

**GUÍA PARA LEVANTAMIENTO DE UNA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE A TRAVÉS DE LASER SCANER Y
PROCESOS BIM - BLOQUE D UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA SEDE CENTRO**

García Romero Daniel Alejandro, Lozano Roa Paola Cristina



Programa de Arquitectura, Facultad de

Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2023

**GUÍA PARA LEVANTAMIENTO DE UNA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE A TRAVÉS DE LASER SCANER Y
PROCESOS BIM - BLOQUE D UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA SEDE CENTRO**

García Romero Daniel Alejandro, Lozano Roa Paola Cristina

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Director . Arq Yuber Alberto Nope Bernal



Programa de Arquitectura, Facultad de

Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2023

Dedicatoria (opcional)

Este logro primeramente va dirigido a nuestros padres y familiares cercanos los cuales nos han brindado demasiado apoyo en el transcurso de este camino, de manera física y económica.

Agradecemos por todas las bendiciones que Dios nos brinda día a día para poder ser cada día mejores profesionales y ejemplos a seguir.

Damos gracias por permitirnos afrontar y vivir esta etapa de vida y por conocer tantos profesionales exitosos los cuales nos llenan y nutren intelectualmente.

Agradecimientos (opcional)

Primero que nada dar gracias a Dios por permitirnos culminar y presentar el proyecto de grado que tanto nos esforzamos, adicional a todos nuestros familiares como padres y compañeros los cuales estuvieron apoyándonos a lo largo de este proceso.

Grandes agradecimientos al Arq Yuber Nope el cual nos oriento y apoyo en toda la ejecución del proyecto de investigación y compartió con nosotros todos sus conocimientos profesionales y personales permitiéndonos generar un trabajo satisfactorio.

Finalmente agradecer a la compañía ArPlan y principalmente a la ing Deisy y Ing Juan los cuales nos brindaron el apoyo permanente de todas sus herramientas y equipos. Así mismo agradecer por el acompañamiento permanente en todo el proceso de investigación ya que gracias a su conocimiento y experiencias nos permitieron afrontar diversos retos que se presentaron durante la ejecución.

Tabla de contenido

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS	17
OBJETIVO GENERAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
JUSTIFICACIÓN.....	18
PROBLEMA OPORTUNIDAD	20
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	22
HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	22
CAPITULO I – ANTECEDENTES	23
CAPITULO II – MARCOS DE ANÁLISIS.....	24
MARCO TEÓRICO.....	24
MARCO REFERENCIAL.....	27
CAPITULO III - CARACTERIZAR	28
1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO ESPACIAL	29
<i>1.1 Ubicación</i>	<i>29</i>
<i>1.2 Limitación de elementos.....</i>	<i>31</i>
<i>1.3 Accesibilidad</i>	<i>32</i>
<i>1.4 Circulación</i>	<i>33</i>
2 CARACTERIZACIÓN ARQUITECTÓNICA.....	34

2.1 Sistema constructivo.....	34
2.2 Uso de espacios.....	36
2.3 Materialidad	37
3 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL	38
3.1 Sistemas integrados.....	38
3.2 Elementos HEP (Hidraulicos, Electricos, Plomeria)	39
3.3 Perfil de usuario	40
4. CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA.....	40
4.1 Apoyo ODS	40
CAPITULO IV - ANALIZAR	41
1. HERRAMIENTAS	41
1.1 Herramientas de levantamiento.....	42
1.2 Rango de error en las herramientas laser.....	44
1.3 Justificación uso de herramientas.....	45
2. COSTOS	46
CAPITULO V – EJECUCIÓN DE PROYECTO – CASO DE ESTUDIO	48
1. RECONOCIMIENTO DEL LUGAR:	48
.....	49
2. RECONOCIMIENTO DE ELEMENTOS.....	50
3. ORDEN Y SEGUIMIENTO	52
4. CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO.....	53
5. TIEMPO DE EJECUCIÓN Y ALMACENAJE.....	56
6. PROGRAMAS.....	57
7. PROCESAMIENTO NUBE DE PUNTOS	60

8. MODELADO	61
.....	64
CAPITULO VI – FORMULAR	68
1. GUÍA DE LEVANTAMIENTO	69
2. FORMATOS DE SEGUIMIENTO	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS	80

Lista de Figuras

Figura 1 Gráfico análisis de problemática.....	21
Figura 2 Ubicación de caso	29
Figura 3 Limitación de elementos.....	31
Figura 4 Accesibilidad	32
Figura 5 Circulación espacial.....	34
Figura 6 Identificación sistema constructivo	35
Figura 7 Uso de espacios	36
Figura 8 Análisis materialidad caso de estudio.....	37
Figura 9 Sistemas integrados, herramientas	38
Figura 10 Elementos HEP.....	39
Figura 11 Perfil del usuario	40
Figura 12 Apoyo ODS.....	40
Figura 13 Herramientas tecnológicas	41
Figura 14 Herramientas de medición	42
Figura 15 Herramientas levantamiento – FARO	43
Figura 16 Comparativo rango de erro herramientas.....	45
Figura 17 Análisis costos presupuestos	47
Figura 18 Ruta reconocimiento del lugar	48
Figura 19 Registro fotográfico reconocimiento del lugar	49
Figura 20 Reconocimiento de elementos	51
Figura 21 Ruta de levantamiento	52

Figura 22 Borrador ruta de levantamiento.....	53
Figura 23 Armado de equipo – Laser scanner	55
Figura 24 Configuración laser scanner.....	56
Figura 25 Ejecución levantamiento	56
Figura 26 Visualizador Scene 2go	57
Figura 27 Nube de puntos cruda	59
Figura 28 Listado nube de puntos crudas.....	60
Figura 29 Nube de puntos	61
Figura 30 Primer borrador modelado.....	62
Figura 31 Diseño modelo de ventana	64
Figura 32 Exportación modelo.....	65
Figura 33 Visual de modelo	65
Figura 34 Vista plazoleta modelo	66
Figura 35 Conjugación fachada vs nube de puntos	67
Figura 36 Conjugación plazoleta modelo vs nube de puntos.....	67
Figura 37 Encabezado guía – pagina web.....	69
Figura 38 Glosario guía	70
Figura 39 Termino gemelo digital guía	70
Figura 40 Herramientas de guía.....	71
Figura 41 Zona de descarga guía	72
Figura 42 Visual de parámetros.....	73
Figura 43 Propuesta cronograma	74
Figura 44 Parámetros modelo	75

Figura 45 Propuesta HV de mantenimiento 75

Figura 46 Visual gemelo digital 77

Glosario (opcional)

El termino **As Built** hace referencia a todos los elementos, planos, fichas, manuales o cualquier otro documento relacionado respecto a la construcción, restauración o modificación de una infraestructura, la cual permite llevar una trazabilidad y análisis acorde a su estructura.

Generar la digitalización de una infraestructura existente o nueva es la mejor manera que podrás reconocer todos los elementos que lo componen, realizar recorridos virtuales y hasta administrar este inmueble sin tener que trasladarte hasta el punto de su ubicación, todos estos beneficios los encuentras en un **Gemelo Digital**.

La palabra **BIM (El modelado de información de construcción)** se basa en llevar a cabo la gestión y conformación de un proyecto en sus diferentes etapas de diseño, ejecución y entrega a través de un modelo y herramientas digitales, las cuales permitan garantizar diferentes vistas, aproximaciones y cuantificación de diversos temas los cuales optimizaran recursos, tiempos y mano de obra favoreciendo a todos los constructores y cumpliendo con las metas estipuladas.

A través de un **modelo digital** se logra ejemplificar de manera básica, detallada o puntual una infraestructura, elemento o sistema en proceso de construcción modificación o adecuación.

Básicamente un modelo digital consiste en llevar un elemento tangible a la vida digital para posteriores modificaciones o mejores administraciones.

Resumen

Desde hace aproximadamente 30 años se ha presentado un alto avance en la tecnología enfocada en nuevas herramientas digitales aplicadas en videojuegos, pero a su vez el desarrollo de herramientas bajo los mismos parámetros y enfocada a la construcción han permitido que se incorporen, generando un gran avance para el desarrollo de nuevos sistemas constructivos y apoyando nuevos ideales que garantizan una optimización de recursos económicos, físicos y sociales los cuales en la mayoría de instituciones se ven reflejados en un 70 % de mantenimiento locativo y un 30 % en nuevas inversiones. Por lo cual es de gran importancia enfocarse en la disminución de gastos y aumentar las ganancias de los empresarios. Así esta investigación busca generar un procedimiento secuencial basado en la implementación de diferentes softwares los cuales ayuden y aporten a la realización de mantenimiento locativo en diversas edificaciones, avance tecnológico que mitigue los altos costos, imprecisiones y nuevas oportunidades de desarrollo en una infraestructura física, de tal forma que permita generar una digitalización, corrección y propuesta de cronogramas, actividades y secuencias de mantenimiento locativo enfocada a sus elementos arquitectónicos visibles que también disminuyen el tiempo en la búsqueda de algún tipo de daño en las redes o en su misma infraestructura. Para esto se toma como caso de estudio y muestra de ensayo en base al desarrollo del proyecto, el bloque G de la universidad La Gran Colombia, Facultad de arquitectura denotando uno de los espacios más claves o que demandan mayor deterioro como lo son los baños de la plazoleta, de tal manera que se genere un gemelo digital de dicho espacio y así mismo permita garantizar la formulación de nuevos esquemas, metodologías o controles de seguimiento para realizar mantenimiento locativo de toda la infraestructura existente de este sector.

Palabras clave: Realidad virtual, Realidad aumentada, Georradars, Gemelos digitales, Mantenimiento locativo, digitalización, planimetría, redes, sistemas,

Abstract

For approximately 30 years there has been great progress in technology focused on new digital tools applied in video games, but in turn the development of tools under the same parameters and focused on construction has allowed them to be incorporated, generating a great advance. . for the development of new construction systems and supporting new ideals that guarantee an optimization of economic, physical and social resources which in the majority of institutions are reflected in 70% of locative maintenance and 30% in new investments. Therefore, it is of great importance to focus on reducing expenses and increasing the profits of entrepreneurs. This research seeks to generate a sequential procedure based on the implementation of different software that helps and contributes to the maintenance of homes in different buildings, a technological advance that mitigates high costs, inaccuracies and new development opportunities in such a physical infrastructure. a way that allows generating a digitization, correction and proposal of schedules, activities and sequences of local maintenance focused on its visible architectural elements that also reduce the time in searching for some type of damage in the networks or in its same infrastructure. For this, block G of the La Gran Colombia University, Faculty of Architecture, is taken as a case study and test sample based on the development of the project, denoting one of the most key spaces or spaces that require greater deterioration, such as the bathrooms. the square, in such a way that a digital twin of said space is generated and also allows guaranteeing the formulation of new schemes, methodologies or monitoring controls to carry out locative maintenance of all the existing infrastructure of this sector.

Key words: Virtual reality, Augmented reality, Geo-radars, Digital twins, locative maintenance, digitalization, planimetry, networks, systems.

Introducción

A lo largo de la historia de la arquitectura se ha logrado generar un avance tecnológico el cual permite optimizar y facilitar diversos procesos constructivos, que a su vez aportan con gran resalte al mantenimiento de todas las instalaciones en una infraestructura construida. Este fenómeno en su mayoría de casos se ve reflejado con claridad en edificaciones antiguas como lo son instituciones o entidades de educación, que invierten gran parte de sus recursos físicos, económicos y humanos en el mantenimiento de su infraestructura, adecuaciones o ampliaciones según lo demanda su necesidad. Es por esto que la implementación y enseñanza de nuevos medios tecnológicos como lo son las herramientas BIM permiten garantizar una mayor precisión.

Según lo anteriormente mencionado se busca generar una guía la cual permite enseñar a personal administrativo y operativo de la universidad La Gran Colombia en su Facultad de Arquitectura el conocimiento y manejo de herramientas BIM las cuales permitan optimizar tiempos, mitigar esfuerzos y costos innecesarios del personal operativo al momento que se presente alguna falla, deterioro o daño en los elementos arquitectónicos visibles y demás infraestructura que lo compone. Por lo cual se proponen 3 fases de estudio como lo son;

1. La caracterización de varios parentescos existente en el mercado es de gran importancia para el desarrollo, conocimiento e implementación de herramientas BIM al momento de enfocarlas en la construcción o mantenimiento locativo, ya que en la mayoría de las ocasiones muchas de estas se especializan o enfatizan en generar un impacto ya sea constructivo, físico, visual o con una perspectiva que va en crecimiento continuo, es por esto que se debe realizar una selección y análisis preciso que permita aportar y guiar al objetivo de la investigación a través de la recolección de información existente

del espacio a intervenir, verificación y reconocimiento del sector, identificación de espacios y elementos para finalmente definir una ruta de trabajo la cual satisfazca y mitigue las problemáticas identificadas o de cumplimiento a los objetivos planteados para este levantamiento.

2. Analizar las herramientas seleccionadas una vez hecha su caracterización permitiendo garantizar su compatibilidad, costo y facilidad de manejo al momento de ponerlas en práctica, ya que estas herramientas en su preferencia deben ser de uso gratuito y fácil manipulación, con el fin que cualquier persona joven, adolescente o adulto mayor con alto intelecto pueda hacer uso de las mismas, permitiendo guiar o asesorar al personal que desempeñe actividades operativas y que no cuente con el intelecto necesario para el manejo de dichas herramientas BIM. Para posteriormente poner en práctica este conocimiento y así mismo realizar el levantamiento o recolección de nubes de puntos, de tal manera que nos permita generar un procesamiento de la información y traducción de la misma, acercándonos a un gemelo digital.

3. Formular un proceso metodológico práctico a través de una guía de manejo o página Web la implementación de herramientas BIM enfocadas en la infraestructura existente del bloque "D" de la universidad La gran Colombia, los cuales permitan dar cumplimiento a la propuesta de actividades de mantenimiento locativo y respuesta ante posibles daños o afectaciones de los mismos. Permitiendo y garantizado que esta información sea útil para todo el personal operativo que se encuentra laborando dentro de la institución y más precisamente dentro del espacio seleccionado como caso de estudio, de tal manera que este mismo conocimiento o guía se logre aplicar a cualquier tipo de infraestructura, sin necesidad u obligación que esta sea institucional. Así mismo permitir generar nuevos mecanismos de control enfatizados al mantenimiento o reparaciones locativas de la infraestructura ya existente en dicho apartado, garantizando su control y administración de manera remota a través de diversas herramientas tecnológicas disponibles en servidores o medios Online, los cuales permiten la consulta y

reconocimiento de los espacios de manera remota evitando traslados, desplazamientos innecesarios del personal y re programaciones de actividades a falta de identificación de espacios o elementos que lo componen.

De esta manera se busca garantizar un aporte al conocimiento y puesta en práctica de las nuevas tecnologías, herramientas y desarrollos los cuales facilitan la gestión y ejecución del mantenimiento de una infraestructura existente, de tal manera que con el pasar del tiempo esta información repercuta en nuevas industrias o sectores de la construcción garantizando una mejor planeación y disminuyendo factores negativos al pasar su vida funcional. De igual forma se busca demostrar y denotar la existente de herramientas o visores los cuales permiten garantizar que la información recolectada, ejecutada y construida se mantenga en el tiempo ya que los medios de almacenaje físicos se encuentran un poco obsoletos debido al espacio físico que demandan para su custodia y almacenamiento.

Objetivos

Para la ejecución y puesta en marcha de esta investigación se plantean 1 objetivo general el cual dará respuesta a la problemática principal de un caso de estudio y 3 objetivos específicos los cuales garantizaran un orden a la investigación y aporte completo de información requerida.

Objetivo General

Demostrar la funcionalidad de herramientas tecnológicas y nuevas técnicas BIM a través de un gemelo digital el cual permita la optimización de recursos y mantenimientos locativos enfocados en la infraestructura existente del bloque “D”, de la Facultad de Arquitectura en la Universidad La Gran Colombia.

Objetivos Específicos

- Caracterizar la arquitectura, estructura y redes del caso de estudio para reconocer funcionalidad, sistema constructivo, relación de espacios, sistemas de servicios públicos y demás elementos arquitectónicos que lo componen.

- Analizar las diferentes metodologías, herramientas y programas para el levantamiento y modelado 3D BIM, de activos / pasivos, visibles y ocultos para identificar una matriz D.O.F.A.

- Analizar las diferentes metodologías, herramientas y programas para el levantamiento y modelado 3D BIM, de activos / pasivos, visibles y ocultos para identificar una matriz D.O.F.A.

Justificación

En la actualidad se evidencian grandes problemáticas para realizar un mantenimiento locativo adecuado a una infraestructura existente, por lo que dentro de su larga historia se han logrado presentar una serie de herramientas digitales que permiten optimizar diversos recursos y generar un levantamiento preciso de su infraestructura, con el fin de tener pleno conocimiento de los elementos que lo compone. Como se refiere García (2012) respecto al significado de un levantamiento arquitectónico; Es una operación destinada a recoger la información gráfica y métrica aparente que proporciona cualquier obra arquitectónica construida, o parte de ella, y como consecuencia de esto puede materializar tal información en una serie de dibujos que permitan representar y comprenderla en toda su integridad (p.8).

A su vez estas herramientas han evolucionado en gran aspecto al punto de generar unas pautas o puntos de referencia que sirven para guiar, delimitar o seccionar un espacio con el fin que toda la información, elementos y contexto se logre apreciar con mayor precisión, fluidez y detalle. Un ejemplo claro de estas evoluciones son las bases láser, las cuales fueron creadas hace un par de años y aplicadas a profesiones diferentes a la arquitectura, según como lo menciona Biosca (2008) “El láser se usa en una amplia variedad de aplicaciones, entre las que encontramos científicas, militares, medicina y el comercio, todos ellos desarrollados desde la invención del láser en 1958” (p. 18). Sin embargo este tipo de herramienta es utilizada según la necesidad o requerimiento para la búsqueda de soluciones; ya que presenta diferentes aspectos como lo son altos costos, conocimiento en su manipulación y manejo, elementos de protección personal y a su vez la traducción de información recolectada, sin embargo esta herramienta es una de las más precisas ya que permite evaluar diferentes aspectos como lo son densidades de materiales, tipología, recorridos y según su versión, capacidad, y sistema del equipo se podría llegar a garantizar un recorrido de fluidos líquidos en tiempo real, es decir, esta herramienta no

solo nos permite evaluar y conocer elementos expuestos a la vista sino que también elementos ocultos, como lo son cielos rasos, tuberías embebidas o cualquier otro elemento que se encuentre recubierto por otro.

Se resalta que con estas nuevas herramientas no se va afectar ninguna parte física de las personas que realicen su utilización como se evidencia en otras tecnologías utilizadas actualmente. Se pretende una búsqueda con las nuevas herramientas tecnológicas que obtenga resultados claros a través de tablas y figuras que otorguen precisión.

Es por esto que el enfoque principal de este proyecto es mostrar la innovación a través de un conjunto de herramientas las cuales sean complementarias para la información del escaneo que se quiere proyectar en el lugar a intervenir y de la misma está refleje los planos o las modificaciones realizadas,

Así mismo se obtiene mayor conocimiento en las redes e información a base de gemelos digitales que brinden conocimientos y optimización de bajo costos generando un estudio que conforme el conjunto de herramientas que día a día puedan retroalimentar la información y conocer la cobertura final de cada edificación, siendo en sí más precisa con las herramientas BIM adecuadas.

Problema oportunidad

Se conoce que las edificaciones en Colombia son antiguas y algunas no cuentan con planos oficiales, planos de modificaciones o un simple control de mantenimiento de toda su infraestructura, esto más que todo se ve reflejado en propiedades privadas sin embargo mucha de la infraestructura existente en grandes ciudades de Colombia, no cuentan con su control, seguimiento o cronograma de actividades de mantenimiento o gestión de activos, dejando todas los posibles deterioros o intervenciones que garanticen una mayor vida útil del inmueble, a la deriva sin un control o cuidado de la misma, generando que al momento que se presenten daños o nuevas propuestas de adecuación de un espacio o inmueble, no se cuente con su plena identificación y reconocimiento de sus elementos, causando mayor desgaste para el personal operativo y administrativo al momento de programar dichas actividades, lo cual se refleja en la mayoría de casos a través de costos o malgastos de materiales, igualmente de mano de obra al momento de intervenir o generar una búsqueda del daño evidenciado de manera indirecta.

Las reparaciones locativas, identificación de elementos arquitecticos y posibles redes en la mayoría de ocasiones se ven reflejadas a través del conocimiento o experiencia de una persona la cual lleva operando, laborando o administrando dicho inmueble que en su momento por cambios de administración, traslado o retiro de la persona se genera la perdida parcial o total de dicha información ya que esta no se encuentra debidamente documentada de manera escrita o digital, dejando todo al conocimiento o nuevamente identificación visual de los elementos por nuevos propietarios o administradores.

Por otro lado, tiempo atrás no se contaba con diversos medios de almacenamiento de la información y mucho menos herramientas que permitieran la digitalización de una edificación ya construida tal como lo afirma Garcia (2003):

“La preocupación por la preservación a largo plazo de los proyectos de diseño e ingeniería en los nuevos formatos es muy reciente y ha venido impulsada por las instituciones culturales y de investigación científica. En el año 2017 la Library of Congress organizó un seminario especializado (Leventhal, 2018) que constituyó un verdadero hito (p,2)”.

El miedo de conocer la implementación y uso de nuevas tecnologías / herramientas se debe a la falta de información y explicación de la misma ya que se interpreta que al ser un elemento nuevo es de difícil manipulación por lo cual muchas de las personas se abstienen de su manipulación.

Figura 1
Gráfico análisis de problemática

ANALISIS DE PROBLEMÁTICA		
Ausencia documental y registro de mantenimiento a instalaciones		
CAUSA	EFEECTO	CONSECUENCIA
Usencia documental	Información desactualizada	Desconocimiento de activos y elementos.
Aumento en tiempos de intervención	Mayor mano de obra	Aumento planta física.
Malas intervenciones	Mayores daños a la infraestructura.	Cierre de zonas o espacios.
Desconocimiento de la infraestructura	imprecisión al momento de intervención	Aumento de costos y tiempos.
Imprevistos en elementos desconocidos	Daños a redes o elementos	Eliminación de espacios o sistemas.

Nota. Figura la cual realiza una síntesis de las causas, efectos y consecuencias que genera las diferentes problemáticas existentes. Elaboración propia

Pregunta de investigación

¿Por qué la implementación de herramientas BIM puede llegar a generar una disminución de recursos, al momento de realizar mantenimiento locativo, ampliaciones o restauraciones de la infraestructura existente del Bloque “D” de la Universidad La Gran Colombia en su facultad de Arquitectura?

Hipótesis de investigación

La imprecisión y desconocimiento de las redes o sistemas existentes en una infraestructura en la mayoría de las ocasiones genera una alta pérdida de recursos al momento de realizar reparaciones o mantenimientos locativos, es por esto que la implementación y utilización de herramientas ya existentes en base a esquemas BIM es de gran importancia y de aporte tecnológico para esta actividad, ya que los datos generados pueden implementarse en redes en general.

Con el programa a utilizar para la búsqueda de daños en las redes se amplía la forma de abordar problemáticas existentes en estructuras viejas o de uso antiguo sin causar deterioros mayores o daños profundos que se están utilizando en la actualidad, se busca también que las personas que realizan este tipo de actividades sean formadas en la academia de manera sencilla para la utilización de herramientas tecnológicas y que su accesibilidad sea de uso común, la implementación de esta programa se pueda difundir a través de un link el cual sea fácil para cualquier tipo de Android o sistema operativo que

optimice recursos los cuales representan positivamente ganancias a las compañías e instituciones.

Capítulo I – Antecedentes

A través de los años hemos observado un desarrollo tecnológico con base a herramientas BIM que permiten la construcción, manutención y nueva formulación de procedimientos que apoyen a la ampliación, restauración o adecuación de infraestructuras ya existentes, como se puede apreciar desde 1934 en donde se dio a conocer uno de los primeros registros de máquinas de lector BIG DATA que aportaron al desarrollo y la optimización del tiempo¹, también se conoce el procesador de Colossus el cual fue desarrollado para interceptar datos y descifrar códigos, los patrones arrojados son mensajes interceptados a una velocidad de 5.000 caracteres por segundo² teniendo en cuenta este fue un desarrollo importante para la época de 1943, a través de los años evidenciamos que nos encontramos al alcance de las herramientas BIM siendo un sistema en 3D modelado de investigación, que a desarrollado instrumentos ya existentes en plataformas enfatizadas a otros campos de la academia, sin embargo actualmente estas ya se encuentran atadas a la gestión y desarrollo del componente constructivo y su manutención. Estas herramientas han sido primordiales para el manejo de BIG-DATA, AUTO ID y siendo un aporte esencial en el avance del escáner láser, el cual es una técnica fundamental para la implementación de programas arquitectónicas que se manejan actualmente facilitando el desempeño de diseños y renders estéticos que dan aporte a la interacción del concepto principal de optimizar gastos dando un acercamiento al modelo generado y asimilándose a un gemelo digital.

Capítulo II – Marcos de Análisis

Marco Teórico

En la actualidad existen diversas variables que afectan, aportan o determinan ciertas características al momento de realizar la manutención de una infraestructura física las cuales abarcan elementos sociales, económicos y recursos propios de la organización como bien pueden ser la mano de obra o personal técnico operativo activo dentro de la misma.

Dentro del campo social encontramos la identidad de espacio como un elemento clave al momento de realizar un mantenimiento en el cual siempre se busca llevar una continuidad acorde a su proceso constructivo, que permita el transcurrir del tiempo sin perder dichas características ejemplares del espacio. Tal como lo nombra Téllez (2012); Implica necesariamente una reflexión sobre la necesidad de construir una documentación arquitectónica inmejorable, excepcional si se quiere, si a lo que se aspira es a imaginar y moldear un futuro mejor, soportado en los cimientos de un presente reflexivo y de un ayer construido de inocultable valor (p. 82).

Así mismo se presenta también la optimización de recursos, mediante estos se realiza un apoyo en la utilización de softwares que tienen como objetivo el apoyo en la investigación o desarrollo de proyectos, ya que ayudan al manejo de tiempo y optimización en los presupuestos de ejecución de los proyectos, siendo así un manejo eficaz en la metodología para la programación siguiendo unos lineamientos, estos resultados demuestran la importancia de ejecutar una adecuada planeación, como punto a resaltar es importante mencionar que influye de manera positiva en la productividad a la hora de realizar las ejecuciones en obra para el manejo adecuado sin generar afectaciones en la parte constructiva, ya que estas herramientas debido a su alto desarrollo logran asimilar, estructurar y entender lenguajes, formas

e instrumentos ya existentes. Tal como lo menciona Biosca (2008):

“El escaneado de una planta petroquímica se puede convertir fácilmente en un modelo 3D asumiendo que todas las tuberías tienen una sección circular y que las piezas de conexión también tienen una forma específica (p.58)”.

Este tipo herramientas mejoran y optimizan el proceso de construcción, remodelación y mantenimiento de una infraestructura ya existente, lo cual genera grandes avances positivos dado que se lleva a cabo diversas herramientas tecnológicas para dar una mejor visión en el contexto de la ejecución, con este tipo de herramientas se logra evitar posibles alteraciones en edificaciones generando un avance cuando no se cuenta con planos o diseños de las estructuras los cuales permiten que se realicen diagnósticos precisos al momento de utilizarlas. Obteniendo este tipo de resultados de gran viabilidad ya que suministran la información al solicitante dado que se optimiza en: factor económico, durabilidad, economía, tiempo, eficacia, evitar daños y/o alteraciones.

En el momento de la construcción se enfoca puntualmente en el área aferente a intervenir lo cual le es más útil al constructor para determinar las fallas encontradas en diferentes tipos, como tuberías visibles y ocultas o también en diferentes tipos de remodelaciones antiguas con diferentes materiales y o nuevas construcciones encontrando soluciones inmediatas que es lo que se busca a la hora de la intervención.

A su vez la implementación de nuevas tecnologías y características BIM son de gran importancia ya que articula herramientas principales como lo son cámaras fotográficas, escáner láser o cualquier otro elemento de levantamiento manual a partir de puntos de referencia, los cuales tienen como objetivo implementar visualmente toda la información captada desde la nube (planos, diseños, diagramas, fotos)

como ejecución directa de la información que se busca proyectar para lograr un levantamiento en 3D, siendo una herramienta interactiva y funcional con actualización constante y de fácil consulta ya que no requiere de permisos amplios sino servicios tecnológicos como lo es la red o internet.

La interacción y mezcla de procesos manuales y digitales para realizar un levantamiento arquitectónico es de gran utilidad ya que se logra demostrar y presentar nuevas visuales, elementos ocultos, visibles y su semejanza entre sí, dejando como conclusión un sistema armónico y de función colaborativa, tal como lo nombra Quintana (2019):

“La utilización de nuevas tecnologías existentes en el mercado enfocadas a los levantamientos de una infraestructura siempre requerirán de una parte tecnológica dinámica virtual la cual buscará desempeñar un desarrollo más avanzado y preciso reduciendo el rango de error y fallos en la intervención de un inmueble (p.12)”.

La implementación de nuevas tecnologías y características BIM son de gran importancia ya que articula herramientas principales como lo son cámaras fotográficas, escáner láser o cualquier otro elemento de levantamiento manual a partir de puntos de referencia, los cuales tienen como objetivo implementar visualmente toda la información captada desde la nube (planos, diseños, diagramas, fotos) como ejecución directa de la información que se busca proyectar para lograr un levantamiento en 3D, siendo una herramienta interactiva y funcional con actualización constante y de fácil consulta ya que no requiere de permisos amplios sino servicios tecnológicos como lo es la red o internet.

La interacción y mezcla de procesos manuales y digitales para realizar un levantamiento arquitectónico es de gran utilidad ya que se logra demostrar y presentar nuevas visuales, elementos ocultos, visibles y

su semejanza entre sí, dejando como conclusión un sistema armónico y de función colaborativa, tal como lo nombra Quintana (2019);

“La utilización de nuevas tecnologías existentes en el mercado enfocadas a los levantamientos de una infraestructura siempre requerirá de una parte tecnológica dinámica virtual la cual buscará desempeñar un desarrollo más avanzado y preciso reduciendo el rango de error y fallos en la intervención de un inmueble (p.19)”.

Marco referencial

A través de la herramienta Matterport fue creado para la navegación en 3D de espacios o prototipos estructurales las cuales a través de iconos conceptuales dan a conocer características específicas de cada uno de los elementos encontrados dentro de estas edificaciones, esta herramientas tecnológicas captan y retienen la información administrando y dirigiéndose a la nube, se ha generado un interés por seguir ampliando la información ya que al estar en plataformas digitales se pueden acceder más fácilmente y de esta misma manera se pueden tener mayor conocimiento es por ello que se apunta a nuevas búsquedas tecnológicas que no solo otorgan características físicas de los objetos encontrados si no que logren captar, procesar y caracterizar lo existente para así garantizar a profundidades problemáticas y en el caso de la arquitectura e ingenierías estas generen aportes satisfactorios en las diferentes redes que se encuentran en las infraestructuras.

El Buildingsmart tiene como principal objetivo fomentar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM4 su enfoque está en poder disponer de una guía estándar de fácil adaptación y en constante evolución para la coordinación de actividades y así mismo permitir que este abarque toda la información y la suministre

en los diversos modelos BIM aplicados con garantías de precisión para así obtener un resultado efectivo en la innovación ya que es “un enfoque colaborativo para la construcción de los edificios basados en estándares y flujos de trabajo abiertos”.

Teniendo en cuenta esto la base tecnológica LIDA ofrece un sistema capaz de proveer información detallada sobre tiempos de recorrido, que los sistemas tradicionales basados en espiras magnéticas no son capaces de generar. Asimismo, la fiabilidad de la información provista por LIDA cumple los requisitos de ayuntamientos y concesionarias de autopistas. Además, LIDA mejora los sistemas de reconocimiento de matrículas tanto en costos, como en disponibilidad, ya que funcionan bajo condiciones meteorológicas adversas. Por otra parte, respecto a sus competidores basados en tecnología Bluetooth, LIDA permite la diferenciación exacta de vehículos lo que revierte en una solución más precisa y económica.

Capítulo III - Caracterizar

El caso de estudio, al generar la caracterización se pretende intervenir elementos a evaluar que generen gran importancia para tener claridad en pautas determinantes a la hora de intervenir los elementos para así obtener los resultados a la hora de realizar el levantamiento arquitectónico y este sea un apoyo a las pautas ya adquiridas anteriormente para que el resultado pueda ser administrado y procesado en herramientas BIM.

1. Caracterización físico espacial

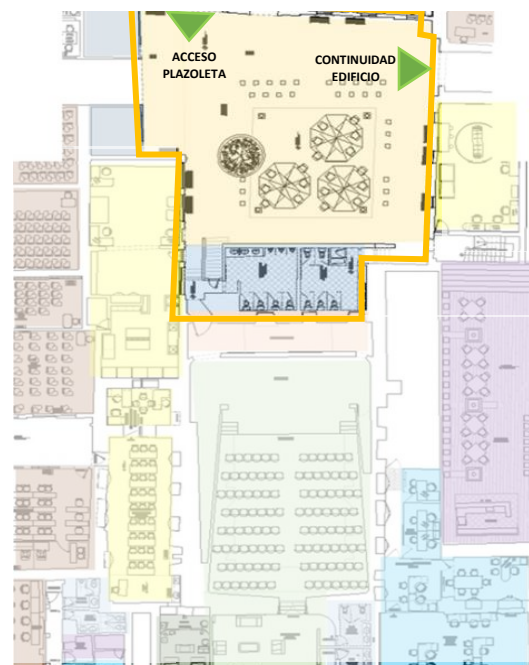
La caracterización físico espacial se basa en determinar y generar el primer acercamiento al espacio a intervenir de tal manera que genera una delimitación del mismo y reconocimiento de aspectos funcionales como lo es su acceso y circulación. Adicional a esto se permite generar una primera perspectiva del espacio, determinando posibles problemáticas respecto a puntos ciegos existentes al momento de realizar el levantamiento o elementos que generen daños a la nube de puntos generada, de tal manera que esta caracterización permita aclarar o avalar un primer plan de trabajo previsto para el levantamiento del espacio de trabajo.

1.1 Ubicación

Se busca intervenir un lugar el cual cuente con una necesidad o problemática generando un gran impacto al momento de realizar los mantenimientos locativos, y así este, genere un procesamiento de datos con grandes recursos para su manutención por lo cual, la ubicación del espacio a intervenir debe estar bien seleccionado siguiendo pautas basadas en las problemáticas existentes de la misma infraestructura

Con base a la ubicación se despliegan diversas características, las cuales permiten el desarrollo en el levantamiento de la infraestructura existente, óptimo y eficaz dando respuesta a la problemática y limitando los

Figura 2
Ubicación de caso



Nota. Se plasma la ubicación del caso estudio remarcando los accesos. Elaboración propia

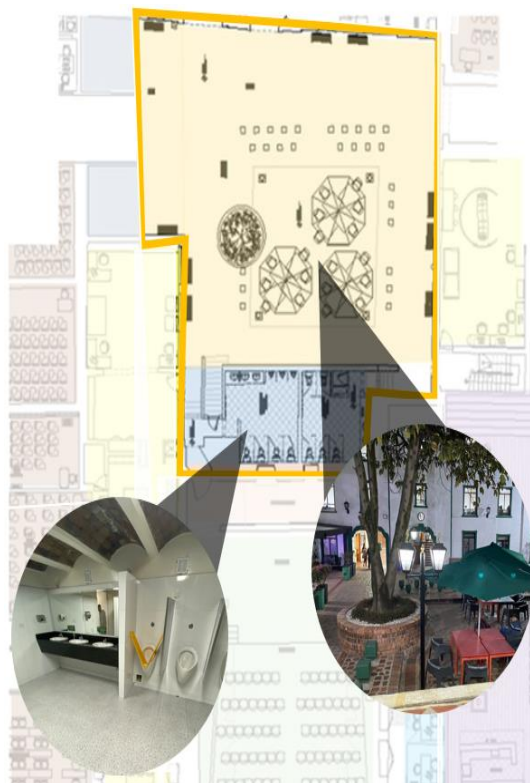
espacios a intervenir de forma que durante este se tenga claridad del alcance espacial y formal de todos los elementos a los cuales se van a modificar o se busca tener conocimiento del estado de estos.

1.2 Limitación de elementos

A través de la limitación de elementos se busca generar una lista de chequeo, o variables las cuales se tendrán en cuenta al momento de realizar el levantamiento arquitectónico de la infraestructura ya construida y durante la ejecución se busca garantizar el conocimiento del mismo ya sea elementos los cuales no se encuentren dentro de la necesidad a resolver la problemática evidenciada del espacio.

Esta limitación de elementos se busca realizar a través de sus características generales partiendo de evaluar su clasificación como lo son; elementos activos, pasivos, conjugados o variables lo cuales hacen parte de una categoría general nombrada como objetos visibles y ocultos.

Figura 3
Limitación de elementos



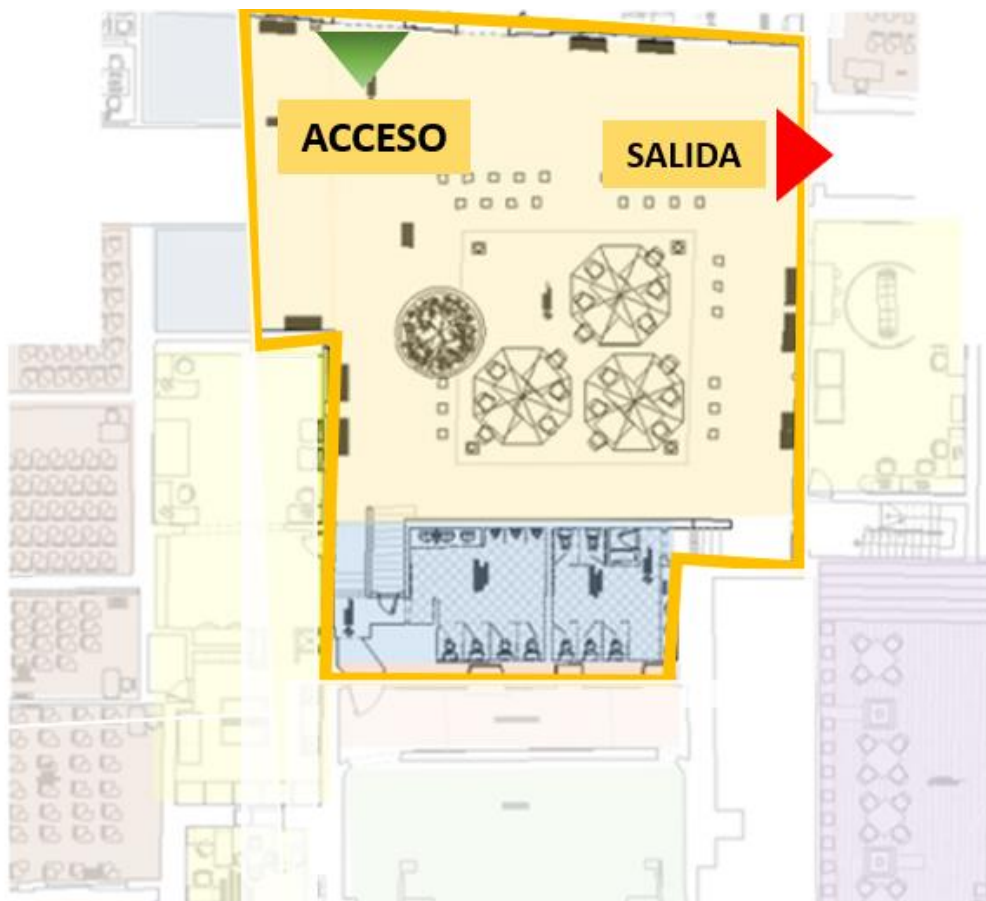
Nota. Demostración de los elementos que serán denotados en el levantamiento. Elaboración propia

1.3 Accesibilidad

La accesibilidad a un espacio es la clave en su función ya que será la primera opción y visual ante el público residente, por lo cual se debe generar y remarcar la accesibilidad de tal forma que sea de fácil la percepción, permitiendo así aclarar y resaltar los elementos que se encuentren en el estudio.

La accesibilidad del caso de estudio se remarca en sus recorridos, elementos físicos visuales los cuales están apoyados y respaldados por una serie de elementos ocultos, que permanecen y permiten que la accesibilidad sea de gran importancia dentro de la caracterización física espacial.

Figura 4
Accesibilidad

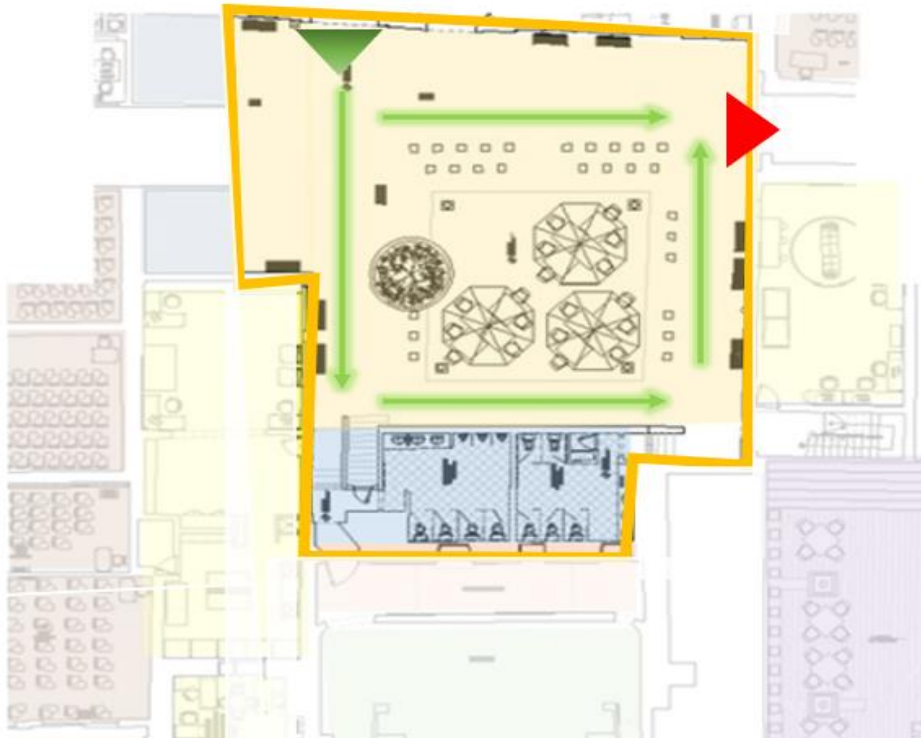


Nota. Se remarca el ingreso y salida del espacio, demostrando los puntos de accesibilidad.
Elaboración propia

1.4 Circulación

La circulación es la primer interacción del usuario con el espacio, el cual le proporciona la primer experiencia y sensación que permiten clarificar la funcionalidad del mismo, marcando un hito y sentimiento dentro de la persona de forma que este elemento dentro de la caracterización física espacial se debe remarcar y aprovechar luciendo características o elementos del sector, dando un impulso e invitación a continuar con el recorrido propuesto el cual nos guiará a nuestro objetivo principal el cual será nuestro caso de estudio, demostrando y generando una introducción a la caracterización arquitectónica, caracterización funcional y caracterización tecnológica.

dando un impulso e invitación a continuar con el recorrido propuesto el cual nos guiará a nuestro objetivo principal el cual será nuestro caso de estudio, demostrando y generando una introducción a la caracterización arquitectónica, caracterización funcional y caracterización tecnológica.

Figura 5*Circulación espacial*

Nota. Se presenta un recorrido o circulación perimetral en torno a la plazoleta de arquitectura.
Elaboración propia

2 Caracterización Arquitectónica

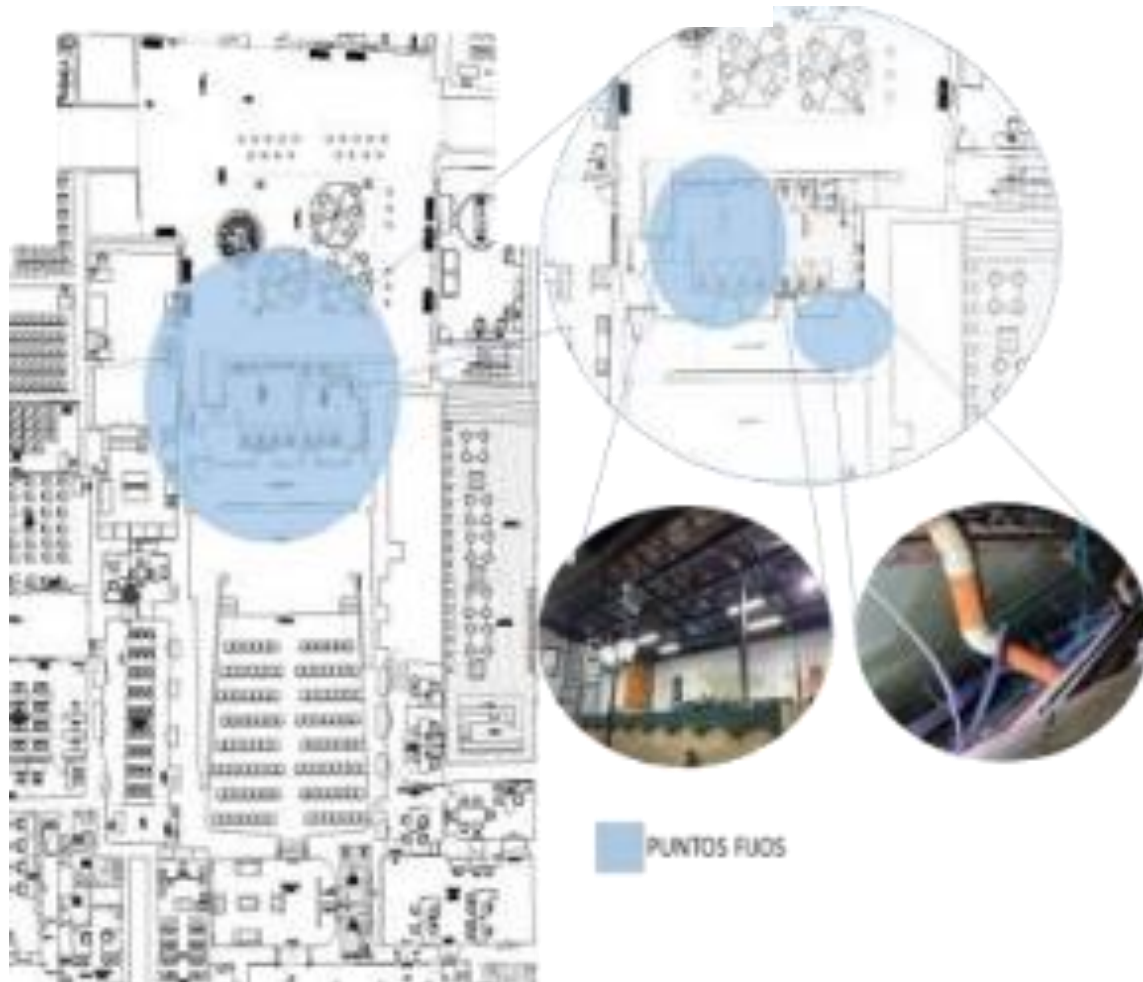
2.1 Sistema constructivo

Dentro de la caracterización arquitectónica se resalta la importancia del sistema constructivo el cual cuenta con edificaciones que permiten tener claridad a elementos que lo componen, buscando así garantizar la clasificación precisa de manera que logre denotar las características más importantes dentro del sistema constructivo para el levantamiento arquitectónico y el espacio que lo complementa.

Dentro del caso de estudio se resalta el sistema constructivo y la variedad de elementos antiguos en sistemas coloniales y a su vez de nuevas tecnologías implementadas en la actualidad. Por lo

cual se busca la relación entre sí, con el fin de demostrar su compatibilidad y funcionalidad monolítica que da una óptima respuesta estructural para las edificaciones.

Figura 6
Identificación sistema constructivo



Nota. Se remarca el ingreso y salida del espacio, demostrando los puntos de accesibilidad. Elaboración propia

2.2 Uso de espacios

La claridad en el funcionamiento de espacios es de vital importancia dentro de la caracterización arquitectónica ya que este remarcará el lugar y por ende denotará sus elementos, dando así una información más precisa y concisa de los elementos al momento de realizar el levantamiento arquitectónico de una edificación ya construida, y evitando que elementos no alusivos resalten dentro del mismo.

Es por esto qué dentro del caso de estudio se busca generar una claridad entre la funcionalidad del espacio abierto y un espacio totalmente aislado el cual dentro de su comparativa muestra diversas características similares y ajenas entre sí.

Figura 7
Uso de espacios



Nota. Zonificación e identificación de espacios aledaños al caso de estudio.
Elaboración propia

2.3 Materialidad

Gracias a la clasificación de espacios, circulaciones y sistema constructivos de la edificación se logra resaltar materiales existentes dentro del caso de estudio, los cuales se clasifican según su funcionalidad y época nativa a la cual pertenezcan, dando como resultados la claridad en la función del espacio, el cual en muchos de los casos varía dependiendo el uso y función destinado al mismo, es por esto que dentro del caso estudio se logran apreciar una materialidad totalmente combinada debido la existencia en dos espacios totalmente diferentes, sin embargo dentro de su misma diferencia se logra apreciar un complemento entre sí.

Figura 8
Análisis materialidad caso de estudio



Nota. Se presenta el análisis de los materiales existentes evidenciando una mezcla entre antigüedad y modernidad.

3 Caracterización funcional

3.1 Sistemas integrados

Funcionalmente se debe tener claridad en el manejo de las herramientas y como se quiere llegar a intervenir en el lugar, el propósito de esta investigación se busca que estas herramientas mejoren y optimicen el proceso de construcción, remodelación y mantenimiento de una infraestructura ya existente, lo cual genera grandes avances positivos dado que se lleva a cabo diversas herramientas tecnológicas para dar una mejor visión en el contexto de la ejecución, con este tipo de herramientas se logra evitar posibles alteraciones en edificaciones generando un avance cuando no se cuenta con planos o diseños en las estructuras, permitiendo que se realicen diagnósticos precisos al momento de utilizarlo este tipo de resultados es de gran viabilidad ya que suministran la información al solicitante para la optimización en el factor económico, de durabilidad, económico, de tiempo, eficacia, evitar daños y/o alteraciones.

Figura 9
Sistemas integrados, herramientas



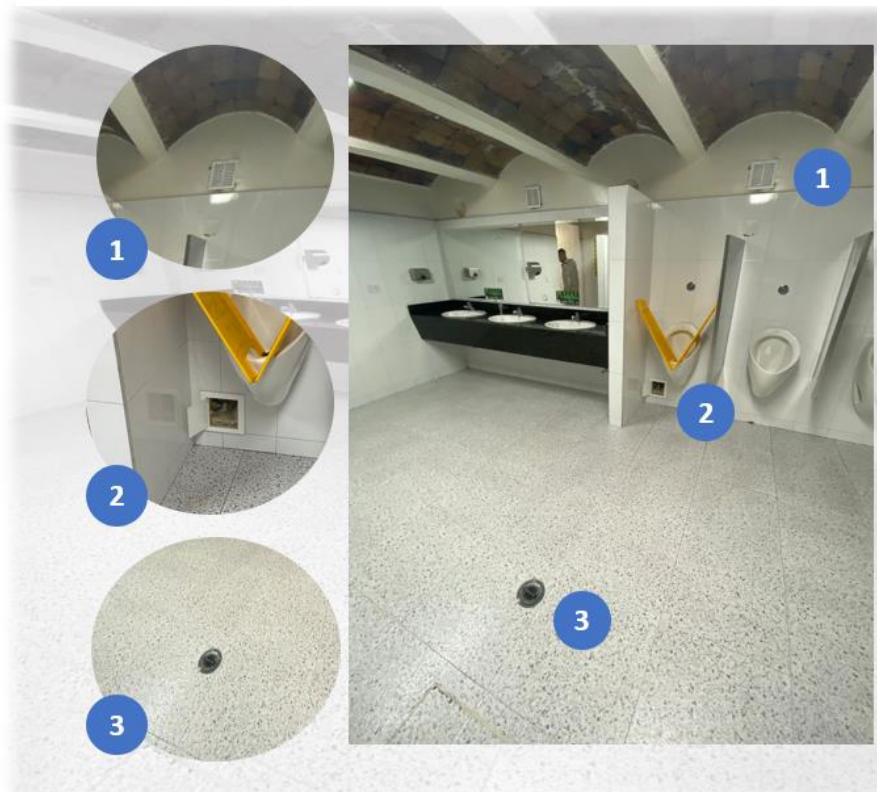
Nota. Herramientas implementadas para las diferentes fases del proyecto.
Adaptado de diversas fuentes (ver referencias)

3.2 Elementos HEP (Hidraulicos, Electricos, Plomeria)

Uno de los enfoques principales de los elementos HEP es en qué herramientas se verán reflejadas debido a los elementos BIM, se puede conseguir una alta definición de metodologías en base a las estrategias de revisión y visualización de modelos inteligentes, dichos modelos se ven reflejados en herramientas como un modelo ágil a través de un software con vistas en 3D para conseguir un acabado realista para cualquier prototipo, ya que estos modelos BIM pueden ser instalados en artículos físicos funcionales para mejor manipulación.

Para el caso de estudio respecto a los elementos HEP se tiene muy presente en la zona de baños como sus ventilaciones y cajas de paso al igual que al exterior de la plazoleta se presenta el diseño y ubicación de cada una de ellas.

Figura 10
Elementos HEP



Nota. Identificación de elementos HEP existentes en uno de los espacios intervenidos. Elaboración propia

3.3 Perfil de usuario

Dentro del desarrollo de un levantamiento arquitectónico de una edificación ya construida y en base a su caracterización funcional se busca dar un beneficio a todos los usuarios involucrados dentro del proyecto de tal manera que se presente un trabajo colaborativo con un nivel de interacción en la información muy detallado y preciso, el cual permita desarrollar y dar cumplimiento a sus roles según el cargo que se desempeñe.

Figura 11
Perfil del usuario

USUARIO	DESCRIPCIÓN
 PERSONAL ADMINISTRATIVO	Una vez realizado el levantamiento desde el personal administrativo o encargado de infraestructura de la institución, se tendrá una mejor documentación, planeación y conocimiento de las instalaciones en las cuales laboran, permitiendo guiar con mayor precisión al personal operativo.
 PERSONAL OPERATIVO	Al momento de realizar adecuaciones, reparaciones o ampliaciones de la infraestructura existente se tendrá mayor precisión debido al conocimiento compartido por el personal administrativo y evitando generar maniobras poco precisas al momento de dar marcha a sus actividades.
 ESTUDIANTES	Gracias a la buena mantención de las instalaciones, los estudiantes o residentes de las instalaciones intervenidas tendrán mejores espacios ofreciendo una mejor experiencia y más oportunidades de aprendizaje.

Nota. Se presentan los usuarios que serán beneficiados por la elaboración y gestión de esta información. Elaboración propia

4. Caracterización Tecnológica

4.1 Apoyo ODS

Dentro del desarrollo de un levantamiento no solamente se busca generar una oportunidad favorable para el espacio intervenido, sino que también se busca apoyar el desarrollo tecnológico externo al caso de estudio como lo pueden ser los ODS (Objetivos de desarrollo sostenible), a partir del desarrollo y puesta en marcha de este proyecto se garantiza una colaboración y aporte directo a los siguientes 3 ODS:

Figura 12
Apoyo ODS

	Se busca aportar a la innovación tecnología en base a la infraestructura con el fin de reducir y optimizar recursos.	
	Con la implementación de nuevas tecnologías en la construcción se busca mitigar y reducir el consumismo.	
	Es de gran importancia la alianza de nuevas tecnologías y herramientas las cuales apunten a un mismo objetivo.	

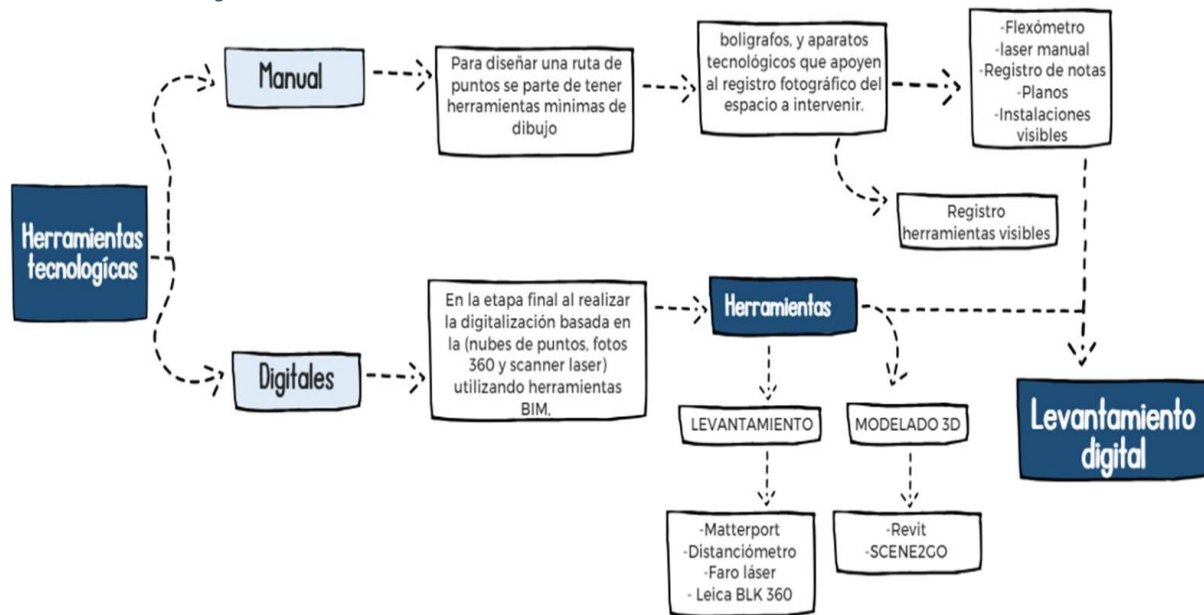
Nota. ODS los cuales se encuentran integrados al proyecto. Elaboración propia

Capitulo IV - Analizar

1. Herramientas

Uno de los enfoques principales de las herramientas reflejadas en los elementos BIM definiendo metodologías en base a la estrategia de revisión y visualización de modelos inteligentes, dichos modelos se ven reflejados en herramientas como un modelo ágil a través de un software con vistas en 3D para conseguir un acabado realista para cualquier prototipo, dichas herramientas pueden ser ártica+i, ingeniería o con supervisión tecnológica y consultoría técnica; ya que estos modelos BIM pueden ser instalados en artículos físicos funcionales para mejor manipulación.

Figura 13
Herramientas tecnológicas



Nota. Explicación de herramientas implementadas y sucesión de pasos realizados para llegar a los resultados. Elaboración propia

Las herramientas a trabajar para el levantamiento de una construcción arquitectónica sería principalmente teniendo en cuenta un check list de herramientas manuales las cuales serían un flexómetro o una cinta métrica y apuntes de los resultados en base a esto se continua con herramientas más

Figura 14
Herramientas de medición

avanzadas de topografía como lo pueden ser:



Nota. Herramientas de levantamiento y medición existentes en el mercado. Elaboración propia.

- Teodolito: medición de ángulos y cálculos coordenadas.
- Niveles: puntos de distancia.
- Estacas: Definición de puntos o de herramientas tecnológicas.
- Escáner láser: para realizar el escaneo 3D de líneas paralelas unidireccionales.
- GPS nube: Ayuda a la ubicación y medición de los espacios guardándose en la nube captando más información y conocimiento.

1.1 Herramientas de levantamiento

En el mercado se sabe de la existencia de diversas herramientas enfocadas en realizar levantamientos 3D sin embargo este no es muy amplio ya que esta temática no se encuentra muy expandida en el territorio lo cual no permite que su conocimiento sea mayor en toda la comunidad, de igual manera afecta la aplicación de la misma e impulsa a la utilización de métodos cotidianos de levantamiento como es el papel y lápiz.

El uso de herramientas digitales, como lo son programas BIM permiten la recopilación y digitalización del estado actual construido de una infraestructura existente ya que esta es capaz de

Figura 15

Herramientas levantamiento – FARO



Nota. Herramienta implementada para el levantamiento realizado – Faro Scanner. Elaboración propia.

medir, cuantificar y recopilar la información del rendimiento en los elementos estructurales ya que caracteriza e identifica el estado de las infraestructuras y en cada una de las fases del proyecto, el cual se busca identificar.

1.2 Rango de error en las herramientas laser

Este tipo herramientas mejoran y optimizan el proceso de construcción, remodelación y mantenimiento de una infraestructura ya existente, lo cual genera grandes avances positivos dado que se lleva a cabo diversas herramientas tecnológicas para dar una mejor visión en el contexto de la ejecución, con este tipo de herramientas se logra evitar posibles alteraciones en edificaciones generando un avance cuando no se cuenta con planos o diseños de las estructuras los cuales permiten que se realicen diagnósticos precisos al momento de utilizarlas.

Obteniendo este tipo de resultados es de gran viabilidad ya que suministran la información al solicitante dado que se optimiza en: factor económico, durabilidad, economía, tiempo, eficacia, evitar

daños y/o alteraciones.

Figura 16
Comparativo rango de erro herramientas



Nota. Comparativa de rango de error para validar la precisión de cada herramienta. Elaboración propia.

1.3 Justificación uso de herramientas

La exploración con GPR o herramientas laser, es una técnica moderna no destructiva y ecológica, por lo que actualmente se utiliza en una amplia gama de trabajos de Ingeniería, agronomía, arqueología, geología, paleontología, arquitectura etc., en definitiva, todos los trabajos relacionados con la necesidad de hallar y reconocer elementos existentes en un lugar o espacio, de manera no destructiva rápida:

Ventajas:

- Alta capacidad de penetración.

- Método de exploración no destructivo y ecológico.
- Ofrece una adquisición de información en tiempo real.
- Posicionamiento preciso en sentido vertical (profundidad) y horizontal (planimetría).
- Fácil de implementar
- Resultados rápidos y certeros.

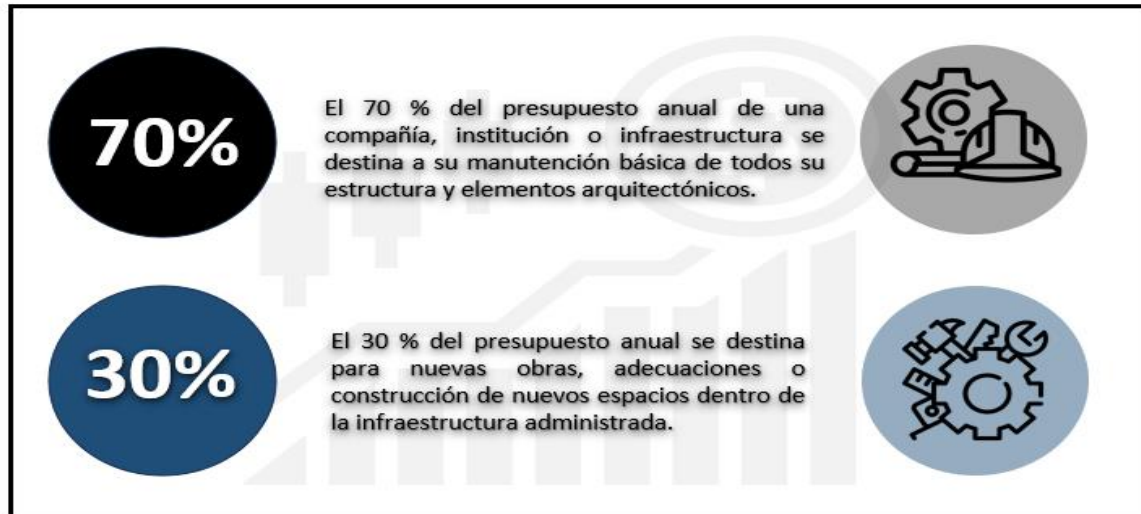
2. Costos

Para el entendimiento en costos que conlleva esta investigación se busca una optimización de recursos y costos mediante los cuales realizan un apoyo en la utilización de softwares que tienen como objetivo el apoyo en la investigación o desarrollo de proyectos, siendo plataformas de bajo costo ya que ayudan al manejo de tiempo y optimización en los presupuestos de ejecución de los proyectos, siendo así un manejo eficaz en la metodología para la programación siguiendo unos lineamientos ya que toda la información estará en la nube no generando gastos físicos, estos resultados demuestran la importancia de ejecutar una adecuada planeación, como punto a resaltar es importante mencionar que influye de manera positiva en la productividad a la hora de realizar las ejecuciones en obra para el manejo adecuado sin generar afectaciones en la parte constructiva, ya que estas herramientas debido a

su alto desarrollo logran asimilar, estructurar y entender lenguajes, formas e instrumentos ya existentes.

Figura 17

Análisis costos presupuestos

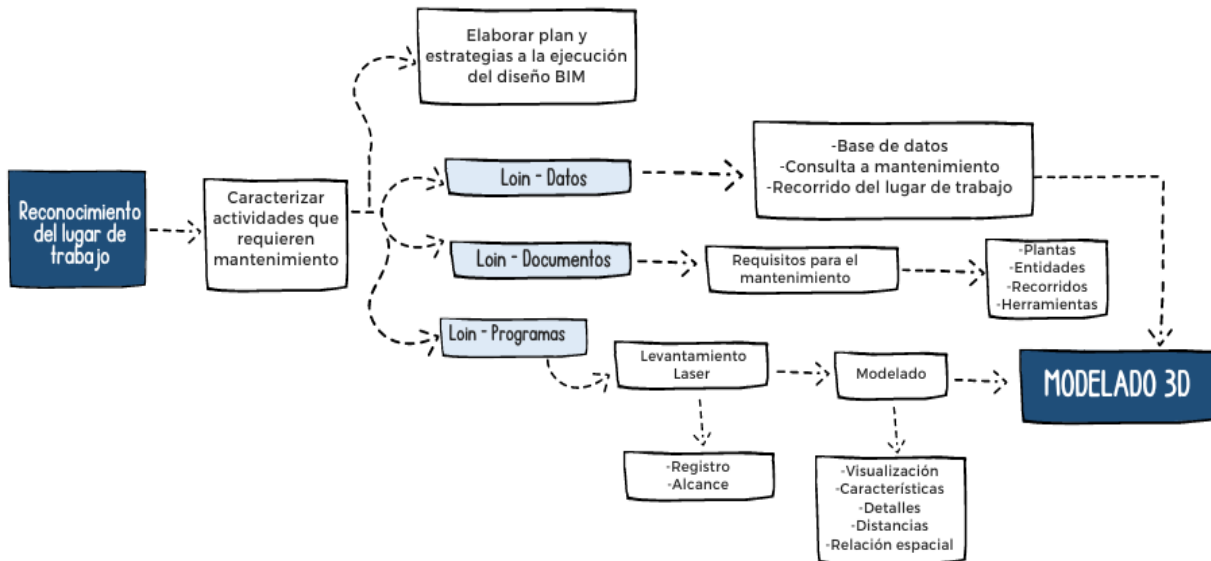


Nota. Se genera un aproximado con relación a la comparativa realizada por una compañía respecto al gasto directo en mantenimiento e inversiones. Elaboración propia.

Capítulo V – Ejecución de proyecto – Caso de estudio

Figura 18

Ruta reconocimiento del lugar



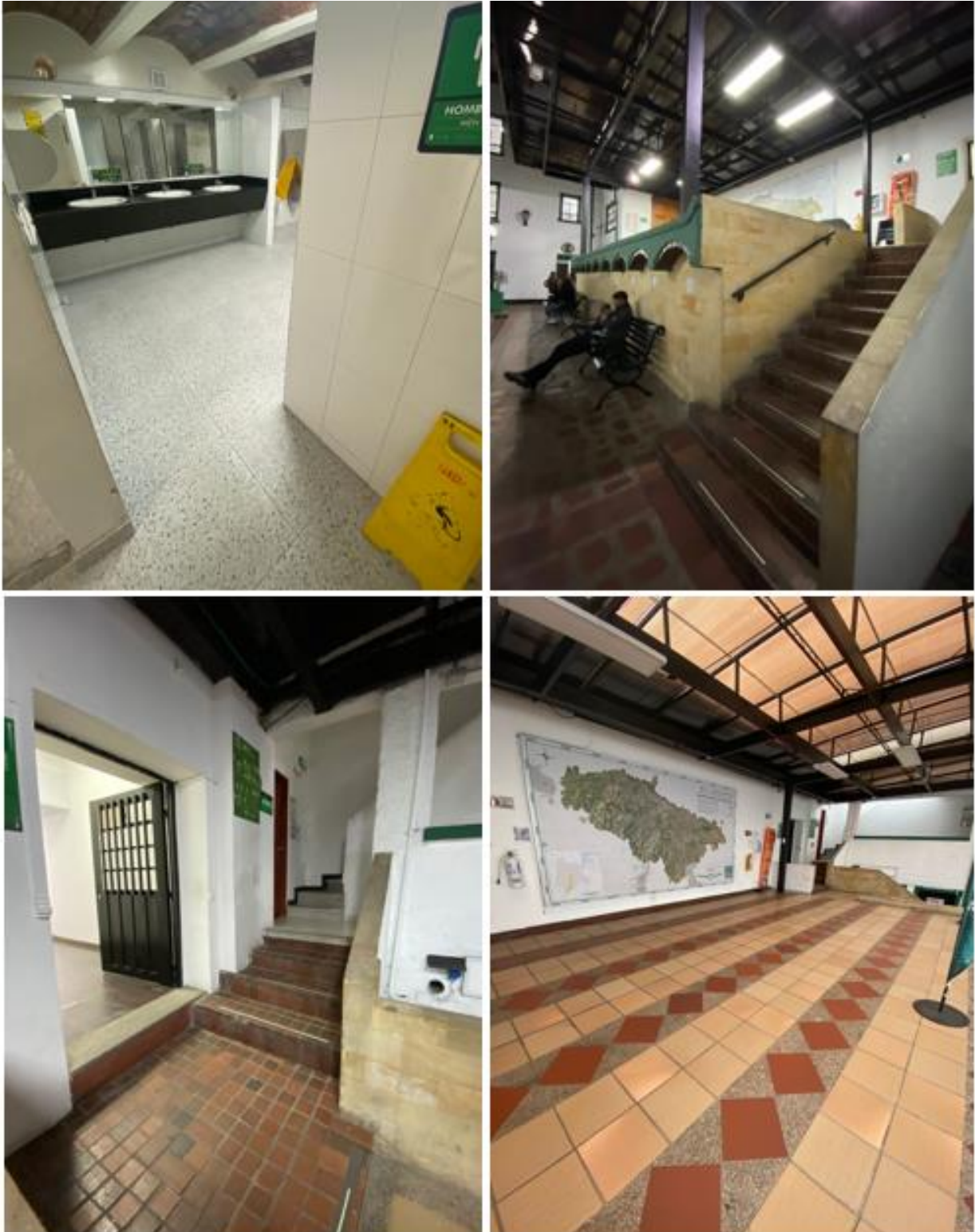
Nota. Se genera un plan de trabajo para realizar el levantamiento garantizando los resultados propuestos. Elaboración propia.

1. Reconocimiento del lugar:

El reconocimiento del lugar de trabajo es un paso netamente presencial y llevado a cabo en el lugar específico el cual va ser levantado o digitalizado, de tal manera que se presente un recorrido por los diferentes espacios, zonas y territorios los cuales deben ser presentados al momento de generar el gemelo digital, durante este recorrido es de gran importancia detallar aquellos elementos visibles pertenecientes a la infraestructura los cuales permitan y ayuden a identificar el espacio, como lo pueden ser tomas eléctricas, iluminación, cajas de inspección, o cualquier otro elemento mínimo como lo puede ser su misma señalética, ya que estos elementos al momento de generar la traducción de la información levantada presentan mayores complicaciones.

Figura 19

Registro fotográfico reconocimiento del lugar



Nota. Registro realizado antes de dar inicio al levantamiento. Elaboración propia.

2. Reconocimiento de elementos

Dentro de este ítem se deberá estar muy atento y conocer de manera detallada que elementos se requieran levantar y que elementos no, ya que en ocasiones algunos elementos por su tamaño (mínimo) generan complicaciones al momento de su modelado. Existen elementos los cuales debido a la naturaleza y ciencia que maneja el equipo no se permite reflejar de tal manera como en la realidad, dentro de estos encontramos los vidrios, espejos o cualquier punto hídrico el cual genere luz, sombra y reflejo. Si dentro del levantamiento del espacio se cuenta con estos elementos es importante tapar con algún plástico o material flexible evitando un reflejo y duplicado de la información, sin embargo, se debe señalar sea con una X o alguna ilustración que permita diferenciar este elemento al momento del modelado.

Una vez realizado el recorrido se procede a generar una ruta de puntos o zonas claves las cuales se situará el láser escáner de tal manera que entre estos espacios no comprendan una distancia tan alta y permita garantizar una cierta compatibilidad de elementos entre sí, elementos los cuales ayudaran a generar similitudes en el procesamiento y unión de la nube de puntos. Es de gran importancia tener muy claro el rango máximo de levantamiento ofrecido por la herramienta utilizada ya que este es importante al momento de su utilización, también para garantizar un mejor levantamiento más detallado y con elementos que pasan de apercibidos, es importante no siempre llevar la distancia límite sino un rango promedio evaluando los objetos que realicen interferencia entre sí, o no permitan generar líneas continuas entre los diferentes puntos de levantamiento.

Figura 20
Reconocimiento de elementos



Nota. Se identifican los elementos arquitectónicos visibles los cuales se tendrán en cuenta durante el proceso de modelado. Elaboración propia.

3. Orden y seguimiento

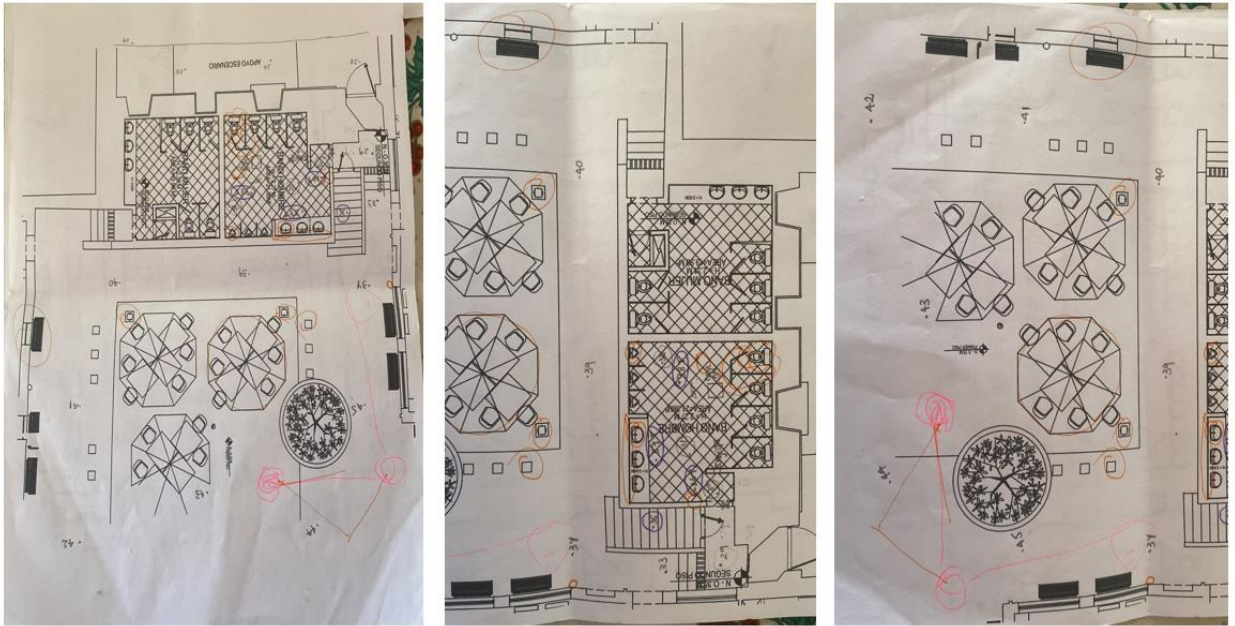
Para dar inicio al levantamiento es importante seguir la ruta de puntos formulada evitando retrocesos, perdida y confusión de los elementos o zonas realizadas. Por lo cual seguir la ruta de puntos es lo más importante dentro de este levantamiento ya que nos permitirá avanzar de manera considerable y ordenada siguiendo un consecutivo el cual al momento del procesamiento o unión de puntos permitirá tener un primer acercamiento o traducción más sencilla. Sin embargo, dado el caso se requiera generar una toma de un punto intermedio o complemento entre 2 puntos ya realizados no afectará en nada todo el trabajo ya realizado (no se requiere iniciar de 0) sin embargo si es importante tenerlo presente al momento del procesamiento de nube de puntos.

Figura 21
Ruta de levantamiento



21 Puntos - Levantamientos

Nota. Ruta generada para garantizar un orden al momento de realizar el trabajo de levantamiento en campo. Elaboración propia.

Figura 22*Borrador ruta de levantamiento*

Nota. Borrador de ruta realizado en campo. Elaboración propia.

4. Configuración del equipo

Si bien se sabe cada equipo implementado para realizar levantamientos para posteriormente digitalizarlos y convertirlos en un gemelo digital nos menciona una distancia máxima entre toma o levantamiento, evitando pérdida de información o eliminación de continua, nunca es bueno tomar esta medida como base para distanciar los diferentes puntos de levantamiento ya que entre más cerca se encuentren estos puntos más elementos compartidos habrán entre sí, permitiendo una unión y traducción de nube de puntos para posteriormente realizar un modelado.

Dentro de la configuración del equipo es importante conocer la necesidad del levantamiento ya que muchos de los equipos del mercado ofrecen levantamientos o nube de puntos, imágenes 360, y otro tipo de archivos crudos que permiten realizar recorridos virtuales, a partir de estos elementos se

plantean una serie de configuración como lo es la calidad y definición de los elementos en la nube de puntos (entre más detalle se requiera más densa y pesada se convierte la nube de puntos), el color y sus texturas juegan un gran papel ya que de esta depende el tamaño del archivo, permitiendo la facilidad o dificultad en su procesamiento. Dentro de otras configuraciones del equipo es importante referenciar el espacio ya sea por nombre o si el equipo lo permite a través de coordenadas, introduciéndolas manualmente o en su defecto activando elementos como GPS propios del equipo, ya que estos permitirán localizar dicho levantamiento en Coordenadas globales y así mismo la ubicación del proyecto.

Si nos centramos a una configuración propia del equipo cabe aclarar que este se debe diferenciar por un nombre propio y más si dentro de este equipo ya se cuentan con otro tipo de archivos o levantamientos, una vez se destine el nombre general del proyecto cada levantamiento 1 a 1 se nombrara automáticamente de manera ascendente, por lo cual es muy importante tener claro con qué # (numero) de levantamiento se da inicio.

Dentro del tiempo de levantamiento se encuentran diferentes condiciones o elementos que juegan un gran papel en la cantidad de tiempo que se demora el equipo ya que esto depende de su calidad, tonalidad (blanco y negro) y de los elementos presentes en el entorno. El tiempo promedio para realizar un levantamiento con una calidad óptima para realizar un modelado o gemelo digital, teniendo como configuración de levantamiento a color se demora de 5 a 10 min aproximadamente, entendiendo que el equipo ofrece el levantamiento a través de una nube de puntos y al finalizar una fotografía 360°.

Figura 23

Armado de equipo – Laser scanner



Nota. Se realiza registro fotográfico del armado y montaje del equipo para dar inicio al levantamiento.
Elaboración propia.

Figura 24
Configuración laser scanner



Nota. Se realiza registro fotográfico de la configuración básica del laser scanner. Elaboración propia.

5. Tiempo de ejecución y almacenaje

La autonomía del equipo depende de su vida útil o el tiempo el cual ya se halla utilizado, un equipo en buenas condiciones llega a realizar un trabajo continuo de aproximadamente 5 horas

Figura 25
Ejecución levantamiento



Nota. Registro fotográfico del levantamiento realizado en campo. Elaboración propia.

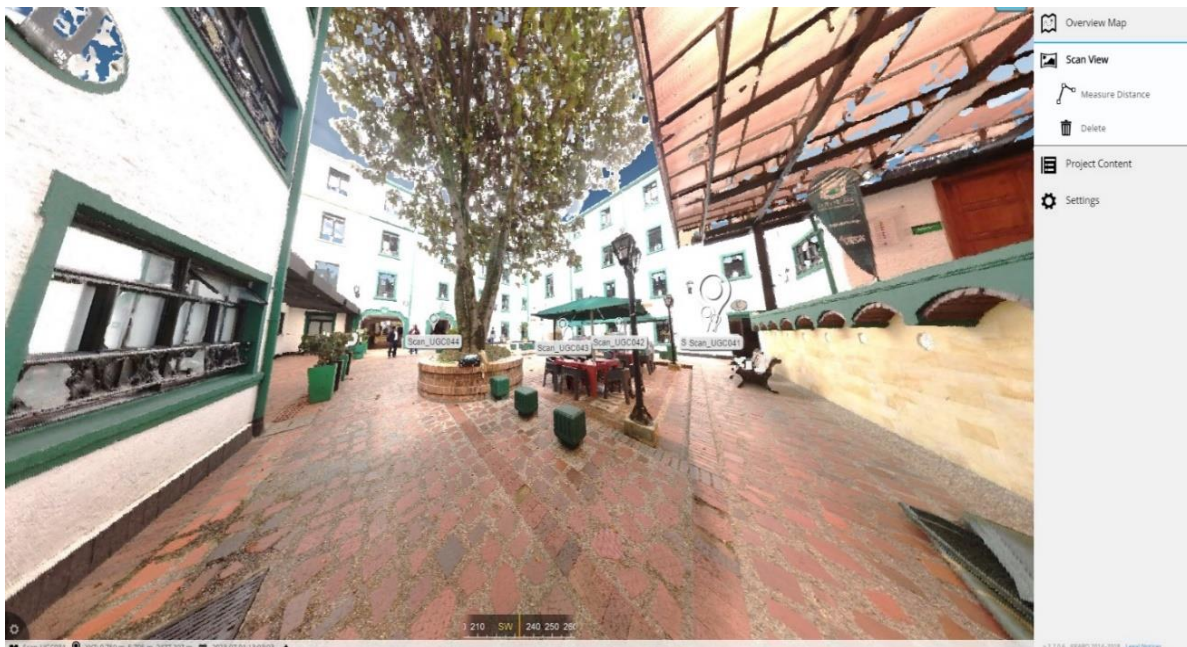
teniendo en cuenta que se encuentre cargado en un 100% , por otro lado su almacenaje varia dependiendo las exigencias o características con las cuales se desarrolle dicho levantamiento sin embargo se debe tener en cuenta que la capacidad mínima de almacenaje debe ser 32GB en un sistema Micro SD o según el equipo podría llegar a permitir adaptar un disco externo.

6. Programas

Dentro del apartado de programas se cuenta con la necesidad de implementar 2 tipos de herramientas ya sean manuales y digitales, los cuales generen un complemento y compatibilidad entre sí, ya que estos serán la mayor figura o herramienta que permitirá enseñar, gestionar y manipular toda la información digitalizada.

Para la ejecución y puesta en marcha de este proyecto se implementó la herramienta manual Laser Scanner FARO Focus 350 el cual es un dispositivo de alta precisión diseñado para realizar

Figura 26
Visualizador Scene 2go



Nota. Visualizador obtenido gracias a la implementación y uso de laser scanner FARO. Elaboración propia.

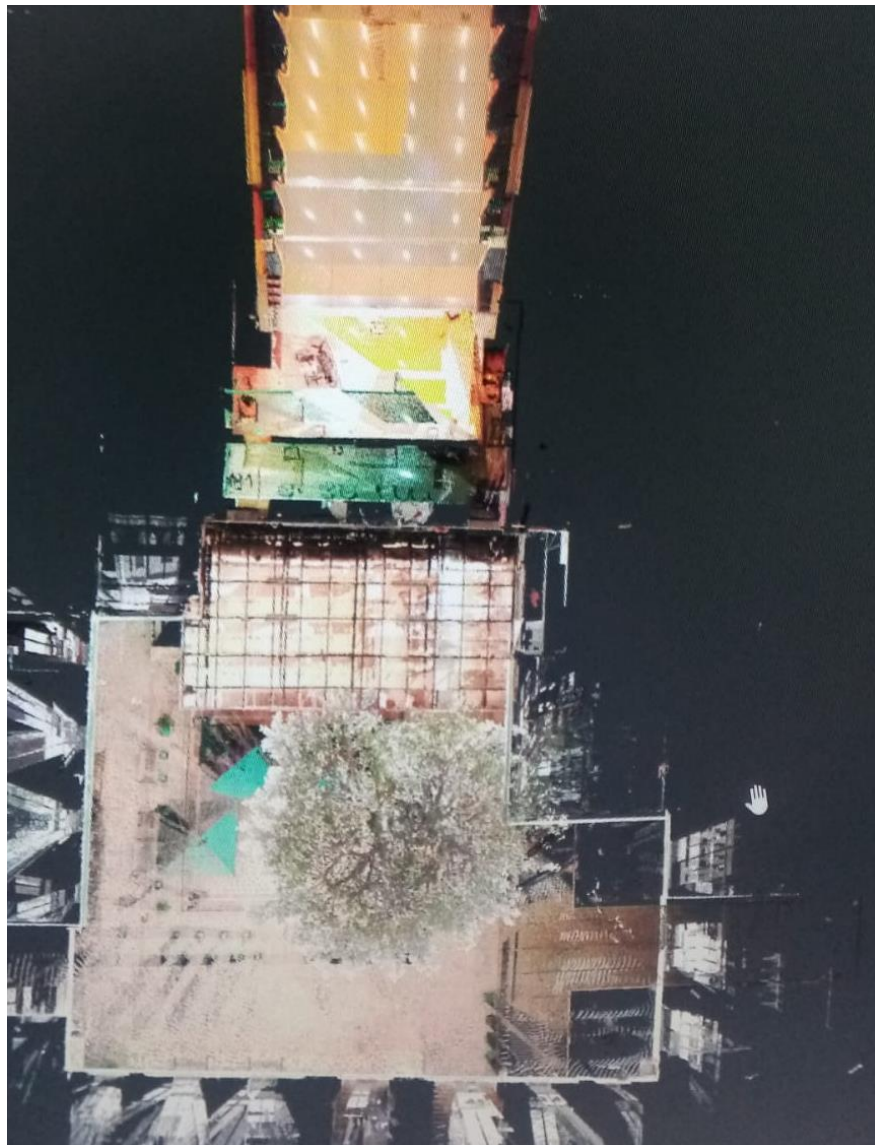
levantamientos en exteriores o interiores, beneficiando su óptimo tamaño y alta precisión ($\pm 2\text{mm}$) y con una distancia máxima de 350m.

Gracias a la utilización de esta herramienta y desarrollo de su software nos garantiza y ofrece una vista previa del levantamiento una vez finalizado, revisando los límites o alcances del equipo, cabe aclarar que esta visualización, sus parámetros, colores y texturas depende de la configuración generada antes del levantamiento.

A través de la visualización nos garantiza tener la plena seguridad que el espacio levantado o digitalizado es el que realmente se requiere, evitando pérdidas de espacios, muros o cualquier otro elemento arquitectónico que se encuentre en este entorno.

Figura 27

Nube de puntos cruda



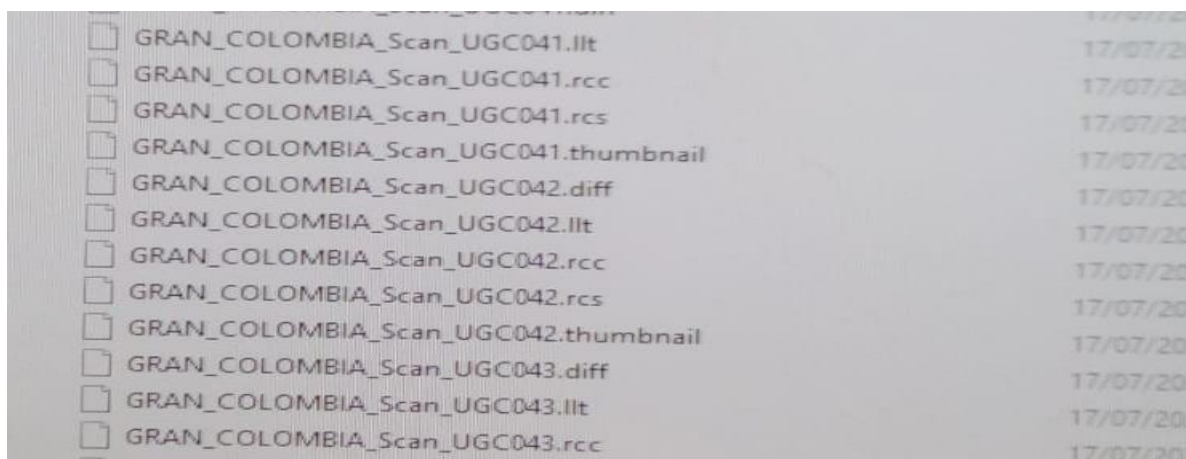
Nota. Nube de puntos obtenida totalmente cruda sin ninguna manipulación o alteración. Elaboración propia.

7. Procesamiento nube de puntos

Una vez realizado todo el trabajo en campo se procede a realizar la extracción de la información directa del equipo con el fin de traducir está a un sistema digital. Teniendo como resultado de esta actividad una variedad de archivos totalmente separados según cada uno de los puntos situados del levantamiento, es decir el resultado una vez ejecutado todo el trabajo en campo se basa en una cantidad X (21 puntos para el caso de estudio) de nubes de puntos totalmente individuales las cuales se deben procesar y proceder a realizar su unión perfecta a partir de similitudes o elementos compartidos en cada una de las nubes existentes. Para este caso se implementó el programa RECAP de Autodesk el cual nos logra dar un resultado totalmente satisfactorio y generando 100% compatibilidad con programas de modelado los cuales se encuentran al alcance del proyecto, de igual manera este permite y garantiza un lenguaje compatible de exportación en los diferentes archivos como lo son .XYZ, .e57, .Rcc, .Rcs, y hasta DWG, los cuales son las extensiones o tipología de archivos mayormente utilizadas en los procesos de levantamientos y/o gemelos digitales. El procesamiento final de las nubes de puntos permite garantizar un resultado casi preciso para su modelado y reconocimiento de los elementos que lo componen. Cabe aclarar que esta nube de puntos una vez exportada no logra mantener una

Figura 28

Listado nube de puntos crudas



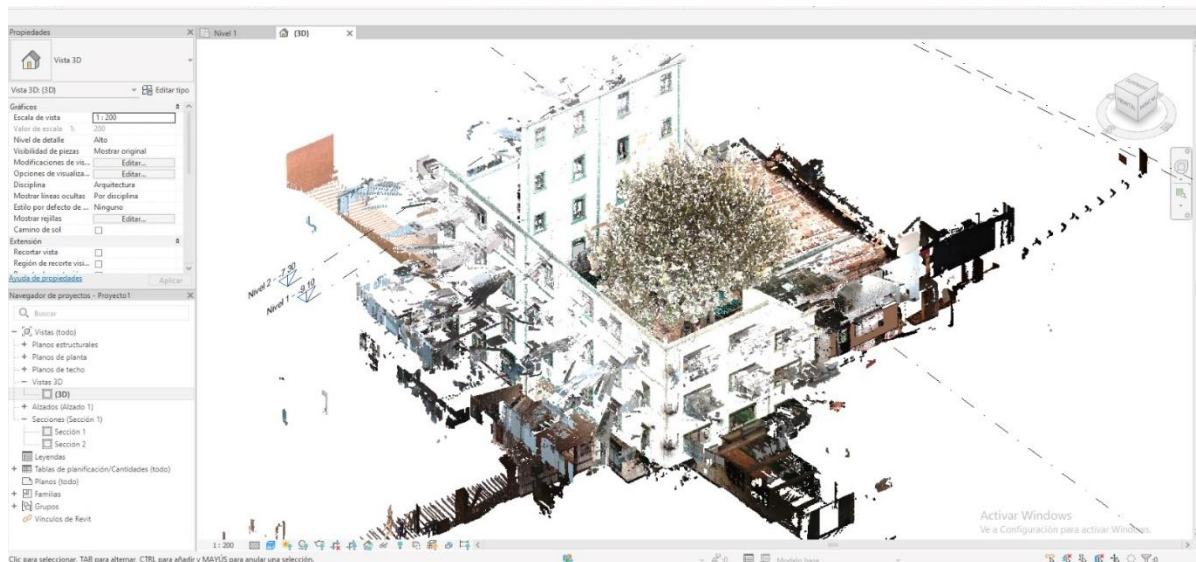
Nota. Listado de nubes de puntos obtenidas para procesamiento. Elaboración propia.

referencia clara para tomar de base una vez iniciado el modelado, por lo cual es importante tener elementos, espacios o referencias las cuales permitan garantizar un punto de trabajo claro.

8. Modelado

Una vez finalizado el procesamiento de la nube de puntos se inicia el modelado en el programada de preferencia, que para el caso de estudio se utiliza Revit de Autodesk, se parte de incluir la nube de puntos totalmente completa en extensión .rcp, darle un orden o permitir una orientación sobre un plano cartesiano de XYZ, garantizando que todo el sistema de modelado se encuentre totalmente recto y al momento de generar planimetrías, vistas y plantas no se evidencie ninguna desviación o giro.

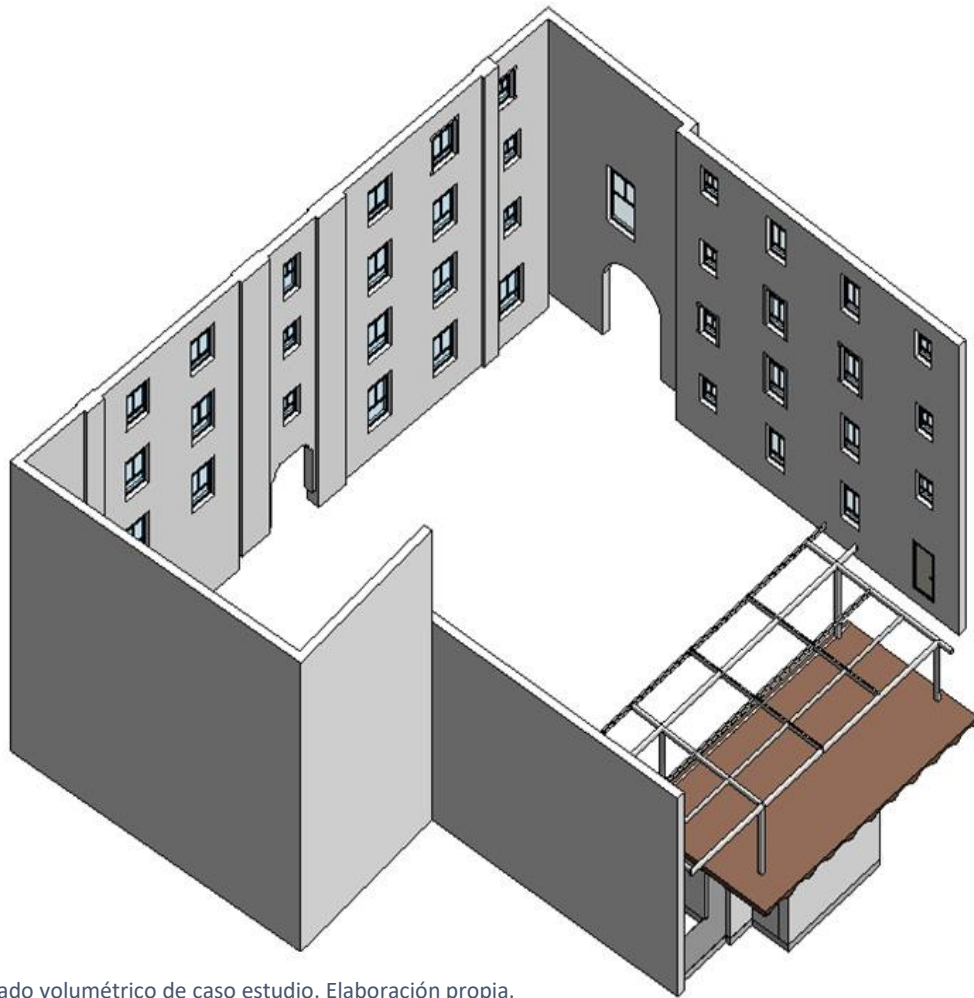
Figura 29
Nube de puntos



Nota. Nube de puntos plazoleta de arquitectura. Elaboración propia.

Una vez incluida la nube de puntos dentro del programa o software de modelamiento se debe dar inicio al modelo, el cual en la mayoría de las oportunidades se inicia a traducir todo lo relacionado a espacios solidos o volúmenes compactos como lo serian muros y vanos de ventanas, de tal manera que

Figura 30
Primer borrador modelado



Nota. Modelado volumétrico de caso estudio. Elaboración propia.

estos elementos sirvan de guía y ubicación para continuas modificaciones.

Una vez se cuente con todo el volumen esquemático del modelo se debe proceder a instalar todos los elementos superficiales como lo son bajantes, ventaneria, elementos de sobreponer como

tomas, aparatos sanitarios, ventilaciones y cualquier otro objeto el cual se deba diseñar desde cero o ya sea un elemento base ajustado al modelo requerido.

Figura 31*Diseño modelo de ventana***Vista elemento nube de puntos****Vista elemento modelado**

Nota. Comparativo de uno de los elementos modelado a detalle con el fin de garantizar mayor similitud de estos objetos que requieren mantenimiento. Elaboración propia.

Cabe aclarar que dependiendo el levantamiento y los elementos que componen este espacio se pueden tomar familias, objetos, grupos o bloques ya existentes en la red de tal manera que asemeje la realidad, esto depende del nivel de detalle el cual el cliente solicite, debido a que si dentro del modelo únicamente se da importancia a conocer la ubicación de los elementos sin importar detalles mayores como referencia, color, alturas, y demás es irrelevante generar un bloque o familia desde cero la cual sea totalmente precisa con la realidad. Es importante dentro del modelado iniciar con los espacios subterráneos o deprimidos ya que, al contener una placa, muro, o piso sobre el mismo, generara malestares y dificultades al momento de diseñar, por lo cual es importante iniciar el modelo de manera ascendente.

Una vez finalizado todo el modelo con sus desniveles, objetos fijos, objetos superficiales, mobiliario, elementos de iluminación y cualquier otro que lo componen es importante verificar las texturas utilizadas, o si en su defecto si se diseñó esta tipología de textura ya sea para pisos, techos o cualquier elemento, el software Revit lo cargara de manera automática en próximas aperturas, sin



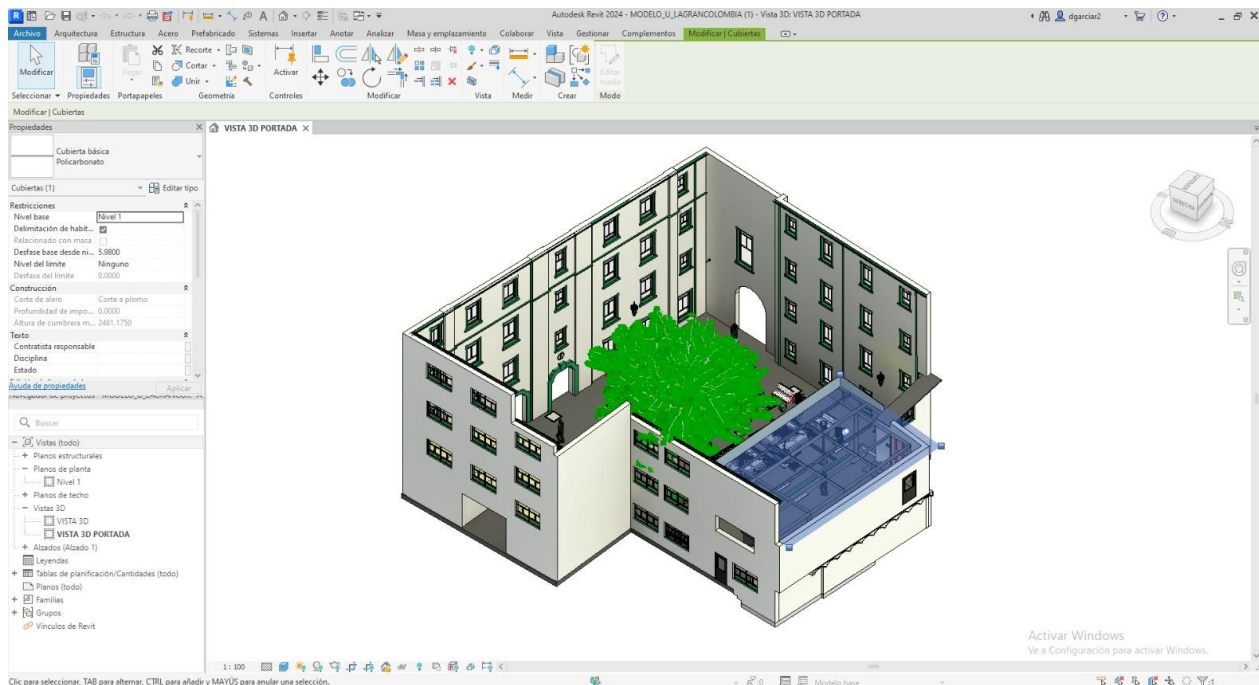
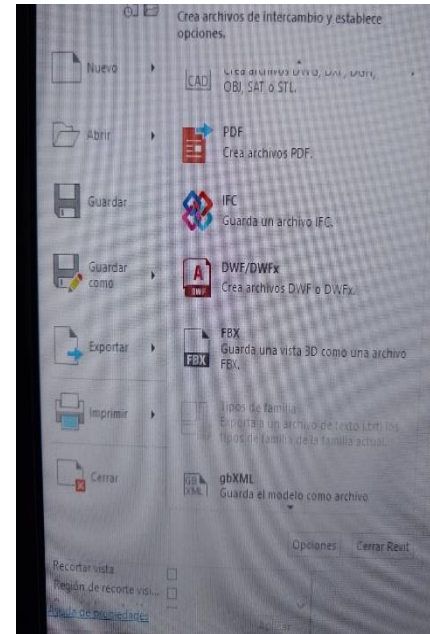
embargo si este material es extraído de la red y cargado al modelo es importante mencionar que siempre que el modelo sea visualizado desde otro equipo se debe adjuntar o enviar el paquete completo incluyendo toda la tipología de texturas ya que de lo contrario el modelo se verá sin colores, texturas y totalmente plano. Dentro de las opciones para enviar todo el paquete junto se encuentra cargar toda la información a 1 sola carpeta y compartir la misma, no solo el modelo en formato .rvt sino que también sus extensiones, por otro lado también se puede generar una exportación desde REVIT en formato .IFC el cual es compatible con muchos programas de visualización y diseño. (Ir archivo  Exportar  IFC).

Figura 33
Visual de modelo



Nota. Vista modelo final . Elaboración propia.

Figura 32
Exportación modelo



Nota. Extensión compatible para exportación. Elaboración propia.

Figura 34
Vista plazoleta modelo



Nota. Perspectiva de visual plazoleta de arquitectura . Elaboración propia.

Figura 36

Conjugación plazoleta modelo vs nube de puntos



Nota. Comparativa de modelo vs nube de puntos con el fin de dimensionar su similitud. Elaboración propia.

Figura 35

Conjugación fachada vs nube de puntos



Nota. Comparativa de modelo vs nube de puntos respecto a una fachada plazoleta de arquitectura. Elaboración propia.

Capítulo VI – Formular

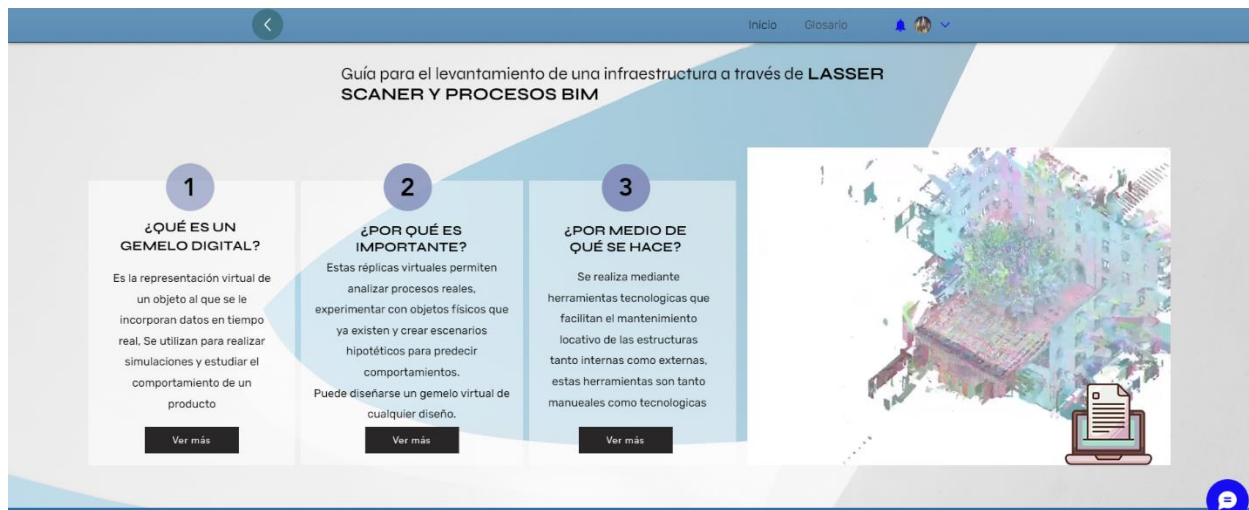
Una vez realizado todo el proceso de consulta documental, planteamiento del problema, ruta de trabajo y como tal efectuado todo el procedimiento de trabajo tanto en campo, físico y digital se procede a analizar la información con la finalidad de dar respuestas a las incógnitas o problemáticas planteadas al iniciar este proyecto, por lo cual se plantean un análisis de la información formulando una guía de mantenimiento digital la cual explica a todos los consultores, administradores del inmueble y personal de mantenimiento como realizar este tipo de actividad por su propia cuenta, y que elementos se deben de tener en cuenta para ejecución del mismo, siendo así se plantean diversos aspectos como lo son:

1. Guía de levantamiento

Se diseñó una guía didáctica a través de una página web de fácil consulta la cual se puede visualizar desde cualquier parte del mundo y que de igual manera esta sea manejable para cualquier tipo de personal sin necesidad de contar con conocimientos tan avanzados de manejo de páginas o

Figura 37

Encabezado guía – página web

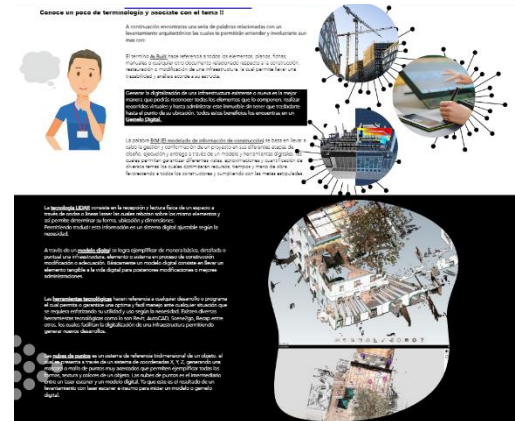


Nota. Visual de primer página, guía interactiva virtual. Elaboración propia.

navegación en línea.

La cual cuenta con una sección de glosario que te permitirá realizar un pequeño acercamiento hacia la terminología relacionada a un levantamiento arquitectónico de tal manera que logres entender toda la información encontrada al continuar navegando por nuestra página o guía interactiva, evitando que la consulta de esta sea un poco dificultosa.

Figura 38
Glosario guía



Nota. Glosario básico respecto a temática. Elaboración propia.

Dentro del apartado #1 “¿Qué es un gemelo digital? podrás encontrar la temática central de investigación y proyecto como lo es un gemelo digital, el cual como su nombre lo dice busca imitar en

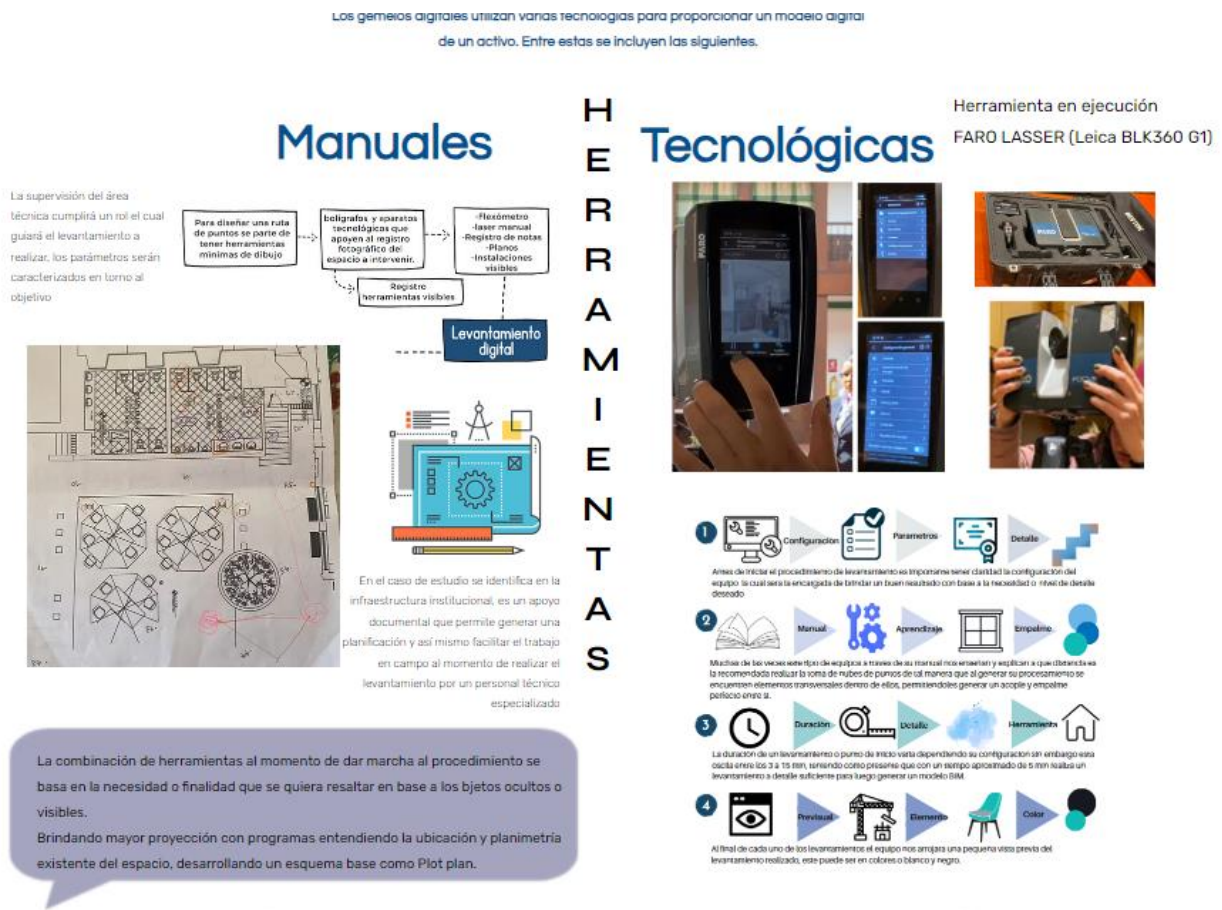
Figura 39
Termino gemelo digital guía



Nota. Palabra base de investigación. Elaboración propia. de generar una digitalización de tu infraestructura.

semejanza la realidad de una infraestructura, proceso el cual se presenta como resultado o finalidad de una etapa productiva. Asi mismo podras encontrar en el numeral #2 algunas de las utilidades que tienen los levantamientos arquitectonicos, rendimientos de jecucion de este tipo de actividades, la eficiencia con la cual los gemelos digitales cumplen su objetivo en compañía de una serie de datos y como tambien cuales son las ventajas

Figura 40
Herramientas de guía

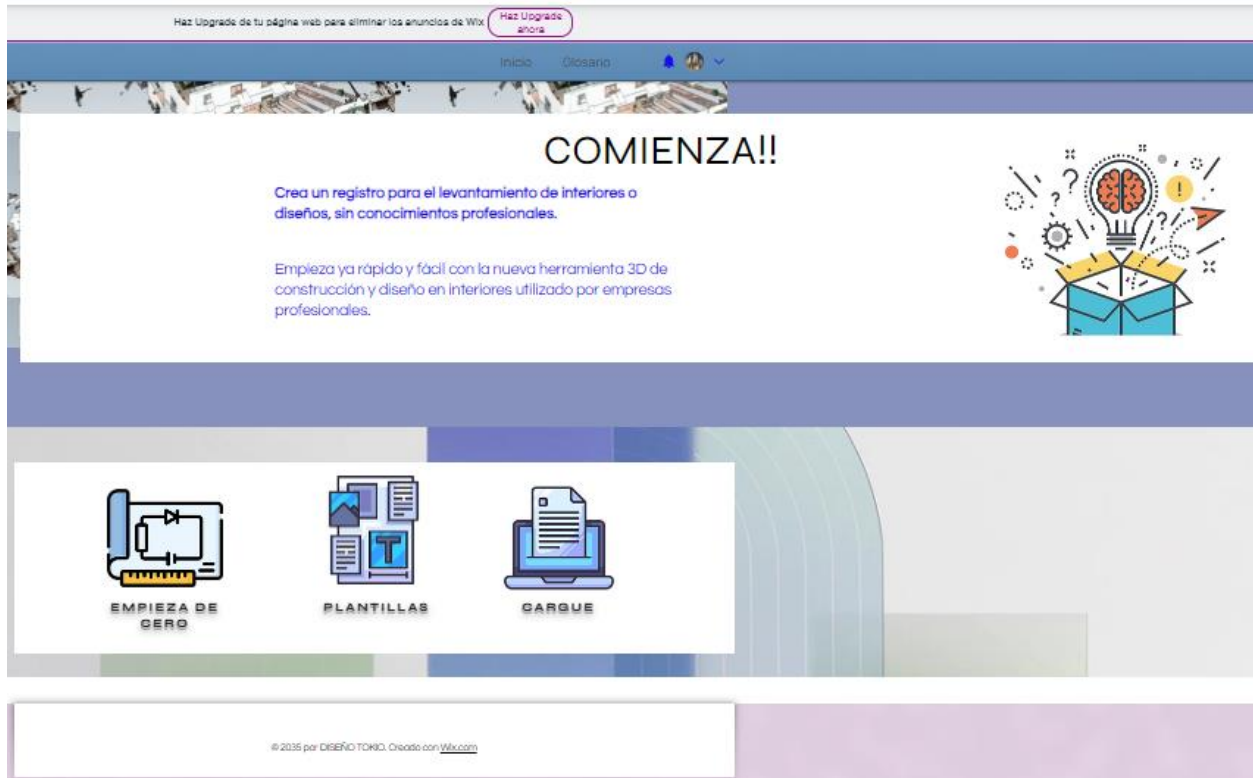


Nota. Herramientas implementadas durante la investigación. Elaboración propia.

La guía interactiva te permite conocer un poco sobre la utilización de herramientas tanto manuales, como tecnológicas que se requieren para realizar un levantamiento arquitectónico. Cabe aclarar que a través de esta guía no se promueve el uso específico de alguna herramienta, sino para la ejecución y ejemplificación de investigación en base al caso de estudio se utiliza la herramienta FARO debido al fácil acceso o apoyo externo con el que se cuenta.

Por otro lado podrás encontrar documentos de soporte los cuales los podrás usar para generar

Figura 41
Zona de descarga guía



Nota. Zona de descarga de información en guía interactiva. Elaboración propia.

prácticas o tener una mayor interacción con los sistemas utilizados, de tal manera que al momento que realices tu levantamiento ya cuentas con diversas prácticas, conocimientos y tips para realizarlo de la mejor manera posible.

Finalmente si quieres enfatizar en algún punto específico, fase o punto secuencial de un levantamiento arquitectónico podrás encontrar una serie de pasos con sus respectivas imágenes representativas según el caso de estudio, los cuales te permitirán reforzar tu conocimiento sobre el manejo y puesta en marcha de un levantamiento arquitectónico.

Enlace guía interactiva: <https://danielgromero2000.wixsite.com/guia-de-levantamiento>

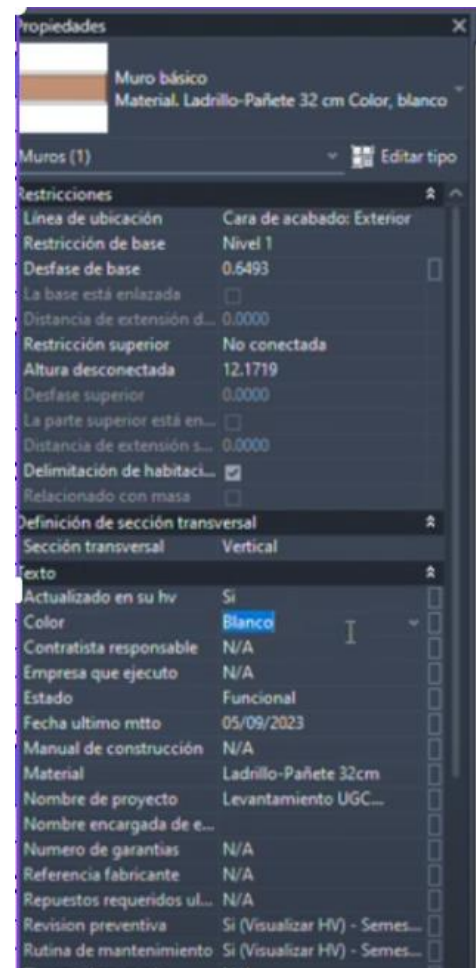
2. Formatos de seguimiento

No solo basta con generar un levantamiento arquitectónico de tu infraestructura, sino que también se busca dar respuesta a la mayor problemática identificada, ya sea el control y seguimiento a las actividades o modificaciones realizadas a la infraestructura o a la precisión y conocimiento de los elementos que lo componen.

Por lo cual es de gran importancia generar planes de trabajo o cronogramas de mantenimiento los cuales entran directamente al proceso de reparaciones locativas o nuevas adecuaciones, así mismo continuar alimentando la información que se encuentra digitalizada, como lo podría ser añadir nuevos parámetros a cada elemento digitalizado de tal manera que este cuente con una hoja de seguimiento tanto física como digital.

Se debe generar un aprovechamiento de los recursos existentes una vez se cuente con toda la infraestructura digitalizada ya que esta te permitiría mantener en el tiempo diversas características de los elementos sin tener que ir hasta el punto de origen o ubicación exacta en donde se encuentre el

Figura 42
Visual de parámetros





Nota. Parámetros incluidos según elementos en modelado. Elaboración propia.

elemento, facilitandote a programacion de actividades o el remplazo de las mismas.

Genera parámetros o características a cada elemento a partir de su nivel de detalle (LOG) y dale atributos a cada uno de ellos (LOIN), para esto puedes generar matrices o checklist de todos los elementos que componen tu espacio arquitectonico y asi mismo diferenciarlos por su ubicación, de tal manera que encuentres ciertas similitudes o diferencias entre ellos evitando que al momento de realizar alguna reparacion o sustitucion se presenten equivocaciones en referencias, colores, o texturas debido al lugar en donde se ubican.

Figura 43
Propuesta cronograma

CONTROL REGISTRO DE MANTENIMIENTOS USC SEDE CENTRO										UNIVERSIDAD La Gran Colombia											
																					
DETALLE										2023											
CATEGORIA	#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA	ENLACE	Ubicación	Personal Requerido	Materiales, equipos y herramientas Requeridas	Frecuencia	Semana de ejecución en el mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Mantenimiento instalaciones eléctricas	1	Mantenimiento interruptores	IR	1. Torre principal principal de arquitectura 2. Zona inferior torre principal de arquitectura 3. Torre principal	Personal tecnico con conocimientos basicos en instalaciones electricas de media tension.	Descendentes, Bases, Soportes, multímetros, alicates, pinzas, ahorradores de tiempo, equipo de medición de potencia, filtros de aire, de aceite	Mensual	Última semana		/	/	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Mantenimiento instalaciones eléctricas	2	Mantenimiento toma corriente	IR	1. Torre principal principal de arquitectura 2. Zona inferior torre principal de arquitectura 3. Torre principal	Personal tecnico con conocimientos basicos en instalaciones electricas de media tension.	Descendentes, Bases, Soportes, multímetros, alicates, pinzas, ahorradores de tiempo, equipo de medición de potencia, filtros de aire, de aceite	Semanal	Segunda semana	/	/	/	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Mantenimiento instalaciones eléctricas	3	Mantenimiento iluminación	IR	1. Torre principal principal de arquitectura 2. Zona inferior torre principal de arquitectura 3. Torre principal	Personal tecnico con conocimientos basicos en instalaciones electricas de media tension.	Descendentes, Bases, Soportes, multímetros, alicates, pinzas, ahorradores de tiempo, equipo de medición de potencia, filtros de aire, de aceite	Mensual	Última semana	/	/	/	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Mantenimiento instalaciones eléctricas	4	Inspección y/o mantenimiento tableros eléctricos	IR	1. Torre principal principal de arquitectura 2. Zona inferior torre principal de arquitectura	Personal tecnico con conocimientos basicos en instalaciones electricas de media tension.	Descendentes, Bases, Soportes, multímetros, alicates, pinzas, ahorradores de tiempo, equipo de medición de potencia, filtros de aire, de aceite	Mensual	Última semana	/	/	/	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	5																				

Nota. Formato de control propuesto para mejorar la gestión documental o registro de actividades realizadas. Elaboración propia.

Figura 44
Parámetros modelo

Nombre del proyecto	Texto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Código de control	Texto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Fecha de construcción / instalación	Texto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Gasto comercial	Texto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI
Estado	Texto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
INFORMACION DEL FABRICANTE	MUÑO	PIRO		PUERTA METAL		PUERTA MADERA		VENTANAS		PIEALLA SUMIDERO		ISOLAPDO		LUMINACION		SILLAS		SOMBRELLA				
	LOG	LOIN	LOG	LOIN	LOG	LOIN	LOG	LOIN	LOG	LOIN	LOG	LOIN	LOG	LOIN	LOG	LOIN	LOG	LOIN	LOG	LOIN		
Fabricante	Texto	SI	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A			
Contacto fabricante	Texto	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A			
Información técnica	Texto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
Referencia fabricante	Texto	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A			
Manual de construcción	Texto	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A			
Tipo de elemento	Texto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
Material	Texto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
Color	Texto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			
URL	Texto	N/A	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A	SI	N/A			

Nota. Listado de elementos y parámetros determinados para cada objeto incluido en modelado. Elaboración propia.

Figura 45
Propuesta HV de mantenimiento

UNIVERSIDAD La Gran Colombia		REGISTRO DE MANTENIMIENTO				
		HOJA DE VIDA MANTENIMIENTO A INSTALACIONES UGC - SEDE CENTRO				
		VOLVER				
Actividad	Mantenimiento interruptores					
Código		1.00				
Categoría	#/N/D					
Personal Requerido	Personal tecnico con conocimientos basicos en instalaciones electricas de media tensión.					
Frecuencia	Mensual					
Ubicación	#/N/D					
Material, equipos y herramientas Requeridas	Mensual					
RUTINA DE MANTENIMIENTO						
ACTIVIDAD						
Verifique el funcionamiento del interruptor Ajuste tornillería Realice limpieza o desmanche. En caso de encontrarse roto, manchada o dañado por favor realizar el remplazo por un nuevo elemento						
Marque con equis (X) si el mantenimiento ejecutado es Preventivo P o Correctivo C						
HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS						
FECHA	ACTIVIDADES DESARROLLADAS	P	C	REPUESTOS	EJECUTO	VALIDO
01/01/2023	Se realiza el mantenimiento de interruptores evidenciando que no se encuentran con novedades	X		No requiere	Luis Silva	Daniel Garcia

Nota. Hoja de vida propuesta para cada actividad de mantenimiento. Elaboración propia.

Conclusiones y Recomendaciones

1. La implementación de elementos de levantamiento y nuevas tecnologías permiten la digitalización de una infraestructura ya construida sin importar que esta no cuente con ninguna información planimétrica, permitiendo generar mayores controles de mantenimiento.
2. La administración remota de un inmueble se puede dar gracias a la digitalización de una infraestructura a través de un gemelo digital, generando ahorros de tiempos y desplazamientos del personal administrativo.
3. Los tiempos de levantamiento de este sistema son muy mínimos a comparación del resultado que se puede llegar a obtener.
4. Cabe aclarar que este tipo de investigaciones permiten abrir mayores puertas al desarrollo de nuevas tecnologías ya que actualmente no se cuenta con mucha información de las mismas.
5. El uso de nuevas tecnologías es el futuro de la construcción y mantenimiento de las infraestructuras existentes en Colombia.

Figura 46
Visual gemelo digital



Nota. Visual final de gemelo digital, resultado de modelo. Elaboración propia.

Lista de Referencia o Bibliografía

Quintana, J.M. (15 de junio 2019) Antecedentes e historia del scaneo 3D aplicado a la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (Publicación artículo internet). The Building Information Modelling (BIM)

<https://www.scanphase.com/post/antecedentes-e-historia-del-escaneo-3d-aplicado-a-la-arquitectura-ingenier%C3%ADa-y-construcci%C3%B3n>

Lerma García, J, L. & Biosca Tarongers, J, M. (5 septiembre 2008), Teoría y práctica del Escaneado Láser Terrestre, Material de aprendizaje basado en aplicaciones prácticas.

http://jllerma.webs.upv.es/pdfs/Leonardo_Tutorial_Final_vers5_SPANISH.pdf

Rúa, M, (2014) Arquitectura autosuficiente, (Síntesis Arquitectura) <https://elibro>

[net.bibliodigital.ugc.edu.co/es/lc/ugc/titulos/59730?as_all=ARQUITECTURA&as_all_op=unaccent__icontains&prev=asCorte Constitucional \[C.C.\], enero 22, 2004, M.P: M. Cepeda. Sentencia T-025/04. Colombia. 10/02/2020. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2004/t-025-04.htm>](https://net.bibliodigital.ugc.edu.co/es/lc/ugc/titulos/59730?as_all=ARQUITECTURA&as_all_op=unaccent__icontains&prev=asCorte%20Constitucional%20[C.C.],%20enero%2022,%202004,%20M.P:%20M.%20Cepeda.%20Sentencia%20T-025/04.%20Colombia.%2010/02/2020.)

iToca Fernandez, A. (2010) Arquitectura y ciudad. (Instituto Politécnico Nacional). <https://elibro>

[net.bibliodigital.ugc.edu.co/es/lc/ugc/titulos/104758?as_all=ARQUITECTURA&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as Dec. 2374 / 93, noviembre 30, 1993. Ministerio de Educación Nacional. \(Colombia\). 10/02/2020. \[https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-104283_archivo_pdf.pdf\]\(https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-104283_archivo_pdf.pdf\)](https://net.bibliodigital.ugc.edu.co/es/lc/ugc/titulos/104758?as_all=ARQUITECTURA&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as%20Dec.%202374%20/%2093,%20noviembre%2030,%201993.%20Ministerio%20de%20Educaci%C3%B3n%20Nacional.%20(Colombia).%2010/02/2020.)

Rúa García, M. (2018) Costos Arquitectura con empatía, (Síntesis Arquitectura).

[https://elibronet.bibliodigital.ugc.edu.co/es/lc/ugc/busqueda_avanzada?as_all=ARQUITECTURA
&as_all_op=u_naccent__icontains&prev=as](https://elibronet.bibliodigital.ugc.edu.co/es/lc/ugc/busqueda_avanzada?as_all=ARQUITECTURA&as_all_op=u_naccent__icontains&prev=as)

García-Morales, E., & Gallego-García, Ángeles. (2022). Nuevos retos en la gestión documental y preservación digital en empresas de ingeniería. Anuario ThinkEPI, 16.

<https://doi.org/10.3145/thinkepi.2022.e16a40>

Anexos

Tipo de LOG	Descripción
1	Representación esquemática, sin tonalidad, texturas propias del elemento y medidas precisas. Forma conceptual
2	Representación de elementos compuesto por su forma 100% idéntico a la realidad, con sus accesorios básicos, aperturas, perforaciones. Forma precisa
3	Representación de los elementos de manera aproximada asimilando sus características, dimensiones y forma. Pre diseño
4	Representación precisa a detalle con similitud en sus texturas propias, dimensiones precisas y similitud en su forma o diseño. Diseño acoplado al modelo.
5	Representación precisa a detalle, con textura propia del elemento, dimensiones precisas, elementos complementarios adjuntos, manejo de escala. Elemento propio de creación

EIR, Employer Information Requirements	
TECNICO	
Objetivos del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ● Caracterizar la arquitectura, estructura y redes del caso de estudio para reconocer funcionalidad, sistema constructivo, relación de espacios, sistemas de servicios públicos y demás elementos arquitectónicos que lo componen. ● Analizar las diferentes metodologías, herramientas y programas para el levantamiento y modelado 3D BIM, de activos / pasivos, visibles y ocultos para identificar una matriz D.O.F.A. ● Formular un proceso metodológico y práctico para la construcción de un gemelo digital que incorpore alcances, tecnologías, recursos humanos, formatos de intercambio, entregables, normas, estándares y procedimientos.
Objetivos de BIM en el proyecto	Diseñar un gemelo digital aportando diversas características y formatos agregados los cuales apoyen la gestión de mantenimiento.
Usos y alcances BIM	Gemelo digital plazoleta de arquitectura bloque K - Universidad la Gran Colombia
LOD y LDI para cada especialidad y componente	Ver pestaña Adjunta
Plataformas colaborativas, Software de modelado y Coordinación	RECAP - AUTOCAD - AUTODESK VIEWER - FARO - SCENE2GO - REVIT
ADMINISTRATIVO	
Estándares y normativas	ISO 19650
Roles y responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> ● Investigadores o profesionales: Ejecución, procesamiento y planteamiento de posibles soluciones a raíz del levantamiento realizado. ● Administradores de inmueble: Gestión y control de formatos. ● Auxiliares de mantenimiento: Ejecución y consulta de la infraestructura existente. ● Personal externo: Consulta y reconocimiento del espacio (previo permiso).
Segregación de información	Según la necesidad
Plan de entregas	Actualización constante de documentos de control/gestión de mantenimiento.
ENTREGA	
Plataformas de entrega de la información	Revit - Scene 2go - Autodesk Viewer . Entrega física
Formatos de entrega	RCP - DWG - RVT - Paquete Office

Tipo de LOIN	Descripción
A	Información General del proyecto: Información básica de identificación del proyecto como el tipo de edificio o
B	Propiedades físicas y geométricas: Información de las características y propiedades físicas de las entidades tales como
C	Propiedades geográficas y de localización espacial: Información de las propiedades de ubicación espacial y geográficas
D	Información para el fabricante y/o constructor: Información específica para la fabricación y/o construcción, como el
E	Especificaciones Técnicas: Información de la especificación técnica de la entidad, incluyendo manuales, peso de
F	Información de estimación de costos: Información básica para la estimación del costo total del activo, como, por
G	Información de energía: Información de características energéticas de las entidades, como restricciones de ambiente
H	Información de Sostenibilidad: Información sobre condiciones de sostenibilidad, requerimientos de calidad de
I	Condiciones del sitio y medioambientales: Es información de las características generales del sitio y su entorno tales
J	Cumplimiento de programa: Información clave para realizar una validación del cumplimiento del programa funcional
K	Cumplimiento normativo: Información que permita revisar el cumplimiento normativo y los requerimientos de
L	Información de fases, secuencia de tiempo y calendarización: Información que permita revisar fases, secuencias de
M	Información de Logística y secuencia de construcción: Información clave para revisar la logística de la construcción y su
N	Información de Entrega para la operación: Información clave para apoyar el funcionamiento de la entrega de la
O	Información de la Gestión de Activos: Información para la gestión del activo como, tipos de productos, tipos de