 $

3.2.3. Renders

Dentro del proceso proyectual arquitectónico se define la visualización arquitectónica, el cual, en el caso de estudio de la Residencia Universitaria, se realizaron renders exteriores e interiores. Para obtener un resultado respecto al tiempo utilizado en la generación de renders, como se mencionó anteriormente, se utilizó la herramienta de IA KreaAI. En la Tabla N.-14 se puede observar que el tiempo invertido en la generación de renders originalmente fue de aproximadamente 40 horas, mientras que el tiempo invertido en el desarrollo de renders con la asistencia de IA fue de alrededor 27 minutos en total. Esto teniendo en cuenta que se utilizó el mismo modelo que se utilizó originalmente y que, originalmente, únicamente una persona realizó este proceso, al igual que en el realizado con asistencia de herramientas de IA.



Imagen N.- 44. Comparación de Renders Exteriores



Imagen N.- 45. Comparación de Renders Interiores 1



Imagen N.- 46. Comparación de Renders Interiores 2



Imagen N.- 47. Comparación de Renders Interiores 3

Como se puede observar en las imágenes previas (Imagen N.- 44 a la 47), la creación de renders de manera tradicional (izquierda) y mediante el uso de inteligencia artificial (derecha) muestra diferencias en términos de eficiencia, precisión y creatividad. Los métodos tradicionales de renderizado, que involucran técnicas manuales y el uso de software especializado, suelen requerir un tiempo considerable, un alto grado de habilidad técnica por parte del profesional y maquinaria costosa para producir resultados detallados y realistas. Por otro lado, el uso de Inteligencia Artificial para la generación de renders permite automatizar muchos de estos procesos, reduciendo el tiempo y el costo requerido normalmente para producir imágenes de alta calidad. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, a pesar de estas ventajas, la intervención humana en el renderizado tradicional aporta un toque artístico personalizado y humano que la IA no puede ofrecer.

3.3. Respuesta a preguntas de investigación

1. **¿Cómo afecta la implementación de herramientas de Inteligencia Artificial en la optimización del tiempo y recursos en los procesos proyectuales arquitectónicos?**

La implementación de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en los procesos arquitectónicos tiene un impacto significativo en la optimización del tiempo y los recursos. Se ha demostrado que estas herramientas reducen considerablemente los tiempos de ejecución y los costos, siendo relativamente menores en comparación con los procesos tradicionales. Además, es importante señalar que para el proyecto desarrollado con la asistencia de herramientas de IA se utilizaron los mismos requerimientos y necesidades que en el proyecto original. Sin embargo, se realizaron mejoras adicionales basadas en las necesidades del usuario que actualmente habita la edificación. En el método tradicional del desarrollo del proceso proyectual arquitectónico, el tiempo de duración fue de aproximadamente 108 horas, mientras que en el método con asistencia de herramientas de IA tuvo una duración de alrededor 2 horas. Por lo tanto, el uso de herramientas de IA reduce significativamente los tiempos de duración de estos procesos. En cuanto a los costos, Krea AI es una herramienta gratuita y Architechtures tiene un costo mensual de $30, mientras que el costo mensual por persona en un equipo tradicional es de $460. Esto sin incluir el pago de programas BIM, que pueden ser utilizados en ambos enfoques.

2. **¿De qué manera las herramientas de Inteligencia Artificial contribuyen en la ejecución de los procesos proyectuales arquitectónicos?**

Las herramientas de Inteligencia Artificial contribuyen significativamente a la precisión del diseño arquitectónico, asegurando el cumplimiento tanto de los requisitos del usuario como de los mínimos establecidos por la normativa vigente. Estas herramientas optimizan los espacios, buscando siempre la solución más eficiente sin desperdiciar áreas. Al integrar algoritmos avanzados y capacidades de

aprendizaje automático, las IA pueden evaluar múltiples variables simultáneamente, adaptándose a las necesidades de cada proyecto.

Sin embargo, es fundamental recalcar que el conocimiento y criterio del profesional detrás de este proceso es imprescindible. Aunque el diseño generado por la IA cumple con los requisitos establecidos, aspectos como la funcionalidad y la estética, aunque son temas que no son el objetivo de esta investigación, pueden ser cuestionados y dependen del criterio del profesional a cargo, lo que puede resultar en modificaciones necesarias.

Por lo tanto, las herramientas de IA son valiosas para la creación de distribuciones espaciales generales, pero siempre se requiere la intervención del profesional para perfeccionar aspectos más específicos y asegurar que el diseño final tenga un equilibrio funcional y estético.

3. **¿Qué rol desempeñan las herramientas Inteligencia Artificial en los procesos proyectuales arquitectónicos?**

El rol de las herramientas de Inteligencia Artificial es de asistencia, no de reemplazo, para los profesionales en los procesos de diseño arquitectónico. La investigación muestra que el criterio y el conocimiento adquiridos durante la formación profesional son esenciales para manejar y validar los resultados generados por las herramientas de IA. Por esta razón, las IA no reemplazarán a los profesionales, quienes siguen siendo imprescindibles para interpretar estos resultados y aplicarlos eficazmente en el contexto arquitectónico.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

a. La implementación de herramientas de IA en los procesos proyectuales arquitectónicos ha demostrado ser eficaz en cuanto a la reducción de los tiempos invertidos en cada una de las etapas del diseño. El proceso proyectual arquitectónico realizado con la asistencia de herramientas de IA representa una disminución significativa del tiempo invertido frente al proceso proyectual original realizado de forma tradicional, lo cual demuestra una mayor eficiencia en el uso del tiempo. Aunque, el resultado generado con asistencia de herramientas de IA no fue óptimo y requirió generar modificaciones, el tiempo invertido sigue siendo menor al empleado originalmente.

b. Las herramientas de Inteligencia Artificial no reemplazarán a los profesionales, debido a que la investigación realizada demuestra que el criterio y el conocimiento adquiridos durante la formación profesional son esenciales para manejar y validar los resultados generados por las herramientas de IA, por esta razón no reemplazaran a los profesionales, quienes siguen siendo imprescindibles para interpretar estos resultados y aplicarlos eficazmente en el contexto arquitectónico.

c. La utilización de herramientas de Inteligencia Artificial permite generar proyectos arquitectónicos en un menor tiempo que los métodos tradicionales. Esta disminución en los tiempos de entrega mejora la satisfacción de los clientes, quienes reciben sus proyectos en menor plazo. Como resultado, la empresa mejora su prestigio y atrae a un mayor número de clientes a futuro.

d. El uso de herramientas de Inteligencia Artificial permite a un profesional realizar tareas que, en otras empresas de diseño y construcción, requerirían un mayor número de personal. Esto implica una significativa optimización de

recursos para las empresas que adopten estas tecnologías, traduciéndose en una mayor eficiencia ejecutiva y una reducción de costos de ejecución.

e. La investigación demuestra que las herramientas de Inteligencia Artificial tienen un impacto significativo en la optimización de recursos para las empresas de diseño y construcción. Estas herramientas reducen la necesidad de invertir en extensas capacitaciones o en la subcontratación de personal, gracias a su interfaz intuitiva y amigable para el usuario. Como resultado, las empresas pueden ahorrar costos y mejorar su eficiencia, aprovechando al máximo las capacidades avanzadas de las herramientas de IA sin requerir formación especializada adicional.

4.2. Recomendaciones

a. Se recomienda a las empresas de diseño y construcción implementar el uso de herramientas de Inteligencia Artificial en sus procesos de diseño, puesto que la evidencia demuestra que esto puede ayudar a mejorar la eficiencia de sus proyectos.

b. Se recomienda fomentar la investigación de nuevas herramientas de Inteligencia Artificial para los procesos proyectuales arquitectónicos, debido a que es una tecnología en constante evolución y puede representar beneficios adicionales a futuro.

c. Se recomienda que los docentes de arquitectura se capaciten en cuanto al uso de herramientas de Inteligencia Artificial para que se pueda enseñar a las futuras generaciones de arquitectos y lograr mejoras significativas en cuanto a la optimización de proyectos y otros aspectos que la IA ofrezca a futuro.

d. Se recomienda que los resultados obtenidos mediante herramientas de Inteligencia Artificial sean verificados, analizados y de requerirse, mejorados manualmente por el profesional para garantizarlos. Se debe ajustar estos resultados según las especificaciones del cliente y el conocimiento técnico del profesional. Además, es necesario revisar cuidadosamente los detalles técnicos para asegurar que los planos cumplan con los estándares requeridos y sean aptos para su aprobación.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFIA

Contextualización

Medina, G, J. (2021). Principales Problemas que Experimenta la Industria de la Construcción. Lean Construction México. https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/principales-problemas-que-experimenta-la-industria-de-la-construcci%C3%B3n

Nayeri, F. (2023, 18 de agosto). Cómo la aplican: los arquitectos más famosos están usando la inteligencia artificial para cambiar los lugares de trabajo. La Nación. https://www.lanacion.com.ar/propiedades/construccion-y-diseno/como-la-aplican-los-arquitectos-mas-famosos-estan-usando-la-inteligencia-artificial-para-cambiar-los-nid01082023/

Moran, S. Cheng, D. (2023). Zaha Hadid Architects' Tim Fu uses AI to reimagine Renaissance interiors. Home Journal. https://www.homejournal.com/en/lifestyle/Zaha-Hadid-Architects'-Tim-Fu-uses-AI-to-reimagine-Renaissance-interiors/5793/

Garay, J. (2023). Michel Rojkind: la IA generativa para recuperar la capacidad de imaginar. Wired. https://es.wired.com/articulos/inteligencia-artificial-generativa-para-recuperar-la-capacidad-de-imaginar

Fixsen, A. (2023). The Room That Designed Itself: Inside the world of generative AI, design's wild new frontier. ElleDecor. https://www.elledecor.com/life-culture/a42711299/generative-ai-design-architecture/

(2023). La Facultad de Arquitectura y Urbanismo innova y le apuesta a la IA. Noticias UTE. https://www.ute.edu.ec/la-facultad-de-arquitectura-y-urbanismo-innova-y-le-apuesta-a-la-ia/

Justificación

Carvajal, E. (2021). *Modelo de gestión para empresas constructoras e inmobiliarias del Distrito Metropolitano de Quito con un enfoque en el Project Management Institute (PMI)*. (Tesis masterado). Área de Gestión. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar. https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8189/1/T3574-MAE-Carvajal-Modelo.pdf

Añez, R. (14, julio, 2023). La Revolución de la Arquitectura: El Impacto de la Inteligencia Artificial. LinkedIn. https://es.linkedin.com/pulse/la-revoluci%C3%B3n-de-arquitectura-el-impacto-inteligencia-ricardo-a%C3%B1ez

Fernández, R. (2013). *Inteligencia proyectual: Un manual de investigación en arquitectura.* Editorial Teseo. Argentina: Editorial Teseo.

García, J., Vásquez, G. (2010). *Estrategias operativas en el proyecto arquitectónico. Procesos, herramientas y protocolos*. (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.76695

Carpo, M. (2023). La arquitectura digital inteligente tiene poco que ver con los computadores (y menos aún con su inteligencia). *ARQ (Santiago),* (113), 18-31. Doi: https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962023000100018

Moran, S. Cheng, D. (2023). Revolutionizing Architecture: Exploring A.I. Design with Tim Fu from Zaha Hadid Architects. Home Journal. https://www.homejournal.com/en/people/Revolutionizing-Architecture:-Exploring-A.I.-Design-with-Tim-Fu-from-Zaha-Hadid-Architects/5936/

Antecedentes

Chumpitaz, F. (2019). Inteligencia Artificial y/o el Arquitecto. *Un espacio para la Utopía*, (6), 129-140. Doi: https://doi.org/10.26439/limaq2020.n006.4820

Carpo, M. (2023). La arquitectura digital inteligente tiene poco que ver con los computadores (y menos aún con su inteligencia). *ARQ (Santiago),* (113), 18-31. Doi: https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962023000100018

Beltrán, Y. (2011). Metodología del diseño arquitectónico. *Revista Amorfa de Arquitectura*, (22), 1-22. Recuperado de https://www.academia.edu/download/54167110/metodologia_del_diseno_arquitectonico.pdf

Losavio, O; Guillén, C. (2006). Marco conceptual para un diseño arquitectónico basado en aspectos de calidad. *Revista Sapiens*, *7*(2), 119-138. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41070209

Correal Pachón, G. D. (2011). Sobre modelos pedagógicos y el aprendizaje del proyecto arquitectónico: proyecto arquitectónico y urbano. *Revista de Arquitectura*, 13: (ed.). Red Universidad Católica de Colombia. Recuperado de https://elibro-net.uta.lookproxy.com/es/lc/uta/titulos/83299

Bases Teóricas

Vásquez, Claudio. (2010). La luz en la obra de Le Corbusier. *ARQ (Santiago)*, (76), 20-27. Doi: https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962010000300003

Ching, F. D. K. (2015*). Arquitectura: forma, espacio y orden*: (4 ed.). Editorial GG. https://elibro-net.uta.lookproxy.com/es/ereader/uta/45584?page=9

HYC Proyectos de ingeniería. (2023). Cualidades y Características Esenciales de una Empresa Constructora de Éxito: Lo que Debes Buscar al Seleccionar un

Constructor. LinkedIn. https://es.linkedin.com/pulse/cualidades-y-caracter%C3%ADsticas-esenciales

Estos son los nuevos sueldos en Ecuador del 2024 para cada actividad económica. (202, enero 06). *El Universo*. Recuperado de https://www.eluniverso.com/noticias/economia/sueldos-ecuador-2024-tablas-sectoriales-excel-pdf-nota/

Berretta, H. (2011). *Arquitectos: creadores del espacio*. Editorial Nobuko. Recuperado de https://www-digitaliapublishing-com.uta.lookproxy.com/a/34143

López Salas, J. A. (2021). *Un buen arquitecto:* (1 ed.). Editorial Nobuko. Recuperado de https://elibro-net.uta.lookproxy.com/es/ereader/uta/217373?page=74

Campo Baeza, A. (2021). *Quiero ser arquitecto*. Los Libros de La Catarata. Recuperado de https://www-digitaliapublishing-com.uta.lookproxy.com/a/123248

Cómo conseguir la satisfacción del cliente en arquitectura (s/f). Arquitectura. [Entrada de blog]. Archiff. https://archiff.com/como-conseguir-la-satisfaccion-del-cliente-en-arquitectura

Aguilar, G. Saad, J. (2009). *Análisis de mercado: necesidades habitacionales de los estudiantes de provincia que estudian en la ESPOL* (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. https://www.dspace.espol.edu.ec/rest/bitstreams/4364/retrieve

Anónimo. ¿Estás pensando en tener tu departamento para estudiante? ¡Descubre los beneficios de Avaterra! (2022, diciembre 26). Planeta Avaterra [Entrada de blog]. Avaterra. https://avaterra.mx/blog/departamento-para-estudiante/

Gil, P. (2017). *El proyecto arquitectónico: guía instrumental*: (ed.). Editorial Nobuko. Recuperado de https://elibro-net.uta.lookproxy.com/es/ereader/uta/77829?page=1

Correal Pachón, G. D. (2011). Sobre modelos pedagógicos y el aprendizaje del proyecto arquitectónico: proyecto arquitectónico y urbano. *Revista de Arquitectura, 13*: (ed.). Red Universidad Católica de Colombia. Recuperado de https://elibro-net.uta.lookproxy.com/es/lc/uta/titulos/83299

Barclay, S. (2019). El proceso proyectual. *Revista A: Arquitectura PUCP*, *14*: (ed.). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/arquitectura/article/view/22354

Municipalidad del Cantón Ambato. (2020). Reforma y Codificación de la Ordenanza General del Plan de Ordenamiento Territorial de Ambato. (POT Ambato 2020). https://www.scribd.com/document/136553900/POT-2020

Hardy, T. (2001). IA: Inteligencia artificial. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana, 1*(2), 1-23. Recuperado de https://elibro-net.uta.lookproxy.com/es/ereader/uta/11780?page=14

López, R. Meseguer, P. (2017). *Inteligencia artificial*. CSIC. Recuperado de https://www-digitaliapublishing-com.uta.lookproxy.com/a/50739

Soria, E. Rodríguez, P. García, Q. Vaquer, F. Vicent, J. Vila, J. (2022). *Inteligencia Artificial*. Rama Editorial. Recuperado de https://www-digitaliapublishing-com.uta.lookproxy.com/a/116385

McCarthy, J. (1956). Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. Dartmouth Conference, Hanover, New Hampshire, USA. https://web.archive.org/web/20080930164306/http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html

Pérez Rodríguez, M. (2023). *Inteligencia artificial: chatgpt práctico para empresas.* ICB Editores. Recuperado de https://www-digitaliapublishing-com.uta.lookproxy.com/a/131943

Architectures. (2023). Edificios – Diseño y Modelado BIM Asistido por IA**.** https://architechtures.com/es/blog/posts/4-edificios-diseno-y-modelado-bim-asistido-por-ia

ArkoAI. (2023). Release 2.1. https://arko.ai/f/arkoai---release-20

Planfinder. (s/f). About. https://www.planfinder.xyz/about

Allen, B. (2024). Automating Construction Documentation with Glyph CoPilot: Your Ultimate AI GPT Assistant in Revit. https://www.evolvelab.io/post/automating-construction-documentation-with-glyph-co-pilot-your-ultimate-ai-gpt-assistant-in-revit

KreaAI. (s/f). https://www.krea.ai/home

Marco Metodológico

Gregorio Rojas, N. (2023). *Metodología de la investigación para anteproyectos:* (1 ed.). Universidad Abierta para Adultos (UAPA). Recuperado de https://elibro-net.uta.lookproxy.com/es/ereader/uta/229656?page=145

Matos, A. (s/f). Investigación Bibliográfica: Definición, Tipos, Técnicas. https://s9329b2fc3e54355a.jimcontent.com/download/version/1545253266/m

odule/9548086969/name/Investigaci%C3%B3n%20Bibliogr%C3%A1fica.pdf

Resultados y Discusión

(2024). Predicciones del viento, velocidad del viento, tiempo real y mapa del viento para kite- y windsurf, vela y pesca. Windfinder. https://es.windfinder.com/#16/-1.2725/-78.6242/rain/2024-04-17T15:00Z

ANEXOS
Anexo 1
Ficha de Observación

Fotografía Estado Bien Inmueble

FICHA DE OBSERVACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y ACABADOS

Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Diseño y Arquitectura

Proyecto de Investigación

"Herramientas de Inteligencia Artificial en los Procesos Proyectuales Arquitectónicos, caso de estudio: Residencia Universitaria"

1. Datos Identificación

Nombre de la Edificación:	
Arquitecto:	
Ubicación:	
Uso:	
Año:	

2. Contexto

Equipamientos

- ☐ Parque
- ☐ Supermercado
- ☐ Hospital
- ☐ Universidad
- ☐ Centro Comercial
- ☐ Otro: _____

Edificaciones Aledañas

- ☐ 1-2 Pisos
- ☐ 3-4 Pisos
- ☐ + 4 Pisos

Tipo de Calle

- ☐ Asfalto
- ☐ Hormigón
- ☐ Adoquín
- ☐ Tierra
- ☐ Otro:

Servicios Básicos

- ☐ Alcantarillado
- ☐ Agua
- ☐ Luz
- ☐ Teléfono
- ☐ Recolección de Basura

3. Información General

N° de Pisos:	N° de Suites:	N° de Usuarios:

Espacios Privados	Espacios Comunes	Espacio Público
☐ Sala	☐ Lavandería	☐ Si
☐ Comedor	☐ Área entretenimiento	☐ No
☐ Cocina	☐ Áreas verdes	
☐ Dormitorio	☐ Parqueadero	
☐ Baño Completo	☐ Comedor / Cocina	
☐ Baño Social	☐ Caja de Gradas	
☐ Estudio	☐ Ascensor	

4. Descripción Exterior

Tipo de Estructura	Mampostería	Pintura Paredes
☐ Hormigón Armado	☐ Ladrillo Ornamental	☐ Lisa
☐ Estructura Metálica	☐ Ladrillo Tradicional	☐ Grafiado
☐ Steel Framing	☐ Bloque de Hormigón	☐ Ninguna
☐ Mixto	☐ Mixto	Color: _____

Cerramiento	Piso	Enlucido
☐ Impermeable	☐ Cerámica	☐ Si
☐ Permeable	☐ Porcelanato	☐ No
☐ Semipermeable	☐ Hormigón	
Material: _____	☐ Gres	

5. Descripción de Espacios Comunes

Pasillos

Piso	Pintura Paredes	Enlucido
☐ Cerámica	☐ Lisa	☐ Si
☐ Porcelanato	☐ Grafiado	☐ No
☐ Hormigón	☐ Ninguna	
☐ Gres	Color: _____	

Caja de Gradas

Tipo de Estructura	Material	Color
☐ Hormigón Armado	☐ Cerámica	☐ Sin Color
☐ Estructura Metálica	☐ Porcelanato	☐ Negro
☐ Steel Framing	☐ Hormigón	☐ Blanco
☐ Mixto	☐ Granito	☐ Azul

Área Lúdica

Pintura Paredes	Piso	Enlucido
☐ Lisa	☐ Cerámica	☐ Si
☐ Grafiado	☐ Porcelanato	☐ No
☐ Ninguna	☐ Hormigón	
Color: _____	☐ Gres	

Lavandería

Pintura Paredes	Piso	Enlucido
☐ Lisa	☐ Cerámica	☐ Si
☐ Grafiado	☐ Porcelanato	☐ No
☐ Cerámica	☐ Hormigón	
☐ Porcelanato	☐ Gres	
☐ Ninguna		
Color: _____		

6. Descripción de Espacios Interiores

Sala/Comedor	Cocina
Pintura Paredes	**Pintura Paredes**
☐ Lisa	☐ Lisa
☐ Grafiado	☐ Grafiado
☐ Ninguna	☐ Ninguna
☐ Otra:	☐ Otra:
Color: _____	Color: _____
Piso	**Piso**
☐ Cerámica	☐ Cerámica
☐ Porcelanato	☐ Porcelanato
☐ Hormigón	☐ Hormigón
☐ Gres	☐ Gres

Dormitorio	Baño
Pintura Paredes	**Pintura Paredes**
☐ Lisa	☐ Lisa
☐ Grafiado	☐ Grafiado
☐ Ninguna	☐ Ninguna
☐ Otra: _____	☐ Otra: _____
Color: _____	Color: _____
Piso	**Piso**
☐ Cerámica	☐ Cerámica
☐ Porcelanato	☐ Porcelanato
☐ Hormigón	☐ Hormigón
☐ Gres	☐ Gres

Anexo 2
Ficha de Resumen de Normativa

FICHA DE RESUMEN DE LA NORMATIVA VIGENTE

Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Diseño y Arquitectura

Proyecto de Investigación

"Herramientas de Inteligencia Artificial en los Procesos Proyectuales Arquitectónicos, caso de estudio: Residencia Universitaria"

1. Normas Particulares

Uso Principal	Vivienda media densidad	Retiro Frontal	5 m
Lote Mínimo	300 m2	Retiro Posterior	3 m
Frente Mínimo	11 m	Retiro Lateral	3 m
Forma de Implantación	B	COS(%)	50%
Altura de Edificación Básica (Pisos)	4	CUS(%)	200%
Altura de Edificación Máxima (Pisos)	5	Densidad Mínima/Máxima (Viv/Ha)	54/89

2. Normas de Arquitectura y Urbanismo

Espacios Mínimos para considerarse unidad de vivienda	Dormitorio, Sala de estar, Cocina, Cuarto de Baño, Área de Servicio

Dimensiones Útiles Mínimas de Espacios

Espacio	Lado Mínimo (m)	Área Útil Mínima (m2)		
		Vivienda 1 Dormitorio	Vivienda 2 Dormitorios	Vivienda 3+ Dormitorios
Sala / Comedor	2,70 m	13,00 m2	13,00 m2	13,00 m2
Cocina	1,50 m	4,00 m2	5,50 m2	6,50 m2
Dormitorio Principal	2,50 m	9,00 m2	9,00 m2	9,00 m2
Dormitorio 2	2,20 m	-	8,00 m2	8,00 m2
Dormitorio 3	2.20 m	-	-	7,00 m2
Baño	1,20 m	2,50 m2	2,50 m2	2,50 m2
Lavandería	1,30 m	3,00 m2	3,00 m2	3,00 m2
Dormitorio de Servicio	2,00 m	6,00 m2	6,00 m2	6,00 m2

Dimensiones Útiles Mínimas Complementarias de Espacios

Cocina						
Mesa de Trabajo	0,60 m - incorporado fregadero de vajilla, sitio para cocina y refrigerador					
Circulación	Un solo mesón:	0,90 m	Mesón frente a estantería:	0,90 m	Mesón frente a mesón:	1,10 m
Baño						
Incluye	Inodoro, lavabo y ducha					
Ducha	Lado mínimo	0,70 m	Área mínima	0,56 m2		
Ducto de Ventilación	Lado mínimo	0,40 m	Área mínima	0,32 m2		

Consideraciones Complementarias de Espacios Comunales y Privados

Puertas					
Principal/Ingreso	0,96 x 2,03 m	Interior	0,86 x 2,03 m	Baños	0,76 x 2,03 m
Pasillos					
Interior de Vivienda	0,90 m	Comunales			1,20 m
Escaleras					
Interior de Vivienda	0,90 m	Comunales	1,20 m	Sótano	0,80 m
Estacionamientos					
Emplazamiento libre	4,80 x 2,30 m	Emplazamiento con un obstáculo	4,80 x 2,50 m	Emplazamiento con dos obstáculos	4,80 x 2,80 m
Ascensor					
Dimensiones de cabina	1,20 x 1,00 m	Vano de Puerta	0,90 x 2,00 m	Pasamano (altura)	0,90 m

Servicios Colectivos

Sala Comunal
Vivienda de Conserje
Caseta de Guardía
Baño para personal de Sevicio
Sitio de depósito de basura
Áreas Recreativas
Área Verde (9m2/hab)
Consideraciones extras:

Anexo 3
Ficha de Observación



FICHA DE OBSERVACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y ACABADOS

Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Diseño y Arquitectura

Proyecto de Investigación

"Herramientas de Inteligencia Artificial en los Procesos Proyectuales Arquitectónicos, caso de estudio: Residencia Universitaria"

1. Datos Identificación

Nombre de la Edificación:	Residencia Universitaria "ULiving!"
Arquitecto / Empresa:	Arq. Diego Alulema - Proyect + Plus
Ubicación:	Av. Jácome Clavijo y Av. Los Chásquis
Uso:	Vivienda
Año:	2021

2. Contexto

Equipamientos

- ☑ Parque
- ☑ Supermercado
- ☐ Hospital
- ☑ Universidad
- ☑ Centro Comercial
- ☐ Otro: _____

Edificaciones Aledañas

- ☑ 1-2 Pisos
- ☑ 3-4 Pisos
- ☐ + 4 Pisos

Tipo de Calle

- ☐ Asfalto
- ☐ Hormigón
- ☑ Adoquín
- ☐ Tierra
- ☐ Otro: _____

Servicios Básicos

- ☑ Alcantarillado
- ☑ Agua
- ☑ Luz
- ☑ Teléfono
- ☑ Recolección de Basura

3. Información General

N° de Pisos: 3	N° de Suites: 9	N° de Usuarios: 9

Espacios Privados	Espacios Comunes	Espacio Público
☑ Sala	☑ Lavandería	☐ Si
☑ Comedor	☐ Área entretenimiento	☑ No
☑ Cocina	☑ Áreas verdes	
☑ Dormitorio	☑ Parqueadero	
☑ Baño Completo	☐ Comedor / Cocina	
☐ Baño Social	☑ Caja de Gradas	
☐ Estudio	☐ Ascensor	

4. Descripción Exterior

Tipo de Estructura	Mampostería	Pintura Paredes
☑ Hormigón Armado	☐ Ladrillo Ornamental	☑ Lisa
☐ Estructura Metálica	☑ Ladrillo Tradicional	☑ Grafiado
☐ Steel Framing	☐ Bloque de Hormigón	☐ Ninguna
☐ Mixto	☐ Mixto	Color: Blanco / Gris

Cerramiento	Piso	Enlucido
☐ Impermeable	☐ Cerámica	☑ Si
☐ Permeable	☑ Porcelanato	☐ No
☑ Semipermeable	☑ Hormigón	
Material: Ladrillo / Acero	☐ Gres	

5. Descripción de Espacios Comunes

Pasillos

Piso	Pintura Paredes	Enlucido
☐ Cerámica	☑ Lisa	☑ Si
☑ Porcelanato	☐ Grafiado	☐ No
☐ Hormigón	☐ Ninguna	
☐ Gres	Color: Blanco	

Caja de Gradas

Tipo de Estructura	Material	Color
☐ Hormigón Armado	☐ Cerámica	☐ Sin Color
☑ Estructura Metálica	☐ Porcelanato	☑ Negro
☐ Steel Framing	☐ Hormigón	☐ Blanco
☐ Mixto	☑ Granito	☐ Azul

Área Lúdica

Pintura Paredes	Piso	Enlucido
☐ Lisa	☐ Cerámica	☑ Si
☑ Grafiado	☑ Porcelanato	☐ No
☐ Ninguna	☐ Hormigón	
Color: Gris	☐ Gres	

Lavandería

Pintura Paredes	Piso	Enlucido
☐ Lisa	☐ Cerámica	☑ Si
☐ Grafiado	☑ Porcelanato	☐ No
☑ Cerámica	☐ Hormigón	
☐ Porcelanato	☐ Gres	
☐ Ninguna		
Color: Blanco		

6. Descripción de Espacios Interiores

Sala/Comedor	Cocina
Pintura Paredes	**Pintura Paredes**
☑ Lisa	☑ Lisa
☐ Grafiado	☐ Grafiado
☐ Ninguna	☐ Ninguna
☐ Otra:	☐ Otra:
Color: Blanco	Color: Blanco
Piso	**Piso**
☐ Cerámica	☐ Cerámica
☑ Porcelanato	☑ Porcelanato
☐ Hormigón	☐ Hormigón
☐ Gres	☐ Gres

Dormitorio	Baño
Pintura Paredes	**Pintura Paredes**
☑ Lisa	☐ Lisa
☐ Grafiado	☐ Grafiado
☐ Ninguna	☐ Ninguna
☐ Otra:	☑ Otra: Porcelanato
Color: Blanco	Color: Beige
Piso	**Piso**
☐ Cerámica	☐ Cerámica
☑ Porcelanato	☑ Porcelanato
☐ Hormigón	☐ Hormigón
☐ Gres	☐ Gres

Anexo 4

Primera entrevista realizada al usuario de la Residencia Universitaria

ENTREVISTA AL USUARIO



Samantha Bonilla

Suite # 2
Tiempo de Estancia: 10 meses

Psicología Clínica
Cuarto Semestre

UNIANDES

1 ¿Qué tan satisfecho estás con las instalaciones de la residencia estudiantil, incluyendo los espacios comunes, dormitorios, baños y áreas de estudio? Y, ¿qué sugieres para mejorar el grado de satisfacción de tu experiencia en la Residencia Universitaria?

Me encuentro satisfecho.

2 ¿Con qué frecuencia utilizas los espacios comunes de la residencia; las áreas lúdicas, lavandería y áreas verdes? ¿Por qué? ¿Te gustaría que hubiera algún otro espacio común adicional?

Fuera de la lavandería no utilizo frecuentemente las demás áreas pero si me gustaría que fuera más intuitivo utilizarlo, tal vez un techo en la terraza o un patio en el cual se pueda realizar un asado, algo similar a eso.

3 ¿Cómo calificarías la comodidad y funcionalidad de tu suite en términos de tamaño, mobiliario, iluminación y ventilación? ¿Qué sugieres para mejorar los espacios?

En este sentido la Suite es muy cómoda los espacios están bien distribuidos en todos los sentidos asi que no hay ningún pero.

4 ¿Qué piensas sobre la accesibilidad de la residencia estudiantil en términos de facilidad de movimiento y acceso para personas con discapacidad? ¿Piensas que se debería incorporar elementos como un ascensor o rampas?

En este caso no hay una apropiada accesibilidad para una persona discapacitada sin embargo en caso de emergencia sería muy útil

5 ¿Consideras que hace falta algún espacio adicional en la residencia estudiantil para satisfacer las necesidades y actividades de los residentes? En caso afirmativo, ¿qué tipo de espacio crees que sería beneficioso agregar y por qué?

Si no estoy mal la mayoría del edificio son estudiantes universitarios, tal vez podría haber una sala de estudios o una sala de juegos Ping pong, un billar, lo cual sería de gran ayuda para la distracción de los residentes lo que igual formaría una mejor relación entre los que viven en el edificio.

6 ¿Qué aspectos del diseño arquitectónico de la residencia estudiantil crees que podrían mejorarse para aumentar tu satisfacción y la de otros residentes?

En este caso por la parte del parqueadero, el uso del mismo es poco intuitivo a la hora de retirar el carro, debido a que hay que llamar al vecino para que retire el carro o por contrario que uno retire el carro, por las horas de entrada y salida se choca mucho en ese sentido por la forma en la que está diseñada se podría haber hecho por espacios individuales.

Anexo 5

Segunda entrevista realizada al usuario de la Residencia Universitari

ENTREVISTA AL USUARIO



Romina Egas

Suite # 3
Tiempo de Estancia: 10 meses

Administración de Empresas

Universidad Católica de Ambato

1 ¿Qué tan satisfecho estás con las instalaciones de la residencia estudiantil, incluyendo los espacios comunes, dormitorios, baños y áreas de estudio? Y, ¿qué sugieres para mejorar el grado de satisfacción de tu experiencia en la Residencia Universitaria?

Muy satisfecha, me gustaría que haya una alacena en la cocina y que el piso sea de otro material/ color ya que se ensucia muy fácilmente.

2 ¿Con qué frecuencia utilizas los espacios comunes de la residencia; las áreas lúdicas, lavandería y áreas verdes? ¿Por qué? ¿Te gustaría que hubiera algún otro espacio común adicional?

Utilizo la lavandería seguido. Todas las áreas están bien.

3 ¿Cómo calificarías la comodidad y funcionalidad de tu suite en términos de tamaño, mobiliario, iluminación y ventilación? ¿Qué sugieres para mejorar los espacios?

Del 1 al 10 un 9 ya que son muy cómodas, pero existen pequeños detalles como la alacena, espacio para la refrigeradora, espacio para poner los materiales de aseo, etc. que hacen falta.

4 ¿Qué piensas sobre la accesibilidad de la residencia estudiantil en términos de facilidad de movimiento y acceso para personas con discapacidad? ¿Piensas que se debería incorporar elementos como un ascensor o rampas?

Tal vez se podría incorporar una rampa.

5 ¿Consideras que hace falta algún espacio adicional en la residencia estudiantil para satisfacer las necesidades y actividades de los residentes? En caso afirmativo, ¿qué tipo de espacio crees que sería beneficioso agregar y por qué?

Que la lavandería sea más grande porque es pequeña y que haya un área para poder secar la ropa.

6 ¿Qué aspectos del diseño arquitectónico de la residencia estudiantil crees que podrían mejorarse para aumentar tu satisfacción y la de otros residentes?

Todo está bien..

Anexo 6

Entrevista realizada al arquitecto responsable del diseño de la Residencia Universitaria

ENTREVISTA A LOS PROFESIONALES IMPLICADOS



Arq. Diego Alulema

Arquitecto de la Empresa Proyect + Plus

Actividades Realizadas:

Diseño arquitectónico

Modelado 3D

Planos arquitectónicos

1 Específicamente en el proyecto de Residencia Universitaria del cantón Ambato, ¿cuánto tiempo se dedica normalmente a la recopilación de datos y requisitos del proyecto antes de comenzar el proceso de diseño? ¿Cuál es el mayor desafío de esta etapa?

En recopilación de los datos podríamos decir que se demora unas dos o tres reuniones y el mayor desafío sería lograr materializar las ideas del cliente.

2 Específicamente en el proyecto de Residencia Universitaria del cantón Ambato, ¿Cuáles fueron los requerimientos y necesidades del cliente?

No fue muy específico, buscaba tener un espacio funcional y bien aprovechado para el crecimiento de la economía, no tenía una idea concreta de lo que quería realizar.

3 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿cúanto tiempo aproximado se necesitó para completar la fase inicial de conceptualización y boceteo de la idea del diseño arquitectónico?

Más o menos se demoró un mes, entre correcciones y reuniones con los clientes

4 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿cúanto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño de plantas arquitectónicas y fachadas?

En esta etapa, más o menos tuvo una duración de dos a tres semanas, según los cambios realizados, pedidos de los propietarios y del municipio.

5 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿cúanto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño interior? ¿Existe una correcta coordinación entre la fase de diseño arquitectónico y la fase de diseño de interiores?

Esta etapa va en conjunto con el diseño arquitectónico, las dos especialidades van de la mano para lograr un mayor funcionamiento en el área de construcción y acabados.

6 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Se desarrolló algún tipo de visualización arquitectónica (modelos 3D, renders, recorridos virtuales)? En caso de ser afirmativo ¿Cúanto tiempo se empleó y cuál es el mayor desafío de esta fase?

Si se realizó un modelo 3D y renders interiores y exteriores, se demoró unas dos semanas con todo y aprobación del equipo y del cliente.

7 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿cúanto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño de plantas hidrosanitarias y eléctricas?

Aproximadamente, con el diseño previamente aprobado se demoró una semana.

8 En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿cúanto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño estructural? ¿Existe una correcta coordinación entre diseño arquitectónico y diseño estructural?

De igual manera, esta etapa es un conjunto y va de la mano de los diseños arquitectónico e interior, ya que se tiene diferentes criterios y para un mejor funcionamiento se deben conjugar entre sí.

9 ¿Cúanto tiempo se empleó en la fase final del desarrollo de planos arquitectónicos, hidrosanitarios, eléctricos y estructurales finales del proyecto de Residencia Universitaria?

Para esta etapa final, aproximadamente se empleó unas dos a tres semanas en total.

10 En términos generales, ¿cúanto tiempo aproximadamente se empleó en el proyecto de Residencia Universitaria, desde la primera reunión de acercamiento con el cliente hasta la entrega de planos aprobados y permiso de construcción?

Aproximadamente dos meses hasta el ingreso de los planos a el municipio, hablamos de diseño estructural, diseño de interior y diseño arquitectónico.

11 ¿Se han identificado cuellos de botella o áreas del proceso de diseño que suelen llevar más tiempo? ¿Cuál es la razón detrás de esto?

Si, en la conjugación de los diferentes criterios de los profesionales que intervienen en el proceso; arquitecto, diseñador de interiores e ingeniero.

Anexo 7

Entrevista realizada al dueño de la empresa Proyect + Plus encargado de la gestión del proyecto de la Residencia Universitaria

ENTREVISTA A LOS PROFESIONALES IMPLICADOS



Ing. Wilman Sanchez

Dueño Fundador de la Empresa Proyect + Plus

Actividades Realizadas:

Coordinación entre las diferentes áreas

Diseño hidrosanitario y eléctrico

Desarrollo del Presupuesto

1 **En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuáles fueron las necesidades y requerimientos del cliente? ¿Estos requerimientos se aumentaron o cambiaron a medida que se presentaban propuestas al cliente?**

No hubieron necesidades como tal, el cliente buscaba un proyecto que le diera redito, de parte del equipo se le sugirió hacer este proyecto de Residencias para estudiantes. La parte de planta baja se solicitó que fuera un departamento para el cliente, con dormitorio principal que tenga vista hacia un jardín exterior, con una especie de porsche y baño, dos domitorios para los hijos, sala, comedor y cocina de manera general.

2 **En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Se limitó la parte económica por parte del cliente? En caso afirmativo, ¿Cuál fue el limitante presupuestal del cliente?**

No, no hubo un limitante de presupuesto por parte del cliente.

3 **En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuánto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño de plantas hidrosanitarias y eléctricas? ¿Cuál es el mayor desafío de esta etapa?**

Aproximadamente una semana a quince días. Los dos items tienen el mismo valor de complejidad, ya que, al ser un proyecto grande, tiene un grado complejidad mayor al normal; en el caso de hidrosanitarias, se tiene que realizar un sistema para bomberos, y en el caso de electricidad, se tienen aparatos como la cocina de inducción y calefón eléctrico que requieren un diseño eléctrico más complejo.

4 **En el proyecto de Residencia Universitaria, ¿Cuánto tiempo aproximado se empleó en la fase de diseño estructural? ¿Existió una correcta coordinación entre diseño arquitectónico y diseño estructural?**

Aproximadamente unas dos semanas en total. Si, a la par que el arquitecto diseñaba su parte, el ingeniero estructural sugería dimensiones de elementos estructurales, luces, etc. si existió una buena comunicación entre ambas partes.

5 **¿Cuánto tiempo se empleó en la fase final del desarrollo de planos arquitectónicos, hidrosanitarios, eléctricos y estructurales finales del proyecto de Residencia Universitaria?**

Para elaborar los planos el tiempo empleado no es mucho, porque ya se tiene todo definido y practicamente dibujado, aproximadamente una semana, ya que cada especilista se encarga de elaborar su respectivo plano.

6 **¿Cuánto tiempo se empleó en el desarrolló del presupuesto y cronograma de obra? ¿Cuál es el mayor desafío de esta etapa?**

Aproximadamente unos dos días, trabajo de corrido. El mayor desafió es el obtener datos de vólumenes y superficies de obra, porque es un procedimiento tedioso y muy mecánico.

7 **En términos generales, ¿Cuánto tiempo aproximadamente se empleó en el proyecto de Residencia Universitaria, desde la primera reunión de acercamiento con el cliente hasta la entrega de planos aprobados, permiso de construcción, presupuesto y cronograma de construcción?**

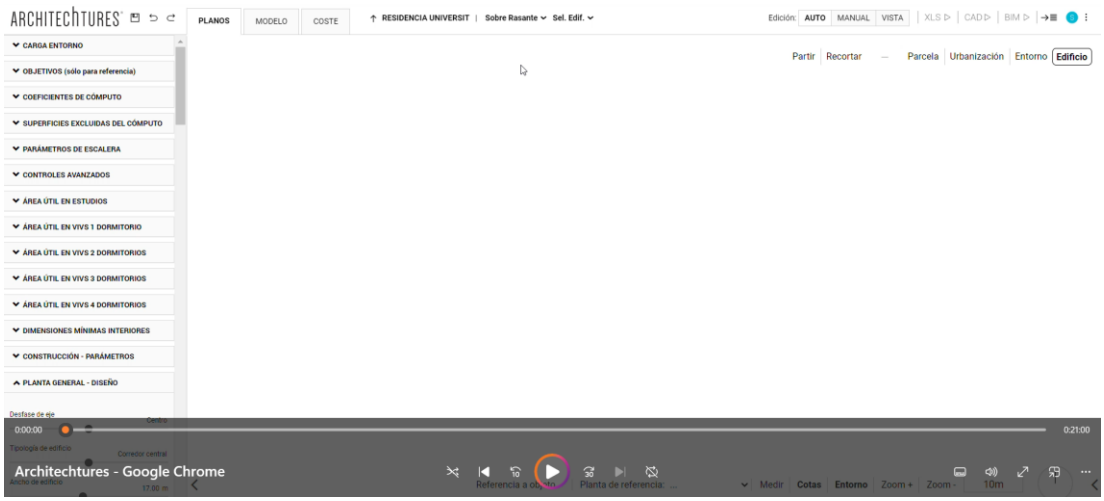
Todo el procedimiento tuvo una duración de un año, esto debido a que el cliente se tomaba su tiempo para revisar las propuestas y conversar con sus familiares. Específicamente de nuestro trabajo, el proyecto terminado se concluyó en aproximadamente tres meses.

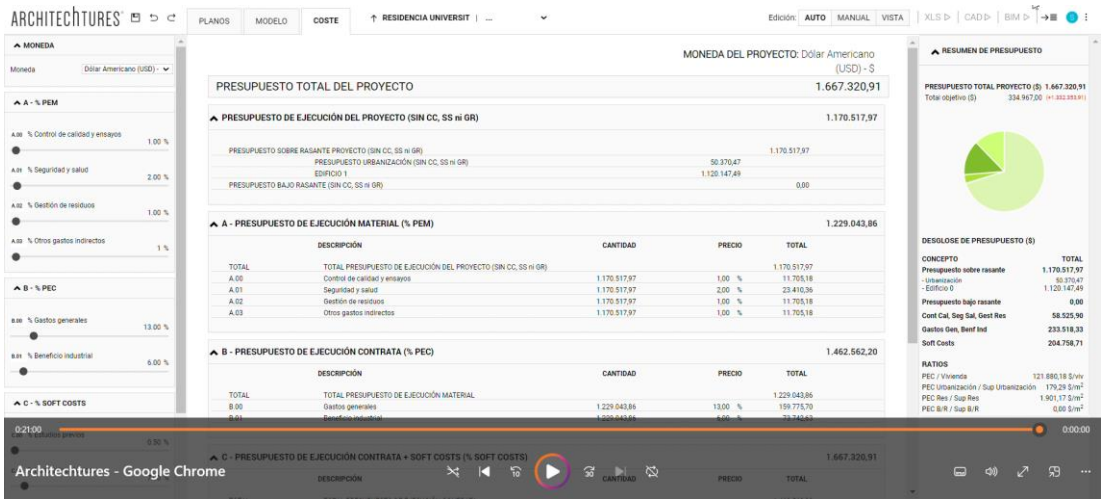
8 **¿Se han identificado cuellos de botella o áreas del proceso de diseño que suelen llevar más tiempo? ¿Cuáles y por qué?**

Si, la parte de diseño conceptual es la más difícil, es decir, el diseño de volumetrías de la edificación, esto por la saturación de proyectos, falta de tiempo y coordinación entre los implicados. Además, la fase de aprobación del cliente, siempre existen cambios y esto tiende a detener de cierta manera los proyectos en general.

Anexo 8

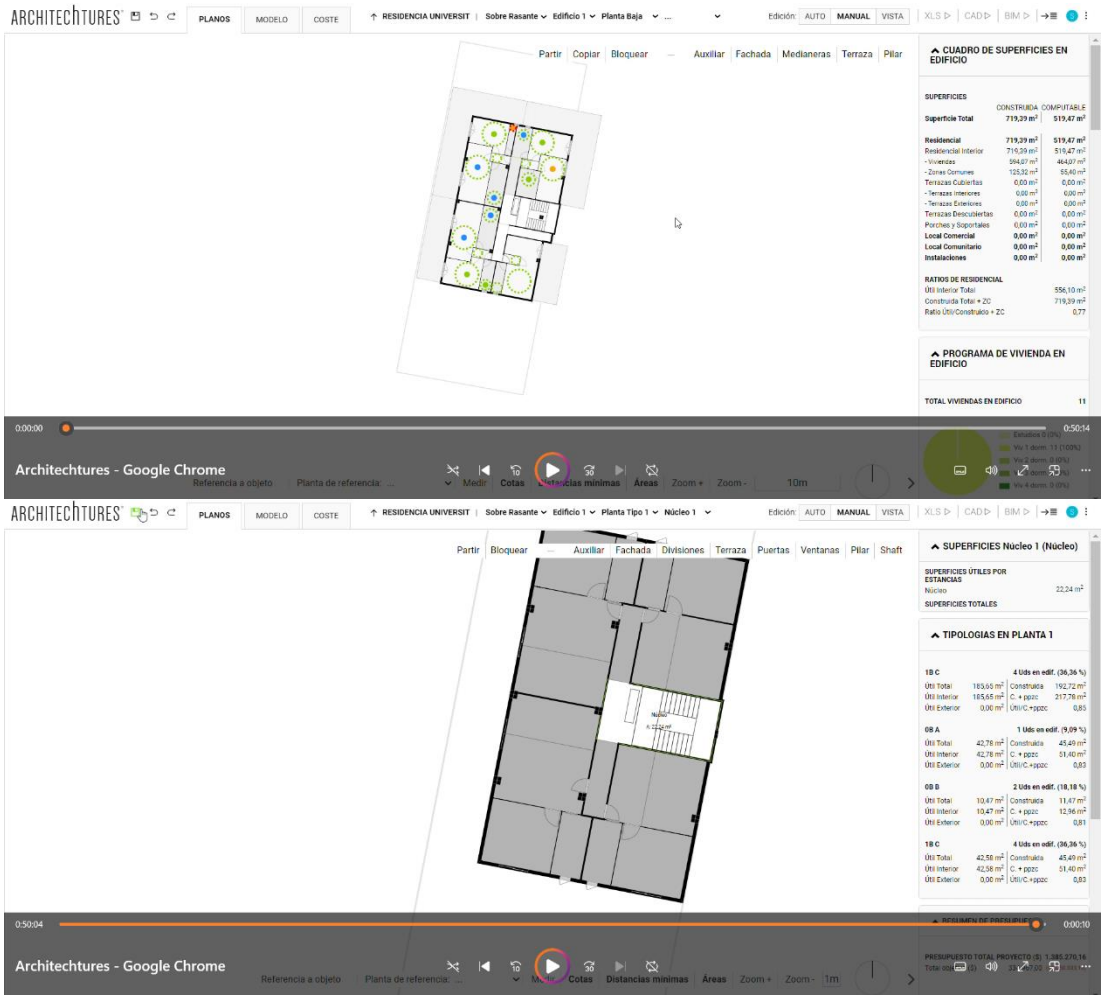
Captura de pantalla de la duración del ingreso de datos en la herramienta de IA Architechtures





Anexo 9

Captura de pantalla de la duración de la modificación del proyecto obtenido con la herramienta de IA Architechtures



Anexo 10

Primera captura de pantalla del desglose del presupuesto modificado del obtenido en la herramienta de IA Architechtures

MONEDA DEL PROYECTO: Dólar Americano (USD) - $

PRESUPUESTO TOTAL SOBRE RASANTE 358.444,01

50 - URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA 26.926,68

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
50.01	Desbroce y limpieza de parcela	588,02 m²	0,70 $/m²	411,61
50.02	Jardinería zona común	216,03 m²	2,80 $/m²	604,88
50.03	Piscina comunitaria	0,00 m²	0,00 $/m²	0,00
50.04	Cerramiento de parcela	108,41 ml	158,86 $/ml	17.221,55
50.05	Puerta peatonal de parcela	1,00 ud	185,00 $/ud	185,00
50.06	Puerta vehículos de parcela	1,00 ud	450,00 $/ud	450,00
50.07	Pavimento de parcela	376,69 m²	3,88 $/m²	1.461,56
50.08	Drenaje de parcela	376,69 m²	6,00 $/m²	2.260,14
50.09	Iluminación de parcela	376,69 m²	11,50 $/m²	4.331,94
50.90	Otros (urbanización, jardinería)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

01 - ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO 183,18

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
01.01	Desbroce y limpieza de edificio	261,69 m²	0,70 /m²	183,18
01.90	Otros (acondicionamiento terreno)	1,00 ud	0,00 /ud	0,00

02 - CIMENTACIONES 26.739,48

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
02.01	Excavación cimentación	261,69 m³	7,18 $/m³	1.878,93
02.02	Sistema de cimentación	261,69 m²	95,00 $/m²	24.860,55
02.90	Otros (cimentaciones)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

03 - ESTRUCTURAS 121.191,82

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
03.01	Vigas	252,12 ml	238,47 $/ml	60.123,06
03.02	Pilares	87,48 ml	226,63 $/ml	19.825,59
03.03	Forjados	819,34 m²	33,17 $/m²	27.177,51
03.04	Estructura de núcleos	72,58 ml	0,00 $/ml	0,00
03.05	Escaleras en planta tipo	40,03 m²	263,55 $/m²	10.549,91
03.06	Escaleras en planta baja	13,34 m²	263,55 $/m²	3.515,76
03.90	Otros (estructuras)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

04 - FACHADAS Y PARTICIONES 36.762,78

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
04.01	Fachada en viviendas	463,27 m²	19,63 $/m²	9.093,99
04.02	Medianeras interiores	434,28 m²	19,63 $/m²	8.524,92
04.03	Particiones interiores	337,93 m²	19,00 $/m²	6.420,67
04.04	Fachada en zonas comunes	7,80 m²	19,63 $/m²	153,11
04.05	Fachada en locales comerciales	0,00 m²	19,63 $/m²	0,00
04.06	Antepecho en cubierta	165,21 ml	19,63 $/ml	3.243,07
04.07	Barandillas de escaleras	25,28 ml	155,93 $/ml	3.941,91
04.08	Barandillas de terrazas	71,43 ml	75,39 $/ml	5.385,11
04.90	Otros (fachadas y particiones)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

05 - REVESTIMIENTOS Y ACABADOS 109.802,48

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
05.01	Revestimiento vert. zona húmeda	656,49 m²	0,00 $/m²	0,00
05.02	Revestimiento vert. zona seca	1.099,48 m²	6,87 $/m²	7.553,43
05.03	Revestimiento vert. zona común	109,42 m²	6,87 $/m²	751,72
05.04	Revestimiento de escaleras	53,38 ud	125,00 $/ud	6.672,50
05.05	Acabado vertical zonas húmedas	656,49 m²	22,05 $/m²	14.475,60
05.06	Acabado vertical zonas secas	1.099,48 m²	7,59 $/m²	8.345,05
05.07	Acabado vertical zonas comunes	109,42 m²	7,59 $/m²	830,50
05.08	Techo de zonas comunes	-18,55 m²	18,35 $/m²	-340,39
05.09	Techo cocina, salón, dormitorio	465,35 m²	18,35 $/m²	8.539,17
05.10	Techo registrable de baño	47,19 m²	18,35 $/m²	865,94
05.11	Techo baños sec., hall, pasillo	19,33 m²	18,35 $/m²	354,71
05.12	Techo de terrazas cubiertas	0,00 m²	18,35 $/m²	0,00
05.13	Pintura de techos	484,68 m²	4,00 $/m²	1.938,72
05.14	Nivelación de suelos	558,55 m²	1,00 $/m²	558,55
05.15	Solado de zonas secas	1.271,03 m²	31,02 $/m²	39.427,35
05.16	Solado de zonas húmedas	452,24 m²	31,02 $/m²	14.028,48
05.17	Solado de terrazas	322,52 m²	20,00 $/m²	6.450,40
05.18	Solado de zonas comunes	-18,55 m²	35,00 $/m²	-649,25
05.90	Otros (revestimientos, acabados)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

06 - CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA INTERIOR 5.317,18

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
06.01	Puerta de entrada	3,00 ud	390,24 $/ud	1.170,72
06.02	Puerta interior cocina o salón	0,00 ud	235,16 $/ud	0,00
06.03	Puerta interior resto vivienda	12,00 ud	235,16 $/ud	2.821,92
06.04	Armario modular	7,00 ml	189,22 $/ml	1.324,54
06.05	Puerta de registro	16,00 ud	0,00 $/ud	0,00
06.90	Otros (carpintería, cerrajería)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

Anexo 11

Segunda captura de pantalla del desglose del presupuesto modificado del obtenido en la herramienta de IA Architechtures

07 - CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA EXTERIOR — 7.455,21

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
07.01	Ventana exterior residencial	61,67 m²	83,84 $/m²	5.170,41
07.02	Ventana exterior local comercial	0,00 m²	83,84 $/m²	0,00
07.03	Balconera exterior	11,34 m²	0,00 $/m²	0,00
07.04	Puerta de locales comerciales	0,00 m²	0,00 $/m²	0,00
07.05	Puerta de zonas comunes	14,28 m²	160,00 $/m²	2.284,80
07.90	Otros (carpintería y cerrajería ext)	1,00 ud	0,00 /ud	0,00

08 - VIDRIOS Y TRANSLÚCIDOS — 0,00

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
08.01	Vidrios de ventanas residencial	61,10 m²	0,00 $/m²	0,00
08.02	Vidrios de ventanas comercial	0,00 m²	0,00 $/m²	0,00
08.90	Otros (vidrios y translúcidos)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

09 - TELECOMUNICACIONES — 5.466,93

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
09.01	Instalación general de teleco.	7,00 viv,loc	40,52 $/viv,loc	283,64
09.02	Instalación de videoportero	7,00 viv	740,47 $/viv	5.183,29
09.03	Instalación de teleco. estudio	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
09.04	Instalación de teleco. viv 1d	7,00 viv	0,00 $/viv	0,00
09.05	Instalación de teleco. viv 2d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
09.06	Instalación de teleco. viv 3d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
09.07	Instalación de teleco. viv 4d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
09.90	Otros (telecomunicaciones)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

10 - CALEFACCIÓN Y ACS — 0,00

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
10.01	Instalación general de calef. y acs	7,00 viv,loc	0,00 $/viv,loc	0,00
10.02	Instalación calefacción y acs estudio	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
10.03	Instalación calefacción y acs viv 1d	7,00 viv	0,00 $/viv	0,00
10.04	Instalación calefacción y acs viv 2d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
10.05	Instalación calefacción y acs viv 3d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
10.06	Instalación calefacción y acs viv 4d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
10.07	Instalación de gas	7,00 viv	0,00 $/viv	0,00
10.90	Otros (calefacción y ACS)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

11 - CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN — 0,00

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
11.01	Sistema general de vent. forzada	7,00 viv,loc	0,00 $/viv,loc	0,00
11.02	Instalación de climatización estudio	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.03	Instalación de climatización vivienda 1d	7,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.04	Instalación de climatización vivienda 2d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.05	Instalación de climatización vivienda 3d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.06	Instalación de climatización vivienda 4d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.07	Ventilación forzada y extracción estudio	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.08	Ventilación forzada y extracción viv 1d	7,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.09	Ventilación forzada y extracción viv 2d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.10	Ventilación forzada y extracción viv 3d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.11	Ventilación forzada y extracción viv 4d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
11.90	Otros (climatización, ventilación)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

12 - ELECTRICIDAD Y DOMÓTICA — 4.666,48

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
12.01	Red general de electricidad	7,00 viv,loc	666,64 $/viv,loc	4.666,48
12.02	Instalación electricidad estudio	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
12.03	Instalación electricidad viv 1d	7,00 viv	0,00 $/viv	0,00
12.04	Instalación electricidad viv 2d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
12.05	Instalación electricidad viv 3d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
12.06	Instalación electricidad viv 4d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
12.90	Otros (electricidad y domótica)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

13 - FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS — 5.344,68

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
13.01	Red general de fontanería	7,00 viv,loc	35,56 $/viv,loc	248,92
13.02	Instalación de fontanería estudio	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
13.03	Instalación de fontanería viv 1d	7,00 viv	0,00 $/viv	0,00
13.04	Instalación de fontanería viv 2d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
13.05	Instalación de fontanería viv 3d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
13.06	Instalación de fontanería viv 4d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
13.07	Sanitarios baño completo	10,00 ud	210,48 $/ud	2.104,80
13.08	Fregaderos y lavaderos	7,00 ud	427,28 $/ud	2.990,96
13.90	Otros (fontanería, sanitarios)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

Anexo 12

Tercera captura de pantalla del desglose del presupuesto modificado del obtenido en la herramienta de IA Architechtures

14 - RED DE SANEAMIENTO 465,77

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
14.01	Red general de saneamiento	7,00 viv,loc	27,41 $/viv,loc	191,87
14.02	Acometida general por núcleo	1,00 ud	273,90 $/ud	273,90
14.03	Instalación de saneamiento estudio	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
14.04	Instalación de saneamiento viv 1d	7,00 viv	0,00 $/viv	0,00
14.05	Instalación de saneamiento viv 2d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
14.06	Instalación de saneamiento viv 3d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
14.07	Instalación de saneamiento viv 4d	0,00 viv	0,00 $/viv	0,00
14.90	Otros (red de saneamiento)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

15 - ILUMINACIÓN 310,03

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
15.01	Luminarias en zonas comunes	7,00 viv	44,29 $/viv	310,03
15.90	Otros (iluminación)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

16 - INSTALACIONES DE ELEVACIÓN 0,00

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
16.01	Elevadores	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00
16.02	Elementos accesorios por parada	0,00 ud	0,00 /ud	0,00
16.90	Otros (instalaciones de elevación)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

17 - AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIÓN 0,00

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
17.01	Aislamiento en fachada	471,06 m²	0,00 $/m²	0,00
17.02	Aislamiento acústico en medianeras	434,28 m²	0,00 $/m²	0,00
17.03	Aislamiento acústico en suelos	1.704,72 m²	0,00 $/m²	0,00
17.04	Aislam. acústico techo de local comercial	0,00 m²	0,00 $/m²	0,00
17.05	Impermeabilización de terrazas exteriores	51,27 m²	0,00 $/m²	0,00
17.06	Aislamiento e imperm. de terrazas interiores	0,00 m²	0,00 $/m²	0,00
17.90	Otros (aislamientos, impermeabiliza.)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

18 - CUBIERTAS 0,00

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
18.01	Solución de cubierta	200,88 m²	0,00 $/m²	0,00
18.02	Acabado de cubierta	200,88 m²	0,00 $/m²	0,00
18.90	Otros (cubiertas)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

19 - PROTECCIÓN 1.925,00

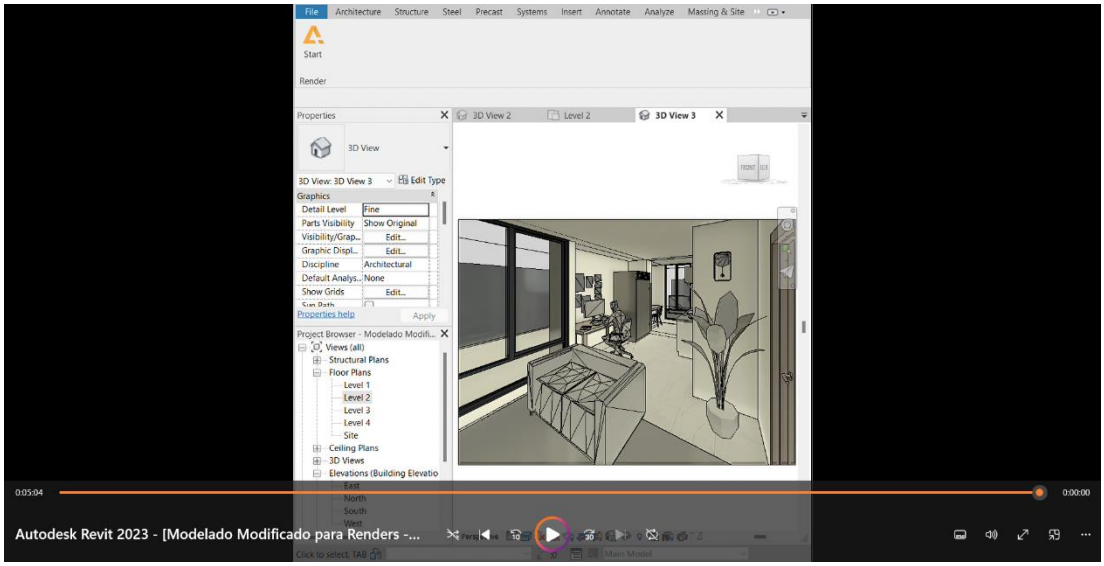
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
19.01	Protección contra incendios	7,00 viv	275,00 $/viv	1.925,00
19.02	Instalación de protección rayos	7,00 viv	0,00 $/viv	0,00
19.90	Otros (protección)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

20 - SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO 5.886,30

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
20.01	Equipamiento cocina	7,00 ud	840,90 $/ud	5.886,30
20.02	Decoración y equip zonas comunes	1,00 viv	0,00 $/viv	0,00
20.90	Otros (señalización, equipamiento)	1,00 ud	0,00 $/ud	0,00

Anexo 13

Captura de pantalla de la duración de la obtención de renders mediante una captura del modelo 3D amoblado subido en la herramienta de IA KreaAI



Anexo 14

Captura de pantalla de la duración de la obtención de renders mediante una captura de un espacio vacío del modelo 3D subido en la herramienta de IA KreaAI

