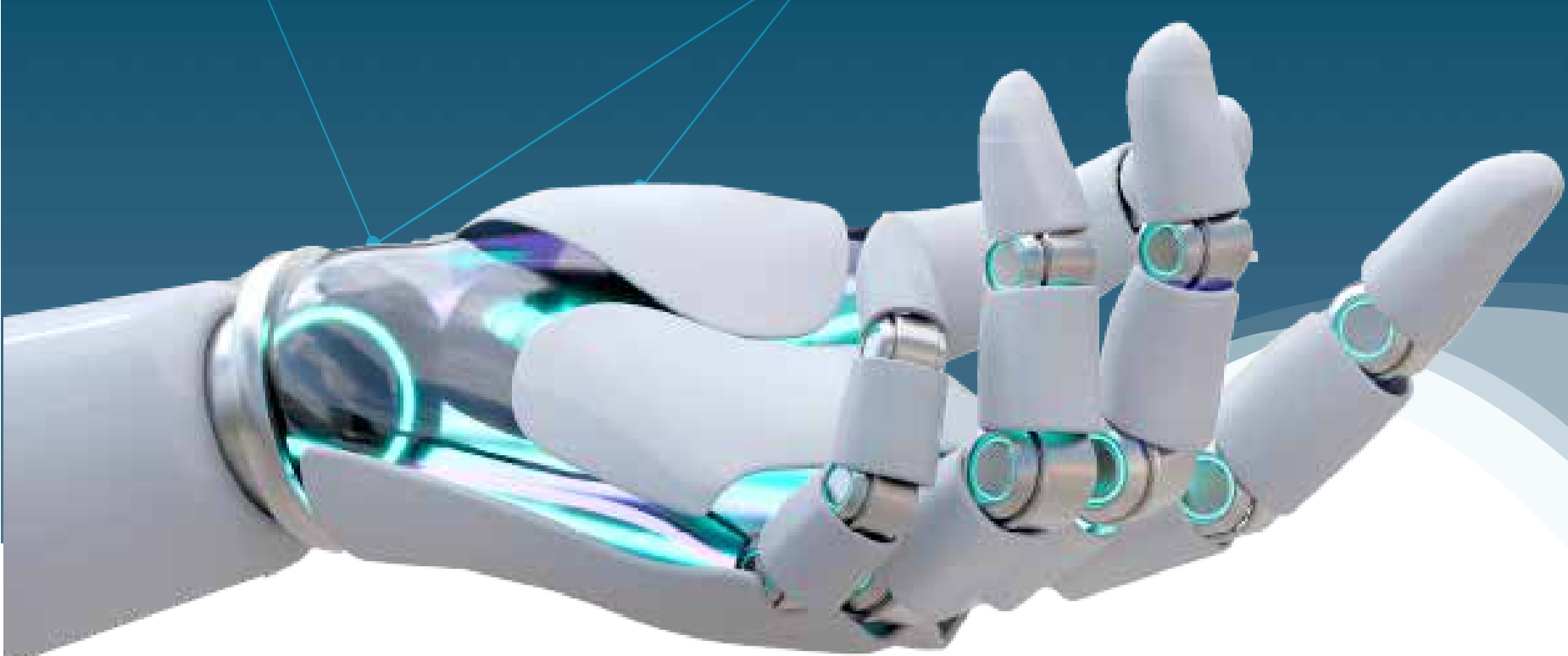


ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA LIDAR PARA EL PROCESO DE REHABILITACIÓN DE CONSTRUCCIONES PATRIMONIALES

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PROBLEMATICA: Para la intervención del patrimonio arquitectónico es necesario un nivel de diagnóstico e información específico, este exige realizar el registro de todas las características físicas y materiales con la mayor exactitud y precisión.

Los distintos métodos que se usan en este proceso no captan las características de una forma precisa o toman de mucho tiempo y en algunos casos son muy costos.



PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo lograr un proceso más preciso, económico y eficiente para la intervención de edificios de carácter patrimonial, de difícil acceso y toma de datos a partir de la Tecnología de Scanner LIDAR y la metodología BIM?

OBJETIVO GENERAL

Validar el uso de la tecnología LIDAR en el levantamiento arquitectónico de construcciones patrimoniales y de difícil acceso de toma de datos, para demostrar un proceso eficiente, preciso y económico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Investigar la metodología de la Tecnología por Scanner LIDAR y modelamiento BIM, específicamente en el uso e intervenciones de construcciones de carácter patrimonial, para implementar en el proceso de rehabilitación de la estación de La Esperanza.



Analizar y comparar el proceso y los resultados del levantamiento análogo y el levantamiento por medio de la tecnología de Scanner LIDAR.



Elaborar un levantamiento arquitectónico por medio de la tecnología LIDAR y el modelamiento BIM, para poder compararlo junto con el método de levantamiento manual.



Validar la información obtenida a partir del levantamiento arquitectónico análogo y el levantamiento por escáner LIDAR, en el caso de estudio, identificando la opción más eficiente, precisa y económica.

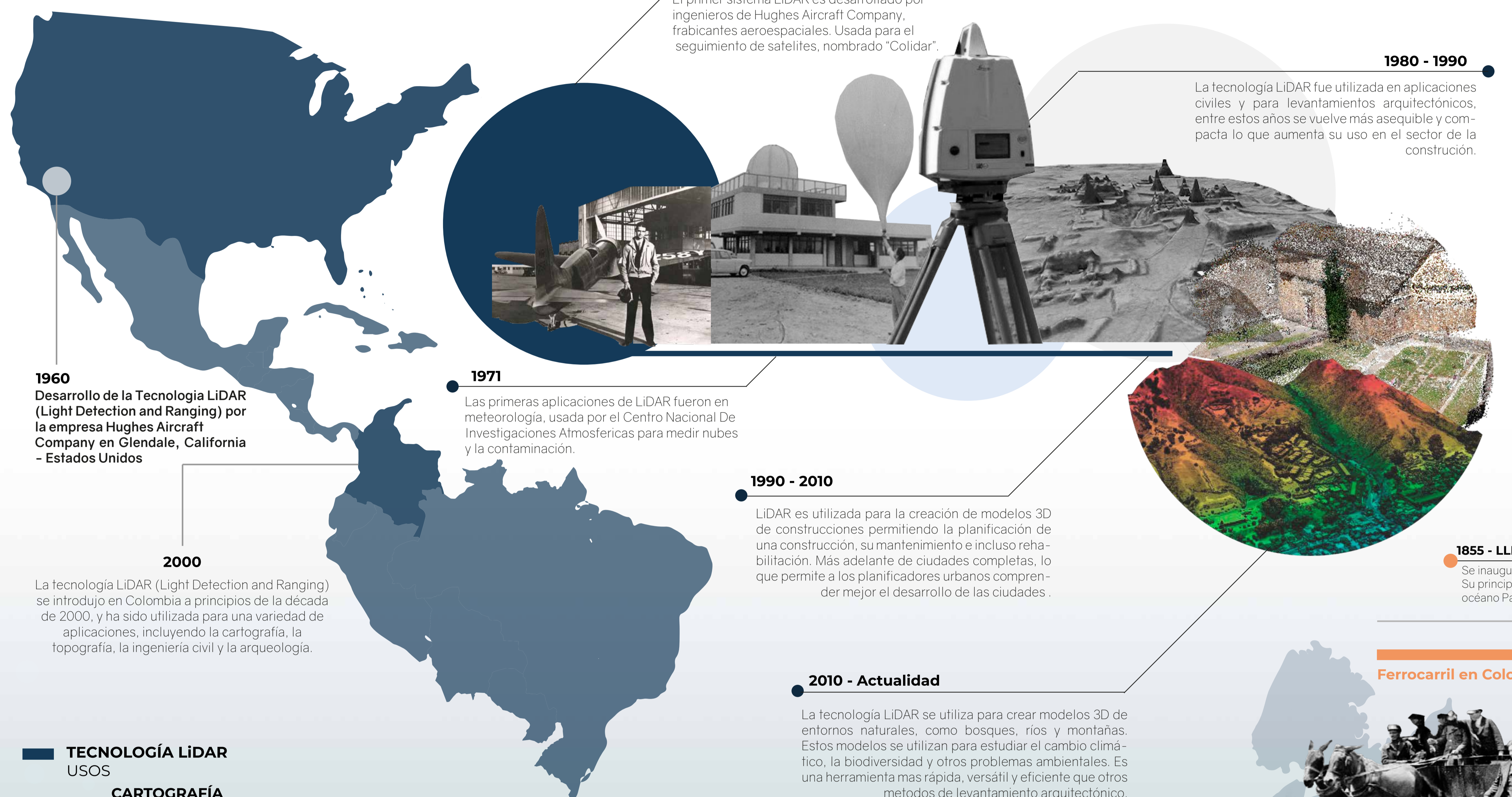
RESUMEN

La tecnología LIDAR (Light Detection and Ranging) es una herramienta que permite valorar y proteger el patrimonio arquitectónico, utilizada en esta investigación para el diagnóstico patológico y levantamiento de la Estación de Ferrocarril de La Esperanza en La Mesa Cundinamarca, permitiendo que la recolección de la información sea más fácil, precisa y eficiente. La Estación de La Esperanza es una de las más afectadas por la problemática que se generó a partir del abandono de esta infraestructura, actualmente se encuentra en un estado de deterioro continuo, por lo que es conveniente proponer una intervención para evitar su pérdida total.

POBLACIÓN OBJETIVO

Estudiantes y profesionales que se desarrollan en el ámbito de la arquitectura e ingeniería, la tecnología y la investigación sobre el patrimonio arquitectónico.

TECNOLOGÍA LIDAR (Light Detection and Ranging) ANÁLISIS MACRO



TECNOLOGÍA LIDAR USOS

CARTOGRAFÍA

TOPOGRAFÍA

ARQUEOLOGÍA

METEOROLOGÍA

GEOLOGÍA

SILVICULTURA

TECNOLOGÍA LIDAR FUNCIONAMIENTO

INSTRUMENTOS



Escáneres láser de escaneo de tiempo de vuelo



Escáneres láser de escaneo de barrido

Miden el tiempo que tarda la luz láser en viajar desde el escáner al objeto y volver. Estos escáneres son más precisos que los escáneres láser de escaneo de barrido, pero también son más lentos.

Se utiliza un haz láser que se mueve en un patrón de barrido para escanear un objeto. Estos escáneres son más rápidos que los escáneres láser de escaneo de tiempo de vuelo, pero tienen una precisión menor.

FUNCIONAMIENTO

Crear modelos 3D detallados de los objetos, entornos escaneados y construcciones.

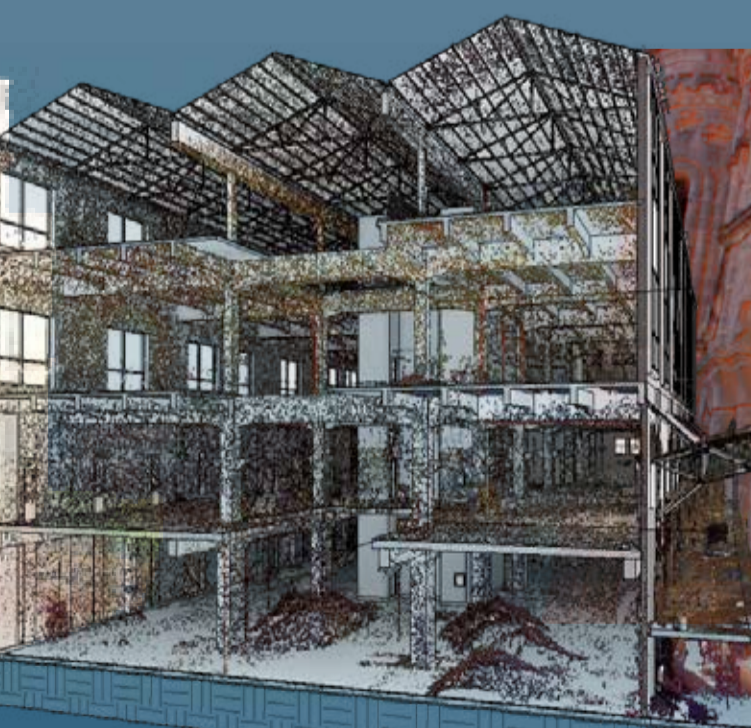
Realizar inspecciones de edificios e infraestructuras para detectar problemas.

DOCUMENTACIÓN

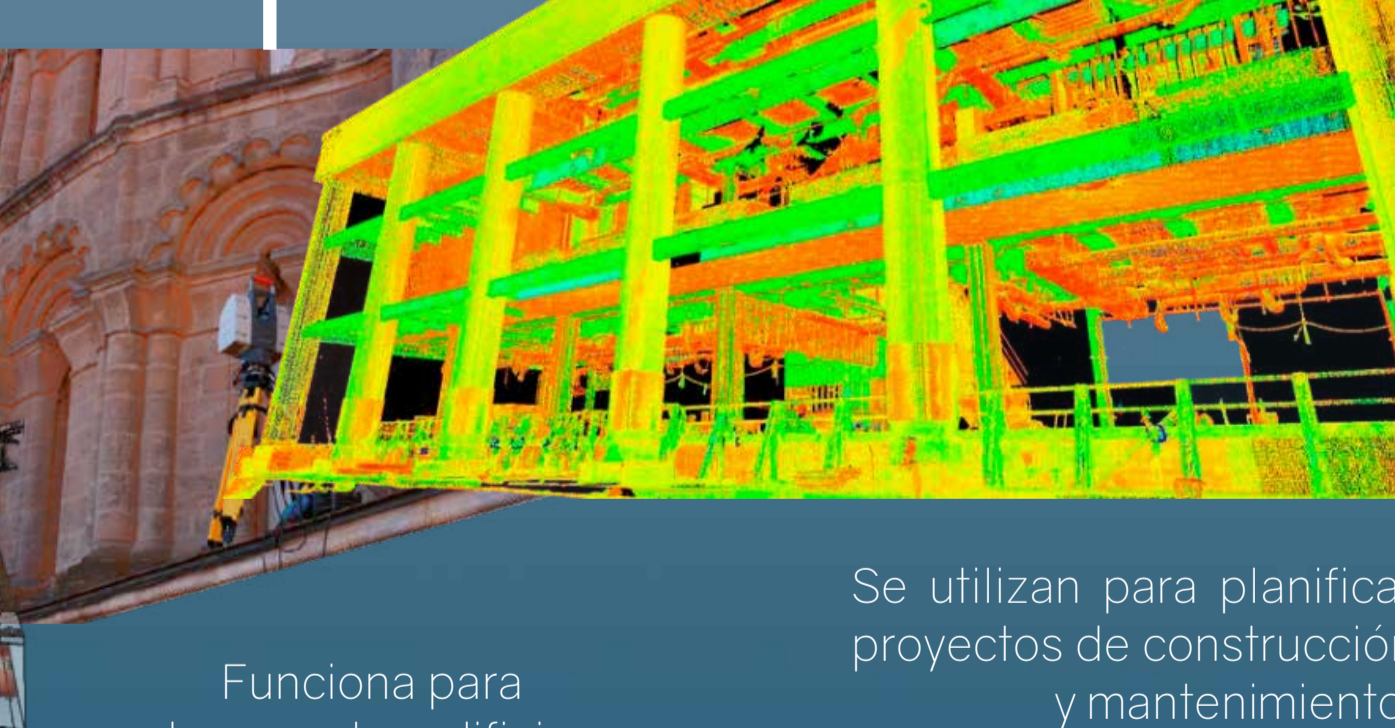
PLANIFICACIÓN



MODELOS 3D



INSPECCIÓN



Funciona para documentar edificios y entornos históricos.

Se utilizan para planificar proyectos de construcción y mantenimiento.

ANÁLISIS DE COMPARACIÓN LEVANTAMIENTO ANÁLOGO Y LEVANTAMIENTO POR SCANNER LIDAR CONCLUSIONES

LEVANTAMIENTO ANÁLOGO	COSTOS	LEVANTAMIENTO ANÁLOGO	TIEMPO
	\$19' 855.200		9 DIAS - 6 HORAS
LEVANTAMIENTO S. LIDAR	\$3' 497.500	LEVANTAMIENTO S. LIDAR	6 HORAS

LEVANTAMIENTO CON ESCANER LIDAR

1 RECONOCIMIENTO

2 ESCANEO

1 RECONOCIMIENTO

3 MODELO BIM

3 NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA

LEVANTAMIENTO ANÁLOGO
LEVANTAMIENTO S. LIDAR

1 PER
RECURS

ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE LA ESPERANZA EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO



1910 - 1911 LLEGADA DEL FERROCARRIL A LA ESPERANZA

Primera estación adecuada para la Esperanza, funcionó hasta 1924 cuando comenzó a transitar el ferrocarril hasta 1924 que se construyó.

Ferrocarril en La Esperanza

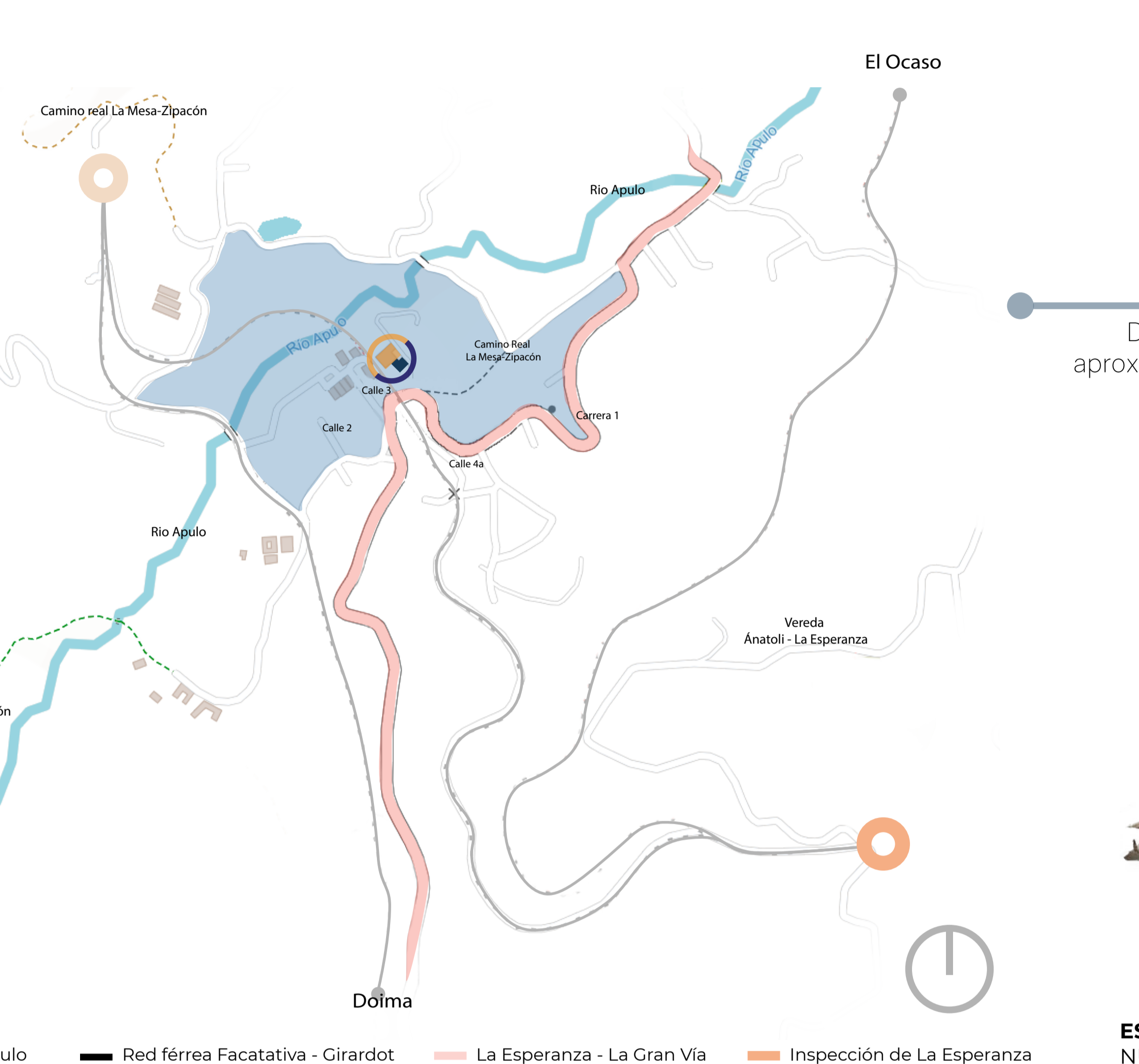
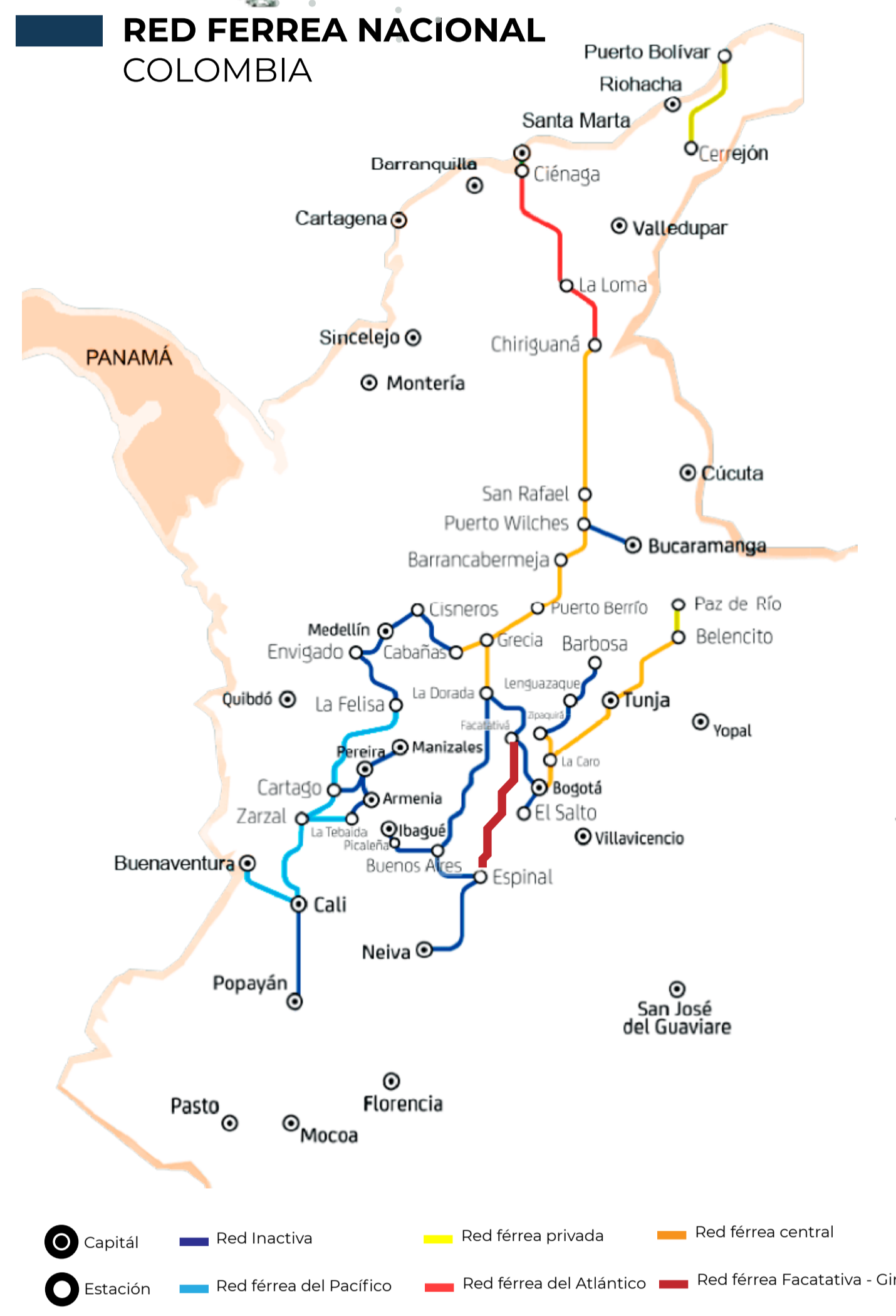
Ferrocarril en Colombia



La Estación de La Esperanza se encuentra ubicada en Provincia del Tequendamá, departamento de Cundinamarca, en una Inspección de La Mesa llamada La Esperanza, a 16 km de esta.

ESTACIÓN DE FERROCARRIL LA ESPERANZA

LA MESA - CUNDINAMARCA



CONTEXTO HISTÓRICO

ANÁLISIS MESO

- 1865 - LINEAS AL INTERIOR DEL PAIS**
Se crearon vías con el fin de conectar los puntos importantes del país, entre estos Barranquilla, Cucuta, Cali, Medellín, la sabana de Bogotá, Girardot, Santa Marta, La dorada. Carga de materias primas, recursos y comenzaron a haber turistas.
- 1954-1961 NACIONALIZACIÓN**
Se nacionalizó la vía férrea como con la creación de ferrocarriles Nacionales de Colombia (FNC). Alcanza su máxima magnitud de 3.431 KM.
- 1975-1986 CRISIS**
Crisis financiera por la carga prestacional con que nació la empresa, la rigidez del manejo laboral, el sobredimensionamiento y mala distribución de la planta de personal, y el alto porcentaje de pensionados respecto al personal activo.
- 2003 LIQUIDACIÓN**
Se liquidó ferrovias y sus contratos de concesión se trasladaron al ANI (administrar los negocios de infraestructura de transporte que se desarrollaban con capital privado).

LLEGADA DEL FERROCARRIL A COLOMBIA

La Vía de Panamá, constituía 77 km. INVIAS / función era el traspaso de mercancías hacia el Tico y Atlántico.



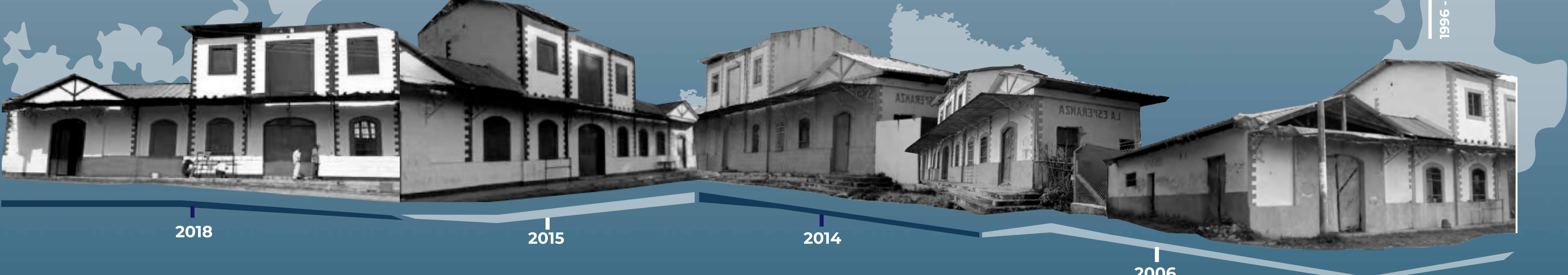
Vía de ferrocarril Facatativa - Girardot

1881 - 1909 LLEGADA DEL FERROCARRIL
 Vía Bogotá - Facatativa - Girardot, atravesando el municipio de La Esperanza. También se inauguró el Hotel La Esperanza.

1954 - LIQUIDACIÓN DEL FERROCARRIL
 Deja de transitar con frecuencia en tren por la vía Bogotá - Facatativa - Girardot, la economía disminuyó, aumento el desempleo y consigo la caída de hoteles, restaurantes, agricultura. Desvalorización de tierras y baja calidad de vida de las personas.



- 1924 FERROCARRIL**
Se da en La Inspección de desde 1910, cuando comenzó a operar por La Inspección, cuyo la estación actual.
- 1924 CONSTRUCCIÓN DE LA ACTUAL ESTACIÓN**
Se generó un desarrollo y crecimiento urbanístico muy grande. En 1924 se comienzan planes para construir una nueva edificación que suplantara las necesidades del impacto del ferrocarril en La Esperanza, debido a que la construcción de esa entonces era muy pequeña.
- 1973 ABANDONO TOTAL**
Se supo que hasta 1973 dejó de pasar completamente el tren por La Estación de La Esperanza, ya que seguía pasando con locomotoras de carga pero ya no de pasajeros. Fue en este año cuando la estación fue abandonada completamente sin ningún tipo de uso.
- 1996 DECLARACIÓN DEL BIC**
Declarada bien de interés cultural de ámbito nacional como patrimonio cultural, en el decreto 746 del 24 de abril de 1996. PATRIMONIO CULTURAL MATERIAL INMUEBLE. Estuvo dentro de la declaración de todas las estaciones de ferrocarril del país.
- 2000**



ESTADO ACTUAL DE LA ESTACIÓN DE LA ESPERANZA

PROBLEMÁTICAS

- MERCADOS**
En la fachada de la estación se ubican comerciantes, que llevan diferentes tipos de alimentos para la venta. Esta actividad solo la hacen los Domingos, que es el día en donde los turistas asisten más, ya sea por visitar los lugares turísticos como el salto de las monjas y el hotel La Esperanza.
- IGLESIA**
Una de las partes de la estación que está en un estado no tan deteriorado es usado como una iglesia "provisional". Ya que la iglesia de la Inspección está en muy mal estado. Esta se encuentra en la parte lateral derecha y ocupa una parte importante de la estación.

AL INTERIOR DE LA ESTACIÓN
 Dentro de ella, los comerciantes que se ubican al frente, guardan sus objetos del mercado para sacarlos los domingos, reactivar este espacio y aprovecharlo como puedan.

DETERIORO EN MUROS, COLUMNAS, PUERTAS Y VENTANAS

GRIETAS EN SUELO Y APARICIÓN DE VEGETACIÓN

3 PERSONAS
 PERSONA
 GO HUMANO

La Tecnología LIDER para la realización de levantamientos en construcciones patrimoniales, permite un registro detallado de cada elemento que compone el edificio, es por esto que se ha convertido desde los últimos años en una de las opciones más correctas para realizar proceso de intervención.

1 GENERAR EL ESCANEO

Debido a la capacidad de la aplicación es necesario generar varios escaneos y luego acomodarlos al modelo real.

Para esta investigación se utilizó un dispositivo celular "Iphone 14 Pro Max".

Nano sensor que capta imágenes y coordenadas para realizar el levantamiento.

Escaner LIDAR (Light Detection and Ranging).



Dispositivo para generar el escaneo laser, el cual funciona a partir de un principio básico de la física llamado "Reflexión de la luz".



El alcance del escaner es de entre 3 a 5 metros, también es necesario generar varios escaneos, en este caso se realizaron 6, detallando muy bien cada espacio.

3D Scanner App



2 PASAR ARCHIVOS A RECAP

Se aplica la textura con un mapa de dimensión, para conseguir resultados más finos y detallados.

Resultado de la superposición de fotografías encima de la malla triangulada.

Para generar la malla, es necesario generar una limpieza de puntos indeseados en ReCap.

Genera Información colorimétrica, ya que extrae información de los píxeles de las imágenes.

R

Autodesk Recap
Los escaneos se pasan individualmente en formato .xyz

Resoluciones altas de escaneo, generando 15 millones de puntos.



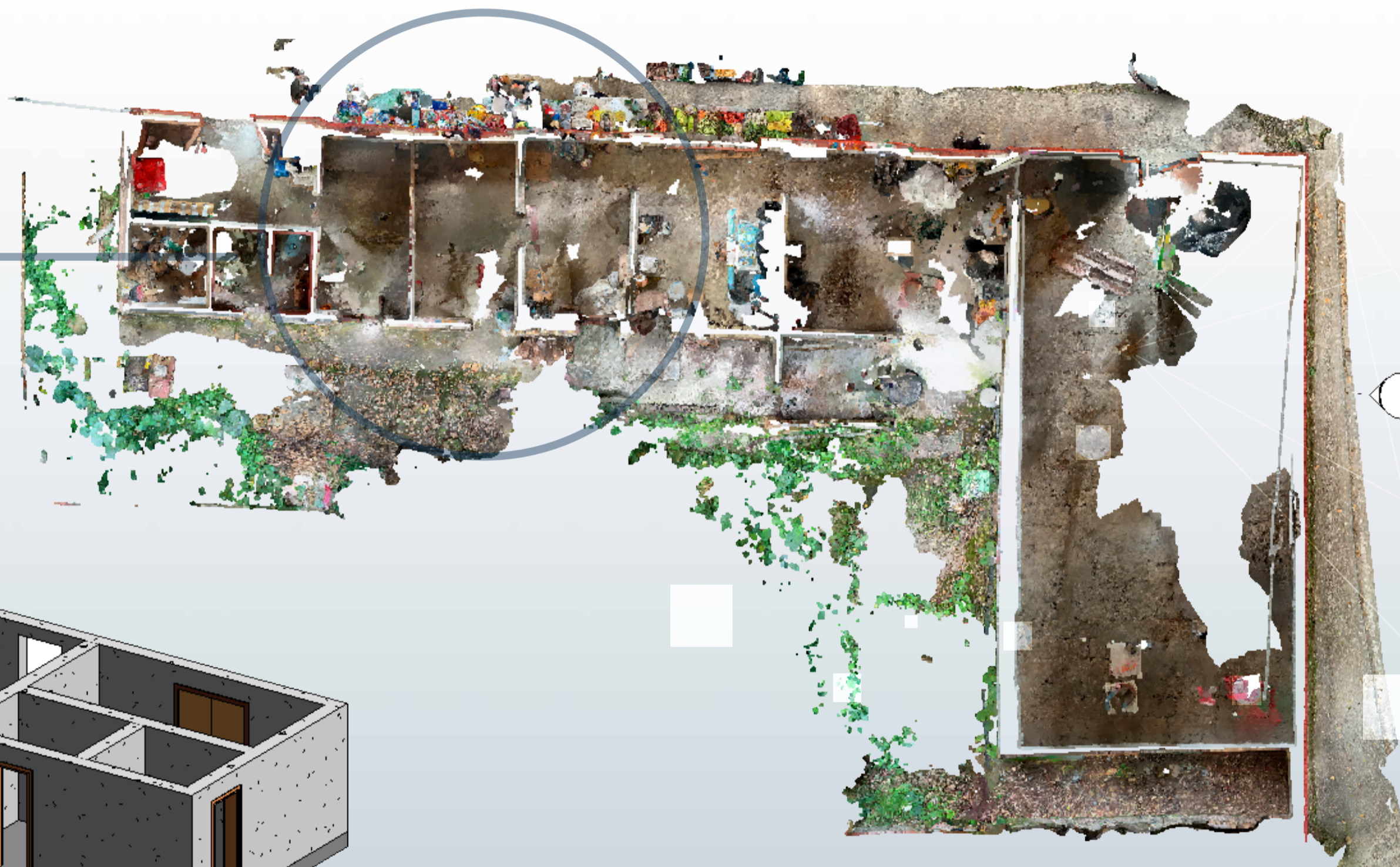
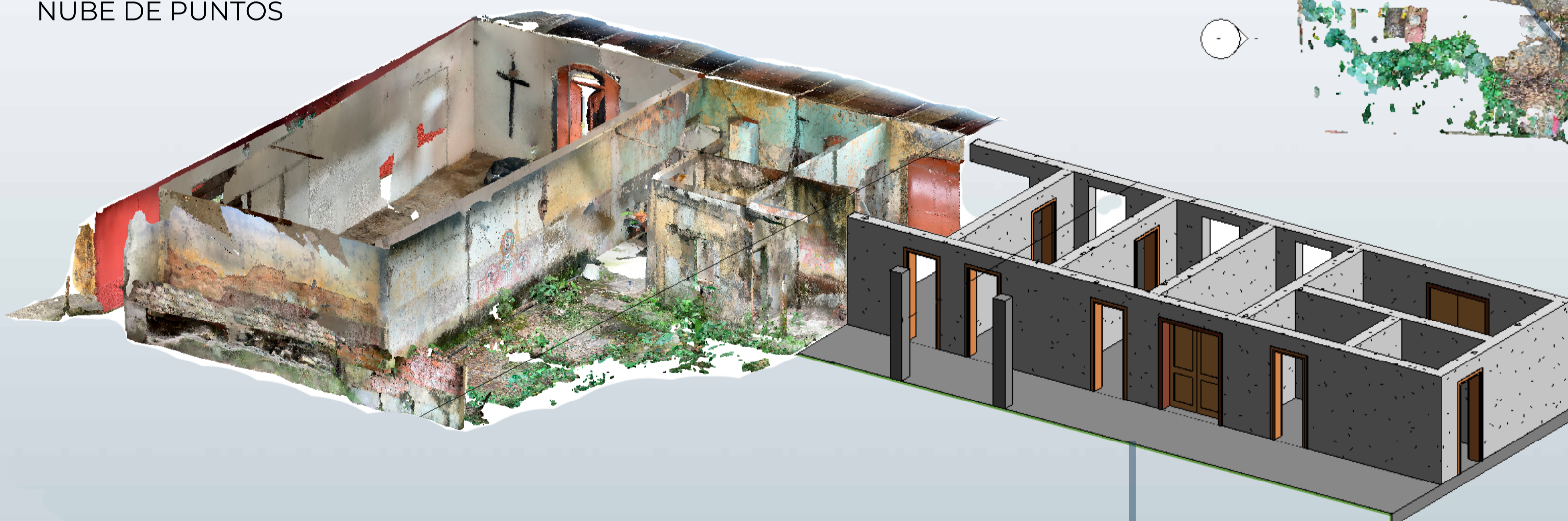
ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE LA ESPERANZA
NUBE DE PUNTOS

ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE LA ESPERANZA
VOLUMEN CON DETALLES

3 MODELAR SOBRE LA NUBE DE PUNTOS EN REVIT

Para poder modelar sobre la nube de puntos, es necesario pasar el archivo a REVIT, donde se usa como referencia para generar el modelo.

PLANTA SEGUNDO PISO
NUBE DE PUNTOS

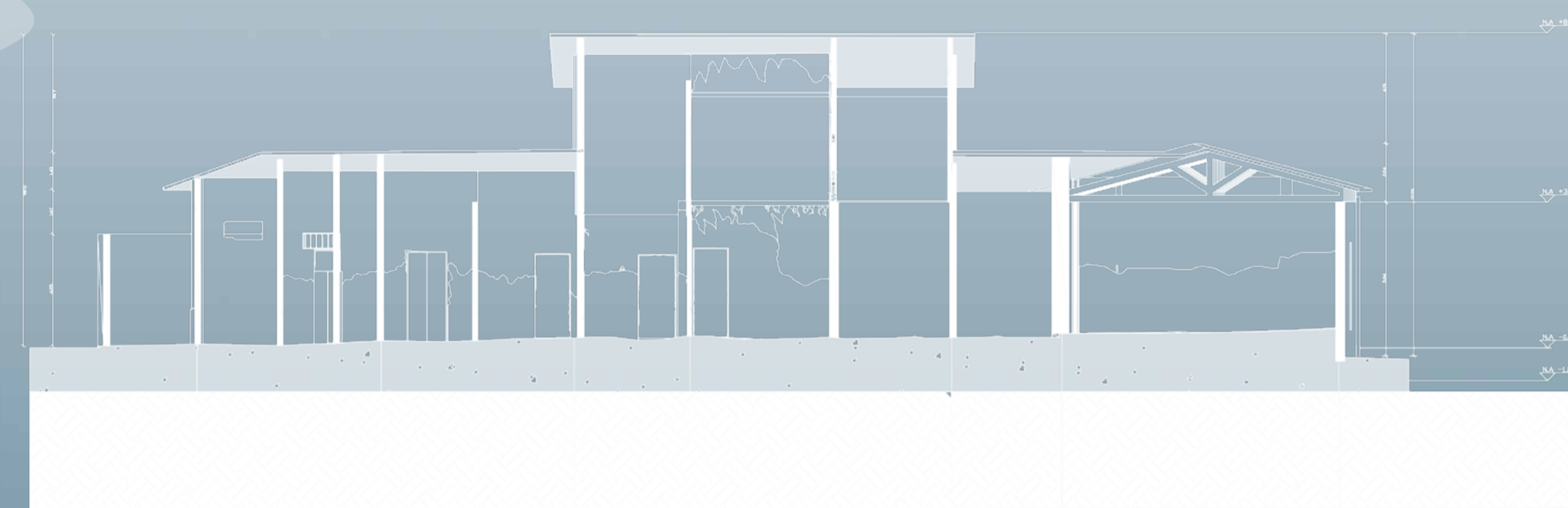


PLANTA PRIMER PISO
NUBE DE PUNTOS

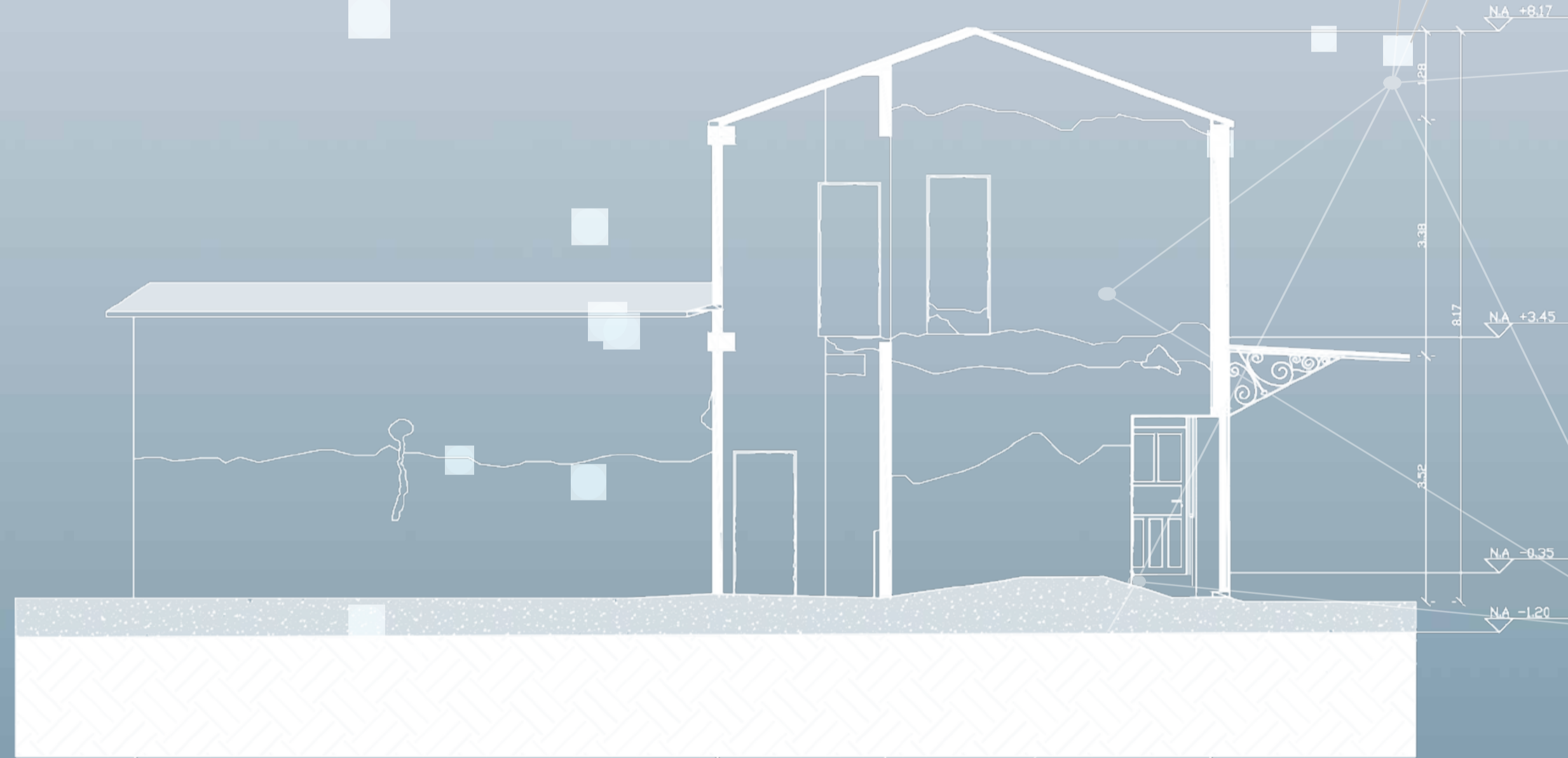
LEVANTAMIENTO MODELO 3D
REVIT

En este modelo que genero el escaneo, estan las medidas y posiciones exactas del modelo real.

PLANTAS GENERADAS A PARTIR DE LA NUBE DE PUNTOS



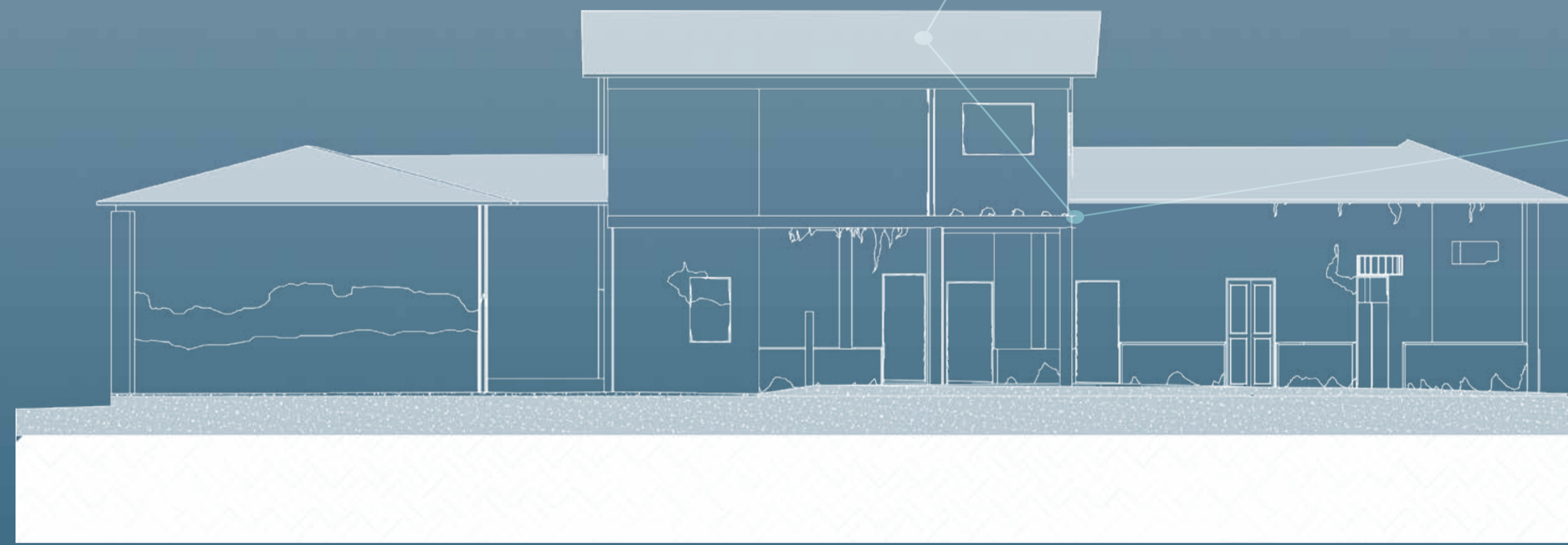
CORTE LONGITUDINAL
1:100



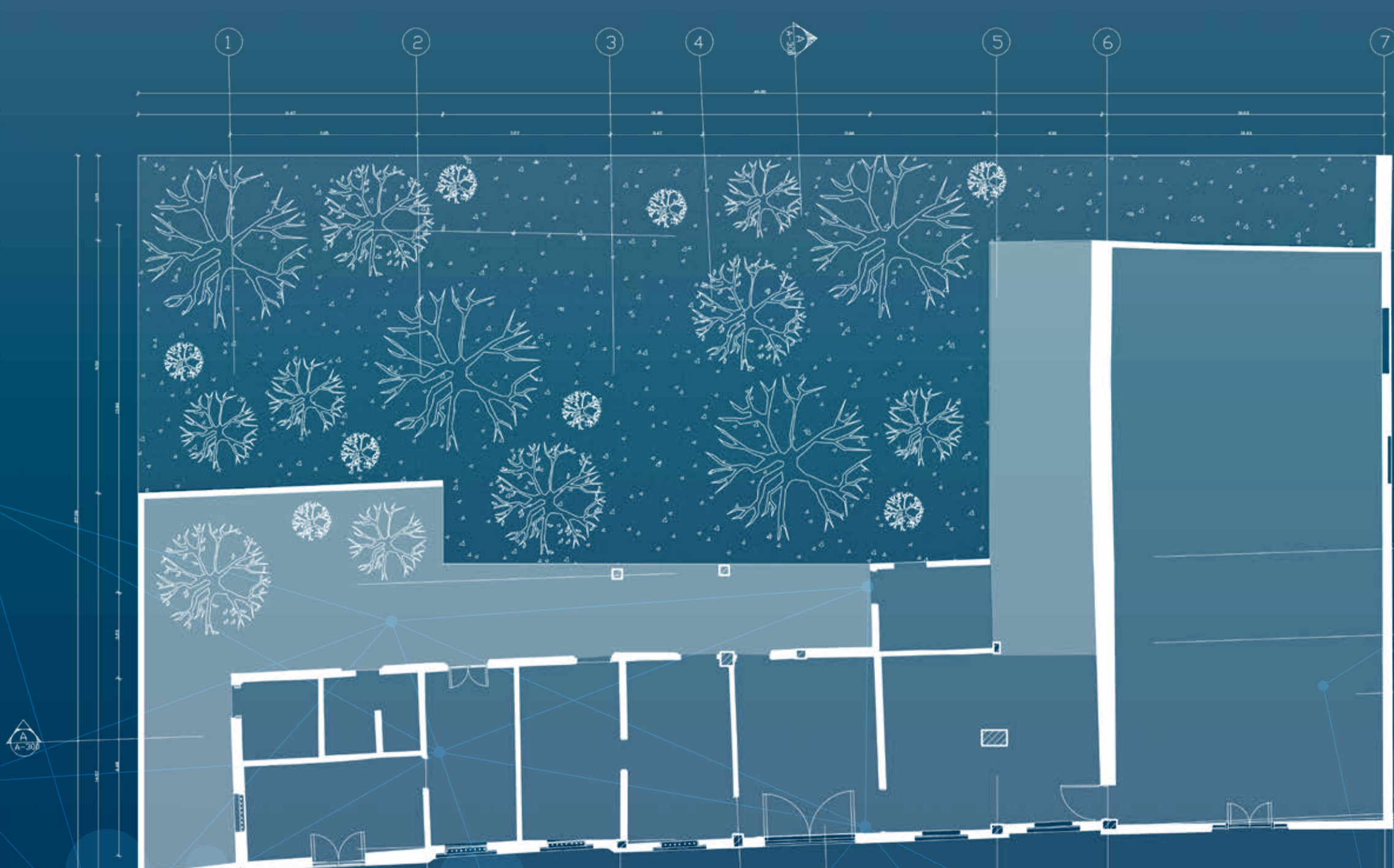
CORTE TRANSVERSAL
1:100



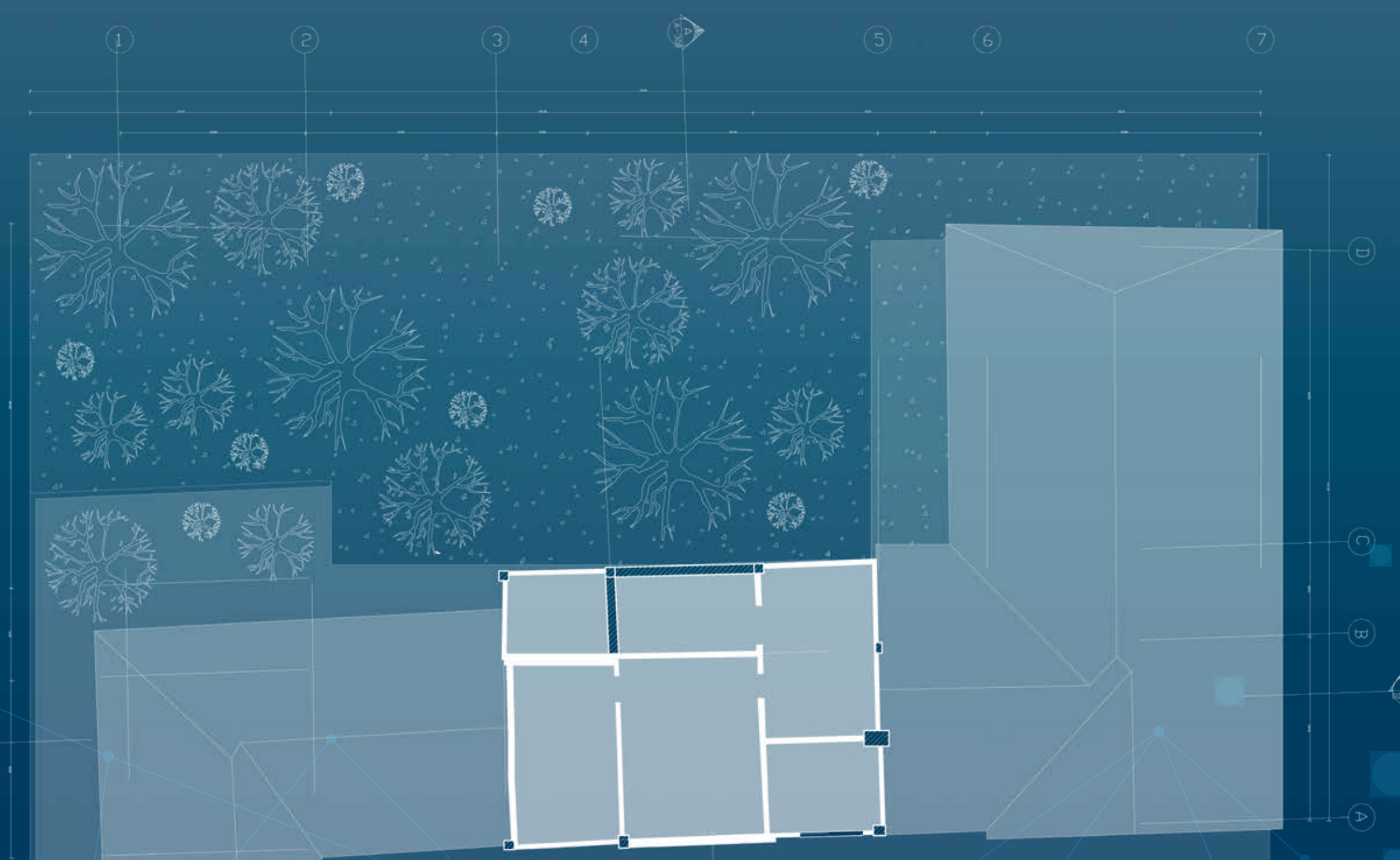
FACHADA NORTE
1:100



FACHADA SUR
1:100



PLANTA 1
1:100



PLANTA 2
1:100

4 IDENTIFICACIÓN DE ESPACIOS Y DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTACIÓN

INFORMACIÓN GENERAL

ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE LA ESPERANZA

VEREDA / INSPECCIÓN	La Esperanza
SITUACIÓN	Núcleo urbano de La Esperanza
NUMERO DE EDIFICIOS	Dos más volumen de baño

PROPIEDAD	Alcaldía de La Mesa
MUNICIPIO	La Mesa
KM (DESDE FACATATIVA)	49 KM

VÍA DE FERROCARRIL	Facatativa - Girardot
A.S.N.M	1350 aprox.
USO ACTUAL	No tiene un uso definido
ALTURA	2 pisos

TIPO	Arquitectura Industrial
USO ORIGINAL	Estación de pasajeros del Ferrocarril
ÁREA	525 m2
NUMERO DE ESTACIÓN	Estación numero 8 Vía Facatativa-Girardot

DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE

ANÁLISIS Y MATERIALES

Carpintería en madera

Cubierta de zinc y cerchas de madera

Fachada con ladrillo

Rejas en forja de hierro

Puerta principal

Edificio en L

Cubierta a dos aguas

Actual Iglesia (Parte Occidental)

Muros de carga portantes en mampostería de arcilla

Tres vanos

Segundo piso

Cubierta a cuatro aguas

Piso en cemento

Volumen horizontal

Patio interno

IMPORTANCIA

¿Por qué fue importante la estación de La Esperanza?

- Por la posición geográfica
- Por la construcción y desarrollo de La Esperanza
- Por la plaza de mercado de La Esperanza y el comercio de materias primas.

Arquitectónicamente el edificio es posiblemente el que mas complejidad presenta en la solución de las cubiertas y uno de los más ornamentados; correspondía a la tipología de núcleo urbano importante, con un edificio imponente y singular. Era el punto medio del switch back, entre Pesquera y La Salada, por lo cual cuenta además con valores tecnológicos y documentales.

ESTADO ACTUAL DE LA ESTACIÓN DE LA ESPERANZA

ANÁLISIS PATOLÓGICO CONCLUSIONES

ANÁLISIS PATOLÓGICO			
LESIÓN	FÍSICAS	HUMEDADES - SUCIEDAD - EROSIÓN	CAUSAS
	MECÁNICAS	FISURAS - CRIETAS - EROSIÓN DESPRENDIMIENTOS	
	QUÍMICAS	EFLORESCENCIAS - OCCIDACIÓN Y CORROSIÓN ORGANISMOS - EROSIÓN	
		DIRECTAS	MECÁNICAS - FÍSICAS QUÍMICAS - LESIONES PREVIAS
		INDIRECTAS	DE PROYECTO - DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL - DE MANTENIMIENTO
PRIMARIAS O SECUNDARIAS			

Dentro de los resultados del análisis patológico, se pudo concluir que entre las 113 lesiones encontradas, 77 son físicas, por humedad, obteniendo el mayor porcentaje con un 68,14%. Esto es provocado por el contexto en el que se encuentra la estación, por la presencia de organismos vegetales y exposición a agentes atmosféricos.

Los elementos como Vigas y Columnas se encuentran descubiertas, estas se encuentran con lesiones de humedad y grietas, lo que causaría la pérdida de estos elementos, lesiones catalogadas como Severas.

Lesiones generadas por ausencia de elementos estructurales como muros y ausencia de puertas y ventanas

Debido al tiempo, la exposición a los agentes atmosféricos, y otras causas como organismos animales e incendios, se ha perdido uno de los elementos valorativos importantes, que es la madera y ornamentación, de puertas y ventanas.

El 47,79 % de las lesiones existentes, están inactivas y fueron causadas por la falta de cubiertas. En esta zona las lesiones fueron causadas por humedad y exposición a agua lluvia.

El terreno es irregular, su material es cemento y en algunas partes esta descubierto, se observa tierra, se identifica una grieta que abarca aproximadamente 4 habitaciones y se desconoce su origen.

La mayoría de las lesiones son generadas por la humedad, la exposición a agentes atmosféricos, y la abundante vegetación que se encuentra en el espacio.

Acción de agua lluvia, en el suelo hacia la pared.

La cubierta señalada fue cambiada hace 2 años, debido a que en este espacio no existía cubierta porque se habían caído, por el deterioro, lo que generó la mayoría de lesiones durante aproximadamente 5 años.

Se destacan elementos ornamentales que con el tiempo se han oxidado o dañado, por la humedad ocasionada por la falta de cubiertas.

Gran parte de la vegetación y organismos que están en el patio trasero, va consumiendo las columnas y el suelo.

5 INSTRUMENTOS DE VISUALIZACIÓN DEL MODELO BIM

ENSCAPE - REALIDAD VIRTUAL

visualizar a partir de gafas VR los modelos a escala real



AUGIN - REALIDAD AUMENTADA

Visualizar los modelos en diferentes dispositivos a escala real



AUTODESK VIEWER

Compartir modelos BIM, interactuando y comentando junto con demás personas

