Guía para el Manejo del Laboratorio de Realidad Aumentada, Realidad Virtual y Realidad Inmersiva

Andrés Felipe Otálora Ardila

Universidad de La Salle

Facultad de Ingeniería

Departamento de Desarrollo de Infraestructura Sostenible y Gestión de Recursos Naturales

Programa de Ingeniería Civil

Bogotá D.C.

2025

Guía para el Manejo del Laboratorio de Realidad Aumentada, Realidad Virtual y Realidad Inmersiva

Andrés Felipe Otálora Ardila

Trabajo de Grado Presentado como Requisito para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Ingeniero Álvaro Enrique Rodríguez Páez

Universidad de La Salle

Facultad de Ingeniería

Departamento de Desarrollo de Infraestructura Sostenible y Gestión de Recursos Naturales

Programa de Ingeniería Civil

Bogotá D.C.

2025

Agradecimiento

Agradezco al Ingeniero **Álvaro Enrique Rodríguez Páez**, por su aporte, apoyo, tutoría durante el desarrollo del proyecto, por estar presente y pendiente de cada paso que realicé para entregar mi documento de grado.

A la ingeniera **Sandra Yanet Velazco Flórez**, por su orientación, ayuda, y sugerencias para el desarrollo de la guía.

A **Gloria Janeth Briñez Jiménez** secretaria del programa de ingeniería civil por su apoyo, por estar pendiente durante el desarrollo, presentación del proyecto y por ayudarme a solucionar contratiempos que se presentaran.

Al ingeniero **Mauricio Ayala Villareal** por su contribución a mi formación profesional y personal. Un gran maestro, pero sobre todo una gran persona y excelente ser humano.

Dedicatoria

A Dios por guiarme y darme sabiduría para realizar mi carrera profesional y por ser la fuerza que me impulsó día a día.

A mis padres, Nelson Javier y Luz Myriam, por enseñarme que la vida no es fácil y si quiero tener algo debo ser perseverante y consistente para lograrlo; gracias por ser mi fuente de inspiración y mostrarme que no hay nada imposible cuando con dedicación y entrega se trabaja.

A Nicolás y Juan Sebastián por apoyarme, por ayudarme a ver la vida de otras formas y enseñarme el valor de tener hermanos. Por impulsarme a cumplir mis sueños y por darme su amor incondicionalmente.

Finalmente, a mí mismo, por la fortaleza, paciencia y determinación para alcanzar esta meta. Este trabajo es el reflejo de mi esfuerzo y compromiso con el futuro.

Andrés Felipe Otálora Ardila

Tabla de Contenido

1. Introducción 11

1.1. Planteamiento del problema 11

1.2. Delimitación y Justificación 12

2. Objetivos 15

2.1. Objetivo General 15

2.2. Objetivos Específicos 15

3. Marco de Referencia 17

3.1. Estado del Arte 17

3.1.1. Cype 21

3.1.2. ACCA Ingeniería 25

3.2. Marco Teórico 33

3.3. Marco Conceptual 34

3.3.1. BIM 34

3.3.2. Inteligencia Artificial 34

3.3.3. Laboratorio de innovación 34

3.3.4. Modelado 3D 34

3.3.5. Realidad Virtual 35

3.3.6. Realidad Aumentada 35

3.3.7. Realidad Inmersiva 35

3.3.8. Software 35

3.3.9. Experiencia inmersiva 36

3.3.10. Proyecto 36

3.3.11. Laboratorios de innovación 36

3.4. Marco Legal 37

4. Metodología 39

4.1. Etapa Inicial: Recolección de Información 39

4.1.1. Políticas de Uso para el Laboratorio de IA y Realidad Aumentada 40

4.1.2. Convenio con ACCA Ingeniería licencias académicas 48

4.1.3. Convenio con ISTRAN licencias académicas 48

4.1.4. Convenio con CYPE licencias académicas 48

4.1.5. Autodesk y licencias académicas de otras empresas 48

4.1.6. App de renderización y modelado en realidad virtual para la construcción 48

4.2. Etapa 2: Preparación y Propuesta de Espacio 49

4.3. Etapa 3: Desarrollo de Ejercicio Práctico con CypeCAD 51

4.3.1. Investigación y Desarrollo 51

4.3.2. Formación y capacitación 53

4.4. Etapa Final: Presentación de Guía de Laboratorio 61

4.4.1. Logística y Gestión de Materiales 61

4.4.2. Diseño y Visualización 62

4.4.3. Gestión de Riesgos 62

4.4.4. Simulación de Procesos Constructivos y/o Costes y Presupuestos 62

4.4.5. Fundamentación Investigativa 63

5. Conclusiones 65

6. Referencias 67

Lista de Figuras

Figura 1. Proyectos en ejecución en Bogotá D.C. 12

Figura 2. Tipo de Sensores 17

Figura 3. Resumen de guías BIM utilizadas por país**.** 18

Figura 4. Avenida 68 - Grupo 8 20

Figura 5. Tipos de Programa 21

Figura 6. Modelo Ejemplo 26

Figura 7. Servicios colaborativos en usBIM.platform 26

Figura 8. Ciclo BIM 29

Figura 9. Modelo Ejemplo 29

Figura 10. Elección de Material 30

Figura 11. Modelo Ejemplo 31

Figura 12. Ejemplo de Producto Final 32

Figura 13. Flujograma de actividades 39

Figura 14. Distribución de espacios para salón de laboratorio de innovación 50

Figura 15. Flujograma de personal 51

Figura 16. Plano de Diseño. 57

Figura 17. Plano de diseño en formato CYPECAD. 57

Figura 18. Distribución de muros y ventanas 58

Figura 19. Levantamiento de la estructura. 58

Figura 20. Distribución de columnas y placas 59

Figura 21. Uso de BIMserver.center para proyección del proyecto 59

Figura 22. Portada de guía de laboratorio 64

Lista de Tablas

Tabla 1. Presupuesto y especificaciones para montaje de equipos 32

Tabla 2. Normas legales para realizar el proyecto 37

Tabla 3. Softwares y usos 40

Tabla 4. Normas con mayor influencia en el proyecto 40

Tabla 5. Importancia e influencia de aspectos del proyecto 46

Tabla 6. Presupuesto para remodelación de salón de laboratorio de innovación 50

Tabla 7. Herramienta y aplicación académica 52

Resumen

La Inteligencia Artificial (IA) se define como un conjunto de tecnologías que optimizan procesos mediante métodos como el aprendizaje supervisado. En la actualidad, es crucial aplicar la IA en diversos campos del desarrollo social; este estudio se enfoca en su implementación en la Ingeniería Civil. Sin embargo, aún no existen guías prácticas que orienten a los profesionales, tanto en formación como en ejercicio, sobre cómo utilizar estas herramientas en laboratorios de innovación. Este trabajo presenta una guía práctica para la aplicación de la IA en la Ingeniería Civil, facilitando su comprensión y adopción por parte de los profesionales. A través de la exploración de bases de datos académicas y la implementación de estudios de caso prácticos en laboratorios de innovación, se determinó el impacto positivo de la IA en el diseño y ejecución de proyectos estructurales. Los beneficios incluyen un aumento en la eficiencia y eficacia de los procesos, mejoras en la seguridad y optimización de proyectos, y la integración de tecnologías como la realidad aumentada, virtual e inmersiva. Se analizaron aplicaciones de software líderes, como CYPPE, ACCA Ingeniería y Autodesk, y su uso incorporando la IA para mejorar el diseño y la simulación estructural. Esta guía proporciona a los profesionales las herramientas necesarias para entender y aplicar efectivamente la IA en la Ingeniería Civil, contribuyendo a su integración en proyectos estructurales avanzados y formando una base para futuras investigaciones en el campo.

Palabras Clave: Inteligencia artificial, transformación digital, realidad virtual, realidad aumentada, realidad inmersiva.

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is defined as a set of technologies that optimize processes through methods such as supervised learning. Currently, it is crucial to apply AI across various fields of social development; this study focuses on its implementation in Civil Engineering. However, there is still a lack of practical guidelines to direct both students and professionals on how to effectively utilize these tools in innovation laboratories. This work presents a practical guide for the application of AI in Civil Engineering, facilitating its understanding and adoption by professionals. Through the exploration of academic databases and the implementation of practical case studies in innovation laboratories, the positive impact of AI on the design and execution of structural projects was determined. The benefits include increased efficiency and effectiveness of processes, improvements in safety and optimization of projects, and the integration of technologies such as augmented reality (AR), virtual reality (VR), and immersive reality. Leading software applications, such as CYPPE, ACCA Engineering, and Autodesk, were analyzed for their use of AI to enhance design and structural simulation. This guide provides professionals with the necessary tools to understand and effectively apply AI in Civil Engineering, contributing to its integration into advanced structural projects and laying the foundation for future research in the field.

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Transformation, Virtual Reality, Augmented Reality, Immersive Reality.

1. Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) se ha convertido en una herramienta clave en diversas disciplinas, incluida la Ingeniería Civil, esencial para el desarrollo de infraestructuras y mejora de la calidad de vida. A través de técnicas como los algoritmos de aprendizaje supervisado, análisis predictivo y visión por computadora, la IA optimiza procesos en ingeniería civil, tales como el diseño de estructuras, la planificación de proyectos, la gestión de recursos y el mantenimiento de infraestructuras.

Adicionalmente, conceptos innovadores como la realidad aumentada, realidad inmersiva y realidad virtual potencian el uso de la IA, mejorando la eficiencia, precisión, seguridad y sostenibilidad en la construcción; permitiendo prever fallos estructurales, lo que reduce costos y tiempos de ejecución.

A pesar de su potencial, la implementación práctica de estos métodos carece de una decantación adecuada que permita su aplicación eficaz en proyectos reales. El estudio tiene como objetivo desarrollar su implementación en la ingeniería civil, abordando los desafíos de su adopción como la adaptación profesional, las barreras tecnológicas y las consideraciones éticas.

Este trabajo incluye un análisis del estado del arte sobre el uso de la IA en proyectos de ingeniería civil, ofreciendo una visión integral de su impacto y proponiendo enfoques innovadores para su integración en los procesos estructurales, instruyendo a los profesionales en la práctica y en formación respecto de su uso adecuado.

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente los términos de realidad artificial, virtual e inmersiva han sido de alta importancia, pues gracias a la tecnología y los componentes de estos, permiten la realización

autónoma con respecto a actividades o instrucciones que se asignen a los programas, sin embargo, es importante entender el proceso existente que se desarrolla para lograr los objetivos. Para ello se busca presentar un guía para laboratorios de innovación, el cual podrá ser utilizado en sectores académicos, laborales, empresariales y estatales.

Además, los procesos Building Information Modelling [BIM] permiten facilitar la ejecución de las dimensiones 2D y 3D, respectivamente, estos incluyen el desarrollo de planos y levantamiento, y actualmente, es importante mencionar que las entidades como el Instituto de Desarrollo Urbano [IDU], el Instituto Nacional de Vías [INVIAS] y la Empresa Pública de Medellín [EPM], tienen previsto el uso de BIM en sus proyectos; la entidad del IDU aplicó en sus proyectos dicha herramienta en varios proyectos, "El objetivo es establecer lineamientos que aumenten a productividad, competitividad y sostenibilidad en la construcción de infraestructura de transporte, enmarcado en la modernización del sector y en la transformación digital de la entidad" (IDU, 2024, p. 2).

Figura 1. *Proyectos en ejecución en Bogotá D.C.*

Nota. La figura muestra los proyectos que se encuentran en desarrollo durante los próximos cinco (5) años. Tomado del. (IDU, 2024).

1.2. Delimitación y Justificación

Con el presente proyecto se busca entregar un guía de laboratorio a estudiantes de pregrado, posgrado y profesionales, para cumplir con las normativas de un adecuado manejo de las herramientas que este suministra, adicionalmente, se busca que los usuarios por medio de esta guía realicen un ejercicio práctico aplicando los conocimientos adquiridos. Es importante

conocer que, en la actualidad, la transformación digital ha impactado significativamente todos los sectores de la sociedad, incluida la ingeniería civil.

Tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV) y la realidad inmersiva (RI) han demostrado su potencial para optimizar procesos, mejorar la eficiencia, reducir errores y fortalecer la toma de decisiones en proyectos de infraestructura. Sin embargo, en el contexto académico colombiano, aún existe una carencia de herramientas prácticas y pedagógicas que permitan a los estudiantes y profesionales familiarizarse e integrar estas tecnologías de forma efectiva en sus labores formativas y profesionales.

Ante esta necesidad, surge este proyecto como una respuesta concreta: la creación de una guía para el manejo y aplicación de laboratorios de RA, RV y RI en la ingeniería civil. Esta guía no solo facilita el uso de herramientas tecnológicas de vanguardia, sino que también promueve un aprendizaje experiencial y contextualizado, permitiendo a los usuarios interactuar con entornos simulados que replican condiciones reales del ejercicio profesional.

La importancia del proyecto radica en su aplicabilidad en múltiples sectores: académico, profesional, empresarial y estatal. En el ámbito académico, la guía aporta a la formación de futuros ingenieros civiles mediante ejercicios prácticos que articulan teoría y tecnología, promoviendo el desarrollo de competencias clave para la resolución de problemas complejos.

A nivel profesional y empresarial, permite a los ingenieros mejorar sus procesos de diseño, planificación y simulación, mientras que, en el sector estatal, se alinea con las políticas de modernización y transformación digital en infraestructura pública, como lo demuestran iniciativas del IDU, INVIAS y EPM.

Asimismo, este trabajo contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), al fomentar prácticas sostenibles, eficientes y tecnológicamente avanzadas. Al proporcionar una herramienta accesible y detallada para el uso de tecnologías disruptivas, se fortalece la capacidad del sector de la construcción para afrontar los retos actuales en términos de productividad, sostenibilidad y competitividad.

Por tanto, este proyecto no solo representa un aporte académico significativo, sino que también ofrece una solución concreta y de alto valor agregado a las demandas de un entorno profesional en constante evolución.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

- Desarrollar una guía para la realización de ejercicios prácticos por medio de laboratorio de realidad aumentada, realidad virtual y realidad inmersiva.

2.2. Objetivos Específicos

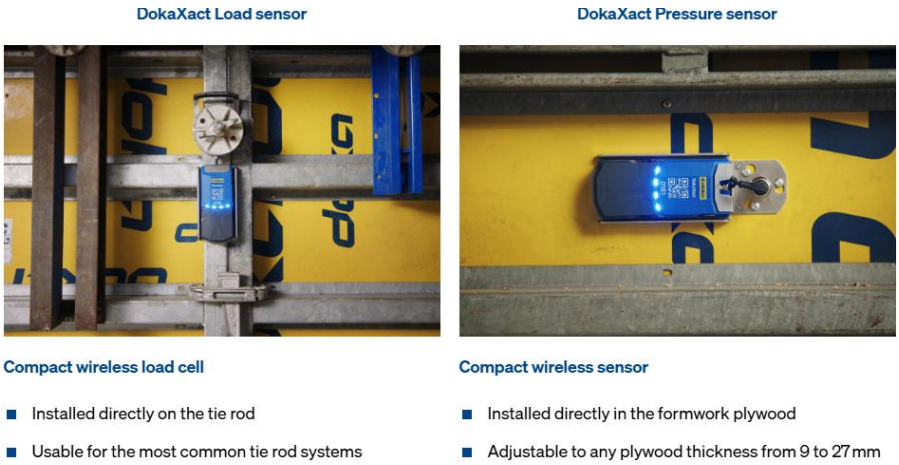
- Analizar, a través de la investigación y la revisión del estado del arte, la importancia de los laboratorios de innovación y sus respectivos softwares en el desarrollo de proyectos dentro de entidades gubernamentales, institucionales y empresariales.
- Explicar el uso adecuado de las herramientas disponibles en un laboratorio de innovación, destacando su funcionalidad y aplicación en el desarrollo de proyectos.
- Describir la conformación física del espacio que compone un laboratorio de innovación, incluyendo su distribución, mobiliario y equipamiento tecnológico.
- Elaborar una guía con instrucciones detalladas que permitan la realización de un ejercicio práctico relacionado con el uso de un laboratorio de innovación.

3. Marco de Referencia

3.1. Estado del Arte

De acuerdo con el documento titulado **aplicación de la realidad virtual en la planeación y control de proyectos de ingeniería civil** de la autora Camargo (2019), se aprecia la importancia del uso de herramientas tecnológicas en actividades diarias, la autora expone un modelo denominado como DokaXact el cual refleja por medio de sensores información del sistema constructivo en el que fue agregado, y por medio de equipos ya sea celulares o computadores se analizan los datos necesarios.

Figura 2. *Tipo de Sensores*



Nota. Esta figura muestra los sensores para obtener valores de carga y presión en obras civiles. Tomado de DOKA, (2025).

Los sensores se establecen en el punto que se desea analizar, por medio de realidad aumentada, el ingeniero revisa, y así detecta fallas o errores, de manera, más económica que alternativas tradicionales, sin tener que realizar algún tipo de deconstrucción.

Además, se realiza un análisis de como el BIM está siendo parte importante en el desarrollo de actividades de construcción, recalcando el uso del PMBOOK. Con el uso que Camargo muestra en el documento, es importante recalcar que su investigación teórica permite al

presente documento exponer una perspectiva teórica acerca de la importancia que el BIM tiene en proyectos de distintas índoles y como un escrito publicado como lo es PMBOOK aporta en el desarrollo de propuestas de infraestructura.

Según los autores Puche y Humberto (2014) en el documento **nuevas tecnologías en la enseñanza de la ingeniería civil: BIM y realidad virtual.** Los autores expresan la importancia de las tecnologías BIM y RV en la ingeniería civil, además, abarcan campo académico, laboral y científico. Como la innovación es de vital importancia que sea agregada a los programas de enseñanza, permitiendo así, abrir campo a un mundo complementario de creatividad, competitividad y tecnológico. Es de recalcar que los autores se basan en tecnologías BIM a nivel mundial haciendo referencia a aplicaciones como en Canadá, Hong Kong, China, Emiratos árabes unidos, entre otros. Sin embargo, todos con un mismo propósito, aplicar las innovaciones tecnológicas en la construcción, diseño y gestión de proyectos.

Figura 3. *Resumen de guías BIM utilizadas por país*.

PAIS	GUIA
AUSTRALIA	National Guidelines for Digital Modelling
AUSTRALIA	Australia and New Zealand Revit Standards (ANZRS)
DINAMARCA	BIPS 3D Working Method
FILANDIA	COBIM Common BIM Requirements
NORUEGA	Statsbygg BIM Manual 1.2
USA	National BIM Standards
USA	Integrated Project Delivery: A Guide
USA	US General Services Administration BIM Guides
USA	AIA Document E202 BIM Protocol Exhibit
USA	Penn State BIM Project Execution Planning Guide
USA	The VA BIM Guide – 2010
USA	Ohio State BIM protocol – 2011
USA	Penn State BIM Planning Guide for Facility Owners
USA	AIA Digital Practice Document
USA	Georgía Tech BIM Requirements and Guidelines
USA	Indiana University BIM Guidelines and Standards
USA	New York City Department of Desing and Construction BIM Guidelines
USA	GSFIC BIM guide
USA	University of Southern California BIM Guidelines
USA	BIMForum Level of Development Specification
REINO UNIDO	First Steps to BIM competence
REINO UNIDO	BIP 2207 Building Information Management – A Standard Framework and guide to BS 1192 – 2010
REINO UNIDO	BS 1192 Collaborative production of architectural, engineering and construction information 007
REINO UNIDO	AEC (UK) BIM protocol v2.0
SINGAPUR	Singapore BIM Guide

Nota. Esta figura muestra un resumen de guías BIM que se han utilizado en varios países para el desarrollo de proyectos. Tomado de Puch, P. Humberto, E, 2014, Universidad EAFIT.

Es fundamental considerar qué tipo de teorías se aplican a nivel mundial, ya que, aunque el uso de BIM persigue un mismo propósito, cada país cuenta con normativas diferentes. Estas

diferencias pueden deberse a factores como la geología, la geografía, las herramientas tecnológicas disponibles y otras variables que influyen en su implementación.

Teniendo en cuenta el documento titulado **aplicación de la realidad virtual en la enseñanza de la ingeniería de construcción**, la autora Sánchez (2013), presenta como las tecnologías BIM 3D y 4D son las que mayor relevancia están teniendo actualmente, en este artículo la autora presenta procedimientos y resultados, soportado a partir de modelos y proyectos realizados con el uso de estas herramientas. De manera cualitativa y cuantitativa expresa dichos resultados para así dar paso a una propuesta de inclusión de tecnologías BIM 3D y 4D, que justifican la inclusión de dichas herramientas en la ingeniería Civil.

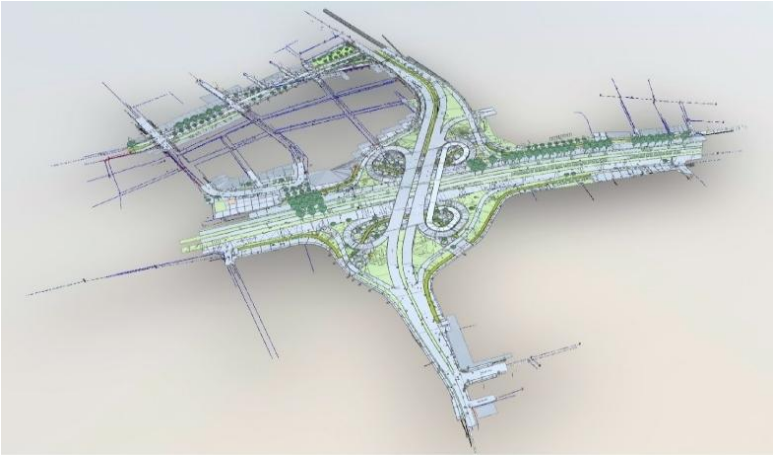
En el caso de la enseñanza de la ingeniería civil el uso de las nuevas tecnologías en la formación debe ir encaminadas a construir un nuevo paradigma para el ingeniero de la sociedad del conocimiento, lo que implica generar nuevas formas de enseñanza de la ingeniería y nuevas aulas de clase (Sánchez, 2013, p. 32).

En el documento presentado por la autora, se sustenta cualitativamente el impacto de las herramientas en la ingeniería civil, abarcando las dimensiones 3D y 4D, lo que facilita el desarrollo de proyectos y mejora la interacción con los clientes. En el presente proyecto, dicho impacto es directo, ya que la guía de laboratorio elaborada permite a los usuarios desarrollar sus propuestas de diseño incorporando la realidad aumentada (RA).

Por otro lado, es importante saber que desde el año 2020 la humanidad presentó un cambio radical en la forma de enseñar y aprender, la tecnología toma un nivel de importancia tan alto, que 4 años después ha permitido proyectar ideas a partir de innovaciones arraigado a la realidad aumentada, virtual e inmersiva. Claro ejemplo de esto en Colombia la Universidad

Católica de Pereira creo un laboratorio de innovación para la facultad de Arquitectura donde se exponen los proyectos sostenibles que a futuro impactarán en la sociedad; otra entidad que sea ha empeñado en el desarrollo de laboratorios es el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) que desde 2010 se ha involucrado y ha iniciado en el desarrollo de espacios que permitan a jóvenes, técnicos, organizaciones públicas y privadas participar en la resolución de problemas junto con las innovaciones que la tecnología a diario brinda; entidades como el Instituto de Desarrollo Urbano [IDU] han aplicado dichas herramientas en proyectos como en la Avenida 68 y en la intersección de la NQS con la avenida Bosa.

Figura 4. *Avenida 68 - Grupo 8*



Nota. En la imagen se aprecia el proyecto desarrollado por el IDU en la Avenida 68, correspondiente al grupo 8, donde por medio de aplicativos de diseño, ejecutaron el diseño de esta estructura. Tomado de (IDU, 2016).

UNICEF está experimentando una transformación que fortalecerá la cultura de innovación dentro de la organización, desarrollará redes de colaboración para facilitar nuevos enfoques y tecnologías, y los aplicará en el terreno (UNICEF, 2012).

Adicionalmente, hay diversas aplicaciones y herramientas utilizadas para ser complementadas con RI, RA y RV; herramientas tecnológicas que permiten a los y las ingenier@s y arquitect@s brindar mejoría en los proyectos de construcción, pues con la propuesta actual que se está realizando con los laboratorios de innovación, permite

complementar programas de diseño con dicha inteligencia artificial, realidad virtual, realidad inmersiva y realidad aumentada.

3.1.1. Cype

Uno de los softwares más conocidos es **CYPE INGENIERÍA**.

Figura 5. *Tipos de Programa*

Nota. En la figura se aprecian los programas que la aplicación CYPE brinda a los usuarios. Tomado de (CYPE, 2025).

"*A través de estándares abiertos y una metodología de desarrollo de software que promueve la evolución continua y la escalabilidad, cualquier profesional tiene la oportunidad de aprender a utilizar nuestras herramientas con facilidad y combinarlas según sus preferencias.*" – (CYPE, s.F.).

- **Cype Arquitecture:** Inicialmente, un diseño de edificio se desarrolla por sus espacios, usos, ergonomía y su estética, características que son realizadas en la primera fase de **CYPE ARQ**.

- **Open BIM Site:** Esta segunda fase corresponde a la georreferenciación, topografía y elementos adicionales que contienen los proyectos
- **CYPE Construction systems:** Comprende la adición de características técnicas con las cuales el interior del edificio se encuentra descrito
- **Open BIM Model Checker:** Esta fase permite el reconocimiento de problemas que los modelos tengan, facilitando dicha detección, pues reduce factores de tiempo y economía
- **Open BIM Layout:** En este paso se permite la acotación de los planos a partir de los modelos BIM realizados, comprende partes como plantas, secciones, perspectivas
- **Open BIM Quiantities:** Para finalizar el modelamiento arquitectónico, esta herramienta brinda el presupuesto total del proyecto, a partir, de la información que fue adicionada al modelo.

- **CYPECAD:** Esta primera fase contempla el diseño, calculo y dimensionamiento de una estructura, ya sea tipo horizontal o vertical
- **CYPE 3D:** Acá se contempla el levantamiento 3D de la estructura tipo concreto, acero, aluminio o madera, además, se observan tipos de vigas, cimentaciones, y detalles constructivos adicionales
- **Cype Connect:** Esta fase contempla las uniones que se adicionarán en las estructuras para el correcto uso de los proyectos
- **StruBIM Steel:** En la cuarta fase se centra en el despiece de las estructuras de acero, como lo son chapas, tornillos, soldaduras, entre otros.

- **StruBIM Rebar:** Solamente se contempla el diseño de estructuras tipo hormigón armado
- **StruBIM Cantilever Walls:** Finalmente, esta última fase se realiza el levantamiento de muros de hormigón, que abarca desde el predimensionamiento hasta el armado de las zapatas

- **CYPEDOC CTE HS**: Es importante en el desarrollo de un proyecto realizar el documento que contempla los resultados, estados, y modelo de los proyectos, información geográfica, topográfica, presupuesto
- **CYPE memorias CTE**: Esta fase abarca las memorias de información básica, planos, mediciones y presupuesto, información establecida en el manual del proyecto arquitectónico
- **CYPE Accesibility**: En esta fase se verifica los requerimientos de los proyectos, en los cuales se permite la edición correspondiente de normatividad o requisitos constructivos
- **CYPEURBAN:** Por medio de esta herramienta se definen parcelas, y limitaciones para los proyectos.

- **CYPEPLUMBING:** Este programa permite realizar el diseño y cálculo de abastecimiento de agua tanto residuales y pluviales

- **CYPEPLUMBING Solar Systems:** Instalaciones completas a partir del uso de paneles solares para el uso de agua caliente
- **CYPEGAS:** Permite el diseño de instalaciones de gas, a partir del formato IFC, que según CYPE realiza dicho diseño con mayor precisión, adicionando planos y modelos BIM para complementar dichos diseños
- **CYPECAD MEP:** Finalmente, esta fase contempla el diseño 3D de las instalaciones que requieran aplicar en proyectos tipo familiar, institucional, comercial, entre otros.

- **IFC Uploader:** Permite añadir ficheros en formato IFC a proyectos de la plataforma BIMserver.center
- **StruBIM Uploader:** Esta fase permite la incorporación de modelos hacia Open BIM, gracias al BIMServer.center, donde se permite el trabajo virtual y el análisis entre participantes.
- **Plugin Open BIM – Revit:** Esta extensión permite por medio de la misma plataforma BIMServer.center integrar el proyecto, haciendo uso de las ventajas teniendo en cuenta la **RA** y **RV**.

- **CYPE Cost Estimator:** Permite realizar estimaciones para los proyectos abarcando la fase preliminar y contemplando información de los edificios como altura, tipología, factores constructivos, geográficos y socioeconómicos
- **Open BIM Quiantities:** Teniendo en cuenta modelos BIM esta fase realiza los respectivos presupuestos
- **Generador de precios:** Esta fase permite al adición y elaboración de documentos para el proyecto como pliego de condiciones, recepción de materiales, residuos, y condiciones de impacto ambiental, seguridad y salud
- **Open BIM Model Checker:** Esta herramienta permite al usuario detectar problemas o errores que los modelos tengan
- **CYPE Construction Works:** Para facilitar el cálculo del presupuesto, esta fase contempla la seguridad y salud de las obras, además de los planos de los elementos que se proyectan integrar
- **Arquímedes:** Finalmente, esta herramienta permite realizar mediciones, documentos técnicos, control de obra, presupuestos, documentos legibles del proyecto contemplados en el proceso constructivo.

3.1.2. ACCA Ingeniería

ACCA es "*Una empresa única que ofrece a los mercados internacionales soluciones software de última generación que abordan todos los aspectos del diseño, la ejecución y el mantenimiento de la construcción*." – (ACCA, 2023).

ACCA contiene softwares de servicio pago y gratuito, donde esta segunda opción tiene limitaciones en su uso. También se encuentran herramientas como diseño arquitectónico 3D **Edificius**, proyecto de estructuras **EdiLus**, entorno común de datos **usBIM.platform**.

Figura 6. *Modelo Ejemplo*

Nota. En la figura se aprecia el modelo ejemplo con el uso del aplicativo EdiLus. Tomado de (ACCA Software, 2025).

3.1.2.1. UsBIM.platform

"*Es un entorno digital único de compartición que se utiliza para* ***gestionar la información durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción*** *y almacenar todos los datos, incluidos planos, modelos, especificaciones e informes*." – ACCA Software.

Esta sección de la plataforma permite tener un entorno compartido en el que todo aquel que tenga acceso, puede registrar y controlar cambios necesarios que en conjunto permita la elaboración apropiada de proyectos. Adicionalmente este servicio permite que se gestione, optimice y recopile información durante los procesos de ejecución, así, se mantiene la actualización constante de los proyectos.

Figura 7. *Servicios colaborativos en usBIM.platform*

Nota. En la figura se muestran los servicios que ACCA brinda a los usuarios para la compatibilidad y colaboración entre usuarios. Tomado de (ACCA Software, 2025).

Esta nube contiene el estándar **ISO 19650** el cual certifica la conformidad y características BIM en los proyectos, sin límite alguno de formato o tamaño brindando seguridad y eficiencia en los trabajos colaborativos.

- **Proporciona una ubicación centralizada** para todos los datos del proyecto, lo que facilita el seguimiento y la gestión de los cambios
- Contribuye a **mejorar la comunicación** entre los miembros del equipo, proporcionando una estructura clara para compartir información;
- **Mejora la eficiencia** de todas las operaciones del equipo de trabajo y reduce el riesgo de errores.

Para mantener un espacio seguro en el trabajo colaborativo, se presencian tres herramientas de vital importancia según ***ACCA Software***

- **Live chat y compartición de la vista del documento** para revisar en tiempo real los documentos con los colaboradores.
- **Revisiones con Issue y Markup** a través de herramientas gráficas y textuales para resaltar los problemas en el documento y enviar notificaciones de los problemas críticos a resolver.
- **Sincronización de la información** con comentarios sobre actualizaciones de documentos.

Finalmente, es importante recalcar que formatos permite el **common data environment**, trabajar, pues al tener un base extensa trabaja con **BCF** (Bim collaboration Format), **GEOJSON**, **Office** (docx, pptx, xlm).

Workflow: Para la aplicación de procesos y procedimientos de revisión/validación de la documentación del proyecto.

Asignación de roles y responsabilidades: Para la protección del patrimonio informativo, para la seguridad de la información y la prevención de fraudes y errores.

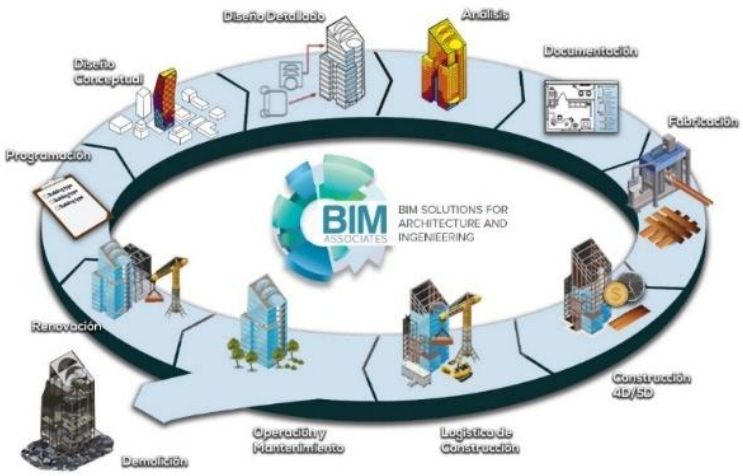
Garantía de confidencialidad y seguridad de la información: Gestionada a través del protocolo https para garantizar la restauración de los datos en caso de pérdida parcial o total de los mismos, debido a eventos excepcionales (DisasterRecovery).

3.1.2.2. Building Information Modeling [BIM]

Como bien se sabe esta modalidad permite el trabajo colaborativo para la creación y gestión de proyectos de manera digital, a partir de información 2D, que con el avance del proyecto se convierte en geometría 3D, tiempos 4D, costo 5D, gestión ambiental 6D y culmina con mantenimiento 7D.

Es importante saber, que todo proyecto debe estar legalmente cubierto, en este caso la norma **ISO 16739:2018** define los agentes, procesos y aplicaciones utilizadas en la metodología que garantiza trabajo transparente, procesos amplios, disminución de errores y consecuencias a raíz de decisiones incorrectamente tomadas, solución de necesidades y finalmente el cierre con la entrega de un producto del BIM.

Figura 8. *Ciclo BIM*



Nota. En la figura se muestra el ciclo para la realización de proyectos con la metodología BIM. Tomado de (Grupo Valero, 2024).

3.1.2.3. Edificius

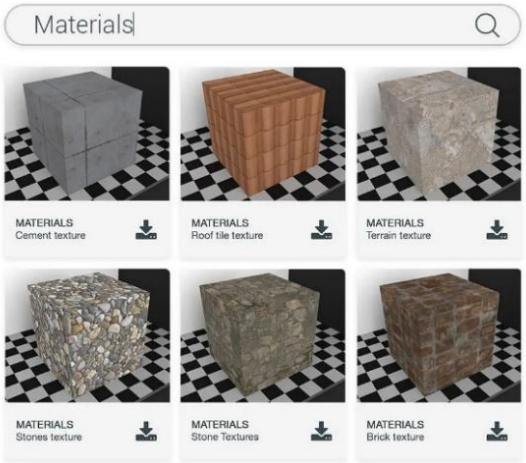
En arquitectura e ingeniería civil, esta herramienta permite diseñar el interior, paisajismo, instalaciones y aspectos que abarquen el diseño de un obra vertical. "*Es fácil trabajar de manera coordinada con otras herramientas de diseño y modelado: el software importa y exporta en varios formatos CAD y 3D como* ***DXF/DWG, IFC, SketchUp®, Blender® y Rhino/Grasshopper®*** - ACCA Software.

Figura 9. *Modelo Ejemplo*

Nota. En la figura se muestra los diseño que brinda el aplicativo software, para modelación de estructuras. Tomado de (ACCA Software, 2024).

Una de las ventajas que contiene Edificius, es la facilidad de obtener la documentación complementaria del proyecto, como lo son (planimetrías, plantas, secciones, alzados, axonometrías, cortes axonométricas, perspectivas, informes, tablas, leyendas, perfiles altimétricos). Adicionalmente, esta herramienta permita la elección de materiales.

Figura 10. *Elección de Material*



Nota. Se aprecia en la figura, parte los materiales existentes en el aplicativo, que permiten ser seleccionados para los diseños de los modelamientos. Tomado de (ACCA Software, 2024).

"*Texturas HD, Bloques CAD, Modelos 3D… Son miles y miles los recursos gratuitos disponibles online que puedes descargar directamente desde software*." – ACCA Software.

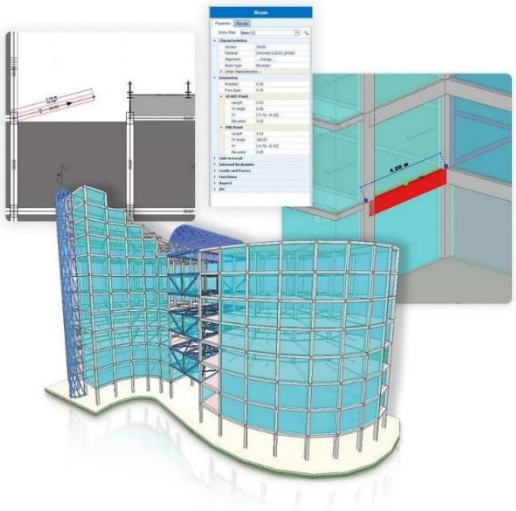
La elección de materiales durante el desarrollo de los planos permite facilitar que el producto final ofrezca una propuesta completa al usuario, así como la importación y exportación en formatos **IFC, DWG, DXF** y modelos **REVIT, SketchUp, Blender** o **Rhino.**

3.1.2.4. EdiLus

Este programa permite el dibujo de elementos estructurales de manera bidimensional o tridimensional según sea la necesidad del usuario, esto es importante ya que "*cada objeto tiene una representación gráfica y una base de datos de información que lo identifica de manera*

unívoca en sus características dimensionales, geométricas y físicas (material, resistencia, etc.)." – ACCA Software.

Figura 11. *Modelo Ejemplo*



Nota. En la figura se aprecia un ejemplo de modelo usando EdiLus. Tomado de (ACCA Software, 2024).

Según ACCA Software, dos variables importantes en un diseño estructural son:

- El elemento HP-SHELL, de forma triangular y equipado con un grado de libertad de "perforación";
- El elemento HP-BEAM, con viga flexible, 2 apoyos articulados en cada lado, brazos rígidos, en cualquier dirección, uniones finales y suelo elástico en la parte flexible, obteniendo resultados rigurosos, sin las aproximaciones derivadas de esquematizaciones menos apropiadas.

La elaboración autónoma de informes junto a los cálculos realizados y las tablas de cálculo, permiten que la ejecución de informes automáticamente, que adicionan información a medida que se van elaborando, y así como sucede con los programas de diseño, estos informes permiten ser extraídos en formatos estándar **dxf, dwg, pdf, rtf,** entre otros.

El presupuesto que la plataforma ejecuta junto al modelo se encuentra integrados, gracias a las funciones que el programa internamente contiene, en caso tal de ser necesario algún tipo de modificación estos se ven automáticamente reflejados en la estimación, logrando obtener coherencia entre documentos y diseño. Para finalmente, obtener un producto como se aprecia en la figura a continuación.

Figura 12. *Ejemplo de Producto Final*

Nota. En la figura se muestra el ejemplo de culminación de proyectos tras la modelación en EdiLus. Tomado de (ACCA Software, 2024).

Tabla 1. *Presupuesto y especificaciones para montaje de equipos*

ID	DETALLE	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Equipo de escritorio	WORKSTATION DELL PRECISION 368 MT-01. Procesador Intel Corel 9 q4th Gen 14900 14th Generación (36 MB cache, 24 corel, 32 threads, 2.0 GHz to 5.8 GHz, 65W) Memoria RAM 128 GB 44000 MHz UDIMM non-ECC DDRS, Disco solido 2TB PCte NVMe SSD, Tarjeta de video NVIDIA GeForce RTX 4060, 8GB GDDR6X, HDMI 3DP conexión wifi Intel wifi 6E 2x2 Bluetooth 5.3 sistema Windows 11 - Monitor de 27" plano full HD HDMI VGA incluir periféricos Mouse, cámara, parlantes, micrófono	1	$ 12.614.000	$ 12.614.000
2	Portátiles	ASUS TUF Gaming A15. Sistema Operativo: Windows 11 Procesador: AMD Ryzen™ 7 7735HS Tarjeta Gráfica: NVIDIA® GeForce RTX™ 4050 Memoria: 16GB DDR5 (Expandible hasta 32GB) Almacenamiento: 1TB SSD Pantalla: 15.6" FHD (1920 x 1080) 16:9 / 144 Hz Teclado: Teclado Chiclet en español (contiene la letra Ñ) Color: Gris (Mecha Gray) Tecnologías: Wi-Fi 6(802.11ax) (Doble Banda) 2*2 + Bluetooth® 5.3 Mouse – cámara	17	$ 5.014.900	$ 85.253.300
3	Gafas De Realidad Aumentada 3D	Apple Visión Pro de Apple	2	$ 14.000.000	$ 28.000.000
		Subtotal			**$ 125.867.300**

Nota. Este presupuesto muestra las características que los equipos deben cumplir tanto en software como en hardware. Elaboración propia (2025).

Un laboratorio de innovación debe estar compuesto por equipos que cumplan con los requisitos de software y hardware para garantizar un entorno digital fluido, a continuación, se presenta un presupuesto aproximado para un laboratorio óptimo, considerando mobiliario y equipos, así como el Hardware y Software necesario para operar adecuadamente para garantizar un entorno digital fluido, evitando fallas en los programas de diseño y la visualización en realidad aumentada.

3.2. Marco Teórico

En la ingeniería se ha desarrollado un modelo de enseñanza tanto académico como laboral, este modelo es el BIM, donde refleja a partir de modelos 3D facilidad para identificar, planificar y diseñar obras constructivas, sin embargo, también hay términos que acompañan este software, conocidos como realidad aumentada [RA], realidad virtual [RV] y realidad inmersiva [RI], estos avances tecnológicos han permitido que la tecnología BIM ofrezca servicios modernos y que de manera óptima sea una herramienta para la resolución de problemas.

El uso de esta tecnología que va ligada a la inteligencia artificial está permitiendo a arquitectos e ingenieros desarrollar sus proyectos en tiempos menores, de manera eficiente, y con la facilidad de acceder a alternativas de diseño de manera más económica. Cabe mencionar que en la ingeniería civil tiene un gran impacto, pues el monitoreo en tiempo real constante del estado de las estructuras proporciona seguridad a los usuarios y desarrolladores de estas, brindando detalles del estado, desgaste y mantenimiento que deba ser aplicado para así ofrecer tiempos extensos de uso.

3.3. Marco Conceptual

3.3.1. BIM

Es un proceso inteligente basado en modelos 3D que da a los profesionales de arquitectura, ingeniería y construcción [AEC] la perspectiva y las herramientas para planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructura con más eficiencia (Autodesk, s.f.).

3.3.2. Inteligencia Artificial

Es la capacidad que la tecnología tiene de desarrollar actividades de manera autónoma, que normalmente requieren de una intervención humana, estas tecnologías necesitan de algoritmos para cumplir satisfactoriamente con dichas actividades, de acuerdo con Google (s.f.) "Es un conjunto de tecnologías que permiten que las computadoras realicen una variedad de funciones avanzadas, incluida la capacidad de ver, comprender y traducir lenguaje hablado y escrito, analizar datos, hacer recomendaciones y mucho más" (p. 1).

3.3.3. Laboratorio de innovación

Este es un espacio que permite a los usuarios desarrollar actividades con el uso de tecnología para ser ejecutadas de manera eficaz y eficiente, de acuerdo con el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF] "Un laboratorio es un espacio y una serie de protocolos para que jóvenes, técnicos, empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil participen en la resolución de problemas" (2012, p. 17).

3.3.4. Modelado 3D

Este es un proceso que por medio de software permite visualizar actividades o proyectos de manera tridimensional, según Italo Q (s.f.). "Es la técnica que se usa para crear formas en

tercera dimensión a través de programas instalados en una computadora. De cierta forma, se asemeja al trabajo que hace un tallador o un escultor cuando está construyendo una obra."

3.3.5. Realidad Virtual

Permite visualizar entornos digitales para interactuar de manera inmersiva con estos, según EDS Robotics "Describe al conjunto de tecnologías inmersivas que buscan posicionar al usuario dentro de entornos virtuales simulados por ordenador." (2021, p. 3).

3.3.6. Realidad Aumentada

Esta tecnología permite la interacción con el mundo real y un mundo digital creado con software, según SAP "Es una experiencia interactiva que mejora el mundo real con información perceptual generada por computadora. El uso de software, aplicaciones y hardware como visores de AR, la realidad aumentada se superpone al contenido digital en entornos y objetos de la vida real." (2025, p. 2).

3.3.7. Realidad Inmersiva

Con el uso de software y equipos, se lograr tener una interacción con un mundo digital, que permita al usuario disfrutar de una relación entre la realidad física y un mundo digital, según García E "La capacidad de replicar una realidad totalmente diseñada a través de software, pero logrando captar estímulos sensoriales para que el usuario pueda interactuar en ella, tal y como en una realidad física." (2023).

3.3.8. Software

Esta herramienta permite con el uso de algoritmos y modelos matemáticos, la interacción de actividades digitales ya sea para diseño, desarrollo de productos, entre otros. Según Santander

Universidades “Es un conjunto de instrucciones, algoritmos y partes visuales que nos permiten interactuar con un dispositivo electrónico.” (2022).

3.3.9. Experiencia inmersiva

Se define como la sensación que brindan las tecnología al usuario de estar involucrado completamente en los entornos desarrollados por la realidad inmersiva, de acuerdo con niveclics “La experiencia inmersiva se caracteriza por la sensación de estar "dentro" de algo, en lugar de simplemente observándolo. Esto puede lograrse a través de diversos medios, incluyendo la realidad virtual, la realidad aumentada, el sonido envolvente, o incluso la interacción física con objetos que se superponen a la realidad” (p. 3, 2023).

3.3.10. Proyecto

Es un conjunto de actividades planificadas con el fin de solventar una necesidad de una persona o conjunto de personas que lo requieran, estos teniendo presente los ODS, pues se deben tener presente que los proyectos que actualmente se están ejecutando buscan acabar con un problema principal, la pobreza, según Infoguia “*Se define como el conjunto de cálculos, especificaciones, esquemas y dibujos que se ponen en práctica para construir un aparato o sistema*.” (s.f).

3.3.11. Laboratorios de innovación

Según la UNICEF “Es un espacio y una serie de protocolos para que jóvenes, técnicos, empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil participen en la resolución de problemas.”

Según MJV “El Laboratorio de Innovación es un espacio físico donde se intercambian nuevos conocimientos y se desarrollan ideas. Los laboratorios están diseñados para ofrecer las

condiciones más favorables para que se produzca la innovación en una compañía, con espacios creativos y de colaboración."

Por lo que un laboratorio de innovación permite ser definido como un espacio donde cualquier interesado natural o jurídico, aporte al desarrollo de resolución de problemas con ideas que abarquen productividad, creatividad y estrategias con el propósito de utilizar herramientas tecnológicas las cuales faciliten la obtención de los objetivos; herramientas tales como la realidad aumentada, inmersiva y virtual.

3.4. Marco Legal

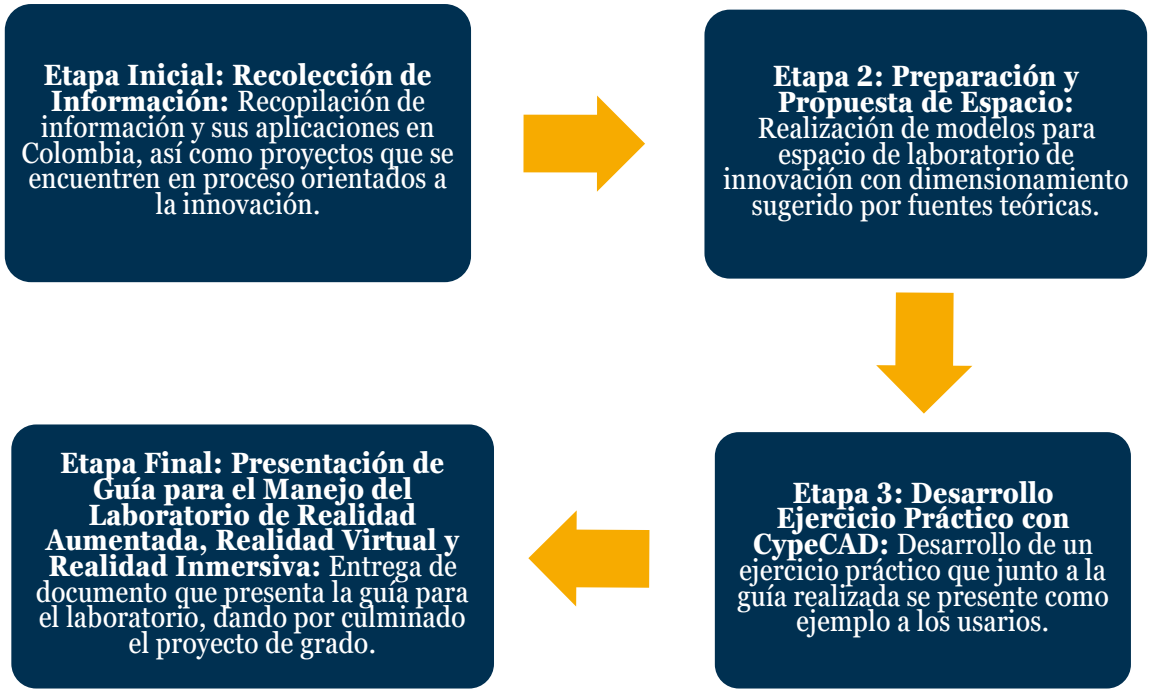
Tabla 2. *Normas legales para realizar el proyecto*

Norma	Año	Resumen
Decreto 1412	2017	Desarrollo de los principios de intervención contenidos en la Constitución Política, el Estado intervendrá en el sector las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para lograr, entre otros, los fines de *"Promover el desarrollo de contenidos y aplicaciones"*
Ley 1581	2012	Donde se establece el tratamiento de datos personales
Ley 1266	2008	Disposiciones generales del habeas data y regulación de manejo de información personal
Ley 1915	2018	Por la cual se modifica la ley 23 de 1982 y se establecen otras disposiciones en materia de derecho de autor y derechos conexos. Se dictan disposiciones relativas al derecho de autor y los derechos conexos
Norma ISO 9001 e ISO 45001	2015 2018	Estas normas ISO rigen el control de calidad y seguridad social y seguridad en el trabajo, respectivamente, permitiendo que los estándares para las obras y proyectos sean ejecutados de manera correcta, esto, ya que se debe tener en cuenta factores como la seguridad industrial, amenazas eléctricas, seguimientos apropiados para las obras, así como la realización de sus respectivas interventorías
ISO 19650	2018	Donde se estipula la gestión de información de proyectos de construcción por medio de BIM, buscando mejorar la eficiencia, calidad, colaboración y veracidad de la información durante el ciclo de vida del proyecto.

Nota. Esta tabla muestra las normativas y decretos que se deben tener en cuenta para cumplir legalmente con el desarrollo del proyecto. Elaboración propia (2025).

4. Metodología

Figura 13. *Flujograma de actividades*



Nota. En la figura se muestra el orden de las actividades, así como su desarrollo estipulado. Elaboración propia (2025).

4.1. Etapa Inicial: Recolección de Información

Durante la etapa inicial del proyecto, se llevó a cabo una investigación exhaustiva sobre el uso e impacto de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV), la realidad inmersiva (RI), y metodologías como Building Information Modeling (BIM) en la ingeniería civil.

La investigación permitió identificar que la importancia y relación entre IA, RA, RV, RI y BIM está revolucionando la forma en que se planifican, diseñan y ejecutan los proyectos de infraestructura. Herramientas como CYPE, Autodesk y ACCA Software integran estas tecnologías para ofrecer soluciones colaborativas, eficientes y precisas. Esta sinergia tecnológica fomenta nuevas formas de aprendizaje, gestión y control de proyectos; adicionalmente, estas herramientas de RA, RV y RI están transformando la ingeniería civil al mejorar la visualización,

planificación y ejecución de proyectos. Al analizar estudios de casos, como el uso del [BIM] por parte del Instituto de Desarrollo Urbano [IDU] en proyectos de infraestructura en Bogotá, se muestra como estas tecnologías incrementan la eficiencia, reducen errores y apoyan la toma de decisiones. Por ejemplo, la implementación de BIM en proyectos como la Avenida 68 demostró cómo las herramientas digitales optimizan los procesos de diseño y se alinean con los objetivos de transformación digital en Colombia (IDU, 2024). Esto destacó la relevancia práctica de integrar RA, RV y RI en los flujos de trabajo de ingeniería civil para responder a las demandas modernas de productividad y sostenibilidad.

Tabla 3. *Softwares y usos*

Software	BIM	Simulación RA/RV	Licencias Académicas	Aplicación Profesional
CYPE	Sí	Alta	Sí	Amplia
Autodesk Revit	Sí	Media	Sí	Global
ACCA Edificius	Sí	Alta	Sí	Moderada

Nota. En la tabla previa se aprecian los aplicativos para modelamientos estructurales, así como su relación con el ámbito profesional y disponibilidad para uso académico. Elaboración propia (2025).

Se identificaron normas clave como la ISO 19650 (gestión de la información en proyectos BIM), la Ley 1581 de 2012 (protección de datos personales) y el Decreto 1412 de 2017 (promoción de contenidos digitales), que son esenciales para el diseño, gestión y legalidad de cualquier guía o aplicación tecnológica dentro del ámbito académico o profesional.

Tabla 4. *Normas con mayor influencia en el proyecto*

Normativa	Aplicación
ISO 19650	Gestión de información en proyectos BIM
Ley 1581 de 2012	Tratamiento de datos personales en plataformas educativas
Decreto 1412 de 2017	Promoción del uso de herramientas tecnológicas en educación y empresa

Nota. En la tabla se muestran las normas con mayor influencia para un apropiado uso de aplicaciones. Elaboración propia (2025).

4.1.1. Políticas de Uso para el Laboratorio de IA y Realidad Aumentada

Para poder hacer uso del laboratorio de manera responsable y adecuada, se debe tener en cuenta ciertas restricciones y reglas, como lo son

4.1.1.1. Políticas de Acceso al Laboratorio

El ingreso al laboratorio estará estrictamente limitado al personal autorizado, incluyendo estudiantes, docentes e investigadores que se encuentren debidamente registrados ante la coordinación del laboratorio o la institución correspondiente. Para garantizar la seguridad y el correcto uso de los recursos, únicamente se permitirá el acceso a quienes cuenten con una autorización vigente.

Como medida de control, todos los usuarios deberán presentar un documento de identificación válido al momento de ingresar. Además, será obligatorio verificar previamente la reservación del espacio a través del sistema establecido por el laboratorio, ya sea mediante plataforma digital o comunicación directa con la coordinación. El acceso sin una reserva confirmada podrá ser denegado.

Adicionalmente, todos los usuarios deberán firmar un registro de entrada y salida que estará disponible en la entrada del laboratorio. Este registro servirá como control para el seguimiento de actividades y la trazabilidad del uso del espacio.

4.1.1.2. Políticas de Condiciones de Uso de Equipos y Software

Los equipos disponibles en el laboratorio, tales como computadoras, visores de realidad aumentada, sensores y demás herramientas tecnológicas, deberán ser utilizados únicamente con fines académicos, de investigación o en el desarrollo de proyectos vinculados al área de la ingeniería civil. Está terminantemente prohibido el uso de estos recursos para actividades personales o ajenas al propósito institucional.

Cada usuario es responsable de cerrar correctamente su sesión de usuario, guardar su trabajo en los medios correspondientes y dejar los equipos en condiciones adecuadas para su uso posterior. La pérdida de información por descuido no será responsabilidad del laboratorio.

No está permitido modificar, alterar o reconfigurar el software, el hardware o cualquier componente del sistema sin la autorización expresa del personal técnico encargado. Asimismo, se prohíbe la instalación de software no autorizado o la descarga de contenidos desde Internet sin el consentimiento previo del personal responsable.

4.1.1.3. Políticas de Uso de Tecnología de Realidad Aumentada

Los dispositivos de realidad aumentada, incluyendo gafas AR, sensores y otros equipos asociados, deberán emplearse siguiendo rigurosamente las instrucciones establecidas en sus respectivos manuales de uso. En caso de ser necesario, se exigirá la supervisión de un experto o personal capacitado para su correcta operación.

Antes de utilizar esta tecnología, los usuarios deberán asegurarse de que el área de trabajo se encuentre completamente libre de obstáculos que puedan interferir con la experiencia de uso o representar un riesgo para la integridad física de los participantes. Se deberá priorizar siempre la seguridad dentro del entorno de trabajo.

4.1.1.4. Políticas de Comportamiento y Seguridad

El cumplimiento de las normativas de seguridad e higiene es obligatorio para todos los usuarios del laboratorio. Cuando la actividad lo requiera, será imprescindible el uso de equipo de protección personal (EPP), como guantes, gafas o batas, especialmente al manipular ciertos materiales o dispositivos electrónicos delicados.

Está estrictamente prohibido el consumo de alimentos o bebidas dentro del laboratorio, con el fin de evitar derrames o accidentes que puedan causar daños a los equipos o poner en riesgo la seguridad de los usuarios.

El laboratorio debe mantenerse limpio y ordenado. Todos los usuarios deberán dejar su área de trabajo en las mismas condiciones en que la encontraron, retirando basura, materiales o herramientas que hayan utilizado.

Cualquier incidente, daño, mal funcionamiento o situación irregular relacionada con los equipos debe ser reportada de inmediato al personal encargado. La omisión de este deber puede generar sanciones y responsabilidades.

4.1.1.5. Políticas de Privacidad y Confidencialidad

Toda información recolectado durante el uso de tecnologías como inteligencia artificial o realidad aumentada deberá manejarse con estricta confidencialidad. Se deberá garantizar el cumplimiento de las normativas institucionales y legales vigentes en materia de protección de datos personales.

De igual forma, los desarrollos y proyectos realizados dentro del laboratorio deberán respetar los principios éticos de investigación y atender las normas relacionadas con la privacidad de la información, en especial cuando los datos involucren a terceros.

4.1.1.6. Políticas de Colaboración y Desarrollo de Proyectos

Todo proyecto de investigación, innovación o desarrollo que se lleve a cabo en el laboratorio deberá contar con la aprobación previa de los supervisores, tutores o coordinadores responsables. No se podrán iniciar actividades sin dicha validación.

Los usuarios deberán respetar los protocolos de colaboración establecidos, fomentando el trabajo en equipo y la correcta asignación de tareas. Será obligatorio reconocer la autoría de los trabajos y respetar los derechos de propiedad intelectual de los demás miembros del equipo y de la institución.

4.1.1.7. Políticas de Mantenimiento de Equipos

El mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos es responsabilidad exclusiva del personal técnico del laboratorio. Esto incluye la actualización de software, revisión de conexiones, limpieza especializada y reemplazo de componentes.

Los usuarios no están autorizados a intentar reparar, abrir o modificar los dispositivos por su cuenta. Cualquier falla deberá ser reportada inmediatamente a los encargados del área técnica para su revisión y solución.

4.1.1.8. Políticas de Capacitación y Soporte

Antes de hacer uso de cualquier tecnología disponible en el laboratorio, todos los usuarios deberán recibir una capacitación formal o una inducción sobre su funcionamiento, alcances y normas de seguridad asociadas.

El laboratorio ofrece soporte técnico limitado para solucionar inconvenientes básicos. En caso de requerirse asistencia más compleja, el usuario deberá solicitar ayuda con antelación y coordinar una sesión con el personal especializado.

4.1.1.9. Políticas de Responsabilidad de los Usuarios

Cada usuario será responsable por el uso adecuado de los equipos y materiales. En caso de pérdida o daño como consecuencia de un uso indebido, negligente o intencional, el usuario

deberá asumir las reparaciones, reposiciones o sanciones correspondientes según la normativa vigente.

El laboratorio se reserva el derecho de restringir o suspender el acceso a aquellos usuarios que incumplan las normas aquí descritas o que representen un riesgo para el funcionamiento, la integridad del espacio o del resto de los participantes.

4.1.1.10. Políticas de Investigación y Desarrollo Técnico

Todas las actividades de investigación y desarrollo que involucren el uso de tecnologías emergentes como inteligencia artificial o realidad aumentada deberán apegarse a los estándares éticos y legales aplicables en el campo de la ingeniería civil y/o arquitectura.

Particularmente, se deberá asegurar que estas aplicaciones no comprometan la seguridad humana, respeten el medio ambiente y promuevan la equidad social. El uso de estas tecnologías debe tener un enfoque responsable, orientado al beneficio común y a la sostenibilidad.

Adicionalmente, con el desarrollo del ejercicio práctica se evidenció, como el uso de simuladores y entornos virtuales fomenta habilidades de resolución de problemas, análisis crítico, colaboración y gestión de riesgos, pues la investigación reveló cómo la RA puede ser aplicada para validar diseños estructurales, realizar inspecciones virtuales y planificar operaciones complejas sin necesidad de intervención física en obra.

Explorar herramientas de software como CYPE, la plataforma usBIM de ACCA y Autodesk me mostró su rol en la mejora de los resultados de los proyectos. Se evidenció como las herramientas modulares de CYPE, como CYPECAD y Open BIM Quantities, permiten un diseño estructural preciso y la estimación de costos, mientras que la plataforma colaborativa de ACCA facilita la gestión de proyectos en tiempo real (CYPE, s.f.; ACCA Software, 2023). Las

soluciones BIM de Autodesk, especialmente para modelado 3D, ayudan a detectar fallos de diseño en etapas tempranas. Estas herramientas, combinadas con RA y RV, permiten a los ingenieros visualizar y refinar proyectos antes de la construcción, ahorrando tiempo y recursos.

La investigación destacó barreras para adoptar RA, RV y RI en ingeniería civil, incluyendo la falta de capacitación y los altos costos iniciales de equipos y software. Las instituciones académicas, como la Universidad de La Salle, a menudo carecen de guías estructuradas para integrar estas tecnologías en los planes de estudio. Aprendí que crear una guía práctica, como la propuesta en este proyecto, aborda esta brecha al proporcionar instrucciones claras para estudiantes y profesionales. Además, los estudios de casos mostraron que la resistencia al cambio entre los profesionales puede obstaculizar la adopción, lo que resalta la necesidad de recursos de capacitación accesibles

Tabla 5. *Importancia e influencia de aspectos del proyecto*

Descripción	Aspectos	Importancia
Tecnologías Emergentes	RA, RV y RI	RV y RI mejoran la visualización
Laboratorios de Innovación	Los laboratorios fomentan la colaboración y la aplicación práctica de herramientas digitales.	Proporciona un marco para la configuración del laboratorio y ejercicios que replican escenarios reales.
Herramientas de Software	Herramientas como CYPE	ACCA y Autodesk mejoran la precisión y eficiencia del diseño.
Desafíos de Adopción	La falta de capacitación y costos dificultan la adopción de tecnologías.	Ofrece instrucciones accesibles para superar barreras para estudiantes y profesionales.
Estudios de Casos	Las aplicaciones del mundo real demuestran beneficios prácticos de RA y BIM.	Incorpora ejercicios inspirados en estudios de casos para mejorar el aprendizaje.
Colaboración Academia-Industria	Las alianzas proporcionan acceso a herramientas y alinean la formación con las necesidades de la industria.	Resalta la importancia de la capacitación basada en laboratorios para cerrar brechas.
Desarrollo Sostenible	Las tecnologías apoyan prácticas sostenibles alineadas con los ODS.	Integra principios de sostenibilidad en los ejercicios de laboratorio para promover una ingeniería responsable.

Nota. En la tabla se muestra la importancia e influencia de aspectos del proyecto, que permiten facilitar el desarrollo de proyecto. Elaboración propia (2025).

Es imperativo mencionar que, de acuerdo con investigaciones previamente desarrolladas, el análisis de aplicaciones del mundo real, como el uso de sensores DokaXact para monitoreo

estructural (DOKA, 2025), permite a la RA proporcionar datos en tiempo real para detectar problemas estructurales sin intervenciones físicas costosas.

Así como el uso de BIM en proyectos de INVIAS y EPM permite resaltar la importancia de procesos estandarizados para la transformación digital. Estos ejemplos reforzaron el valor de los ejercicios prácticos en laboratorios para preparar a los ingenieros ante los desafíos de la industria, permitiendo así resaltar el rol de la RA, RV y RI en ingeniería civil permite apreciar su contribución a prácticas sostenibles. Al permitir simulaciones que optimizan el uso de materiales y predicen el rendimiento estructural, estas tecnologías se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente aquellos relacionados con la infraestructura sostenible (UNDP, s.f.).

Pues esto permite que incorporar estas herramientas en la educación en ingeniería civil puede preparar a los profesionales para abordar desafíos globales como la eficiencia de recursos y el impacto ambiental. Sin embargo, estas herramientas para un óptimo uso deben tener cumplir con ciertas características, como los son la revisión de convenios, en este caso, se cumple con proveedores de software como CYPE y ACCA para licencias académicas.

Lo cual proporcionan acceso a herramientas de vanguardia y fomentan entornos donde los estudiantes pueden desarrollar habilidades relevantes para el mercado laboral, obteniendo con propósito secundario garantizar que la formación académica se alinee con las necesidades de la industria, se permita estar a la vanguardia de la tecnología y avanzar en el sector de la construcción en Colombia. En las siguientes tablas, se aprecian la relación convenio-rama de ingeniería civil, con las cuales se puede interactuar.

4.1.2. Convenio con ACCA Ingeniería licencias académicas

Gerencia de proyectos	Hidráulica	Estructuras	Vías -transporte	Suelos	MEP-ARQ
usBIM BIM Management System usBIM.platform Entorno común de datos usBIM.clash Detección de interferencias en modelos BIM PriMus Presupuesto de los costes de construcción		EdiLus Proyecto Estructuras			Edificius Diseño arquitectónico 3D

4.1.3. Convenio con ISTRAN licencias académicas

Gerencia de proyectos	Hidráulica	Estructuras	Vías -transporte	Suelos	MEP-ARQ
			ISTRAM – topografía, diseño de carreteras, túneles, vías férreas		

4.1.4. Convenio con CYPE licencias académicas

Gerencia de proyectos	Hidráulica	Estructuras	Vías	Suelos	MEP-ARQ
CYPE Cost Costos CYPEDOC CTE HS 1 Seguimiento FC Uploader		CYPECAD diseño, cálculo estructuras			CYPEPLUMBING Sanitary Systems Diseño y cálculo de instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales.

4.1.5. Autodesk y licencias académicas de otras empresas

Gerencia de proyectos	Hidráulica	Estructuras	Vías -transporte	Suelos	MEP-ARQ
AutoCAD REVIT	Epanet Hec-RAS	SAP	Civil 3D ArcGIS	Rocsience	

4.1.6. App de renderización y modelado en realidad virtual para la construcción

Gerencia de proyectos	Hidráulica	Estructuras	Vías -transporte	Suelos	MEP-ARQ
AutoCAD REVIT	Epanet Hec-RAS	SAP	Civil 3D ArcGIS	Rocsience	

Estas herramientas junto con los laboratorios de innovación tienen gran importancia pues permiten desarrollar espacios que brinden a los usuarios la oportunidad de plasmar ideas que estén arraigadas a los avances tecnológicos, realidad aumentada, virtual e inmersiva permiten a

los usuarios ofrecer nuevas herramientas para la resolución de problemas, optimizando tiempo de respuesta, efectividad y adaptación a modelos recientes.

Es por ello por lo que, la construcción de una guía con base en estos aprendizajes permitirá a los estudiantes integrar teoría y práctica, mientras que los profesionales contarán con una herramienta adaptable a sus procesos. Esta transferencia de conocimiento entre la investigación, la docencia y la práctica profesional es clave para el avance del sector.

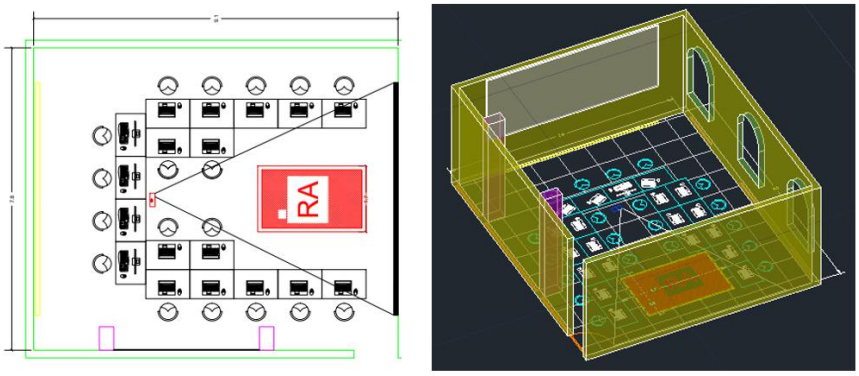
4.2. Etapa 2: Preparación y Propuesta de Espacio

La creación y propuesta de un espacio para desarrollar un laboratorio de realidad aumentada, tiene como fin, brindar a los usuarios comodidad para un uso apropiado de las herramientas de RA, RV y RI, para el presente proyecto se busca utilizar el espacio del salón de dibujo del bloque E de la Universidad de La Salle, ubicada en el centro de Bogotá D.C, esto donde se pueda ejercer y visualizar un ejemplo de aplicación que permita el uso amigable y apropiado uso a partir del uso de herramientas IA.

Por ello, se debe cumplir con dimensiones y espacios delimitados, que hagan el lugar de trabajo, un entorno seguro y adecuado para el uso de la realidad aumentada. Como mencionado previamente el espacio con condiciones aceptables se encuentra localizado en el quinto piso (5) del bloque E de la sede Candelaria, con el nombre de sala de dibujo.

Para tener un laboratorio de innovación acorde a las medidas de seguridad, se presenta una propuesta de las dimensiones del salón, el presupuesto aproximado para este mismo, así como tanto una estimación del espacio solicitado como implementos necesarios que serán distribuidos de la siguiente manera.

Figura 14. *Distribución de espacios para salón de laboratorio de innovación*



Nota .En la figura previa se aprecia una distribución del laboratorio de un salón ubicado en el edificio G de la Universidad de La Salle en La Candelaria. Elaboración propia (2025).

- Mesas de 1.10 x 0.75 con superficie blanca (mesas existentes colocar formica blanca) cantidad 20 unidades.
- Sillas giratorias (sillas giratorias existentes color negro) cantidad 20 Unidades.

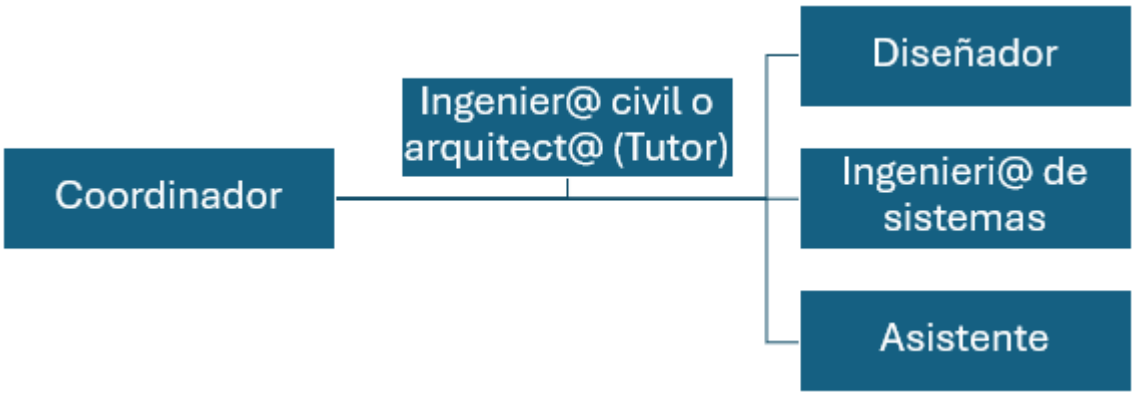
Tabla 6. *Presupuesto para remodelación de salón de laboratorio de innovación*

ID	Detalle	U.M.	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Pintura salón con material no reflectivo (Color Blanco mate)	m²	180	$ 13.000,00	$ 2,340,000
2	Placa de Yeso ST - Láminas De Drywall – incluir estructura (viguetas, omegas, cinta), para cubrir ventanales, sector colindante entre el museo y el salón	m²	20	$ 180.000,00	$ 3,600,000
3	Puntos de conexión corriente regulada y conexión a red.	un	18	$ 70.000,00	$ 1,260,000
4	Formica blanca incluye canto cuatro bordes para cada mesa, pegante 110x075 cantidad de mesas 18	m²	10	$ 170.000,00	$ 1,700,000
	Sumatoria Total				**$ 8,900,000**

Nota**.** De acuerdo con ítems analizados para la adecuación del espacio para un laboratorio de innovación, estos son los costos que se deben tener presentes. Elaboración propia (2025).

Finalmente, es importante mencionar la distribución de delegación de personal que el laboratorio deberá tener, pues, aunque deberá estar presente el tutor, de igual manera, debe estar personal capacitado para el desarrollo de actividades.

Figura 15. *Flujograma de personal*



Nota. En la figura se aprecia el personal necesario para un óptimo uso del laboratorio. Elaboración propia (2025).

4.3. Etapa 3: Desarrollo de Ejercicio Práctico con CypeCAD

El presente trabajo incluye la realización de un ejercicio práctico por medio de una guía que busca ser un ejemplo claro y de fácil acceso para los usuarios. Este ejercicio se estructura de manera que permita una comprensión progresiva de los conceptos y procedimientos clave, facilitando así la aplicación de los conocimientos adquiridos. Además, de brindar el ejercicio desarrollado, es importante conocer los objetivos que junto con la guía se buscan abarcar para desarrollar un entorno de aprendizaje y experimentación en la gerencia de proyectos, que integre diversas herramientas de simulación para mejorar planificación, ejecución y gestión de proyectos, promoviendo la colaboración interdisciplinaria entre las áreas de la ingeniería civil y la innovación tecnológica en el sector de la construcción.

4.3.1. Investigación y Desarrollo

Por medio de la investigación, se permitió lograr el desarrollo de la aplicación de un ejercicio práctico en una guía de laboratorio que junto con la realidad aumentada permite la interacción de clientes o usuarios interesados en acceder a una opción digital para visualización de proyectos de infraestructura, así como la visualización de diseños en entornos reales, la inspección de obras mediante superposición de datos digitales, o la simulación de procesos

constructivos, adicionalmente, se profundizó en estudios previos, documentación técnica y casos de uso relevantes, como lo fueron los trabajos de tesis elaborados en años previos, donde los autores expresaron la importancia y la influencia de la RA, RI y RV en la ingeniería civil, así como la aplicación de estas herramientas en sistemas como Doxa, donde con el uso de sistemas físicos y un computador, permite analizar el comportamiento de las estructuras en las cuales ha sido aplicado dicho sistema; en el ejercicio elaborado se permite realizar un análisis detallado de la aplicabilidad directa de estas tecnologías, donde al culminar este mismo se realiza una inspección acorde al objetivo que se busque obtener, pues el proceso de desarrollo involucra la elección de secciones, materiales, tamaños, dimensiones, entre otras características, que logran entregar como producto final complementario a investigaciones teóricas previamente realizadas, la guía de laboratorio de innovación. Por otro lado, se investigaron las funciones específicas del software CYPE y su interacción con plataformas como BIMserver.center, lo cual permitió modelar, sincronizar y representar digitalmente el proyecto de una casa en Niza, Bogotá.

Tabla 7. *Herramienta y aplicación académica*

Herramienta de CYPE	Funcionalidad Principal	Aplicación Académica
CYPE Architecture	Modelado arquitectónico 3D	Diseño conceptual de espacios arquitectónicos
CYPECAD	Cálculo estructural de concreto y acero	Ejercicios de análisis estructural
StruBIM Steel	Modelado de estructuras metálicas	Prácticas en diseño de estructuras metálicas
StruBIM Rebar	Diseño de refuerzo en estructuras de hormigón	Refuerzo estructural en proyectos educativos
CYPEPLUMBING	Diseño de redes hidráulicas y sanitarias	Simulación de instalaciones hidráulicas
Open BIM Quantities	Medición y presupuestación de cantidades de obra	Presupuestos automatizados desde el modelo BIM
CYPE Cost Estimator	Estimación de costos preliminares de proyectos	Cálculo de costos en proyectos académicos
Open BIM Layout	Creación de planos y documentación gráfica	Generación automática de planos desde BIM
BIMserver.center Integration	Sincronización y visualización RA/RV en la nube	Presentación inmersiva de modelos académicos

Nota. En la tabla se muestra el tipo de herramienta, su funcionalidad principal y como puede ser aplicada en el ámbito académico. Elaboración propia (2025).

4.3.2. Formación y capacitación

Proporcionar un espacio para capacitar a estudiantes, ingenieros y profesionales de la construcción en el uso de herramientas de realidad aumentada aplicadas a la ingeniería civil, con la integración de talleres prácticos, cursos de formación y la implementación de juegos estratégicos de construcción con enfoque integrador (JEPCI), que promueven la articulación de los espacios académicos del área de fundamentación investigativa y gestión de proyectos del programa de Ingeniería Civil. A través de un contexto general, los estudiantes analizan, evalúan y proponen hipótesis integrales de solución a los conflictos de una comunidad. Mediante técnicas exploratorias y con el acompañamiento del docente orientador, se presenta el contexto de la zona de juego (sector geográfico), donde se identifican problemáticas relacionadas con infraestructuras horizontales y verticales necesarias para la comunidad.

A partir de esta información, los estudiantes plantean y analizan cursos de acción, exploran escenarios y realizan diagnósticos, estudios, diseños, presupuestos, planificación, programación y seguimiento de una propuesta de solución integral. Con la participación en JEPCI, los estudiantes desarrollan competencias para identificar, formular y resolver problemas complejos, aplicando principios de ingeniería en el diseño de soluciones que respondan a necesidades específicas, considerando la salud pública, la seguridad, el bienestar y factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.

Este componente tiene como objetivo diseñar una estrategia de transferencia de conocimiento efectiva, enfocada en estudiantes, docentes y profesionales de la ingeniería civil. Se elaboró una metodología basada en el uso de guías paso a paso, apoyadas con herramientas visuales, simuladores y documentación técnica de fácil comprensión. Para este fin, se

estructuraron talleres prácticos y actividades didácticas utilizando el software CYPE, Autodesk y ACCA, con foco en el aprendizaje autónomo.

Se propuso una secuencia pedagógica que comienza con la comprensión básica del entorno digital, seguida de la manipulación del modelo BIM, pasando por la visualización del proyecto en RA/RV y finalizando con la generación de resultados. Esta formación está articulada con el modelo pedagógico institucional de la Universidad de La Salle, priorizando el aprendizaje significativo, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas reales.

Además, se incluyó la aplicación de la metodología JEPCI (Juegos Estratégicos de Construcción con Enfoque Integrador), que permite a los estudiantes desarrollar competencias multidisciplinares resolviendo problemáticas comunitarias mediante análisis, diseño, presupuestación y simulación, todo mediado por tecnologías digitales avanzadas. Además, es importante tener en cuenta ciertas valores y principios que se deben tener en el laboratorio, como lo son

4.3.2.1. Equidad y trabajo en equipo

Los laboratorios son espacios cómodos para grupos de trabajo que deseen ejecutar sus proyectos haciendo uso de la IA y tecnología que hoy en día está influyendo en varios aspectos académicos, investigativos y laborales

4.3.2.2. Experiencia

El hecho de tener un laboratorio de innovación no menciona dejar de lado los conocimientos que se han adquirido para ser reemplazados por influencia tecnológica, por ello, el laboratorio busca que personas interesadas en hacer uso del espacio y de sus herramientas, se

complementen entre sí, tanto la información que se le es adicionada a los softwares, como la recepción de información adicional que el usuario va a tener al obtener los resultados.

4.3.2.3. Inclusivo

La ejecución del espacio de laboratorio debe realizarse a plazos extensos, donde se observe la viabilidad económica, se tengan presentes los mantenimientos preventivos y brinde comodidad a cualquier usuario con o sin discapacidad.

4.3.2.4. Adaptable

Como se ha mencionado previamente la tecnología ha tenido avances permitiendo así que se desarrollen productos hoy en día como espacios de innovación, por ello, el espacio del laboratorio debe estar sujeto a cambios o mejoras futuras que se deban realizar.

4.3.2.5. Colaboración y Capacitación

Facilitar la colaboración entre equipos multidisciplinarios mediante el uso de herramientas de realidad aumentada y trabajo colaborativo que permitan compartir y revisar diseños de forma remota, mejorando la comunicación y la toma de decisiones en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto. Además, la ingeniería moderna exige entornos colaborativos que permitan la integración de múltiples disciplinas. En este contexto, la RA y la RV funcionan como facilitadores clave para la interacción entre profesionales desde cualquier lugar del mundo. A través del uso de la plataforma BIMserver.center y sus funciones de sincronización, este proyecto mostró cómo es posible compartir modelos, revisar planos en tiempo real y tomar decisiones conjuntas desde diferentes ubicaciones. Es por ello, que, en el desarrollo del proyecto, se utilizó la nube colaborativa para asignar tareas, hacer anotaciones y documentar el avance del ejercicio

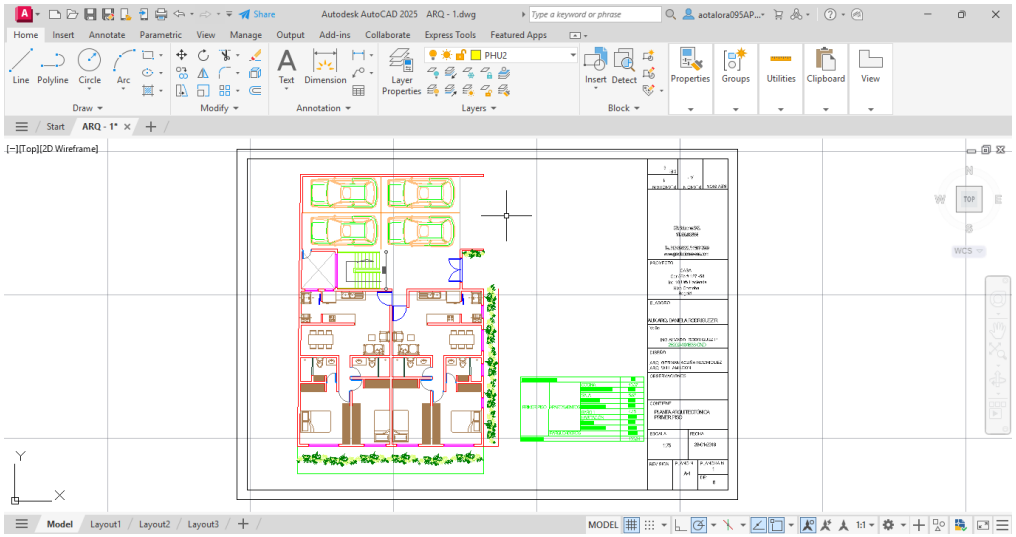
práctico. Esta estrategia no solo mejora la ejecución de proyectos, sino que también fortalece competencias blandas como la comunicación, la toma de decisiones y la resolución de conflictos.

4.3.2.6. Innovación y difusión tecnológica

Finalmente, la innovación está enfocada en convertir el laboratorio de innovación en un espacio vivo para el fomento de la cultura digital. A través del uso continuo de tecnologías como CYPE, ACCA o Autodesk, se promueve una mentalidad orientada al cambio, al uso de plataformas abiertas y a la generación de conocimiento replicable. En este caso, el desarrollo de la investigación y de la guía es entorno a la aplicación CYPE; por otro lado, la implementación del laboratorio como espacio formativo, las simulaciones, productos generados y resultados podrán ser compartidos en plataformas académicas, ferias tecnológicas, revistas institucionales o redes profesionales, donde se fomente la innovación en el campo de la ingeniería civil mediante la exploración de nuevas aplicaciones y tecnologías emergentes en el ámbito de la realidad aumentada, realidad inmersiva, logrando así, que el laboratorio funcione como un centro de difusión tecnológica, promoviendo el uso de la realidad aumentada e inmersiva en la industria de la construcción.

La guía, que acompaña a este ejercicio, ofrece explicaciones paso a paso, ilustraciones y ejemplos específicos que permiten a los usuarios no solo entender la teoría detrás de cada acción, sino también poner en práctica lo aprendido de manera efectiva. Esta guía fue desarrollada inicialmente con el plano de la estructura en AutoCAD, gracias a que el programa de CYPE permite la conversión de archivos, el plano se configuro de manera tal que fuese la base de diseño.

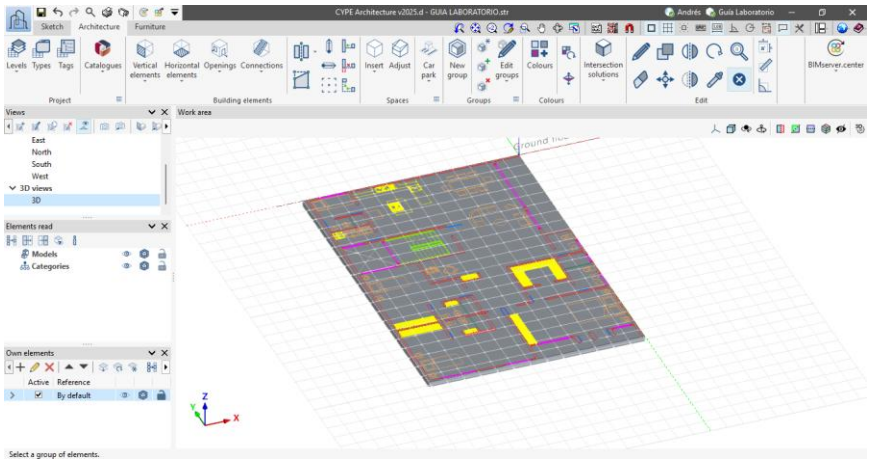
Figura 16. *Plano de Diseño.*



Nota. En la figura se aprecia el plano utilizado para el proyecto en formato DWG. Elaboración propia (2025).

Posteriormente, se realiza la importación del archivo DWG a Cype, para así realizar el levantamiento de la estructura, siempre, respetando las dimensiones que el plano proyecta.

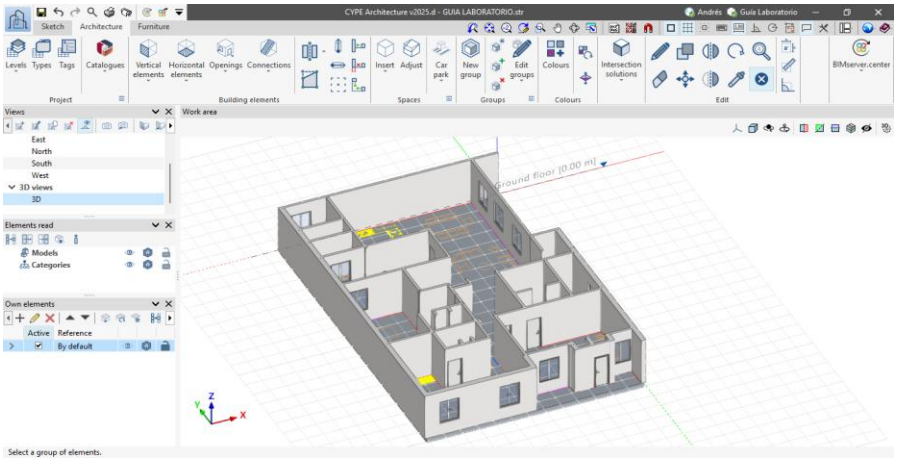
Figura 17. *Plano de diseño en formato CYPECAD.*



Nota. En la figura se aprecia el plano de diseño en formato CYPECAD, para su posterior levantamiento. Elaboración propia (2025).

Con el uso de herramientas de Cype, se realiza el levantamiento de la estructura y sus elementos como lo son muros, ventanas, puertas, mobiliario, entre otros.

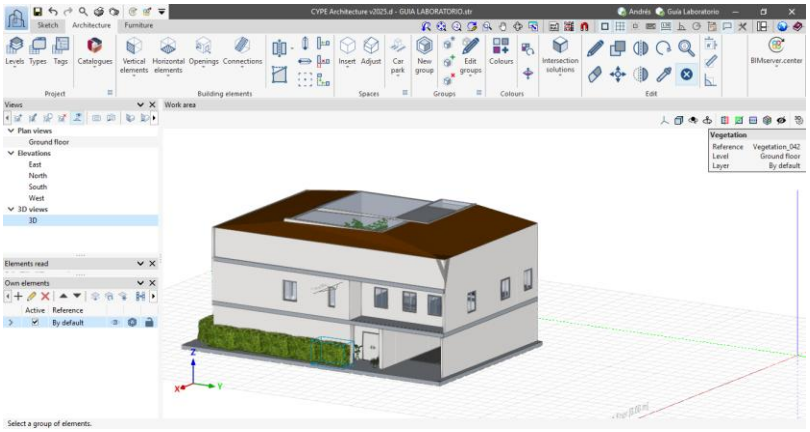
Figura 18. *Distribución de muros y ventanas*



Nota. Se aprecia el levantamiento de muros y ventanas del proyecto de diseño, con el cual se realizará posteriormente el ejercicio de realidad inmersiva. Elaboración propia (2025).

Una vez realizado el levantamiento de dichos elementos, se diseña la estructura con los elementos restantes, en este caso, al tener una casa de tres pisos, se aprecia su distribución de la siguiente manera.

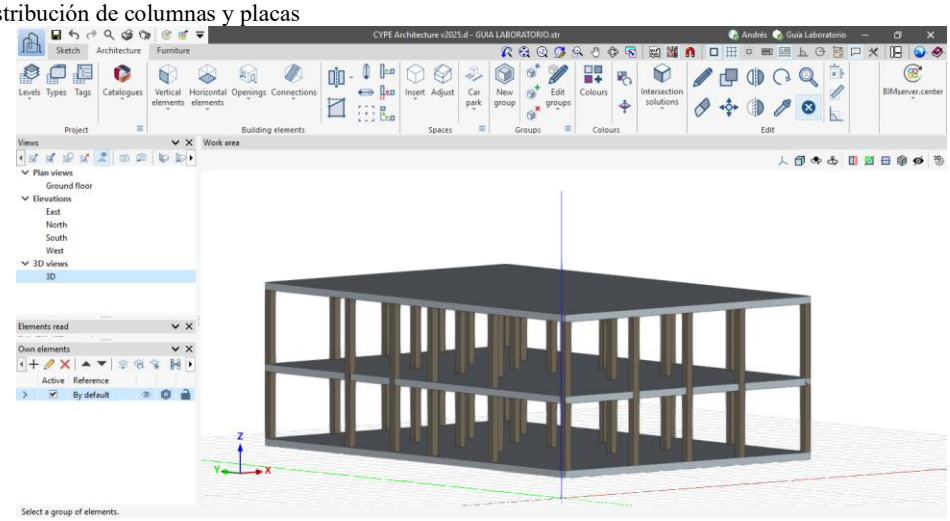
Figura 19. *Levantamiento de la estructura.*



Nota. En la figura se aprecia el diseño completo de la casa, teniendo en cuenta la distribución de los planos. Elaboración propia (2025).

De igual manera, se realiza el levantamiento del esqueleto de la casa para apreciar que elementos estructurales son los que la componen. En el caso de la siguiente figura, se muestra el esqueleto de la casa abarcando columnas y placas de entre piso, cuyas dimensiones también son diseñadas a partir del suministro hecho en planos en formato DWG.

Figura 20. Distribución de columnas y placas



Nota. Se aprecia en la figura el levantamiento de columnas y placas correspondientes a la estructura. Elaboración propia (2025).

Para finalizar, el proyecto se comparte por la plataforma usBIMserver, la cual permite visualizar todo tipo de proyectos cuya privacidad se encuentre en modo público.

Figura 21. *Uso de BIMserver.center para proyección del proyecto*

Nota. En la figura se aprecia la culminación del ejercicio con el uso de realidad aumentada para proyectar la estructura diseñada en el aplicativo CYPE. Elaboración propia (2025).

Además, es importante saber los posibles interesados en el uso de la presente guía, como lo es el **sector académico**, ya que al tener en cuenta tanto a los estudiantes de pregrado y

posgrado permite abarcar un amplio campo de aplicación académico, logrando que aquellos que se encuentran iniciando su proceso de formación profesional tengan la disposición de uso desde un principio a las herramientas tecnológicas que hoy en día son de fácil acceso, y aquellos estudiantes que se encuentren más avanzados, unifiquen los conocimientos adquiridos con el uso de estos laboratorios. De igual manera en el **sector laboral**, pues los profesionales deben tener presente que el uso de las herramientas de este tipo les permite facilitar y optimizar los procesos que se encuentren desarrollando, por ello, el campo laboral haciendo uso de laboratorios de innovación, brinda la opción de proyectar las ideas que permitan el desempeño correcto y mejorando tiempo de respuesta para sus propuestas. Se encuentra también el **sector empresarial**, ya que actualmente, las creaciones de empresas han tenido un crecimiento notable, por ejemplo, en el primer semestre del año 2024 según el Instituto nacional de contadores públicos, se crearon 174.937 empresas estas incluyendo todas las ramas laborales en el país, de las cuales según Confecámaras 21.000 corresponden al sector de la construcción. Teniendo presente estas cifras, es importante recalcar el impacto que tendrían los laboratorios de innovación, junto a las herramientas. Y por el último, las **entidades del estado,** pues en el país las entidades del estado han empezado a reconocer la importancia y el impacto que la IA, está teniendo en el sector empresarial y académico, por lo que, la información que estas brindan permite ser complemento a productos que se desarrollen con el propósito de poner en práctica la inteligencia artificial, realidad virtual, inmersiva y aumentada.

"La inteligencia Artificial ya juega un rol en la optimización de procesos y la toma de decisiones estratégica en las organizaciones" – MinTIC

4.4. Etapa Final: Presentación de Guía de Laboratorio

La entrega del documento que presenta la guía para el laboratorio constituye la culminación del proyecto de grado, marcando el cierre de un proceso de investigación y desarrollo que ha abarcado varias etapas de aprendizaje, análisis y aplicación práctica. Este guía, resultado de una profunda reflexión sobre las necesidades y objetivos establecidos al inicio del proyecto, ofrece una guía detallada y estructurada para los usuarios del laboratorio, con el fin de optimizar su comprensión y ejecución de las prácticas propuestas. A lo largo del documento, se han incorporado tanto los fundamentos teóricos como los procedimientos prácticos, presentados de forma clara y accesible para facilitar su implementación en un entorno académico o profesional.

La Universidad de La Salle se destaca por mantener un orden establecido en el manejo de plan de estudios, que a medida que el estudiante tiene avance académico, genera nuevos conocimientos; centrado en la facultad de ingeniería se busca por medio de las asignaturas de **expresión gráfica** dirigida a todas las ingenierías y **construcción** dirigida al programa de **Ingeniería Civil** desarrollar correctos procesos de:

4.4.1. Logística y Gestión de Materiales

Por medio de simulación que ayuda a optimizar la gestión de los recursos, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo, herramientas, transporte y la logística en el sitio de construcción. Incluye la planificación de la entrega de materiales, la asignación de recursos (como grúas y equipos de transporte), y la optimización de rutas para minimizar los tiempos de espera y los costos de transporte.

4.4.2. Diseño y Visualización

Donde la simulación puede utilizarse para crear modelos virtuales 3D de edificios y estructuras, lo que permite a los diseñadores y arquitectos visualizar cómo se verá el proyecto una vez terminado. Esto facilita la detección temprana de posibles problemas de diseño y permite realizar ajustes antes de que comience la construcción física. Este propósito previamente mencionado también se proyecta ser incluido para **Ingeniería Civil** en **hidráulica, vías y transporte, estructuras** y **geotecnia.**

4.4.3. Gestión de Riesgos

En las asignaturas de **Proyectos Integradores I** y **II**, se plantea aplicar la simulación en escenarios donde se pueda ayudar a identificar y evaluar los riesgos asociados con un proyecto de construcción, como retrasos en la entrega de materiales, condiciones climáticas adversas, cambios en los costos de los materiales y la mano de obra, y problemas de seguridad en el sitio. Esto permite a los equipos de proyecto tomar decisiones informadas para mitigar los riesgos y garantizar la finalización exitosa del proyecto.

4.4.4. Simulación de Procesos Constructivos y/o Costes y Presupuestos

Para **Proyectos Integradores III** y para el programa de **Ingeniería Civil** en las asignaturas de **Construcción** & **Materiales y** hormigón, como la simulación puede ayudar a planificar y optimizar los procesos constructivos, como la colocación de cimientos, la instalación de estructuras de acero, la colocación de hormigón y la instalación de sistemas mecánicos y eléctricos. Esto incluye la secuencia de actividades, la asignación de recursos y la estimación de tiempos y costos.

4.4.5. Fundamentación Investigativa

En la asignatura de **Proyectos Integradores IV** mostrar como en los factores **Planificación, Programación y Supervisión** la simulación puede utilizarse para desarrollar modelos que representen la secuencia de actividades y la duración estimada de cada tarea en un proyecto de construcción. Identifica la interoperabilidad y optimiza la programación y prever posibles retrasos. Finalmente, para los programas de **Ingeniería Civil** e **Ingeniería Ambiental** en la asignatura de **Hidráulica** como en la **Simulación de Impacto Ambiental** se puede evaluar el impacto de un proyecto de construcción, incluyendo el uso de energía, la generación de residuos, la contaminación del aire y del agua, y el impacto en la biodiversidad. Esto ayuda a identificar medidas de mitigación y a cumplir con los requisitos reglamentarios y de sostenibilidad.

Asimismo, se han incluido recomendaciones, consejos y posibles soluciones a problemas comunes, asegurando que los usuarios puedan llevar a cabo las actividades del laboratorio de manera autónoma y eficiente. Con esta entrega, no solo se concluye el proyecto de grado, sino que también se pone a disposición de los futuros usuarios una herramienta valiosa que contribuirá al desarrollo de sus habilidades, al mismo tiempo que se demuestra la capacidad para generar soluciones innovadoras y aplicables en contextos reales, se presenta la portada del producto final, en la cual se aprecia el ejercicio guía abarcando el diseño y publicación de un proyecto en la plataforma BIMserver.center. De este modo, se da por culminada una fase del proceso académico, con la satisfacción de haber alcanzado los objetivos planteados inicialmente.

Figura 22. *Portada de guía de laboratorio*

Nota. La figura previa muestra la portada de la guía que se entrega como producto final. Elaboración propia (2025).

5. Conclusiones

La guía presentada ha expuesto una herramienta escrita detallando los procesos y actividades que deben llevarse a cabo en un laboratorio de innovación para la ejecución de proyectos, dirigido tanto al sector académico como al profesional. Además, se ha resaltado la importancia y el impacto que las disciplinas de ingeniería y arquitectura tienen en la actualidad, en términos de implementar soluciones que faciliten la satisfacción de las necesidades de los usuarios.

El personal académico y profesional que participe en procesos de formación o aplicación de laboratorios con RA/RV debe contar con una capacitación técnica sólida en el manejo de software especializado como CYPE, Revit, ACCA y plataformas como BIMserver.center. Esta formación debe incluir conocimientos sobre modelado 3D, análisis estructural, cuantificación de obra y simulación en entornos virtuales. Esta capacitación es fundamental para garantizar que los contenidos formativos y los ejercicios prácticos estén alineados con estándares actualizados, permitiendo así una experiencia pedagógica de alta calidad y apropiada.

Además del conocimiento técnico, es indispensable que el personal involucrado esté capacitado en competencias digitales transversales, incluyendo trabajo colaborativo en la nube, gestión de proyectos BIM, manejo de entornos inmersivos y visualización interactiva. La importancia de esta formación radica en la comunicación interdisciplinar, que facilita la toma de decisiones basada en datos y fortalece la capacidad del equipo para adaptarse a entornos de transformación digital, lo cual es esencial en una industria de la construcción cada vez más exigente, interconectada y tecnológica, así, como brindar un uso adecuado de los espacios en los laboratorios de innovación, junto con la implementación de guía e instructivos, que permiten llevar a cabo las actividades de manera óptima y eficiente.

Asimismo, las guía de laboratorios de innovación desempeñan un papel crucial en la organización de las actividades y la gestión del personal dentro de estos espacios. Esto contribuye al logro de los objetivos establecidos, apoyado en la educación y la formación tradicional que se ha consolidado a lo largo del tiempo.

6. Referencias

Camargo, A. (2019). Aplicación de la realidad virtual en la planeación y control de proyectos de ingeniería civil. Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32384/CamargoLancherosAlejandra2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Puche, P. Humberto, E. (2014). Nuevas tecnologías en la enseñanza de la ingeniería civil: BIM y realidad virtual. Recuperado el 14 de agosto de 2024 de. https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/d64e0e90-a76e-449f-914e-1f5eb9ce769c/content

Sánchez, T. (2014). Aplicación de la realidad virtual en la enseñanza de la ingeniería de construcción. Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/dae2ab66-7c26-408d-9475-a28ece010448/content

EDS Robotics. (4 de agosto de 2021). Realidad Virtual, ¿qué es y qué aplicaciones tiene? Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://www.edsrobotics.com/blog/realidad-virtual-que-es/

Autodesk. (s.f.). Diseña y construye mejor con BIM. Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://www.autodesk.com/latam/solutions/bim

Google, (s.f.). ¿Qué es la inteligencia artificial o IA? Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419

SAP. (s.f.). ¿Qué es la realidad aumentada? (AR). Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/industry-4-0/what-is-augmented-reality.html

García, E. (26 de abril de 2023). ¿Qué son las tecnologías inmersivas y qué aplicaciones tienen? Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://www.obsbusiness.school/blog/que-son-las-tecnologias-inmersivas-y-que-aplicaciones-tienen

ISSUU. (febrero de 2023). Inteligencia artificial y su impacto en la ingeniería civil. Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://issuu.com/helios_comunicacion/docs/ic638-media/s/21589869#:~:text=La%20IA%20puede%20monitorizar%20en,vida%20útil%20de%20las%20estructuras.

Italo, Q. (s.f.). ¿Qué es modelado 3D? Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://arcux.net/blog/que-es-el-modelado-3d/

Santander Universidades. (30 de septiembre de 2022). ¿Qué es el software? Ejemplos, definición y tipos. Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/que-es-software-y-ejemplos.html

Función Pública. (25 de agosto de 2017). Decreto 1412 de 2017. Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=83247

Función Pública. (31 de diciembre de 2008). Ley 1266 de 2008. Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=34488

Función Pública. (17 de octubre de 2012). Ley 1581 de 2012. Recuperado el 14 de agosto de 2024 de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981

UNICEF. (Octubre de 2012). Laboratorios de innovación: Una guía práctica. Recuperado el 11 de agosto de 2024 de https://www.cepal.org/sites/default/files/2-laboratorios-de-innovacic3b3n-una-guc3ada-prc3a1ctica1.pdf

MJV. (29 de Junio de 2022). Laboratorio de innovación: ¿qué es y cómo crear su espacio? Recuperado el 11 de agosto de 2024 de https://www.mjvinnovation.com/es/blog/laboratorio-de-innovacion-que-es-y-como-crear-su-espacio/#

INNOVAE. (s.f.). Realidad aumentada. Recuperado el 11 de agosto de 2024 de https://www.innovae.com/la-realidad-aumentada/#:~:text=La%20primera%20implementación%20tecnológica%20basada,elementos%20visuales%2C%20sonoros%20y%20olfativos.

Biografías y Vidas. (2004). Biografía de Lyman Frank Baum. Recuperado el 11 de agosto de 2024 de https://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/baum.htm

Todo en realidad virtual. (18 de junio de 2016). Morton Heiling, padre de la realidad virtual. Recuperado el 11 de agosto de 2024 de https://todoenrealidadvirtual.wordpress.com/2016/06/18/morton-heilig-padre-de-la-realidad-virtual/

Iberdola. (s.f.). Realidad Virtual: otro mundo al alcance de tus ojos. Recuperado el 11 de agosto de 2024 de https://www.iberdrola.com/innovacion/realidad-virtual

AZ ADSL zone. (2 de febrero de 2024). Cómo funciona y en qué se usa la realidad virtual. Recuperado el 11 de agosto de 2024 de. https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/realidad-virtual-rv/#983493-realidad-virtual-vs-aumentada

INCP, Ardila, H. (26 de Julio de 2024). ¿Cuántas empresas se han creado en Colombia durante 2024? Recuperado el 13 de agosto de 2024 de https://incp.org.co/publicaciones/infoincp-publicaciones/2024/07/cuantas-empresas-se-han-creado-en-colombia-durante-2024/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20último,al%20mismo%20periodo%20del%20año

INFOGUIA. (s.f.). ¿Qué es un Proyecto de ingeniería? Recuperado el 21 de agosto de 2024 de https://infoguia.com/infotip.asp?t=que-es-un-proyecto-de-ingenieria&a=1601

UNDP, (s.f.). Los ODS en acción. Recuperado el 21 de agosto de 2024 de https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals

ACCA Software. (2023). Quienes Somos, nuestra misión es transformar el BIM en openBIM. Recuperado el 5 de septiembre de 2024 de https://www.accasoftware.com/es/quienes-somos

DOKA (2025). DokaXact Load & Pressure. Recuperado el 30 de septiembre de 2024 de https://www.doka.com/en/solutions/services/dokaxact.

NIVECLICS (2023). ¿Qué es la experiencia inmersiva y cuáles son sus ventajas? Recuperado el 8 de mayo de 2025 de https://www.nivelics.com/blog/que-es-la-experiencia-inmersiva-y-cuales-son-sus-ventajas