

**Preservación de La Información de Diseño Estructural en el Edificio CUDECOM en la  
calle 19 con av. Caracas, Bogotá, Colombia, 2023 2° Semestre**

<sup>1</sup>Sergio Ricardo Florián Forero.

<sup>2</sup>Camilo Andrés Rojas Cucunuba.



Facultad De Ingenierías

Ingeniería Civil

Asesor Metodológico. Mónica Morales Corredor.

Director de Proyecto. Miguel Antonio Caro Pallares.

22 de Mayo 2024

---

<sup>1</sup> Sergio Ricardo Florián Forero - correo: sflorianf@ulagrancolombia.edu.co

<sup>2</sup> Camilo Andrés Rojas Cucunuba - correo: crojasc1@ulagrancolombia.edu.co

### **Resumen**

Se propone el uso de la metodología BIM que permita evaluar los cambios arquitectónicos más representativos del edificio patrimonial CUDECOM ubicado en la calle 19 con Av. Caracas, desde su desplazamiento hasta la actualidad. Por medio de la modelación efectuada en el software Revit 3D, la derivación entre 1975 hasta 2023, se abordaron los diferentes cambios mediante un análisis detallado del orden de distribución de las áreas internas, utilizando los hallazgos encontrados en visitas técnicas desarrolladas en la edificación. Así mismo, se integra el trabajo realizado en la pasantía de investigación como base fundamental para este proyecto. En ese sentido, la modelación en ambos tiempos del edificio funciona como un método útil para la preservación del patrimonio en búsqueda de la seguridad estructural y la evaluación de la integridad física, proporcionando una herramienta importante para esclarecer esta nueva estrategia de trabajo que permite documentar el estado del edificio a lo largo del tiempo y adicionalmente comprender mejor su contexto histórico. Por último, se proporcionó un modelo versátil para el análisis y la simulación en disciplinas académicas relacionadas con la Ingeniería Civil.

**Palabras clave:** modelación, cudecom, documentación, versátil, bim, contexto histórico, colaborativo, análisis, formación, ingeniería, evaluación, integridad

### **Abstract**

The use of BIM methodology is proposed to evaluate the most representative architectural changes of the CUDECOM heritage building located on 19th Street and Caracas Avenue, from its displacement to the present. By means of the modeling carried out in Revit 3D software, the derivation between 1975 and 2023, the different changes were addressed through a detailed analysis of the order of distribution of the internal areas, using the findings found in technical visits developed in the building. Likewise, the work carried out in the research internship is integrated as a fundamental basis for this project. In that sense, the modeling in both times of the building works as a useful method for the preservation of heritage in search of structural safety and evaluation of physical integrity, providing an important tool to clarify this new work strategy that allows documenting the state of the building over time and additionally better understanding its historical context. Finally, a versatile model was provided for analysis and simulation in academic disciplines related to Civil Engineering.

**Keywords:** modeling, cudecom, documentation, versatile, bim, historical context, collaborative, analysis, training, engineering, evaluation, completeness

## Introducción

En los últimos años se ha tenido como el precedente en la construcción la implementación de la metodología BIM que se entienden como “Building Information Modeling o Modelado de la Información de la construcción, es el proceso o metodología que nos sirve para crear, gestionar y almacenar de forma estructurada, información sobre las etapas y distintas artes de la Construcción” (Castillo,2012, Martínez Villa & Juan Vidal, 2019, p. 27). la cual ha sido un cambio revolucionario en cómo se desarrollan las obras civiles y sus diferentes aplicaciones en las áreas en las que se pueda desarrollar, esta metodología reduce hasta en un 20% los costos y una eficiencia de trabajo de diseño de un 30%,haciendo evidente su reciente tendencia, permitiendo tener la comprensión completa de un proyecto en un solo documento, por esta alta relevancia que se tiene actualmente de la metodología BIM se aplicó en edificio patrimonial CUDECOM ubicado en la ciudad de Bogotá D.C, ya que este edificios representa un gran hito en la ingeniería civil Colombiana debido a que este fue desplazado desde su lugar de construcción hasta donde se encuentra actualmente en la calle 19 con Av. caracas en el Centro de la ciudad, debido a su alta importancia y su valor histórico se catalogó como patrimonio cultural, debido al paso del tiempo el edificio ha sufrido una serie de cambios internos, lo cual ha generado una pérdida de información de la edificación, pese a esto la Universidad la Gran Colombia nos proporcionó la información planimétrica del edificio, debido a esta falta de información anteriormente mencionada del edificio, se realizó un estudio el cual permita ver ese cambio que se presentó la edificación patrimonial a lo largo de su vida útil, en su mayoría los edificios de este tipo no cuentan con datos actualizados, y de manera transversal aprovechando el auge de la metodología BIM se buscó la implementación de esta para así contar con datos actualizados, permitiendo determinar los cambios que pueda sufrir a futuro la

edificación y contar con un sistema de monitores para salvaguardar el patrimonio que representa el CUDECOM para Colombia.

Desde hace un tiempo se ha venido desarrollando la integración de la tecnología en proyectos de la construcción, con el fin de que optimice el tiempo de actividades que anteriormente se desarrollaba de forma escrita, sin embargo, esto ha venido evolucionando al cabo de las últimas décadas con una fuerza algo exponencial, lo que nos permite reconocer el aporte de la tecnología al sector de la construcción.

La interacción del sector la construcción con la tecnología permite conservar información digital del desarrollo que ha tenido en el tiempo, de tal forma ha contribuido a varios estudios de investigación, por consiguiente, el desarrollo de la profesión en construcción se ha dispuesto a investigar, acerca de la gestión de la información de algunas obras arquitectónicas que al pasar de los años siguen con las características de uso definidas por el diseñador.

En los últimos años se han elaborado investigaciones que resaltan las problemáticas principales que enfrenta la conservación del patrimonio Urbanístico en Latino América tal como lo menciona (Rojas & de Moura Castro, 1999, p.6) “Revertir el proceso de deterioro que afecta a los centros históricos de América Latina es una empresa difícil que requiere cambios importantes en la apreciación social del patrimonio urbano”. De esta forma el mismo autor resalta la acción que tiene el sector de la inmobiliaria por la problemática que enfrenta “la tendencia prevaleciente de la industria inmobiliaria que promueve el abandono y degradación de estos activos.” (p.6). Los resultados de esta investigación resaltan, la estrategia que pueden tomar los distintos gobiernos en Latino América, para aportar fondos financieros que contribuyan al mantenimiento del patrimonio Urbanístico.

Para el comienzo del Siglo XXI, en el año 2005 se elaboró una investigación que narra el inicio de la digitalización al contribuir herramientas que dieron pie a un acercamiento de explicar la construcción a través de las tecnologías que iba tomando fuerza en Norteamérica, tal como nos cuenta (Ozel, 2005, p.6) “los esfuerzos de integración está estrechamente ligada al desarrollo de normas de intercambio de datos, porque cuando surgieron los programas de dibujo, pronto se comprendió que sin una estructura de datos estándar no era posible intercambiar información electrónica eficaz”. de esta forma el autor explica cómo se dio el comienzo para organizar los programas que empezarían a basarse en la fase preliminar a una construcción y que evaluarían la información en archivos CAD el cual “es un sistema de hardware y software utilizado por los diseñadores profesionales para diseñar y documentar objetos del mundo real.” (Esri & ArcGIS, 2021)

La llegada del BIM a Colombia dio paso a varias investigaciones que incentivaron el uso de esta metodología en diferentes proyectos de construcción innovadores en la época del 2015. (González Morales et al., 2017, p. 17) Afirmó que “Grandes constructoras se encuentran en periodos de implementación y pruebas de la metodología, apoyados en consultores y capacitadores para todos su equipo de trabajo adoptando prácticas de BIM dentro de los nuevos proyectos de construcción”, es por eso que la implementación de nuevas tecnologías en unos de los sectores productivos de Colombia, abre una gran posibilidad de incentivar al mercado digital, que expande la cobertura laboral en futuros proyectos de innovación en el país.

El Edificio Patrimonial CUDECOM según (Vagas Caicedo, 2009, p. 89) relata que de la mano de “el geotecnista Antonio Páez y el arquitecto Rafael Esguerra, protagonistas del desplazamiento de 29 metros del edificio CUDECOM (1974), una construcción de 8 pisos y 7700 toneladas en peso, obra que hasta hace poco titular de un récord Guinness”.

Según lo visto anteriormente se puede entender que el deterioro de las estructuras de patrimonio nacional que actualmente residen en las ciudades principales, ha conllevado a la pérdida del sentimiento histórico que representan las mismas, así se ve reflejado en el edificio CUDECOM ya que en el transcurso del tiempo ha pasado por una serie de cambios, por lo cual es importante identificar los usos, dueños y diferentes remodelaciones a las que ha sido sometida la misma, debido a que este no cuenta con planos actualizados que permitan una buena caracterización del contenido y el estado actual del CUDECOM, teniendo en cuenta esto, se buscará en este proyecto la implementación de metodología BIM, con el fin de establecer una base de datos interdisciplinar, la cual, permita evidenciar el estado del arte de la edificación en la fecha de 1975 y el 2023, de tal forma que se pueda evidenciar los diferentes cambios a los cuales ha sido sometido para preservar la información completa del inmueble.

## **Objetivos.**

### ***Objetivo Genérela.***

Evaluar los cambios arquitectónicos más representativos del edificio patrimonial CUDECOM ubicado en la calle 19 con Av Caracas, desde su desplazamiento hasta la actualidad, mediante la digitalización por medio de herramientas BIM.

### ***Objetivos Específicos.***

Clasificar la información histórica con la que se puede disponer desde el periodo de movilización en 1974 hasta la actualidad del CUDECOM.

Digitalizar y modelar la información de planimetría disponible del CUDECOM desde 1975 y en la actualidad.

Analizar los cambios arquitectónicos del Edificio CUDECOM entre 1975 hasta el 2023 mediante la digitalización de la información del edificio.



### **Revisión de Literatura**

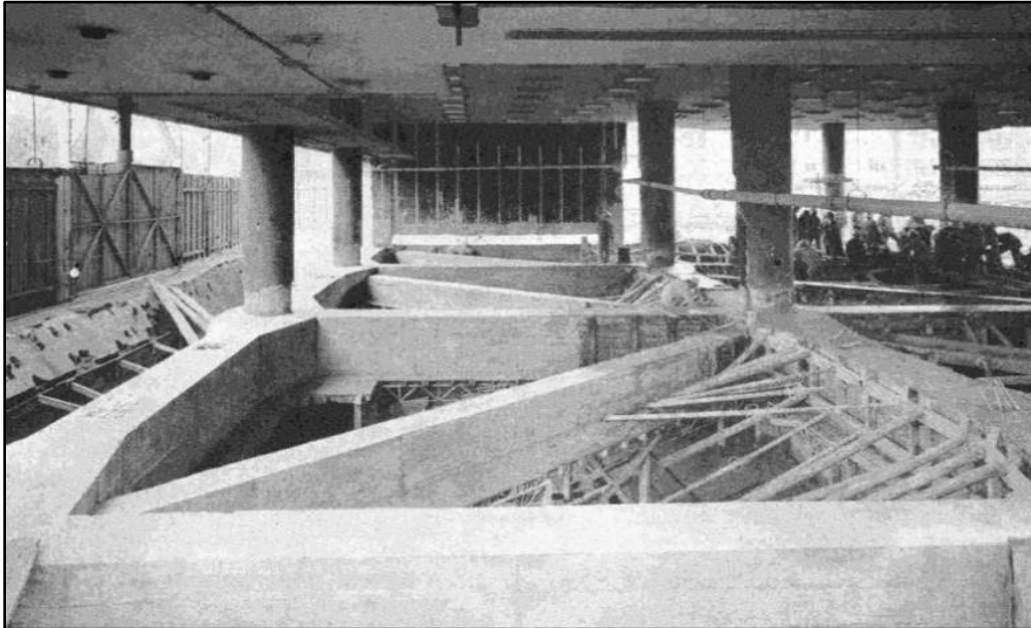
Conservar la autenticidad de la Ingeniería Colombiana de la década de los 70, permite entender la magnitud de los hechos desarrollados en la historia; al realizar el traslado de un edificio entero y mantener la integridad física de su fachada, se volvería una hazaña de exposición internacional, al implementar un método no tan común que involucra el empalme de dos estructuras (rígida y móvil), considerando la apreciación del método constructivo de ambas según Páez Restrepo, (1975,p. 50),“la primera de éstas, consistió en una serie de vigas de hormigón armado entre los pedestales de columnas en la dirección del desplazamiento apoyadas sobre los antiguos cimientos y haciendo puente entre ellos”. Más adelante, el mismo autor señala a la estructura móvil como “una serie de vigas horizontales uniendo fuertemente en su base todas las columnas, a fin de crear una rigidez completa del conjunto” (p. 51). De igual importancia, se evidencia la coordinación en varias disciplinas de la ingeniería (estructural, hidráulica, geotécnica, etc.), trabajando en conjunto de actividades en el proyecto de aquel entonces. El implementar nuevas tecnologías como programas de su propia autoría en el diseño y ejecución del proyecto, fue base fundamental del registro que estaba tomando Doménico Parma, en el análisis de ecuaciones de alta complejidad (Vargas Caicedo, 2009, p. 68); esto en virtud de resguardar la información presentada, se interpreta como la capacidad de registrar las memorias de cálculo y diseño que aportan a la planeación del entorno urbanístico en la ciudad, para tener en cuenta en posibles proyectos que se desarrollen cerca a la edificación.

Según Páez Restrepo (1975), La estructura móvil, formada por vigas horizontales que conectan las columnas, se construyó sobre la estructura fija para acomodar rodillos y superficies de rodamiento. Se reforzó con postensado para manejar deformaciones y asegurar adherencia con las columnas, funcionando como una cercha tipo Warren de 50 metros de luz. La fuerza de empuje

se aplicaría a las vigas mediante gatos hidráulicos, usando la estructura fija como punto de reacción.

**Figura 1.**

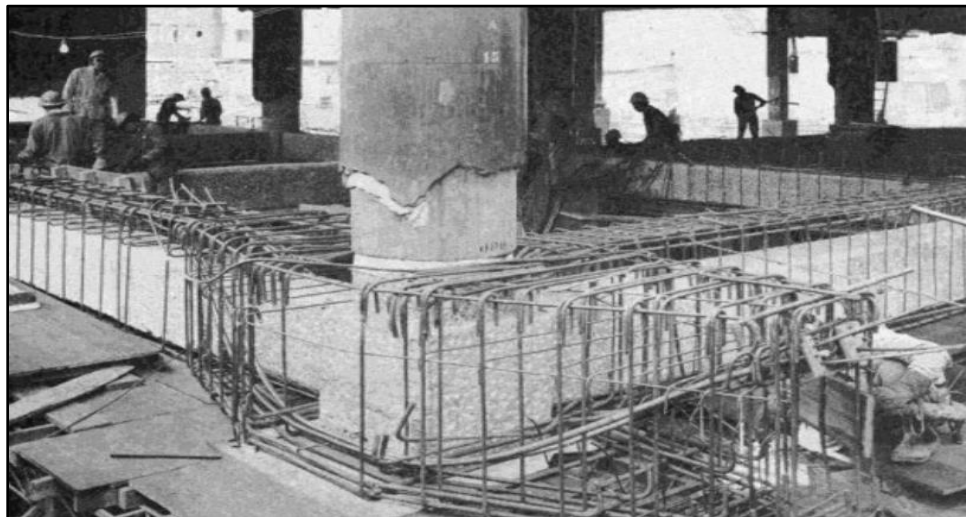
*Estructura móvil del traslado del proyecto Cudecom 1975*



*Nota.* La figura representa la unión de las columnas por medio de unas vigas horizontales denominadas como chasis para prevenir asentamientos elásticos en el año 1975. Tomado de “Revista Bochica” (RB). Páez Restrepo. 1975. <https://www.revistabochica.com/post/traslado-del-edificio-cudecom-una-proeza-de-la-ingenier%C3%ADa-colombiana>

**Figura 2.**

*Construcción de la estructura móvil 1975*



*Nota.* La figura representa la construcción de la estructura móvil en el año 1975. Tomado de “Revista Bochica” (RB). Páez Restrepo. 1975. <https://tinyurl.com/2d9rsfo4>

De acuerdo con Páez Restrepo (1975), en el proyecto CUDECOM para la estructura fija o “carrilera” se instaló vigas de hormigón armado para conectar los pedestales de las columnas y los cimientos antiguos. Estas vigas rodeaban los pedestales y, al sur del edificio, se extendían sobre terreno virgen como cimientos continuos en forma de "T" invertida, capaces de soportar una fatiga de contacto de  $1,5 \text{ kp/cm}^2$ . Además, se construyó una zona de transición más ancha entre los cimientos antiguos y nuevos para reducir el asentamiento elástico al trasladar el edificio del terreno antiguo al virgen. Esto, junto con el hecho de que las dos plantas adicionales aún no se habían construido, redujo la presión de contacto en la zona de transición a un máximo de  $1,0 \text{ kp/cm}^2$ .

**Figura 3.**

*Estructura fija del traslado del proyecto Cudecom 1975*



*Nota.* La figura representa la construcción de la estructura fija que consta de vigas de concreto armado para absorber los movimientos a tracción y en contacto con los rieles de los pedestales dirigidos al sur (Movimiento del traslado) en el año 1975. Tomado de “Revista Bochica” (RB). Páez Restrepo. 1975. <https://tinyurl.com/2d9rsfo4>

**Figura 4.**

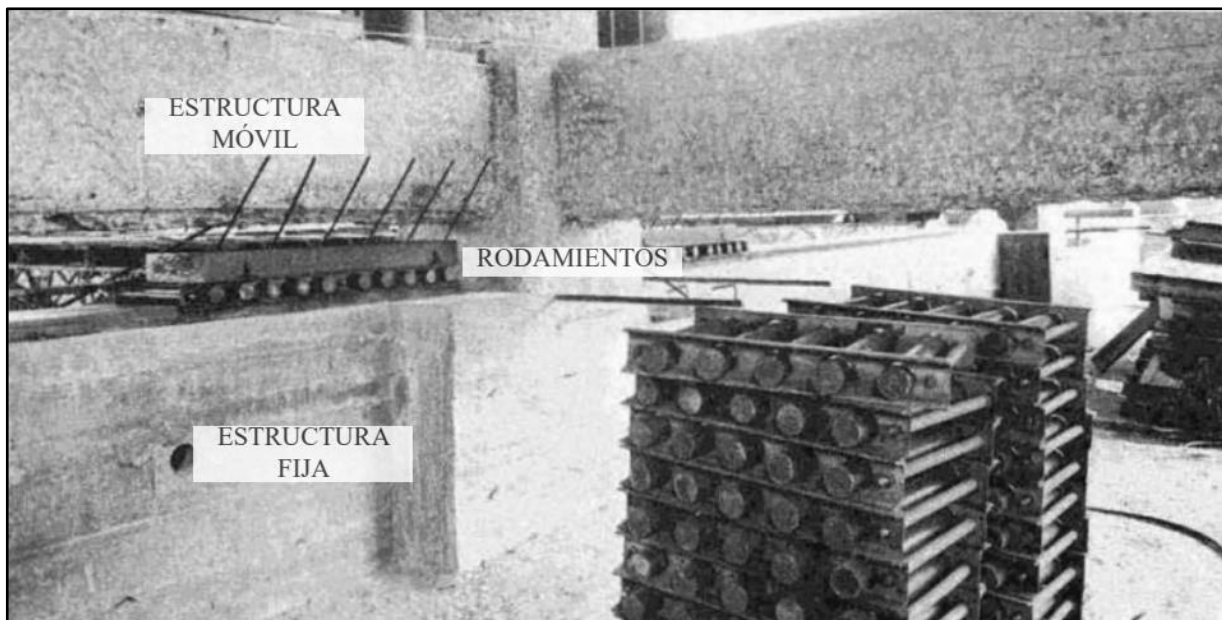
*Construcción de la estructura fija 1975*



*Nota.* La figura representa la construcción de la estructura fija en el año 1975. Tomado de “Revista Bochica” (RB). Páez Restrepo. 1975. <https://tinyurl.com/2d9rsfo4>

**Figura 5.**

*Rodamientos colocados entre estructura fija y móvil.*



*Nota.* La figura representa la conformación del traslado del Cudecom en el año 1975. Tomado de “Análisis Constructivo del Proceso” (ACP). Nada Bourass. 2023. [https://oa.upm.es/72503/1/TFG\\_Ene23\\_Bourass\\_Nada.pdf](https://oa.upm.es/72503/1/TFG_Ene23_Bourass_Nada.pdf)

El modelo 3D de la edificación proporciona un análisis y documentación de dentro del aspecto físico de los distintos elementos que conforman el inmueble, ya que da su antigüedad puede presentar algún tipo de patología, de tal forma que se pueda señalar patologías en un elemento en específico, en caso de posteriormente realizar un estudio patológico. Es así como se podría analizar diferentes aspectos desde una base de datos en coordinación de diferentes profesionales; sería posible evaluar la integridad de los distintos subgrupos de trabajo como lo pretendido en la pasantía de investigación (Estructuras, Patologías, Diseño y Base de Datos), que en este caso se ve reflejado el estilo de trabajo de la siguiente forma:

***Documentación precisa:*** generando una captura detallada, que incluya sus características físicas, los materiales utilizados y cualquier daño presente, permitiendo documentar el deterioro en los dos tiempos de estudio modelados (1975 y 2023).

***Análisis de Datos:*** con el modelado 3D en Revit, es posible identificar y analizar diferentes patologías como grietas, humedades, deformaciones y otros tipos de daños ya sean estructurales o no estructurales, señalándolos a través de la modificación de la interfaz del elemento o generando un nuevo material con las condiciones establecidas después de una visita de campo.

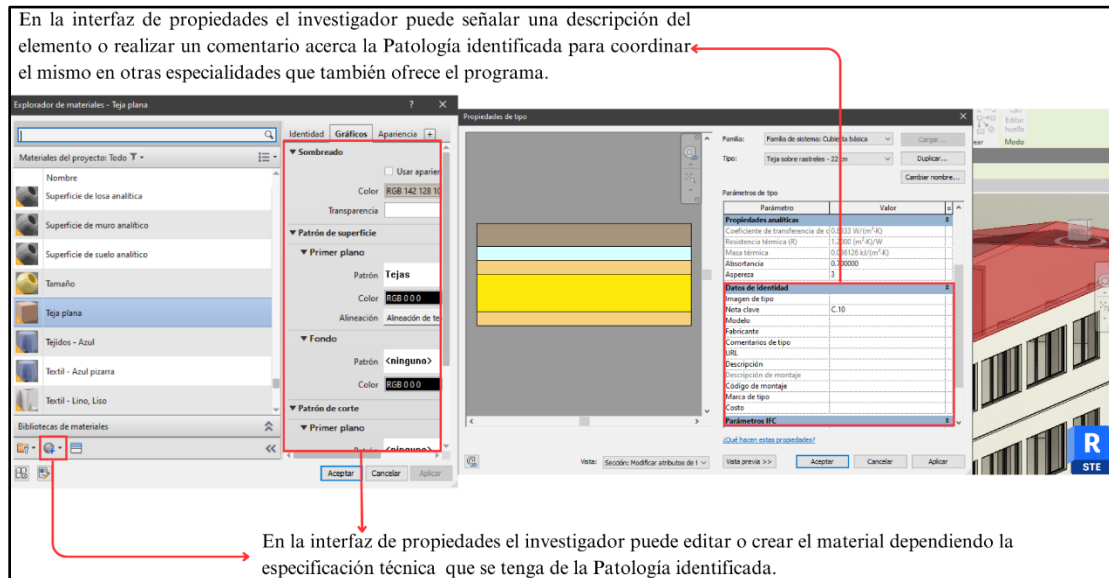
***Planificación de Intervenciones:*** El trabajo realizado en Revit facilita la planificación de intervenciones de conservación y restauración al proporcionar una representación precisa del estado actual de la estructura, de tal forma que al contar con un elemento digital se pueda probar diferentes estrategias que permita realizar un reforzamiento en estructuras de la época moderna.

***Preservación Digital:*** Generar replicas digitales de alta precisión pueden ser utilizados para estudios futuros, Permite a los investigadores e ingenieros acceder y analizar la

estructura sin necesidad de estar físicamente presentes, lo cual es especialmente útil para estructuras ubicadas en lugares remotos o de difícil acceso.

**Figura 6.**

*Como generar modificaciones a través de la interfaz del programa Revit en el modelo 3D.*

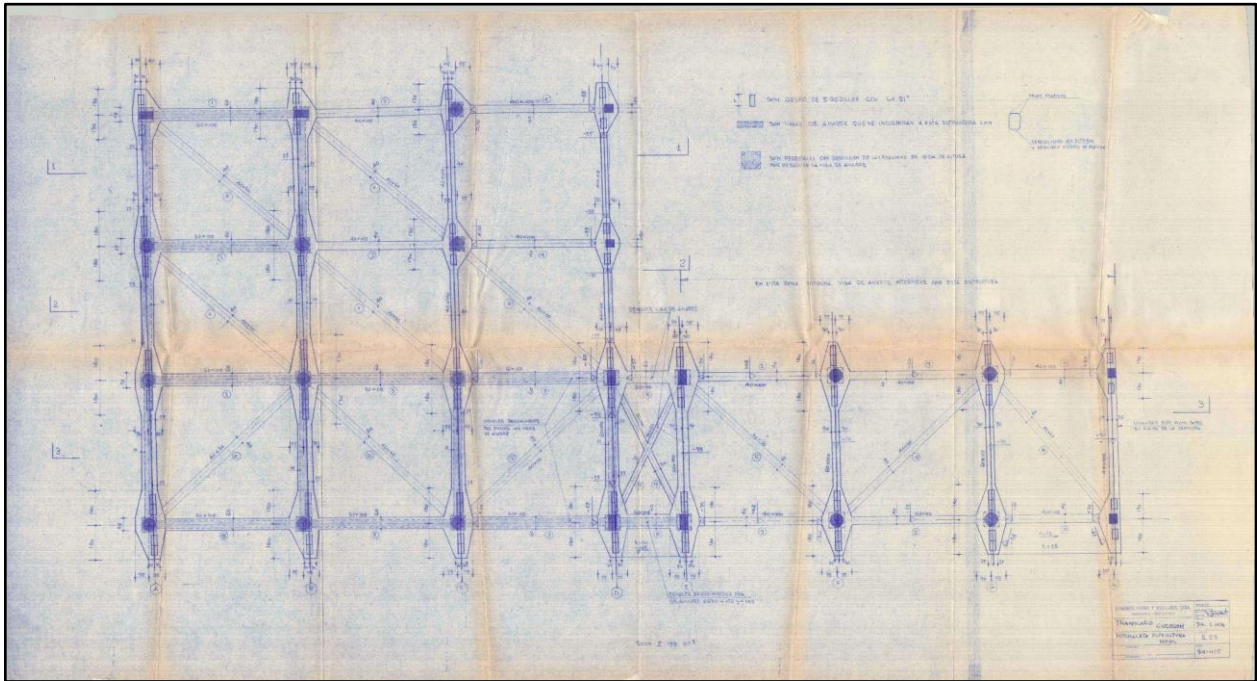


*Nota.* La figura hace referencia a cómo se puede registrar los hallazgos de patologías en un elemento que conforma el modelo 3D realizado en diferentes tiempos (1975 y 2023). Elaboración Propia

Hasta la fecha una estructura como el CUDECOM busca que las intervenciones sean mínimas y respetuosas, así como lo establece el caso de estudio considerando diferentes puntos de vista por distintos profesionales, por lo tanto, con el fin de continuar con la visión de Doménico Parma, tal como lo indica Peña Mondragón & Lourenco (2012), la conservación de la información estructural, “Salvaguarda los valores intrínsecos de la estructura. Por lo que la conservación se fundamenta en el conocimiento y el entendimiento global del comportamiento de la estructura y de las causas reales de los posibles daños y alteraciones” (p.2).

**Figura 7.**

*Plano estructural de detalle de la formaleta para estructura móvil.*



*Nota.* La figura representa el Plano estructural de detalle de la formaleta para estructura móvil en el año 1975. Tomado de “Información de Pasantía de Investigación [intervención en edificaciones de hormigón de la época moderna]” (IPI). Universidad de la Gran Colombia. 2023. Anexos B-1

Teniendo en cuenta el plano de diseño Estructural que muestra los detalles de la formaleta móvil tal y como lo muestra la figura 7, se realiza el diseño de la cimentación para una modelación en 1975, después de haber sido desplazado, entre ellos se destacan los pilares estructurales (columnas), con las medidas indicadas en los planos, de tal forma que facilite preservar el patrimonio edificado por el símbolo artístico y natural que representa sus valores culturales así como lo menciona De Abreu y Osorio (2015, p. 24), así mismo el mantener la integridad histórica del edificio CUDECOM con su reconocimiento en el tiempo como una de las estructuras más grandes y pesadas que ha sido trasladada según Vargas Caicedo (2009), de tal forma que el registro y control del modelo diseñado, tiene como finalidad salvaguardar el edificio de cualquier tipo de incidencia histórica, al cual se apunta en este caso de estudio.

En el marco legal de la información, correspondiente a las actividades realizadas en el CUDECOM; se resalta la adquisición de la planimetría después de haber sido corrido el edificio, de tal forma que los documentos y la manipulación de los mismos, debido a que este tipo de documentos y su proceso de manipulación está ligado a la normativa de la protección de información de patrimonio histórico de Colombia; siguiendo el cumplimiento del Decreto 606 de 2001, 2941 de 2009 y 1080 del 2015 así mismo de la Ley 397 de 1997, lo cual estima lo siguiente:

- Indican que se realizó una investigación que se delimita al apartado normativo local, por medio del cual “se adopta el inventario de algunos bienes de interés cultural, se define la reglamentación de los mismos y se dictan otras disposiciones” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2001, p. 1).
- De igual importancia, estimando la normatividad vigente nacional, la cual determina el acceso a la información de un inmueble de patrimonio histórico, que se someta a cumplir tal apartado “por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 modificada por la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza inmaterial” (Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C., 2009, p. 1).
- La responsabilidad frente a la normativa descrita “Por la cual se desarrollan los Artículos 70, 71 y 72 y demás Artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias” (Alcaldía Mayor De Bogotá. D.C, 1997, p. 1)



### Trasformaciones y Funcionalidad.

La edificación pasó de ser una estructura de uso residencial, a ser únicamente de oficinas por parte del Fondo Pasivo Social Ferrocarriles Nacionales de Colombia, con el fin impulsar el desarrollo económico en la zona central de Bogotá, que, en el transcurso de los años, las personas que vivían en el centro de la ciudad se trasladaron a distintos sectores de Bogotá, lo que conlleva al cambio de distintos dueños del edificio en los últimos 50 años. Esto refleja las diferentes adecuaciones internas que ha sufrido la estructura a lo largo del tiempo. Bajo el concepto de Manzanilla, Ochatoma y Cabrera, (2000), en su artículo define que el área de actividad como concepto en la construcción, “es la concentración y asociación de materias primas, instrumentos o desechos en superficies o volúmenes específicos, que reflejan actividades particulares. Están delimitadas espacialmente por elementos constructivos y se ubican en la parte interna o externa de los espacios arquitectónicos”. Más adelante, el mismo autor destaca que “El conjunto de las áreas de actividad permiten definir la funcionalidad de los espacios arquitectónicos a partir de la identificación de las acciones humanas concretas y repetidas de carácter social.” (p. 450).

#### Figura 8.

*Representación del edificio Cudecom 48 años después de su traslado.*



*Nota.* La figura representa el deterioro en la fachada del edificio en el transcurso de 48 años después de su traslado. Foto adaptada de “Traslado de Edificio Cudecom” (TEC). Páez Restrepo. 1975. <https://tinyurl.com/2cd7kl78>

Las modificaciones realizadas en una edificación pueden repercutir en afectaciones para las que no fueron diseñados distintos elementos estructurales. Es así como ocurrió en la investigación realizada por Torres-Corredor et al. (2017,p. 73), que la implicación de cambiar el uso de las áreas de construcción, se identificó la vulnerabilidad de cubiertas de viviendas de ocupación normal en el área del Galeras, con base en un análisis del comportamiento a las solicitaciones de cargas con aproximación estática, teniendo en cuenta tipo de materiales y su configuración geométrica (inclinación de cubierta, longitud entre apoyos y correas, sección de elementos, etc.), se considera además la transferencia de las cargas a los diferentes elementos de la cubierta, estado y edad de las cubiertas que fueron modificados. Entre otros aspectos, de lo anterior se destaca lo que implicaría que se modifiquen los componentes tenidos en cuenta en un análisis de cargas en el apartado interior del edificio, considerando un reforzamiento en los elementos estructurales.

Las áreas útiles en una edificación permiten identificar los diferentes procesos a los que ha sido sometido a lo largo del tiempo. Es así como, la investigación pretende analizar el estado actual de uso y explicar cómo es posible registrar los cambios del edificio CUDECOM en la actualidad, orientado a los cambios arquitectónicos y clasificarlos, así como lo elabora Noguera Giménez (2002), donde demuestra que la finalidad es dar una valoración del patrimonio y su conservación. De esta forma, el autor pretende definir la relación de patrimonio y la conservación activa del reconocimiento que le damos al mismo, factores como la protección, conservación, utilización, restauración y mantenimiento del inmueble son los aspectos clave para dar certeza de la valoración que se le puede dar a una edificación. En ese sentido, al intervenir directamente en las distintas áreas del edificio en un concepto más de ingeniería se pudo involucrar lo que menciona, Rosero y Montero, (2021), “Aprovechar mejor los espacios para ser utilizados y disminuyendo

acumulamientos en superficies. Integrar a las personas, herramientas, actividades y procesos reduciendo distancias, utilizando todos los espacios, brindando seguridad y tranquilidad a los trabajadores es la finalidad de la distribución". Más adelante, el mismo autor destaca que, "La importancia de una correcta distribución en planta se enfoca en la ubicación precisa de cada recurso utilizado por la empresa, facilitando la comunicación, el traslado, el flujo de sus procesos y la viabilidad entre sus operaciones" (P. 8). Establecer un orden para llevar la distribución en la actualidad del CUDECOM, es determinar cómo están repartidos los diferentes espacios; por consiguiente, el estudio utilizó la planimetría del edificio en el 2023, para que sea el punto de comparación en cuanto a lo que se tenía pensado años atrás, desde su traslado hasta identificar los cambios arquitectónicos que infieren directamente en la planeación que se tuvo en cuenta en 1975.

Al proponer una sistema de reforzamiento en estructuras de patrimonio histórico con la finalidad que tuvo el grupo de pasantía en el año 2023, en presentar diferentes alternativas para evaluar la preservación de la información estructural del edificio, rescata lo planteado por Escamilla Hernández y Ramírez de Alba (2011), acerca de la rehabilitación para un cambio de uso o una prolongación de vida útil en una edificación, es importante establecer los diferentes usos de los espacios para evitar la intervención de los elementos construidos ya que estos cambios pueden afectar la calidad de vida de sus habitantes, y posiblemente afectar a la estructura, presentando recomendaciones para el mantenimiento de la edificación, logrando extender la vida útil de la misma, de esta forma el garantizar un mejor concepto de lo que simboliza el CUDECOM, desde un punto de vista más de ingeniería para resaltar la magnitud de este gran proyecto Colombiano.

Al intervenir de forma activa en los elementos considerados no estructurales como los muros, pero si tenidos en cuenta en el avalúo de cargas, conlleva un impacto significativo en la integridad y estabilidad, es por eso fundamental, elaborar un estudio detallado de la estructura, que

esté apoyado de las nuevas tecnologías con las que contamos en la actualidad de la ingeniería. El BIM se ubica como una estrategia que previene desde la parte del diseño, posibles afectaciones en la etapa de ejecución de un proyecto. partiendo de la viabilidad que demuestra (Talaverano et al., 2021,) en su artículo resalta que, desde sus experiencias presentadas, se puede concluir que la creación del modelo BIM es un aspecto crucial de cara a la viabilidad de su aplicación; el mismo autor más adelante hace referencia en la aplicación del método para la planeación:

En el campo de la obra nueva y la ingeniería, los presupuestos que se manejan son notablemente más altos que en el sector del patrimonio cultural, por lo que la repercusión del coste de la creación de un modelo BIM no es tan elevada (p.9)

La implementación de nuevas herramientas puede resultar bastantes favorables, ya que destaca la claridad de los procesos constructivos y los cambios visibles por medio de una modelación 3D, de la misma forma, se diseñó un modelo que acercará la integridad física del edificio CUDECOM por medio de Revit. Tomando en cuenta la referencia metodológica que propone Hidalgo Sánchez & Jaramillo Morilla, (2018), La necesidad tener el conocimiento previo de los softwares para garantizar su óptimo funcionamiento, así utilizando modelos BIM y otras herramientas como el SIG; resalta la practicidad que genera las nuevas tecnologías garantizando un óptimo desempeño del trabajo. Los resultados de los estudios demuestran una conexión bastante interesante que aporta de forma sustancial a cualquier otro proyecto de investigación en la integración de nuevas tecnologías.

El implementar herramientas BIM, permite un control de distintos procesos constructivos, los cuales mediante un software que en el caso del CUDECOM se implementó fue Revit, pueden ser coordinados de forma colaborativa y dirigidos a una metodología BIM 3D de geometría, esto

resalta lo descrito por (Montagud et al., 2018,p.42), como continuidad con documentos de ayuda para la implantación de empresas y organismos públicos como es en España desde el 2019.

**Figura 9.**

*Modelación edificio Cudecom 2023 en Revit*



Nota. La figura hace referencia a la modelación realizada en Revit del estado en 2023 del edificio. Elaboración propia

### **Metodología**

Debido a que el objetivo general de la investigación considera evaluar los cambios arquitectónicos del edificio patrimonial CUDECOM, desde su desplazamiento hasta la actualidad, mediante la digitalización por medio de herramientas BIM, destacando el trabajo colaborativo que se desarrolló durante el proceso de pasantía el cual consistió en implementar una estrategia de trabajo que pueda ser capaz de coordinar diferentes áreas de la ingeniería, y que el principal propósito estaba en cómo se puede representar una propuesta de reforzamiento en estructuras de patrimonio históricos de la época moderna a través de una modelación 3D; este trabajo se presenta mediante un diseño no experimental y por medio de una metodología longitudinal, que de acuerdo con Calderón Saldaña & Alzamora, la investigación no experimental se usa cuando “El investigador observa los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo” (2019, p.72). Estos autores resaltan que, “El diseño longitudinal es recomendable para el tratamiento de problemas de investigación que involucran tendencias, cambios o desarrollos a través del tiempo” (p.73). La investigación trabaja bajo el planteamiento metodológico del enfoque cualitativo y cuantitativo, por medio de una modalidad mixta, que se adapta mejor a los objetivos planteados y las necesidades de la investigación, ya que según Sánchez Valtierra (2013) se comprende como la recolección de información, análisis de datos, interpretación y el desarrollo de conclusiones, se entiende como una gran promesa a comparación de sus planteamientos básicos, ya que este permite minimizar sus debilidades, buscando una mezcla de las dos técnicas dándole así una superioridad ante estas, por tal razón permite obtener un panorama más completo del fenómeno a estudiar (Guelmes & Nieto, 2015, p2.).

Del enfoque mixto se tomó la observación para determinar qué cambios ha afrontado el CUDECOM desde su desplazamiento en 1975 hasta la actualidad. De esta manera, se genera una

revisión completa de qué ha pasado con la edificación, integrando tecnologías BIM por medio de la herramienta de Autodesk Revit, la cual permite un diseño 3D del edificio; la misma facilita la identificación de los cambios de ocupación y modificaciones dentro del edificio que actualmente se encuentra a cargo del Fondo Pasivo Social Ferrocarriles Nacionales de Colombia y cuenta con un tipo de uso institucional (I - 5) según la tabla K.2.6.6 de la N.S.R. 10 título K (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia [MAVDT], p. K-7) .

Para ello se realizan los siguientes pasos:

Figura 10.

Desarrollo Metodológico de la investigación.

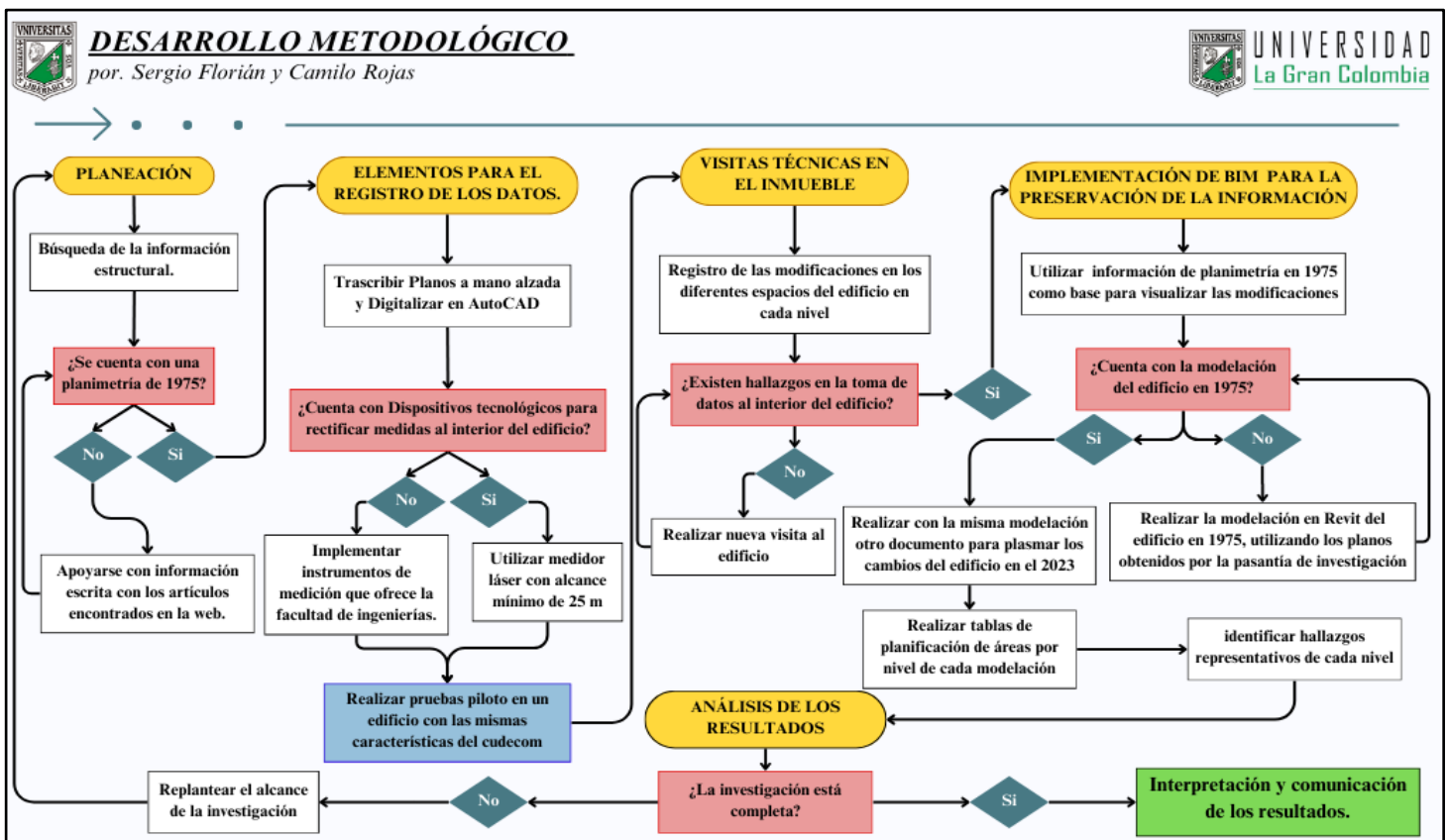


Diagrama para lograr la preservación de la información del edificio CUDECOM en el 2023.

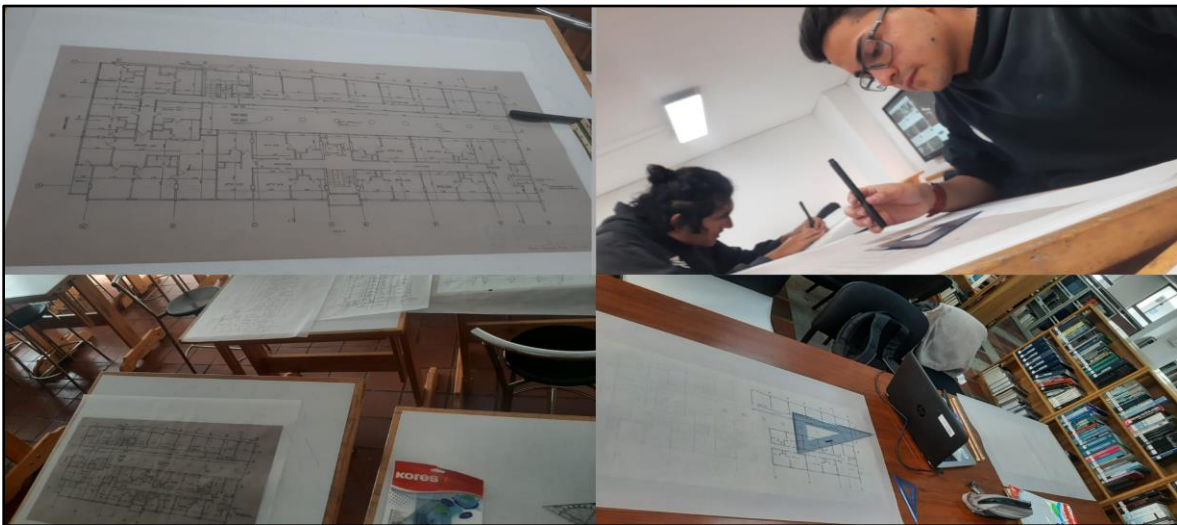
Nota. Pasos para desarrollar la comparación de la información del edificio CUDECOM 2023, para mostrar sus hallazgos principales. Elaboración Propia.

### ***1. Estudio de Planimetría.***

En la búsqueda de la preservación de la información del CUDECOM se realizó una recolección de documentos relacionados al mismo, en los cuales se obtuvo una serie de planos físicos de cómo se constituía la edificación en la época de su movilización. Debido a la importancia del material obtenido se procuró la protección y manipulación correcta, desarrollando planos transcritos a mano alzada y digitalizados en AutoCAD para su manipulación continua. Esto sirvió como base fundamental para comparar el CUDECOM en 1975 y 2023.

**Figura 11.**

*Elaboración de planos a mano alzada.*



*Nota. La figura representa la elaboración de los planos en 1975 transcritos a mano alzada. Elaboración Propia.*

### ***2. Implementación de utensilios de medición para evaluar estructuras de patrimonio histórico.***

En el momento de analizar la ocupación del inmueble y las remodelaciones en el CUDECOM se requirió el uso de artefactos tecnológicos que facilitaron la revisión sistemática dentro de la estructura, estos artefactos fueron evaluados según la practicidad y funcionalidad que ofrecieron dentro de los dispositivos de medición innovadores en la industria del diseño y la



construcción. Se encontró el PREXISO PML50A, utilizado como medidor láser tipo 2; el cual optimiza el tiempo de medición, garantiza unos resultados precisos y confiables, para determinar los cambios en diferentes áreas del edificio. De igual importancia, se implementó un odómetro para rectificar el perímetro del edificio con el ya constituido en los planos de 1975; así como también el uso de herramientas como flexómetro y niveles inmersos en el medidor láser.

**Figura 12.**

*Medidor láser PREXISO PLM50A.*



*Nota.* La figura representa el medidor láser PREXISO PLM50A. Elaboración Propia.

### ***3. Prácticas con los instrumentos de medición en campo.***

En la Facultad de Ingenierías de la Universidad la Gran Colombia se llevó a cabo capacitaciones sobre instrumentos de medición para el levantamiento de áreas en el edificio CUDECOM, con el objetivo de obtener resultados precisos y confiables. Se probaron varios métodos de medición:

- **Cinta métrica:** Aunque inicialmente se implementó para ratificar datos de poca longitud, se encontró que era un método de baja eficiencia con datos fluctuantes, por lo que se descartó para mediciones precisas.

- Estación total: Aunque eficiente en la toma de datos, su instalación requería tomar los mejores ángulos y tiempo considerable para el armado y calibración, lo que la hacía poco práctica en áreas reducidas.
- Medidor láser: Se implementó como una nueva metodología, que demostró ser altamente eficiente y precisa en espacios reducidos. Utilizando un espectro de una fotocelda calibrada, este dispositivo permitió determinar la longitud con precisión, mejorando significativamente la eficiencia y precisión de las mediciones.

La innovación en la toma de muestras garantiza una gestión eficiente del espacio, facilitando la planeación y revisión de patologías estructurales en el edificio. Una buena logística en la operación de los instrumentos asegura resultados importantes para la investigación.

#### ***4. Preservación de la información estructural por medio de herramientas BIM al utilizar Revit.***

Para garantizar la calidad de los resultados en la investigación es importante involucrar un software que permite en gran medida identificar los diferentes usos u ocupaciones que ha presentado el inmueble, por lo cual, la modelación en Revit aporta información de la conformación interna de la edificación en los dos tiempos de estudio, por lo que en gran medida la tecnología BIM permite evaluar la transición en el entorno social y estructural al interior del CUDECOM.

#### ***5. Identificar cambios por medio de la modelación.***

El levantamiento de información cumple con el principal propósito de evaluar las modificaciones realizadas en el edificio CUDECOM, por lo que al determinar si se ha generado patologías estructurales por adecuaciones arquitectónicas o cambios con respecto a la normativa colombiana sismorresistente, pueden comprometer la integridad y seguridad de las personas dentro

de la estructura. Además, se identificaron deficiencias y deterioros que requieren tomar acciones correctivas necesarias que se puedan estimar en un estudio de vulnerabilidad para el reforzamiento de una estructura de patrimonio histórico.

**Figura 13.**

*Toma de mediciones en el interior del edificio.*



*Nota.* La figura representa las visitas técnicas en el interior del edificio. Elaboración propia

Durante la toma de datos para la modelación en Revit, se identificaron diversas adecuaciones realizadas en el edificio; evidenciando la afectación de su estructura original. Entre los hallazgos más relevantes se encuentran:

- La construcción de una nueva planta de cara a la calle 18 A
- La nueva distribución de los espacios en la primera planta
- El retiro de varios muros en la sección de apartamentos (ver planos de áreas Anexo B)

## **Resultados**

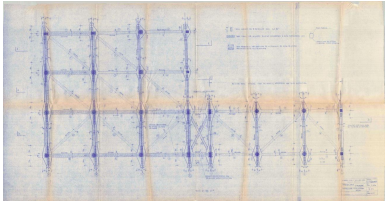
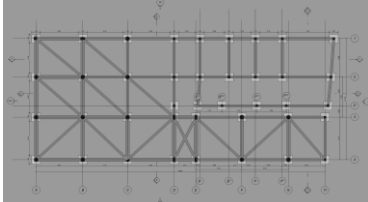
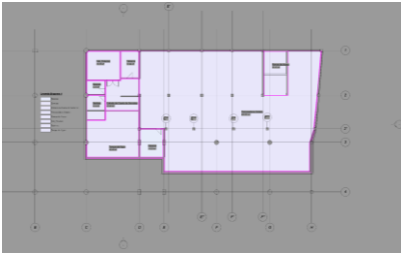
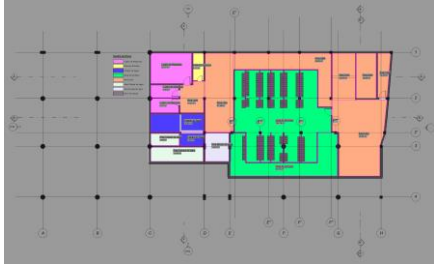

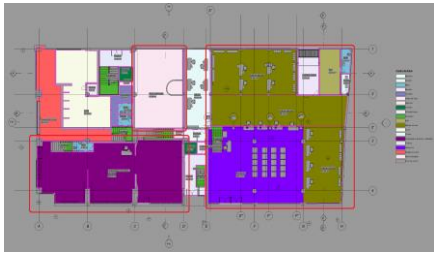


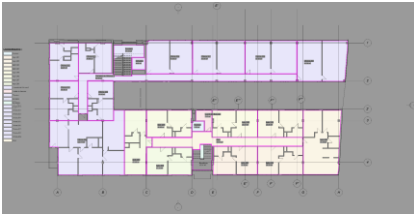
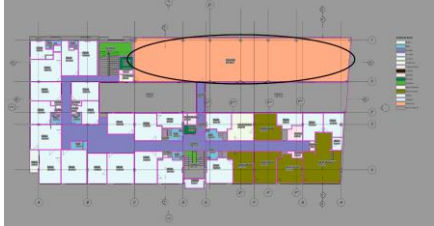
En el análisis de estructuras de patrimonio histórico tal como lo menciona el objetivo general de la investigación al evaluar los cambios constructivos más representativos del edificio patrimonial CUDECOM, con el fin de preservar el contexto histórico de la ingeniería colombiana, se establece un punto de comparación en dos tiempos importantes al destacar las modificaciones significativas realizadas en el inmueble, por lo que al analizar el trabajo colaborativo realizado por medio del software Revit 3D se obtuvo la siguiente información:

### ***1. Actualización de la información del Inmueble.***

En el transcurso del tiempo se permite estimar un cambio importante frente a lo que demostraba la inmensidad del proyecto de 1975 al estimado en 2023, el estudio de caso evalúa el cambio importante en los diferentes espacios en el interior, de tal forma que se pueda categorizar las incidencias de posibles afectaciones, mostrando los muros y adecuaciones en los espacios comunes en el interior. Al considerar los diferentes hallazgos en ciertos lugares de la estructura, por lo que en primera instancia se determina replantear una nueva planimetría que facilite la caracterización y comparación de los cambios en la forma en la que se presenta actualmente el edificio.

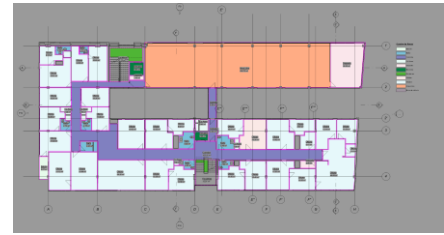
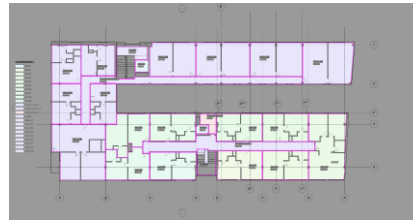
**Tabla 1.**

*Comparativa de Planimetría Interior del edificio CUDECOM.*

Nombre del Plano	Descripción.	Planimetría.	
		1975	2023
Cimentación	Sé preciso implementar una nueva planimetría que considere la cimentación como parte primaria que sostienen los cimientos del edificio después de haber sido corrido y agregando el nuevo bloque en 1975.	 <p>Formaleta Estructura Móvil CUDECOM 1975</p>	 <p>Planteamiento de Cimentación al 2023</p>
Planta Sótano	La actualización presenta el retiro de parqueaderos y adecuación a una zona de archivo, además la modificación en la dimensión del tanque de agua		
Planta Primer Piso	En las modificaciones se presentan cambios como el retiro de parqueaderos y desconexión con la rampa de subida al mezanino, así como también la unión de los distintos locales sobre la calle 19 para adecuar un nuevo parqueadero de motocicletas y bicicletas.		
Planta Mezanino	Así mismo el adecuar los dos bloques de edificios para que quedaran continuos y ampliar el espacio de uso institucional del servicio público, así como también pasa en el 1° piso.		
Planta Segundo Piso	Se evidencia la complementación de únicamente el espacio de oficinas y la falta de utilidad que se le da al bloque construido de la calle 18A como se muestra en el contorno negro de igual manera en los siguientes 2 pisos.		

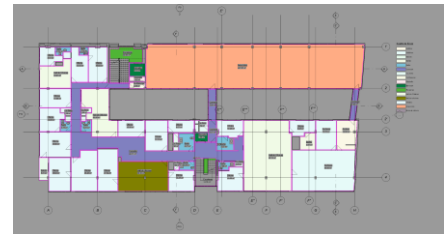
Planta Tercer  
Piso

Se revela que, así como pasa en la planta del segundo y cuarto piso se construyeron corredores que conecten entre edificios, pero se destaca que en este se le da utilidad en un área al finalizar el edificio posterior al de la calle 19



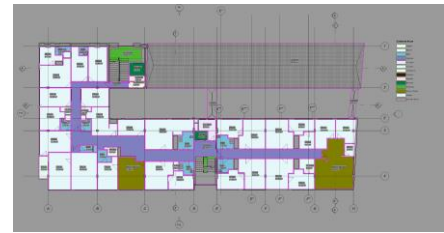
Planta Cuarto  
Piso

Se agregó una planta adicional en el edificio de la calle 18 A que presenta bastante humedad por las vigas que conectan al tejado; se visualiza la múltiple conjunción de oficinas amplias, así como también un espacio designado a los archivos privados.



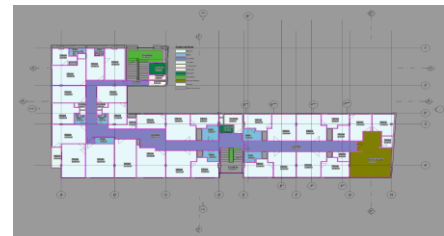
Planta Quinto  
Piso

Se revisó el conjunto de oficinas adecuadas en material de draibol ubicadas estratégicamente a lo largo del corredor



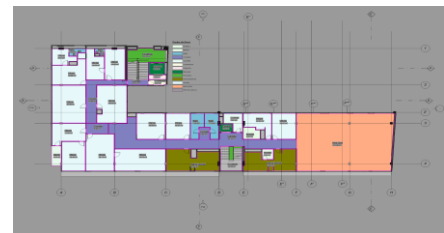
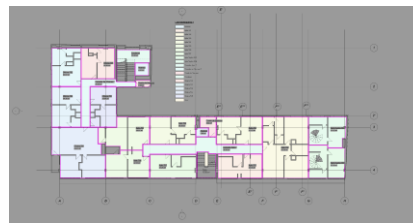
Planta Sexto  
Piso

se muestra el conjunto de oficinas adecuadas en material de draibol ubicadas estratégicamente a lo largo del corredor sin embargo se refleja la conexión entre oficinas por medio de agujeros en las paredes que anteriormente eran habitaciones.



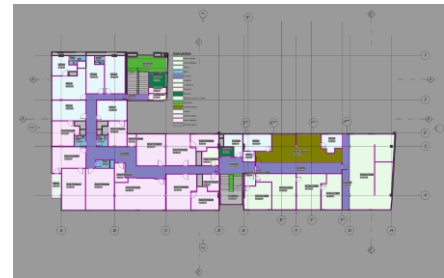
Planta Séptimo  
Piso

El interior de la planta se demuestra como existe el retiro de varios muros que anteriormente eran de apartamentos y actualmente es un espacio vacío en el edificio



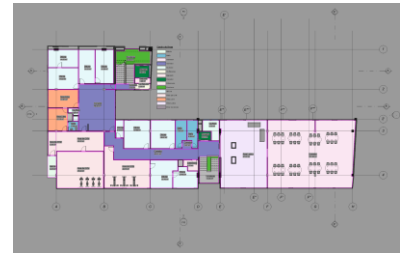
Planta Octavo  
Piso

Se evidencia como en el nivel se adecuó el draibol después del retiro de distintos muros para cambiar la distribución del espacio y albergar distintas oficinas con información digital.



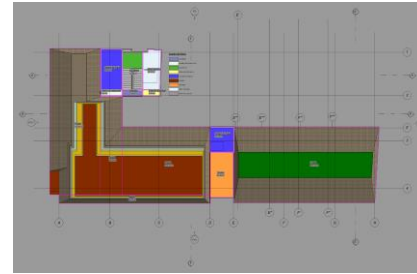
Planta Noveno  
Piso

Se retiran muros de apartamentos para designar un área lúdica y la zona del comedor de la empresa, así como también designar un área para el esparcimiento como zona de gimnasio y una enfermería.



Tanque de agua  
adicional Nivel  
+25.42 (Nivel  
de cubierta)

Se destaca el planteamiento organizacional de la distribución de los elementos de construcción en los cuales se estima la elaboración de un nuevo tanque de agua para el edificio sobre el nivel +25.42.



Aplica solo Planimetría (2023)

**Nota.** La información de planimetría por áreas se encuentra en el anexo A-2, así como también la distribución segmentada por etiquetas correspondiente a cada nivel. Elaboración propia

## 2. Identificación de los hallazgos en la estructura.

El uso de herramientas innovadoras colaborativas como BIM que permiten revisar detalladamente y al modelar de forma complementaria los planos establecidos en 1975 y contextualizarlos según los hallazgos encontrados en la visita realizada en el 2023; la metodología colaborativa que se implementó en el desarrollo de esta investigación, resalta la coordinación de diferentes disciplinas que le sea beneficioso trabajar de forma simultánea en un proyecto, esto revoluciona la forma en que comprendemos, evaluamos y mantenemos de una complementación de diferentes áreas de la ingeniería civil, que apoyan sus observaciones en la investigación realizada en la pasantía, aportando al valor cultural de la ingeniería colombiana. Dentro de los resultados más representativos se encuentra:

- La caracterización por áreas de alquiler según lo dicta el programa para cada planta y la caracterización para las áreas construidas total por cada planta.
- Información de las modificaciones realizadas en el interior del inmueble.

- Tráfico de pilares por nivel y tablas de planificación de áreas.

### 3. Comparación de áreas en la estructura.

La investigación responde ante los resultados del análisis llevado a cabo, con un enfoque directo con la plataforma Revit. El estudio se centró en comprender la conformación, la conservación y las posibles intervenciones internas del edificio, abordando la necesidad de equilibrar la preservación del patrimonio con las demandas contemporáneas.

Teniendo en cuenta lo visto anteriormente se desarrolló un comparativa general de 1975 y 2023, con el fin de identificar posibles hallazgos que estén presentes actualmente en la estructura de manera sustancial por lo cual se obtiene la siguiente tabla:

**Tabla2.**

*Tabla de especificación de área bruta construida por nivel en 1975 y 2023.*

AREA 2023			AREA 1975				
Nivel	Área (m <sup>2</sup> )	%	Nivel	Área (m <sup>2</sup> )	%	Diferencia	Mayor Cambio
PISO 09 NIVEL + 25.41	705.24	8.0%	PISO 09 NIVEL + 25.41	704.71	8.2%	0.1%	=
PISO 08 NIVEL + 22.53	698.68	7.9%	PISO 08 NIVEL + 22.53	698.68	8.1%	0.1%	=
PISO 07 NIVEL + 19.64	661.42	7.5%	PISO 07 NIVEL + 19.64	662.85	7.7%	0.2%	=
PISO 06 NIVEL + 17.76	681.60	7.7%	PISO 06 NIVEL + 17.76	701.4	8.1%	0.4%	=
PISO 05 NIVEL +14.9	682.99	7.8%	PISO 05 NIVEL +14.9	702.78	8.1%	0.4%	=
PISO 04 NIVEL + 12.01	950.70	10.8%	PISO 04 NIVEL + 12.01	702.77	8.1%	2.7%	2023
PISO 03 NIVEL + 9.14	947.24	10.8%	PISO 03 NIVEL + 9.14	945.53	10.9%	0.2%	=
PISO 02 NIVEL + 6.25	950.05	10.8%	PISO 02 NIVEL + 6.25	950.35	11.0%	0.2%	=
MEZANINO NIVEL +2.55	893.28	10.1%	MEZANINO NIVEL +2.55	920.38	10.6%	0.5%	=
PISO 01 Nivel 0	1083.93	12.3%	PISO 01 Nivel 0	1073.16	12.4%	0.1%	=
SOTANO Nivel -2.60	551.97	6.3%	SOTANO Nivel -2.60	582.66	6.7%	0.5%	=
<b>Totales</b>	<b>8807.1</b>	<b>100%</b>	<b>Totales</b>	<b>8645.27</b>	<b>100%</b>		

Nota. La tabla muestra los cambios porcentuales más significativos que demostró la modelación del edificio en 2023. Elaboración Propia

Con la anterior información se buscó cuáles eran las áreas totales de cada uno de los pisos del edificio y qué cambio de áreas se presentaron. Debido a esto, en la tabla 2 se evidencia que la diferencia en la mayoría de las plantas no supera el 0.5% o es menor a este porcentaje. Esto es debido a que las áreas internas y la comprensión de muros dentro de la misma, dispone una variación entre 1975 y el 2023, lo cual representaría un cambio en los datos obtenidos, por

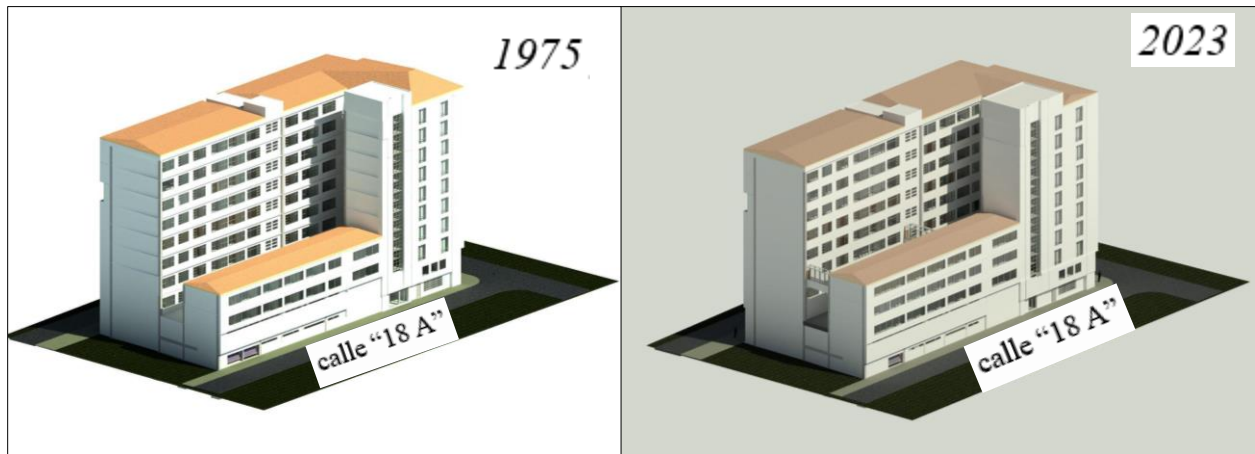


consiguiente, no demuestra una distinción significativa y se tomarán como si no representara cambios sustanciales.

Por otro lado, vemos una diferencia sustancial en el PISO 04 (nivel +12.01) ya que vemos un cambio porcentual en las áreas generales del 2.7%, además con una variación de áreas sustancial, ya que en 1975 este contaba con 702.77 m<sup>2</sup> y en 2023 pasó a tener 950.77m<sup>2</sup>, a una discrepancia que representa 275.93 m<sup>2</sup>; debido a la construcción del Área Libre ubicada de cara a la calle “18 A” , cabe resaltar que esta estructura fue construida después del proceso de movilización y su sistema estructural es independiente al desplazado, como representada en las imágenes del PISO 04 (nivel +12.01) en la Tabla 1 y por medio de la siguiente ilustración.

**Figura 14.**

*Modelación de la Vista en 3D de 1975 y 2023*



*Nota. Comparación de piso 4 en la edificación. Elaboración Propia*

Teniendo en cuenta lo señalado anteriormente, se puede evidenciar que, al agregar una estructura de este tipo, puede afectar de manera sustancial el peso y las cargas a las que puede ser sometida la estructura, anteriormente estructuras como estas fueron diseñadas con normativas ACI, puesto que no se contaba en ese entonces con un código normativo sismorresistente, esta normativa, así como la señala Torres Zafra, F. agrega que existen “Importantes cambios de fondo



La figura 3 permite mostrar esa derivación de cómo en 1975 se contaba con espacios completamente distribuidos, y en el 2023 contamos con corredores mucho más amplios que representa entre un 10.18%, hasta un 18.31%, además de un área libre el cual no cuenta con algún tipo de uso, representando el 26.07% del área total del piso en la actualidad. Por otro lado, en los Anexos A Tablas de planificación de áreas se puede evidenciar que se agregaron zonas de Gimnasio, Restaurante, Áreas de Reuniones y de Almacenamiento liviano, los cuales según NSR-10 Tabla B.4.2.1-1 título B (MAVDT, 2010, p. B-15), cita donde estas cargas vivas representan un mayor peso para la estructura.

Así mismo dentro de las visitas técnicas se evidencio, que la estructura a pesar de presentar Humedades, grietas y desprendimiento de los acabados; el inmueble a la fecha no expone ninguna alteración visible en los elementos estructurales, no obstante, se recomienda desarrollar un estudio de vulnerabilidad, que permita analizar la estructura examinando posibles fallas.

#### ***4. Composición Estética del Edificio En la Actualidad.***

A lo largo de esta sección, examinaremos detalladamente los datos recopilados y las visualizaciones generadas por el Software Revit. Expondremos cómo la adopción de metodologías BIM han fortalecido nuestra comprensión de las estructuras históricas, permitiendo tomar decisiones informadas al proponer estrategias de conservación y gestión sostenibles.

**Figura 15.**

*Imagen del lobby de atención administrativa modelación Revit 2023.*



Nota. Imagen interior primer piso fondo de pasivo social ferrocarriles nacionales de Colombia. Elaboración Propia.

**Figura 16.**

*Imagen del lobby de atención administrativa modelación Revit 2023.*



Nota. Imagen interior Nivel Mezanino fondo de pasivo social ferrocarriles nacionales de Colombia. Elaboración Propia.

**Figura 17.**

*Imagen del Nuevos Corredores modelación Revit 2023*



*Nota.* Imagen Exterior piso sexto fondo de pasivo social ferrocarriles nacionales de Colombia. Elaboración Propia.

### **Conclusiones y recomendaciones**

En La investigación realizada se logró explicar cómo el clasificar la información histórica, a través de la digitalización de planos de detalle y registro de las mediciones obtenidas encampo, con las modificaciones internas en cada planta, se realiza la representación del modelo 3D diseñado en Ambos tiempos de estudio 1975 y 2023. En ese sentido, el modelo 3D facilita la identificación de los cambios de ocupación y modificaciones dentro del edificio que actualmente se encuentra en uso por parte de Fondo Pasivo Social Ferrocarriles Nacionales de Colombia. Por otro lado, el análisis de resultados destaca la composición del edificio de cara a la calle 19 A el cual se evidencia cómo se instaló una nueva planta en el piso 4 (nivel +12.01) del bloque construido. Por consiguiente, se sugiere analizar por medio de una nueva memoria de cálculo el análisis estructural, el cual expone el posible cambio diferencial de las cargas que presenta la edificios en la actualidad, de esta forma se identificó cómo esos cambios internos de las estructura y las diferente disposiciones de las áreas internas del mismo puede afectar en el diseño ya previsto en 1975, teniendo en cuenta que en la época no se contaba con una normativa que respalde estos análisis estructurales, esto da a alusión que a cambios pequeños y al agregar zonas como Gimnasios, Áreas de Reuniones y entre otras modificaciones mencionados anteriormente, finalmente pueden aumentar esa carga estructural, aumentando las patologías que pueda presentar el Cudecom como grietas, fisuras y posibles fatigas en elementos estructurales, donde se recomienda realizar un proceso de análisis más profundo del estado de la estructura y un reforzamiento estructural .

Dentro de las enseñanzas que nos deja la metodología BIM, cabe resaltar, el cumplimiento del alcance al que se delimitó esta investigación por el trabajo colaborativo, destacando los tipos 1D (la idea), al establecer toda la planeación que se tuvo con los directores y compañeros de la

pasantía, al proponer metas y cumplir con las diferentes actividades con el fin de consolidar un proyecto con sólidas bases de investigación; 2D (Boceto), como técnica al proporcionar planos de forma digital y transcritos a mano para estimar el software utilizado y delimitar el ciclo de vida de esta investigación, por último, 3D (Modelación), como interpretación del modelo colaborativo compuesto de los dos tiempos de planeación, 1975 y 2023, por consiguiente aborda la actualización de la información y aporta a realizar una comparativa como resultado de investigación. Es de esta forma como él abordar una nueva metodología en la etapa de planeación en un proyecto, destaca la actualización del inmueble mostrando posibles factores delimitantes ante un reforzamiento, distinguiendo los detalles despreciados por una perspectiva visual que no considere diferentes componentes de la estructura, por lo que el trabajar de forma integrada con la metodología BIM permite preservar la información estructural de posibles cambios futuros.

### **Agradecimientos**

Queremos agradecer a la ingeniera Martha Cecilia García A. por su colaboración en el proceso de pasantía, con su experiencia, su generosidad al otorgarnos sus planos y además la información detallada acerca del traslado del proyecto Cudecom.

### **Anexos**

Los anexos y los informes mensuales junto con las cartas de aprobación de pasantía se encuentran en la siguiente carpeta de Drive.

[https://drive.google.com/drive/folders/1\\_db8IDN-mvKAZ7PCWnLUcEHTfOHw5q2N?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1_db8IDN-mvKAZ7PCWnLUcEHTfOHw5q2N?usp=sharing)

### Lista de Referencias

- Alcaldía Mayor De Bogotá. D.C. (1997, AGOSTO 7). *Ley 397 de 1997 Congreso de la República de Colombia*. Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Retrieved OCTUBRE 24, 2023, from <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=337#0>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2001, Julio 26). *Decreto 606 de 2001 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.* Decreto 606 de 2001 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. Retrieved Octubre 24, 2023, from <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5366>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C. (2009, Agosto 6). *Decreto 2941 de 2009 Nivel Nacional*. Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Retrieved Octubre 24, 2023, from <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=37082>
- Autodesk. (2019, Dic. 12). *¿Qué es BIM? | Building Information Modeling*. Autodesk. Retrieved febr. 16, 2024, from <https://www.autodesk.es/solutions/bim>
- BIM marca tendencia en el proceso de construcción sostenible. (2023, September 28). *Mexico Industry*. <https://mexicoindustry.com/noticia/bim-marca-tendencia-en-el-proceso-de-construccion-sostenible>
- Calderón Saldaña, J. P., & Alzamora de los Godos, L. (2019, Julio 10). DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS DE POSGRADO. *Revista Peruana de Psicología y Trabajo Social*, 7(2), 71 - 76. <https://doi.org/10.32544/psicologia.v7i2.660>
- De Abreu, M. I., & Osorio, L. C. (2015, Jun 11). Propuesta de un sistema de información geoespacial sobre las características estructurales y patologías, de las edificaciones patrimoniales de la Ciudad Universitaria de Caracas. *Repo. Inst. Universidad Central de Venezuela*, 24. <http://hdl.handle.net/10872/9836>



- Droguett, F. F. (2009). Discusiones de metodología La observación en la investigación social: la observación participante como construcción analítica. *Revista Temas So*, 1(13), 49-66.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6780076>
- Escamilla Hernández, L. A., & Ramírez de Alba, H. (2011, Marzo 15). Rehabilitación para un cambio de uso y prolongación de la vida útil en edificaciones. *Ingeniería*, 15(1), 27 - 36. Universidad Autónoma de Yucatán México.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46718150005>
- Espinoza Freire, E. E. (2018, enero). La hipótesis en la investigación. *Rev. Mendive*, 16(1), 14.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-76962018000100122](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962018000100122)
- esri & ArcGIS. (2021). *Qué son los datos CAD*. Qué son los datos CAD—ArcMap | Documentación. Retrieved October 16, 2023, from  
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/cad/what-is-cad-data.htm>
- González Morales, E., Fajardo Garzón, N., & Marulanda Díaz, J. C. (2017, Septiembre 14). Lineamientos básicos y beneficios en la implementación BIM en el sector empresarial constructivo Colombiano [metodología del BIM en Colombia]. In *Repositorio Universidad Piloto de Colombia* (pp. 17 - 70) [Electronico]. Universidad Piloto de Colombia trabajos de Grado. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/1458>
- Guelmes, E., & Nieto, L. (2015, ene). Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano. *Universidad y Sociedad*, 7(1).  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202015000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202015000100004)
- Hidalgo Sanchez, F. M., & Jaramillo Morilla, A. (2018, Junio). Interoperabilidad entre SIG y BIM aplicada al patrimonio arquitectónico, exploración de posibilidades mediante la

realización de un modelo digitalizado de la Antigua Iglesia de Santa Lucía y posterior análisis. *IDUS*, 1 - 73. <https://hdl.handle.net/11441/79394>

Martínez Villa, M., & Juan Vidal, F. (2019, Enero 29). *Modelado BIM del Patrimonio Arquitectónico para la Intervención: el Teatro Romano de Sagunto* [La metodología BIM (Building Information Modeling) se viene imponiendo en los últimos años en el sector de la edificación para el control y la gestión de todas las fases del proceso diseño-construcción-explotación] [Repositorio Institucional]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/116217>

Mendoza, S. H., & Avila, D. D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17), 3. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Título B - CARGAS. In *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente* (pp. B-15). Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. <https://tinyurl.com/2hm9tpu2>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia. (2010). Título K Requisitos Complementarios. In *Reglamento Colombiano de Construcción sismo resistente* (pp. K-7). Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. <https://tinyurl.com/yssota22>

Montagud, A. A., Olivares, B., & Lorenzo, J. (2018, Jul 6). Metodología BIM para proyectos de ingeniería civil. In *Proyecto/Trabajo fin de carrera* (p. 42) [Virtual]. Repositorio Institucional UPV. <http://hdl.handle.net/10251/106713>

Morales, V. (2023, Octubre 11). La metodología como ciencia y el método científico: un espacio polémico. *Scielo Analytics*, 23(66), 121 - 146.

[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-97922002000100006](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000100006)

Noguera Giménez, J. F. (2002, Diciembre 6). La conservación activa del patrimonio

arquitectónico. *LOGGIA*, (13), 1 - 22. <https://doi.org/10.4995/loggia.2002.3569>

Ochatoma, J., & Cabrera, M. (2000). ARQUITECTURA Y AREAS DE ACTIVIDAD EN

CONCHOPATA [Se presentan los resultados obtenidos en las excavaciones realizadas en

Concho ata en 1997 y 1998, durante las cuales se descubrió un área ceremonial con

espectaculares depósitos de ofrendas correspondientes a urnas de cerámica rotas

intencionalmente]. In *ARQUITECTURA Y AREAS DE ACTIVIDAD EN CONCHOPATA*

(N° 4 ed., Issue 4, pp. 449 - 488). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga,

Ayacucho. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/boletindearqueologia/article/view/2238>

Ozel, F. (2005, Septiembre). Confluence of Building Information for Design, Construction and

Management of Buildings. *Sage Journals*, 03(3), 373 - 389. Sage Journals. [https://doi-](https://doi-org.bibliodigital.ugc.edu.co/10.1260/147807705775377384)

[org.bibliodigital.ugc.edu.co/10.1260/147807705775377384](https://doi-org.bibliodigital.ugc.edu.co/10.1260/147807705775377384)

Páez Restrepo, A. (1975, Oct. 30). Traslado del edificio Cudecom, Bogotá – Colombia.

*Informesdelaconstruccion*, 28(2074), 49 - 64.

<https://doi.org/10.3989/ic.1975.v28.i274.2832>

Peña Acuña, B. (n.d.). *Metodos Científico de observación en educación* (1st ed., Vol. 1). Vision libros.

<https://books.google.es/books?id=1JXcMRQuAdQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

- Peña Mondragón, F., & Lourenço, P. B. (2012, Junio 20). Criterios para el refuerzo antisísmico de estructuras históricas. *Ingeniería sísmica, Ing.Sism(87)*, 2.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2012000200003](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2012000200003)
- Rojas, E., & de Moura Castro, C. (1999, Agosto). *Préstamos para la conservación del patrimonio histórico urbano Desafíos y oportunidades* (Issue No.SOC - 105) [Gobiernos nacionales y locales de América Latina y el Caribe están reconociendo el potencial de desarrollo económico] [Virtual]. researchgate.net. Retrieved Octubre 7, 2023, from [https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Rojas-14/publication/254421893\\_Prestamos\\_para\\_la\\_conservacion\\_del\\_patrimonio\\_historico\\_urbano\\_Desafios\\_y\\_oportunidades/links/58c98162458515e9298a0077/Prestamos-para-la-conservacion-del-patrimonio-historico-urban](https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Rojas-14/publication/254421893_Prestamos_para_la_conservacion_del_patrimonio_historico_urbano_Desafios_y_oportunidades/links/58c98162458515e9298a0077/Prestamos-para-la-conservacion-del-patrimonio-historico-urban)
- Rosero Jaramillo, S. D., & Montero Santos, Y. (2021, Febrero 21). OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA CENTRAL DIÉSEL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE S.A. EMELNORTE. In *OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA CENTRAL DIÉSEL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE S.A. EMELNORTE* (Issue 0000033464) [Digital]. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10929>
- SALAZAR, M., & GALINDO, J. (2017, Noviembre 05). Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos constructivos: estudio de caso en Manizales (Colombia). *ESPACIOS*, 39(07), 24. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n07/a18v39n07p24.pdf>

- Saldarriaga, A. (2017, November 18). *La arquitectura en Colombia en varios tiempos / La Red Cultural del Banco de la República*. Banrepcultural.org. Retrieved October 7, 2023, from <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-334/la-arquitectura-en-colombia-en-varios-tiempos>
- Sameño Puerta, M. (2018, Dic 21). *El biodeterioro en edificios del patrimonio cultural: metodología de evaluación de tratamientos biocidas*. [Tesis (Ingeniería Química y Ambiental)] [Virtual]. Deposito de Investigación Universidad de Sevilla. <https://hdl.handle.net/11441/81652>
- Scharager, j., & Reyes, P. (2019, Marzo 9). *Muestreo NO-POBABILISTICO*. ESCUELA DE PSICOLOGÍA. Retrieved October 7, 2023, from [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31715755/muestreo-libre.pdf?1392395541=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMetodologia\\_de\\_la\\_Investigacion\\_Escuela.pdf&Expires=1697142800&Signature=em21yJjcUkLnd2qLGPUIUnppP5MSSLBR5tpTvwu2Q2DBF9Z1bf1zASO](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31715755/muestreo-libre.pdf?1392395541=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMetodologia_de_la_Investigacion_Escuela.pdf&Expires=1697142800&Signature=em21yJjcUkLnd2qLGPUIUnppP5MSSLBR5tpTvwu2Q2DBF9Z1bf1zASO)
- Secretaria Nacional de Planeación. (2001, Noviembre 28). Ficha de Valoración Individual Bienes de Interés Cultural - Bogotá D.C. [Ficha de Valoración Distrital]. In *CUDECOM* [Digital]. AC 19 No 14- 17/21/31/33/43 a Cra 14 No 18 A - 37/39/45, Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia.
- Talaverano, M. R., Murillo Fragero, J. I., & Utero Agudelo, M. d. I. A. (2021, Abril 8). Reflexiones y criterios relativos a la creación de modelos BIM de edificios históricos. *Digital.C SIC*, 18(18), 1 - 10. <http://hdl.handle.net/10261/240857>

Toledo Díaz de León, E. N. (2016). *Técnicas de Investigación Cualitativas y Cuantitativas*. FAD

UAEMex. Retrieved October 6, 2023, from

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/63099/secme26877.pdf?sequence=1>

Torres-Corredor, R. A., Ponce-Villarreal, P., & Gómez-Martínez, D. M. (2017, Agosto 2).

VULNERABILIDAD FÍSICA DE CUBIERTAS DE EDIFICACIONES DE USO DE

OCUPACIÓN NORMAL ANTE CAÍDAS DE CENIZA EN LA ZONA DE

INFLUENCIA DEL VOLCÁN GALERAS. *Universidad Industrial de Santander*, 39(2),

67 - 82. <http://dx.doi.org/10.18273/revbol.v39n2-2017005>

Torres Zafra, F. (2017). Estado del arte en Colombia del diseño estructural para condiciones de

incendio bajo el reglamento colombiana de construcciones sismo resistentes – NSR10,

antecedentes y precedentes. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Vagas Caicedo, H. (2009, Agosto 31). El desarrollo de la edificación en concreto armado en

Colombia: El caso de los pioneros Doménico Parma y Guillermo González Zuleta.

*DEARQ - Revista de Arquitectura / Journal of Architecture*, 64(4), 64 - 74. DEARQ -

Revista de Arquitectura / Journal of Architecture.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=341630313009>

Vargas Caicedo, H. (2009, Jul. 1). El desarrollo de la edificación en concreto armado en

Colombia: El caso de los pioneros Doménico Parma y Guillermo González Zuleta (1945-

1985). *Revistas UNIANDES*, 1(4), 64-75. Dearq. <https://doi.org/10.18389/dearq4.2009.09>