

Guía de Levantamiento arquitectónico patrimonial

con dispositivos móviles

El levantamiento arquitectónico y el modelado BIM (Building Information Modeling) han emergido como herramientas vitales para documentar, conservar y gestionar de manera efectiva el patrimonio arquitectónico. Esta investigación se centra en la exploración del levantamiento arquitectónico con técnicas de escaneo 3D empleadas con dispositivos móviles (Smartphones y tablets) para la generación de modelos tridimensionales bajo la metodología BIM como medida de preservación y/o conservación de inmuebles patrimoniales.

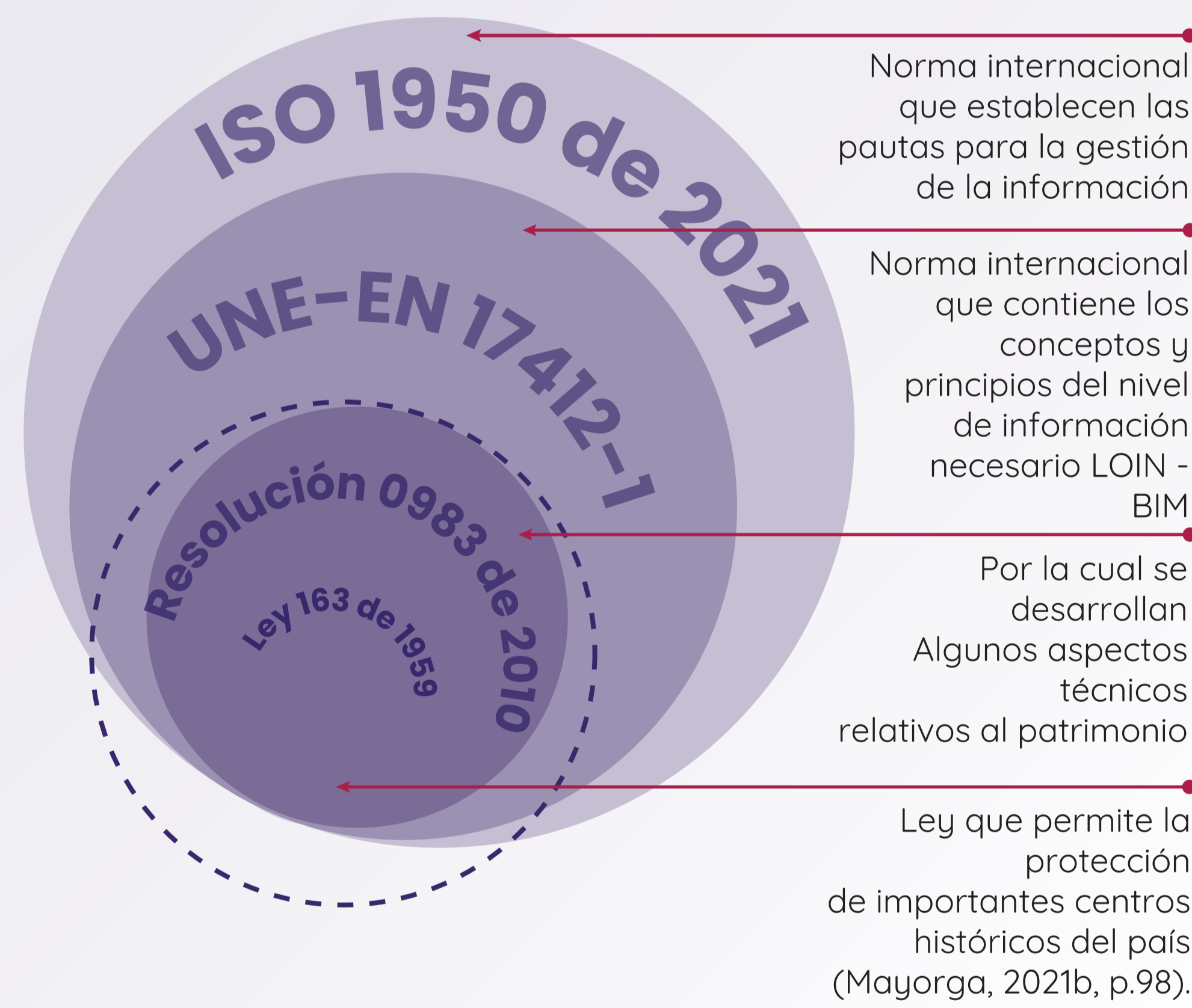
Justificación



Estado del arte



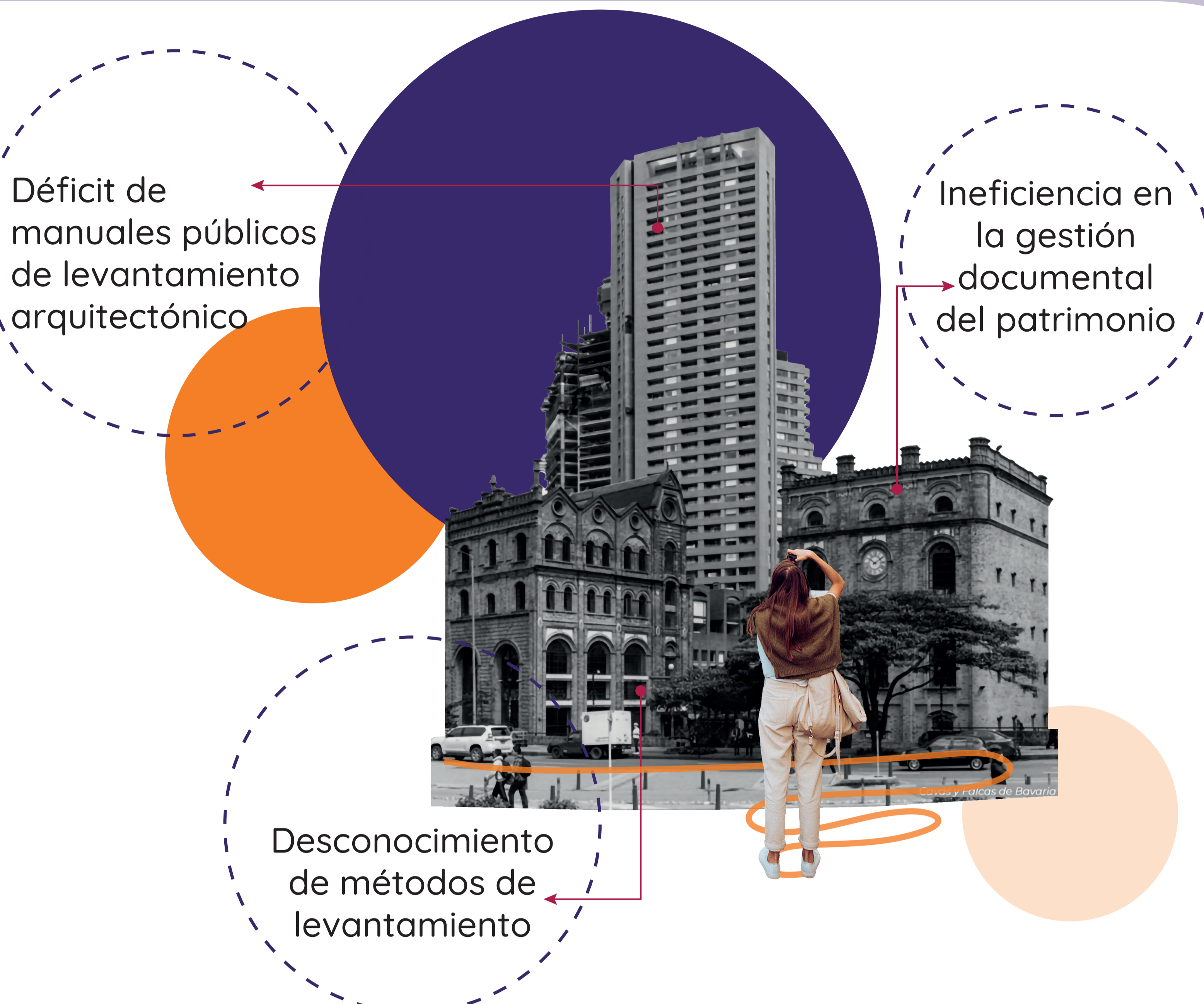
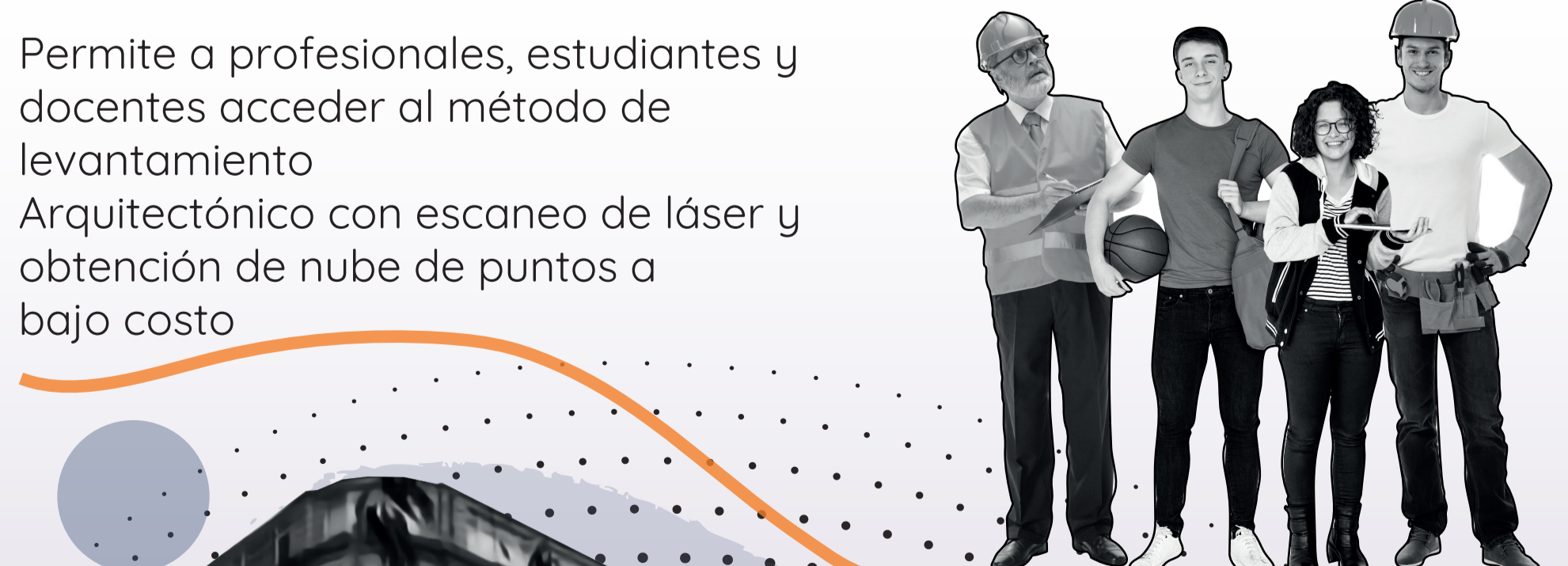
Marco Legal



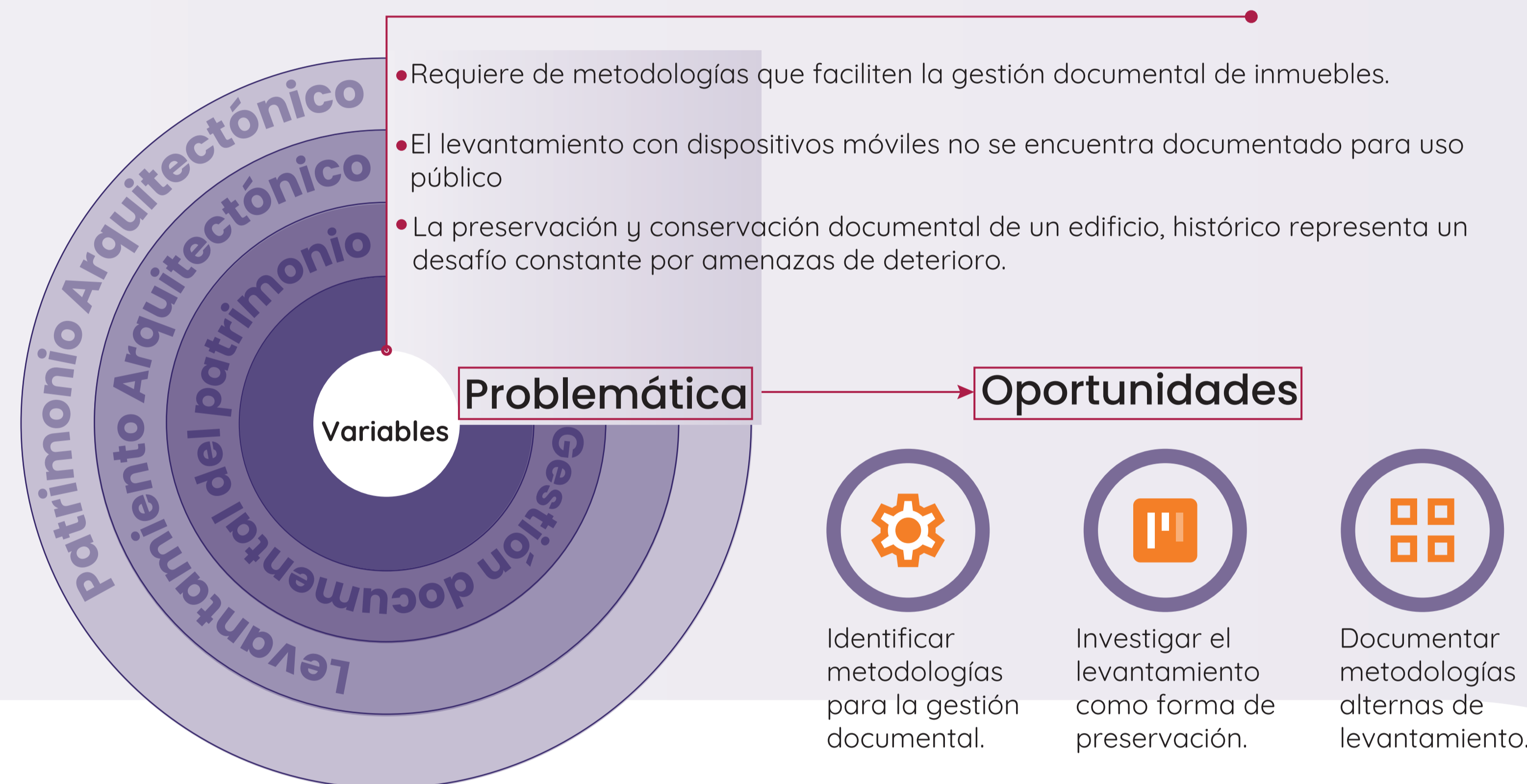
Marco histórico



Perfil de usuario



¿Es posible diseñar una guía de levantamiento arquitectónico patrimonial basado en dispositivos móviles, que permita estructurar procesos para el patrimonio bajo la modalidad BIM?



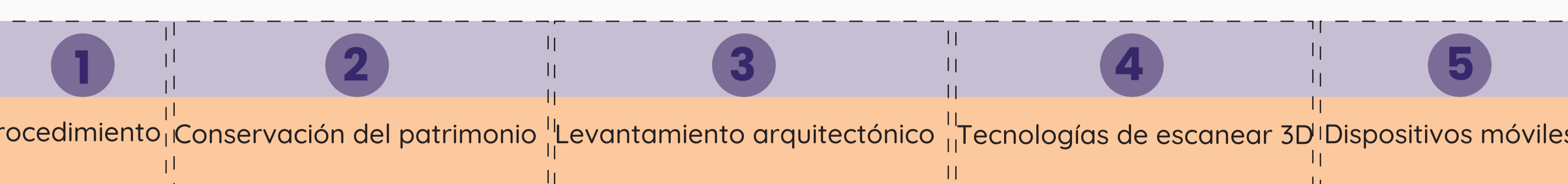
Objetivos



Metodología de investigación



Marco conceptual



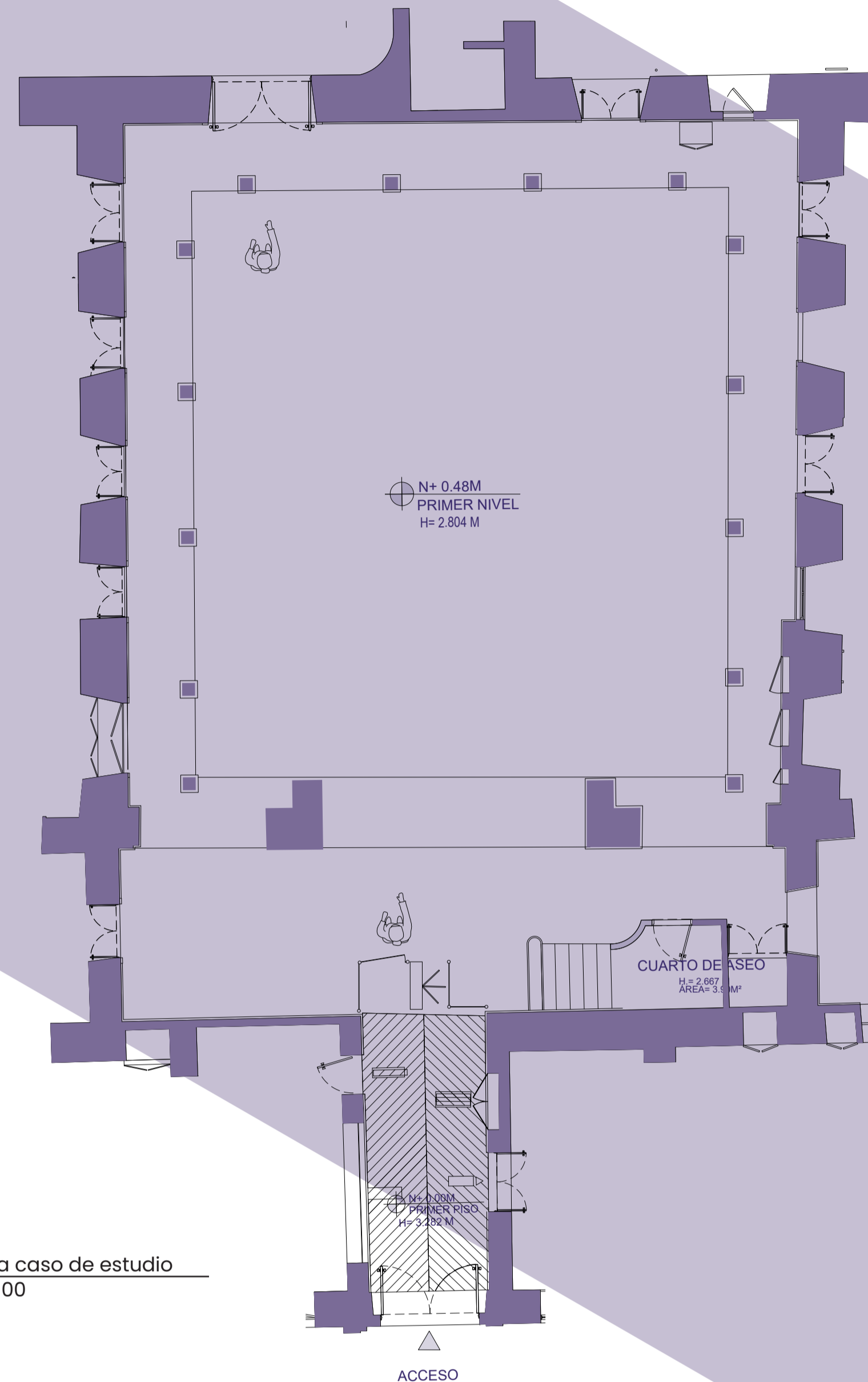
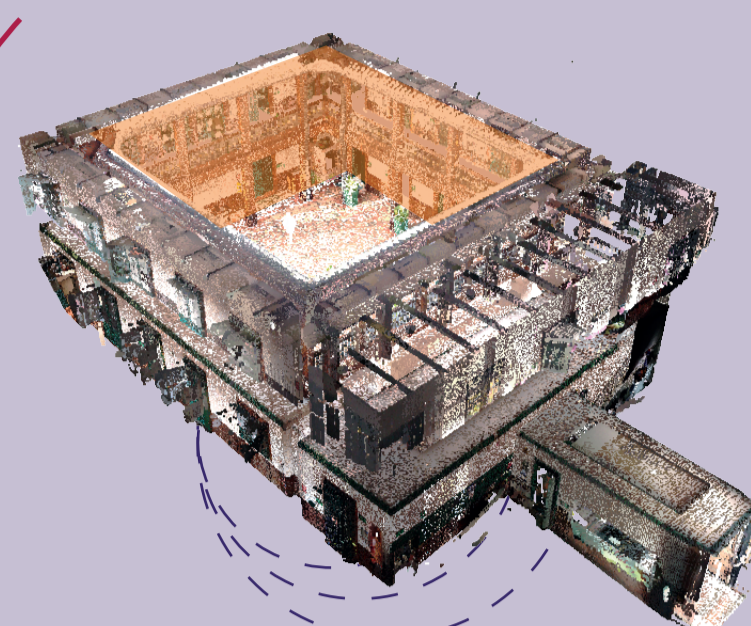
Caso de estudio

Caracterización Arquitectónica



Se eligió la universidad La Gran Colombia como caso de estudio con el objetivo de entregar la guía de levantamiento arquitectónico patrimonial para uso académico de docentes y estudiantes de la facultad de arquitectura.

Planta caso de estudio



En sus inicios este fue utilizado para vivienda y aún conserva su sistema constructivo y su diseño de fachada, el cual enmarca el acceso principal con su portada y los vanos de ventanas rematadas con cornisas, (Ministerio de Cultura, 2018).



Características físicas

Ítem	Descripción
M2	309
Alturas	2.80
Materialidad visible	Metal, baldosa cerámica, vidrio, teja de barro
Iluminación	Natural y Luz funcional-Artificial Led
Ventilación	Natural
Función	Descanso, actividades culturales, administrativo
Tipología Arquitectónica	Patio
Sistema constructivo	Muros de carga
Usuario	Estudiantes y Docentes UGC
Orientación	Ubicada en la fachada oriente y centrado.
Accesibilidad	Entrada por la Cra. 6 # 13-40
Texturas	Lisas y rugosas mate en muros y piso Ásperas
Colores	Ocre, Blanco, Negro, verde, rojo

Nota: Esta tabla es de elaboración propia.

Inventario elementos arquitectónicos



Elemento	Descripción
	Columna de tipología cuadrada con basamento. Material Madera maciza, con acabado en Lacas y Tintillas
	Puerta de tipología abatible de 2 hojas Material Madera maciza, con acabado en pintura.
	Piso de tipología baldosa. Material Cerámica Tradicional

Características físicas



Elemento	Descripción
	Entrepiso Material Revestimiento en madera
	Escalera en U con tramo curvo Material Estructura, pasos y barandas en madera, elementos torneados
	Columna de tipología en L Material Revestimiento de pañete y zócalo

Nota: Esta tabla es de elaboración propia.

Escaneo 3D

Exploración de tecnologías de escaneo 3D

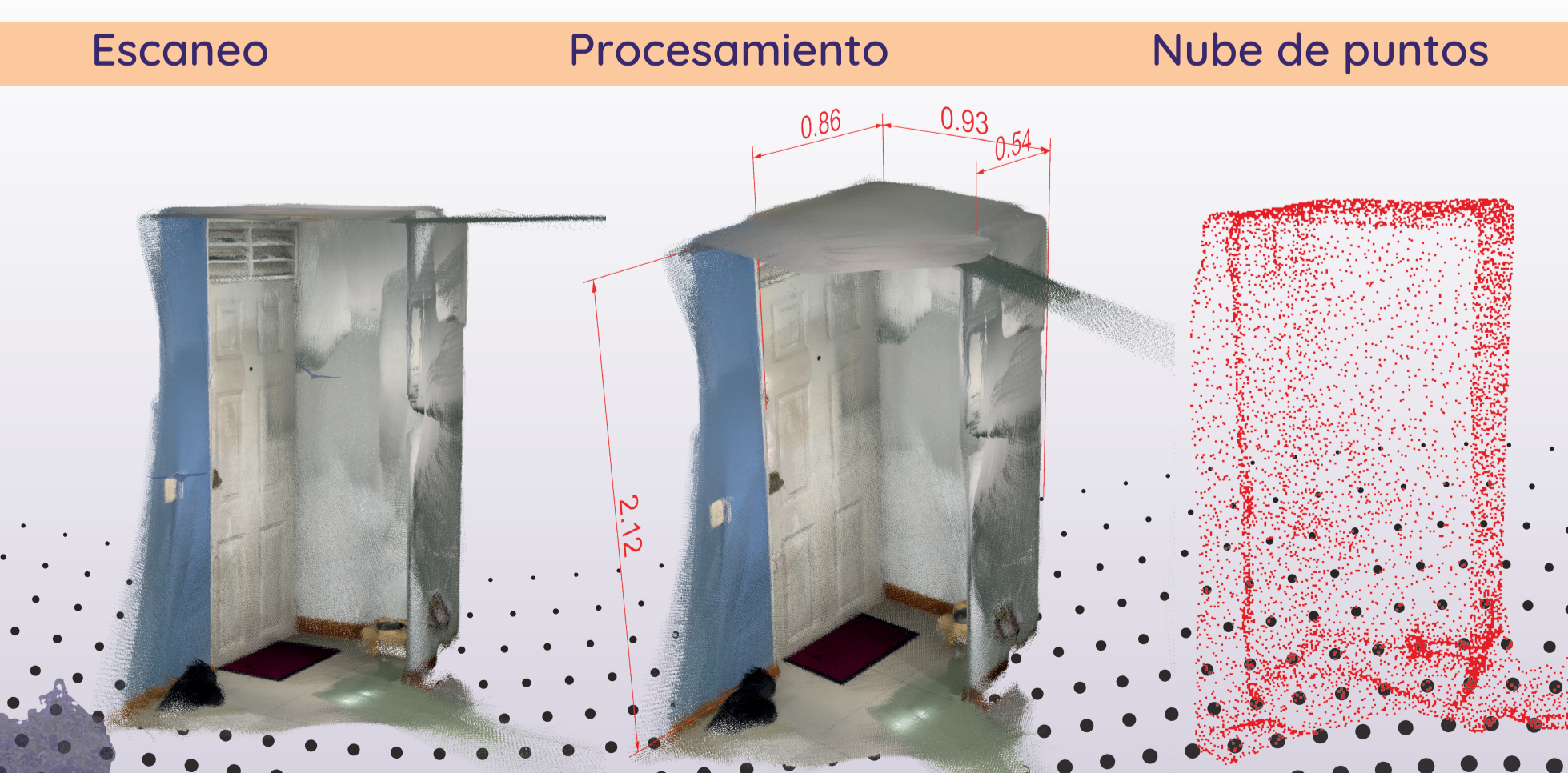
Nº	Aplicación	Tecnología	Sistema	Nube	Formato de salida
1	Wladr	Escáner 3D Fotogrametría/Lidar	Android e iOS	SI	OBJ, STL y FBX
2	Polycam	Escáner 3D Fotogrametría/Lidar	Android e iOS	SI	OBJ, GLB,USDZ,DAE,STL,DXF,PLY,LAS,XYZ
3	3D Live Scanner	Escáner 3D Fotogrametría	Android	No	BJ, MTL y PNG
4	Kiri Engine	Escáner 3D Fotogrametría/Lidar	Android e iOS	SI	OBJ, FBX, STL, GLB, GLTF, USDZ, PLY y XYZ
5	PIX4Dcatch	Escáner 3D Fotogrametría/Lidar	Android e iOS	No	BJ, MTL y PNG
6	Scan3D	Escáner 3D Fotogrametría	Android	SI	OBJ, STL o PLY
7	Canvas	Lidar	iOS	SI	OBJ,USDZ,STL
8	3D Scanner App	Lidar	iOS	SI	OBJ, USDZ y STL
9	RoomScan LIDAR	Lidar	iOS	No	PNG, PDF, DXF, IFC, FMI, ESX, OBJ, PLY, XYZ
10	Timio	Lidar	iOS	No	OBJ,USDZ,STL
11	Heges 3D Scanner	Lidar	iOS	SI	OBJ,PLY
12	Scaniverse	Lidar	iOS	SI	FBX, OBJ, GLB, USDZ,STL,PLY,LAS
13	Metascan - Escáner 3D	Lidar	iOS	SI	OBJ, STL o PLY
14	Escáner LIDAR 3D	Lidar	iOS	SI	USDZ, OBJ, STL, PLY, DXF y LAS
15	Modelar - 3D LIDAR scanner	Lidar	iOS	SI	OBJ, STL, USDZ, PLY, Sketchfab
16	Sitescape	Lidar	iOS	SI	PLY, LAS o E57

Caracterización de aplicaciones móviles



Los dispositivos móviles han emergido como herramientas para llevar a cabo levantamientos arquitectónicos debido a su practicidad, accesibilidad y portabilidad. En este trabajo de investigación, se analizarán las tecnologías de fotografía y escaneo láser 3D específicamente diseñadas para dispositivos móviles.

Pruebas de los dispositivos y aplicaciones



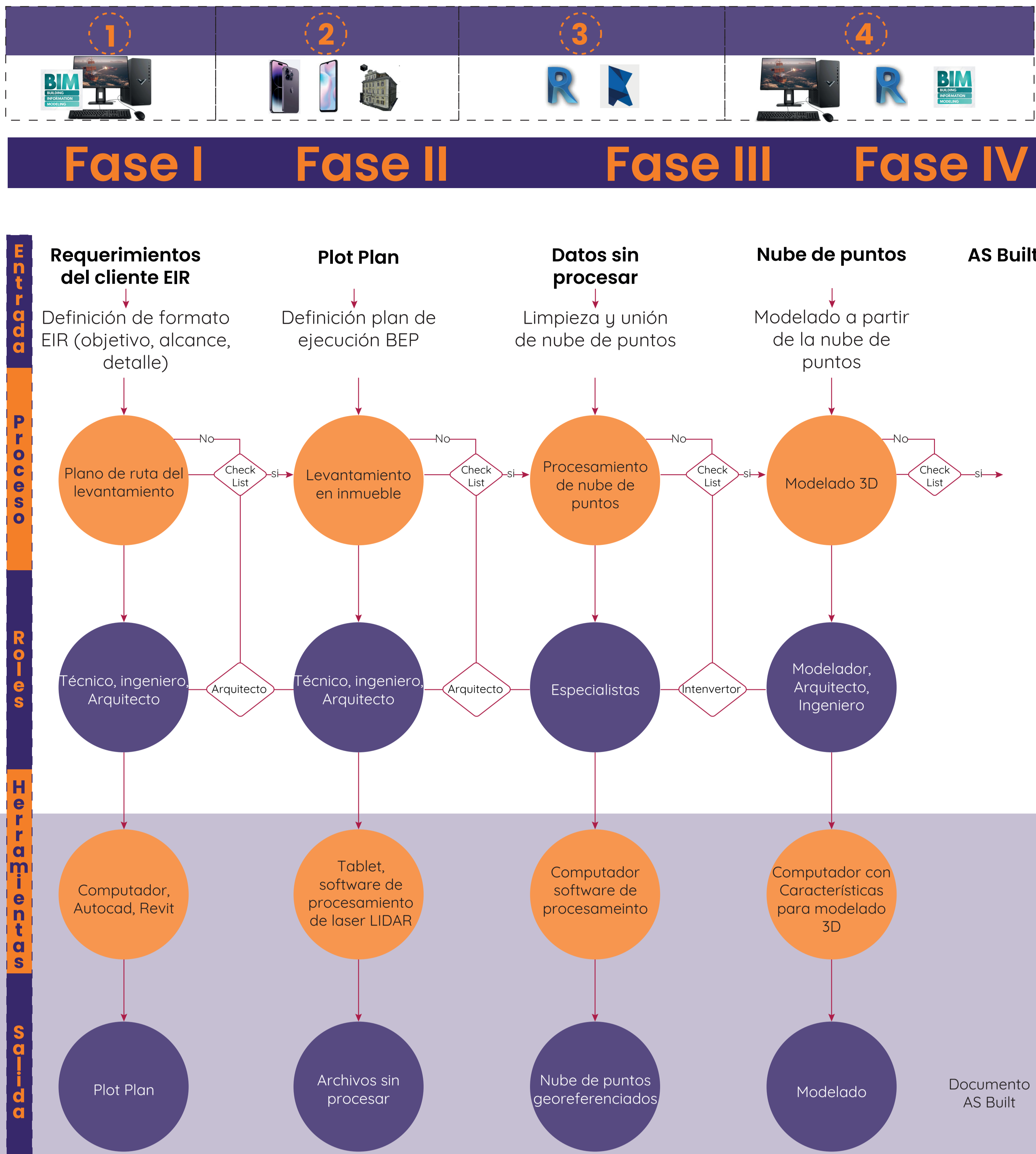
Se elabora un recorrido del escaneo con la tecnología LIDAR y Fotogrametría en dispositivos móviles. Posteriormente se procede a realizar el levantamiento con cada una de las tecnologías y aplicaciones. Se exportan datos de nube de puntos en formato E57 y se importa en Autodesk Recap para obtener la nube de puntos.



Proceso de levantamiento

Formulación del proceso de levantamiento Flujo de proceso del levantamiento

El levantamiento arquitectónico bajo la metodología BIM (Building Information Modeling), permite analizar y gestionar la información tangible e intangible del patrimonio, para proyectos de conservación, mantenimiento y demás acciones que requiera la preservación de un inmueble.



Fase I Preparación y planificación

En esta etapa se define el objetivo del proyecto de levantamiento, se define el alcance, detalle y entregables para el usuario cliente final.

Fase II Ejecución del levantamiento

En esta etapa se ejecuta el levantamiento con el dispositivo móvil en el inmueble, bajo un plano de ruta y herramientas de trabajo definidas.

Fase III Procesamiento de datos

En esta etapa se procesan las nubes de puntos producto de trabajo de campo, se limpian, se unen, y se importan en el software de modelado BIM.

Fase IV Validación y documentación

En esta etapa se valida el modelado 3D, su precisión, se integra el LOI y se prepara y exporta la documentación y fichas técnicas definidas en el EIR.

Ejecución del proceso de levantamiento en caso de estudio

Fase I Definición de alcance y objetivo del proyecto de levantamiento

Se define el objetivo para dar claridad y enfoque al proyecto por medio del EIR (Employer's information requirement).

Objetivo	Alcance	Entregables	Roles	Recursos
Definición de alcance y objetivo del proyecto de levantamiento	Definición de alcance y objetivo del proyecto de levantamiento	Definición de alcance y objetivo del proyecto de levantamiento	Definición de alcance y objetivo del proyecto de levantamiento	Definición de alcance y objetivo del proyecto de levantamiento

En el EIR se definirá:

- Información general
- Objetivos
- Alcance
- Uso BIM
- LOD y LOI
- Insumos
- Cronograma
- Entregables
- Gestión de la información recopilada

Definición del BEP

Definir el BEP es fundamental para determinar como se usara la metodología BIM en el proyecto de levantamiento.

Actividad	Inicio	Fin	Responsable
Definición de alcance y objetivo del proyecto de levantamiento	11/01/2023	15/01/2023	Arquitecto

En el EIR se definirá:

- Descripción detalla
- Usos Bim detallados
- Roles
- Entregables
- Recursos

Cronograma

En el cronograma BEP se programan las fases del proceso de levantamiento arquitectónico patrimonial con dispositivos móviles y sus respectivas actividades.

Actividad	Inicio	Fin	Responsable
Definición de alcance y objetivo del proyecto de levantamiento	11/01/2023	15/01/2023	Arquitecto
Ejecución del levantamiento	16/01/2023	20/01/2023	Técnico, ingeniero, Arquitecto
Procesamiento de datos	21/01/2023	25/01/2023	Especialistas
Validación y documentación	26/01/2023	30/01/2023	Modelador, Arquitecto, Ingeniero

Fase II Levantamiento de información/ reconocimiento del inmueble

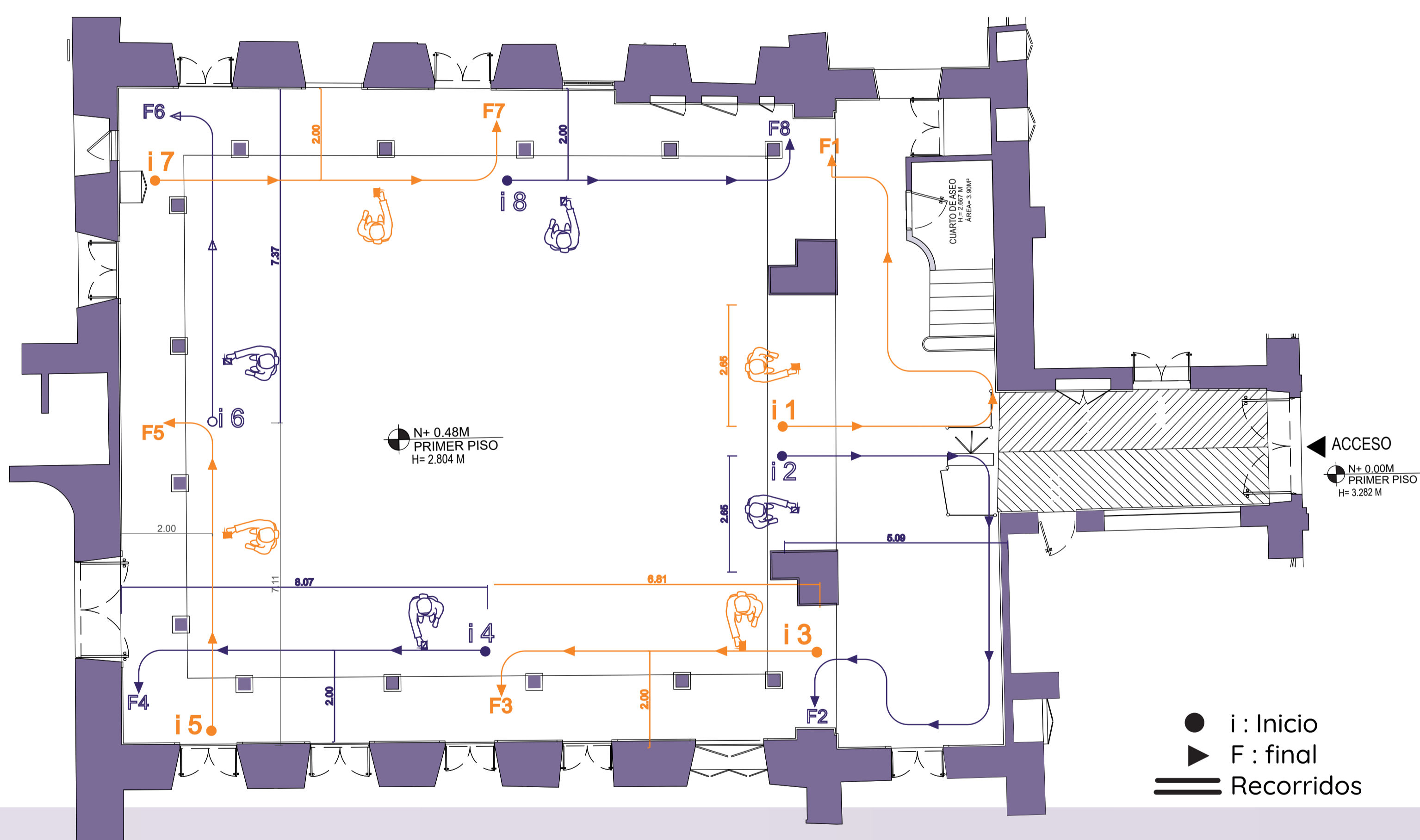
Se debe hacer la respectiva visita de campo al espacio en el cual se le realizará el levantamiento con el fin de hacer un reconocimiento inicial y recopilar la mayor cantidad de información actual que se disponga del lugar.

Elemento	Descripción	Cantidad
Elementos para visita de campo	Dispositivo móvil con cámara	1
Equipo de cómputo portátil	Adaptador de carga	1
Cinta métrica	Pita, o cuerda	1
Bisturí, tijeras	Lápiz, resaltador, bolígrafo	1
Plano de recorrido impreso		1

Elementos de trabajo

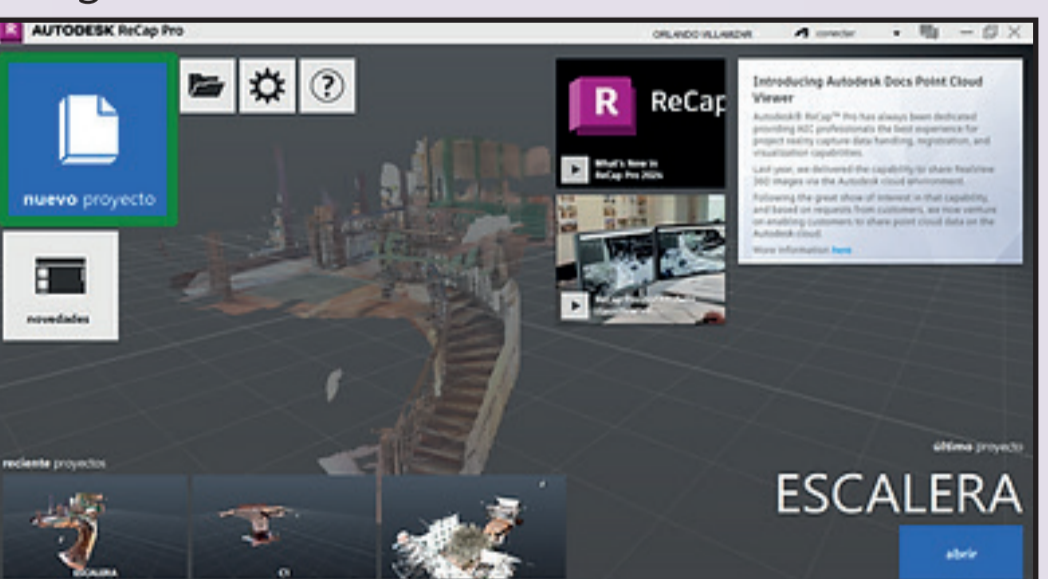
- Elementos para visita de campo:
- Dispositivo móvil con cámara
- Equipo de cómputo portátil
- Adaptador de carga
- Cinta métrica
- Pita, o cuerda
- Bisturí, tijeras
- Lápiz, resaltador, bolígrafo
- Plano de recorrido impreso

Plano del recorrido

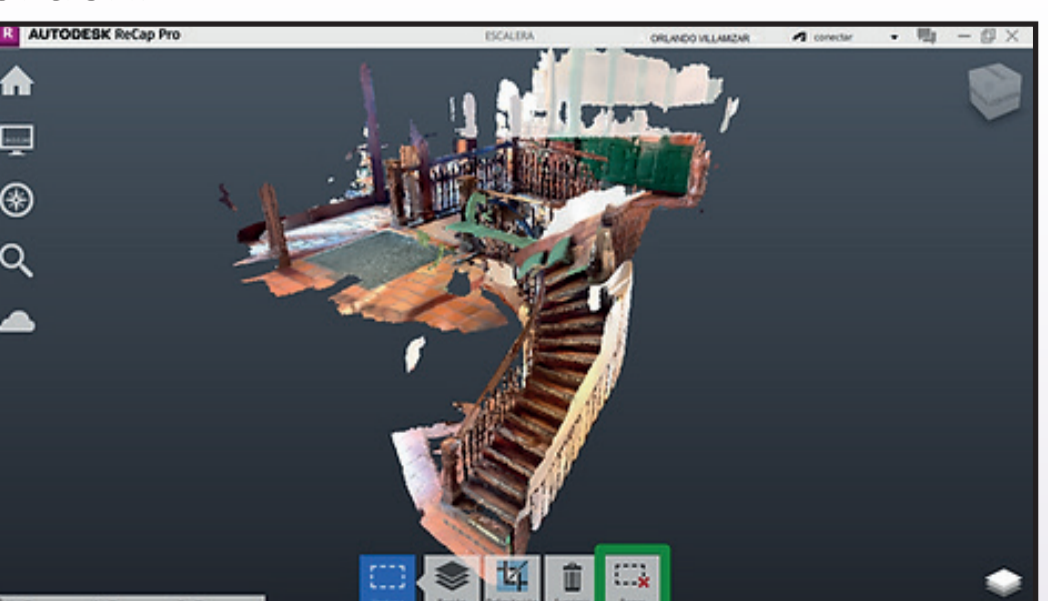


Fase III Procesamiento de datos

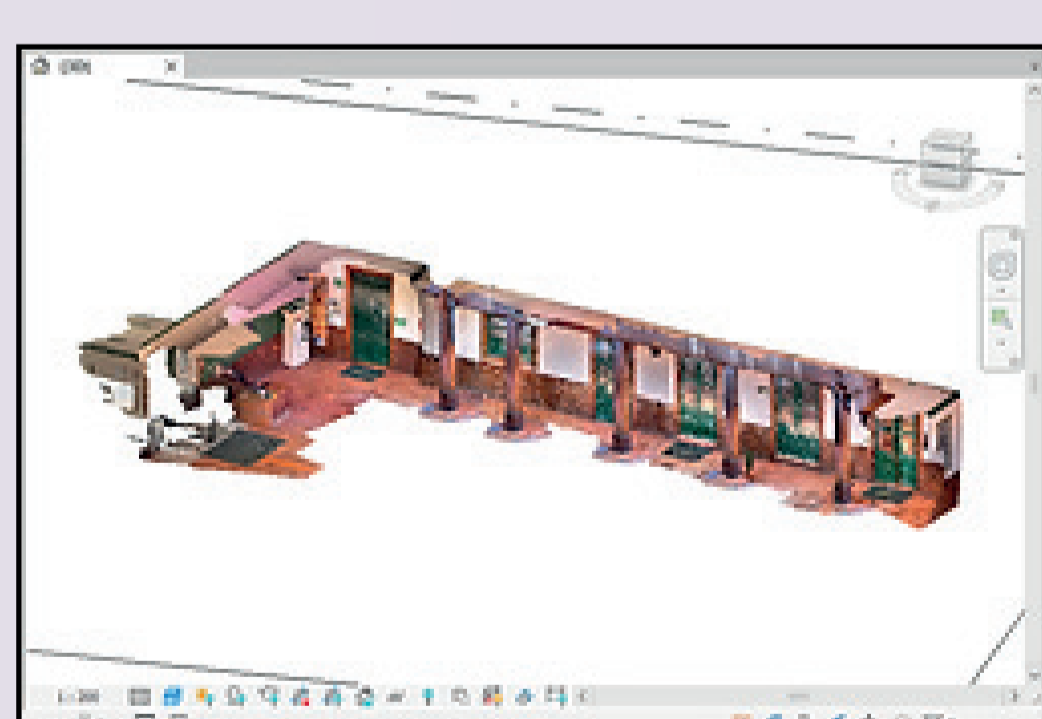
01 - Cuando ya se tienen las nubes de puntos almacenadas se descargan y almacenan en el PC donde se van a trabajar.
 - Se debe tener previamente instalado el software Autodesk Recap pro.
 - Abrir Recap y dar click en nuevo proyecto.



02 - Una vez insertada la nube de puntos se procede a seleccionar y borrar los puntos que no son necesarios y posteriormente guardar en su respectivo orden.

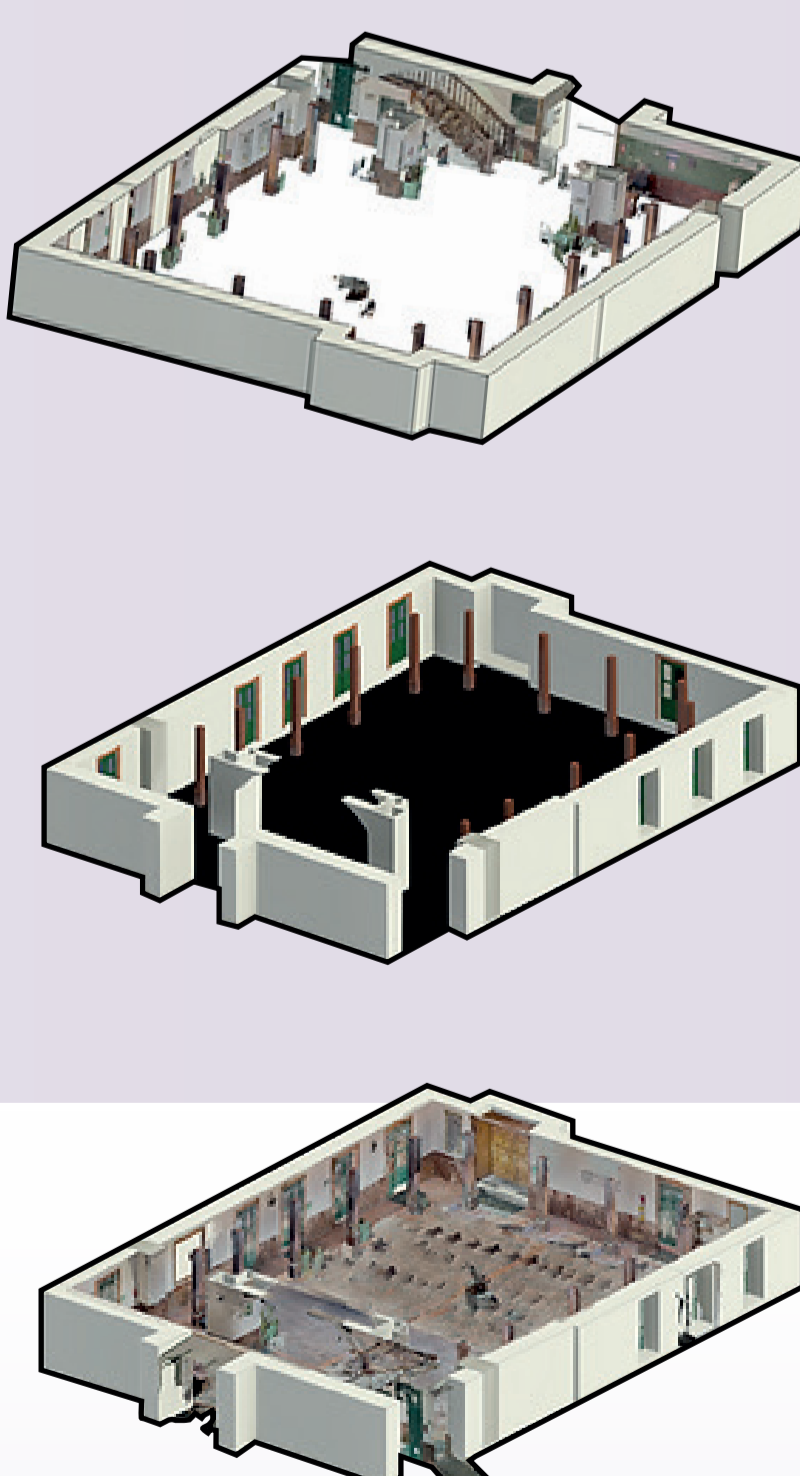


03 - Se pasan las nubes de puntos por recap y se organizan, orientan y se elimina lo innecesarios se deben unir, en este caso por haberse obtenido la nube de puntos por medio de smartphone lo haremos en el programa revit.



En revit se insertando las nubes de puntos en el orden que se planteó en un inicio con la planta de recorrido, esto hasta unir completamente todas las partes.

04 - Inicialmente modelamos los muros tomando como referencia la nube de puntos



Continuamos con el modelado de los demás elementos arquitectónicos como columnas puertas y ventanas

Gestión documental

Como estándar BIM, se debe llevar un registro minucioso de los documentos del proyecto de levantamiento. Se debe crear un Drive o almacenamiento en la nube para guardar y marcar los escaneos a medida que se realiza el levantamiento, además se debe contar con una conexión a internet Wi Fi o de datos para la transferencia.

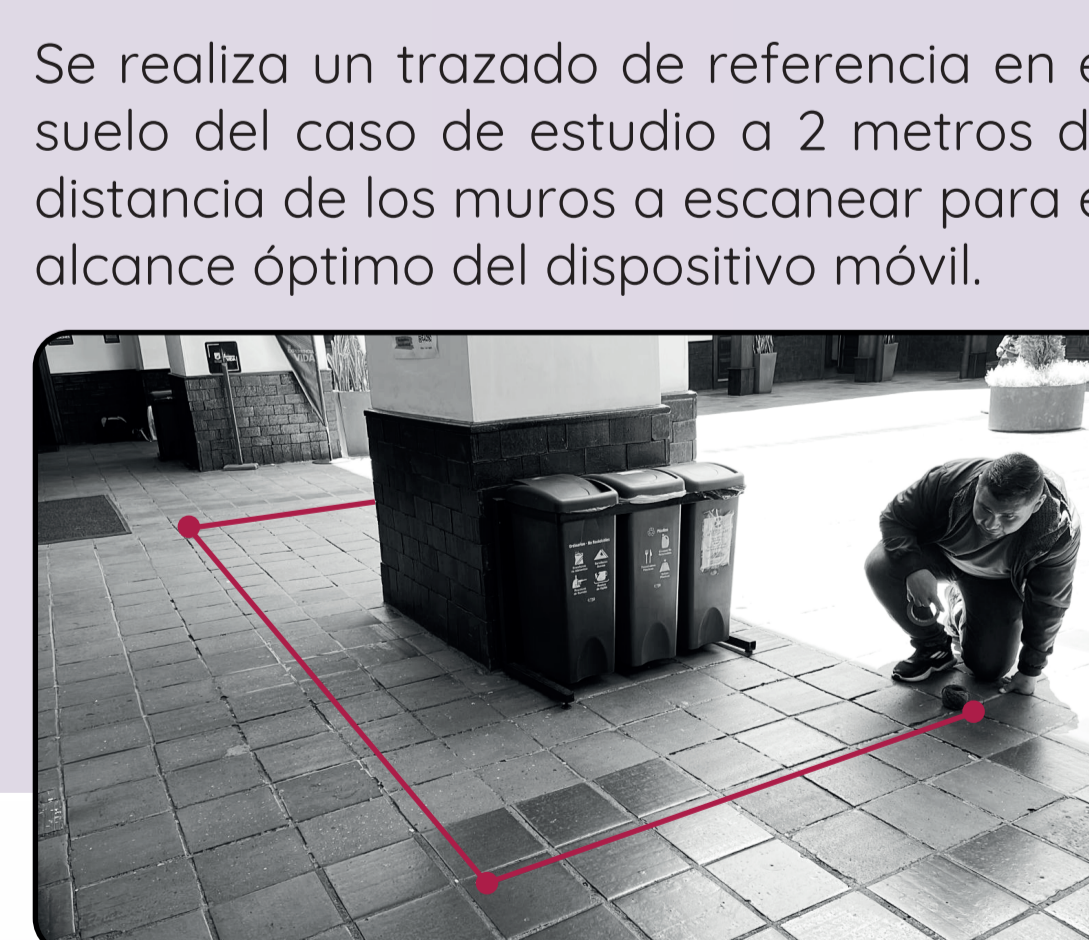
ID	Nombre	Fecha de creación	Fecha de modificación
1	1- Plano de recorrido y permisos de ingreso	11/01/2023	11/01/2023
2	2- Registro fotográfico	11/01/2023	11/01/2023
3	3- Escaneos - Fotogrametría	11/01/2023	11/01/2023
4	4- Otros documentos	11/01/2023	11/01/2023

Medición y escaneo



Escaneo de las zonas

- Se inicia el escaneo tomando como referencia el trazado
- El escaneo se ejecuta de forma uniforme y lineal
- Se inicia escaneando la parte inferior de la zona



Diseño guía levantamiento

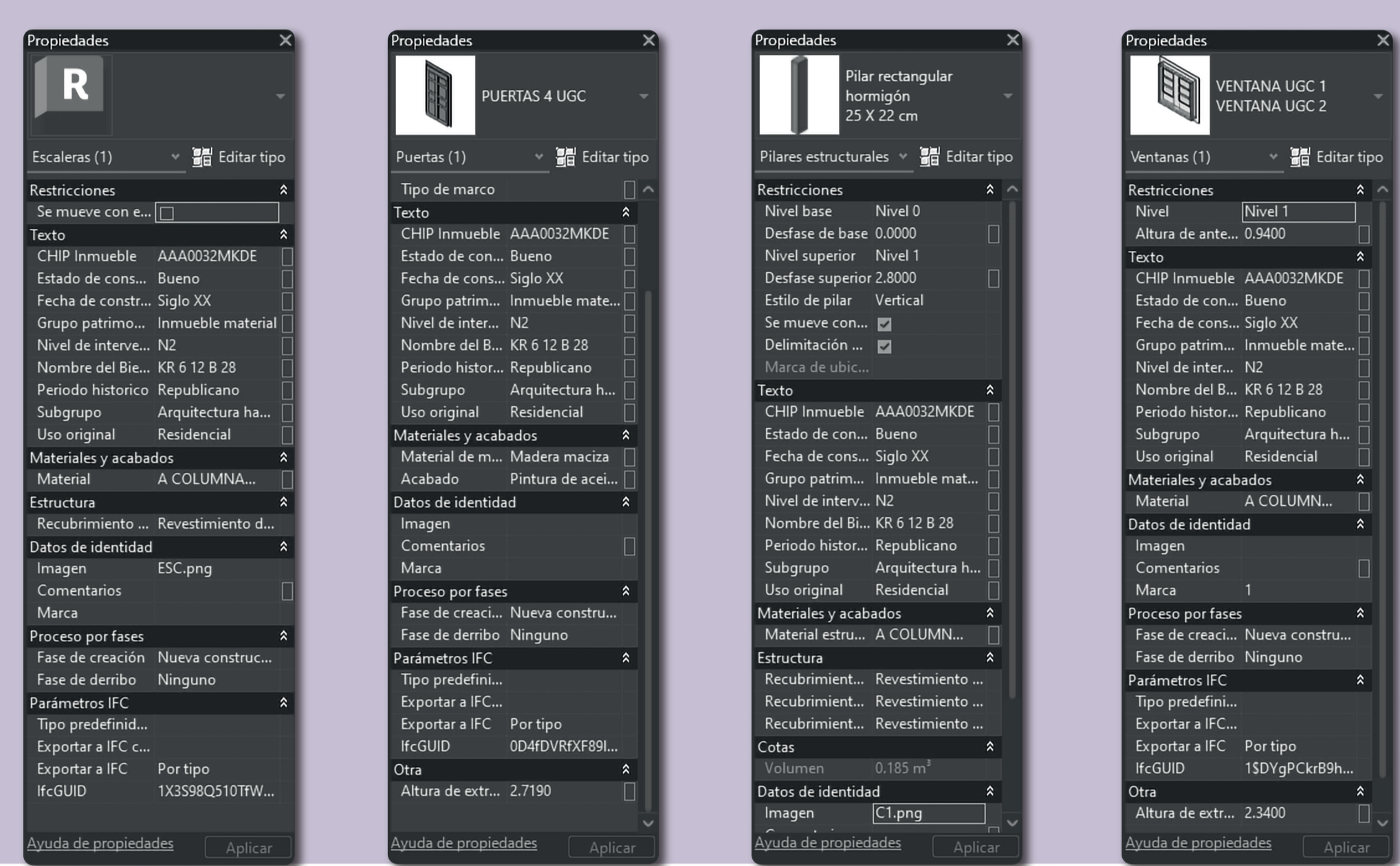
Fase IV. Validación y documentación

Es necesario regresar al sitio para verificar la precisión del modelo 3D con respecto al edificio real y realizar ajustes si es necesario, la validación in situ de un modelo BIM implica verificar si el modelo virtual se corresponde adecuadamente con la realidad física del espacio construido, para ello se realizarán los siguientes pasos:

- 01 Preparación**
Con acceso al modelo BIM y un dispositivo móvil para revisar durante la visita al sitio.
- 02 Comparación con la realidad**
Observar y rectificar dimensiones con la ayuda de un flexómetro, revisar los elementos en el modelo.
- 03 Ubicación y orientación**
Se revisa la ubicación y forma de los elementos en el modelo y compararlos con lo que está in situ, acorde con el nivel de desarrollo.
- 04 Elementos Arquitectónicos**
Se revisan los elementos clave, como paredes, columnas, ventanas y puertas, asegurándonos de que las dimensiones y ubicaciones coincidan con la realidad.
- 05 Calidad de los datos**
Se evalúa la calidad de los datos en el modelo verificando la precisión de los datos y la representación visual de los elementos.
- 06 Anomalías y discrepancias**
Se registra cualquier discrepancia o anomalía que se encuentre entre el modelo y el sitio real realizando un documento con estos problemas para su posterior corrección.



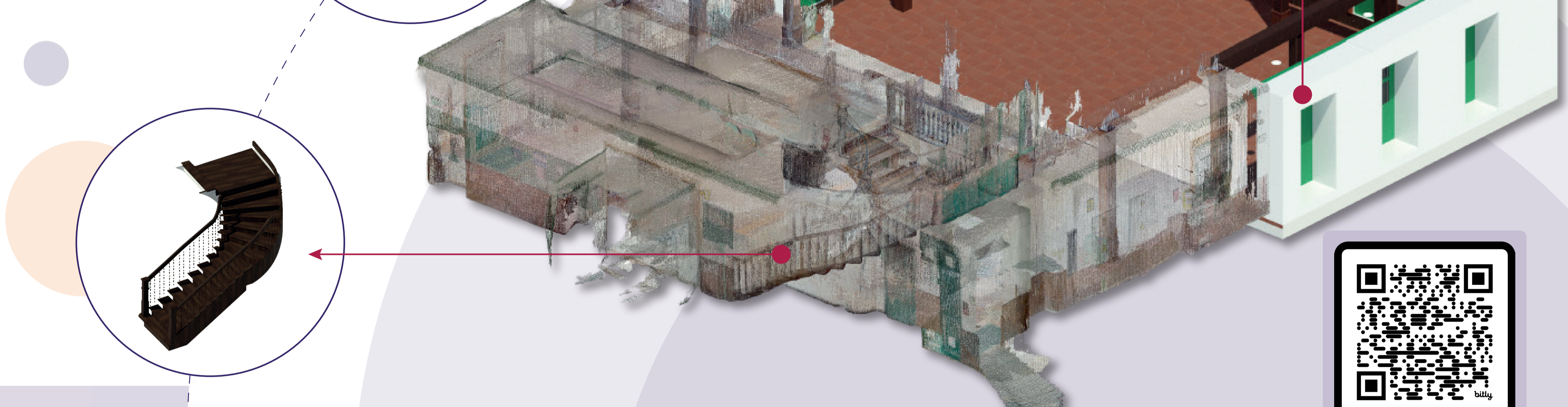
Parámetros del modelo



Resultado final con elementos LOD 350

Se obtuvo el modelo parametrizado a partir de la nube de puntos generada con un dispositivo móvil bajo la metodología BIM con nivel de detalle en elementos arquitectónicos (Columnas, ventanas, puertas, escalera) LOD350.

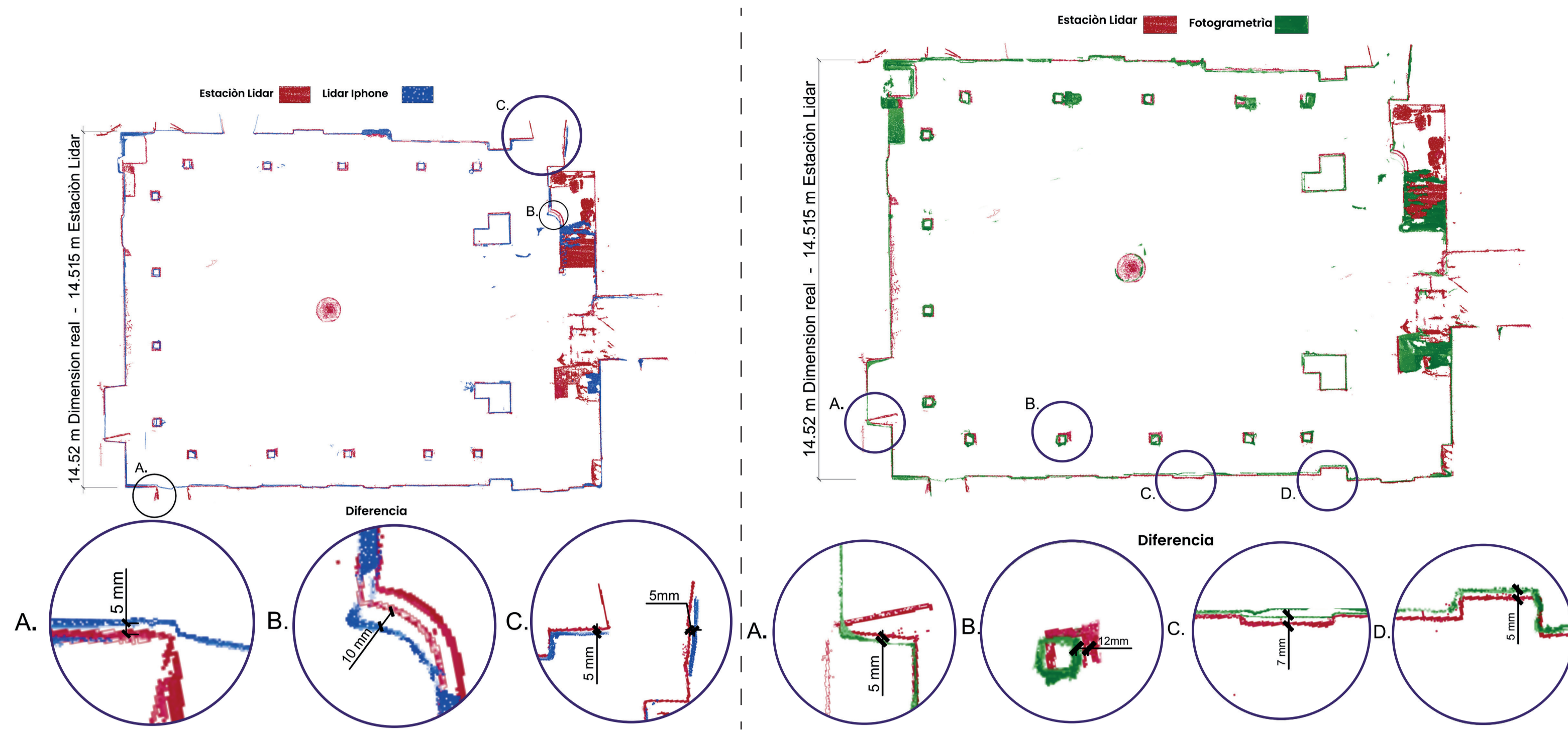
Este proceso se determinó es idóneo para proyectos de baja escala y bajo nivel de detalle, esto debido a las limitaciones de las tecnologías de fotografía y sensor LIDAR en dispositivos móviles.



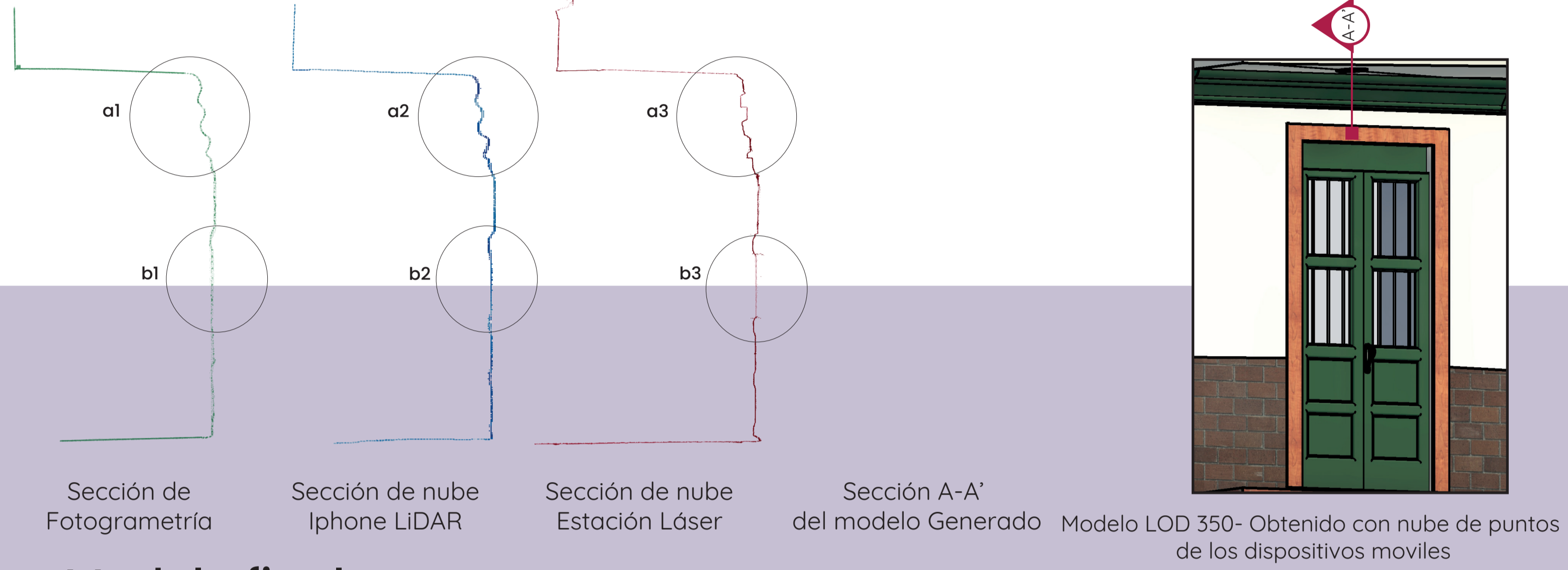
Ver modelo aquí

Resultados

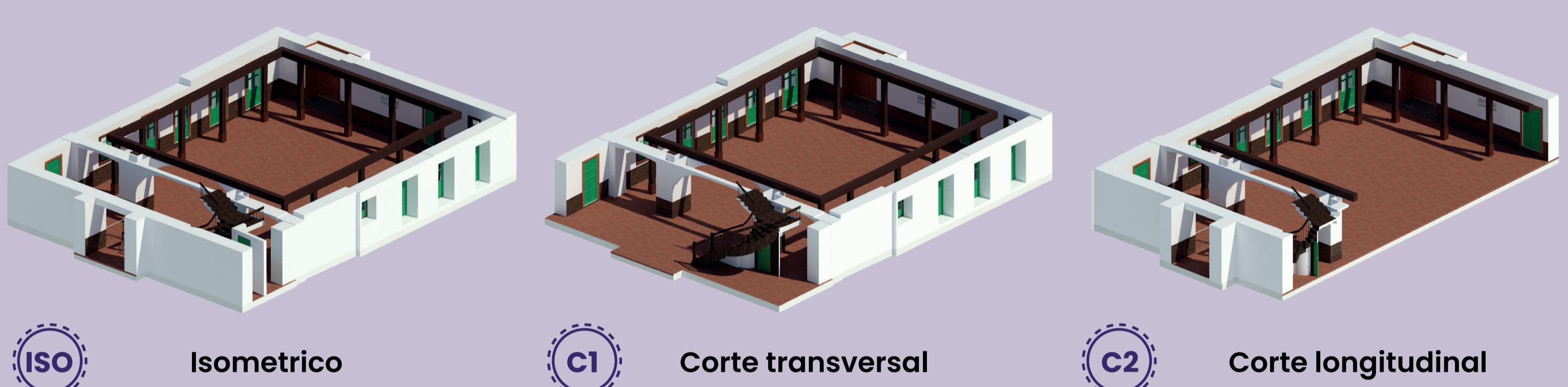
La nube realizada con el celular iPhone 14 Pro-Max y su sensor LIDAR cuenta con una mayor densidad que la nube de la fotografía, superándola por una cantidad mínima de puntos, cabe mencionar que la densidad es de importancia ya que contribuye a un mayor nivel de detalle del espacio escaneado y facilita el modelado 3D del mismo.



Detalles de elementos arquitectónicos



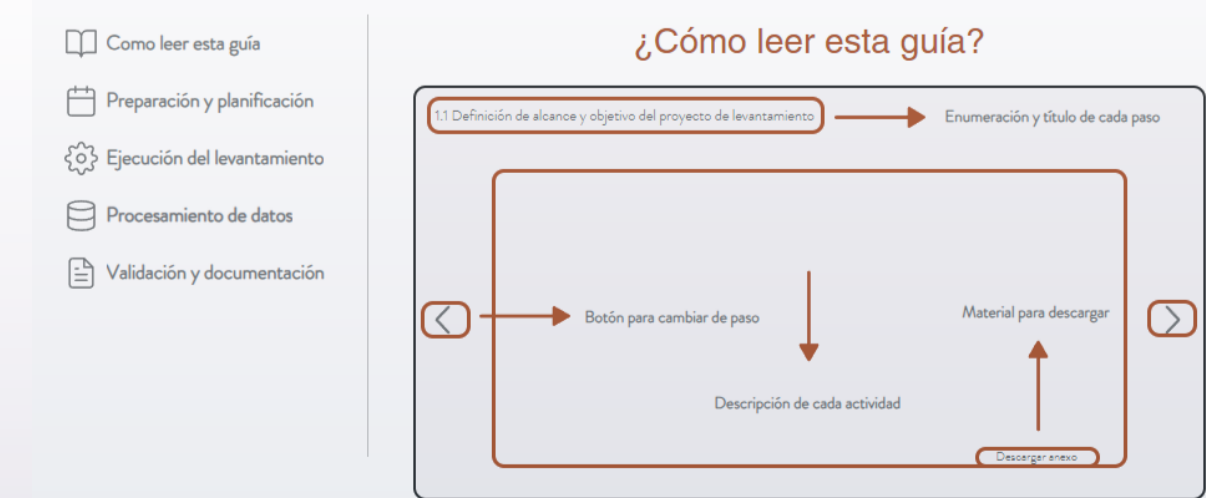
Modelo final



Guía de levantamiento

La guía se diseñó en formato de página web, cuenta con definiciones para comprender que es el patrimonio arquitectónico, el levantamiento arquitectónico, BIM (Building information modeling), escaner láser y su aplicación en dispositivos móviles. Así como un paso a paso con formatos anexos.

LIDAR



Ver guía aquí

