Alcaldía de PEREIRA

SOLUCIONES EN GEOMÁTICA E INGENIERÍA SAS

CONTRATISTA
SOLUCIONES EN GEOMÁTICA E INGENIERÍA SAS

REALIZAR ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y GEOREFERENCIACIÓN DE LA OBRA LINEAL Y OTRAS OBRAS CONEXAS DEL CORREDOR VIAL AV LOS COLIBRÍES FASE I, EN EL MUNICIPIO DE PEREIRA

CONTRATO DE CONSULTORÍA NO. 6349

INFORME DE TOPOGRAFÍA

BOGOTÁ, NOVIEMBRE DE 2024

CONTROL DE DOCUMENTOS

CÓDIGO Y NOMBRE DEL DOCUMENTO: Informe de Topografía

CONTROL DE REVISIÓN

VERSIÓN No.	**No. PAGINAS**	**FECHA**	**ELABORÓ**	**APROBÓ**	**DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN**
1	37	Dic 2024			

ELABORÓ	**REVISÓ**	**APROBÓ**
Firma	Firma	Firma

RECIBIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN POR PARTE DE LA INTERVENTORÍA

	INTERVENTORÍA:

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVOS 7
2.1 OBJETIVO GENERAL 7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7
3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 8
4. GEODESIA 9
4.1 PLANIFICACIÓN ACTIVIDADES GEODESIA 9
4.2 MATERIALIZACIÓN DE LA RED GEODÉSICA 10
4.3 POSICIONAMIENTO DE LA RED GEODÉSICA 18
4.3.1 CÁLCULO DE VELOCIDADES Y CAMBIO DE ÉPOCA 26
5. NIVELACIÓN GEOMÉTRICA 29
5.1 DESCARGA DE DATOS 33
5.2 CALCULO DE LA NIVELACIÓN 33
6. CATASTRO DE REDES 36
7. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 37
6.1 PROCEDIMIENTO RTK 37
6.1.1 DESCARGA Y TRATAMIENTO DE DATOS 38
6.2 PROCEDIMIENTO ESTACIÓN TOTAL 39
1. Preparación del Equipamiento 39
2. Establecimiento de la Estación Total 39
5. Realización del Levantamiento 39
6. Descarga y Procesamiento de Datos 39
8. PERSONAL 40
9. DIAGNOSTICO 41
9.1 HALLAZGOS 41
9.2 CONCLUSIONES 54
CONTROL DE CAMBIOS 55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Punto GPS por tipo de materialización. 13
Tabla 2. Proceso constructivo Mojón. 16
Tabla 3. Equipos GNSS 18
Tabla 4 Datos de los equipos utilizados para el levantamiento 19
Tabla 5. Posicionamientos 20
Tabla 6.Posicionamientos realizados. 21
Tabla 7. Coordenadas Magna Oeste, Época 2018. 27
Tabla 8. Datos equipos Nivelación. 29
Tabla 9. Equipos Nivelación. 29
Tabla 10. Placa L06-013-Z2. 30
Tabla 11. Rutas de nivelación 31
Tabla 12. Precisiones obtenidas en la nivelación. 34
Tabla 13. Resultados de la nivelación. 35
Tabla 14: Equipo para radiación topográfica. 39
Tabla 15. Comisión de Topografía 40

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del proyecto 8
Ilustración 2. Diseño de la red geodésica. 9
Ilustración 3. Vértices Materializados. 11
Ilustración 4. Tipo Materialización vértices. 12
Ilustración 5. Ejemplo placa 17
Ilustración 6. Esquema de Post Proceso. 24
Ilustración 7. Postproceso en Trimble Business Center. 25
Ilustración 8. Lista de puntos. 26
Ilustración 9. Cambio de época. 27
Ilustración 10. Red geodésica. 28
Ilustración 11. Rutas de nivelación 31
Ilustración 12. Nivelación geométrica en campo 32
Ilustración 13. Cartera de nivelación geométrica. 33
Ilustración 14. Formato de Inspección 36
Ilustración 15. Distancia centro geométrico diseño 41
Ilustración 16. Distancia centro geométrico obra ejecutada. 42
Ilustración 17. Superposición diseño vs Ortofoto 43
Ilustración 18. Distancia centro geométrico diseño 44
Ilustración 19. Distancia centro geométrico obra ejecutada. 45
Ilustración 20. Superposición diseño vs Ortofoto 46
Ilustración 21. Desplazamiento primer separador 47
Ilustración 22. Variación del diseño vs obra ejecutada 48
Ilustración 23. Variación del diseño vs obra ejecutada, separador vial 49
Ilustración 24. Variación del diseño vs obra ejecutada- Urbanismo 50
Ilustración 25. Variación del diseño vs obra ejecutada 53

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene la descripción de las actividades desarrolladas durante la ejecución del contrato de consultoría No. 6349**,** cuyo objeto consiste en: "REALIZAR ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y GEOREFERENCIACIÓN DE LA OBRA LINEAL Y OTRAS OBRAS CONEXAS DEL CORREDOR VIAL AV LOS COLIBRÍES FASE I, EN EL MUNICIPIO DE PEREIRA".

Se presentan actividades de geodesia, nivelación geométrica, levantamientos topográficos, levantamiento fotogramétrico y catastro de redes, los trabajos se realizaron en el corredor vial avenida los colibríes desde el sector de Bulevar de Las Villas (cerca a la glorieta de Coralina en la Avenida Sur) hasta la vereda El Tigre en inmediaciones al ingreso de la Hacienda San José.
El presente documento tiene el objetivo de poner a disposición de la Alcaldía de Pereira, el plan de trabajo para los estudios topográficos y georeferenciación de la obra lineal avenida los colibríes fase I y otras obras conexas del corredor vial, dentro del contrato ###-###.
Con este paquete de trabajo se busca georreferenciar y posicionar puntos de control como base para el levantamiento topográfico, nivelación y levantamiento fotogramétrico, de tal forma que se cuente con una información actualizada con estándares de calidad ajustados a la norma.
A continuación, se presenta la metodología de los siguientes productos: Geodesia, Levantamientos Topográficos, nivelación y Fotogrametría. En este documento están disponibles las de los productos anteriormente nombrados, que se llevarán a cabo tanto en campo como en oficina, el cronograma, el personal y los equipos que serán usados para llevar a cabo la georreferenciación y la captura de detalles relevantes, solicitados en los términos de referencia del proyecto. En general el trabajo será realizado por un equipo de profesionales idóneos, descritos a detalle en el apartado de organigrama y las comisiones de topografía necesarias, de acuerdo con las características de los trabajos y el avance de estos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar las actividades realizadas en los estudios topográficos y la georeferenciación necesarios para la ejecución del contrato No. 6349 a lo largo de la obra lineal y otras obras conexas del corredor vial Avenida Los Colibríes - Fase I, en el municipio de Pereira, con el fin de garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones contractuales.

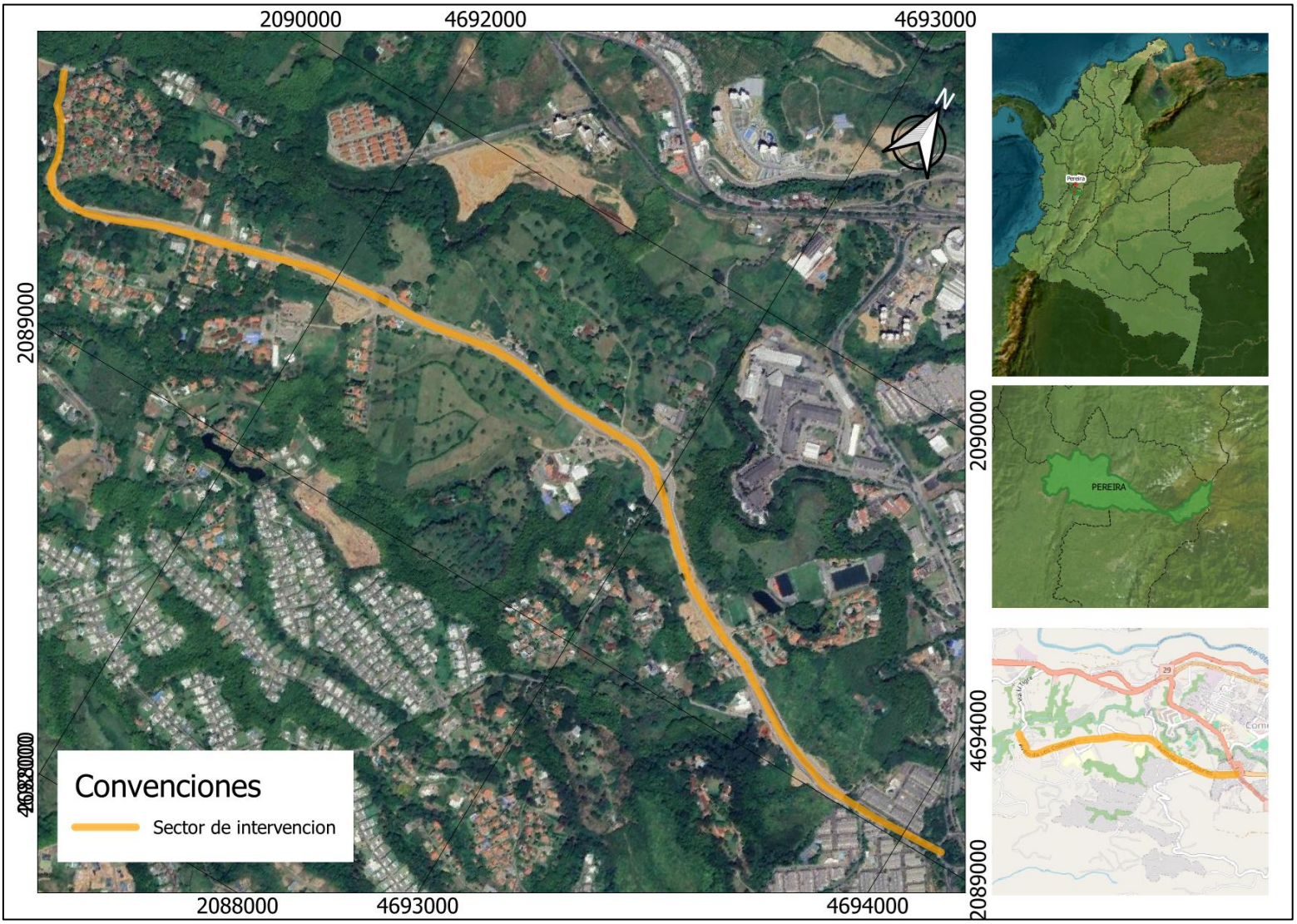
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reportar la materialización procesamiento y coordenadas finales de los vértices de apoyo a lo largo del corredor objeto de estudio.
- Informar los resultados de nivelación geométrica de cada uno de los vértices pertenecientes a la red geodésica GPS.
- Presentar los resultados del levantamiento topográfico.
- Mostrar los resultados obtenidos en el catastro de redes.

3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolló en el corredor vial avenida los colibríes desde el sector de Bulevar de Las Villas (cerca a la glorieta de Coralina en la Avenida Sur) hasta la vereda El Tigre en inmediaciones al ingreso de la Hacienda San José, localizada en el municipio de Pereira, capital del departamento de Risaralda. Es la ciudad más poblada de la región del eje cafetero, está ubicada en la región centro-occidente del país, en el valle del río Otún en la Cordillera Central de los Andes colombianos.

Ilustración 1. Localización general del proyecto



Fuente. Elaboración propia.

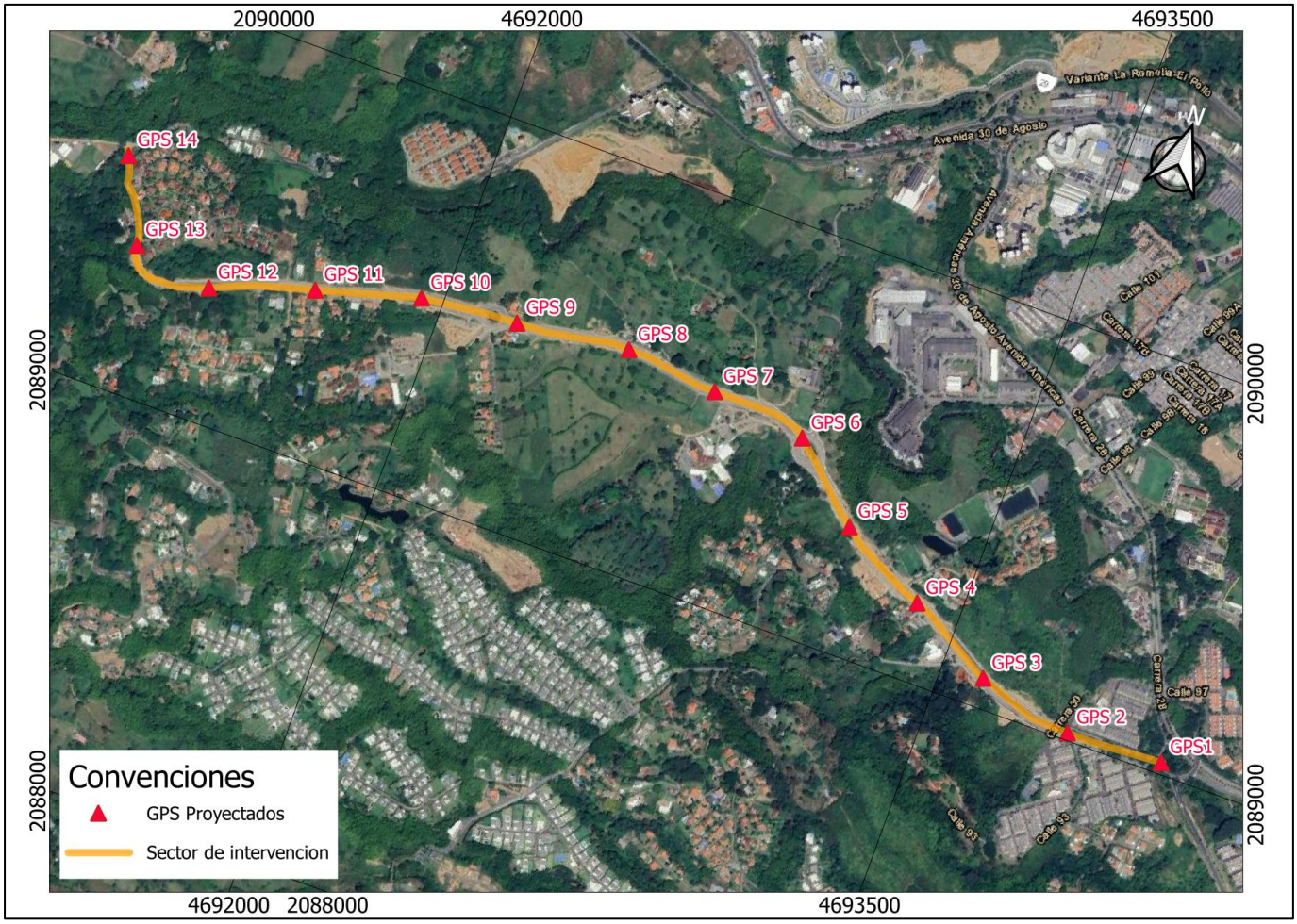
4. GEODESIA

4.1 PLANIFICACIÓN ACTIVIDADES GEODESIA

De acuerdo con las características del contrato se realizó una identificación y reconocimiento de la zona a intervenir; posteriormente se planeó una red geodésica Ilustración 2. Diseño de la red geodésica. con la cual la comisión de topografía realizó un reconocimiento en campo, identificando las condiciones del terreno, rutas de acceso y factores que podían influir en el desarrollo de las actividades.

Una vez elaborada la red geodésica preliminar se procedió a realizar recorrido en campo, con el fin de identificar y dar a conocer a la comisión la zona en la que se desarrollarían las actividades. Y a su vez el topógrafo con ayuda del archivo .KMZ de la red geodésica preliminar, verifico la posible ubicación de los vértices, cumpliendo con los criterios de materialización.

Ilustración 2. Diseño de la red geodésica.



Fuente. Elaboración propia.

4.2 MATERIALIZACIÓN DE LA RED GEODÉSICA

Se realizó la materialización de 12 puntos GPS (vértices), a lo largo del corredor vial Avenida los colibríes, estableciendo una pareja de puntos cada 1 kilómetro aproximadamente, por medio de una marca permanente monumentada (mojón en concreto de 0.25 m x 0.25 m sobresaliente de la superficie hasta 0.20 m, a una profundidad de 60 cm) o una marca permanente incrustada en zona dura, según las condiciones e infraestructura presente en el área de interés; en todo caso garantizando las siguientes condiciones.

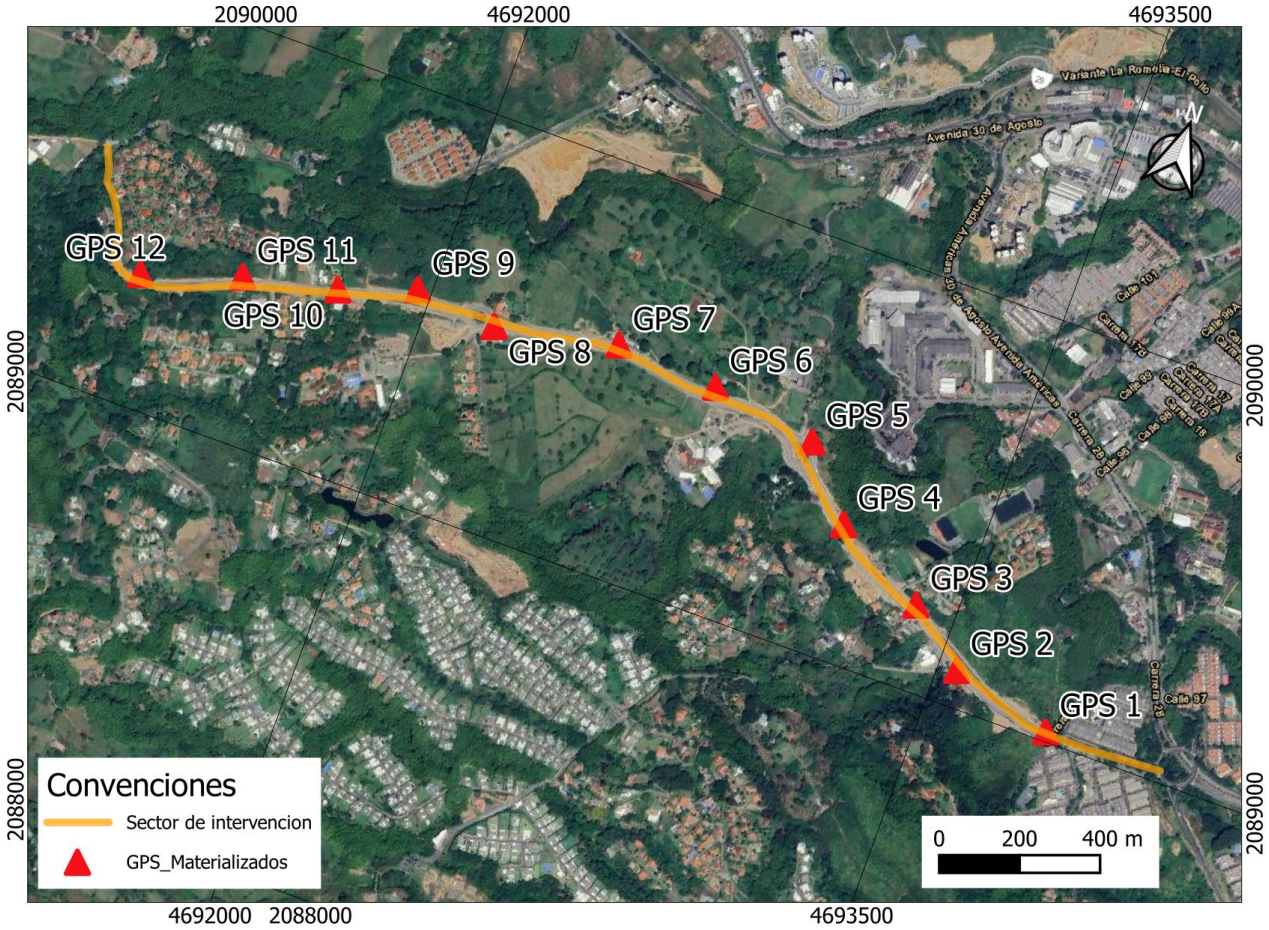
Perdurabilidad: Se debe garantizar la permanencia en el tiempo.
Horizonte: Se debe seleccionar un sitio el cual cuente con un horizonte despejado, libre de obstáculos.
Intervisibilidad: La materialización de los vértices de referencia debe tener inter-visibilidad, para que uno haga las veces de señal de azimut de su pareja. Para desarrollar actividades con instrumentos ópticos.
Estabilidad: Se debe cerciorar que el terreno sea firme, evitando pendientes fuertes.
Accesibilidad: El sitio elegido debe ser de fácil acceso, para garantizar el ingreso del personal y equipos de medición.

Los 12 puntos GPS (vértices) se materializaron así:

Mojones: 6 Vértices
Incrustaciones: 6 Vértices.

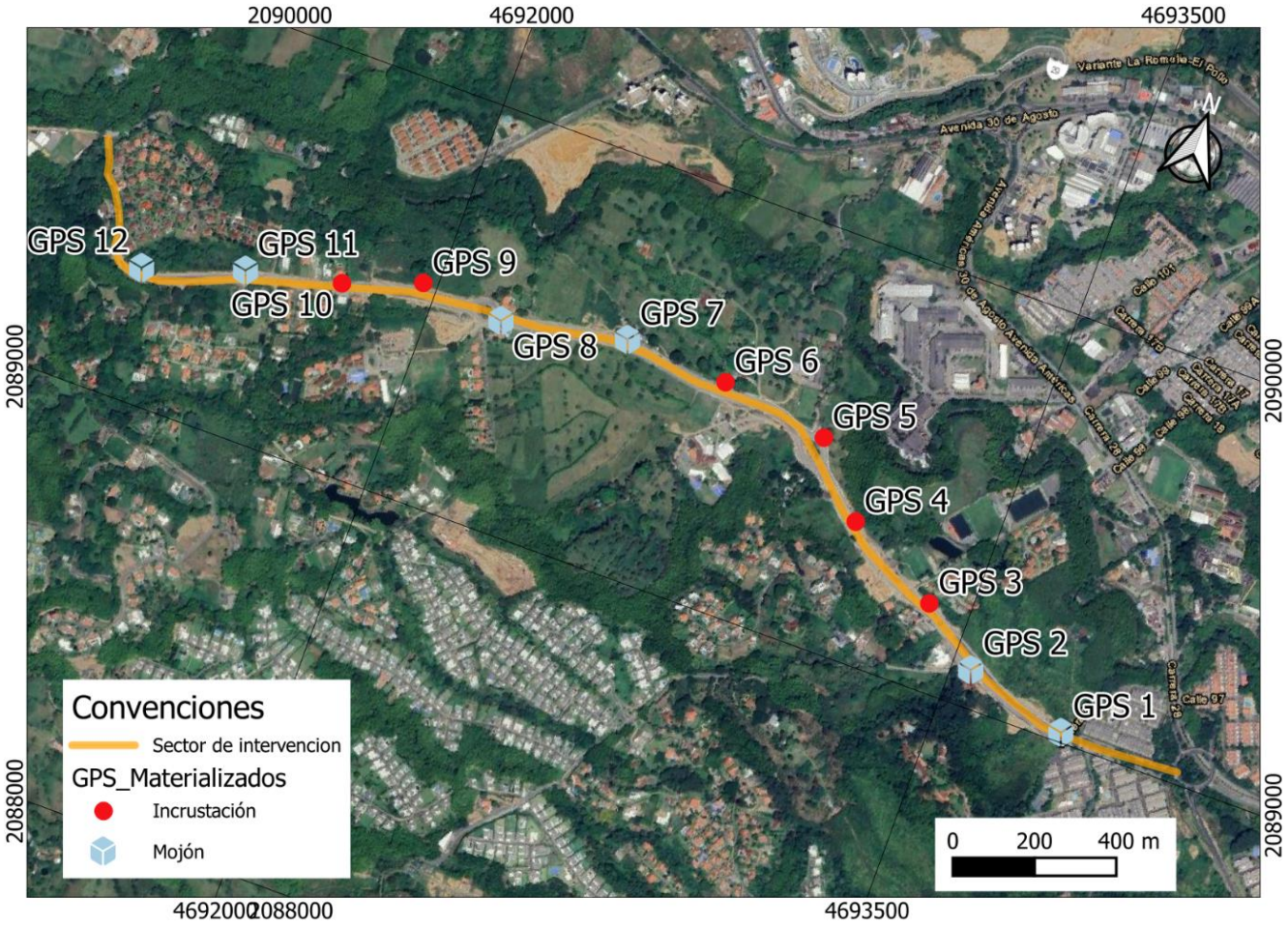
Las siguientes ilustraciones muestran gráficamente la distribución y tipo de materialización de los puntos GPS.

Ilustración 3. Vértices Materializados.



Fuente. Elaboración propia.

Ilustración 4. Tipo Materialización vértices.



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 1. Punto GPS por tipo de materialización.

ID PUNTO GPS	TIPO DE MATERIALIZACIÓN	EVIDENCIA
GPS 001	MOJÓN	
GPS 002	MOJÓN	
GPS 003	INCRUSTACIÓN	
GPS 004	INCRUSTACIÓN	

ID PUNTO GPS	TIPO DE MATERIALIZACIÓN	EVIDENCIA
GPS 005	INCRUSTACIÓN	
GPS 006	INCRUSTACIÓN	
GPS 007	MOJÓN	
GPS 008	MOJÓN	

ID PUNTO GPS	TIPO DE MATERIALIZACIÓN	EVIDENCIA
GPS 009	INCRUSTACIÓN	
GPS 010	INCRUSTACIÓN	
GPS 011	MOJÓN	
GPS 012	MOJÓN	

Fuente. Elaboración propia.

Las siguientes imágenes muestran el proceso constructivo de los mojones:

Tabla 2. Proceso constructivo Mojón.

Zona excavada	Incrustación molde de madera
	
Preparación mezcla	**Mojón con concreto**
	

Mojón con placa	Mojón demarcado para ser foto identificable
	

Fuente. Elaboración propia.

Se utilizo la placa de aluminio mostrada en siguiente ilustración, marcada consecutivamente desde el GPS-001 al GPS-012.

Ilustración 5. Ejemplo placa



Fuente. Elaboración propia.

4.3 POSICIONAMIENTO DE LA RED GEODÉSICA

El posicionamiento de la red geodésica se realizó usando el método diferencial con receptores GNSS multifrecuencia **Tabla 3.** Equipos GNSS, en modo estático, cumpliendo con la *NTC 6271*.

Tabla 3. Equipos GNSS

EQUIPO	ESPECIFICACIONES
Receptor GNSS, marca HI TARGET, V90 PLUS 	PRECISIONES DE LAS MEDICIONES Estático y Estático Rápido Horizontal ……..... 2,5 mm + 1 ppm RMS Vertical ……..…..5 mm + 1 ppm RMS Pos-Proceso Cinemático y Stop and Go (ppk/stop&go) Horizontal ……..... 1 cm + 1 ppm RMS Vertical ……..…... 2,5 cm + 1 ppm RMS Tiempo de inicialización …… Normalmente, 10 min la base y 5 min el receptor móvil Fiabilidad de la inicialización ..... Normalmente > 99,9 % Tiempo Real RTK Línea de tierra única Horizontal ..... 8 mm + 1 ppm RMS Vertical ……..……15 mm + 1 ppm RMS Red RTK Horizontal ……..…... 8 mm + 0,5 ppm RMS Vertical ..... 15 mm + 0,5 ppm RMS Tiempo de inicialización ..... Normalmente < 8 s Fiabilidad de la inicialización ..... Normalmente > 99,9 %
Receptor GNSS, marca HI TARGET, iRTK5 	**PRECISIONES** **Estático de alta precisión:** Horizontal.....2.5 mm + 0.1 ppm RMS Vertical.....3.5 mm + 0.4 ppm RMS **Estático y Estático Rápido:** Horizontal.....2.5 mm + 0.5 ppm RMS Vertical.....5 mm + 0.5 ppm RMS **Pos-Proceso Cinemático(PPK / Stop & Go)** Horizontal..... 8mm+1ppm RMS Vertical..... 15mm+1ppm RMS Tiempo de inicialización... Normalmente 10 min en base, 5 min en receptor móvil Fiabilidad de inicialización..... Normalmente> 99.9% **Corrección Diferencial (DGPS)** Horizontal..... 25cm+1ppm RMS Vertical..... 50cm+1ppm RMS SBAS.....0.5m(H), 0.85m(V) **Tiempo Real (RTK)** **Una sola línea base** Horizontal..... 8mm+1ppm RMS Vertical..... 15mm+1ppm RMS

EQUIPO	ESPECIFICACIONES
Receptor GNSS, marca HI TARGET, V30 PLUS 	**PRECISIÓN DE POSICIONAMIENTO** **GNSS estático de alta precisión** Horizontal ..... 2.5mm + 0.5ppm RMS Vertical ..... 5mm + 0.5ppm RMS **Cinemático en tiempo real (RTK)** **Base única** Horizontal ..... 8mm+1ppm RMS Vertical ..... 15mm+1ppm RMS **Red RTK** Horizontal ..... 8mm+0.5ppm RMS Vertical ..... 15mm+0.5ppm RMS Tiempo de inicialización ..... Típicamente 2-10s Fiabilidad de inicialización ..... Típicamente> 99.9% **Medición de inclinación** **Burbuja electrónica**

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4 Datos de los equipos utilizados para el levantamiento

ÍTEM	*EQUIPO*	*FABRICANTE*	*MODELO*	*No. SERIAL*
1	*GNSS*	*Hi Target*	*V90 PLUS*	*11601746 - 11601747*
2		*Hi Target*	*i RTK 5*	*13672368 - 13672363*
4		*Hi Target*	*V30 PLUS*	*11660674 - 11660659*

Fuente. Elaboración propia.

El tiempo de rastreo se rige por la ecuación, según la NS-030 V5.2 del acueducto.

Ecuación 1. Cambio de época.

$$Tr = Te + N(N * D)$$

En donde:

Tr= Tiempo de rastreo
Te= Tiempo de Estabilización del equipo, el cual será de 25 minutos
N=Tiempo por kilómetro del desplazamiento de la base, para equipos de doble frecuencia será de 5 minutos por kilómetro de la base más lejana
D= Distancia en kilómetros del vértice a la estación base de rastreo más lejana

Durante el proyecto se posicionaron los vértices relacionados en la Tabla 5**,** la cual muestra, las fechas de posicionamiento, tiempo de rastreo y el equipo utilizado.

Tabla 5. Posicionamientos

VÉRTICE	FECHA Y HORA DE INICIO	DURACIÓN	EQUIPO
GPS-001	11/15/2024 9:52:10	5:11:24	Hi-Target
GPS-002	11/15/2024 10:02:50	4:57:14	Hi-Target
GPS-003	11/15/2024 10:10:26	4:46:16	Hi-Target
GPS-004	11/15/2024 10:18:07	4:34:48	Hi-Target
GPS-005	11/16/2024 5:59:59	4:27:58	Hi-Target
GPS-006	11/16/2024 6:00:30	4:30:30	Hi-Target
GPS-007	11/16/2024 6:00:43	4:33:34	Hi-Target
GPS-008	11/16/2024 6:02:25	4:34:23	Hi-Target
GPS-009	11/16/2024 10:42:19	4:53:21	Hi-Target
GPS-010	11/16/2024 10:47:02	4:45:49	Hi-Target
GPS-011	11/16/2024 10:53:26	4:36:17	Hi-Target
GPS-012	11/16/2024 10:56:40	4:29:24	Hi-Target

Fuente. Elaboración propia.

La información de datos crudos se descargó diariamente y se realiza una revisión inicial de los mismos en el software Trimble Business Center, con el fin de chequear la generación de vectores entre vértices y la obtención de una precisión fija de los mismos, esto asegura que, al momento de generar el ajuste final y total de la red, no se incurrirá en reprocesos.

A continuación, se muestran imágenes de algunos de los posicionamientos realizados.

Tabla 6.Posicionamientos realizados.

GPS 001	GPS 002
	
GPS 003	**GPS 004**
	
GPS 005	**GPS 006**



GPS 007



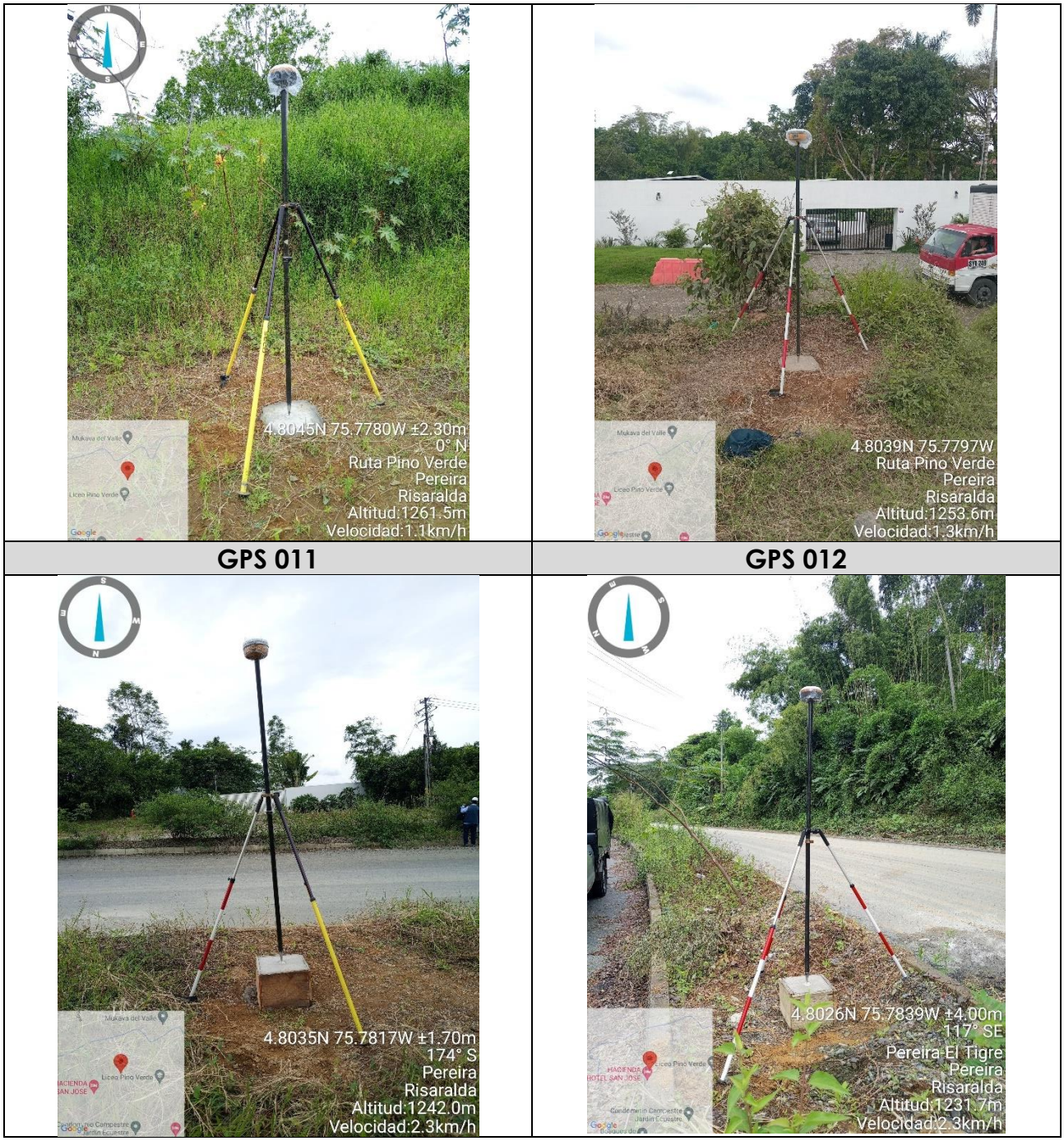
GPS 008



GPS 009



GPS 010

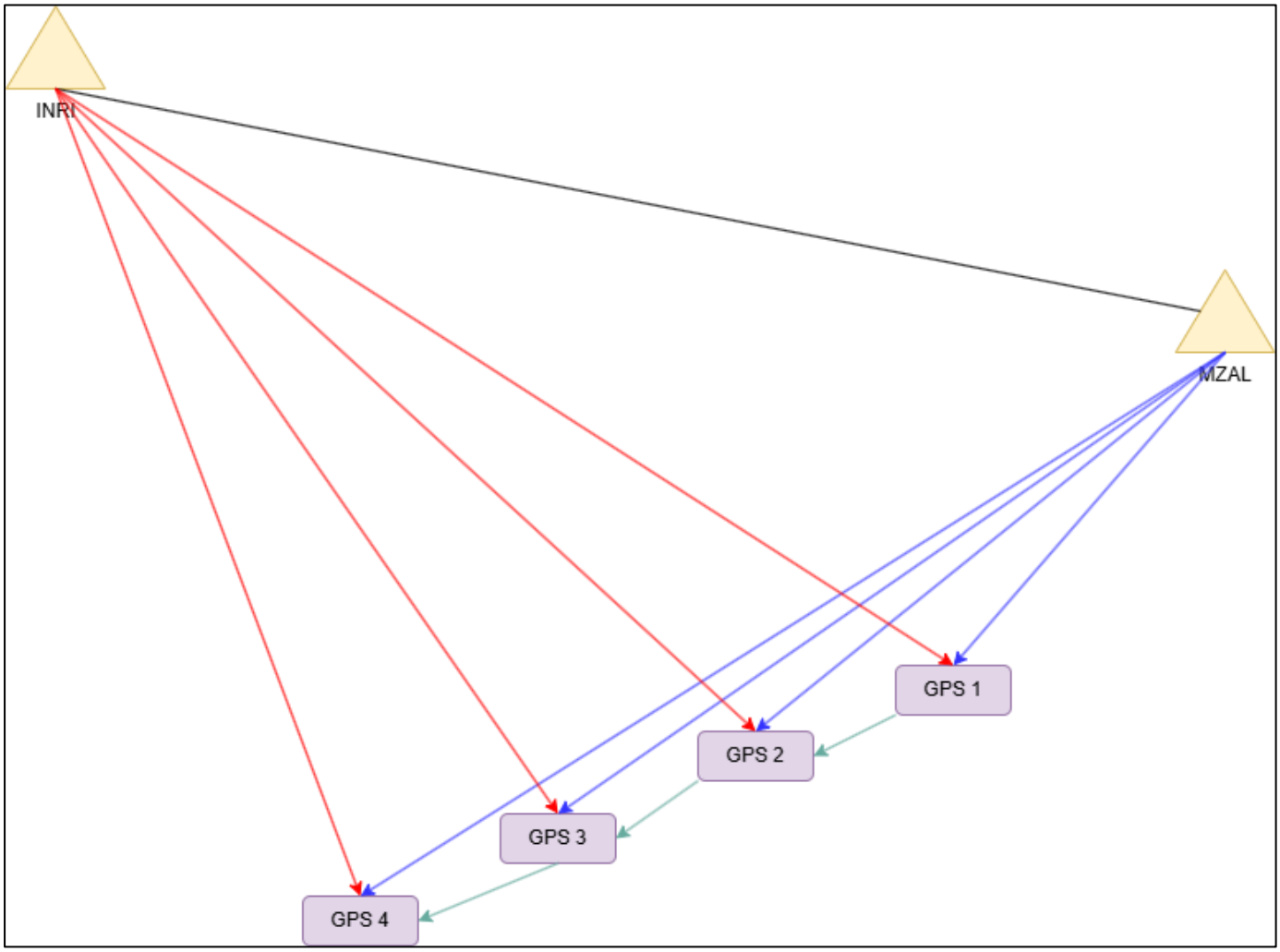


Fuente. Elaboración propia.

Las bases utilizadas para el cálculo de la red fueron PERA e INRI pertenecientes a la red MAGNA ECO del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, y las soluciones de coordenadas semanales fueron descargadas de la página de Sirgas, este procesamiento se realizó en el software Trimble Business Center, posterior a ello se importaron los archivos rinex de los 12 vértices que hacen parte

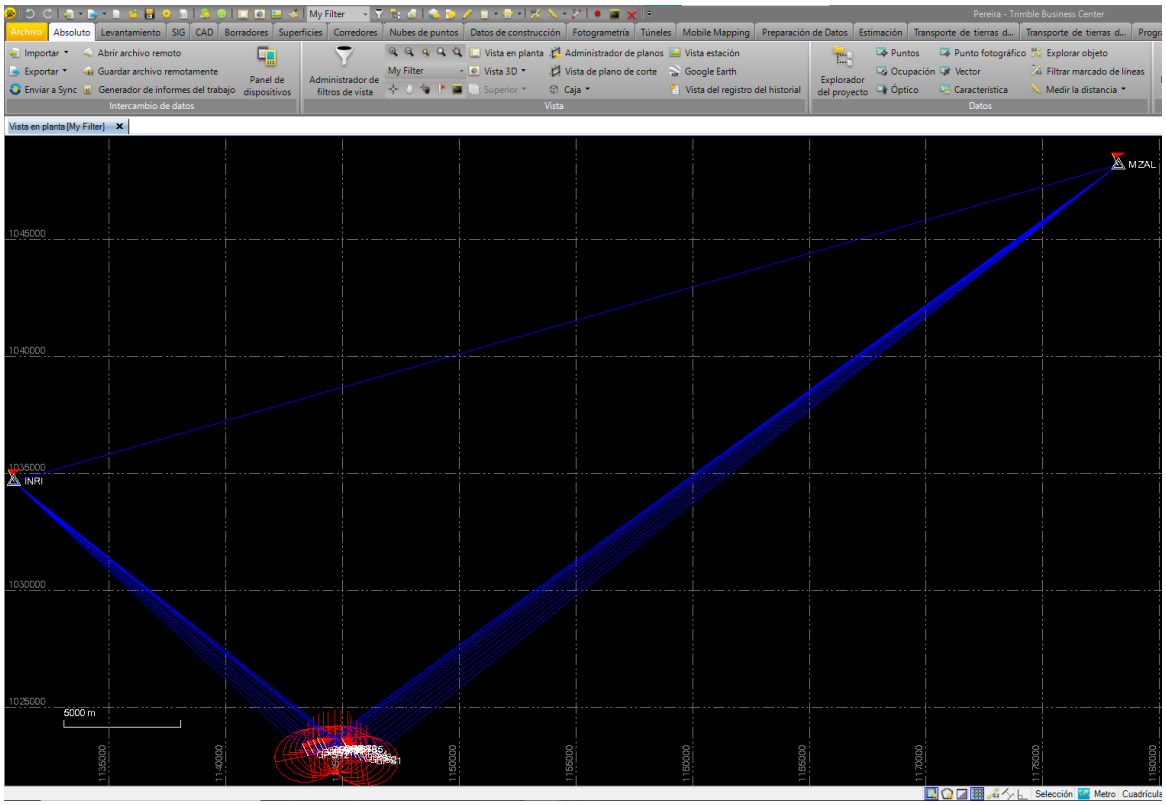
de la red geodésica y las efemérides precisas, y de esta manera, iniciar la iteración de las observaciones junto con el ajuste de la red como lo indican las siguientes ilustraciones.

Ilustración 6. Esquema de Post Proceso.



Fuente. Elaboración propia.

Ilustración 7. Postproceso en Trimble Business Center.



Fuente. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos posterior al ajuste de la red, se relacionan a continuación:

Estadísticas del ajuste

- Número de iteraciones para un ajuste exitoso: 2
- Factor de referencia de red: 1.00
- Prueba de chi al cuadrado (95%): Pasado
- Nivel de confianza de la precisión: 95%
- Grados de libertad: 103

La prueba de “Chi Cuadrado” es realizada en el Software Trimble Business Center y evidencia si el proceso ha superado o no la prueba estadística general del ajuste de red; es una prueba de la suma de los cuadrados ponderados de los residuos, el número de grados de libertad y una probabilidad crítica del 95 por ciento o más, el propósito de esta prueba es rechazar o aceptar la hipótesis de que los errores predichos se han estimado con precisión.

Una vez finalizado el postproceso de acuerdo con el requerimiento técnico, se exporta el listado de puntos (**Ilustración 13**) para iniciar el proceso de cambio de época de las coordenadas.

Ilustración 8. Lista de puntos.

Lista de puntos

ID	Latitud (Global)	Longitud (Global)	Altura (Global) (Metro)	Código de característica	Factor de escala de proyección
GPS1	N4°48'00.30770"	W75°45'40.77696"	1272.401		1.0002638139
GPS2	N4°48'02.46270"	W75°45'48.84213"	1277.949		1.0002629160
GPS3	N4°48'05.96086"	W75°45'54.18067"	1270.487		1.0002623219
GPS4	N4°48'09.73316"	W75°46'02.10268"	1264.250		1.0002614420
GPS5	N4°48'15.72136"	W75°46'06.44817"	1261.932		1.0002609591
GPS6	N4°48'17.05253"	W75°46'15.40577"	1257.758		1.0002599675
GPS7	N4°48'17.59280"	W75°46'24.20118"	1252.812		1.0002589959
GPS8	N4°48'15.63370"	W75°46'33.84673"	1249.356		1.0002579329
GPS9	N4°48'16.03499"	W75°46'40.66366"	1241.681		1.0002571827
GPS10	N4°48'13.95068"	W75°46'46.69096"	1243.013		1.0002565207
GPS11	N4°48'12.27033"	W75°46'54.26369"	1236.469		1.0002556900
GPS12	N4°48'09.18054"	W75°47'01.83970"	1222.321		1.0002548606
INRI	N4°54'30.91735"	W75°53'49.85844"	931.746		1.0002120851
MZAL	N5°01'47.98781"	W75°28'13.88909"	2101.356		1.0003930384

Fuente. Elaboración propia.

4.3.1 CÁLCULO DE VELOCIDADES Y CAMBIO DE ÉPOCA

Las coordenadas de la **Ilustración 13**, corresponden a la época actual 2024, según la norma del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) la época de trabajo debe ser 2018, por lo cual se realiza un cambio de época para las coordenadas obtenidas, proceso que requiere conocer las velocidades mediante el aplicativo Magna Pro-5 haciendo uso del modelo VEMOS 2017.

Una vez se cuenta con las velocidades para cada punto, es necesario realizar la conversión de las coordenadas elipsoidales obtenidas en el ajuste a coordenadas geocéntricas para trabajar en las mismas unidades.

Haciendo uso de las velocidades mencionadas anteriormente se procede a realizar el cambio de época, usando la **Ecuación 2**.

Ecuación 2. Cambio de época.

$$Geocéntrica\ 2018 = Geocéntrica\ actual - ((Epoca\ actual - 2018) * velocidad)$$

Ilustración 9. Cambio de época.

	2018			VELOCIDADES			2024.877		
ID	X	Y	Z	V(X)	V(Y)	V(Z)	X	Y	Z
GPS1	1563623.644	-6161888.569	530264.121	0.0038	0.0022	0.0139	1563623.671	-6161888.554	530264.2169
GPS2	1563382.704	-6161949.692	530330.562	0.0038	0.0022	0.0139	1563382.73	-6161949.677	530330.6579
GPS3	1563219.180	-6161974.226	530437.036	0.0038	0.0022	0.0139	1563219.206	-6161974.211	530437.1316
GPS4	1562978.602	-6162018.831	530552.005	0.0038	0.0022	0.0139	1562978.628	-6162018.816	530552.1005
GPS5	1562844.428	-6162034.586	530735.142	0.0038	0.0022	0.0139	1562844.454	-6162034.571	530735.2378
GPS6	1562574.959	-6162095.099	530775.547	0.0038	0.0022	0.0139	1562574.985	-6162095.084	530775.6425
GPS7	1562310.645	-6162155.598	530791.673	0.0038	0.0022	0.0139	1562310.671	-6162155.583	530791.7688
GPS8	1562022.875	-6162230.198	530731.405	0.0038	0.0022	0.0139	1562022.901	-6162230.183	530731.5008
GPS9	1561817.083	-6162273.404	530743.048	0.0038	0.0022	0.0139	1561817.11	-6162273.389	530743.1436
GPS10	1561638.657	-6162325.525	530679.348	0.0038	0.0022	0.0139	1561638.684	-6162325.51	530679.4433
GPS11	1561411.875	-6162380.724	530627.355	0.0038	0.0022	0.0139	1561411.901	-6162380.709	530627.4508
GPS12	1561184.022	-6162432.108	530531.576	0.0038	0.0022	0.0139	1561184.049	-6162432.093	530531.6713

Fuente. Elaboración propia.

Obtenidas las coordenadas en época 2018, se realiza la transformación a los diferentes sistemas de coordenadas; para este caso, se realiza la conversión en coordenadas elipsoidales y Magna Sirgas Origen Oeste, las cuales se ejecutaron en el aplicativo Magna Pro-5.

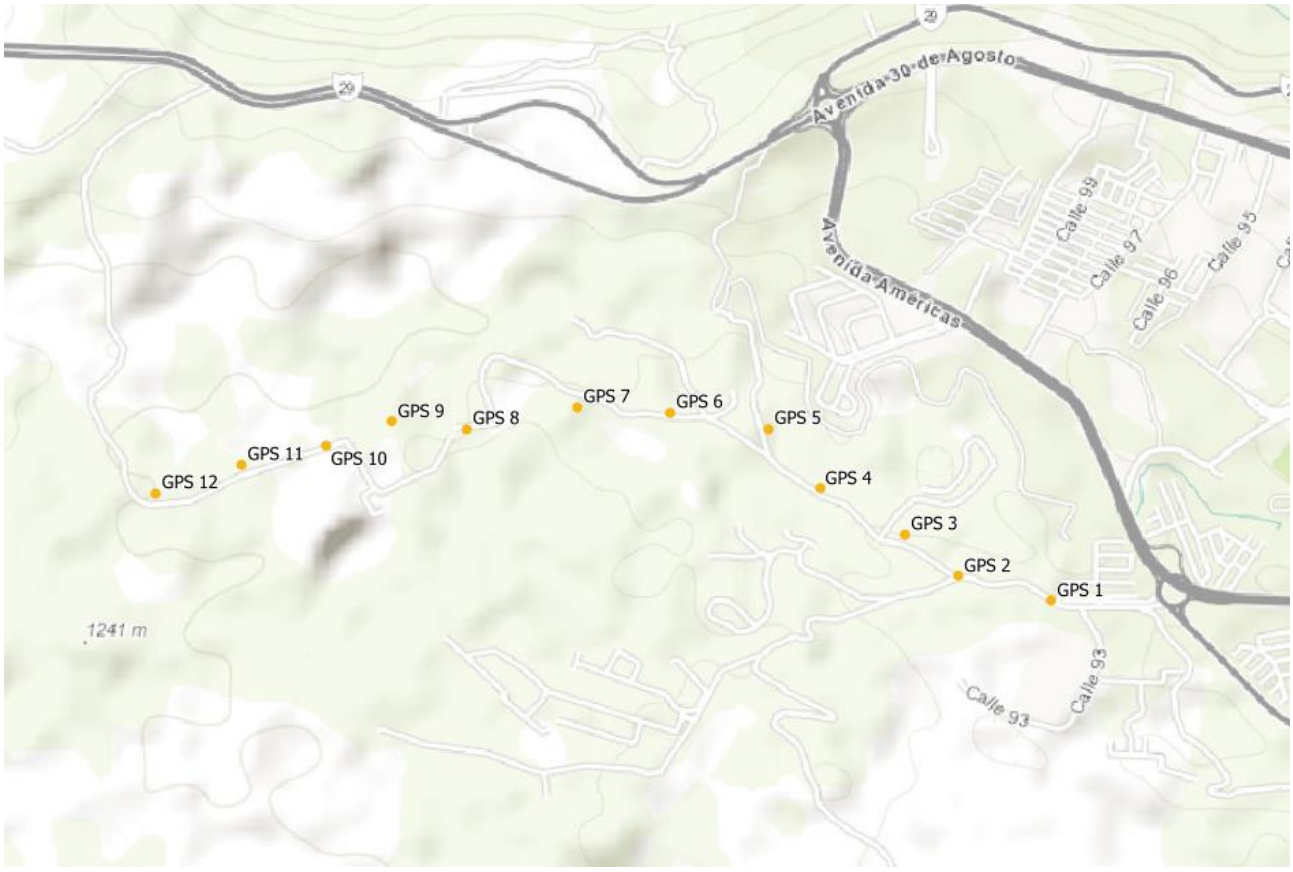
A continuación, se relaciona el set de coordenadas en el origen Magna Sirgas Oeste, época 2018 y su representación gráfica.

Tabla 7. Coordenadas Magna Oeste, Época 2018.

ID	Norte	Este
GPS1	1022686.23	1146018.87
GPS2	1022751.96	1145770.15
GPS3	1022859.13	1145605.4
GPS4	1022974.57	1145361
GPS5	1023158.3	1145226.71
GPS6	1023198.67	1144950.54
GPS7	1023214.75	1144679.42
GPS8	1023153.99	1144382.24
GPS9	1023165.92	1144172.1
GPS10	1023101.53	1143986.45
GPS11	1023049.46	1143753.14
GPS12	1022954.08	1143519.81

Fuente. Elaboración propia.

Ilustración 10. Red geodésica.



Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos y basándose en la **Resolución 1468 de 2021** emitida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, en su Artículo 8, subsección 8.5, donde se establecen las precisiones relativas absolutas para posicionamientos estáticos GNSS apoyados por estaciones de cualquier orden superior; se concluye que:

- La clasificación obtenida de la red GNSS es de Orden Cuatro (4).

- El IGAC especifica la precisión relativa de la posición horizontal en 0.065 m y la precisión de máximo error horizontal obtenida en la red del proyecto es de 0.012 m según el informe de procesamiento de líneas base, adjunto como anexos de geodesia a este informe, cumpliendo con la resolución enunciada anteriormente.

5. NIVELACIÓN GEOMÉTRICA

La nivelación geométrica consiste en trasladar alturas por medio de un nivel de precisión desde un punto con elevación conocida, como medida de control se realiza un circuito de ida y vuelta para asegurar que las alturas medidas son consistentes y están dentro del rango de precisión exigido para el tipo de proyecto.

Para realizar la nivelación geométrica se utilizaron los equipos relacionados en las **Tablas 8 y 9.**

Tabla 8. Datos equipos Nivelación.

ÍTEM	EQUIPO	FABRICANTE	MODELO	No. SERIAL
1	Nivel electrónico	LEICA	Sprinter 250M	42102

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 9. Equipos Nivelación.

EQUIPO	ESPECIFICACIONES
SPRINTER 250M	

Especificaciones técnicas	Sprinter 50	Sprinter 150/150M	Sprinter 250M
Precisiones de altura	Desviación típica en medición de altura por km de doble nivelación (ISO 17123-2)		
-Medición electrónica*	2.0 mm	1.5 mm	1.0/0.7* mm
-Medición óptica	Con mira de aluminio estándar con escala E/con graduación: 2,5 mm		
-Lectura de mira sencilla	Desviación típica: 0,6 mm (electrónica) y 1,2 mm (óptica) a 30 m		
Precisiones de distancia	Desviación típica de medición de distancia de 10 mm para D ≤ 10 m y (distancia en m x 0.001) para D > 10 m		
Alcance	2 – 100 m (electrónico)		
Modos de medición		Aislado y seguimiento	
Tiempo para medida aislada	< 3 seg		
Compensador	Compensador de péndulo de amortiguación magnética (rango +/- 10 min)		
Anteojo	Aumento (óptico): 24x		
Registro de datos		Hasta 1.000 puntos (sólo 150M)	hasta 1.000 puntos
Condiciones ambientales	IP55		
Fuente de alimentación	Pilas secas AA (4 x LR6/AA/AM3 1,5 V)		
Peso	< 2.5 kg		

Fuente. Elaboración propia.

Para la nivelación y contra nivelación del proyecto se hizo uso de un BM que pertenece a el Instituto Geográfico Agustín Codazzi con el fin de trasladar las diferencias de nivel a cada uno de los vértices que hacen parte de la red geodésica del proyecto.

El NP base para las actividades de nivelación se encuentra localizado en la Avenida del sur a 0.62 km de la glorieta coralina, la **Tabla 10** relaciona el punto materializado en campo y su respectiva ficha técnica, este punto pertenece a la Red de control vertical del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, con cota nivelada de 1273.512 m.s.n.m.

Tabla 10. Placa L06-013-Z2.

Registro fotográfico placa	Información del punto
	**Punto 66001060** Altura m.s.n.m.m. 1273.512 Bloque Ajuste Geodéiscas - Risaralda Año Calculo 2021 Latitud 4.800502669 Longitud -75.75201711 Altura Elipsoidal (m) 1300.917 Tipo Coordenada CALCULADA Código Departamento 66 Código Municipio 1 Nombre Departamento Risaralda Nombre Municipio Pereira Estado Vértice Materializado

Fuente. Elaboración propia.

Definido el punto de partida se siguieron las rutas de nivelación previamente elaboradas en oficina, estableciendo una serie de cambios a lo largo de todo el trazado.

Para el desarrollo de la nivelación fue necesario realizar circuitos de ida y vuelta para controlar las diferencias de nivel en cada uno de los circuitos y así controlar que la actividad se desarrolló de manera correcta. En la siguiente tabla, se describen los circuitos elaborados de acuerdo con el avance del sector.

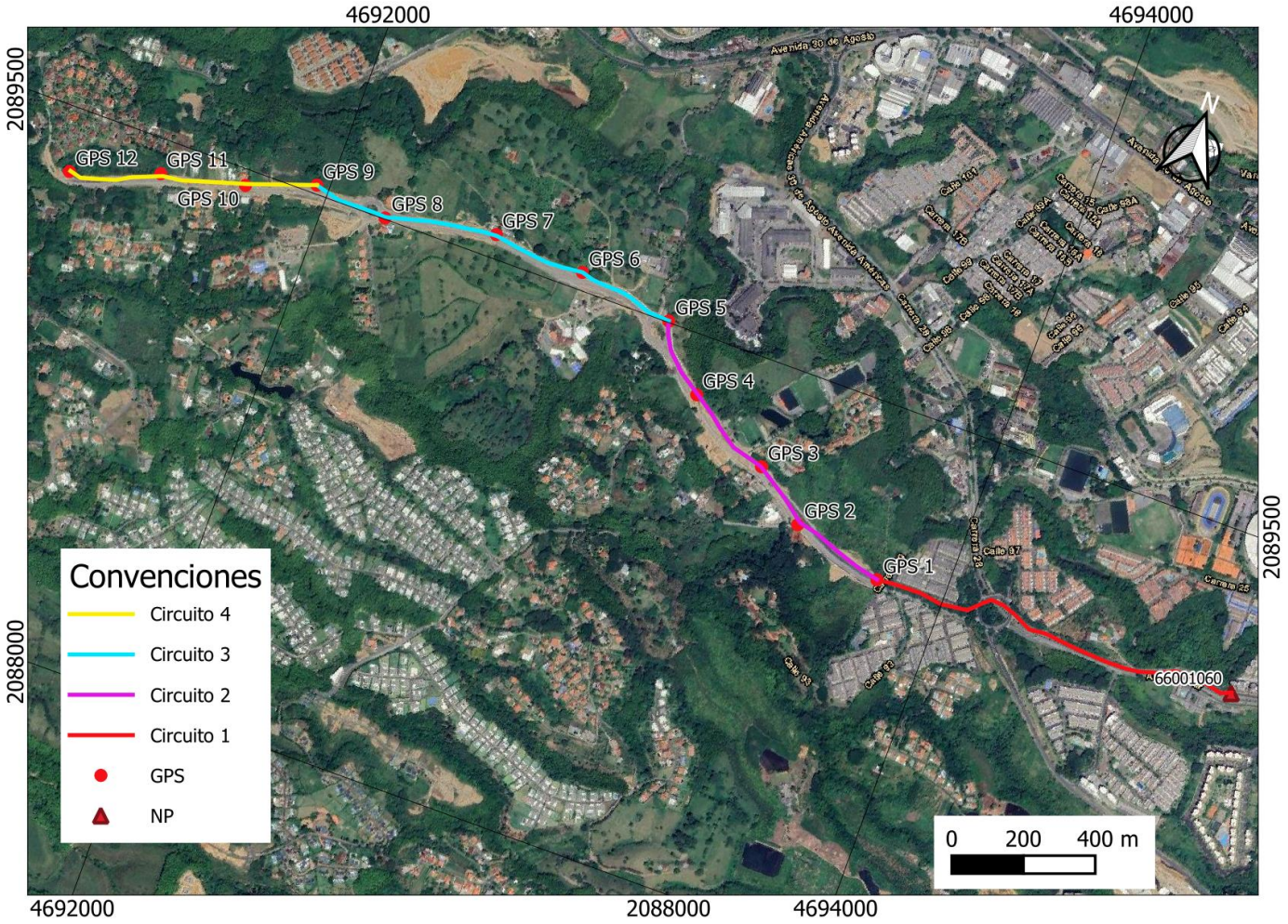
Tabla 11. Rutas de nivelación

CIRCUITO	DESDE	HASTA
1	66001060	GPS 001
2	GPS 001	GPS 005
3	GPS 005	GPS 009
4	GPS 009	GPS 012

Fuente. Elaboración propia.

Las siguientes ilustraciones relacionan las rutas de nivelación realizadas a lo largo de la zona de estudio.

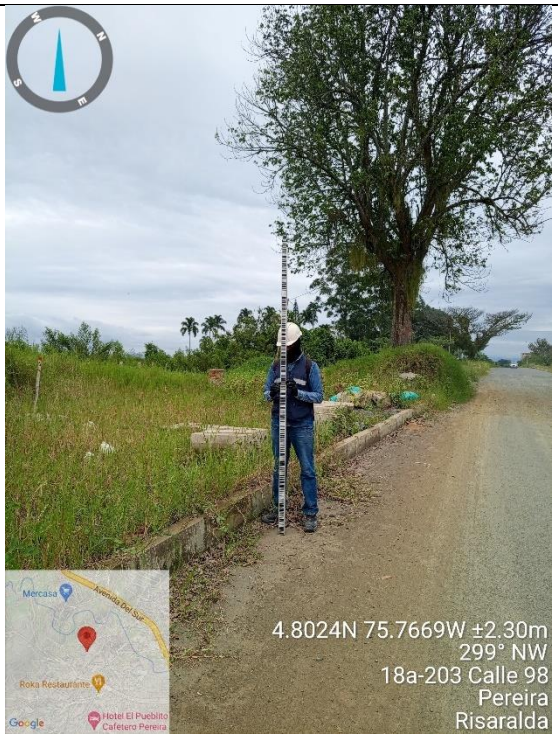
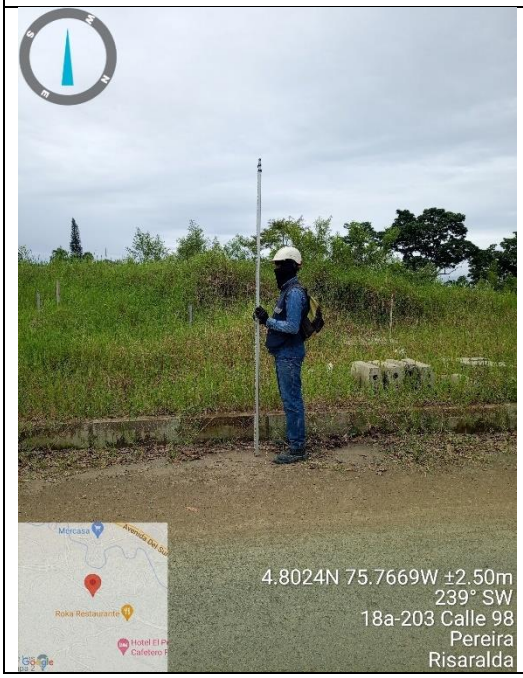
Ilustración 11. Rutas de nivelación



Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se muestran algunas imágenes de la nivelación geométrica en campo.

Ilustración 12. Nivelación geométrica en campo.

Circuito de nivelación	
	
Circuito de nivelación	
	

Fuente. Elaboración propia.

5.1 DESCARGA DE DATOS

Por medio del software nativo de los niveles electrónicos se realiza la transferencia de datos de la memoria de cada equipo al ordenador, descargados los datos se tienen en cuenta las observaciones realizadas por los topógrafos para realizar la edición, almacenar los archivos en un directorio de acuerdo con la fecha para ser procesados y evaluar sus precisiones.

5.2 CALCULO DE LA NIVELACIÓN

El procesamiento de la nivelación geométrica se realiza con la estructura de la siguiente ilustración:

Ilustración 13. Cartera de nivelación geométrica.

Punto	V+	Vi	V-	hi	Cota
BM	1.5			101.5	100
C#1			0.8		100.7

De acuerdo con la anterior ilustración, se aclara lo siguiente:

Punto: corresponde al objetivo donde se estaciona la mira.

V+: corresponde a la vista atrás o punto de referencia del cual ya se conoce su elevación.

Vi: este campo se utiliza para conocer la elevación de los detalles que se tienen a lo largo del circuito.

V-: corresponde a la vista adelante del siguiente cambio del cual voy a hacer uso para trasladar las diferencias de nivel a lo largo del circuito.

hi: la altura instrumental es el resultado de tomar la elevación del punto y sumarle la vista atrás.

Cota: es el resultado de tomar la altura instrumental y restarle la vista adelante para finalmente conocer la elevación del objetivo a nivelar.

Conforme a lo anterior, se programa una hoja de cálculo en la suite de Microsoft con el aplicativo o software Excel donde se realizó la obtención de cada una de las elevaciones a lo largo del proyecto, dado que se cuentan con niveles electrónicos que además de medir diferencias de nivel también miden y almacenan longitudes, se realiza el cálculo del error de cierre para cada circuito en función de la

longitud medida para la diferencia de nivel obtenida. Con la distancia total del circuito, y el error obtenido posterior a nivelar y contra nivelar, se realizó una regla de 3 para distribuir el error en cada uno de los cambios de acuerdo con su longitud entre los mismos; a continuación, se relacionan las ecuaciones utilizadas en el cálculo de la compensación para cada uno de los circuitos.

Ecuación 3. Error del circuito de nivelación.

$$Error = cota\ de\ partida - cota\ de\ llegada$$

Ecuación 4. *Longitud total del circuito de nivelación.*

$$Distancia\ Total = \sum longitud\ del\ circuito$$

Ecuación 5. *Compensación del error para cada cambio.*

$$\frac{E}{D} = \frac{Error}{Distancia}$$

Los resultados obtenidos son relacionan en la **Tabla 12:**

Tabla 12. Precisiones obtenidas en la nivelación.

	ID	RUTA	ERROR	DISTANCIA	E/D
1	Circuito 1	66001060 a GPS 1	0.0002	2190.994	0.00000007
2	Circuito 2	GPS 1 a GPS 5	0.0003	1944.185	0.00000014
3	Circuito 3	GPS 5 a GPS 9	0.0000	1149.049	-0.00000004
4	Circuito 4	GPS 9 a GPS 12	0.0003	1422.567	0.00000022
				6.707 Km	

ERROR MAX PERMITIDO	
20.718	mm
0.021	m

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos y según la NTC 6271, en su tabla, especifican las precisiones para nivelaciones geométricas apoyadas por vértices geodésicos de órdenes superiores se tiene que:

- La precisión relativa inferior o igual que 8 mm por la raíz cuadrada de la distancia de la sección nivelada en km ($8mm * \sqrt{D}$).

- En la **Tabla 13** se observan las precisiones máximas permitidas para cada circuito y las precisiones obtenidas.

Tabla 13. Resultados de la nivelación.

Δ	Elevación Nivelada
GPS-1	1244.963
GPS-2	1250.537
GPS-3	1243.077
GPS-4	1236.860
GPS-5	1234.557
GPS-6	1231.975
GPS-7	1227.047
GPS-8	1223.614
GPS-9	1215.948
GPS-10	1218.673
GPS-11	1212.135
GPS-12	1197.972

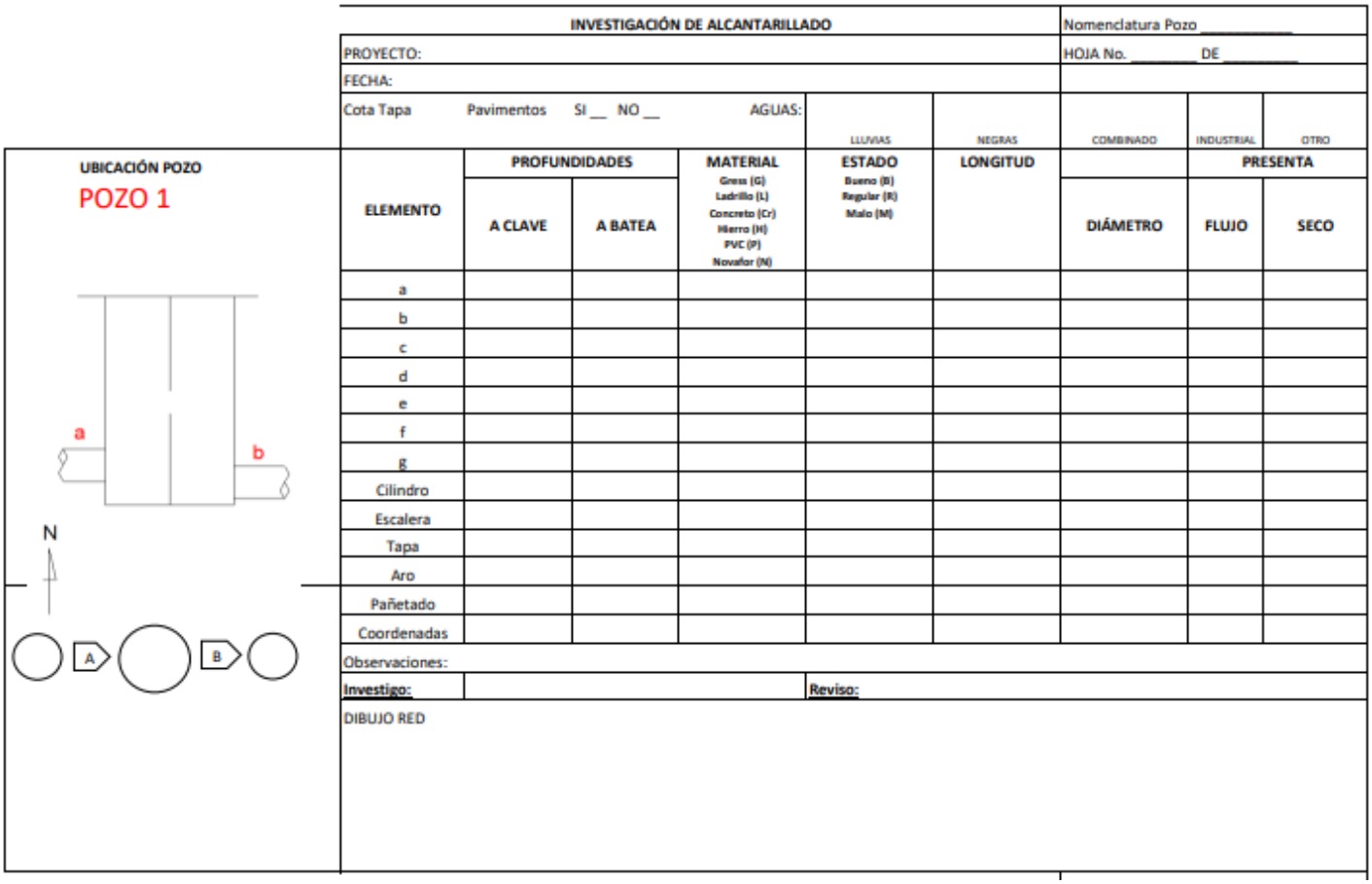
Fuente. Elaboración propia.

Con base en lo anterior se obtuvo una clasificación de orden 4 para Vértices geodésicos de control vertical nivelados.

6. CATASTRO DE REDES

Se realiza la inspección de pozos encontrados a lo largo del corredor vial, estos pozos fueron levantados con estación total para conocer las coordenadas, usando las metodologías expuestas anteriormente, para el proceso de inspección se cuenta con personal calificado que realiza la verificación de la cantidad de tuberías, material, diámetro y estado del pozo, para esta tarea la comisión utiliza el formato expuesto a continuación para cada uno de los pozos inspeccionados.

Ilustración 14. Formato de Inspección



INVESTIGACIÓN DE ALCANTARILLADO — Nomenclatura Pozo _____

PROYECTO: — HOJA No. _____ DE _____

FECHA:

Cota Tapa — Pavimentos SI__ NO__ — AGUAS: LLUVIAS / NEGRAS — COMBINADO / INDUSTRIAL / OTRO

UBICACIÓN POZO

POZO 1

ELEMENTO	PROFUNDIDADES		MATERIAL (Gres (G), Ladrillo (L), Concreto (Cr), Hierro (H), PVC (P), Novafor (N))	ESTADO (Bueno (B), Regular (R), Malo (M))	LONGITUD		PRESENTA	
	A CLAVE	A BATEA				DIÁMETRO	FLUJO	SECO
a								
b								
c								
d								
e								
f								
g								
Cilindro								
Escalera								
Tapa								
Aro								
Pañetado								
Coordenadas								

Observaciones:

Investigo: — Reviso:

DIBUJO RED

Fuente. Elaboración propia.

Como resultado de esta actividad de entrega un Excel con el cálculo de las redes encontradas, los formatos de inspección y planos que evidencian el estado de cada pozo encontrado.

7. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Previo al inicio del levantamiento topográfico se recopilo toda la información de posición y elevación de cada uno de los vértices calculados (**Tablas 7 y 15**) y se almaceno en un archivo plano que fue cargado a cada uno de los colectores con el fin de evitar errores de digitación a la hora de configurar los receptores GNSS, luego se procedió a generar cartografía base para cada uno de los dispositivos con el fin de realizar el levantamiento topográfico de manera controlada a partir de líneas de muestreo en planta que le permiten al operador ubicarse espacialmente en cada tramo en el que está desarrollando su actividad; la base cartográfica debe fue cargada en extensión .dxf.

6.1 PROCEDIMIENTO RTK

Una vez configurada la geodesia y cargada la cartografía base a cada uno de los colectores, se establecieron los tramos a ejecutar de acuerdo con el alcance del radio UHF de los receptores GNSS y a la distribución de cada una de las comisiones topográficas.

Al realizar la captura de datos por medio de receptores GNSS configurados en modo RTK, se obtiene un set coordenadas precisas en tiempo real, los equipos utilizados se encuentran relacionados en las **Tabla 3 Y 4.**

Para llevar a cabo un levantamiento RTK, se tienen en cuenta los siguientes pasos:

1. Se arma, nivela y configura un receptor base, que se ubica en un vértice de coordenadas conocidas, para este caso se usaron los puntos de la red geodésica y la cota nivelada.

2. Haciendo uso de un receptor rover debidamente sincronizado con el equipo base, este recibe las correcciones necesarias para obtener las coordenadas precisas de cada punto capturado por el operador y con ayuda de un colector se almacenan los datos (X.Y.Z) para cada punto levantado; esta actividad se realiza haciendo desplazamientos a lo largo de la zona de trabajo identificando cada accidente topográfico, como se observa a continuación:

Una de las limitaciones que presenta la configuración de los receptores RTK, corresponde a los ambientes con vegetación alta y edificaciones, sin embargo, en ambientes despejados se obtienen precisiones altas, las cuales son determinadas por las especificaciones técnicas de los equipos; para el área de trabajo, se contó con las condiciones óptimas para realizar el levantamiento topográfico por medio de receptores RTK.

Para realizar la captura, la comisión de topografía tuvo en cuenta, dos factores que influyen en la precisión de las coordenadas que se obtienen del levantamiento RTK:

- La primera es la distancia de rastreo desde la base al Rover, para este caso la red geodésica cuenta con parejas de puntos GPS cada 1.4 kilómetros aproximadamente y al contar con una topografía plana a lo largo del corredor vial, este factor se reduce.

- El segundo factor es el PDOP, esto corresponde a la dilución geométrica de precisión, que es el error causado por la posición de los satélites, cuantas más señales separadas de los satélites pueda recibir el receptor GPS, más precisa es la posición. Este valor puede ser observado en el controlador del receptor móvil y se debe cuidar que no supere un valor de 4.

6.1.1 DESCARGA Y TRATAMIENTO DE DATOS

En oficina se exportaron diariamente los archivos crudos en formato (.xlsx), y se almacenaron en un directorio local para ser evaluados de acuerdo con el tipo de solución y la geometría de los satélites con el fin de garantizar la precisión del proyecto.

Posterior a esto, se estructuro un archivo plano en formato. XYZ y descripción, que fue importado en la plataforma de diseño CIVIL 3D de la casa de Autodesk con el propósito de evaluar de manera integral la información capturada en campo, aquí se analiza la continuidad a nivel vertical y horizontal.

Con el fin de avanzar en la modelación de la información y haciendo uso del catálogo de objetos previamente definido al inicio del levantamiento topográfico se generaban líneas uniendo 3D Polys entre nodos de códigos comunes.

Esta actividad era adelantada a diario como parte del control de calidad que se realizaba a los datos capturados en campo, esto permite identificar inconsistencias y resolverlas en el menor tiempo, de tal manera que no se generen retrasos.

6.2 PROCEDIMIENTO ESTACIÓN TOTAL

En los sitios donde la cobertura vegetal no permitió el uso de receptores GNSS configurados en modo RTK se realizaron levantamientos topográficos desde los vértices materializados previamente. Siguiendo los pasos descritos a continuación:

1. Preparación del Equipamiento

Configuración de la estación total con los parámetros adecuados (unidad de medida, formato de coordenadas, etc.).

2. Establecimiento de la Estación Total

Se ubica la estación total sobre un trípode en uno de los puntos de control.

5. Realización del Levantamiento

Se midieron los puntos de interés en el terreno apuntando el telescopio de la estación total al prisma colocado en esos puntos, se registraron las lecturas de ángulos horizontales, verticales y distancias.

6. Descarga y Procesamiento de Datos

Se descargaron los datos del levantamiento a un ordenador, para luego mediante el uso de un software topográfico se procesaron los datos, y se generó el plano o el modelo topográfico.

Los equipos utilizados se describen a continuación:

Tabla 14: Equipo para radiación topográfica.

Estación Total	Especificaciones
HTS-420R 	•Rango de Medición: Sin Prisma 600 metros. Con un (1) Prisma 3000 metros. •Precisión: (3mm+2 ppm) sin prisma. (2mm+2 ppm) con prisma. •Tiempo de medición: 1.5 s •Bateria 3000 mAh, 16 horas de funcionamiento optimo

Fuente: Elaboración propia.

8. PERSONAL

Para la ejecución de las actividades, se contó con la siguiente comisión de topografía:

Tabla 15. Comisión de Topografía

COMISIÓN				
Lugar	Pereira			
Mes	Noviembre 2024- Diciembre 2024			
Equipos	**Tipo**	**Fabricante**	**Modelo**	**Serial**
	GNSS	Hi Target	RTK-i5	13672368 - 13672363
	GNSS	Hi Target	V30 Plus	11660674 - 11660659
	GNSS	Hi Target	V90 Plus	11601746 - 11601747
	Estación Total	Hi Target	HTS	H228824
	Nivel Electrónico	Leica	250M	42102
	Drone	Wingtra	OneGen II	1765
Personal	**Cargo**	**Nombre**		**Matricula**
	Topógrafo	Camilo Beltrán		01-12928
	Auxiliar de Campo	Jhon Beltran		N/A
	Auxiliar de Campo	Víctor Colina Hernández		N/A
	Auxiliar de Campo	William Osorio		N/A
	Auxiliar de Campo	Víctor Colina Alvares		N/A

Fuente. Elaboración propia.

Adicionalmente se cuenta con el apoyo de un (1) conductor de vehículo y un (1) dibujante en oficina.

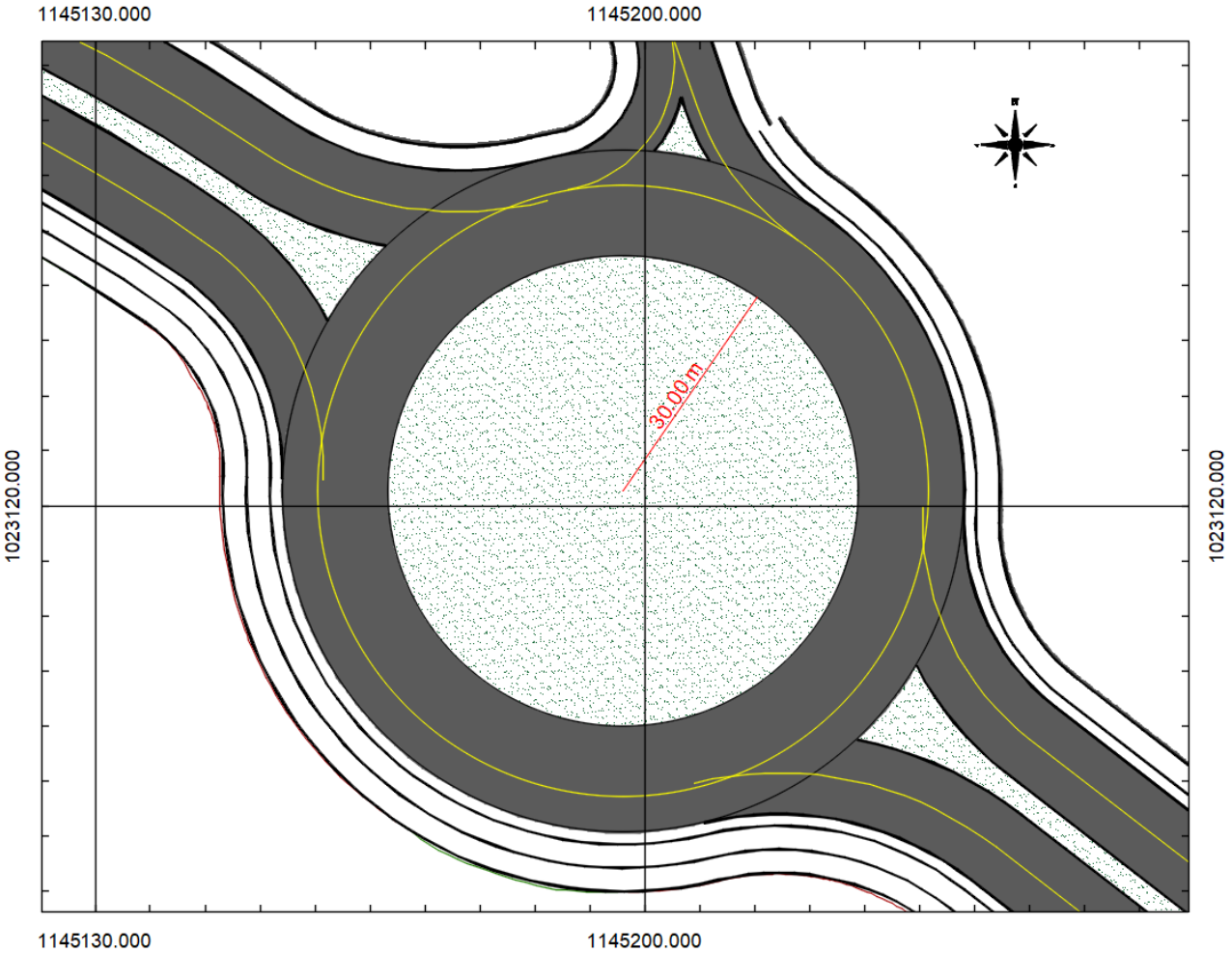
9. DIAGNOSTICO

9.1 HALLAZGOS

Teniendo en cuenta el objeto del contrato es necesario superponer las obras implantadas con lo aprobado en el respectivo diseño con el propósito de validar la concordancia de estos. Para ello se realiza la superposición de los diseños entregados con la ortofoto obtenida a lo largo del corredor vial, encontrando lo siguiente:

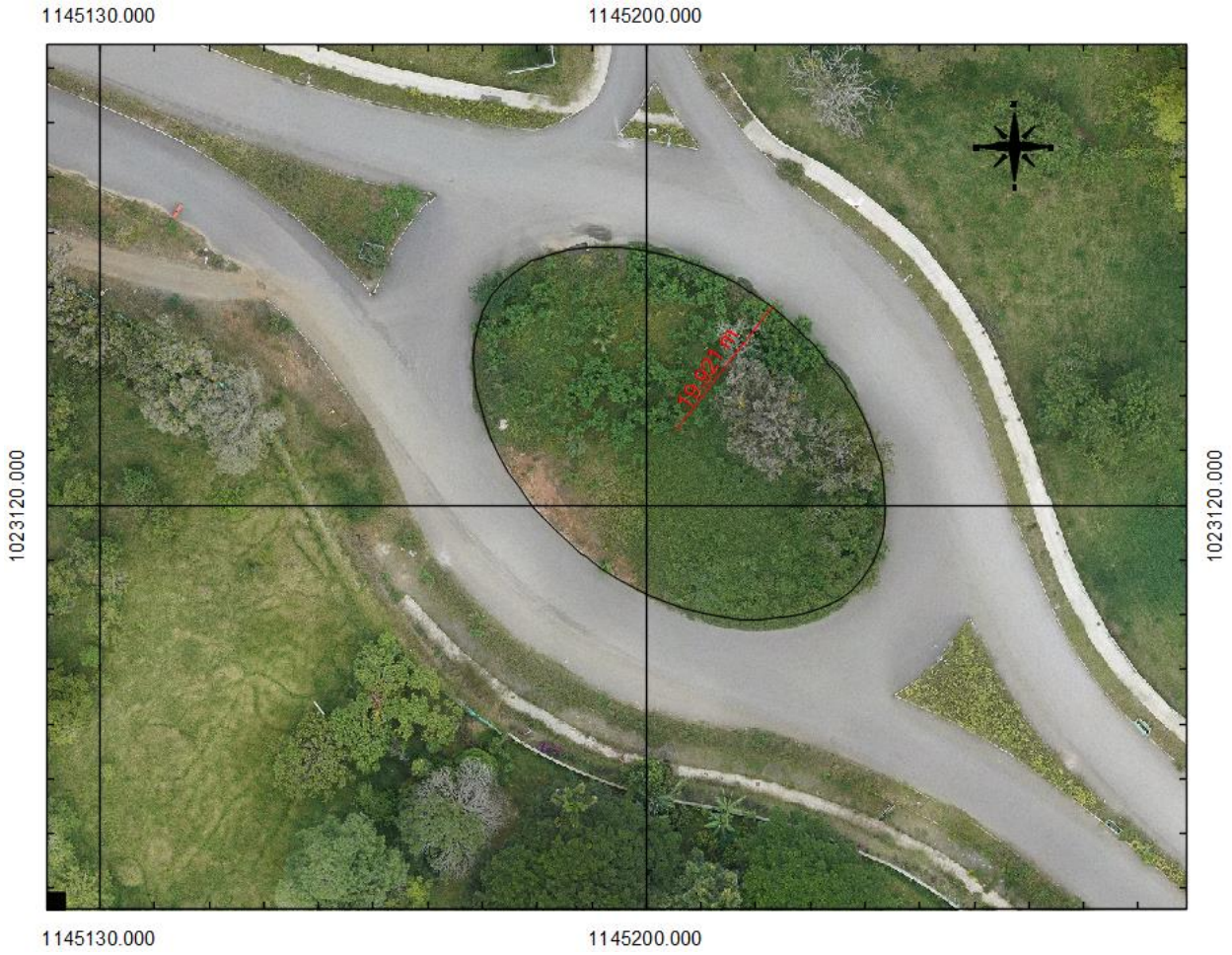
- En la primera glorieta ubicada entre el K1+100 y K1+500 se observa un desplazamiento del centro geométrico del diseño y el centro geométrico ejecutado correspondiente a 10.079 m aproximadamente, como se puede evidenciar en las ilustraciones 15 y 16.

Ilustración 15. Distancia centro geométrico diseño



Fuente. Elaboración propia.

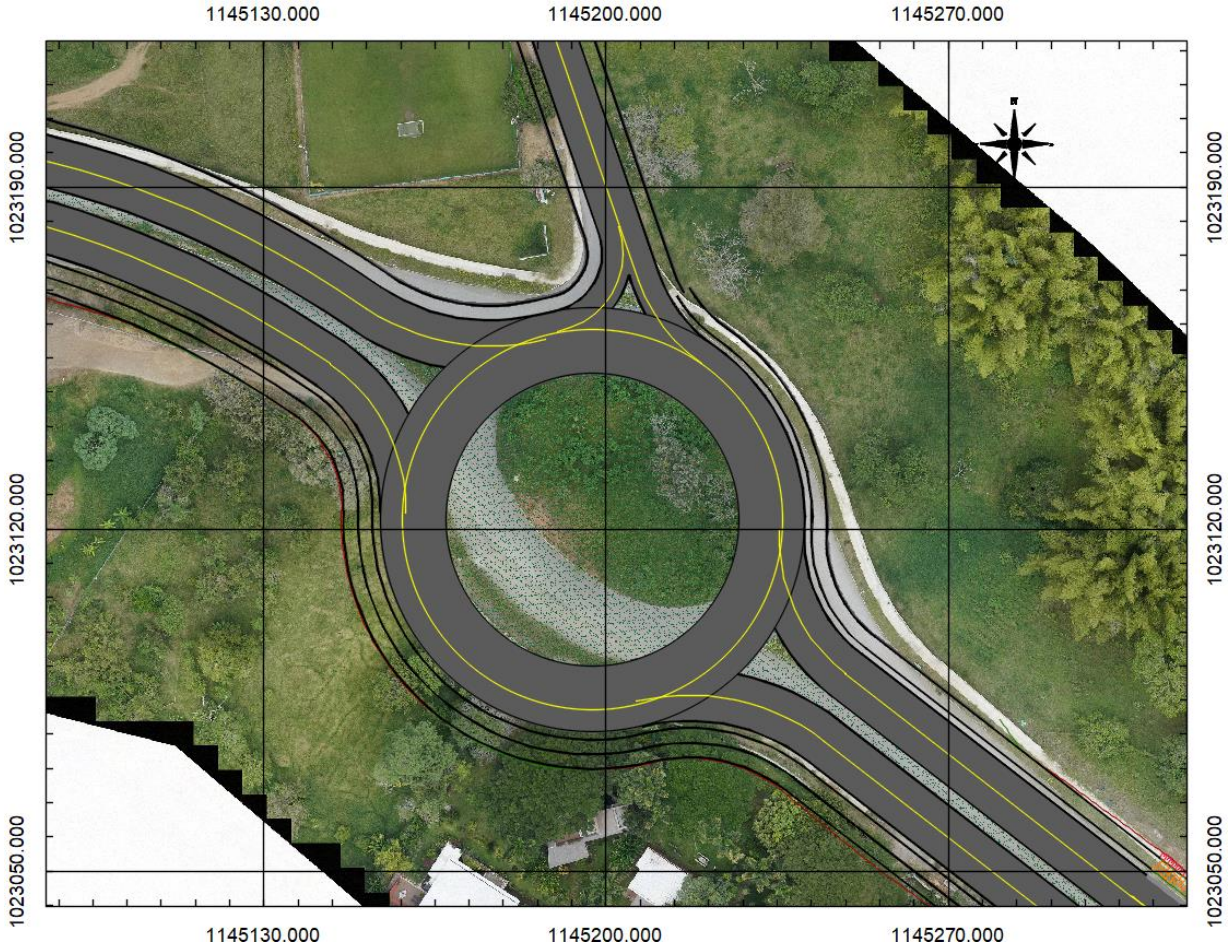
Ilustración 16. Distancia centro geométrico obra ejecutada.



Fuente. Elaboración propia.

Adicional en la ilustración 17 se observa la superposición del diseño y la ortofoto obtenida en el desarrollo del correspondiente contrato.

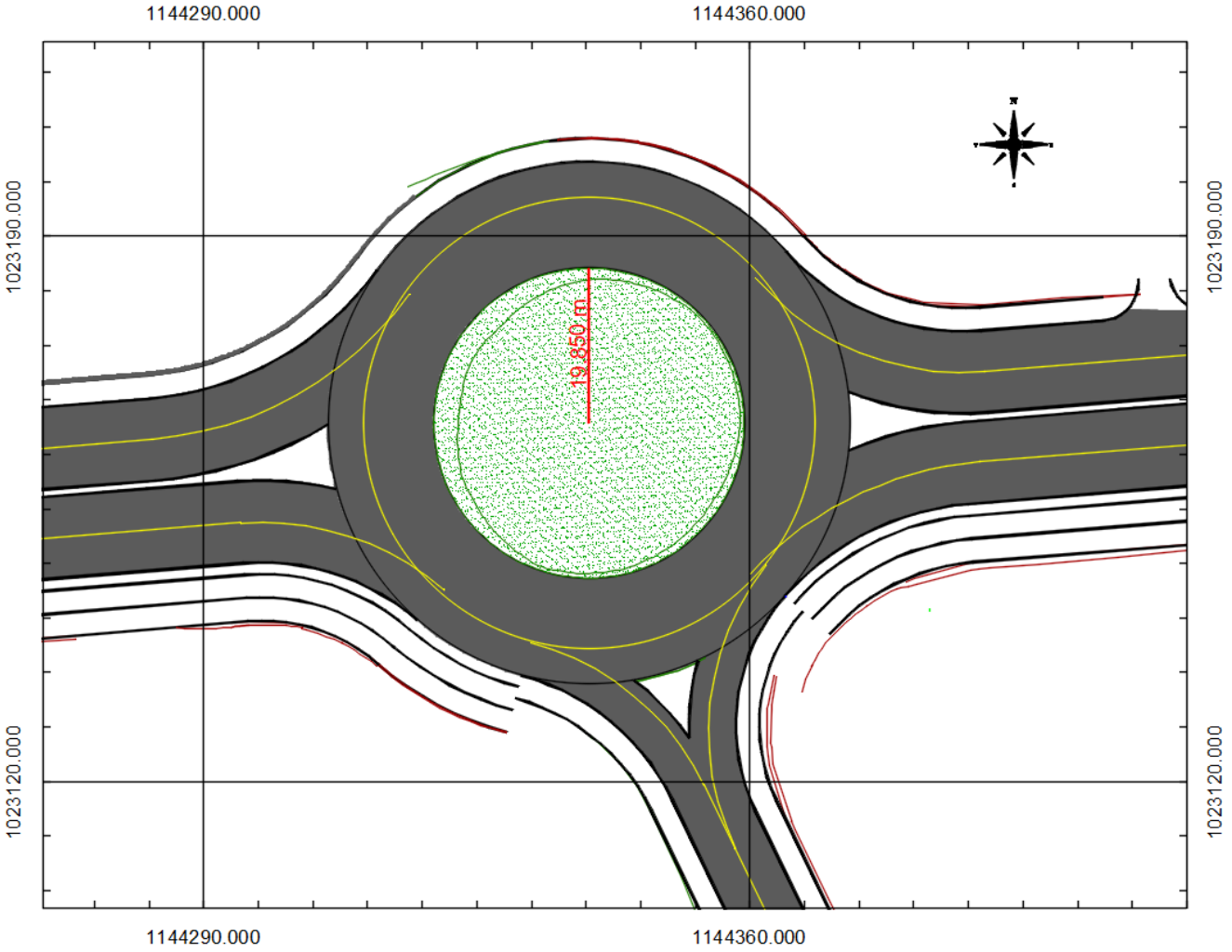
Ilustración 17. Superposición diseño vs Ortofoto



Fuente. Elaboración propia.

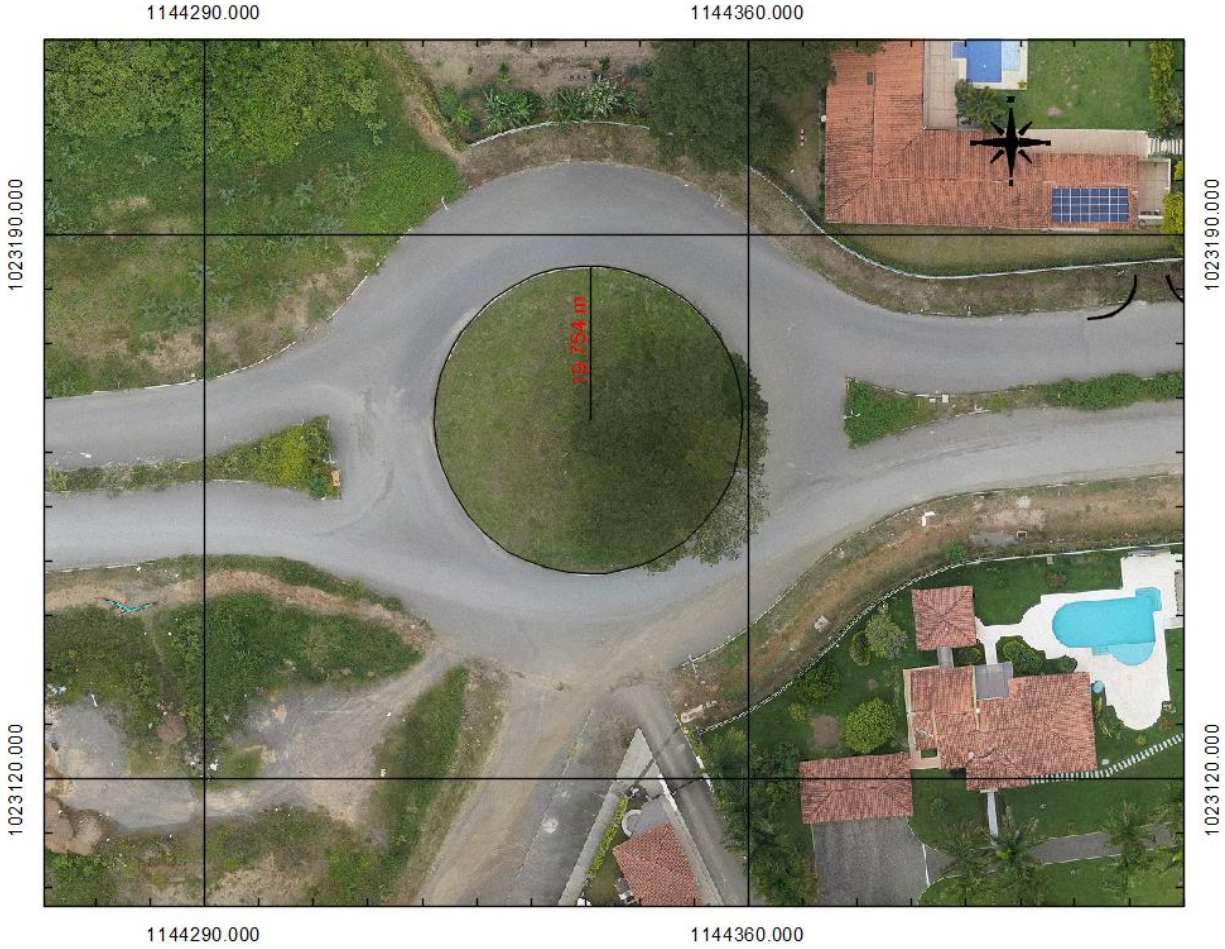
- La segunda glorieta ubicada entre el K2+000 y K2+400 se observa un desplazamiento del centro geométrico del diseño y el centro geométrico ejecutado correspondiente a 0.096 m aproximadamente, como se puede evidenciar en las ilustraciones 18 y 19.

Ilustración 18. Distancia centro geométrico diseño



Fuente. Elaboración propia.

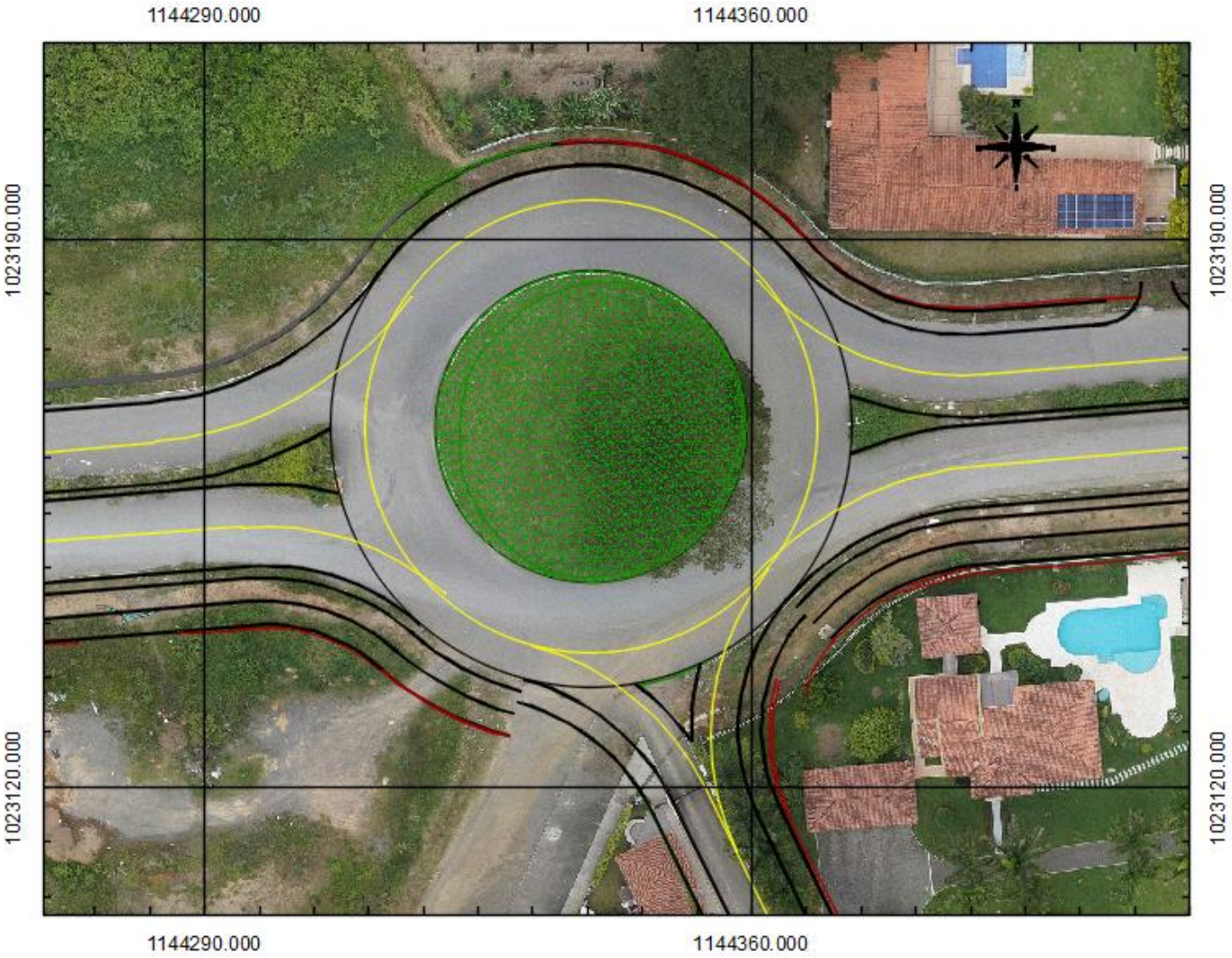
Ilustración 19. Distancia centro geométrico obra ejecutada.



Fuente. Elaboración propia.

Adicional en la ilustración 20 se observa la superposición del diseño y la ortofoto obtenida en el desarrollo del correspondiente contrato.

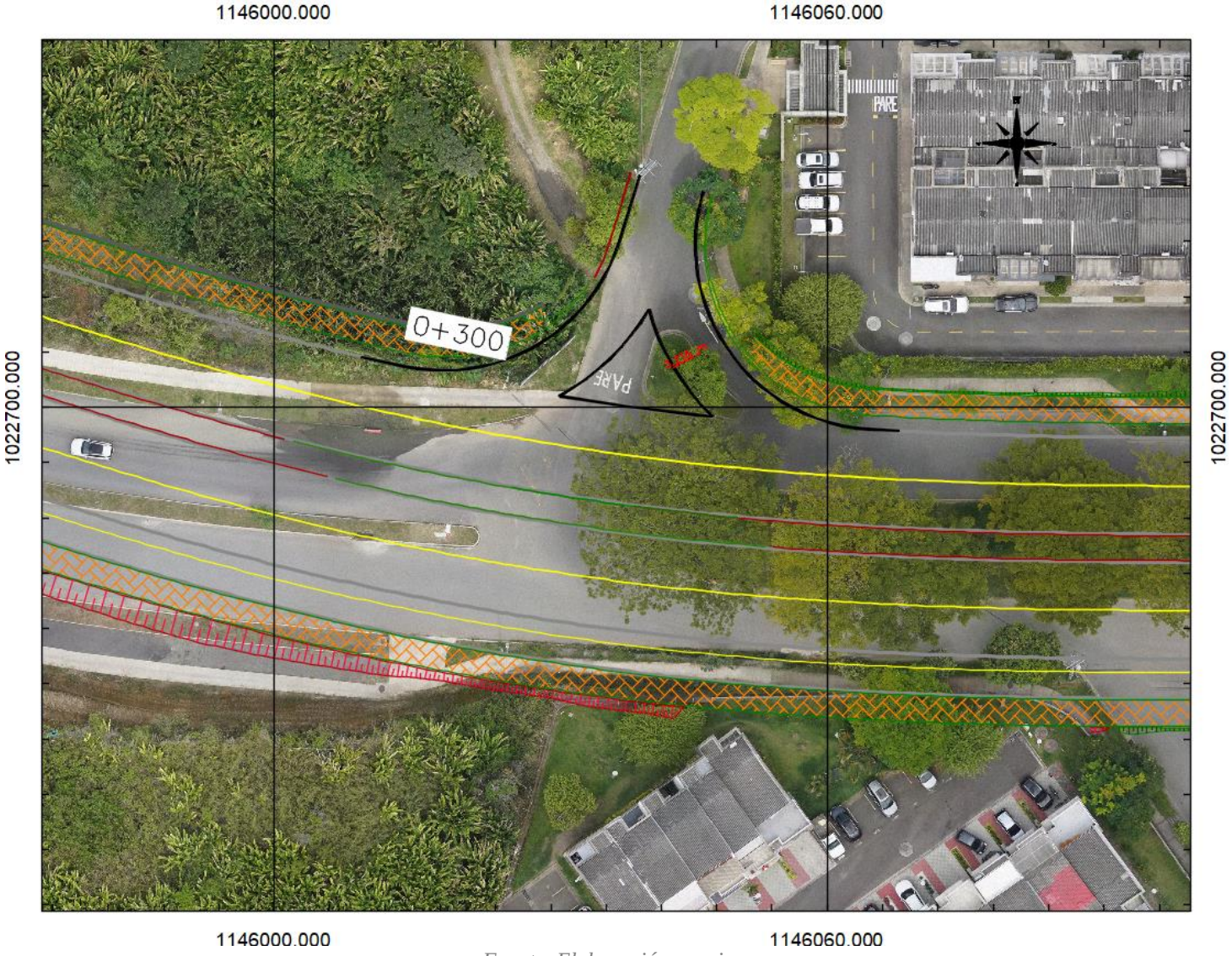
Ilustración 20. Superposición diseño vs Ortofoto



Fuente. Elaboración propia.

- El primer separador encontrado en el K0+400 presenta un desplazamiento de 3.216 m aproximadamente de acuerdo con el diseño, como se pude observar en la siguiente ilustración.

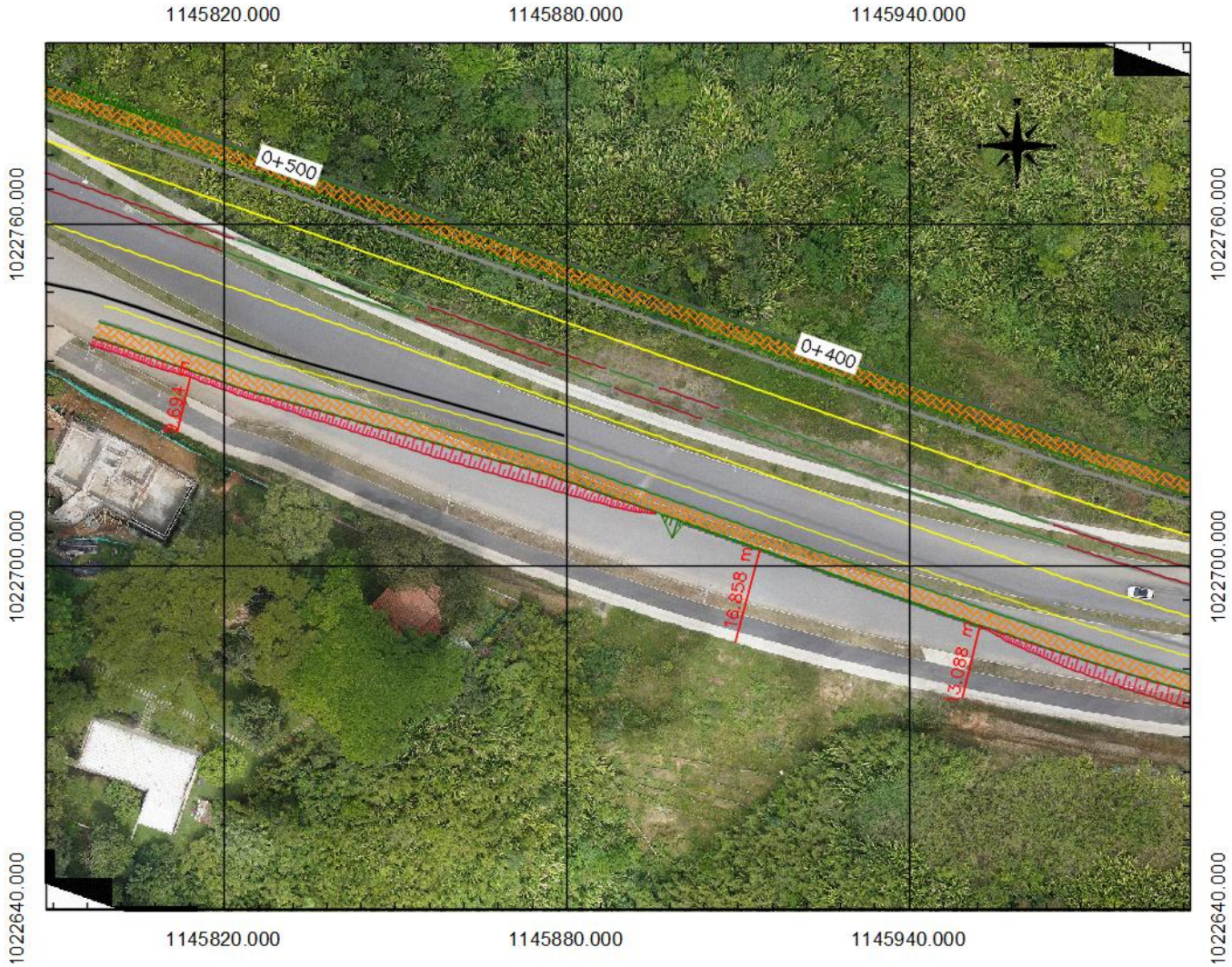
Ilustración 21. Desplazamiento primer separador



Fuente. Elaboración propia.

- Entre el K0+300 y K0+500 se encuentra una variación del diseño a la obra ejecutada, como se evidencia en la ilustración 22.

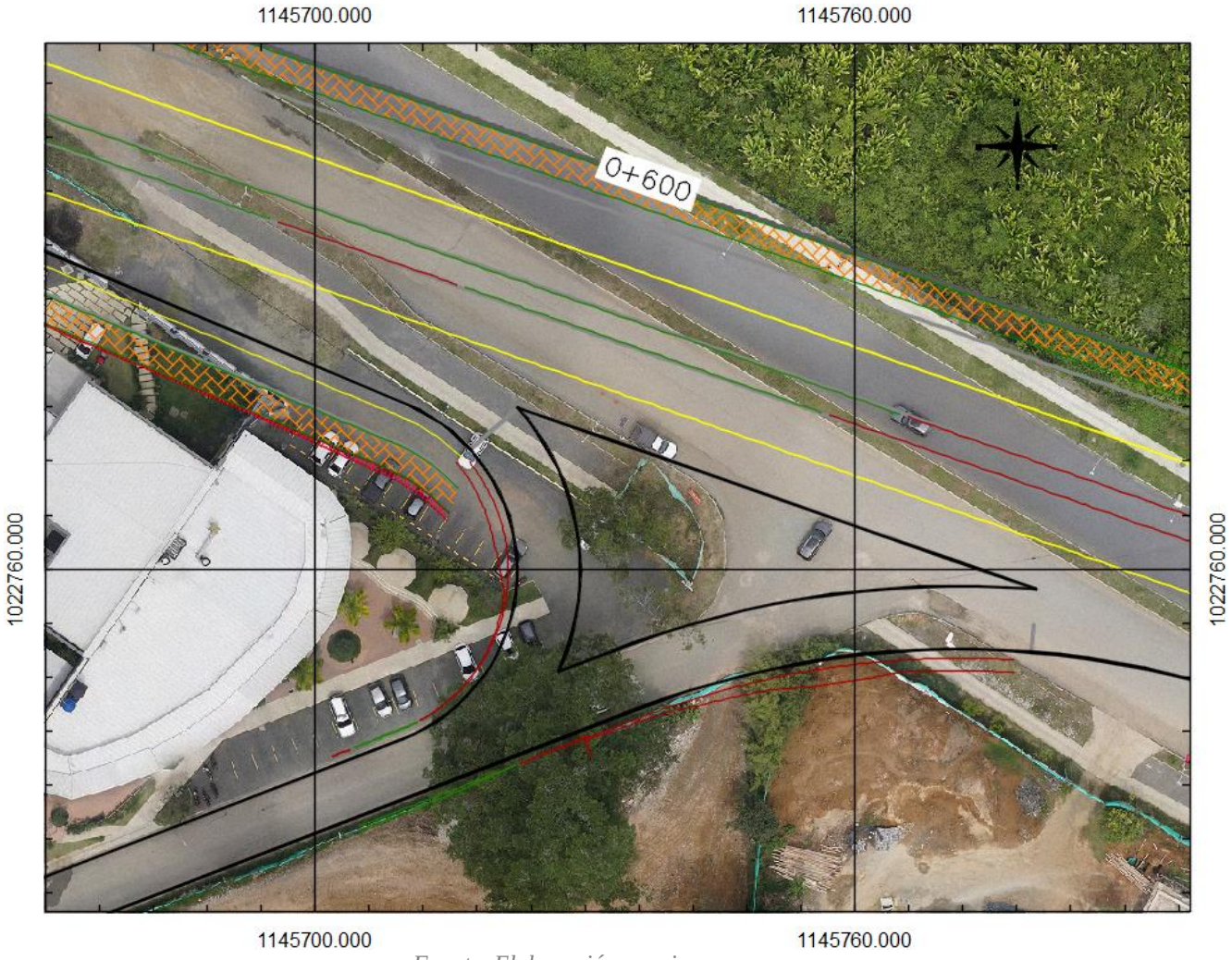
Ilustración 22. Variación del diseño vs obra ejecutada



Fuente. Elaboración propia.

- Entre el K0+500 y K0+600 en el diseño se presenta un separador, el cual en la obra ejecutada no se evidencia.

Ilustración 23. Variación del diseño vs obra ejecutada, separador vial



Fuente. Elaboración propia.

- Iniciando en el K0+600 hasta el final del proyecto no se observa el urbanismo planteado en el diseño, lo que se puede evidenciar en la ilustración 24.

Ilustración 24. Variación del diseño vs obra ejecutada- Urbanismo




1144700.000
1144800.000
1144900.000
1023200.000
1+800
1+700
1+600
1+500
1144700.000
1144800.000
1144900.000
1144300.000
1144400.000
1144500.000
1023200.000
2+000
1+900
1144300.000
1144400.000
1144500.000



Fuente. Elaboración propia.

- A partir del K3+000, no se evidencia ejecución de la obra.

Ilustración 25. Variación del diseño vs obra ejecutada



Fuente. Elaboración propia.

9.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A nivel horizontal se encuentran diferencias de hasta 10 m, representados en los desplazamientos del diseño vs lo ejecutado, los radios de giro encontrados en la obra difieren del diseño.
En los parámetros urbanísticos se aprecia que hasta el K0+600 llega el urbanismo en ambos bordes, del K1+100 hasta el K1+400 se presenta urbanismo por el borde derecho.
Se recomienda realizar un diagnóstico a partir de los datos topográficos tomados en campo, del diseño vs lo ejecutado para evaluar alternativas que mantengan la seguridad vial

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Descripción de cambios	Realizado por
00		Creación del documento	Equipo Técnico