INFORME LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

CONSORCIO
CONURMA – RINCÓN - LÓPEZ
NIT. 901615033-1

CONSORCIO CONURMA – RINCÓN – LOPÉZ
CONTRATO DE CONSULTORÍA NÚMERO 3020 DE 2022

CONSORCIO RESTAURO SJD
CONTRATO DE INTERVENTORÍA No. 3055 DE 2022

MINISTERIO DE CULTURA

ARQUITECTO CARLOS AMEZQUITA
DIRECCIÓN DE PATRIMONIO Y MEMORIA
MINISTERIO DE CULTURA

ENERO DE 2024

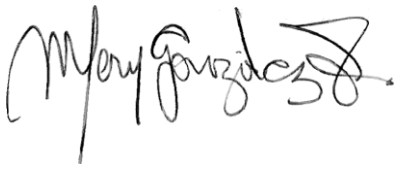
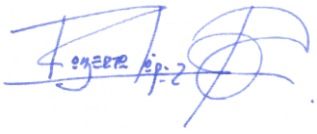
Las copias de este documento han sido entregadas, según se indica a continuación. Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas a esta oficina para proceder a realizar sus modificaciones:

ENTIDAD Y/O DEPENDENCIA	N° DE COPIAS
CONSORCIO RESTAURO SJD	1
MINISTERIO DE CULTURA	1

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

VERSIÓN	FECHA DE MODIFICACIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	OBSERVACIONES
0.0	11-11-2022		Versión Final
0.0.1	31/01/2024		Se actualiza la fecha a 31 de Enero de 2024

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN CONSULTORÍA

ELABORÓ	Nombre	Sergio Pabón Rozo
	Cargo	Ingeniero Topográfico
	Firma	
	Fecha	Enero de 2024
REVISÓ	Nombre	Mery Gonzales
	Cargo	Arquitecta coordinadora Edificio Jardín Infantil.
	Firma	
	Fecha	Enero de 2024
APROBÓ	Nombre	Roberto López Sánchez
	Cargo	Director de Consultoría
	Firma	
	Fecha	Enero de 2024

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN INTERVENTORÍA

REVISÓ	Nombre	Arq. Manuela Giralda
	Cargo	Coordinador i nterventoría edificio Jardín Infantil
	Firma	
	Fecha	Enero 2024
REVISÓ	Nombre	Ing. Juan D ego Quintero
	Cargo	Director i nterventoría edificio Jardín Infantil
	Firma	
	Fecha	Enero 2024
APROBÓ	Nombre	José Armando Alonso
	Cargo	Topografo Interventoría
	Firma	
	Fecha	Enero 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 10
2. OBJETIVO GENERAL 10
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS 10
3. LOCALIZACIÓN 11
4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 12
4.1 METODOLOGIA TRABAJOS DE CAMPO 12
4.2 PERSONAL DISPUESTO PARA TRABAJO DE CAMPO 16
4.3 RECURSOS TÉCNICOS 17
4.4 ACTIVIDADES DE CAMPO 20
4.4.1 POSICIONAMIENTO GPS 20
4.4.2 LEVANTAMIENTO DE POLIGONAL 25
4.4.3 LEVANTAMIENTO CON TECNOLOGÍA LIDAR 27
5 TRABAJO EN OFICINA 28
5.1 PROCESAMIENTO DATOS GPS 28
5.1.1 METODOLOGÍA DE POSICIONAMIENTO DE BASES GNSS 30
5.1.2 AJUSTE Y COORDENADAS DE LOS PUNTOS GPS 31
5.2 PROCESAMIENTO LIDAR AEREO 32
5.3 PROCESAMIENTO LASER TERRESTRE 34
5.4 PROCESAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO 39
6. RESULTADOS 41
6.1 CALCULO DE POLIGONAL 41

6.2 COORDENADAS FINALES 42
6.3 RESULTADOS DEL VUELO LIDAR 43
6.4 PLANIMETRÍA LEVANTAMIENTO HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS 44
7. CONCLUSIONES 47
8. ANEXOS. 48
8.1 LICENCIA Y/O CERTIFICADOS DE MP DE LOS PROFESIONALES 48
8.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO LEVANTAMIENTO 49

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general proyecto "Levantamiento Hospital San Juan de Dios" Fuente: Google Earth 11
Figura 2. Localización puntos geodésicos locales GPS-1-2 AUX 1-2 y D 1-2 Fuente: Propia 12
Figura 3. Nube de puntos Lidar 13
Figura 4. Convenciones inspección de redes 14
Figura 5. Identificación de redes carteras de campo 14
Figura 6. Identificación de carteras de campo de las cajas inspeccionadas 16
Figura 7. Drone Mavic Enterprise Dual-DJI 17
Figura 8. Drone Matrice 210 RTK V2 -DJI 18
Figura 9. Equipo Lidar 18
Figura 10. Faro focus s120 laser scanner 19
Figura 11. Equipo STONEX S800 19
Figura 12. Localización general de los vertices GPS instalados 20
Figura 13. Materialización del AUX-1 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia 21
Figura 14. Materialización del AUX-2 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia 21
Figura 15. Posicionamiento de la GPS-1 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia 22
Figura 16. Posicionamiento de la GPS-2 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia 23
Figura 17. Materializacion de la D-1 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia 24

Figura 18. Materializacion de la D-2 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia 25

Figura 19. Levantamiento de poligonal y detalles con topografia convensional – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia 26

Figura 20. Croquis del levantamiento de poligonal cerrada– Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia 27

Figura 21. Cálculo de ondulación GEOIDAL en Software MAGNA SIRGAS 5.0 29

Figura 22. Cálculo de cambio de época software MAGNA SIRGAS 5.0 29

Figura 23. Tiempo de rastreo minimo ajuste IGAC 31

Figura 24. Tiempo de rastreo de la GPS-1 y GPS-2..... 31

Figura 25. Trayectoria del vuelo LIDAR- Levantamiento Hospital San Juan de Dios 32

Figura 26. Nube de puntos del vuelo LIDAR - Levantamiento Hospital San Juan de Dios 33

Figura 27. MDS Modelo Digital de Superficies - Levantamiento Hospital San Juan de Dios 33

Figura 28. MDT Modelo Digital de Terreno - Levantamiento Hospital San Juan de Dios..... 34

Figura 29. Traslado de coordenadas nube de puntos a mojones. Hospital San Juan de Dios..... 35

Figura 30. Procesamiento y union de escaneos 36

Figura 31. Georreferenciación nube de puntos GPS-1 y GPS-2. Hospital San Juan de Dios 37

Figura 32. Traslado de coordenadas para AUX-1 y AUX-2. Hospital San Juan de Dios..... 38

Figura 33. Procesamiento y ajuste de coordenadas..... 39

Figura 34. Ortomosaico generado del polígono - Levantamiento Hospital San Juan de Dio 40

Figura 35. Tabla de coordenadas de GAUSS ORIGEN CENTRAL - Levantamiento Hospital San Juan de Dios 42

Figura 36. Tabla de coordenadas en ORIGEN UNICO NACIONAL - Levantamiento Hospital San Juan de Dios 42

Figura 37. Tabla de coordenadas en PLANAS CARTERIANAS - Levantamiento Hospital San Juan de Dios..... 43

Figura 38. MDT del Levantamiento Hospital San Juan de Dios 44

Figura 39. Planimetría general - Levantamiento Hospital San Juan de Dios 45

Figura 40. Planimetría con perfiles longitudinales y transversales– Levantamiento Hospital San Juan de Dios..... 45

Figura 41. Planimetría catastro de redes– Levantamiento Hospital San Juan de Dios..... 46

Figura 42. Inspección de cajas y pozos dentro de las instalaciones del Hospital San Juan de Dios 49

Figura 43. Levantamiento con equipos LiDAR en el Hospital San Juan de Dios 50

Figura 44. Imagen 360° extraído del levantamiento LiDAR laser 3D..... 51

Figura 45. Levantamiento fotogramétrico del Hospital San juan de Dios..... 52

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe relaciona las actividades, procesamiento y resultados del trabajo de levantamiento topográfico 3D con tecnología Lidar – Laser terrestre, en el Hospital San Juan de Dios ubicado en el municipio de Bogotá.

Los trabajos de campo del levantamiento topográfico se efectuaron los días 6, 7 y 12 de septiembre de 2022 iniciando con la visita y reconocimiento del sitio; en cumplimiento con el alcance del proyecto, se conformó una comisión de trabajo las cuales tuvieron la responsabilidad de realizar las mediciones Lidar aéreo, escáner laser terrestre, apoyo fotogramétrico y RTK, así como la construcción y el posicionamiento de las referencias GPS.

El procesamiento de la información es realizado por profesionales capacitados en el análisis de datos LIDAR y ajustes geodésicos, los cuales desde el día 14 de septiembre del 2022 realizan las actividades de oficina, mediante software y hardware adecuados para estos procesos.

Los trabajos son realizados con tecnologías laser aéreo y terrestre; el cual funciona de manera aerotransportando (ALS), de manera terrestre estático o móvil mediante sistemas inerciales IMU, que permite obtener una nube de puntos 3d la cual permite clasificar la información obteniendo puntos sobre terreno natural de manera rápida y sencilla. Los datos son controlados mediante GNSS, datos GPS ajustados a la red nacional IGAC.

2. OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento topográfico 3D en las diferentes áreas determinadas del objeto del contrato con la generación e integración de los datos LIDAR, modelos digitales de nube de puntos, y con coordenadas georreferenciadas a partir de puntos GPS materializados.

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- -Analizar, calcular y procesar, imágenes obtenidas para generar el orto mosaico correspondiente de la franja objeto de estudio.
- Obtener modelo digital de elevación con información de nubes de puntos Lidar.
- Obtener curvas de nivel del área de estudio.
- Obtener planimetría a partir de la ortofoto del levantamiento

3. LOCALIZACIÓN

El Hospital San Juan de Dios está ubicado en la Carrera 10 No. 1 - 59 Sur, barrio Sevilla, Bogotá. Con coordenadas aproximadas:

- Latitud: 4°35'21.63"N
- Longitud: 74° 5'15.32"O



Figura 1. Localización general proyecto "Levantamiento Hospital San Juan de Dios" Fuente: Google Earth.

4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

4.1 METODOLOGIA TRABAJOS DE CAMPO.

Los trabajos de campo fueron el posicionamiento geodésico GNSS, Lidar aéreo y terrestre, inspección de cajas y redes hidráulicas.

Posicionamiento geodésico GNSS.

El cual contempla la construcción de 2 mojones con placa los cuales son ubicados en el peatonal que conecta el ed. San roque con el ed. Inmunológico estos mojones son denominados AUX-1 Y AUX-2, estos puntos debido a la cobertura vegetal no se les realiza ocupación GNSS y cuyas coordenadas están ligadas y trasferidas a partir de 2 puntos GPS georreferenciados en zonas despejadas (parqueadero) denominadas GPS- 1 y GPS-2, estos puntos son materializados como deltas y de los cuales se les realiza el posicionamiento y ocupación GNSS y son ajustados a la red geodésica del IGAC. El traslado de coordenadas se realiza a partir de los datos del escáner terrestre el cual cuenta con precisiones milimétricas.
En la siguiente imagen se identifican los puntos de apoyo GNSS y los mojes GPS construidos en campo.
Es válido aclarar que los puntos de apoyo GPS-1 y GPS-2 no fueron materializados con mojones y placas debido a pueden verse afectadas por la circulación de vehículos o maquinaria. A su vez se decide monumentar dos mojones mas denominados D-1 y D-2 en los cuales se obtiene coordenadas a partir de la generacion de una poligonal cerrada que integra los GPS-1 y GPS-2 y los deltas.

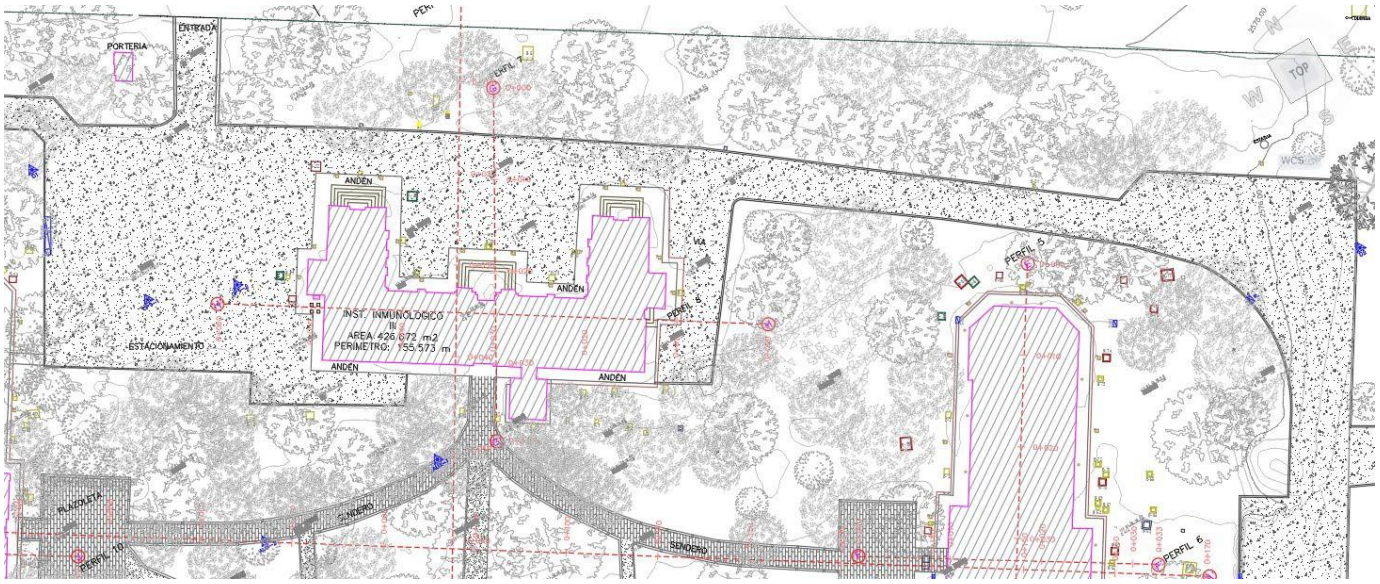


Figura 2. Localización puntos geodésicos locales GPS-1-2 AUX 1-2 y D 1-2 Fuente: Propia.

Levantamiento LIDAR aéreo y terrestre.

El levantamiento Lidar tiene como punto de origen los datos del levantamiento GPS, 2 Vuelos Lidar a 100 metros de altura, 2 vuelos fotogramétricos y un aproximado de 100 escaneos terrestres de zonas exteriores.



Figura 3. Nube de puntos Lidar

Inspección de cajas y redes hidráulicas

La inspección se realiza con el fin de identificar las cajas existentes en el entorno a los edificios levantados.
se utilizaron planos y carteras de campo para identificar y levantar cajas utilizando las siguientes y convenciones.

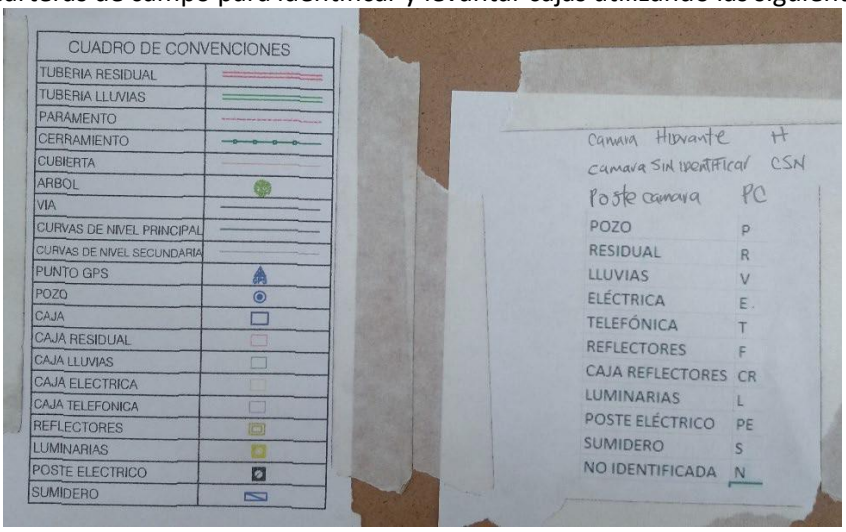


Figura 4. Convenciones inspección de redes



Figura 5. Identificación de redes carteras de campo

Inspección de redes	
	
	
	

DIMENSIONES CAJAS EXTERIORES

NOMBRE CAJA	LADOxLADOxPROF.	TIPO DE CAJA	NOMBRE CAJA	LADOxLADOxPROF.	TIPO DE CAJA	NOMBRE CAJA	LADOxLADOxPROF.	TIPO DE CAJA
F-1	0.37mx0.37mx0.34m	REFLECTOR	E-40	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	R-77	1.10mx1.10mx1.30m	CAJA RESIDUAL
CSN-3	0.8mx1.45mx0.60m	CAJA SIN IDENTIFICAR	E-41	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-78	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
E-5	1.58mx1.40mx1.10m	CAJA ELECTRICA	R-42	0.70mx0.70mx0.80m	CAJA RESIDUAL	E-79	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
F-6	0.38mx0.38mx0.27m	REFLECTOR	E-43	0.70mx1.4mx0.90m	CAJA ELECTRICA	R-80	0.70mx0.70mx0.80m	CAJA ELECTRICA
E-7	0.42mx0.42mx0.40m	CAJA ELECTRICA	E-44	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-81	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
E-8	0.41mx0.41mx0.45m	CAJA ELECTRICA	E-45	0.56mx0.56mx0.35m	CAJA ELECTRICA	PZ-8	r=0.715mx1.25m	POZO RESIDUAL
E-9	0.71mx0.71mx0.84m	CAJA ELECTRICA	E-46	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-83	1.30mx0.80mx1.0m	CAJA ELECTRICA
E-10	0.40mx0.42mx0.43m	CAJA ELECTRICA	E-47	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-84	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
E-11	0.37mx0.37mx0.34m	CAJA ELECTRICA	R-48	0.69mx0.69mx0.95m	CAJA RESIDUAL	R-85	0.90mx0.80mx0.60m	CAJA RESIDUAL
E-12	0.42mx0.40mx0.51m	CAJA ELECTRICA	E-49	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-86	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
E-13	0.37mx0.37mx0.34m	CAJA ELECTRICA	PZ-7	NO INSPECCIONABLE	POZO LLUVIAS	E-87	1.35mx0.75mx0.85m	CAJA ELECTRICA
E-14	0.37mx0.37mx0.34m	CAJA ELECTRICA	E-51	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-88	0.60mx0.45mx0.40m	CAJA ELECTRICA
E-15	0.64mx0.56mx0.38m	CAJA ELECTRICA	E-52	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-89	0.41mx0.41mx0.35m	CAJA ELECTRICA
E-16	0.50mx0.51mx0.47m	CAJA ELECTRICA	R-53	0.67mx0.67mx0.20m	CAJA RESIDUAL	E-90	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
E-17	0.71mx0.71mx0.85m	CAJA ELECTRICA	R-54	0.70mx0.70mx0.75m	CAJA RESIDUAL	R-91	0.81mx0.80mx0.30m	CAJA RESIDUAL
E-18	0.45mx0.55mx0.34m	CAJA ELECTRICA	E-55	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-92	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
R-19	0.75mx0.75mx0.45m	CAJA RESIDUAL	E-56	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-93	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
V-20	0.70mx0.70mx0.54m	CAJA LLUVIAS	R-57	0.67mx0.67mx0.34m	CAJA RESIDUAL	E-94	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
E-21	0.42mx0.42mx0.34m	CAJA ELECTRICA	V-58	1.10mx1.10mx0.80m	CAJA LLUVIAS	E-95	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
R-22	1.08mx1.08mx0.74m	CAJA RESIDUAL	R-59	0.76mx0.76mx0.80m	CAJA RESIDUAL	V-96	0.70mx0.70mx1.85m	CAJA LLUVIAS
PZ-1	r=0.715mx1.25m	POZO RESIDUAL	TQ-60	0.34mx0.34mx0.22m	REGISTRO	E-97	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
E-24	0.43mx0.43mx0.28m	CAJA ELECTRICA	E-61	1.40mx1.45m	CAJA ELECTRICA	E-98	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
V-25	0.91mx0.91mx1.4m	CAJA LLUVIAS	E-62	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-99	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
E-26	0.42mx0.42mx0.24m	CAJA ELECTRICA	R-63	0.69mx0.69mx0.87m	CAJA RESIDUAL	E-100	1.30mx0.80mx0.50m	CAJA ELECTRICA
E-27	0.42mx0.42mx0.24m	CAJA ELECTRICA	R-64	0.69mx0.69mx0.60m	CAJA RESIDUAL	E-101	0.47mx0.57mx0.64m	CAJA ELECTRICA
E-28	0.42mx0.42mx0.24m	CAJA ELECTRICA	E-65	0.39mx0.39mx0.45m	CAJA ELECTRICA	V-102	0.65mx0.69mx1.05m	CAJA LLUVIAS
E-29	0.42mx0.42mx0.24m	CAJA ELECTRICA	E-66	0.40mx0.40mx0.45m	CAJA ELECTRICA	E-103	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
E-30	0.42mx0.42mx0.24m	CAJA ELECTRICA	E-67	0.41mx0.41mx0.30m	CAJA ELECTRICA	PZ-11	r=0.71mx2.80m	POZO LLUVIAS
E-31	0.42mx0.42mx0.24m	CAJA ELECTRICA	E-68	0.36mx0.36mx0.45m	CAJA ELECTRICA	E-105	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
PZ-3	r=0.715mx1.25m	POZO RESIDUAL	E-69	0.37mx0.37mx0.37m	CAJA ELECTRICA	E-106	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
PZ-4	r=0.715mx1.25m	POZO RESIDUAL	R-70	0.67mx0.67mx0.50m	CAJA RESIDUAL	V-107	0.65mx0.70mx1.0m	CAJA LLUVIAS
V-34	0.60mx0.60mx0.67m	CAJA LLUVIAS	E-71	0.39mx0.39mx0.40m	CAJA ELECTRICA	E-108	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA
R-35	0.90mx0.90mx1.75m	CAJA RESIDUAL	E-72	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	V-109	0.85mx0.95mx1.95m	CAJA LLUVIAS
V-36	0.75mx0.75mx0.65m	CAJA LLUVIAS	E-73	0.37mx0.37mx0.44m	CAJA ELECTRICA	E-110	0.80mx0.80mx0.50m	CAJA ELECTRICA
E-37	0.36mx0.36mx0.36m	CAJA ELECTRICA	R-74	0.67mx0.67mx0.80m	CAJA RESIDUAL			
E-38	0.67mx0.67mx0.55m	CAJA ELECTRICA	R-75	0.62mx0.62mx0.80m	CAJA RESIDUAL			
R-39	0.82mx1.30mx0.94	CAJA RESIDUAL	R-76	0.70mx0.70mx1.0m	CAJA RESIDUAL			

Figura 6. Identificación de carteras de campo de las cajas inspeccionadas

4.2 PERSONAL DISPUESTO PARA TRABAJO DE CAMPO.

CARGO	LABOR
Topógrafo	Coordinador de trabajos de campo.
Auxiliar campo	Encargado de la construcción de mojones, posicionamiento y recolección de información topográfica.
Personal de manipulación de equipos LiDAR	Encargado de la planeación y ejecución de los levantamientos LiDAR.

4.3 RECURSOS TÉCNICOS

Para el levantamiento topográfico se utilizó dos vehículos aéreo no tripulado UAV; para este caso en particular fue un drone Mavic Enterprise Dual y un drone MATRICE 210 RTK V2 (LiDAR); en el posicionamiento GNSS se utilizaron equipos doble frecuencia L1/L2 marca STONEX, equipo Laser terrestre FARO FOCUS 3D 120.

Dron fotogramétrico El Drone Mavic Enterprise Dual tiene las siguientes características: • Cuadricóptero. • Tiempo de vuelo máx. 31 Min. • Batería de litio 5350 MHA. • Altura de vuelo hasta 6000 m, sobre el Nivel del Mar. • GPS Timestamping proporciona información sobre las coordenadas, fecha y la hora en que se toman las imágenes • Esquiva obstáculos automáticamente. • Velocidad máxima de 72km/h.	 **Figura 7.** Drone Mavic Enterprise Dual-DJI

Dron Lidar

Para el componente Lidar se utilizó el Dron Matrice 210 RTK V2 el cual tiene las siguientes características:

- Drone industrial para cartografía, inspección, rescate, prospección.
- Precisión centimétrica en tiempo real.
- Preparado para trabajar en condiciones extremas.
- Detección de obstáculos omnidireccional.
- 27 minutos de tiempo de vuelo.
- Sistemas de vuelo inteligentes
- Alcanza hasta 82.8 km/h



Figura 8. Drone Matrice 210 RTK V2 -DJI

SENSOR LIDAR GEOSUN GS 100M

- Sistema de escaneo LIDAR UAV
- Peso 0.9 kg
- Precisión 0.02-0.05 m
- FOV 70” Visión circular
- Tasa de captura 720.000 puntos por segundo
- 20w en promedio
- 12v-16v potencia
- Capacidad de almacenamiento de 128 gb TF
- Rango Máximo 450m Mínimo 0.3m
- Señal GPS l1/l2 GLONASS BDS



Figura 9. Equipo Lidar

Equipo Lidar terrestre

• alta precisión.
• alta resolución.
• alta velocidad.
• control intuitivo a través de la pantalla táctil incorporada.
• gran movilidad gracias a su tamaño reducido, peso liviano y a la batería de carga rápida integrada.
• El modo HDR (High Dynamic Range) combina imágenes capturadas con diferentes configuraciones de exposición con una imagen con mayor rango dinámico de luminosidad.
• escaneos 3D fotorrealistas a color gracias a la cámara a color integrada.
• compensador de eje doble integrado para nivelar automáticamente los datos de escaneo capturados,
• sensor de GPS integrado para determinar la posición del escáner.
• brújula y altímetro integrados para dar a los escaneos información sobre orientación y altura.



Figura 10. Faro focus s120 laser scanner.

Equipos GNSS GPS

Se utilizó equipo STONEX doble frecuencia con las siguientes características:

RECEIVER	
Satellite Tracked	GPS: L1 C/A, L1C, L2C, L2P, L5 GLONASS: L1 C/A, L2C, L2P, L3, L5 BEIDOU: B1, B2, B3 GALILEO: E1, E5 AltBOC, E5a, E5b, E6 QZSS: L1 C/A, L1C, L2C, L5, L6 SBAS: L1, L5 IRNSS: L5
Channels	555
Position Rate	5 Hz, optional up to 20 Hz
Signal Reacquisition	< 1 sec
RTK Signal Initialization	Typically < 10 sec
Hot Start	Typically < 15 sec
Initialization Reliability	> 99.9 %
Internal Memory	8 GB

POSITIONING[1]	
HIGH PRECISION STATIC SURVEYING	
Horizontal	2.5 mm + 1 ppm RMS
Vertical	5.0 mm + 1 ppm RMS
CODE DIFFERENTIAL POSITIONING	
Horizontal	<0.5 m RMS
Vertical	<1.0 m RMS
SBAS POSITIONING	
Horizontal	<0.6 m RMS[2]
Vertical	<1.2 m RMS[2]
REAL TIME KINEMATIC (< 30 Km) – NETWORK SURVEYING[3]	
Fixed RTK Horizontal	8 mm + 1 ppm RMS
Fixed RTK Vertical	15 mm + 1 ppm RMS

INTEGRATED GNSS ANTENNA
High accuracy four constellation micro-strip antenna, zero phase center, with internal multipath suppressive board

INTERNAL RADIO	
Type	Tx - Rx
Frequency Range	410 - 470 MHz
Channel Spacing	12.5 KHz / 25 KHz
Maximum Range	3-4 Km in urban environment Up to 10 Km with optimal conditions[4]

COMMUNICATION	
I/O Connectors	7-pins Lemo and 5-pins Lemo interfaces. Multifunction cable with USB interface for PC connection
Bluetooth	V2.0 Class2/V4.1LE
Wi-Fi	802.11 b/g
Web UI	To upgrade the software, manage the status and settings, data download, etc. via smart phone, tablet or other internet enabled electronic device
Reference outputs	RTCM 2.1, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 CMR, CMR+, RTCA
Navigation outputs	GGA, ZDA, GSA, GSV, GST, VTG, RMC, GLL

POWER SUPPLY	
Battery	Rechargeable 7.2 V – 6800 mAh Rechargeable 7.2 V – 5200 mAh[5]
Voltage	9 to 18 V DC external power input with over-voltage protection (5 pins Lemo)
Working Time	Up to 10 hours Up to 8 hours[5]
Charge Time	Typically 4 hours

PHYSICAL SPECIFICATION	
Dimensions	146 mm x 146 mm x 76 mm
Weight	1.2 Kg
Operating Temperature	-30°C to 65°C (-22°F to 149°F) -40°C to 65°C (-40°F to 149°F)[5]
Storage Temperature	-40°C to 80°C (-40°F to 176°F)
Waterproof/Dustproof	IP67
Shock Resistance	Designed to endure to a 2 m pole drop on concrete floor with no damage
Vibration	Vibration resistant



Figura 11. Equipo STONEX S800

4.4 ACTIVIDADES DE CAMPO.

La actividad de campo se realizó los días 6, 7 y 12 de septiembre de 2022, con los equipos y personal necesario para dicho levantamiento. En campo se realiza la obtención de información topográfica mediante dos (2) vuelos LiDAR, un (1) vuelo fotogramétrico y monumentación de dos (2) mojones y recolección de datos GPS para cada predio.

4.4.1 POSICIONAMIENTO GPS.

Para el proyecto se determinó instalar dos mojones GPS (2 mojones) que fueron repartidas con el objeto de cubrir proporcionalmente de toda el área a levantar como se muestra en la siguiente figura (**Figura *12***):

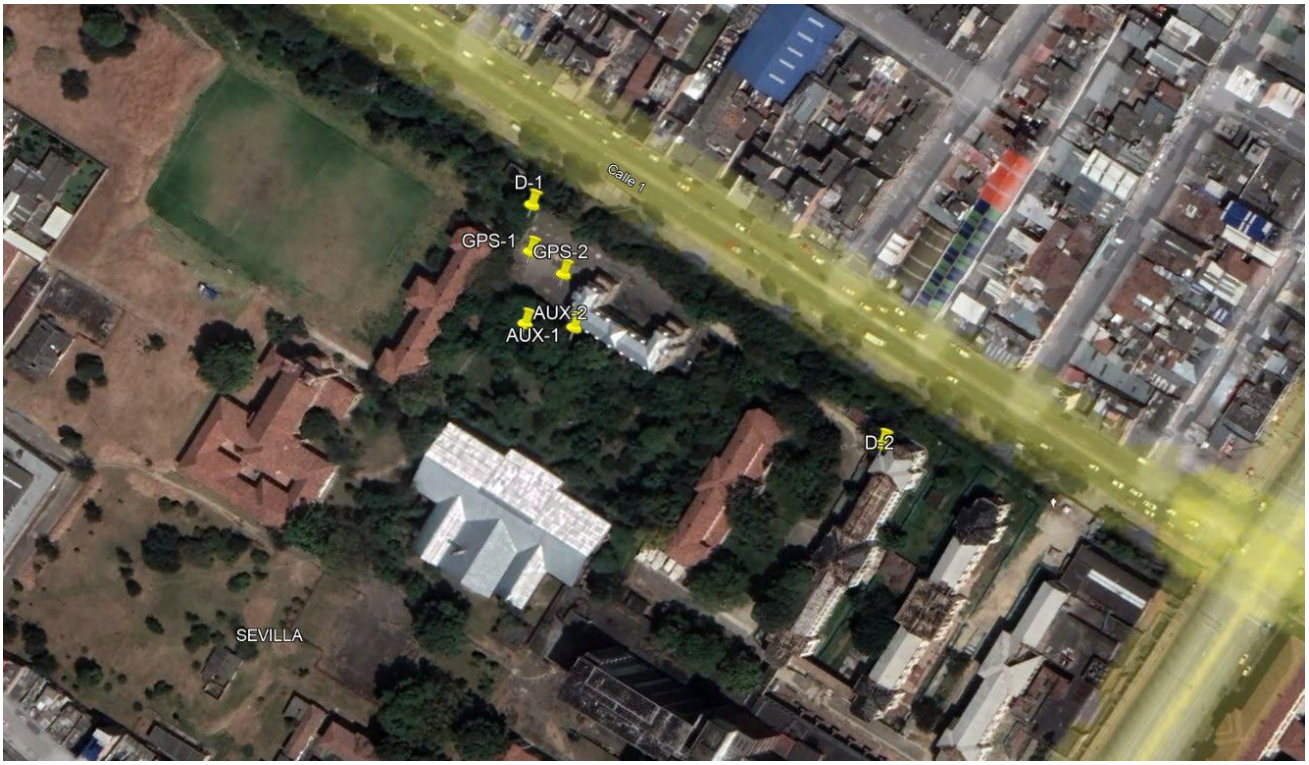


Figura 12. Localización general de los vertices GPS instalados.

Fuente: Google Earth

Como se observa en la imagen (**Figura *12***) las marcas GPS-1 y GPS-2 son puntos los cuales fueron posicionados y a partir de esos puntos son georreferenciados y monumentados los AUX-1 y AUX-2.

A continuación, se presentan las fotografías como evidencia del posicionamiento de los GPS y la materialización de los puntos AUX, según los procedimientos dictados por la norma.

Los AUX-1 (**Figura 13**) y AUX-2 (**Figura 14**) están ubicados dentro de las instalaciones del hospital. La materialización de dichos GPS fue de tipo mojon de concreto cerca del paso peatonal entre los edificios Inmunológico y San Roque.



Figura 13. Materialización del AUX-1 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia.



Figura 14. Materialización del AUX-2 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia.

Las marcas GPS-1 (**Figura 15**) y GPS-2 (**Figura 16**) fueron posicionadas y están ubicadas en la zona del estacionamiento del edificio inmunológico.



Figura 15. Posicionamiento de la GPS-1 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia.



Figura 16. Posicionamiento de la GPS-2 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia.

Los mojones D-1 (**Figura 17**) y D-2 (**Figura 18**) fueron monumentados y georreferenciados a partir de la realizacion de una poligonal cerrada y están ubicadas en la zona del sardinel frente a el Edificio San Roque (D-1) y en el sardinel frente al Edificio San Lucas (D-2).



Figura 17. Materializacion de la D-1 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia.



Figura 18. Materializacion de la D-2 – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia.

4.4.2 LEVANTAMIENTO DE POLIGONAL

Las labores efectuadas constan de lo siguiente:

- Determinar la mejor ubicación del vértice inicio para para conformar la poligonal base que va a conformar el esqueleto del levantamiento, asegurando la Inter visibilidad entre los puntos de la poligonal. Tomar la medida angular de colimación de eje horizontal a un segundo punto seleccionado dentro de la poligonal. Continua con la medición de ángulos y distancia de la poligonal trazada.

- Para el levantamiento de detalles la metodología consta en medir ángulos horizontales a partir de la norte (azimut), y la distancia horizontal, entre el punto de control dentro de la poligonal y los detalles requeridos para el levantamiento topográfico.

-

- El registro de los datos es realizado directamente en el colector digital integrado en la estación total. Finalizando los registros se ejecuta la descarga de los datos del colector de datos de la estación total, para su respectivo procesamiento, dando como resultado datos crudos medidos, datos corregidos, coordenadas y dibujo topográfico en software CAD.



Figura 19. Levantamiento de poligonal y detalles con topografia convensional – Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia.



Figura 20. Croquis del levantamiento de poligonal cerrada– Hospital San Juan de Dios. Fuente: Propia.

4.4.3 LEVANTAMIENTO CON TECNOLOGÍA LIDAR

DRONE

Para la realización del levantamiento del predio con drone se tomó en cuenta el estudio

preliminar realizado de acuerdo a las restricciones del vuelo por aspectos de seguridad, morfología del terreno y la ejecución de la ruta de vuelo sobre el área de estudio. Se obtuvo la solución técnica más adecuada que permitió la recopilación de la información proyectada.
El control de calidad durante el registro previo y posterior a la captura de la información se llevó a cabo teniendo en cuenta lo siguiente:

- Plan de Vuelo se determina punto de Helipuerto (zona despejada para despegar y aterrizar), líneas de Vuelo conservando los traslapos longitudinales y trasversales adecuados.
- Altura de Vuelo de acuerdo a la zona a levantar.
- Calibración de sensores y brújula de la aeronave (drone).
- Registro de condiciones atmosféricas óptimas.
- Señal GPS optima y enlace por telemetría con antena en tierra y UAV.
- Luminosidad y captura de imágenes en la hora adecuada de acuerdo a la exposición de luz del sensor y apertura del lente.

Con el objetivo de conseguir la máxima calidad en la georreferenciación y control geométrico del vuelo por sistema RPAS para generación de ortofotografía y modelo de elevación de la zona de estudio, se planteó una red de puntos de apoyo o control terrestre, los cuales fueron materializados de manera que fueran identificables en las fotografías y ocupados por medio de equipos del sistema GNSS. En este caso se utilizaron los vértices posicionados y puntos auxiliares a lo largo del polígono establecido.

5 TRABAJO EN OFICINA

5.1 PROCESAMIENTO DATOS GPS

Se tomaron datos en campo por medio de equipos GPS de doble frecuencia (frecuencia L1 - L2) los cuales reciben señales de satélites GPS GLONASS (Sistema de navegación global por satélite) que se ajustan a la red Geodésica nacional para la respectiva georreferenciación de los diferentes levantamientos del proyecto estos equipos son marca STONEX de doble frecuencia (**Figura 11**).
La metodología de trabajo conlleva al posicionamiento GPS de doble diferencial (DGPS), la cual consiste brevemente en ajustar los puntos GPS a partir de bases de estaciones activas GPS certificadas por el IGAC, las cuales trabajan 24 horas para brindar una metodología que se ajuste a la norma legal vigente para Colombia. Para este proyecto en específico se utilizaron la base permanente IGAC: BOGA y BOGT ubicadas en Bogotá.

Para el cálculo de los datos se utilizó el programa LEICA GEO OFFICE y MAGNA SIRGAS 5.1; se hizo transformación de coordenadas y cambio de época en cada punto.

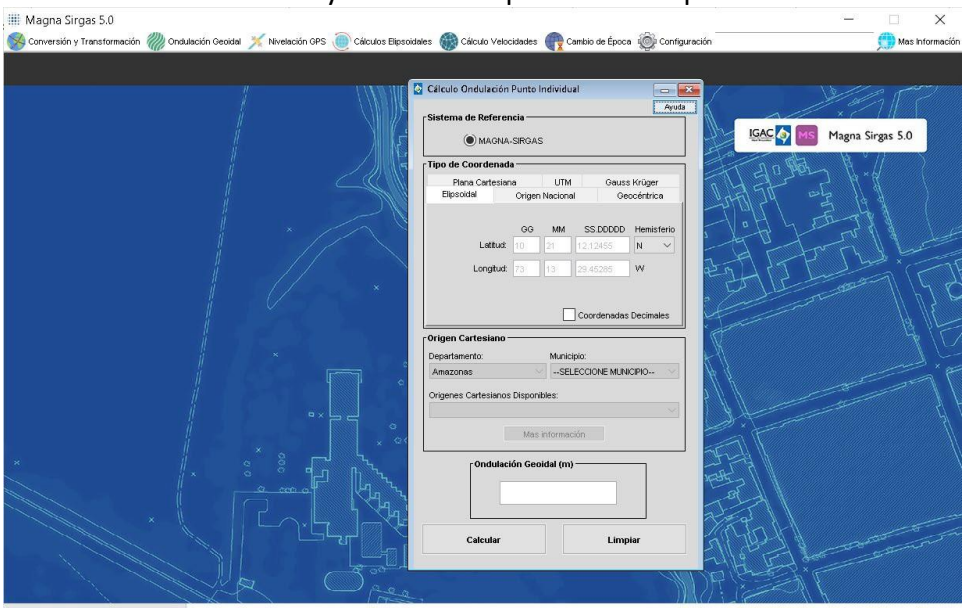


Figura 21. Cálculo de ondulación GEOIDAL en Software MAGNA SIRGAS 5.0.

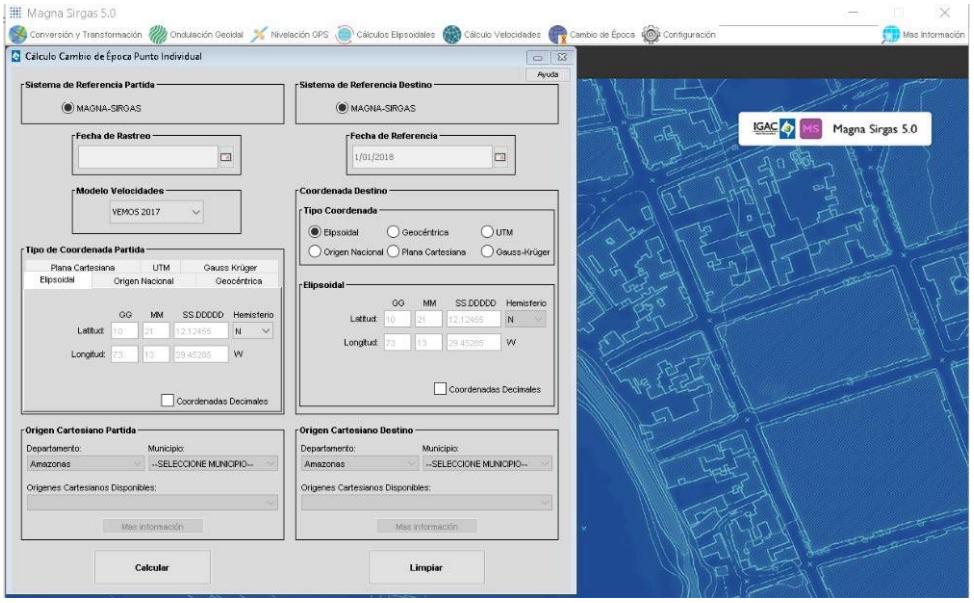


Figura 22. Cálculo de cambio de época software MAGNA SIRGAS 5.0.

5.1.1 METODOLOGÍA DE POSICIONAMIENTO DE BASES GNSS

Los puntos topográficos base son georreferenciados mediante posicionamiento de equipos GNSS de doble frecuencia denominados L1/L2, se posicionan con método estático diferencial DGPS, a partir de estaciones permanentes de la red MAGNA-ECO de manera simultánea.
Se realiza el posicionamiento GPS diferencial ajustado a bases de posicionamiento continuo del IGAC denominada red MAGNA ECO las cuales suministran de manera oficial los Rinex de estas estaciones. La información es recolectada de la página oficial del IGAC https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-geodesia. Las coordenadas ajustadas para la época del levantamiento son transformadas a época 2018.0 para cumplir con la normativa del IGAC (Res. 643-18), por esta razón se decide utilizar el Origen Único Nacional, Gauss Origen Central y Planas Cartesianas con alturas referidas al sistema geoidal geocol del país.
Equipos utilizados: dos equipos GPS doble frecuencia marca STONEX (**Figura 11**).

Se utilizan los siguientes parámetros de procesamiento y carga información de las antenas, efemérides precisas y coordenadas semanales magna sirgas.

- Sistema De Coordenadas WGS 84.
- Huso Horario Correspondiente A Colombia (-5 Hrs).
- Datos GPS/GLONASS.
- Resolver Ambigüedades.
- La Máscara De Elevación Debe Estar En Un Rango De 5° - 25°.
- Información de antenas oficial NGS
- Coordenadas semanales sirgas.
- Efemérides precisas IGS.

Se llevó a cabo la solución de cada vector obtenido, se verificó cada antena y altura instrumental con los formatos de ocupación GPS obtenidos en campo e implementando efemérides de precisión. Los archivos rover implementados en el cálculo y ajuste de coordenadas cuentan con un rastreo teniendo por formula (**Figura 23**) un mínimo de 1:20 hra, tiempo suficiente considerando las longitudes de vectores que se forman entre estos puntos y las estaciones continuas las cuales se encuentran alrededor de 6 Kilómetros. En la siguiente tabla se resume la

evaluación de la longitud de los vectores desarrollados vs. el tiempo de rastreo, bajo la fórmula:

$$t = 65 \text{ min} + (3 \text{ min} \times (d - 10))$$

Donde:

t = Tiempo de rastreo

d = Distancia en kilómetros

Figura 23. Tiempo de rastreo minimo ajuste IGAC

Para este caso en particular se dejaron dos bases fija por el tiempo indicado y ajustado con las bases del IGAC y a partir de dichos puntos georreferenciados y ajustados se acoplaron los 2 puntos AUX monumentados dentro del Hospital.

5.1.2 AJUSTE Y COORDENADAS DE LOS PUNTOS GPS

Se llevó a cabo el control de calidad y procesamiento de puntos base GPS del proyecto, determinados en campo a partir de tecnología GNSS - Global Navigation Satellite System, con el fin de que sirva de apoyo en trabajos topográficos, cartográficos y obras civiles.
Se realizó verificación de los archivos nativos del posicionamiento, y se recopilaron los datos de calibración de antenas, efemérides precisas, RINEX de estaciones MAGNA-ECO y solución de coordenadas Sirgas, se procede con el procesamiento de vectores base y ajuste de red. Se realiza el ajuste de estos puntos de apoyo a partir de estaciones MAGNA-ECO.
Se implementaron estaciones de funcionamiento continuo, para el ajuste geodésico. Se utilizaron como puntos de ajuste, las estaciones permanentes IGAC: BOGA y BOGT.
Se procesan los datos de los puntos GPS- 1 y GPS- 2.

Ajuste de los puntos GPS del proyecto con el software LEICA GEO OFFICE

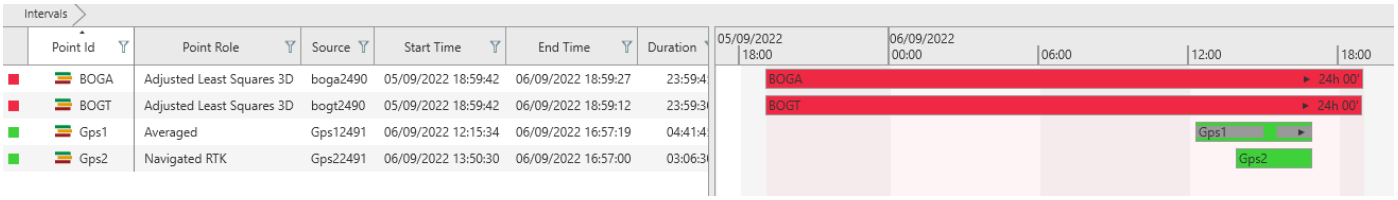


Figura 24. Tiempo de rastreo de la GPS-1 y GPS-2.

5.2 PROCESAMIENTO LIDAR AEREO.

Ya recolectada toda la información se realiza el post proceso de los vuelos. Este procedimiento se realiza en la plataforma gAirHawk, en este proceso se realizan dos actividades:

- Proceso de trayectoria, en la cual se ajusta la trayectoria de los vuelos por medio del archivo Observado del GPS en tierra y se genera el informe de donde se puede determinar la precisión del vuelo. Para este caso se usó el archivo Rinex con las coordenadas post procesadas y ajustadas.
- Georreferenciación, en este procedimiento se georreferencian las nubes de puntos, se determinar el sistema de proyección y se genera el archivo LAS.

Ya hecho lo anterior con cada vuelo, se realiza el chequeo final de la nube de puntos, se verifica que se haya recolectado toda la información, que las nubes empalmen en X, Y, Z. y que el sistema de proyección sea el correcto
A continuación, se encuentran los resultados de post proceso de cada vuelo LiDAR.

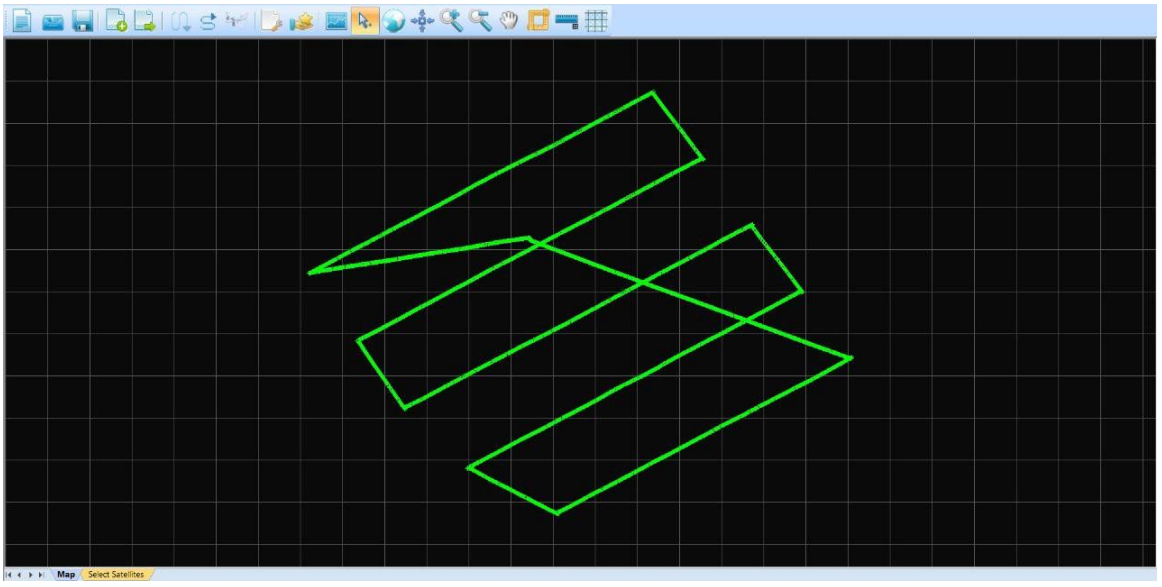


Figura 25. Trayectoria del vuelo LIDAR- Levantamiento Hospital San Juan de Dios.

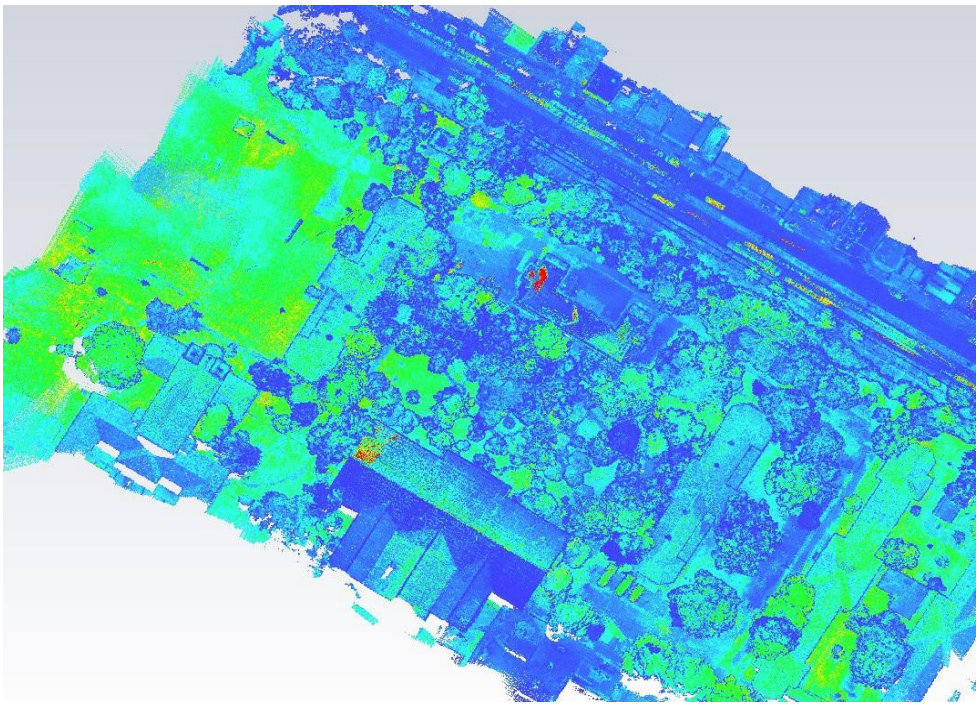


Figura 26. Nube de puntos del vuelo LIDAR - Levantamiento Hospital San Juan de Dios.

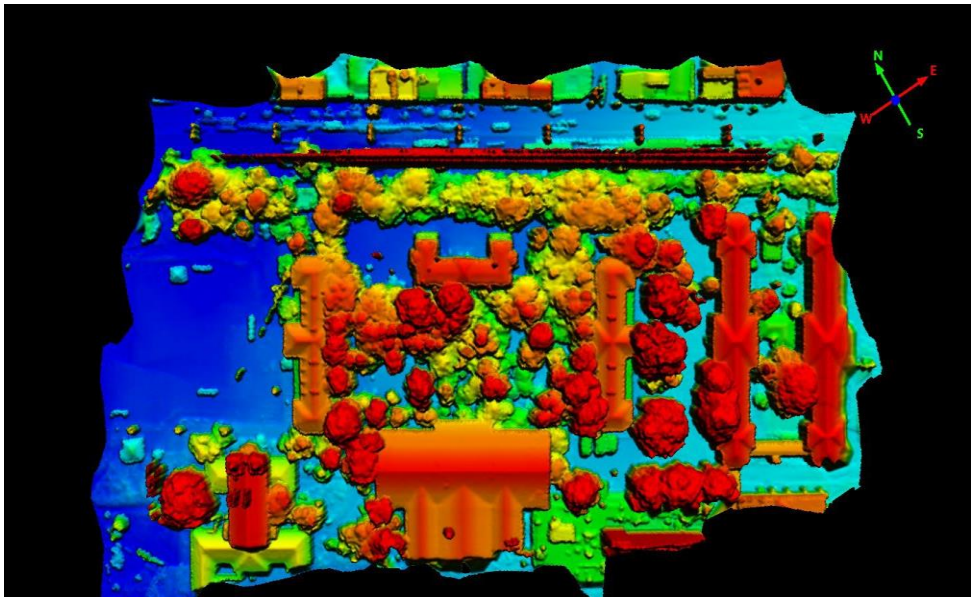


Figura 27. MDS Modelo Digital de Superficies - Levantamiento Hospital San Juan de Dios.

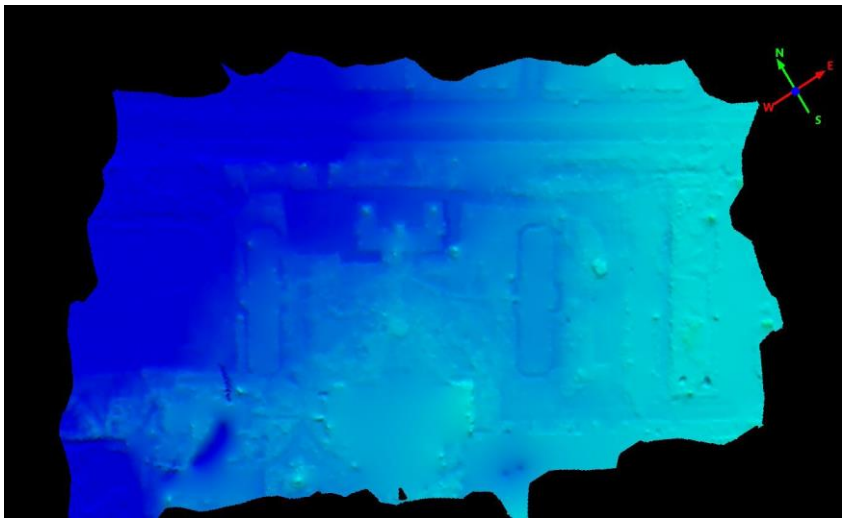


Figura 28. MDT Modelo Digital de Terreno - Levantamiento Hospital San Juan de Dios.

5.3 PROCESAMIENTO LASER TERRESTRE

Para la creación de la nube de puntos se utiliza el software SCENE el cual se encarga del procesamiento de los datos crudos, aplicarles color a las nubes, unión de la diferente toma de escaneos, obteniendo como resultado de la integración de los 100 escaneos con una media de error de 5 mm.
De esta manera se tiene una ubicación exacta de los escaneos formando una nube integra del sector trabajado.

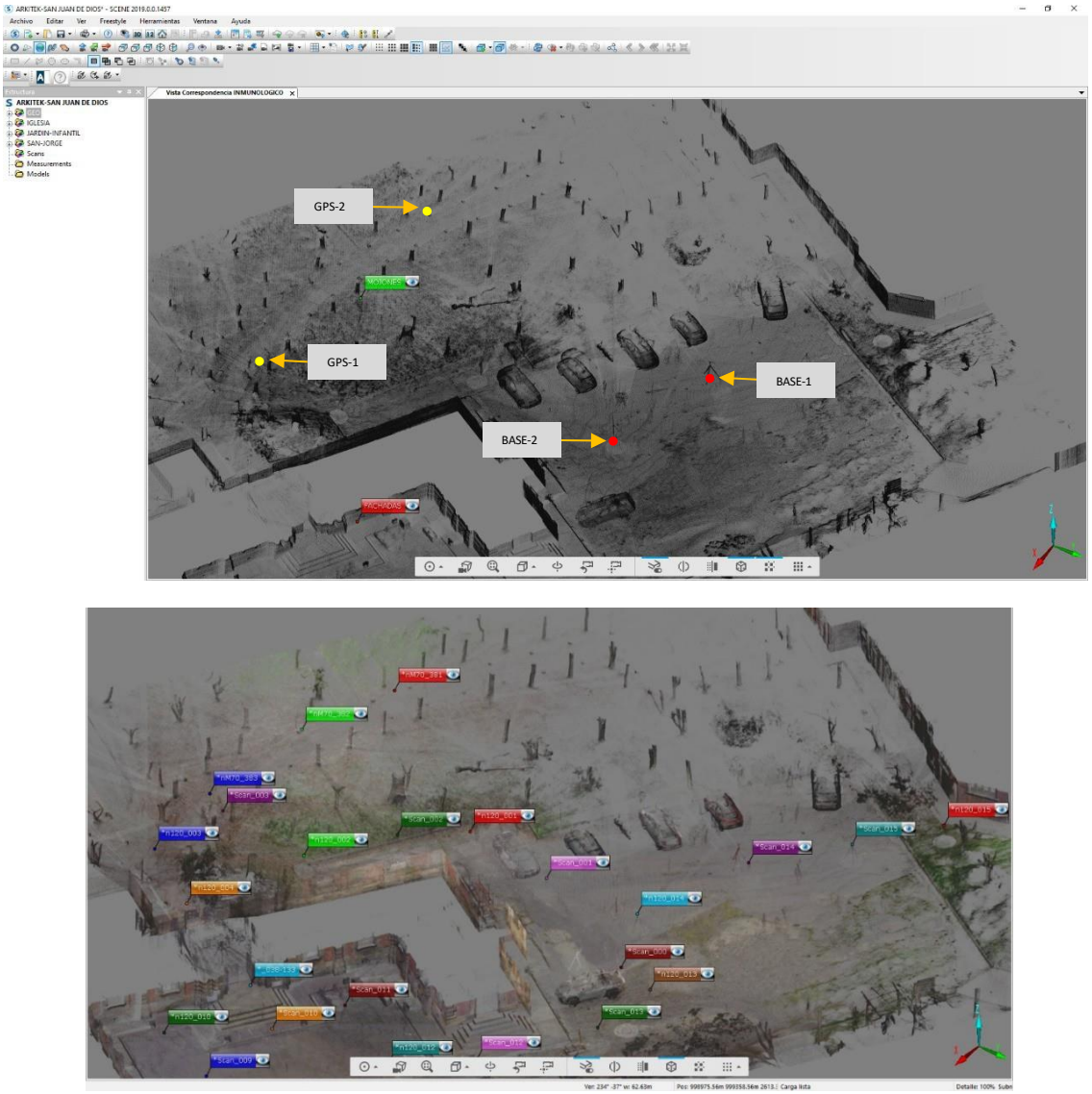


Figura 29. Traslado de coordenadas nube de puntos a mojones. Hospital San Juan de Dios

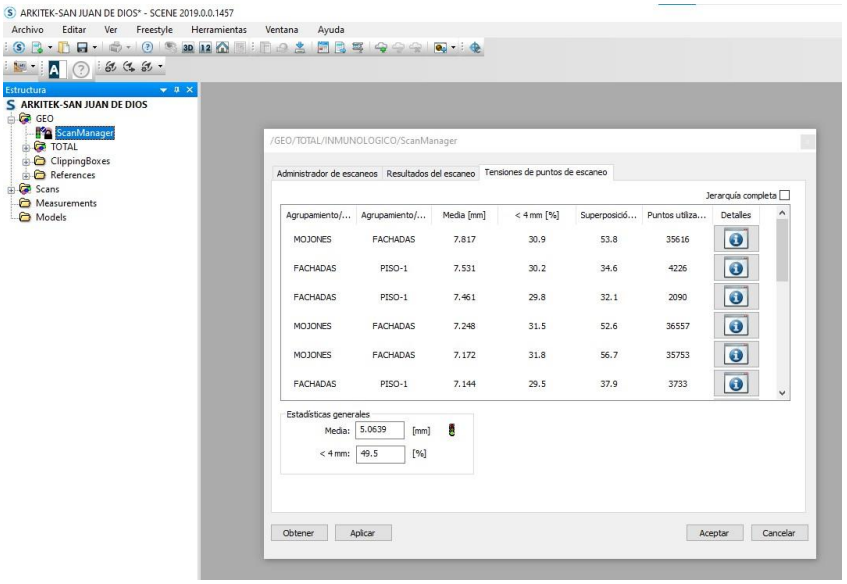
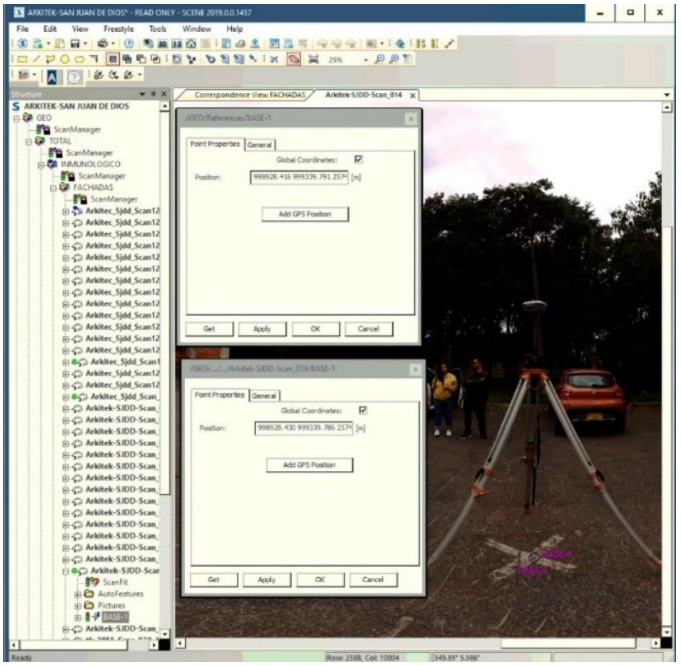


Figura 30. Procesamiento y union de escaneos

De la misma manera se georreferencia el modelo obteniendo un ajuste de coordenadas con una media de precisión de 17 mm.



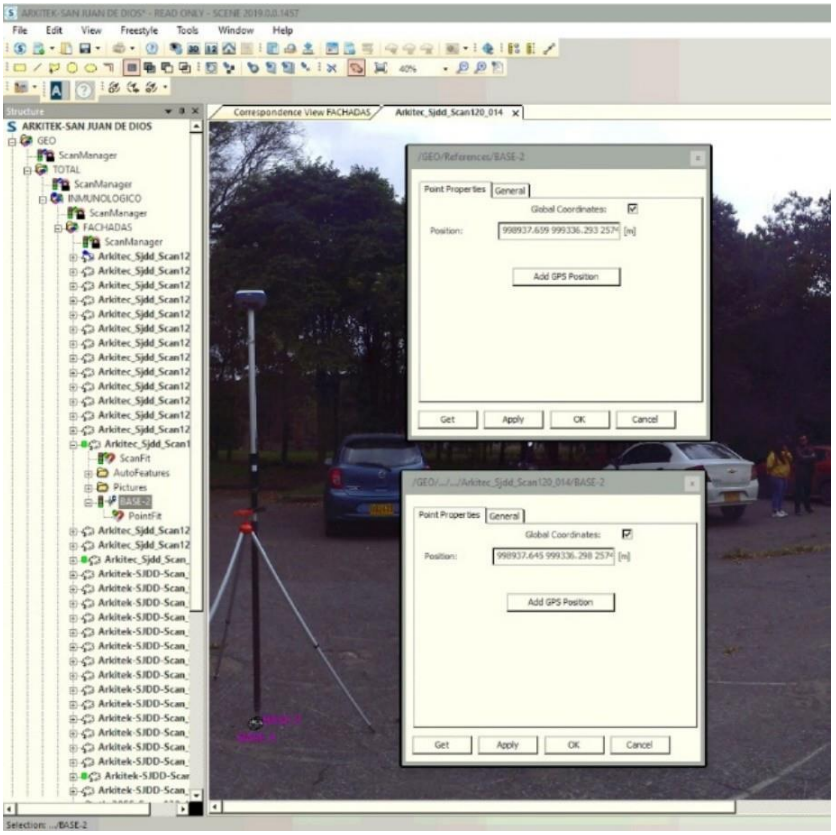


Figura 31. Georreferenciación nube de puntos GPS-1 y GPS-2. Hospital San Juan de Dios

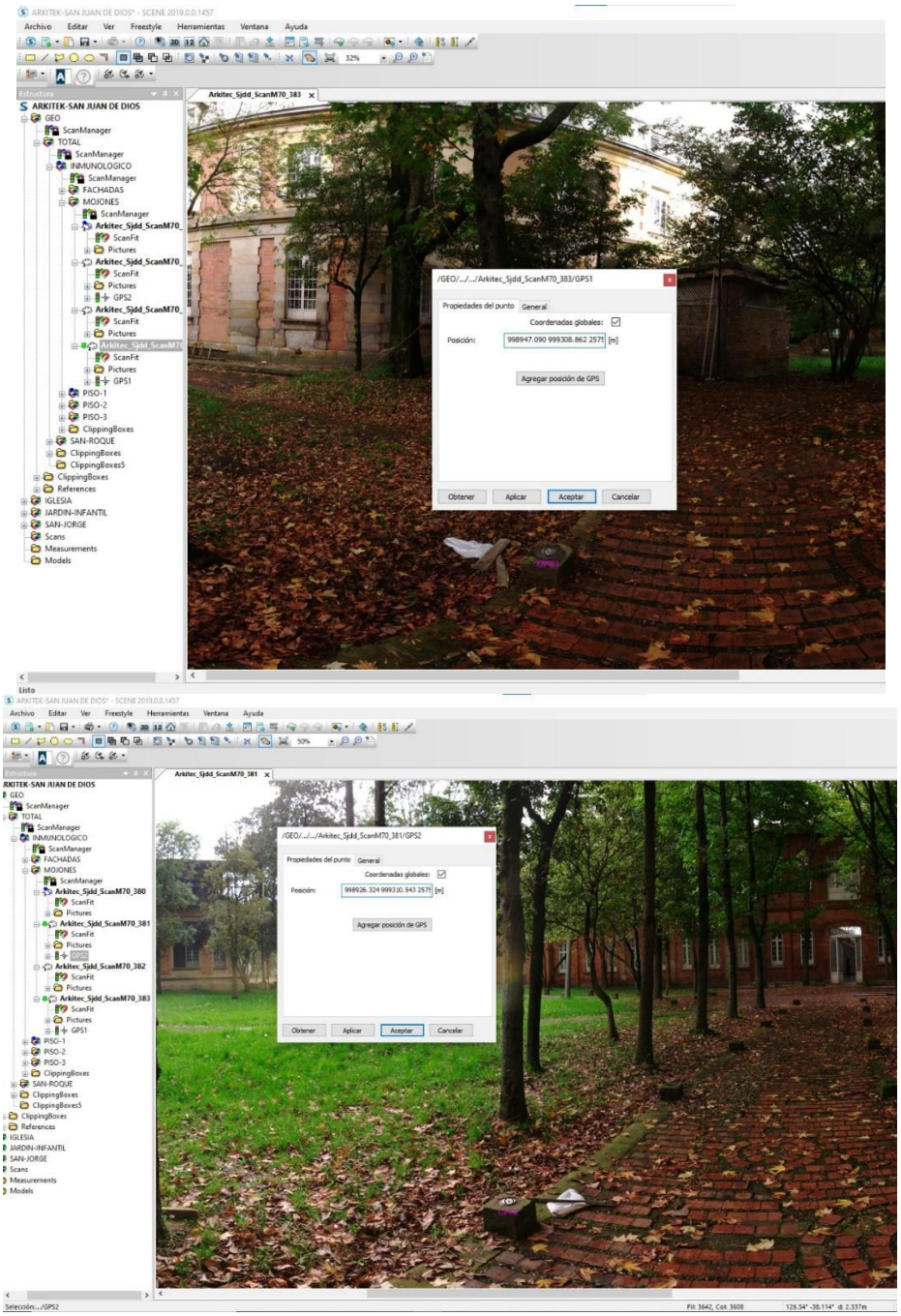


Figura 32. Traslado de coordenadas para AUX-1 y AUX-2. Hospital San Juan de Dios

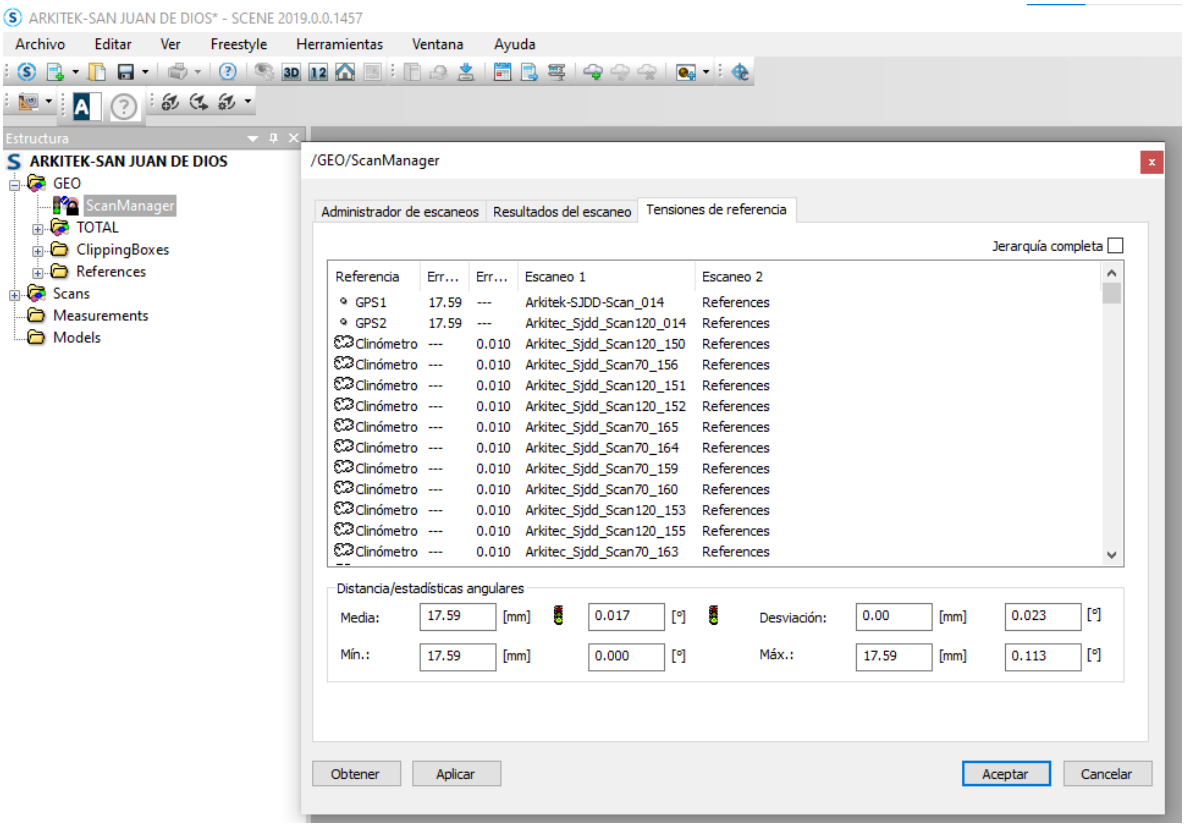


Figura 33. Procesamiento y ajuste de coordenadas.

5.4 PROCESAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO.

Dentro del control de calidad inicial se comprueba que los datos tomados en las distintas líneas de vuelo cubren la superficie del proyecto, con el objetivo de poder llevar a cabo en oficina mediante software, el procesamiento fotogramétrico que permite la reconstrucción tridimensional del área de estudio.

Se optimiza el posicionamiento de las cámaras y la orientación del proceso, con la ayuda de los puntos de control terrestre, mejorando así la precisión del proyecto. Estas se tomaron de los mojones monumentados y de otros puntos auxiliares estratégicos en la zona del levantamiento. Finalmente, el mosaico se genera a partir de las correcciones hechas en los procedimientos anteriores realizado con el software especializado. Este se obtiene al proyectar las imágenes del vuelo sobre el DSM clasificado, el programa genera orto imágenes individuales, y después por medio de líneas de corte se unen las orto imágenes. Estas imágenes a la que se le han corregido todos los errores geométricos para que cada punto en el terreno sea observado desde una

perspectiva perpendicular.



Figura 34. Ortomosaico generado del polígono - Levantamiento Hospital San Juan de Dio

6. RESULTADOS.

6.1 CALCULO DE POLIGONAL.

Se realiza el calculo de la poligonal cerrada con los datos proporcionados por el levantamiento en campo con estacion total.

POLIGONAL				CODIGO DOCUMENTO:		arplan
FECHA:					HOJA No.	1 de 1
PROYECTO:						
CONTRATISTA:						
DEPARTAMENTO:		MUNICIPIO:			BARRIO / VEREDA:	
OPERADOR:	SERGIO ANDRES PABON ROZO	CARGO:	TOPOGRAFO		HORA:	7:00 a.m
EQUIPO:	ESTACION TOTAL	MARCA:	CYGNUS		SERIAL:	HV3135
TIPO DE POLIGONAL:	CERRADA					

AZIMUT INICIAL:	110.721	110º	43'	15.1"	
		GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	

DATOS GENERALES DE LA POLIGONAL

NUMERO DE LADOS: 4
SENTIDO DEL LEVANTAMIENTO: HORARIO
AZIMUT INICIAL: 110.721 110º 43' 15.1"
APROXIMACION APARATO: 02"

DATOS CIERRE ANGULAR POLIGONAL

Cierre angular =	360.000	360º	00'	00.0"
Suma de ángulos interiores =	359.975	359º	59'	28.4"
Error de cierre angular =	-0.026	00º	01'	31.6"
Compensación por vertice =	-0.006	00º	00'	32.9"
Rango angular máximo =	360.004	360º	00'	16.0"
Rango angular mínimo =	359.996	359º	59'	44.0"
Tolerancia angular =	0.001	00º	00'	04.0"
Azimut inicial =	110.721	110º	43'	15.1"
Azimut final =	0	00º	00'	00.0"

DATOS CIERRE LINEAR POLIGONAL

DATOS CIERRE LINEAR LECTURAS			DATOS CIERRE DE POLIGONAL CORREGIDOS		
PERIMETRO POLIGONAL =	371.933	M	PERIMETRO POLIGONAL =	371.933	M
ERROR N-S =	-0.002	M	ERROR N-S =	0.000	M
ERROR E-W =	-0.007	M	ERROR E-W =	0.000	M
ERROR DE CIERRE LINEAL =	0.007	M	ERROR DE CIERRE LINEAL =	0.000	M
PRECISION =	49713.728				

DELTA	PUNTO	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	DISTANCIA	ALTURA EQUIPO	ALTURA PRISMA	DIFE-NIVEL	ANGULO DEC	ANGULO CORR	AZIMUT	AZIMUTH RAD	PROYECCIONES CORREGIDAS N-S	PROYECCIONES CORREGIDAS E-W	D N-S	D E-W	COORDENADAS NORTE	COORDENADAS ESTE	COTA	DELTA
																				B1
B1	B2	0	0	0	9.839	1.501	1.675	0.201	0.000	0.000	110.721	1.932	-3.481	9.203	-3.481	9.203	99333.075	98941.000	2574.788	B2
	D3	47	24	17.2	119.412	1.501	1.675	1.781	47.405	47.405	158.1256500	2.760	-110.815	44.490	-110.815	44.490	99225.741	98976.287	2576.368	D3
D3	B1	0	0	0	119.424	1.561	1.675	-1.489	0.000		338.1256500									
	D2	77	45	13.5	88.207	1.561	1.675	0.744	77.754	77.760	55.8857611	0.975	49.470	73.028	49.471	73.030	99275.212	99049.317	2576.998	D2
D2	D3	0	0	0	88.208	1.25	1.675	-0.209	0.000		235.8857611									
	D1	67	27	32.4	145.347	1.25	1.675	-1.749	67.459	67.465	303.3511222	5.294	79.907	-121.411	79.908	-121.408	99355.120	98927.909	2574.824	D1
D1	D2	0	0	0	145.344	1.218	1.675	2.636	0.000		123.3511222									
	B1	44	49	30	18.96	1.218	1.675	0.398	44.825	44.831	168.1824833	2.935	-18.558	3.883	-18.558	3.883	99336.562	98931.792	2574.765	B1
B1	D1	0	0	0	18.947	1.518	1.675	0.22	0.000		348.1824833									
	D3	169	56	12.5	119.419	1.518	1.675	1.754	169.937	169.943	158.1256500	2.760	-110.821	44.492	-110.821	44.495	99225.741	98976.287	2576.362	D3
									359.975	360.000			-0.002	-0.007	0.000	0.000				
									INTERNOS	CIERRE										

6.2 COORDENADAS FINALES.

Las coordenadas del trabajo son procesadas por el software Leica GEO office a través de un reporte con coordenadas ajustadas a la época actual. Para el cumplimiento de la normativa dichas coordenadas son transformadas a época 2018.0 en sistema Gauss Origen Central y Origen Único Nacional CTM12 y Planas Cartesianas con el Software MAGNA SIRGAS 5.1.

COORDENADA GAUSS ORIGEN CENTRAL			
PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)
AUX–1	999308.862	998947.090	2575,917
AUX–2	999310.543	998926.324	2575,747
GPS–1	999339.791	998928.416	2574,761
GPS–2	999336.293	998937.659	2574,788
D–1	999358.348	998924.531	2574.824
D–2	999278.460	999045.883	2576.998

Figura 35. Tabla de coordenadas de GAUSS ORIGEN CENTRAL - Levantamiento Hospital San Juan de Dios.

COORDENADA ORIGEN UNICO NACIONAL			
PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)
AUX–1	2065276.320	4879470.884	2575,917
AUX–2	2065278.032	4879450.133	2575,747
GPS–1	2065307.258	4879452.267	2574,761
GPS–2	2065303.749	4879461.500	2574,788
D–1	2065325.809	2065325.809	2574.824
D–2	2065245.789	4879569.570	2576.998

Figura 36. Tabla de coordenadas en ORIGEN UNICO NACIONAL - Levantamiento Hospital San Juan de Dios.

COORDENADA PLANAS CARTESIANAS			
PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)
AUX–1	99305.617	98950.481	2575,917
AUX–2	99307.297	98929.707	2575,747
GPS–1	99336.556	98931.797	2574,761
GPS–2	99333.058	98941.044	2574,788
D–1	99355.120	98927.909	2574.824
D–2	99275.212	99049.317	2576.998

Figura 37. Tabla de coordenadas en PLANAS CARTERIANAS - Levantamiento Hospital San Juan de Dios.

6.3 RESULTADOS DEL VUELO LIDAR.

El producto final de este levantamiento conlleva a la obtención del modelo digital de terreno (MDT) y de ahí se deriva la superficie del terreno, curvas de nivel y una planimetría básica del sitio para su posterior estudio de dicha zona.

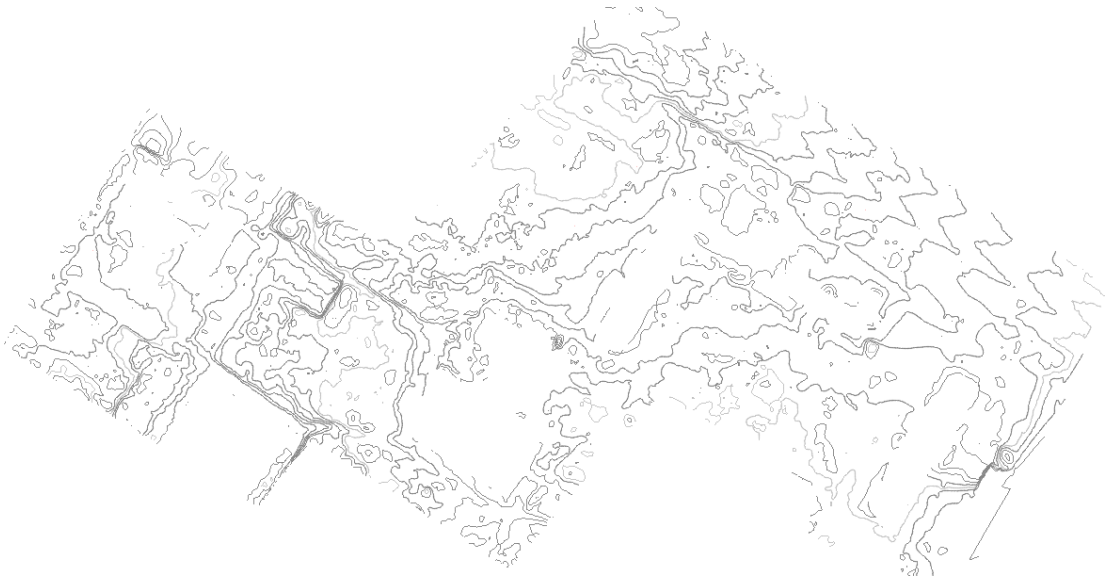


Figura 38. MDT del Levantamiento Hospital San Juan de Dios

6.4 PLANIMETRÍA LEVANTAMIENTO HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS.

A partir del ortomosaico se dibuja la planimetría donde se pueden observar detalles como paramentos, borde de vía, postes, y curvas de nivel que fueron extraídos de la nube del LiDAR. Se georreferencia en época 2018.0 en sistema Gauss Origen Central.

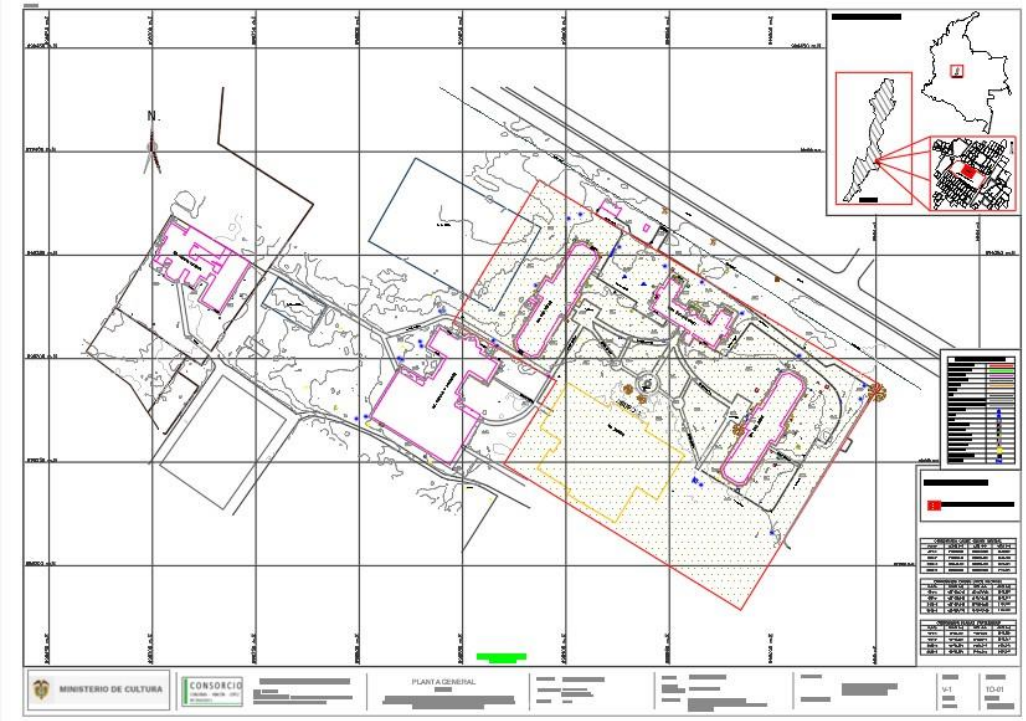


Figura 39. Planimetría general - Levantamiento Hospital San Juan de Dios.



Figura 40. Planimetría con perfiles longitudinales y transversales– Levantamiento Hospital San Juan de Dios.

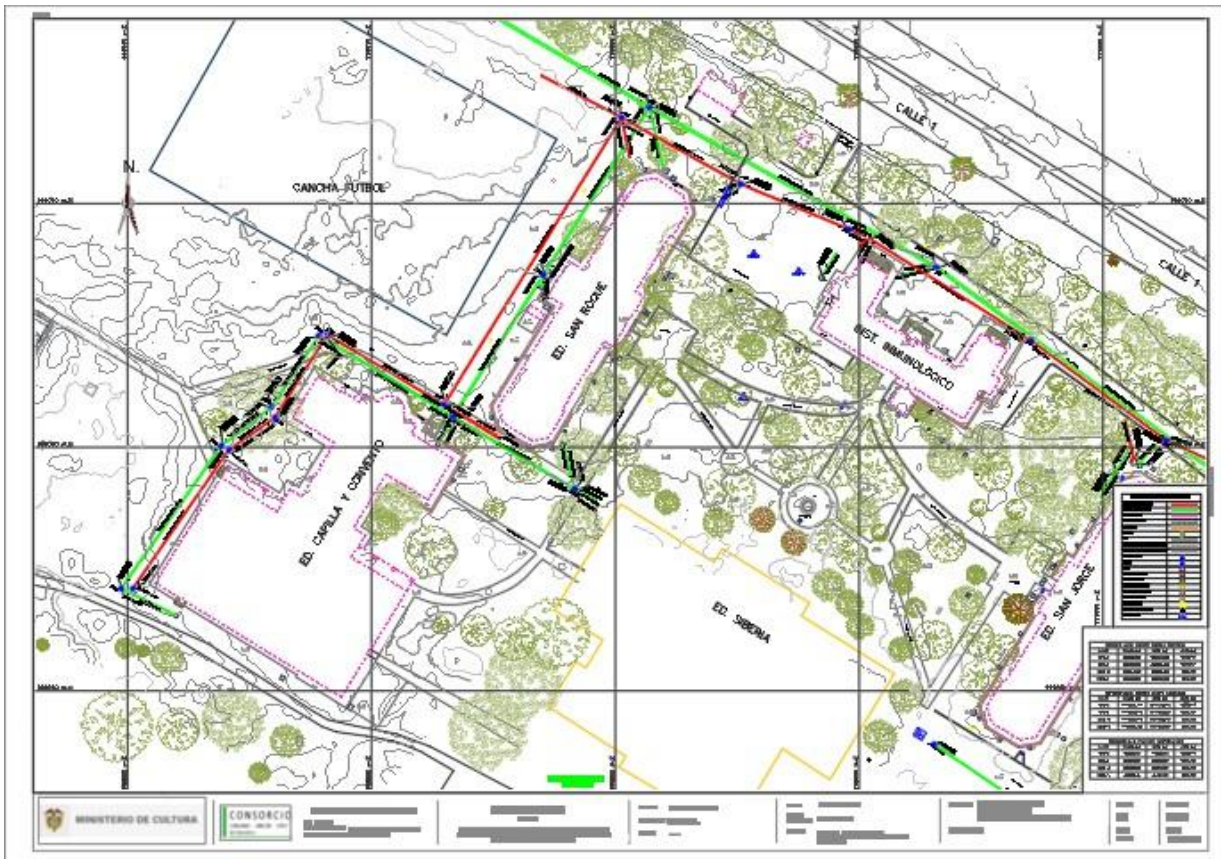


Figura 41. Planimetría catastro de redes– Levantamiento Hospital San Juan de Dios

7. CONCLUSIONES.

Se genero productos de topografía a partir de equipos de última tecnología obteniendo planos topográficos con información planimétrica, curvas de nivel, modelos digitales de terreno, ortofotografía del entorno.

- ✓ Se analizaron, calcularon y procesaron las imágenes obtenidas con el vuelo fotogramétrico para generar el orto mosaico correspondiente de la franja objeto de estudio.
- ✓ Se genero un modelo digital de elevación MDT con información de nubes de puntos Lidar.
- ✓ Se obtuvieron curvas de nivel del área de estudio a partir del Mdt.
- ✓ Se genero dibujo de la planimetría a partir de la ortofoto y puntos RTK tomados en campo.

Estaremos dispuestos a resolver cualquier duda con respecto al presente informe, Atentamente.

V°B°

Sergio Andrés Pabón Rozo
Director de Topografía
ARPLAN CONSTRUCCIONES S.A.S.
topografia@arplan.com.co

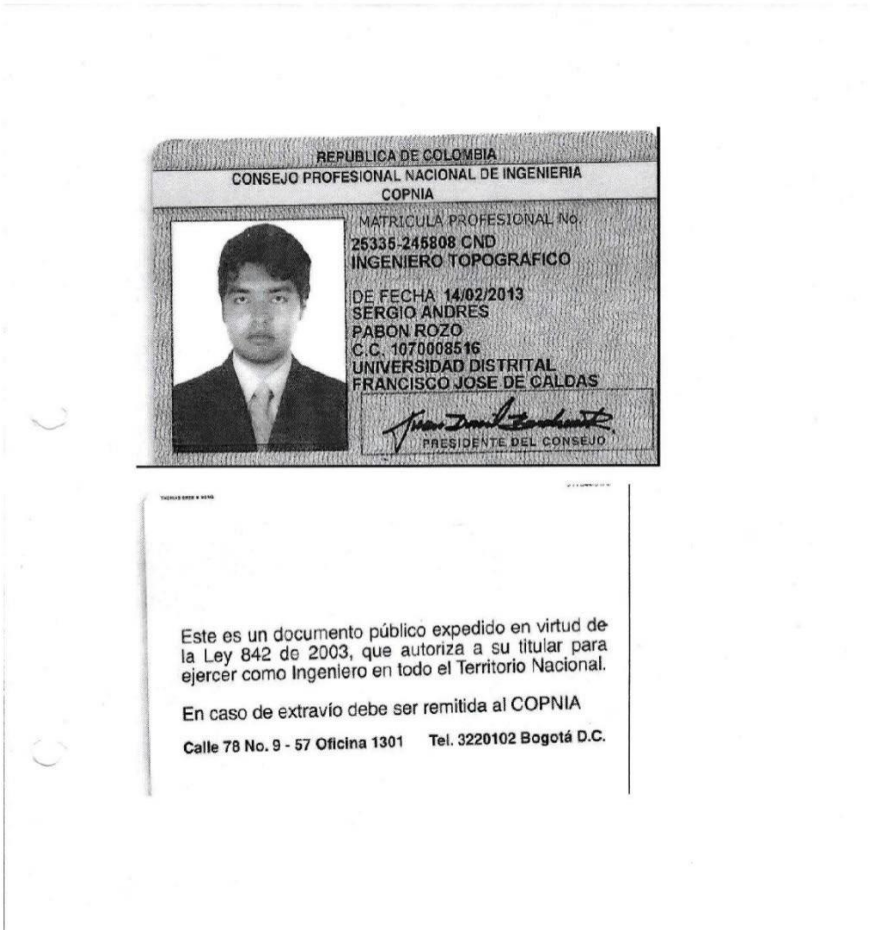
ELABORO:

Andrea Carolina Rangel Arenas
Líder de Topografía
ARPLAN CONSTRUCCIONES S.A.S.
andrearangel@arplan.com.co

8. ANEXOS.

8.1 LICENCIA Y/O CERTIFICADOS DE MP DE LOS PROFESIONALES.

- **CERTIFICADO DE MP INGENIERO TOPOGRAFO SERGIO ANDRES PABÓN ROZO.**


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.
25335-245808 CND
INGENIERO TOPOGRAFICO

DE FECHA 14/02/2013
SERGIO ANDRES
PABON ROZO
C.C. 1070008516
UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

PRESIDENTE DEL CONSEJO

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a su titular para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA

Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 Tel. 3220102 Bogotá D.C.

8.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO LEVANTAMIENTO.



Figura 42. Inspección de cajas y pozos dentro de las instalaciones del Hospital San Juan de Dios



Figura 43. Levantamiento con equipos LiDAR en el Hospital San Juan de Dios



Figura 44. Imagen 360° extraído del levantamiento LiDAR laser 3D







Figura 45. Levantamiento fotogramétrico del Hospital San juan de Dios