SALIDA | FECHA: 30/01/2026 | Nº REGISTRO: SDH-1330-2025-0012

CONSORCIO PERSEVERAR SDHT BARRIOS BGTA

Arquitecto
CAMILO TORRES
Supervisor del Contrato
SECRETARIA DE HÁBITAT
Calle 52 # 13 – 54
camilo.torres@habitatbogota.gov.co

Referencia:	REALIZAR LA INTERVENTORÍA INTEGRAL A LA FACTIBILIDAD, ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS Y LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE ESPACIO PÚBLICO, ENEL MARCO DE LA ESTRATEGIA REVITALIZA TU BARRIO, EN LOS POLÍGONOS PRIORIZADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DE HÁBITAT. GRUPO 5"
Asunto:	REMISIÓN METODOLOGÍA TOPOGRAFÍA

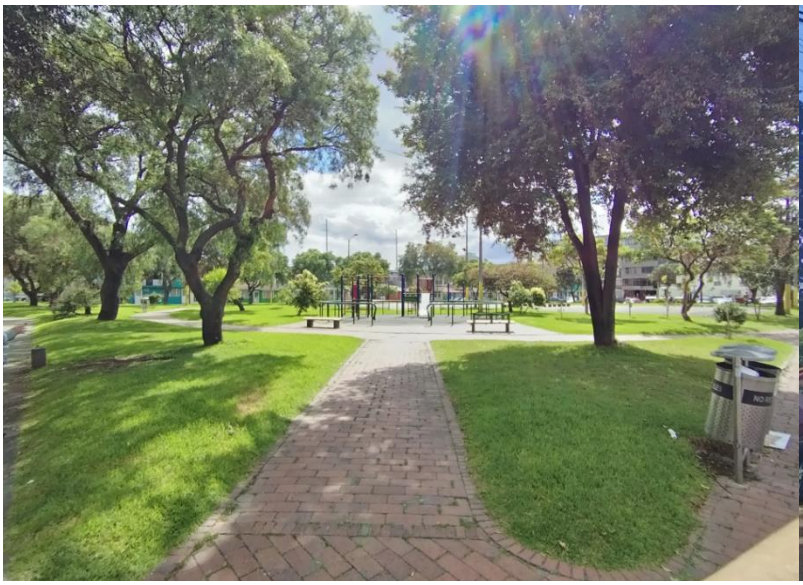
Respetado Arquitecto

El presente oficio tiene como fin remitir Metodología Topográfica presentada por el Consorcio Construhábitat 001 correspondientes al Contrato No. 1296-2025, la cual fue previamente revisada, por parte de la Interventoría y después de atender las observaciones realizadas, esta Interventoría emite su concepto de **APROBACIÓN.**

Atentamente,

ARQ. GUIOVANI MEJÍA RIAÑO
Director Interventoría
CONSORCIO PERSEVERAR SDHT BARRIOS BGTA
Anexos: *METODOLOGIA TOPOGRAFIA 28-1-2026*
Elaboró: *John Jairo Rodriguez – Topografía Interventoría.*
Reviso: *Ing. Laura Angulo – Coordinadora de Interventoría*
Aprobó: *Arq. Guiovani Mejia Riaño – Director de Interventoría.*
Cc: *N/A*

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ
SECRETARÍA DEL HÁBITAT





CONTRATO No.1269 DE 2025

METODOLOGIA TOPOGRAFICA

Versión 1

BOGOTÁ D.C. – ENERO 28 DE 2026

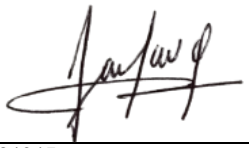
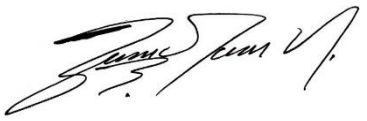
ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Título del Documento	**TITULO - ÁREA**

CONTROL DE CAMBIOS

Rev.	**Fecha**	**Descripción**
0	Enero de 2026	Entrega inicial para revisión de la interventoría
1	Enero de 2026	Atención a observaciones

REPRESENTANTES CONSULTORÍA – CONSORCIO JC RIO NEGRO

DISEÑÓ Especialista - área	NOMBRE:	Ing. Edilberto Alarcon G.
	FIRMA	
	MAT:	25810-81915
REVISÓ APROBÓ Director de Estudios y Diseños	NOMBRE:	Ing. David Tierradentro Nova
	FIRMA	
	MAT:	N° 25202-097990 CND

REPRESENTANTES INTERVENTORÍA – CONSORCIO GAB COLOMBIA 2024

REVISIÓN Especialista Interventoría	NOMBRE:	Ing.
	FIRMA	
	MAT:	N°
VALIDACIÓN Director Interventoría	NOMBRE:	Ing.
	FIRMA	
	MAT:	N°

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN. 5
2 OBJETIVO Y ALCANCE. 5
2.1 Objetivo General: 5
2.2 Objetivos Específicos: 5
2.3 Alcance y Normatividad Aplicable 6
3 LOCALIZACIÓN 7
4 GEORREFERENCIACIÓN GNSS 8
Materialización de vértices GNSS 8
Procesamiento de la Información o corrección diferencial 9
Metodología de posicionamiento 10
Sistema de referencia 11
4.1 Procedimiento de campo 11
Tiempo de posicionamiento 12
Mascara de elevación 12
Dilución geométrica de la precisión. (GDOP) 12
Productos GNSS 13
5 MARCO DE REFERENCIA 13
Marco de Referencia GNSS 13
Materialización de puntos GCP´s 15
6 AMARRE VERTICAL 15
Nivelación Geométrica 15
7 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 17
Levantamiento Topográfico por Sistema GNSS en Tiempo Real RTK (REAL TIME KINEMATIC). 17
Levantamiento Topográfico con otras tecnologías (LIDAR) 19
LIDAR estático terrestre 22
Leica ScanStation C10. 22
The RIEGL VZ-400i. 22
Clasificación de entregables por equipos 23
Entregables equipos convencionales 23

Entregables Metodología LIDAR 23
8 TRABAJOS DE OFICINA 24
Post proceso de rastreo GNSS y cálculo de coordenadas 24
Cálculo y procesamiento de puntos GCP´s 24
Cálculo y procesamiento de nivelación geométrica 24
Cálculo y procesamiento de datos crudos de levantamiento 25
Procedimientos datos Lidar 25
Dibujo de los detalles de levantamiento topográfico 25
9 ENTREGABLES OBLIGATORIOS 26
Informe General 26
Anexos al informe 27
10 PRODUCTOS 28
11 PERSONAL 29
12 EQUIPOS 29

1 INTRODUCCIÓN.

El presente documento tiene como objeto presentar la metodología a desarrollar y las tecnologías a aplicar para la elaboración de los estudios topográficos en el desarrollo del contrato 1269-2026, que tiene como objeto realizar el "REALIZAR LA FACTIBILIDAD, LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS Y LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE ESPACIO PÚBLICO, EN EL MARCO DE LA ESTRATEGIA REVITALIZA TU BARRIO, EN LOS POLÍGONOS PRIORIZADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DE HÁBITAT."

Se realizará un estudio topográfico que cumpla con la normatividad vigente para este tipo de proyectos, que incluya personal calificado, equipos (GNSS, estaciones laser escaner, niveles, LIDAR) y metodologías (convencionales, aéreas o terrestres), de última tecnología y que entregue los mejores resultados, con productos con altos estándares de calidad, adecuados para el desarrollo en cada una de las etapas de infraestructura que se requerirán para este tipo de proyectos.

Para los proyectos en cuestión se plantean las actividades de: materialización de placas, posicionamiento diferencial con doble determinación, amarre horizontal, amarre vertical desde vértices BGT´s y Bogotá´s, procesamiento GNSS, cálculo y procesamiento de información, captura de detalles, inspección de redes, elaboración de planos, informes y entrega de estudios topográficos.

2 OBJETIVO Y ALCANCE.

2.1 Objetivo General:

Presentar la metodología de los trabajos topográficos a realizar en el marco del contrato "REALIZAR LA FACTIBILIDAD, LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS Y LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE ESPACIO PÚBLICO, EN EL MARCO DE LA ESTRATEGIA REVITALIZA TU BARRIO, EN LOS POLÍGONOS PRIORIZADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DE HÁBITAT."

2.2 Objetivos Específicos:

- Cumplir con las condiciones y especificaciones técnicas y la normativa vigente, entregando la precisión exigida, aportando los mejores resultados de forma tal que permitan el adecuado aprovechamiento por las demás áreas especialistas.

- Establecer la metodología necesaria para realizar el levantamiento topográfico de los tramos objeto de estudio, que permita tener la base topográfica y la información de redes secas e hidrosanitarias.

2.3 Alcance y Normatividad Aplicable

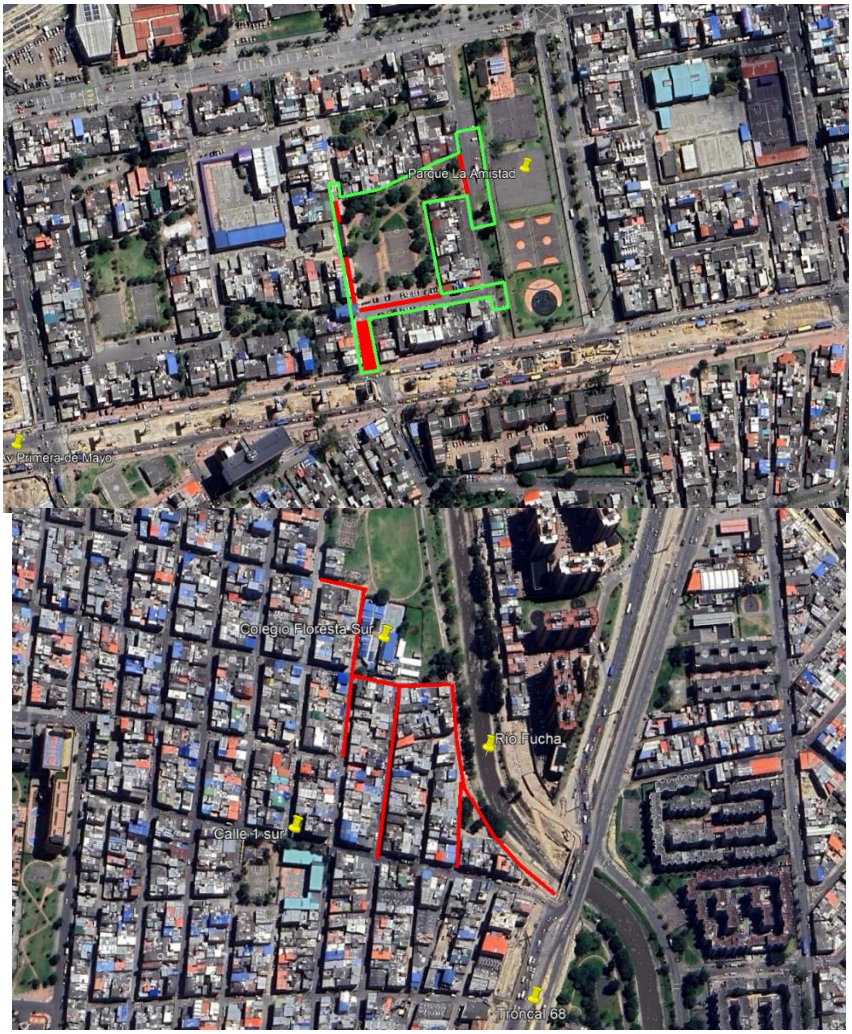
En el presente documento se presenta la descripción del procedimiento de las actividades de topografía, este procedimiento se divide en: toma de datos en campo, procesamiento de la información y presentación de informes de conformidad a los requerimientos técnicos del contrato y la normatividad aplicable, la cual se relaciona a continuación:

- Resolución IGAC 715 de 2018, Por medio de la cual se actualiza el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA – SIRGAS
- Resolución 12 de 2012, Por la cual se establecen los servicios que presta el consejo profesional Nacional de Topografía, los derechos de expedición, y se establecen las características de forma que identifican la licencia profesional de Topógrafo y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 068 de 2005, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, “Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS”.
- Resolución 471 de 2020 (IGAC) - Establece especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.
- Norma Técnica Colombiana NTC 6271 de 2018. Información Geográfica. Estudios Topográficos; ICONTEC.
- Resolución 370 de 2021 proyección cartográfica oficial
- ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Data (Edition 1, versión 1.0 Novembrer, 2014).

3 LOCALIZACIÓN

La presente metodología aplicara para el proyecto o área de intervención del contrato, objeto denominado "REALIZAR LA FACTIBILIDAD, LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS Y LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE ESPACIO PÚBLICO, EN EL MARCO DE LA ESTRATEGIA REVITALIZA TU BARRIO, EN LOS POLÍGONOS PRIORIZADOS POR LA SECRETARÍA DISTRITAL DE HÁBITAT."

Figura 3-1 Localización del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

4 GEORREFERENCIACIÓN GNSS

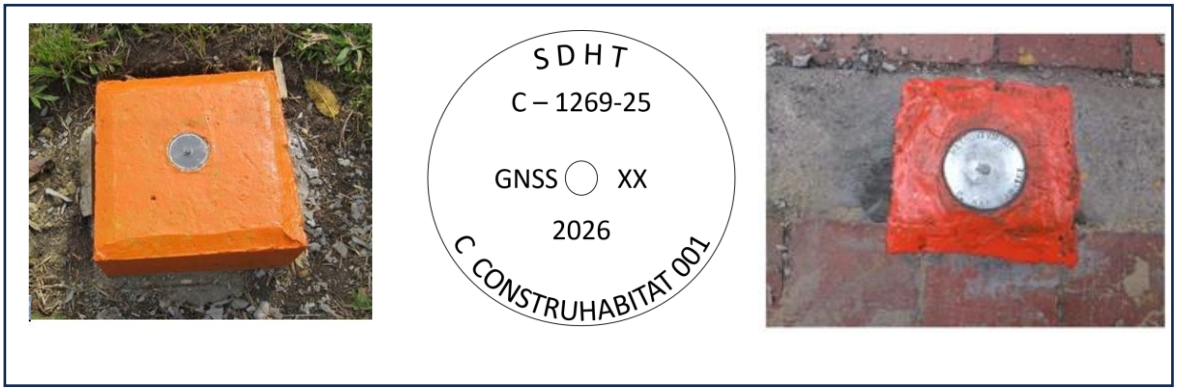
MATERIALIZACIÓN DE VÉRTICES GNSS

Los vértices GNSS se materializarán en placas de aluminio, con descripción sobre la misma permitiendo la identificación del punto en campo, con una nomenclatura consecutiva, de acuerdo con los requerimientos de la entidad, incrustadas en un mojón en concreto de 25 cm x 25 cm x 70 cm de alto para zonas blandas y en zonas duras se realizará la incrustación de la placa. Estos puntos se materializarán en parejas con puntos Inter visibles, definiendo el vértice con su correspondiente señal de Azimut.

A continuación, se presenta las características de las placas y su materialización:

- Centro punto guía para el centrado y armado instrumental
- Nombre de la entidad contratante
- Nombre de la empresa consultora
- Año de levantamiento
- Número del contrato
- Identificación del punto.

Figura 4-1 Ejemplo Materialización de Vértices



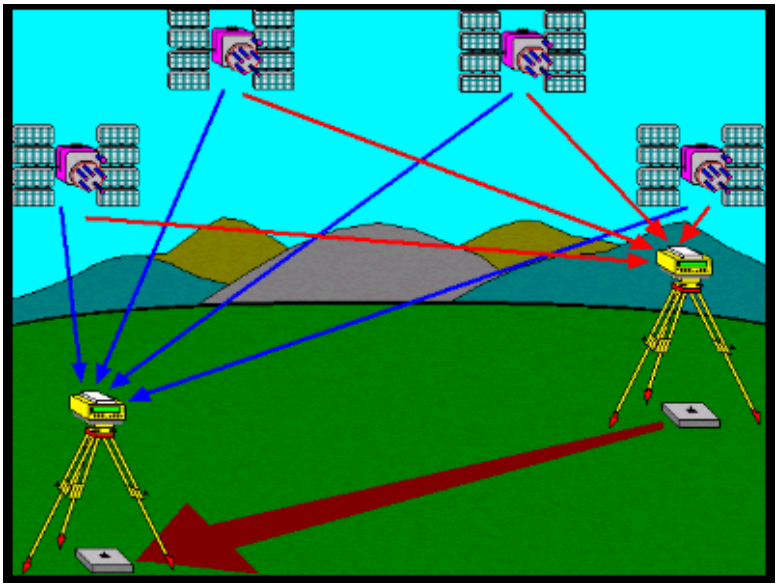
Fuente: Elaboración propia

La materialización de vértices GNSS se realizará de acuerdo con lo indicado en el anexo técnico del contrato.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN O CORRECCIÓN DIFERENCIAL

Para realizar la georreferenciación de los proyectos, se aplica un procedimiento llamado posicionamiento relativo o diferencial por doble determinación, para lo cual se emplean los datos RINEX resultantes de dos bases certificadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC y adscritas a la red MAGNA ECO, por otro lado, el receptor o antena GNSS se instala en el sitio cuyas coordenadas se desea calcular.

Figura 4-2 Corrección Diferencial



Fuente: IGAC

Los archivos de los receptores son almacenados en la memoria interna de los mismos y posteriormente, con el programa de post proceso se introducen las coordenadas de la base certificada a los archivos rinex. A partir de las observaciones realizadas en este sitio, el programa calcula una serie de parámetros denominados “corrección diferencial por doble determinación”, que se aplican a las observaciones realizadas con el receptor mejorando así la precisión de las coordenadas.

Para realizar el posicionamiento por medio de GNSS se tendrán en cuenta los siguientes requerimientos:

- Máscara de elevación de al menos 15 grados sobre el horizonte.
- Efemérides precisas
- Componente geométrico de la dilución de precisión PDOP < 4
- Mínimo de satélites visibles a asegurar: 4

- Recolectar datos para tres dimensiones.
- La antena estará nivelada y centrada sobre el punto, verificando antes y después de cada observación.
- La altura del centro de fase de la antena con respecto al mojón se medirá antes y después de cada sesión.
- Tiempo mínimo de recolección de datos: El tiempo mínimo de rastreo para levantamientos estáticos se calcularán mediante la fórmula: Tiempo= 20 minutos + 5 minutos por kilómetro de separación entre la base y el rover. No podrá ser menor a 60 min).
- Duración de épocas a captar: ente 1 y 15 segundos máximo.
- Se realizarán triangulaciones amarrando la pareja de vértices con las bases utilizadas, siendo estas la base del IGAC (BOGA) las de la EAAB u otras de rastreo permanente.
- Para la georreferenciación con GNSS, se establecerán parejas de puntos materializados. La distancia entre las dos placas de cada pareja será de 100 m como mínimo y 700 m como máximo. En proyectos urbanísticos, la distancia permitida será de 50 m a 100 m.
- La distancia horizontal entre una pareja de placas materializadas y la siguiente no deberá exceder los 2 km lineales, a fin de garantizar la continuidad y calidad del control geodésico.
- Los datos pasaran prueba del test Chi-Cuadrado o F (95%), con niveles de confianza mayor o igual al 95% para garantizar la validación del modelo.
- Los datos pasaran los test que evalúan la calidad de cada punto con nivel de confianza mayor o igual al 95%.
- Se elaborará un diagrama de obstáculos para cada vértice posicionado

METODOLOGÍA DE POSICIONAMIENTO

Para la georreferenciación de los proyectos se realizará posicionamiento diferencial por doble determinación, ubicando las parejas de GNSS de acuerdo con su necesidad, de tal forma que:

- Una pareja de puntos en el inicio del tramo.
- Una pareja o parejas intermedias que no superen los dos kilómetros de separación.
- Una pareja al final del tramo.

Estas parejas serán calculadas a partir de dos vértices de la red magna eco del IGAC, cumplirán con todos los requerimientos técnicos exigidos para el cálculo de coordenadas a

partir de sistema GNSS y serán utilizadas para el cálculo y control del marco de referencia o puntos de control GCP.

SISTEMA DE REFERENCIA

Los trabajos topográficos estarán georreferenciados al sistema de referencia MAGNA SIRGAS como datum horizontal oficial, época 2018.0, en coordenadas Planas Cartesianas locales, origen Bogotá (falso Este 92334,879, falso Norte 109320,965) y emplear los datos normalizados por las entidades vigentes a la fecha, a continuación, se presenta los parámetros de la proyección:

Nombre proyección: Planas Cartesianas, Origen Bogotá

Latitud = 4°40'49.75"

Longitud = 74°08'47.73"

Falso Norte =109320.965

Falso Este = 92334.879

Plano de proyección: 2550 m

4.1 Procedimiento de campo

El procedimiento en campo inicia con la instalación del equipo sobre cada uno de los puntos programados verificando: el estado de la batería, calidad de la señal y almacenamiento correcto de los datos; posteriormente se llena la planilla correspondiente para este tipo de levantamientos, en la cual quedan registrados los datos relacionados a la sesión como lo son: tiempo de rastreo, tipo de equipo y de antena utilizada, altura y tipo medida, operador y demás datos que serán verificados en el post procesamiento.

Figura 4-3 Posicionamiento GNSSFigura 1 Posicionamiento GNSS



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la misma planilla de campo se registra la posición de referencia, se realiza el croquis de acceso y la descripción del punto, para su posterior localización.

TIEMPO DE POSICIONAMIENTO

La sesión de posicionamiento se establece con un tiempo mínimo de acuerdo con la distancia entre las bases y el punto a georreferenciar, aplicando para esto la formula T= 20 min + (5 min por Km) entre base y rover (no será menor a 60 min).

MASCARA DE ELEVACIÓN

La ubicación de los puntos GNSS se realiza en zonas seguras, teniendo en cuenta que no se afecte el transito normal de las vías alternas y que garanticen una máscara de despeje de máximo 15°.

DILUCIÓN GEOMÉTRICA DE LA PRECISIÓN. (GDOP)

Cuando se realiza posicionamiento por satélite se tendrá en cuenta la disposición geométrica de los satélites (GDOP) durante el periodo de observación. La calidad se establece a partir de un GDOP inferior a 4.

Descripción técnica de los equipos.

Los vértices se georreferenciarán por el método de posicionamiento GNSS estático diferencial a partir de los puntos utilizados como base, utilizando equipos GNSS CHCNAV.

Figura 4-4 Equipo GNSS CHCNAV



Fuente: Elaboración propia

PRODUCTOS GNSS

Archivos crudos GNSS en formato original de los puntos posicionados:

- Archivos en formato RINEX de los puntos georreferenciados y de la base empleada para el amarre.
- Efemérides precisas empleadas.
- Informe del post proceso GNSS en formato PDF y Word
- Reportes de ajuste de red
- Formatos de resumen de ocupación GNSS.
- Formatos de descripción de vértices
- Resumen de las coordenadas finales de los vértices posicionados

Los cálculos de los productos GNSS cumplirán los siguientes parámetros:

- El cálculo de la georreferenciación de puntos GNSS, se amarar a las estaciones de rastreo continuó dispuestas por la EAAB y la base BOGA, garantizando que las longitudes de las líneas base no superen los 20 km y en el mejor escenario tengan una longitud promedio de 10 km.
- Se garantizará una solución fija en el ajuste de los puntos posicionados.
- Mascara de elevación en un rango de 15° a 25° en función de las condiciones del terreno.
- Se asegurará que el posicionamiento tenga mínimo 4 satélites.
- El componente geométrico de dilución de la precisión (PDOP) sea menor a 4.
- El error medio cuadrático no supere los 0.02m.
- Los puntos georreferenciados aprobaran la prueba del Chi-Cuadrado con un intervalo de confianza del 95% o mayor.

Dichos parámetros serán registrados en los informes de postproceso, garantizando la calidad de los productos a presentar.

5 MARCO DE REFERENCIA

MARCO DE REFERENCIA GNSS

El marco de referencia GNSS define una red de puntos materializados y posicionados, que se utilizarán para el levantamiento de detalles o actividades posteriores en el área del proyecto. En tramos con buena recepción satelital, adicionalmente a las placas GNSS, se materializarán puntos denominados GCP´s determinados por GNSS RTK, para esto, se evaluará y tendrá en cuenta los siguientes requisitos:

- Los puntos de control en tierra (GCP´s) serán materializados con tornillos e iluminados con pintura.
- Los GCP´s serán determinados desde vértices GNSS previamente georreferenciados.
- La antena base estará nivelada y centrada con trípode sobre uno de los puntos GNSS principales de amarre del proyecto. La antena Rover se posicionará sobre los puntos a determinar, sobre trípodes para garantizar su precisión.
- La georreferenciación se realizará por el método GNSS RTK (tiempo real), con tiempos entre 1 y 2 minutos.
- Se entregarán los reportes de precisiones.
- Para el marco de referencia, los puntos se materializarán de acuerdo con lo indicado en el numeral 5 de la presente metodología.
- La altura de los GNSS y los GCP´s será determinada con nivelación geométrica de precisión a partir de vértices BGT o Bogotá o puntos del EAAB.

Figura 5-1 iluminación de puntos GNSS y GCP´s



Fuente: Elaboración propia

MATERIALIZACIÓN DE PUNTOS GCP´s

Los puntos de control en tierra (GCP´s) se materializarán con puntillas sobre zonas duras, en sitios fácilmente accesibles. Estos puntos serán iluminados con pintura de color visible, para que sean fácilmente identificables en la nube de puntos Lidar.

6 AMARRE VERTICAL

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA

En cumplimiento de los requerimientos técnicos, la nivelación del proyecto se controlará a partir de vértices, BGT's, BOGOTA's del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), o puntos de EAAB. Los circuitos de nivelación y contra nivelación no tendrán longitudes superiores a 1 km lineales.

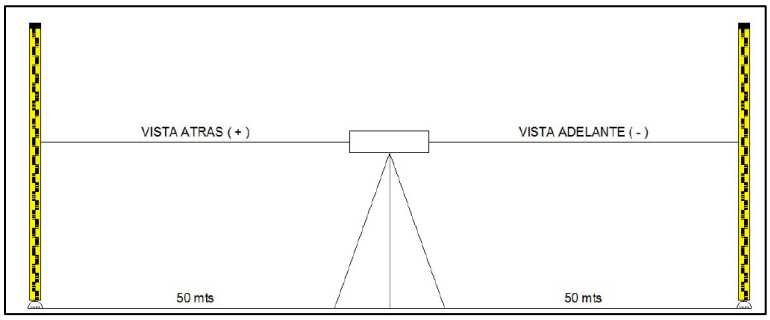
Se realizará el traslado de nivelación geométrica a todo el trazado, instalando cambios máximos cada 100 metros y realizando circuitos cerrados de nivelación, obteniendo cierres menores de $0.008\sqrt{K}$ en cada circuito, de acuerdo con las especificaciones técnicas del IGAC y la norma NTC 6271 de 2018. El equipo empleado para toma de datos de nivelación será Nivel de Precisión electrónico SDL 50. Todos los puntos y cambios serán nivelados y contra nivelados.

Figura 6-1 Nivelación Geométrica



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-2 Esquema de Nivelación V(+) y V(-)



Fuente: NS 030 V 5.4

Los puntos del marco de referencia, serán determinados altimétricamente a partir de la nivelación geométrica realizada.

Para el cálculo de la precisión se tendrá en cuenta la longitud nivelada y error obtenido al nivelar y contra nivelar comparando la cota inicial y de llegada.

Para el componente de nivelación se entregará lo siguiente:

- Ficha técnica del equipo a emplear .
- Certificado de calibración del equipo.
- Archivos crudos provenientes directamente del equipo utilizado.
- Informe con el reporte de los circuitos de nivelación y contra nivelación, cada circuito contará con los datos mínimos requeridos en el anexo técnico y cumplirá con la precisión exigida.
- Cálculos, error cierre, longitud nivelada.
- Resumen de los datos obtenidos por cada subproducto y producto, mencionando cotas geométricas de los vértices y error obtenido en cada circuito, expresado en metros.
- La nivelación cumplirá con todo lo estipulado en el anexo técnico del contrato.

7 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico se realizará de acuerdo con las necesidades y a la metodología que mejor se ajuste en cada sector del proyecto y que cumpla con lo establecido en el anexo técnico del contrato, a continuación, se presentan las diferentes metodologías que se emplearan en la captura de detalles:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR SISTEMA GNSS EN TIEMPO REAL RTK (REAL TIME KINEMATIC).

El levantamiento topográfico podrá ser realizado con RTK, método convencional que nos permite realizar la toma de información por medio de tecnología GNSS; Se emplearán los puntos GNSS o vértices de poligonal como puntos base para los levantamientos previamente posicionados, georreferenciados y nivelados.

La técnica de posicionamiento RTK se basa en la solución de la portadora de las señales transmitidas por los sistemas globales de navegación por satélites GNSS, Glonass y Galileo, este último todavía en fase de implantación. Una estación de referencia provee correcciones instantáneas para estaciones móviles, lo que hace que con la precisión obtenida se llegue al nivel milimétrico.

La estación base retransmite la fase de la portadora que midió, y las unidades móviles comparan sus propias medidas de la fase con la recibida de la estación de referencia. Esto permite que las estaciones móviles calculen sus posiciones relativas con precisión milimétrica, al mismo tiempo en que sus posiciones relativas absolutas son relacionadas con las coordenadas de la estación base.

Figura 7-1 Ubicación estación base



Fuente: Elaboración propia.

Esta técnica exige la disponibilidad de por lo menos una estación de referencia, con las coordenadas conocidas y está dotada de un receptor GNSS y un módem de radiotransmisor. La estación genera y transmite las correcciones diferenciales para las estaciones, que usan los datos para determinar precisamente sus posiciones.

Figura 7-2 Levantamiento RTK.



Fuente: Elaboración propia.

El formato de las correcciones diferenciales es definido por la Radio Technical Comittee for Maritime Service (RTCM). Los radiotransmisores operan en las fajas de frecuencia VHF/UHF, y la observación fundamental usada en el RTK es la medida de la fase portadora.

En el caso del uso del módem de radio, la técnica RTK se restringe a líneas de base cortas (hasta 10 km), debido al alcance limitado del UHF, y también porque la determinación de la posición con esta técnica emplea apenas la solución de la portadora L1, aunque la portadora L2 esté presente para la resolución de las ambigüedades.

Una vez que el receptor de referencia se ha instalado y está transmitiendo datos mediante el radio enlace, se puede activar el receptor móvil. Cuando está rastreando satélites y recibiendo datos de la referencia, puede empezar con el proceso de inicio. Esto es similar al proceso de inicio realizado en un levantamiento cinemático OTF con postproceso, la diferencia principal es que el proceso se realiza en tiempo real.

Una vez que se ha completado el inicio, las ambigüedades son resueltas y el móvil, puede registrar puntos y sus coordenadas. En este punto, las precisiones de las líneas base serán del orden de 10 mm.

Es importante mantener contacto con el receptor de referencia, de otra manera el móvil puede perder la ambigüedad. Si esto sucede la posición calculada es mucho menos precisa.

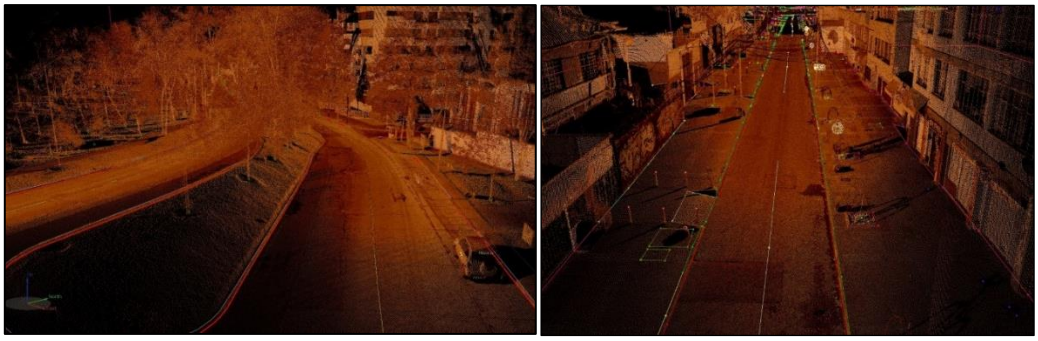
Finalmente, la información obtenida es reprocesada en oficina, mejorando las precisiones planimétricas y altimétricas con base en el ajuste posicional obtenido en el postprocesamiento GNSS de los puntos de control explicado en el numeral 5 y la nivelación geométrica en el numeral 7. Asimismo, cada base de referencia utilizada por el receptor móvil, se le reemplazaran las coordenadas navegadas obtenidas en el posicionamiento de la base estática, cambiando su posición en norte, este y la cota geométrica, obteniendo la nube de puntos ajustada y amarrada a los puntos de control horizontal y vertical del proyecto.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON OTRAS TECNOLOGÍAS (LIDAR)

Consiste en emplear un sensor Lidar especialmente diseñado para operar en modo aéreo móvil o estático, mediante la adquisición masiva de datos, utilizando pulsos laser a lo largo de las zonas a levantar, donde se obtienen nubes de puntos densas.

Lidar es una tecnología de adquisición de información topográfica por medio de un sensor activo que en este caso es un Laser. Debe su nombre a un acrónimo del inglés Light Detection and Ranging (LIDAR) y permite obtener información topográfica detallada de forma rápida y precisa. Rendimiento de 360 grados móviles, lo que implica que tenga una nube de puntos bastante densa y que parezca una fotografía tridimensional de la zona o como si se hubiera escaneado el corredor.

Figura 7-3 Ejemplo nube puntos Lidar



Fuente: Elaboración propia

Se materializarán puntos especiales para el control del sistema LIDAR, denominados GCP´s, sobre andenes, zonas duras, separadores, en sitios donde se garantice su perdurabilidad y su visibilidad. Estos puntos serán georreferenciados con sistema RTK y serán nivelados geométricamente, por lo que será determinada su posición en (norte, este y cota). Estos serán iluminados o marcados con pintura negra, lo que genera una menor reflectancia del láser, por lo que crean unas zonas “vacías” en la nube de puntos, que permiten administrar fácilmente y de forma precisa las coordenadas y cotas de control.

Figura 7-4 Materialización de puntos de control Lidar

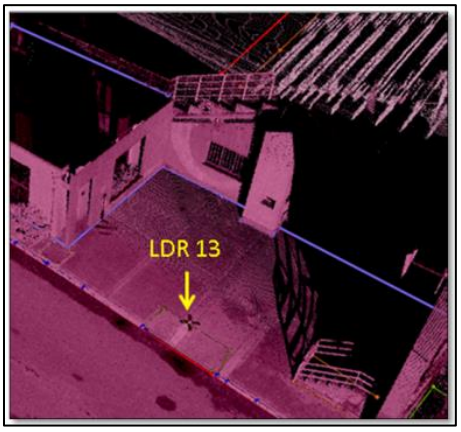




Fuente: Elaboración propia

Las coordenadas finales son las tomadas y calculadas por métodos topográficos, y se utilizan como puntos de control ajustados. Estos puntos son identificados y seleccionados en la nube de puntos y posteriormente se ingresan al software de procesamiento que se encarga de ajustar y re computar la nube de puntos a las coordenadas de control.

Figura 7-5 Identificación de puntos Lidar en oficina



Fuente: Elaboración propia

LIDAR estático terrestre

La estación de escaneo laser; es un equipo de recolección masiva de información topográfica de detalles, haciendo barridos densos con rayos láser de manera pulsante desde el punto base de referencia donde se arme, como se muestra la figura 19. Estos equipos facilitan precisiones requeridas por el anexo técnico para los diferentes proyectos.

Para los proyectos se pueden utilizar alguna u otras referencias como las siguientes:

Leica ScanStation C10.

Figura 7-6 Escáner laser Leica



Fuente: Leica

The RIEGL VZ-400i.

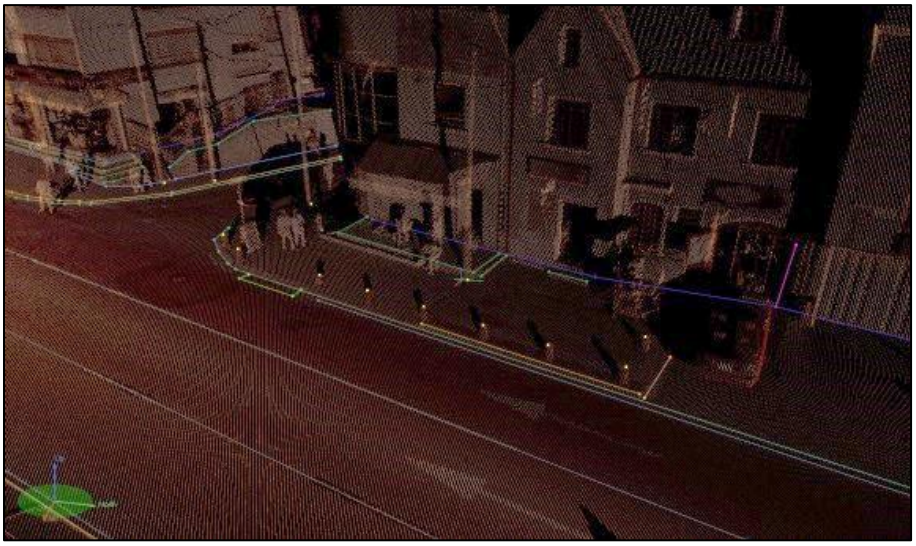
Figura 7-7 Escáner laser RIEGL



Fuente: RIEGL

Cada punto es georreferenciado con coordenadas tridimensionales (N, E, cota). Las nubes de puntos en su conjunto forman un modelo 3D denso.

Figura 7-8 Nube de puntos escáner laser



Fuente: Elaboración propia

CLASIFICACIÓN DE ENTREGABLES POR EQUIPOS

Debido a que se emplearan diferentes metodologías de recolección de la información en campo, se presentan los siguientes tipos de entregables específicos de acuerdo a la tecnología a aplicar respectivamente.

Entregables equipos convencionales

- Datos crudos.
- Carteras de detalles.
- Anexo de cálculos (Reportes RTK).
- Listado de códigos utilizados con RTK.
- Listado final de coordenadas y cotas geométricas.

Entregables Metodología LIDAR

- Memoria de cálculos.
- Archivos crudos RCP, LAS o TXT.
- Archivos procesados de la nube de puntos coloreados con las fotografías a lo largo del corredor.

- Archivo con Nube de Puntos levantada a lo largo del corredor georreferenciada en formato RCP, LAS o TXT.

Así mismo, la información cumplirá los requerimientos de acuerdo con lo establecido en el anexo técnico del contrato y como se comenta en el numeral 9.

8 TRABAJOS DE OFICINA

Las actividades de procesamiento de la información se realizarán posterior al registro y recopilación de las labores de campo, el cálculo y procesamiento de los insumos colectados en campo permitirán construir y presentar memorias de cálculo, informes y salidas gráficas de acuerdo con el objeto del estudio topográfico.

Post proceso de rastreo GNSS y cálculo de coordenadas

- Descarga de archivos crudos de rastreo.
- Verificación de semana y día GNSS, según fecha de ocupación de los vértices.
- Descarga de datos RINEX de estaciones de rastreo continúo del IGAC.
- Descarga de coordenadas semanales y efemérides precisas.
- Importación y post proceso de rastreo GNSS en software Magnet Tools Topcon.
- Generación de reportes de coordenadas (Geográficas, Geocéntricas, Planas Cartesianas).
- Conversión de coordenadas en Magna sirgas.
- Traslado de época 2018.0, en coordenadas Planas Cartesianas locales, origen Bogotá
- Formatos descripción de vértices
- Esquema GNSS.

Cálculo y procesamiento de puntos GCP´s

- Descarga de datos crudos de RTK.
- Cálculo de coordenadas.
- Cálculo de nivelación geométrica.
- Esquema de puntos

Cálculo y procesamiento de nivelación geométrica

- Descargas de datos crudos del equipo Nivel.
- Revisión carteras de campo de nivelación.

- Registro de información en formato digital para cálculo.
- Cálculo de información por diferencia de alturas entre nivelación y contra nivelación.
- Determinación de precisión, ajuste de nivelación geométrica y esquemas.

Cálculo y procesamiento de datos crudos de levantamiento

- Descarga archivos crudos de RTK.
- Verificación de numeración consecutiva, detalles.
- Cálculo de archivos crudos con coordenadas (E, N, Cota,) ajustadas.
- Generación de archivo compilado en formato accesible (.csv, .txt)

Procedimientos datos Lidar

- En software especializado, se realiza el cálculo y ajuste de la información de posición obtenida por el sistema GNSS e IMU que se encuentra en el equipo de rastreo, este equipo le permite a la estación ubicarse geográficamente en el recorrido realizado.
- El primer paso desarrollado en el software especializado busca minimizar la desviación estándar de los datos.
- Se realiza la Importación de los datos obtenidos por los GNSS recopilados durante el recorrido, estos datos se encuentran en Formato RINEX.
- Luego es necesario descargar las ephemerides de las estaciones utilizadas. Se utiliza la herramienta adecuada, la cual permite procesar la estación seleccionada.
- A continuación, se realiza el procesamiento de la información obtenida de la Ruta de los datos GNSS del recorrido. Haciendo uso de la herramienta GNSS Procesador Inercial detectando la estación utilizada y teniendo como requisito los pasos anteriormente referidos.
- Una vez es realizado el postproceso de los datos, mediante el uso del software de edición, se identifica en la nube de puntos los elementos de control topográfico GNSS y GCP’s; este se encarga de ajustar y re computar la nube de puntos a las coordenadas finales del proyecto.
- Luego de realizar todos los procesos anteriores se creará el Modelo Digital de Terreno (MDT) y Modelo Digital de Superficie MDS.
- Se tendrá en cuenta todos los entregables establecidos en el anexo técnico del contrato.

Dibujo de los detalles de levantamiento topográfico

- Carga de archivo compilado para generación de nube de puntos convencional o Lidar o la metodología seleccionada de acuerdo con las necesidades del proyecto.
- Listado de códigos

- Listado de GCP´s.
- Dibujo e interpretación de levantamiento topográfico. Vectorización 3d poly.
- Generación de salida gráfica y elementos complementarios.
- Elaboración de modelos digitales de terreno según tecnología utilizada.
- Elaboración de modelos digitales de superficie según tecnología utilizada.
- Elaboración de planos topográficos debidamente firmados.
- Planos planta perfil y secciones
- Curvas de nivel
- Detalles de paramento a paramento de acuerdo con las necesidades del proyecto y lo indicado por supervisión.

El trabajo de oficina se realizará paralelo a las labores de campo, estableciendo un control diario de calidad a la información recolectada.

9 ENTREGABLES OBLIGATORIOS.

Informe General

- Introducción
- Antecedentes y justificación
- Objetivos
- Localización
- Relación de la información soporte obtenida
- Descripción y alcance
- Equipos y accesorios utilizados
- Personal involucrado en el estudio topográfico (Nombre y matricula profesional vigente).
- Metodología empleada en cada procedimiento (campo y oficina)
- Resumen de los datos obtenidos por cada subproducto y producto en términos de precisión y resultados, incluyendo los siguientes datos:
    - Materialización de placas (tipo de materialización, dimensiones, material placa, texto placa, foto placa, distancia entre pares y entre parejas)
    - Procedimiento de posicionamiento GNSS y de puntos de control, coordenadas finales obtenidas, precisión de cada punto expresada en metros

- Marco de referencia, coordenadas finales de los vértices de control, precisión obtenida
- Punto amarre nivelación, tipo de cota vértice de amarre, tipo de nivelación realizada, longitud de los circuitos, cotas geométricas de los vértices y GCP´s del proyecto, errores obtenidos

- Conclusiones y recomendaciones.

Anexos al informe

- Datos RINEX de estaciones de rastreo continúo del IGAC.
- Reportes de coordenadas (Geográficas, Geocéntricas, Planas Cartesianas).
- Formatos descripción de vértices
- Esquemas GNSS en formato kmz.
- Datos crudos de RTK.
- Cálculo de coordenadas.
- Cálculo de nivelación geométrica.
- Carteras de campo de nivelación.
- Cálculo de información por diferencia de alturas entre nivelación y contra nivelación.
- Determinación de precisión, ajuste de nivelación geométrica y esquemas.
- Listado de detalles
- Cálculo de archivos crudos con coordenadas (E, N, Cota,) ajustadas.
- Generación de archivo compilado en formato accesible (.csv, .txt).
- Listado de GCP´s.
- Nube de puntos 3d .las (cruda y clasificada), dwg y demás formatos.
- Elaboración de planos topográficos debidamente firmados.
- MDT: modelo digital de terreno.
- Planos planta perfil y secciones.
- Curvas de nivel
- Formato de metadatos.
- Esquema del área de levantamiento, GNSS, marco de referencia, Circuitos de nivelación, cobertura nube de puntos, en formatos DWG, PDF y KMZ.

10 PRODUCTOS

Se realizará control de calidad correspondiente y lo definido en la Norma Técnica Colombiana NTC 6271 de 2018 de Estudios Topográficos y demás normas, manuales y guías que apliquen, realizando y dejando constancia como mínimo de los siguientes procedimientos:

- Todos los equipos cuentan con el respectivo certificado de calibración.
- A todos los equipos se les realizará pruebas de verificación instrumental in situ, antes de iniciar el proyecto y durante su ejecución.
- Se verificará que los resultados obtenidos del trabajo de campo (monumentación, georreferenciación, nivelación, captura de detalles, etc), y que los resultados obtenidos del trabajo de oficina (post procesos, carteras, cálculos, planos, informes, y demás entregables) cumplan con las especificaciones mínimas exigidas en los documentos contractuales. Se realizará un informe con las pruebas de calidad realizadas a cada uno de los subproductos anteriormente relacionados u otros, el cual garantizará que los productos presentados tengan la calidad exigida y será el soporte para generar la aprobación del estudio realizado.
- Talento humano.
- Manejo de salidas no conformes y manejo de acciones correctivas y preventivas.
- Se entregará el producto final según la estructura de carpetas definida por SDHT y con la totalidad de archivos que soporten los trabajos realizados.
- Los planos se presentarán en el layout vigente entregado por SDHT, y la información del formato se diligenciará según lo indicado por la Entidad.
- Todos los productos y soportes se presentarán en versión editable y pdf.
- Los informes y planos finales se presentarán firmados por la Consultoría.
- Se cumplirá con lo exigido en el anexo técnico del contrato, los convenios interinstitucionales, la Norma Técnica Colombiana de Estudios Topográficos (NTC 6271 de 2018), las resoluciones vigentes del IGAC, las normas de Empresas de Servicios públicos, entre otros.
- Se realizará la verificación del cumplimiento de la metodología, equipos, personal, procedimientos, calidad de cada producto, entre otros, la Interventoría podrá realizar el acompañamiento y verificaciones en campo y oficina.

11 PERSONAL

El trabajo será ejecutado por un equipo de personal profesional y técnico debidamente registrados ante el consejo Profesional Nacional de Topografía y el Copnia, con amplia experiencia en este tipo de proyectos, quienes contaran con personal idóneo y equipos debidamente calibrados para garantizar la precisión del trabajo.

Todo el personal se encontrará debidamente afiliado al sistema general de seguridad social y parafiscales EPS, ARL, AFP y CCF y contará con los elementos de protección personal.

Se contará con el número de comisiones necesarias para ejecutar los estudios topográficos de manera simultánea, cumpliendo así, el plazo de ejecución solicitado.

Tabla 11-1 Talento humano

No.	# de profesionales	Cargo
1	1	Director de Topografía
2	1	Topógrafo
3	1	Dibujante
4	1	Cadenero 1
5	1	Cadenero 2
6	1	Conductor

Fuente: elaboración propia

12 EQUIPOS

Todos los equipos que se utilizaran en el proyecto se encuentran debidamente patronados y cuentan con el respectivo certificado de calibración. El equipo requerido por la comisión en campo es el siguiente:

- Equipos GNSS RTK (tiempo real) doble frecuencia CHCNAV (Base y Rover)
- Nivel de Precisión electrónico SDL 50 lectura directa sobre mira con código de barras
- Estación escáner laser The RIEGL VZ-400i
- Radios de onda corta
- Accesorios y elementos complementarios
- Elementos de protección personal
- Elementos de señalización
- Vehículos 4*4

El equipo de oficina será el siguiente:

- Computadores portátiles
- Equipos de cómputo tipo Workstation, doble y simple procesador Intel Xeon, RAM 16 GB
- Software especializado
- Impresora