



**ALCALDIA MAYOR  
BOGOTA D.C.**  
Instituto  
DESARROLLO URBANO

**AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y  
ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.**

## **CAPITULO 1**

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS**

**BOGOTÁ D.C., JULIO DE 2020**

CONTENIDO

1.	OBJETIVO DEL COMPONENTE .....	4
2.	ANTECEDENTES.....	4
3.	NORMATIVIDAD APLICABLE .....	4
4.	ALCANCE.....	6
4.1	GENERALIDADES .....	6
4.2	EQUIPOS MÍNIMOS.....	11
4.3	METODOLOGÍA .....	12
4.3.1	RECONOCIMIENTO EN CAMPO .....	12
4.3.2	MATERIALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL .....	13
4.3.3	GEORREFERENCIACIÓN (RECEPTOR GNSS) .....	14
4.3.4	POLIGONAL DE AMARRE O MARCO DE REFERENCIA .....	17
4.3.5	RED DE NIVELACIONES.....	19
4.3.6	SECCIONES TRANSVERSALES .....	21
4.3.7	LEVANTAMIENTO DE DETALLES .....	22
4.3.8	CARTERAS DE TOPOGRAFÍA.....	25
4.3.9	TÉCNICAS DE LA CAPTURA DE DETALLES.....	25
4.3.10	OTRAS TECNOLOGÍAS (LIDAR) .....	28
5.	PRODUCTOS A ENTREGAR.....	30
5.1	FASE DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	31
5.2	FASE DE FACTIBILIDAD .....	32
5.3	FASE DE ESTUDIOS Y DISEÑOS.....	32
5.4	ESPECÍFICOS LIDAR .....	33
5.5	INFORME DE ENTREGA DE ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	35
5.5.1	ANEXOS.....	36
5.5.2	PLANOS TOPOGRÁFICOS .....	36
5.5.3	ESQUEMAS EN DWG Y PDF: .....	37
5.5.4	ESTRUCTURA DE CARPETAS:.....	38
6.	CONTROL DE CALIDAD.....	39
7.	TRÁMITES .....	40
8.	LEVANTAMIENTOS ESPECIALES .....	40
8.1	CABLE AÉREO.....	40
8.2	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES .....	41

8.3	ESPACIO PÚBLICO .....	41
9.	PARTICULARIDADES.....	41
10.	VARIOS .....	42

## CAPITULO 1

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

#### 1. OBJETIVO DEL COMPONENTE

Obtener información adecuada para el desarrollo de las diferentes fases (recopilación y análisis de la información, factibilidad, estudios y diseños) que apliquen de acuerdo al alcance definido en los proyectos de infraestructura vial urbana y de espacio público, mediante estudios de topografía de detalle en las áreas definidas por el Instituto de Desarrollo Urbano – IDU.

El resultado a obtener es la representación gráfica del terreno en planimetría, altimetría y datos básicos de las redes secas e hidrosanitarias existentes, según las necesidades del proyecto y bajo las especificaciones técnicas contenidas en este documento.

El producto se regirá por las normas y guías vigentes y/o las que las modifiquen, deroguen o reemplacen, en la vigencia de las fases del proyecto.

En el presente documento se exponen los diversos aspectos a tener en cuenta para la elaboración de los estudios topográficos requeridos por la Dirección Técnica de Proyectos.

#### 2. ANTECEDENTES

El Consultor deberá efectuar el análisis de información primaria y secundaria existente, así como contemplar los estudios realizados por la Secretaría Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá: SDM - ETMVA 1463 de 2009 y SDM - ETMVA 20121531 de 2012 y cualquier otra información de la cual se tenga conocimiento.

El contratista debe determinar la validez de lo encontrado y establecer que se puede o no emplear de la información recopilada (solo se podrá emplear la información que cumpla con las precisiones exigidas en el presente capítulo; Así mismo, deberá elaborar y presentar un informe técnico de recopilación y análisis de información en el que describa las razones técnicas que soportan su respuesta y la interventoría, además de su aprobación, dará aval técnico a la propuesta presentada.

#### 3. NORMATIVIDAD APLICABLE

- 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 IGAC 399 de 2011, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, por la cual se definen los orígenes cartográficos para la proyección Gauss - Krüger, Colombia (Transverse Mercator).

- Resolución IGAC 01 de 2008, la cual establece los criterios de calidad para evaluar y otorgar el orden de precisión a un punto geodésico.
- 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 64 de 1994, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, por la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir las personas naturales o jurídicas para realizar trabajos fotogramétricos y cartográficos en el territorio nacional.
- Resolución IDU 6521 de 2018, Manual de interventoría y/o Supervisión de contratos (MG-GC-01)
- Política pública CONPES 3585 de 2009, Consolidación de la política nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales: todas las entidades del Estado y aquellas de carácter mixto o privado que ejerzan funciones públicas deberán seguir, en la producción o adquisición de IG, los lineamientos y normas técnicas definidas en el marco del Comité Técnico de Normalización de la Información Geográfica 028 del ICONTEC, en el cual participan instituciones que integran la ICDE.
- Norma Técnica Colombiana NTC 6271 de 2018. Información Geográfica. Estudios Topográficos; ICONTEC
- NTC 5798 de 2011. Información Geográfica: Referencia Espacial por Coordenadas
- NTC 4611 de 2011. Metadato geográfico.
- NTC 5043 de 2010. Información Geográfica: Conceptos básicos de la calidad de los datos Geográficos.
- NTC 5662 de 2010. Información Geográfica: Especificaciones técnicas de productos geográficos.
- NTC 5661 de 2010. Catalogación de objetos geográficos.
- NTC 5660 de 2010. Evaluación de calidad, procesos y medidas.
- NTC-ISO/IEC 17025 de 2005. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- NTC 5205 de 2003. Precisión de datos espaciales
- NTC 5204 de 2003. Precisión de redes geodésicas
- Estándar Internacional ASPRS de 2014. Positional Accuracy Standards For Digital Geospatial Data
- Estándar Internacional FGDC. Estándar de Precisión de Posicionamiento Geoespacial del Comité Federal de Datos Geográficos.
- Guía IDU GU-IC-06 de 2019. Guía de entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público versión 2
- Guía IDU GU-IN-02. Guía de Coordinación IDU, ESP y TIC en proyectos de infraestructura de transporte.
- Las demás Guías IDU vigentes que apliquen para este tipo de proyectos.
- Circular Reglamentaria N° 002 del 27 de julio de 2015 de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia sobre Requisitos Generales de Aeronavegabilidad y Operaciones para RPAS

## 4. ALCANCE

### 4.1 GENERALIDADES

Esta labor será adelantada por un consultor con experiencia en el desarrollo de proyectos de topografía mediante equipos, tecnologías y metodologías convencionales y no convencionales (persona natural o jurídica), el cual debe contar con el personal profesional y técnico necesario para llevar a buen término la ejecución del contrato. Los profesionales y auxiliares técnicos requieren estar matriculados o inscritos en el Registro Profesional respectivo, lo cual se acreditará con la presentación de la tarjeta profesional expedida por el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería (COPNIA) o el Consejo Profesional Nacional de Topografía según el caso, con sus respectivos certificados de vigencia y antecedentes disciplinarios según corresponda.

Todos los productos a entregar resultado de las diferentes fases del estudio de topografía deberán cumplir con los requerimientos técnicos para la modelación de proyecto a través de la metodología BIM (Building Information Modeling - Modelado de Información de Construcción), esto con el fin de garantizar una total coordinación entre las diferentes especialidades e identificar en el proceso de diseño todos los conflictos o interferencias que se puedan presentar con el diseño que se elabora y con su entorno. Lo anterior debe permitir lograr un LOD a nivel de diseño o superior.

Es de carácter obligatorio que para los equipos empleados en el desarrollo de los trabajos (Estaciones totales, niveles de precisión y cualquier otro equipo electrónico o mecánico) se presente a la interventoría el certificado de calibración expedido por un laboratorio debidamente acreditado por el ONAC o el organismo de acreditación vigente si existiere, expedido por empresas distintas a la ejecutora del contrato, antes de iniciar los levantamientos topográficos (con expedición máximo un mes antes de la fecha de inicio de las actividades). El Consultor debe actualizar dichos certificados cada seis (6) meses en caso que el plazo del contrato supere dicho término.

Siempre que el Consultor realice cambio de equipos de topografía, deberá presentar el respectivo certificado de calibración. El certificado de calibración debe contener un informe con los equipos patrón, trazabilidad de los valores utilizados, metodología de calibración empleada y los valores de corrección realizados.

Todos los equipos deberán someterse a la prueba de verificación instrumental in situ, cada vez que se inicie un proyecto y durante su ejecución, del mismo modo deberán someterse a este procedimiento periódico como mínimo una vez al mes.

Los trabajos topográficos estarán georreferenciados al sistema de referencia MAGNA SIRGAS como datum horizontal oficial, época 2018.0 o la época oficial vigente actualizada en su momento por la autoridad geodésica oficial, en coordenadas Planas Cartesianas Locales, origen Bogotá (falso Este 92334,879, falso Norte 109320,965) y emplear los datos normalizados por las entidades regentes a la fecha. Todos los datos de navegación y medición GNSS deberán procesarse utilizando efemérides precisas y épocas de referencia.

La materialización de pares de puntos de GNSS se debe realizar con mojones en concreto con placa de aluminio en zonas blandas y con placa incrustada en zonas duras. Estas placas estarán marcadas con el centro punto guía para el centrado y armado instrumental, número

de contrato, año, proyecto, entidad contratante, empresa consultora y código del punto. Se debe garantizar la perdurabilidad, un horizonte despejado, la intervisibilidad, estabilidad y accesibilidad. La georreferenciación debe garantizar una precisión absoluta de la posición < 0.02m.

Para el amarre a la red por poligonal, se empleará el método de poligonal cerrada por ángulos internos o externos y debe tener una precisión mínima de 1:25.000 en el componente horizontal; y en el componente vertical (nivelación geométrica) el error máximo permitido será de 0.008 metros por kilómetro. Si se determina realizar poligonal punto a punto o MAGAR será bajo la responsabilidad y aprobación de la interventoría.

En un marco de referencia con GNSS, los deltas o puntos de control no deben estar fuera de un rango de 0.02 m en ningún componente (X, Y).

La materialización de puntos de la poligonal se hará con puntilla sobre pavimento, con 2 referencias para el replanteo posterior, en sitios fácilmente accesibles y ubicables a distancia no superior a 15 metros (en caso de realizarse poligonal).

El Datum vertical para referir todo tipo de mediciones de alturas sobre el nivel del mar es BUENAVENTURA.

La nivelación y contra nivelación deberá ser por método geométrico y circuitos amarrados a placas NP, BGT, BOGOTA o CD con cota geométrica y reporte IGAC. El error máximo permitido en nivelación y contra nivelación será de 0.008 metros por kilómetro.

Se debe obtener una nube de puntos que permita crear un Modelo Digital de Terreno, de superficie y TIN fieles a la realidad que permitan verificar secciones o perfiles en cualquier punto requerido.

Se debe garantizar una precisión posicional dentro de 0.12m a escala 1:500 para detalles.

En las áreas elegidas para el estudio topográfico se levantarán la totalidad de los elementos e incluirá la zona aledaña aferente que se considere necesaria para el desarrollo de las diferentes fases del proyecto, teniendo en cuenta todos los componentes técnicos, de manera que se pueda determinar la silueta de los proyectos (corredores viales, intersecciones, espacio público, puentes peatonales, puentes vehiculares, ciclo puentes, sistemas de integración, entre otros), referenciando todos los elementos de servicios públicos, equipamientos e infraestructura, detallando la señalización vial (utilizando el bloque específico de cada señal de acuerdo a lo observado en terreno), el paramento de la manzana, el límite de cada unidad predial indicando una referencia básica para predios distintos a residenciales (principalmente de los equipamientos p. ej. colegio San Rafael), número de pisos y nomenclatura oficial. No se incluyen detalles interiores de las construcciones salvo casos especiales.

En el caso de puentes se levantarán los elementos que contienen las estructuras, bases, columnas, rampas, escaleras, gálibos y señalización.

Para estructuras especiales como canales hidráulicos, se tomarán los datos necesarios para su caracterización, incluyendo descoles y encoles de los elementos de entrega, hombro,

pata, gálibos, Box Culvert, lámina de agua si es requerida, diámetros de tubería, e inspecciones.

Para levantamientos especiales como puentes y túneles, se pueden efectuar tomas de datos con tecnologías diferentes a las consignadas en el anexo técnico, siempre que cumplan con precisiones y normativas, en todo caso requiere de la aprobación técnica de la interventoría, de las entidades distritales reguladoras si es aplicable y del IDU

Para la investigación de redes deben coordinar con el especialista de redes del contrato y entregar un producto final consolidado.

Las bocacalles se detallarán según las necesidades del proyecto, tomando todos los detalles para analizar las diferencias de nivel y geometría entre el proyecto a diseñar y lo existente garantizando la continuidad en la información de redes.

Para taludes y trabajos geotécnicos es necesario dejar los puntos de ensayos y exploraciones referenciados en el plano topográfico.

En las zonas que tengan poco detalle en superficie, el Interventor establecerá una densidad mínima de puntos a tomar por unidad de área la cual será indicada al responsable de desarrollar los estudios de topografía.

El producto digital a entregar de las zonas levantadas contará con las componentes (Norte, Este, Altura), como mínimo en un planos escalados planta perfil (escala 1:500 o mayores según la necesidad del proyecto y aprobación de la Interventoría), un modelo digital de terreno o un TIN, un modelo digital de superficie y ortofoto, todo en formato final de entrega CIVIL3D y los demás formatos exigidos por el IDU; se deben entregar todos los datos crudos y procesados, archivos binarios y RINEX, carteras y cálculos de poligonales, nivelaciones, radiaciones, fotogramas, informes, subproductos y demás documentos o información que soporten la metodología, procedimientos, resultados y calidad final de los productos.

Para la recopilación de datos topográficos, se debe identificar cada detalle levantado de manera que exista una descripción única que facilite la interpretación de las carteras, por lo anterior, la Interventoría del contrato entregará al consultor el listado base de detalles y códigos a utilizar durante la ejecución del contrato o se concertará con el responsable de desarrollar los estudios topográficos en caso de que tenga un modelo de datos adecuado.

El Contratista o tercero dibujará y entregará los productos digitales en formato dwg en Civil 3D, cumpliendo el estándar de rótulos, capas (layers) y bloques, de acuerdo a lo establecido en la guía de entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público del IDU GU-IC-06 vigente, usando el comando 3Dpoly en las líneas continuas y las empleará como líneas de quiebre en el modelado. Tal es el caso de ejes de vía, andenes, borde vía, paramentos, separadores, rampas, canales, filos y pie de tramos atípicos o característicos, escaleras, entre otros. Se tendrá especial cuidado en la toma en campo de detalles que permitan un dibujo veraz (p. ej. arcos, polígonos), además de adjuntar el archivo digital con las curvas de nivel cada 0.50m o cada 0.20m (según las necesidades del proyecto) resultantes del modelo TIN o el modelo digital de terreno; todos los elementos deben estar georreferenciados y dibujados a la altura correspondiente, a excepción de textos y achurados, que pueden ir a altura cero. En los

casos que el área a levantar incluya puentes peatonales o vehiculares se deberán tomar los gálibos o puntos bajos de la estructura, entre otros.

En todos los planos que se entreguen, deben incluir un registro de los metadatos mínimos.

Previo al inicio de las actividades, se debe socializar con el Interventor los equipos y la metodología a utilizar, los resultados esperados, al igual que la información soporte y productos a entregar, las precisiones a alcanzar en X, Y, Z, los errores, los tiempos o cualquier otro detalle de relevancia, asegurando que el tanto el Interventor como el IDU tenga acceso a todos los datos, pueda abrir, manipular, verificar y utilizar toda la información entregada. Se debe garantizar la calidad de los datos según lo solicitado en el presente anexo técnico y garantizar que entregan una topografía con el nivel de detalle requerido de acuerdo a la fase del proyecto. En caso de satisfacer todos los requerimientos exigidos por el IDU y la Interventoría, se procederá con la aprobación por parte de la Interventoría y el inicio de las actividades, garantizando en todo caso la calidad de cada uno de los productos y subproductos, y la aceptación de los mismos por las entidades rectoras del Distrito.

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico con Aeronaves no tripuladas, se debe dar cumplimiento a lo establecido por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia en la Circular Reglamentaria N° 002 del 27 de julio de 2015: Requisitos Generales de Aeronavegabilidad y Operaciones para RPAS (Reglamento Aeronáutico Latinoamericano RAC Numerales 4.25.8 y 4.25.8.2), o normatividad vigente.

Las plataformas aéreas deben contar con un IMU adecuado para el desarrollo de estudios topográficos que cumpla con las precisiones exigidas.

Es obligación del Consultor desarrollar los estudios topográficos, así como suministrar los datos y cálculos que requiera el Interventor para adelantar labores de control, a fin de revisar los procedimientos y asegurar la calidad de los productos. Igualmente, facilitará una comisión de topografía incluido el equipo y el personal técnico cada vez que el IDU o Interventor lo requiera, para realizar la verificación a las labores topográficas de campo y oficina.

La presentación de datos crudos, procesados, carteras de topografía, cronogramas e informes es de carácter OBLIGATORIO, ya que hacen parte de la documentación del proyecto para posteriores consultas e investigaciones técnicas. Los informes deben incluir un archivo fotográfico de los vértices ocupados, el área de trabajo y los procesos adelantados.

En todos los casos, el Interventor realizará acompañamiento en campo y oficina, al desarrollo del estudio topográfico con el fin de revisar y verificar metodologías, procedimientos, rendimientos, calidad, el personal inscrito en el contrato, equipos utilizados, carteras de campo, vértices materializados, deltas, elementos de seguridad industrial y demás elementos que componen el estudio.

Antes de comenzar el estudio topográfico se deben socializar las áreas y estructuras para aprobación de la Interventoría.

Para dar inicio a cada levantamiento el Interventor, el IDU y el Consultor definirán en campo la zona a levantar, precisando detalles particulares (p. ejemplo: redes con cruces de catenarias, líneas de alta tensión, red matriz EAAB, u otros puntos específicos de donde se

requiera información); Será obligación del Consultor acatar las instrucciones dadas en campo, parámetros u otros requerimientos específicos.

El responsable de desarrollar los estudios topográficos debe tener la capacidad operativa para ejecutar diferentes frentes de forma simultánea. Independiente del número de comisiones, los estudios topográficos se deben entregar de manera consolidada y organizada para cada fase del proyecto, en la estructura de carpetas entregada por el área supervisora del IDU y de acuerdo a la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente. Todas las hojas de vida serán aprobadas por el Interventor del contrato, quien autorizará el personal, sin que esto afecte el valor inicial del contrato.

Cuando los estudios topográficos se adelanten en áreas consolidadas y se involucren en los detalles levantamiento de paramentos, accesos y divisiones prediales, el Consultor levantará el perímetro de las manzanas aferentes al proyecto, para lo cual se requerirá la toma en campo de los 4 vértices de la manzana (en caso de ser regulares) y de los puntos que complementen los sistemas en el área de estudio (pozo, poste, borde vía, sardinel, paramento), con aprobación de la interventoría. Esta área tomada sin detalle ya está incluida en el presupuesto para efectos de los pagos.

El presupuesto estimado para el estudio topográfico contempló áreas, rendimientos, tiempos, personal, equipos, vigilancia, vehículos, herramientas menores, materializaciones de vértices y todo lo necesario para obtener los productos finales del estudio topográfico, es decir, fue calculado a todo costo; por lo tanto, el Consultor no podrá cobrar ítems adicionales.

El Consultor debe cumplir con los requerimientos de ley en seguridad industrial dotando a los integrantes de la comisión con elementos de protección personal (como chalecos reflectivos, impermeables, conos o señales de tránsito, casco protector, botas punta de acero, sombrilla, guantes, gafas protectoras, entre otros).

La precisión horizontal de ortoimágenes digitales, datos planimétricos y conjuntos de datos de elevación deberá ser documentada en los metadatos de acuerdo al estándar ASPRS vigente en la ejecución del contrato y de las siguientes maneras:

- "Este conjunto de datos fue **probado para cumplir con** Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para \_\_\_ (cm) RMSE<sub>x</sub> / RMSE<sub>y</sub> de Precisión Clase Horizontal. La Precisión de la posición real se encontró que era RMSE<sub>x</sub> = \_\_\_ (cm) y RMSE<sub>y</sub> = \_\_\_ cm que equivale a la Precisión posicional Horizontal = +/- \_\_\_ a 95% de nivel de confianza"<sup>1</sup>
- "Este conjunto de datos fue **producido para satisfacer con** Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para \_\_\_ (cm) RMSE<sub>x</sub> / RMSE<sub>y</sub> de Precisión Clase Horizontal que equivale a la precisión posicional Horizontal = +/- \_\_\_ a 95% de nivel de confianza"<sup>2</sup>

<sup>1</sup> "Probado para cumplir con" se utiliza sólo si las precisiones de datos fueron verificadas mediante pruebas contra puntos de control independientes de mayor precisión.

<sup>2</sup> "Producido para satisfacer con" debe ser utilizado por el proveedor de datos para afirmar que los datos cumplen las precisiones específicas, basadas en procesos establecidos que producen resultados conocidos, pero que las pruebas de verificación independiente contra puntos de mayor precisión, no se realizó.

La precisión vertical de los conjuntos de datos de elevación deberá ser documentada en los metadatos en una de las siguientes maneras:

- "Este conjunto de datos fue **probado para cumplir con** Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para \_\_\_\_ (cm) RMSEz de Precisión Clase Vertical. La precisión real NVA se encontró que era RMSEz = \_\_\_\_ cm, lo que equivale a +/- \_\_\_\_ cm a nivel de confianza del 95%. La Exactitud VVA real resultó ser +/- \_\_\_\_ cm en el percentil 95<sup>th</sup>"
- "Este conjunto de datos fue **producido para satisfacer con** Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para \_\_\_\_ cm RMSEz de Precisión Clase Vertical equivalente a NVA = + / - \_\_\_\_ cm a de nivel de confianza 95% y VVA = + / - \_\_\_\_ cm en el percentil 95<sup>th</sup>"

Los estudios topográficos que se contraten deben cumplir la **Norma Técnica Colombiana 6271** de Información Geográfica - Estudios Topográficos y demás normativas que publiquen las entidades regentes.

A todo efecto será responsabilidad del Consultor cumplir con la calidad y precisión del estudio topográfico en todos los productos y subproductos, áreas, tiempos y metodologías, y será responsabilidad de la Interventoría controlar, exigir, verificar y garantizar la correcta ejecución de las actividades, especificaciones o requerimientos para obtener un producto final con la calidad especificada en este documento y para cumplir con los tiempos esperados.

## 4.2 EQUIPOS MÍNIMOS

### • Sensores LIDAR

Para la captura de información y el procesamiento de datos se requiere un hardware robusto y un software licenciado, el cual debe garantizar la precisión vertical y horizontal requerida por el Instituto para los estudios topográficos.

Los equipos convencionales requeridos para el desarrollo del estudio deben cumplir como mínimo con lo siguiente:

### • GNSS

Receptor GNSS, multifrecuencia o doble frecuencia, precisión geodésica, con precisión en método estático mínimo de 4mm + 1 ppm horizontal y 7mm + 2 ppm vertical, ángulo mínimo de recepción 15° grados sobre el horizonte, duración de épocas a captar entre 1 y 15 segundos máximo. (Accesorios: Antena, trípodes, baterías, flexómetro, entre otros).

En el Marco de referencia con GNSS, la precisión calculada de los deltas o puntos de control no debe estar fuera de un rango de  $\leq 0.02$  m en ningún componente (X, Y).

- **Estación Total**

Precisión lineal  $\leq (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$ , precisión angular  $\leq 3''$ . Alcance: con un prisma hasta 2000 metros en buenas condiciones. (Accesorios: Trípodes, bastones, prismas, cintas metálicas, baterías, entre otros).

Se debe presentar el certificado de calibración en el que conste que el equipo se encuentra en buen estado y cumple con las especificaciones técnicas de uso, relacionará el número serial y referencia técnica del equipo. El certificado de calibración será expedido por un laboratorio debidamente acreditado por el organismo de acreditación vigente, antes de iniciar los trabajos topográficos (con expedición no mayor a un (1) mes antes de la fecha de inicio de las actividades). El Consultor tiene la obligación de renovar los certificados cada seis (6) meses en caso que el plazo del contrato supere dicho término.

- **Nivel de Precisión**

Los diámetros mínimos de los objetivos en centímetros (cm) serán 2.5 a 4.5, sensibilidad del nivel 60" a 30", aumento  $\geq 28x$ , precisión instrumental (mm/km)  $\leq 1.5$ . (Accesorios: Trípode y mira patronada en buen estado).

Se debe presentar el certificado de calibración en el que conste que el equipo se encuentra en buen estado y cumple con las especificaciones técnicas de uso, relacionará el número serial y referencia técnica del equipo, si es laser, se presentara el certificado de calibración del equipo y de la mira, licencia del programa origen del equipo de ser pertinente. El certificado de calibración será expedido por un laboratorio debidamente acreditado por el organismo de acreditación vigente, antes de iniciar los trabajos topográficos (con expedición no mayor a un (1) mes antes de la fecha de inicio de las actividades). El Contratista o tercero tiene la obligación de renovar los certificados cada seis (6) meses en caso que el plazo del contrato supere dicho término.

- **Vehículo**

Especificaciones: Campero, Pick-Up, Camioneta, Camión o similar, con revisión técnico mecánica, seguro obligatorio de accidentes de tránsito SOAT y demás documentos del vehículo vigentes, elementos de seguridad distintivos, elementos de señalización en vía, entre otros.

- **Herramientas Menores**

Maceta, tachuelas, puntillas de acero, flexómetro, plomadas, pintura, radios de comunicación con su correspondiente permiso, conos de seguridad vial, entre otros, en buen estado.

## **4.3 METODOLOGÍA**

### **4.3.1 RECONOCIMIENTO EN CAMPO**

El Interventor, el Consultor y el IDU realizarán una visita conjunta para definir en campo el área de influencia del proyecto, identificar los requerimientos y los detalles que exigen

manejo especial (posibles obstáculos en el trazado del eje como construcciones, torres energía, postes, catenarias de las redes, arboles, proyectos paralelos, intersecciones, redes de alta tensión, canales, paramentos no definidos, entre otros), también para planear el trabajo de campo y oficina a fin de cumplir con los tiempos establecidos por cronograma. Se debe levantar un acta de asignación de proyecto en la cual se incluyan las observaciones de los asistentes.

#### 4.3.2 MATERIALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL

Se deberá implantar una red de puntos de amarre con coordenadas referidas al Sistema de referencia Magna Sirgas, utilizando como base fija en horizontal estaciones de rastreo permanente, para lo cual se construirán mojones en zonas blandas y/o se materializarán placas de aluminio incrustadas en zonas duras. Se debe materializar una pareja de vértices en un rango de distancia mínima de 100 metros y máxima de 700 metros, dependiendo de la longitud del tramo a levantar a fin de garantizar la referenciación de las señales de azimut y distancia horizontal del tramo. Se debe garantizar la perdurabilidad, horizonte despejado, la intervisibilidad, estabilidad y accesibilidad.

##### 4.3.2.1 MATERIALIZACIÓN PERMANENTE EN ZONAS DURAS

Los puntos GNSS se materializarán con placas preferiblemente de aluminio (u otros materiales previamente socializados a la Interventoría y al IDU) incrustada en sardineles, andenes, zonas duras o cualquier otro lugar que garantice su permanencia y posterior localización para su replanteo en la fase de construcción. **(No se aceptarán vértices materializados con puntillas)**

##### 4.3.2.2 MATERIALIZACIÓN EN ZONAS BLANDAS

En caso de no existir zonas duras para la materialización de los puntos GNSS o de algunos puntos de las poligonales, se deberá monumentar en concreto, con incrustación de placa de aluminio. Las dimensiones de los mojones de concreto son de 30 cm x 30 cm x 80 cm de alto, sobresaliendo 7 cm del terreno natural y las mediciones se toman sobre el centro de la placa de aluminio. **(No se aceptarán vértices materializados con estacas, estacones, varillas o similar sobre capa vegetal)**. Se deben referenciar los vértices que fueron amojonados con placa de aluminio, con mínimo cuatro (4) referencias, garantizando que el amarre se podrá emplear en el desarrollo constructivo del proyecto por lo que deberá estar fuera de la zona de influencia de la obra, garantizando la permanencia para trabajos posteriores.

##### 4.3.2.3 ESPECIFICACIÓN DE PLACAS

Las placas estarán marcadas con una inscripción que permita la identificación del punto, la cual será coincidente con el formato de campo de tal manera que al consultar la base de datos del IDU se identifiquen los atributos del elemento.

En la inscripción aparecerá:

- 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 y Nombre del Proyecto
- Identificación del punto

### 4.3.3 GEORREFERENCIACIÓN (RECEPTOR GNSS)

Se utilizarán equipos GNSS, (GPS – GLONASS) multi frecuencia o doble frecuencia con los protocolos establecidos por la entidad regente, manteniendo los estándares de calidad en todo el proyecto.

#### 4.3.3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO

Se debe inspeccionar el área de trabajo y determinar los parámetros de configuración de cada equipo, de acuerdo a los requerimientos establecidos, localizar los vértices de amarre según el plan de trabajo y elaborar un diagrama de obstáculos para luego proceder a la captura de datos.

El levantamiento debe iniciar y finalizar en puntos de amarre con coordenadas referidas al sistema de referencia oficial para Colombia Magna Sirgas, época 2018.0 o la época oficial vigente, en proyección cartesiana origen Bogotá.

La georreferenciación de los puntos de amarre se debe realizar con métodos diferenciales (Estático, estático rápido), teniendo en cuenta la proximidad de los puntos de control y las estaciones base existentes.

La georreferenciación debe garantizar una precisión absoluta de la posición  $\leq 0.02$  m. Lo anterior garantiza el amarre acorde a las precisiones exigidas y requeridas para los diferentes proyectos del IDU.

Una vez materializada y georreferenciada la red de puntos de amarre, se procede a la densificación de acuerdo a la metodología IDU aprobada por la Interventoría.

Para realizar el posicionamiento por medio de GNSS se deben tener 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 debe estar nivelada y centrada sobre el punto, y debe verificarse antes y después de cada observación.
- La altura del centro de fase de la antena con respecto al mojón debe medirse, antes y después de cada sesión.
- **Tiempo mínimo de recolección de datos: El tiempo mínimo de rastreo para levantamientos estáticos debe calcularse mediante la fórmula: Tiempo= 25 minutos + 5 minutos por kilómetro de separación entre la base y el rover.**

- Duración de épocas a captar: ente 1 y 15 segundos máximo.
- Deben realizarse triangulaciones amarrando la pareja de vértices con las bases utilizadas (doble determinación), sean estas bases del IGAC (BOGA) u otras de rastreo permanente.
- Entre las parejas de puntos a georreferenciar con GNSS debe existir una distancia mínima de 100 metros y máxima de 700 metros. Para el caso de proyectos con urbanizadores se acepta una distancia mínima entre GNSS de 50 metros y máxima de 100 con aprobación de la Interventoría o la Supervisión.
- La distancia horizontal del tramo entre pares georreferenciados no debe superar los dos (2) Km lineales.
- Los datos deben pasar la 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 deben pasar los test que evalúan la calidad de cada punto con nivel de confianza mayor o igual al 95%.
- Se debe elaborar un diagrama de obstáculos para cada vértice posicionado.
- Si se emplea otro método diferencial para la captura de datos indicar el tipo de procedimiento.<sup>3</sup>

- ✓ *Posicionamiento GPS Diferencial de Fase*• Posición del receptor móvil B en relación con el receptor referencia A – Las coordenadas de la estación de referencia A son conocidas – Se recogen datos de 4 o más satélites en ambos receptores• Elimina el error de los satélites y los receptores• Minimiza los retardos atmosféricos• Precisión 5 mm + 1 ppm con Base línea o Vec código y fase tor GPS A B• Post-proceso ó Tiempo real, Estático o Cinemático.
- ✓ *Posicionamiento Diferencial de Fase Estático*• Método clásico para grandes distancias y el que ofrece mayor precisión: 5mm + 1ppm en la longitud de la base línea o vector GPS – Medida base línea a base línea con observaciones de una o más horas, cerrando figuras geométricas – El t de observación es proporcional a la longitud de la línea• Aplicaciones – Controles Geodésico en zonas amplias – Redes Nacionales o Continentales – Movimientos Tectónicos - Geodinámica – Ajustes de redes de la máxima precisión.
- ✓ *Posicionamiento Diferencial de Fase Estático Rápido*• Observación en periodos cortos de tiempo (minutos) sin exceder una cierta longitud máxima de base línea (20 km). • Utiliza unos algoritmos simplificados de resolución de la ambigüedad inicial. • Precisión 10mm +1ppm• Aplicaciones – Levantamientos de Control, Inventarios, GIS, levantamientos de detalle. Reemplaza a las poligonales y las pequeñas triangulaciones locales. – Ventajas: Rapidez, facilidad, eficiencia. – Ideal para pequeñas distancias.

*Para una mayor redundancia de observaciones se disminuyen los intervalos de medida que se usan normalmente en el estático (de 15, 20 o 30 segundos se pasara a 1 o 3 segundos). La ventaja del método: Es sencillo, rápido y preciso. No requiere mantener el contacto con los satélites entre estaciones y la precisión final está en 10 mm± 1 ppm, haciéndolo ideal para redes o levantamientos en pequeñas distancias. Se suelen distinguir dos modalidades a su vez dentro de este: a) Modo estático rápido ocupando sólo una estación. b) Modo estático rápido reocupando una segunda estación al cabo de más o menos una hora. Es en el modo*

---

<sup>3</sup> CURSO GPS EN GEODESIA Y CARTOGRAFÍA. (7: 2006: Cartagena de Indias). Memorias del VII Curso de GPS en Geodesia y Cartografía, Agencia Española de Cooperación Internacional AECID, (Cartagena de Indias del 5 al 16 de junio de 2006. [http://es.slideshare.net/rej\\_arevalo/mtodos-de-observacin-gps](http://es.slideshare.net/rej_arevalo/mtodos-de-observacin-gps)

*a) donde se requiere de técnicas rápidas de resolución de ambigüedades, como por ejemplo combinación de código y portadora en receptores de código P de doble frecuencia o métodos de búsqueda de ambigüedades con 6 o más satélites.*

Los datos deberán ir consignados en el formato de descripción de cada vértice

#### Post proceso de los datos y resultados

El post proceso tiene como base el método diferencial, en el cual se deben realizar las correcciones de los archivos generados por el equipo utilizado como rover, a partir del punto de referencia (base – estación permanente).

El Consultor entregará en el informe la descripción de todos los procesos técnicos realizados en campo y oficina; adjuntará la información base de origen del equipo, al igual que la información resultante de las transformaciones y ajustes requeridos por el anexo técnico.

Como sustento técnico del proceso, el informe deberá incluir como mínimo:

- Copia de matrícula o tarjeta profesional del personal que realiza la georreferenciación, expedida por el COPNIA o por el CPNT, según sea el caso, además de los certificados de vigencia y antecedentes disciplinarios.
- La ficha técnica de todos los equipos utilizados.
- 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: Épocas, observaciones, estaciones rover y posición satélites para las épocas de observación, estación central, análisis de vectores, gráfico de ajustes y vectores de la red, reporte de errores, deltas análisis de ajustes, precisión relativa de la red, número de satélites captados, cuadro resumen coordenadas planas cartesianas locales origen Bogotá y coordenadas geográficas, Datum Magna Sirgas elipsoide GRS80, vértices geo posicionados y vértice IGAC, cuadro con azimut magnéticos y azimut reales entre vértices geo posicionados; y análisis de resultados, incluyendo la metodología utilizada para minimizar el error o mejorar la determinación del cálculo del vector.
- Informe de cada punto con la precisión horizontal  $\leq 0.02$  m y vertical, tipo de antena utilizada, hora de inicio, hora de finalización, duración de la toma de datos, número de épocas, nivel de confianza no menor al 95%.
- Reportes que incluyan la identificación de cada punto georreferenciado, con sus respectivas coordenadas geocéntricas (X, Y, Z), elipsoidales referidas al elipsoide GRS80, (Latitud, Longitud y Altura elipsoidal), Planas cartesianas locales Bogotá (Norte, Este y Altura Ortométrica)
- Formatos de resumen de ocupación GNSS con diagrama de obstáculos (entregado por el área supervisora del IDU).
- Resumen de las coordenadas finales de los vértices y las precisiones alcanzadas para cada uno expresadas en centímetros.
- El consultor deberá cumplir con las normas SST pertinentes, con el fin de garantizar la seguridad del personal contratado para la ejecución del servicio.
- La Interventoría entregará al IDU un oficio y un informe aprobando los productos generados en cada fase.

#### 4.3.4 POLIGONAL DE AMARRE O MARCO DE REFERENCIA

Si se realiza poligonal, se debe utilizar el método de poligonal cerrada, el cual partiendo de un punto posicionado con GNSS se llega al mismo punto o a otro también posicionado con la misma tecnología y precisión; se deben realizar varias series angulares por cada armada con el objeto de establecer con la mayor precisión posible el valor de los ángulos verticales y horizontales.

La poligonal deberá realizarse en forma de anillos de tal manera que cada cierre no exceda 2 km longitudinales.

Los valores de distancia entre deltas de la poligonal deben ser tomados con equipo de medición electrónica, atrás y adelante, también de acuerdo con el número de series angulares, según lo establecido en la NTC-6271.

Los vértices de la poligonal se materializarán con puntilla sobre zonas duras, con 2 pares de referencias para el replanteo posterior, en sitios fácilmente accesibles y ubicables a distancia no superior a 15 metros y cumplir con la precisión angular y lineal.

En caso que el estudio topográfico se encuentre localizado en zona de desarrollo y no existan sardineles o andenes, los vértices de las poligonales deberán amojonarse en concreto y deben tener un buen anclaje y una buena ubicación, que garantice que el punto sea inamovible y de fácil ubicación.

Se utilizarán carteras convencionales tipo libreta o diseñadas en formato Excel que contendrán como datos mínimos:

- Nombre del proyecto
- Equipo utilizado (marca, modelo y número de serie)
- Nombre y firma del topógrafo con su número de tarjeta profesional.
- Fecha de las observaciones
- Estación ocupada
- Descripción de los vértices (estaciones) incluyendo nomenclatura urbana, Cl, Cr, Dg. Tv., etc.
- Punto visado
- Dirección de la línea (ángulos)
- Distancia horizontal o inclinada
- Altura instrumental de la estación
- Altura del prisma (toma de detalles)
- Observación de los detalles
- Dibujo aproximado del área levantada (sectores de complejidad elevada) que incluya la numeración de los detalles o puntos clave).

En caso de que se utilice cartera electrónica de campo, deberá presentarse en las memorias de cálculo el archivo crudo del estudio topográfico realizado, en el que aparecerá el informe de poligonales y detalles o niveles tomados en terreno. Estos archivos crudos se entregarán en el formato original (RW5, TRN, RAW, ASC, entre otros) y en documento texto.

**NOTA:** La presentación de carteras de topografía e informes, es de carácter OBLIGATORIO, ya que hacen parte de la documentación del proyecto, para posteriores consultas, revisiones y verificaciones técnicas.

Los datos deben ser almacenados, transferidos y procesados de manera automática para evitar inexactitudes cometidas en el traspaso manual de la información. La información del cálculo de la poligonal debe presentarse en formato Excel formulado, consignando los datos tomados en campo tales como coordenadas de partida, ángulo horizontal, ángulo vertical, distancia inclinada, distancia horizontal, azimut de partida, coordenadas calculadas para cada delta de la poligonal, errores de cierre angular y precisión obtenida.

En el caso de aprobarse el empleo de un marco de referencia para dar amarre a los puntos por parte de la interventoría y de las entidades reguladoras involucradas, se debe realizar la georreferenciación de los puntos de control horizontal y vertical del marco de referencia, utilizando antenas GNSS doble frecuencia por el método estático rápido, el cual consiste en hacer una ocupación simultánea entre la Base del proyecto y los puntos del marco de referencia a georreferenciar con tiempos entre 10 y 20 minutos dependiendo de la ventana de recepción satelital que se tenga con duración de épocas a captar entre 1 y 15 segundos máximo.

La delimitación para el proceso de densificación de la red estará enmarcada en las necesidades específicas del proyecto, definidas en el anexo técnico y se dejará constancia en el acta de visita inicial al proyecto.

### Precisión

Las especificaciones técnicas de precisión serán:

- Precisión en distancia  $\geq 1:25.000$ .
- El error angular permitido (**e**):

$$e = a \sqrt{n}$$

En donde **a** = precisión angular del equipo  
**n** = número de vértices de la poligonal

Sumatorias teóricas en poligonales de circuito:

$$\begin{aligned}\sum \text{ang. Internos} &= (n - 2) \times 180^\circ \\ \sum \text{ang. Externos} &= (n + 2) \times 180^\circ\end{aligned}$$

En donde **n** = número de lados o ángulos en el polígono

El error de cierre angular para una poligonal cerrada (circuito) es la diferencia entre la suma teórica de ángulos y la suma geométrica de los resultantes en campo.

Para poligonales punto a punto el error de cierre estará definido por la siguiente expresión:

$$Az1 + \sum_{\alpha=1}^n +(180 * n) - (360 * n) - Az2 = 0$$

Si se realiza con tecnología GNSS la precisión horizontal de los puntos debe mantener como mínimo el 95% de confianza y cumplir con lo mencionado en el numeral de Georreferenciación.

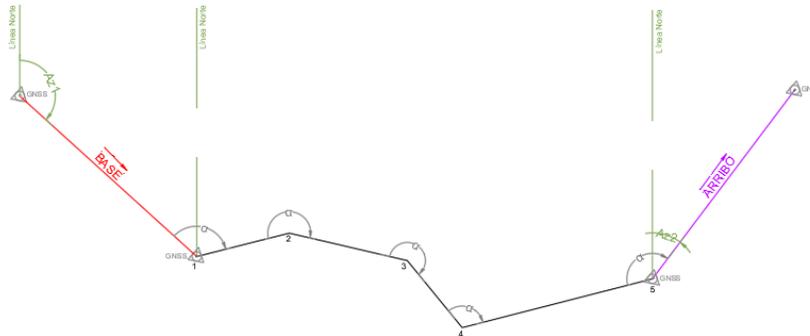


Imagen 1. Detalle poligonal abierta y cerrada analíticamente

### Productos a entregar

El Consultor entregará a la interventoría, como soporte técnico del proceso:

- La ficha técnica del equipo a emplear
- El certificado de calibración de cada equipo garantizando su veracidad.
- Archivos crudos provenientes directamente del equipo utilizado
- Informe con el reporte de metodología, coordenadas de vértices, longitud circuito, cada poligonal contará con los datos mínimos requeridos en el anexo técnico y cumplirá con la precisión exigida.
- Cálculos, error cierre y listado de detalles.
- Resumen de los datos obtenidos por cada subproducto y producto, mencionando coordenadas, alturas geométricas de los vértices y precisión obtenida.
- Si se realiza mediante GNSS, se deberán entregar adicional a los productos mencionados, los solicitados en el numeral de georreferenciación.
- La Interventoría entregará al IDU un oficio y un informe aprobando los productos generados en esta fase en el cual se evidencien sus procesos de verificación.

### 4.3.5 RED DE NIVELACIONES

El Datum vertical para referir todo tipo de mediciones de alturas sobre el nivel del mar es BUENAVENTURA, las nivelaciones deben estar ligadas a cotas geométricas desde vértices IGAC, verificando la fecha de actualización. En caso de no encontrarse un vértice BOGOTA, BGT o un NP a menos de 2 km del proyecto se podrá partir de un punto CD con cota geométrica bajo la aprobación de Interventoría, los circuitos de nivelación y contra nivelación geométrica son obligatorios, no tendrán longitudes superiores a 2 km lineales.

Se utilizarán carteras convencionales tipo libreta o diseñadas en formato Excel, las cuales servirán como control y contendrán como datos mínimos los siguientes:

- Nombre del proyecto
- Nombre y firma del topógrafo con su número de tarjeta profesional.
- Equipos utilizados (marca, modelo, número de serie – Ficha técnica)
- Fecha de las observaciones
- Estación ocupada (Referencias)
- Descripción de la ubicación del NP, BM o cambio que incluya la nomenclatura urbana
- Nomenclatura urbana, Cl, Kr, Dg. Tv., etc. del punto de armada del nivel
- Observación de los detalles.

Se debe utilizar el método de nivelación geométrica para nivelar la red de puntos de amarre posicionados con GNSS, los deltas de las poligonales o marco de referencia y los BM de referencia con el fin de tener puntos de control altimétrico para la toma de la topografía detallada. Es importante realizar contra nivelaciones sobre todos los cambios realizados para efectos de verificar y garantizar el cierre de la nivelación.

### **Precisión**

Por ser un levantamiento de precisión, todos los circuitos de nivelación deben ser cerrados con contra nivelación y el error máximo admisible en metros corresponde a  $\pm 0.008$  por kilómetro. Debe tenerse en cuenta la siguiente fórmula:

Error máximo en metros =  $\pm 0.008 \sqrt{D}$ ; donde D es la distancia en Km.

En caso de utilizar nivel electrónico se deben presentar los archivos crudos producto de la nivelación, los cuales deben incluir: marca, modelo, número de serie del equipo y las observaciones (lecturas) vista atrás, vistas al frente e intermedias.

### **Productos a entregar**

El Consultor entregará a la interventoría, como soporte técnico del proceso:

- La ficha técnica del equipo a emplear
- El certificado de calibración de cada equipo garantizando su veracidad.
- 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 y listado de detalles
- Resumen de los datos obtenidos por cada subproducto y producto, mencionando cotas geométricas de los vértices y error obtenido en cada circuito, expresado en centímetros
- La Interventoría entregará al IDU un oficio y un informe aprobando los productos generados en esta fase en el cual se evidencien sus procesos de verificación.

#### 4.3.6 SECCIONES TRANSVERSALES

Se debe lograr una nube de datos densa con la totalidad de los detalles y de puntos de terreno, que permitan al Consultor elaborar el TIN (Malla Irregular de Triángulos) o modelo digital de terreno, necesario para la extracción de las secciones características. Deben proporcionar la suficiente información para poder entregar secciones cada 5 m en tramos rectos y cada 2.5 m en curva y deberán cubrir como mínimo los siguientes detalles:

- Puntos de nivel sobre acceso a predio para diseño de espacio público (peatonales y vehiculares)
- Punto de nivel en el acceso a antejardín, si lo hay
- El borde del andén izquierdo - sobre el andén
- El borde la zona verde izquierda, si la hay
- El sardinel en el paramento contra la calzada parte alta sobre el sardinel, lado izquierdo
- El paramento del sardinel parte baja sobre la calzada, lado izquierdo
- El centro de la calzada (centro de luz)
- El paramento del sardinel parte baja sobre la calzada, lado derecho
- El sardinel en el paramento contra la calzada, parte alta sobre el sardinel, lado derecho.
- El borde de la zona verde derecha si la hay
- El borde del andén derecho - sobre el andén
- Punto de nivel en el acceso a antejardín, si lo hay
- Puntos de nivel sobre acceso a predios para diseño de espacio público.
- Todos los puntos del canal como: corona, pata del talud, berma, solera etc.

Para las vías de varias calzadas se repite lo que sea pertinente en todas las calzadas.

En los proyectos de espacio público se deberá determinar la calzada adyacente a los andenes a intervenir hasta el paramento, con el fin de establecer la sección de los proyectos viales (vías, intersecciones viales, puentes vehiculares y puentes peatonales) también los niveles de rasantes y gálibos existentes; de igual manera se deben tomar los detalles de antejardines (si los hay) dentro de la caracterización de la zona en estudio. En caso que el área a levantar corresponda únicamente al andén existente, es obligación del Consultor detallar a lo largo del tramo el sardinel y pata de sardinel a fin de determinar las diferencias de altura.

Los elementos como bordes de vía, sardinel, separadores, escaleras, canales, cunetas y elementos que representen cambios de nivel serán incluidos en su totalidad en el modelo como líneas de quiebre.

Con el objeto de adelantar adecuadamente los diseños de espacio público, es necesario detallar los niveles superior e inferior de los accesos a predios en el límite del paramento, incluyendo antejardines si los hay, respecto al nivel de la zona de andén.

En bocacalles se detallará para el proyecto el área que se requiera, con el fin de analizar las diferencias de nivel existentes entre el proyecto a diseñar y los existentes, y para analizar la conexión con las redes de servicios públicos, área concertada previamente con el Interventor para visto bueno del IDU.

#### 4.3.7 LEVANTAMIENTO DE DETALLES

Una vez se apruebe por parte de la Interventoría el posicionamiento GNSS, la poligonal o marco de referencia en sus componentes X, Y y la nivelación con cota geométrica, se procede con la toma de los detalles en el área de influencia, capturando la totalidad de los elementos, necesarios para el desarrollo de las fases del proyecto y de acuerdo al alcance de cada fase.

Desde la fase de recopilación y análisis de la información y hasta el primer mes (como máximo) de la fase de factibilidad, se hará levantamiento de detalles mediante **LIDAR** aerotransportado o la tecnología más adecuada para generar nube de puntos en 3 dimensiones, modelo digital de terreno, modelo digital de superficie y ortofotos que permitan analizar las diferentes alternativas y posibles obstáculos en el trazado del eje, pendientes, construcciones, árboles, ubicación de redes, entre otros, y entregar un producto de topografía con los datos básicos requeridos por todas las especialidades para el análisis de alternativas.

En la fase de estudios y diseños se realizará la **topografía de detalle** para la alternativa elegida, complementando la información obtenida mediante LIDAR con levantamiento de detalles por estación total y/o escáner terrestre y recorridos de terreno para identificar correctamente la totalidad de los detalles, hacer inspección y diligenciamiento de formatos de redes hidrosanitarias y secas, capturar la totalidad de datos prediales y de servicios públicos domiciliarios, y los demás requeridos por cada una de las especialidades para desarrollar el diseño definitivo.

El producto final de topografía de la fase de estudios y diseños deberá presentarse como máximo en el primer mes de esta fase, para garantizar los insumos de manera oportuna.

Se deberán presentar planos planta perfil (vectorial) con la topografía detallada de la alternativa seleccionada (incluye inspección de redes secas e hidrosanitarias), usando 3Dpoly, bloques suministrados por el IDU y además secciones transversales, nube de puntos 3D, curvas de nivel, ortofotos y modelos digitales de terreno y de superficie detallados y depurados, todo en formato final de entrega dwg de CIVIL 3D y los demás que se requieran para el correcto desarrollo del proyecto.

Se deberá garantizar para todos los detalles una precisión posicional dentro de 0.12 m para escala 1:500.

Se debe entregar el listado de detalles tomados por estación o delta y dejar referencias para replanteo.

Se deberá hacer una secuencia lógica de numeración de detalles del levantamiento en campo (redes secas e hidrosanitarias) y entregar diligenciados los formatos con inventario e inspección a la interventoría.

La totalidad de los elementos contenidos en el área de influencia del proyecto tendrán los componentes punto, número del punto, descriptor, bloque del punto (si requiere), componente espacial X, Y, Z, y estarán clasificados y nombrados de acuerdo a lo estipulado

en el archivo Simbología IDU en su versión vigente, que será entregado por el área supervisora del IDU, y su representación será de acuerdo al archivo \*.dwg "LayerFormatosIDU", los cuales se entregarán igualmente por el IDU como parte de la información base.

Es necesario manejar una codificación clara, que cuente con las descripciones correspondientes a cada detalle (tipo de línea, layer (capa o nivel), punto, tipo de bloque, color). El Consultor deberá suministrar al interventor y al IDU la tabla de codificación de los detalles en campo para visto bueno, de no contar con una codificación clara, deberá usar la codificación establecida por el Interventor.

Para redes secas se referenciarán los elementos encontrados en terreno por localización directa, se indicará una referencia básica de la estructura (p. ej. pozo, cámara, poste), se incluirá el número de referencia de la empresa de servicio público y el distrito si lo hay, tamaño de cajas, número de ductos y cotas. Esta información se presentará de acuerdo al formato entregado por el Interventor. Se deben tomar, entre otros, postes, pozos o cajas de teléfono, postes de alumbrado, postes de baja tensión, postes de media tensión, postes de alta tensión, torres de alta tensión, postes con transformadores eléctricos (capacidad en KVA), luminarias, pozos o cajas de cable-televisión, cajas o postes de vigilancia, medidores de gas, pozos o cajas de energía sencilla, doble o triple, ente otros.

Para redes hidrosanitarias se referenciarán los elementos encontrados en terreno por localización directa o por búsqueda previa en las bases de datos existentes (cuando en terreno no sea visible), incluyendo número de referencia de la empresa prestadora del servicio, cota rasante, cota clave, diámetro de tubería, material, dibujo de la dirección del flujo, pendiente y estado, siempre y cuando se pueda realizar la inspección con herramienta menor. Se indicará una referencia básica de la estructura (p. ej. Pozo Alcantarillado). Para el caso de cajas y/o pozos que estén cubiertos (p. ej. concreto, asfalto) y/o colmatados, se indicará una referencia en el dibujo (p. ej. colmatado, sellado). Esta información se presentará de acuerdo al formato vigente de la empresa prestadora del servicio público. Se levantarán, entre otros, medidores de agua, pozos o cajas de aguas lluvias, pozos o cajas de aguas servidas, pozos o cajas aguas industriales, hidrantes, válvulas y señales de gas (indicar número de referencia), válvulas de acueducto, válvulas de agua potable, sistemas de drenaje y canalización (canales y cunetas indicando dimensiones de las estructuras de encole y descole, cota clave, diámetro, luz), dimensiones del Box coulvert en formato de inspección, detalles de la estructura, determinando dimensiones, al igual en nacimientos de agua, aljibes, afectaciones hídricas, líneas de acometidas de acueducto, todos clasificados según el servicio prestado y la empresa a la que corresponde la red, entre otros.

En el caso de infraestructura vial y de espacio público, se debe determinar borde de vía, sardinel, sentidos viales, nomenclatura vial, andén, ciclo ruta, identificación de señales de tránsito (utilizando bloque específico según lo observado en terreno), paraderos, pompeyanos, corredor férreo, límites de protección y conservación vial (ejes ambientales y retrocesos viales), separadores, accesos vehiculares y peatonales, bermas, paramentos (No se incluyen detalles al interior de los predios salvo casos especiales), división predial, culatas, nomenclatura urbana oficial, toponimia si el predio tiene un uso diferente a residencial (p. ej. Colegio San Ignacio, Estación primera de bomberos, Hospital Lorencita Villegas, CAI Cedritos, Parque de las Flores), número de pisos, antejardines, arborización, bolardos, bancas, cambios de nivel, accesos a predios y garajes, teléfonos públicos de pedestal y pared, barandas, protectores de árbol, bebederos, poste de alumbrado público

histórico, torres de energía y servicios públicos además de otros elementos contenidos en la cartilla de equipamiento IDU y cualquier otro detalle que se requiera para representar de forma veraz la superficie.

En el caso de ríos, canales, caños, vallados u otros similares, se levantarán las secciones transversales necesarias y con todos los detalles que la representen fielmente (corona, pata, solera, berma, etc.), encole y descole de estructuras, gálibos y luz de estructuras con los correspondientes, diámetros de tubería y estado, acompañados por los formatos de inspección.

En cimentaciones de puentes se deben levantar todos los puntos necesarios que permitan modelar en tres dimensiones la estructura existente (dado, viga, zapata, gálibos, entre otros) y todos los datos que componen la geometría en la parte superior del puente, al igual que los elementos geométricos en el área inferior, dilataciones, pedestales con su anclaje si están expuestos, dados, las vigas de amarre, zapatas existentes y también gálibos, estructuras de soporte con cualquier elemento que se encuentre en los bajos de los puentes que represente importancia para el estudio.

Se debe registrar la descripción, la dirección y la ubicación del delta desde el cual se están levantando los detalles y relacionar el consecutivo de detalles radiados desde cada estación.

Considerando que no todos los proyectos de espacio público intervendrán las calzadas vehiculares adyacentes, el levantamiento topográfico sobre andenes debe permitir identificar el perfil completo del mismo y los sardineles existentes. Por lo anterior, dentro de los detalles a levantar en terreno se incluirá el: a) sardinel parte alta, y, b) sardinel parte baja sobre la calzada, lado izquierdo y/o derecho.

Para el caso de estabilización de taludes, adicional a lo descrito en los párrafos anteriores, debe tenerse en cuenta:

- Se materializarán en el terreno mínimo 3 mojones intervisibles, en sitios con suficiente estabilidad y permanencia, claramente identificados.
- El levantamiento topográfico debe incluir la localización de los sitios de exploración geotécnica, las estaciones de levantamiento geológico, las estaciones de levantamiento de discontinuidades y en general los sitios donde se realicen inspecciones técnicas de interés para el estudio.
- El levantamiento debe delimitar de forma precisa los sitios con escarpes, derrumbes, filos y pies, taludes y estructuras afectadas. El Interventor establecerá la cantidad mínima de puntos por unidad de área y quedará consignado en el acta de entrega de obra Interventor - IDU – Consultor.
- Cuando se haga la visita a terreno inicial para identificar y localizar las zonas de estudio, será responsabilidad y obligación del consultor llevar un navegador para grabar las coordenadas de los vértices del polígono y así poderlos identificar fácilmente en las visitas posteriores.

Una vez definido por la Consultoría el trazado, y donde se plantee afectación predial parcial o total, la topografía deberá entregar el levantamiento del perímetro completo de las manzanas que sean tocadas por la línea de afectación, detallando como mínimo paramentos, divisiones prediales, nomenclatura y número de pisos.

**No se trabajará por ningún motivo con datos diferentes a los crudos capturados en campo.**

#### **4.3.8 CARTERAS DE TOPOGRAFÍA**

El estudio topográfico debe llevarse con claridad en las carteras de topografía, bien sean manuales (tradicionales o en Excel) o carteras electrónicas de campo y deben contener como mínimo según sea el caso y la tecnología:

- Nombre del proyecto
- Equipo utilizado (marca, modelo y número de serie – Ficha técnica)
- Nombre y firma del topógrafo con su número de tarjeta profesional.
- Fecha de las observaciones
- Estación ocupada
- Descripción de los vértices (estaciones) incluyendo nomenclatura urbana, Cl, Cr, Dg, Tv., etc.
- Punto visado
- Dirección de la línea (ángulos)
- Distancia horizontal o inclinada
- Altura instrumental de la estación
- Altura del prisma (toma de detalles)
- Observación de los detalles
- Dibujo aproximado del área levantada (sectores de complejidad elevada) que incluya la numeración de los detalles o puntos clave).

Deberá presentarse en las memorias de cálculo el archivo crudo del estudio topográfico realizado, en el que aparecerá el informe de poligonales y detalles o niveles tomados en terreno. Estos archivos crudos se entregarán en el formato original (.LAS, RW5, TRN, RAW, ASC, entre otros) y en documento texto, se debe especificar el programa de origen.

*La presentación de carteras de topografía e informes, es de carácter **OBLIGATORIO**, ya que hacen parte de la documentación del proyecto, para posteriores consultas, revisiones y verificaciones técnicas.*

*En todos los casos, el IDU podrá realizar visitas al sitio objeto de estudio topográfico con el fin de revisar y verificar equipos, personal, carteras de campo, vértices materializados, deltas, elementos de seguridad industrial y demás elementos que componen el estudio. Igualmente, podrá realizar visitas a la oficina del consultor o interventor para verificar el manejo de la información cruda y los procesos de cálculo, ajustes y dibujo, entre otros.*

#### **4.3.9 TÉCNICAS DE LA CAPTURA DE DETALLES**

Dependiendo del tipo de detalles a levantar y tecnología que se utilice, a continuación, se relacionan las características técnicas, que se deben tener en cuenta para la localización de los detalles:

Tabla 1 Levantamiento de detalles y auxiliares

**REDES Y SERVICIOS**

Ítem	Dirección (punto)	N° Puntos	Observaciones
Pozo de Alcantarillado	Centro	1	
Válvulas de Acueducto o Gas	Centro	1	Especificar (Punto fijo)
Hidrantes	Eje	1	
Semáforos	Eje	1	Especificar si es de ménsula o de pedestal)
Cámara de Teléfono	Centro	1	
Caja Doble de Energía	Esquinas	4	Especificar punto fijo
Caja Sencilla y/o Caja de paso de Energía	Esquinas	4	Especificar punto fijo
Sumideros de rejilla	Esquinas	4	Especificar la tapa de la caja o pozo de inspección
Sumideros laterales	Esquinas	4	Especificar la tapa de la caja o pozo de inspección
Sumidero transversal	Esquinas	4	Especificar material
Tuberías de paso			Si tiene base en concreto levantar detalladamente
Armario Teléfono	Esquinas	4	
Cabina Teléfono	Centro	1	Especificar si es sencilla o doble, de pedestal o pared
Energía	Borde	1	Especificar punto fijo
Teléfonos	Borde	1	Especificar punto fijo
Alta Tensión	Borde, catenarias	1	Especificar punto fijo
Torres de Alta Tensión	Esquinas, catenarias	4	Si tiene base en concreto levantar detalladamente
Alta Tensión con base en concreto	Esquinas Base, catenarias	4	Especificar
Alumbrado	Borde	1	Especificar número de luminarias.
Retenidas	Centro	1	Poste de Apoyo, Poste sin uso, luminaria privada
En las zonas localizadas para estructuras de puentes peatonales, se debe establecer en el levantamiento la catenaria de los cables respectivos			

CONSTRUCCIONES Y DETALLES AUXILIARES			
Ítem	Dirección (ángulo)	No. Puntos	Observaciones
Sardinell	Punto	Todos	Todos los puntos, quiebres, direcciones, curvas.
Curvas en Sardinell	Punto	1 = P.C.	Punto Inicio Curva

CONSTRUCCIONES Y DETALLES AUXILIARES			
Ítem	Dirección (ángulo)	No. Puntos	Observaciones
	Punto	1 = P.C.C.	Punto Común Curva
	Punto	1 = P.T.	Punto Termina Curva
Paramentos	Punto	Todos	Todos los puntos, quiebres, direcciones, curvas.
Antejardines	Punto	Todos	Permitir identificar la delimitación y el área
Accesos peatonales y vehiculares	Punto	Todos	Indicar si es peatonal o vehicular (separar codificación)
Curvas en Paramento	Punto	1 = P.C.	Punto Inicio Curva
	Punto	1 = P.C.C.	Punto Común Curva
	Punto	1 = P.T.	Punto Termina Curva
Cercas	Punto	Todos	Determinar quiebres, esquinas. Especificar, de alambre, en malla, en cerramiento de aluminio
Curvas en Cerca	Punto	1 = P.C.	Punto Inicio Curva
	Punto	1 = P.C.C.	Punto Común Curva
	Punto	1 = P.T.	Punto Termina Curva
Árboles	Centro	1	Tomar Diámetro basal
Estructuras de Puentes Peatonal y Vehiculares	Esquinas	Todos	Todos los puntos (*), y gálibos (estructuras bajas y altas).
Canales	Esquinas	Todos	Todos los puntos de la sección transversal (*), nivel de agua, tuberías tributarias, Gálibos, Box y demás elementos característicos.
Mobiliario Urbano	Punto	Todos	Todos los detalles
Tanques	Esquina	Todos	Especificar, Acueducto, estaciones de servicio.
Señalización vertical	Punto	Todos	Todos los detalles incluyendo su designación según el Manual sobre Dispositivos para el Control del Tráfico en Calles y Carreteras (Resolución 1050 de 2004 o la que la remplace)
Construcciones	Punto	Todos	Esquinas, quiebres, direcciones y demás que determinen su condición como construcción
Quebrada	Punto	Todos	Todos los puntos de la sección transversal y tributarios

CONSTRUCCIONES Y DETALLES AUXILIARES			
Ítem	Dirección (ángulo)	No. Puntos	Observaciones
Banca	Punto	Todos	Todos los puntos.
Contenedor Raíces	Esquinas	4	Puntos de todas las esquinas

(\*) En el caso de puentes, canales y construcciones vecinas, se debe tener en cuenta:

- Se deberá levantar la sección transversal de la sección hidráulica del pontón existente sobre el canal a distancias de 5 metros incluyendo los extremos de la base del pontón, jarillones, bermas y demás componentes de las zonas de ronda y preservación ambiental.
- Construcciones vecinas: Se deben levantar todos los puntos relacionados con la construcción, como esquinas, quiebres, direcciones de las mismas y demás detalles que clarifiquen su condición como construcción, incluyendo la línea de proyección de la cubierta de techo en zonas de uso público y demarcando los accesos a parqueaderos, además de estructuras a nivel de piso que ameriten su levantamiento.
- Se deberán tomar todos gálibos y catenarias en el área del proyecto.

#### 4.3.10 OTRAS TECNOLOGÍAS (LIDAR)

El contratista para el desarrollo del proyecto deberá hacer uso de la tecnología LIDAR y se regulará de acuerdo con las normas vigentes para el Distrito y la Nación.

*Nota: Independiente de la tecnología que se emplee para la realización del estudio topográfico, el plano planta perfil final, el modelo digital de terreno y demás entregables deberán cumplir con los requisitos de precisión exigidos en la presente guía para los vértices GNSS, poligonal o marco de referencia, nivelación, detalles y otros subproductos.*

LIDAR es una técnica de percepción remota que utiliza la luz de láser para obtener una muestra densa de la superficie de la tierra produciendo mediciones exactas de x,y y z, generando datasets de nube de puntos masivos que se pueden administrar, visualizar, analizar y compartir posteriormente. Debe realizarse desde un avión afiliado a una empresa de trabajos aéreos especiales y con los permisos requeridos para este tipo de trabajos en el país.

Todos los permisos y trámites necesarios para la realización de los vuelos son responsabilidad del consultor, quien hará entrega los siguientes documentos a la Dirección Técnica de Proyectos:

- Permisos y autorizaciones estipulados (as) en la Circular Reglamentaria N° 002 de la Aeronáutica Civil de Colombia de septiembre de 2015, para efectuar la operación RPAS.

- Certificado de aprobación del curso de Piloto Comercial de Aeronaves Tripuladas Remotamente, para el operador del dron.
- Copia de póliza de seguro o caución para responder por eventuales daños a terceros, conforme a lo establecido en los artículos 1827, 1835, 1842 y 1900 del Decreto 410 de 1971 (Código de Comercio).

El contratista deberá hacer entrega al interventor de:

- Certificado vigente y parámetros de calibración de la Cámara.
- Parámetros para el vuelo: Recubrimiento longitudinal, Recubrimiento lateral, Altura de vuelo, Cámara.
- Datos de la Cámara: Número de imágenes, Posiciones, Altura de vuelo, Puntos de paso, Resolución espacial (cm/pixel), Error de proyección (pixel), Área cubierta.
- Información técnica de la cámara utilizada.
- Previo a la ejecución del vuelo, el consultor hará entrega a la interventoría de la estructuración del plan de vuelo, de tal manera que ésta efectúe las observaciones y aprobación del mismo.

El plan de vuelo definido, deberá garantizar el cubrimiento del área del proyecto, y contar con las líneas vuelo necesarias para una adecuada toma de fotografías, aplicación de correcciones y productos entregables.

Las líneas de vuelo, deberán ser continuas y sin interrupciones, con el fin de capturar completamente el sitio de estudio, lo cual permitirá la existencia de redundancia de información indispensable para realizar el ajuste entre sí de las pasadas de vuelo.

La ejecución de la fase de vuelo estará sujeta a la aprobación de la interventoría y a los permisos de las entidades reguladora.

Las imágenes obtenidas, deberán brindar una cobertura estereoscópica completa sobre el área de estudio, por lo que los recubrimientos fotogramétricos, deberán garantizar un traslape longitudinal mínimo del 60% de un fotograma al siguiente de la misma faja y transversal mínimo del 30% de una faja sobre la vecina lateral.

Adicional a esto, tener en cuenta que las imágenes aéreas serán aceptadas siempre y cuando el porcentaje de sombras o nubes sea inferior al 10%.

Para la toma de información, se requiere que al menos un 95% de las celdas de 1m<sup>2</sup> en tierra, contengan mínimo un (1) punto LIDAR, lo cual garantizará una distribución espacial de carácter uniforme.

La fase de vuelo finaliza siempre y cuando se haya asegurado una correcta consecución de la toma de datos, donde la presencia de errores (ruido o gaps de datos, cobertura total de imágenes, en caso de LIDAR densidad de punto) estén entre los mínimos establecidos.

El vuelo contará con una red de puntos de apoyo, distribuida de forma equidistante, fácilmente identificable y localizada al interior del polígono del área de estudio, con el fin de no tener inconvenientes en el proceso de Aero triangulación.

La georreferenciación de los vértices de la red de apoyo, se realizará formando vectores o polígonos y deberá operar de manera simultánea, por tanto, se requiere tener en cuenta una estación permanente o de rastreo continuo.

Los requerimientos y especificaciones técnicas mínimas que se deben cumplir al momento de realizar el levantamiento por medio de GNSS, la materialización, georreferenciación y nivelación serán los descritos en los numerales anteriores.

El pos-proceso los datos de navegación y medición GPS, deberán ser procesados empleando las efemérides precisas, época vigente, las coordenadas actualizadas de la estación permanente (última publicación), y cálculo de velocidades.

La resolución espacial de cada fotografía aérea obtenida, deberá ser la correspondiente a un  $GSD \leq 4$ .

Se deben definir las líneas de quiebre y tener en cuenta que las curvas de nivel deben ser suavizadas, continuas y no deberán cruzarse.

Los archivos finales: Modelo Digital de Terreno – MDT, Modelo Digital de Superficie - MDS (en formato Raster), TIN, ASCII, curvas de nivel (generadas a partir del MDT y entregadas en formato DWG), Ortofotos u Ortofotomosaicos, deberán estar proyectados al sistema de referencia MAGNA- SIRGAS origen Bogotá. Se deberá una nube de puntos, en formato dwg de civil 3d y .LAS. los cuales serán totalmente compatibles con la metodología BIM.

## 5. PRODUCTOS A ENTREGAR

A continuación, se describen los aspectos generales a tener en cuenta para la entrega de los productos por parte del Consultor, según lo establecido en el presente documento.

Es responsabilidad del Consultor presentar toda la documentación que soporte las actividades realizadas dentro de los tiempos requeridos, en el marco de lo exigido contractualmente, dentro de los lineamientos técnicos inherentes para el adecuado y normal desarrollo de los estudios, de tal forma que se garantice cumplir con los objetivos de las labores contratadas dentro de los tiempos establecidos en el cronograma.

Será responsabilidad de la Interventoría el seguimiento de las actividades y tiempos.

**Nota:** Las fases tienen fechas límites establecidas y dentro de ese periodo se deben surtir las obligaciones de resultado correspondientes, sin embargo, se aclara que el inicio de cada hito o hito de pago o fase se debe dar con la anticipación necesaria, así las cosas, se pueden iniciar en fases anteriores para cumplir con las fechas de hitos establecidas y obtener todos los resultados, máximo dentro del tiempo límite de la fase a ejecutar. Por lo anterior, en la programación del cronograma del consultor debe incluir y considerar de manera obligatoria estos aspectos.

## 5.1 FASE DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Previo al inicio de la recolección de información primaria en campo se debe presentar el cronograma con la ruta crítica y la metodología a desarrollar con la aprobación de la interventoría para visto bueno del IDU. Estas actividades no son excluyentes a la revisión de información recopilada y deben consignarse en el informe mensual del cierre de la fase de recolección y análisis de la información, plasmando el resultado de la fase y el avance de la recolección de información topográfica primaria

El Consultor debe realizar de manera prioritaria el análisis de la información existente en las diferentes entidades públicas y privadas que se relacionen con el alcance del proyecto y dará inicio a los trabajos topográficos de captura de datos de campo según ruta crítica del proyecto.

Dentro de la información a consultar está:

- Información generada entre la Secretaría Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá: SDM - ETMVA 1463 de 2009 y SDM - ETMVA 20121531 de 2012
- Contratos que contengan Estudios Topográficos desarrollados en la zona de influencia.
- Planos con diseños, planos urbanísticos en la zona de influencia, planos topográficos o planos record de construcción.
- Información de redes de acueducto y alcantarillado existente (redes menores y redes matrices) y planos record de obra construida en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).
- Información de cuerpos de agua regulados por las entidades correspondientes, (C.A.R, Secretaria Distrital del Medio Ambiente, EAAB)
- Consulta de planos de las redes de energía existentes de baja, media y alta tensión, así como redes telefónicas y de gas natural construido y/o proyectado dentro de la zona de desarrollo del proyecto ante las Entidades correspondientes.

Luego de consultar los datos disponibles, el Consultor deberá realizar el informe de recopilación y análisis de información, que deberá contener como mínimo lo siguiente:

- Análisis de información recibida o investigada para el desarrollo de los estudios topográficos, determinando la validez y pertinencia de su empleo en el proyecto, las precisiones y productos existentes.
- Describir las razones técnicas que soporten la respuesta sobre el aval o no de los productos encontrados, presentando las conclusiones, ruta crítica y recomendaciones correspondientes.
- Recomendación explícita del Consultor para cumplir con los tiempos y ruta crítica del estudio topográfico en las condiciones actuales y relación del polígono con las áreas faltantes, a las que le van a realizar el estudio topográfico.
- Registro sobre las condiciones actuales encontradas en la zona del proyecto, detallando especialmente lo concerniente a redes, predios, urbanismo, tránsito, seguridad, factores sociales u otras que puedan afectar el desarrollo del estudio topográfico.

El informe de recopilación y análisis deberá ser aprobado por la Interventoría, quien deberá a su vez verificar y emitir un concepto de favorabilidad o no de las conclusiones del mismo.

Los productos recopilados y la topografía a realizar para complementar la existente (en caso de existir) o la nueva topografía, tendrán como base **únicamente información primaria tomada directamente en campo y cumplirá con todos los estándares de precisión exigidos por el IDU**, especificados en el presente capítulo, la Guía de entrega de productos en formato digital (relacionado a layer, rótulos e informes) y demás documentos contractuales.

Durante la fase de recopilación y análisis de información, se definirán las áreas que serán objeto de estudio topográfico o complementación, y se garantizará que la información sea suficiente para el diseño de detalle de todos los componentes técnicos del proyecto, actividades a desarrollar de acuerdo con el cronograma establecido y aprobado por la interventoría, para así iniciar inmediatamente la ejecución del estudio topográfico con tecnología LIDAR y cumplir con los tiempos de entrega del producto final.

Se podrán realizar entregas parciales de tramos completamente terminados, sin embargo, dado que el estudio topográfico es la base de otros componentes que deberán también surtir la fase de factibilidad, la entrega final de los productos requeridos deberá realizarse antes de finalizar el primer mes (como máximo) de la fase de factibilidad, con el fin de garantizar insumos oportunos. Así las cosas, el Consultor deberá planear las actividades junto con la Interventoría de tal forma que se obtenga el estudio topográfico al segundo mes de iniciado el contrato.

## 5.2 FASE DE FACTIBILIDAD

Finalizada la fase de Recopilación y Análisis de Información, la cual debe surtir de manera rápida y juiciosa por parte del Consultor, el producto de topografía debe estar casi concluido, para que máximo en el primer mes de la fase de factibilidad se disponga de información primaria inicial para analizar las alternativas del proyecto y las características, así como elementos prediales, de infraestructura vial y espacio público o de redes que se requieran para su desarrollo.

Entre los productos a entregar para esta fase se encuentran: ortofotos, nube de puntos 3D, Modelos Digitales de Terreno y de Superficie de cada una de las alternativas, todos estos provenientes de LIDAR. Adicionalmente, deberá entregarse un archivo DWG con el dibujo básico en 3D poly de los borde vías, paramentos, andenes y redes, de las áreas que se requieran para el análisis de alternativas y el prediseño.

Se deberá presentar un informe de actividades con la misma estructura del Informe de Entrega del Estudio Topográfico, previamente aprobado por la interventoría, de acuerdo con el cronograma de entrega del levantamiento.

## 5.3 FASE DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

Luego de cumplida la fase de factibilidad y con la alternativa escogida, se procede a profundizar, detallar y complementar con topografía convencional el estudio de topografía realizado mediante LIDAR, incluyendo la inspección de redes secas e hidrosanitarias y

diligenciamiento de formatos de las empresas reguladoras, cumpliendo lo solicitado en cuanto a entregables, precisiones y tiempos, entre otros

Se deberán presentar planos planta perfil con el dibujo de la totalidad de los elementos de la alternativa seleccionada (incluyendo inspección de redes secas e hidrosanitarias) en formato dwg de CIVIL 3D, clasificado por layer y con los bloques adecuados, usando 3D poly, y además de secciones transversales, nube de puntos 3D, curvas de nivel, entre otros, ortofotos y modelos digitales de terreno y de superficie detallados y depurados, para que **máximo en el primer mes** de la fase de estudios y diseños se disponga de información primaria completamente detallada para continuar la fase de diseños detallados por parte de las otras especialidades o componentes del proyecto.

Se deberá presentar un informe de actividades con la misma estructura del Informe de Entrega del Estudio Topográfico, previamente aprobado por la interventoría, de acuerdo con el cronograma de entrega del levantamiento.

#### 5.4 ESPECÍFICOS LIDAR

Teniendo la nube de puntos, el MDT, el Ortofotomosaico como insumo, se procede a la vectorización de los elementos identificables para construir los planos entregables, los cuales deben cumplir con la precisión exigida para cada uno de los productos finales.

El contratista o tercero realizará el reporte de calidad del proceso para los datos obtenidos por LIDAR (Quality Report), el cual deberá incluir como mínimo los siguientes aspectos:

##### Resumen

- Proyección
- Fecha y hora del levantamiento
- Tamaño del pixel (GSD)
- Área cubierta
- Planes de vuelo programados y ejecutados
- Duración del vuelo

##### Control de calidad

- Detalles del ajuste del bloque de imágenes.
- Parámetros internos de la cámara, para la correlación.
- Tabla de puntos de paso generados automáticamente (Tie Points), en el cual se indique el número de puntos generados por imagen, y el número de puntos con correspondencia mínimo en dos imágenes.
- Tabla de puntos de paso obtenidos manualmente, donde se indique el RMSE obtenido por la correlación de imágenes.
- Ilustraciones: Distribución de puntos de paso, Número de imágenes superpuestas para cada píxel del Ortofotomosaico, y Triangulación de la superficie

##### Detalles de Georreferenciación

- Tabla de puntos de control en tierra, con los errores RMSE<sub>x,y,z</sub> obtenidos en el proceso de georreferenciación y la relación del número de imágenes en las que se ha obtenido automáticamente y manualmente cada punto.
- Varianza absoluta de la georreferenciación: Incluir el Error<sub>min</sub> y Error<sub>max</sub> de cada punto de control, con respecto a los intervalos de error predefinidos.
- Mostrar el porcentaje de error en x, y, z, de la georreferenciación de las imágenes, obtenido a partir de la diferencia entre la imagen inicial y las posiciones calculadas.
- Calcular en x,y,z los valores de media, desviación estándar y RMSE.
- Además de indicar el número de imágenes que han sido catalogadas como inexactas en el proceso de georreferenciación.
- Varianza relativa de la georreferenciación: Incluir el error relativo de la georreferenciación Rx, Ry, Rz, el cálculo de la media y la desviación estándar.
- Características generales del procesamiento, corresponde a un cuadro resumen donde se incluye el modelo de la cámara, los parámetros de calibración de la cámara, el sistema de coordenadas de la imagen, de los puntos de control y de salida.
- Ilustraciones: Ubicación de los puntos de control en las imágenes homólogas.

#### Nube de puntos para el Modelo Digital de Terreno

- Escala de la imagen
- Densidad de puntos:
- Número de puntos mínimos para realizar la correlación.
- Generación de malla o cuadrícula para el modelo
- Tamaño y espaciamiento de la grilla utilizada para el DSM.

#### DSM, Ortofotomosaico y Detalles

- Resolución del Modelo Digital de Terreno y Ortofoto (GSD, cm/pixel)
- Filtros realizados: ruido y suavizado de superficies.
- Índice de calibración radiométrica, para visualizar si la calibración radiométrica se ha utilizado.
- Método utilizado para generar el MDS.
- Intervalo de curvas de nivel generadas.

Adicionalmente, hacer entrega de:

- Archivo de texto en extensión \*.CSV, donde se muestren todas las características de la línea de vuelo ejecutada.
- Reporte de ajuste de los puntos de control en el proceso fotogramétrico.
- Archivos de modelos de ajuste y triangulación.
- Ortofotomosaico a color en formato ECW o GEOTIFF, organizadas en la secuencia dentro de la línea de vuelo.
- Permisos y autorizaciones de las entidades reguladoras
- Permisos de vuelo de diferentes proyectos realizados en los dos últimos años emitidos por la Fuerza Aérea Colombiana y la Aeronáutica Civil de Colombia, incluyendo el nombre del piloto y la matrícula de la aeronave para trabajos de Aerofotografía.
- Copia de la especificación de operación en la modalidad de aerofotografía.
- Certificado de Aeronavegabilidad Especial vigente, emitido por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil donde aparezca la matrícula de la aeronave para realizar los sobrevuelos.

- Las labores de instalación de los equipos necesarios para la captura fotográfica y de los datos LIDAR, en la ventanilla de fuselaje inferior, deben estar debidamente legalizada mediante una orden de ingeniería aprobada por la Aeronáutica Civil o un STC.
- Archivo digital con las curvas de nivel sobre toda el área de interés, líneas de quiebre, en formato .dwg.
- Archivo en formato digital con la totalidad de los elementos correspondientes al estudio topográfico de campo de acuerdo con las especificaciones del presente capítulo. .

La información proveniente del sensor aéreo debe ser homogénea y garantizar la precisión mínima exigida para el estudio topográfico, sin importar las diferentes metodologías para la captura de información.

*Nota: Todos los permisos, trámites y gastos, necesarios para la realización de los vuelos serán responsabilidad del consultor, la verificación de los permisos será responsabilidad de la interventoría.*

## 5.5 INFORME DE ENTREGA DE ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El consultor deberá presentar un informe de actividades con la misma estructura del Informe de Entrega del Estudio Topográfico, previamente aprobado por la interventoría, de acuerdo con el cronograma de entrega del levantamiento, en el cual consignará todas las actividades desarrolladas, entregará los productos resultantes y el estado del cronograma.

La entrega del estudio topográfico para la fase de factibilidad debe efectuarse antes de finalizar el primer mes de esa fase (como máximo), sabiendo que deben iniciar con la captura de información desde la fase de recopilación y análisis de información.

La entrega del estudio topográfico final para la fase de estudios y diseños debe efectuarse antes de finalizar el primer mes de esa fase (como máximo), lo anterior al considerar que es posible iniciar con los estudios de topografía de detalle en el momento preciso que se defina la mejor alternativa.

Los informes de entrega del estudio topográfico (parciales y final) presentado por el Consultor será revisado y aprobado por el Interventor. Dicho informe debe contener como mínimo la siguiente estructura:

- Introducción
- Objetivos
- Descripción y alcance del estudio topográfico
- Equipos y accesorios utilizados
- Personal involucrado en el estudio topográfico (Nombre y matrícula profesional vigente)
- Análisis de información recibida o investigada para el desarrollo del contrato.
- Metodología empleada (campo y oficina)
- Sitios especiales en la zona de levantamiento
- 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, coordenadas finales obtenidas, precisión de cada punto expresada en cm
- Tipo de poligonal, longitud, coordenadas finales de los vértices de amarre, 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 deltas del proyecto, errores obtenidos
- Número de puntos radiados, precisión de los puntos
- Conclusiones y recomendaciones a tener en cuenta en la siguiente fase

### 5.5.1 ANEXOS

- Archivos RINEX, con información de las bases y de los vértices posicionados
- Formato descripción puntos GNSS y carteras de campo
- Cálculos, reporte de post proceso, ajuste de coordenadas y resultados
- Especificaciones técnicas de los equipos utilizados
- Certificados de calibración de los equipos utilizados (máximo 6 meses de expedida)
- Datos crudos estación (poligonal y detalles)
- Cálculos, ajuste de Poligonales de amarre o marco de referencia, error cierre, levantamiento de detalles – listado de códigos de la estación, listado de detalles con coordenadas y alturas, Relación de deltas y puntos radiados. Todo en formato Excel estandarizado y formulado.
- Cálculos, ajuste de nivelación y contra nivelación, error de cierre, copia carteras de campo. En formato en Excel estandarizado y formulado
- Reporte IGAC de los vértices utilizados.
- Tarjeta profesional y certificado de vigencia
- Registro Fotográfico:
- El Consultor debe llevar un registro fotográfico cronológico de todas las actividades desarrolladas durante la ejecución del estudio topográfico (Fotografía de improntas, amojonamiento, georreferenciación, poligonal, nivelación, toma de datos en campo, inspección de pozos, entre otros).
- Plan de Vuelo, tipo de aeronave, características IMU, entre otros
- Fotogramas
- Cualquier otro soporte o producto derivado de la captura de detalles mediante LIDAR, estación total, cualquier otro método de acuerdo a los entregables solicitados para cada fase.

### 5.5.2 PLANOS TOPOGRÁFICOS

El plano topográfico del proyecto debe contener la representación de todos los objetos del polígono de estudio en coordenadas X, Y, con alturas derivadas de la nivelación geométrica de control, a la escala y separación de curvas de nivel aprobadas por la interventoría, clasificados en layer (capas o niveles) independientes, con los bloques y convenciones establecidas por las empresas o entidades competentes, usando el comando 3Dpoly en las líneas continuas tales como andén, borde vía, ejes, paramentos, datos básicos de redes secas e hidrosanitarias y demás, debidamente georreferenciados y con las alturas correspondientes, las curvas de nivel procesadas con la información tomada directamente del terreno, nube de puntos 3D, al igual que el modelo TIN, modelo digital de terreno y de superficie, perfiles, secciones, con la precisión requerida además de las características

especificadas en este documento, todo presentado en formato digital dwg CIVIL3D, utilizando los bloques base entregados por el área supervisora del IDU.

Las salidas gráficas en formato digital deben contar con: planos planta perfil, modelos digitales (TIN, MDT, MDS y ortofotos, curvas de nivel (según requerimientos consignados en el anexo técnico), nubes de puntos 3D (tipo punto) y firmas digitales (responsabilidad de la consultoría e interventoría). Los productos serán presentados en formato digital, y se entregarán de acuerdo a lo establecido en la Guía entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente, y lo especificado en los capítulos del presente documento.

Para la fase de factibilidad se deberá presentar como mínimo planos con Nube de puntos 3D, Modelos Digitales de Terreno y de Superficie, y ortofotos de todas las alternativas (información proveniente de LIDAR), y cualquier otro que se requiera para el correcto desarrollo de la fase.

Para la fase de Estudios y Diseños se deberá presentar la topografía de detalle en planos planta perfil (vectoriales), nubes de puntos en 3D, planos de curvas de nivel, planos de secciones, planos de redes hidrosanitarias y secas con la totalidad de información requerida en el presente anexo, proveniente de la inspección de redes, ortofotos, modelos digitales de terreno y de Superficie detallados y depurados de la alternativa seleccionada con el máximo nivel de detalle, y demás productos o entregables requeridos por los componentes para la correcta ejecución del objeto del contrato, en formato final de entrega dwg de CIVIL3D, usando 3D poly y los bloques suministrados por el Instituto.

### 5.5.3 ESQUEMAS EN DWG Y PDF:

- a. Esquema de área del levantamiento
  - b. Esquema GNSS
  - c. Esquema poligonal o marco de referencia
  - d. Esquema de la nivelación
  - e. Esquema plano resultante
- Ortofotos que cubran el área de estudio del proyecto
  - Formatos de inspección de redes secas, redes hidrosanitarias (Adjuntar planos de verificación en terreno)
  - Formato de metadatos
  - Pruebas de verificación de calidad de los datos, análisis de resultados, precisiones esperadas vs alcanzadas en cada procedimiento (Materialización, Georreferenciación, Poligonal o Marco de referencia, Nivelación, Detalles, Redes, entre otros).
  - Información digital restante que se considere necesaria como soporte de los trabajos
  - Estimación de cantidades o índices para cada alternativa, que permitan establecer el costo preliminar del componente en fases posteriores
  - Copia del contrato
  - Cronograma
  - Actas de seguimiento

***Se debe presentar toda la documentación que soporte las actividades realizadas dentro de los tiempos requeridos, según los lineamientos técnicos necesarios para el***

**adecuado y normal desarrollo de los estudios, a fin de garantizar cumplir con los objetivos de las labores contratadas.**

*Para la entrega del producto se debe tener en cuenta el Manual de Interventoría y/o supervisión de contratos de infraestructura vial y espacio público del IDU vigente, o el documento que lo modifique, la guía de entregables de productos en formato digital, la guía de entregables para la fase de estudios y diseños, las demás guías IDU que apliquen para este tipo de proyectos y lo especificado en los numerales del presente documento.*

*Los planos deben ir armonizados con proyectos paralelos y empresas públicas y privadas.*

#### 5.5.4 ESTRUCTURA DE CARPETAS:

El producto se debe entregar de acuerdo a la siguiente estructura de carpetas, que será entregada por el área supervisora:

- 1. Informe General
  - 2. Archivos Rinex
      - 2.1 Bases
        - ABCC
        - ABCH
        - ABPD
        - ABPW
        - BOGA
        - BOGT
      - 2.2 Vertices Posicionados
        - Gps1
        - Gps2
      - 2.3 Descripciones puntos GPS
    - 3. Cálculos\_ReportePostProceso\_Ajustes
    - 4. Especificaciones técnicas equipos
      - 4.1 GNSS
      - 4.2 EstaciónTotal
      - 4.3 Nivel
      - 4.4 Otros
    - 5. CertificacionesCalibraciónEquipos
      - 5.1 EstaciónTotal
      - 5.2 Nivel
      - 5.3 Otros
    - 6. Datos Crudos Estación
      - 6.1 Poligonal
      - 6.2 Detalles
    - 7. Cálculos, ajuste de Poligonales
      - 7.1 Poligonal
      - 7.2 Detalles
        - DeltasyPuntosRadiados
        - Listado de Detalles
      - 7.3 ListadoCódigosEstación
    - 8. Cálculos, ajuste de Nivelación
      - 8.1 Nivelacion en Excel
      - 8.2 Copia de las Carteras de Campo
    - 9. Vertices IGAC
    - 10. Tarjeta Profesional y Certificado Vigencia
    - 11. Registro Fotografico
      - 11.1 Placas
      - 11.2 Georreferenciación
      - 11.3 Poligonal
      - 11.4 Nivelación
      - 11.5 Detalles
      - 11.6 Redes
    - 12. Planos Topograficos
      - 12.1 Planta Perfil
      - 12.2 Secciones
      - 12.3 MDT
      - 12.4 MDS
    - 13. Esquemas
      - 13.1 ÁreaLevantamiento
      - 13.2 GNSS
      - 13.3 Poligonal\_MarcoReferencia
      - 13.4 Nivelación
      - 13.5 PlanoResultante
    - 14. FormatosInspecciónRedes
      - 14.1 Secas
      - 14.2 Hidrosanitarias
    - 15. FormatoMetadatos
    - 16. OtrosEntregables
    - 17. PruebasCalidadProductos
      - Consultoría
      - Interventoría
    - 18. ContratoyAnexoTécnico
    - 19. Cronograma
    - 20. Actas Seguimiento
    - 21. AprobaciónInterventoría

Los productos pueden variar dependiendo de los equipos y metodologías empleadas, pero en todo caso se debe entregar a la Interventoría la totalidad de la información que soporte el estudio y la totalidad de los productos generados. Igualmente, será responsabilidad de la

interventoría entregar al IDU toda la información obtenida y procesada que soporte el resultado final del estudio topográfico, así como un informe aprobando los productos del Consultor en el cual se evidencien los procesos de verificación realizados en campo y oficina por el interventor.

El consultor entregará la totalidad de los productos resultantes de campo y oficina, de ser necesario facilitará a la interventoría y/o el IDU el software requerido para la visualización o manipulación y entregará los productos según lo dispuesto en el presente capítulo.

Al ser la topografía insumo fundamental del proyecto, el consultor y la interventoría se harán responsables de la totalidad de los productos y subproductos que sean generados como resultado de los estudios topográficos de los proyectos.

## **6. CONTROL DE CALIDAD**

El Contratista y la Interventoría deberán estructurar un plan de calidad para evidenciar el cumplimiento de los requisitos de calidad en el desarrollo específico del contrato y la armonización entre el sistema de gestión de calidad del Contratista y de la Interventoría y el Subsistema de Gestión de Calidad del Instituto, debe cumplir con los requisitos definidos en la Norma Técnica Internacional NTC ISO 10005:2005 o la vigente, así como 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 deben contar con el respectivo certificado de calibración
- A todos los equipos se les debe realizar pruebas de verificación instrumental in situ, antes de iniciar el proyecto y durante su ejecución, como mínimo una vez al mes.
- Se debe verificar que los resultados obtenidos del trabajo de campo (monumentación, georreferenciación, poligonales, nivelación, captura de detalles mediante LIDAR y topografía convencional e inspección de redes, etc), los resultados obtenidos del trabajo de oficina (post procesos, carteras, cálculos, planos, informes, y demás entregables) cumplan con las especificaciones mínimas exigidas en la presente guía. La Interventoría y la consultoría deberán realizar un informe con las pruebas de calidad realizadas a cada uno de los subproductos anteriormente relacionados u otros según la tecnología empleada, el cual garantizara que los productos presentados tienen la calidad exigida y será el soporte para generar la aprobación del estudio realizado.
- Talento humano
- Especificaciones o normas técnicas aplicables
- Manejo de salidas no conformes
- Manejo de acciones correctivas y preventivas
- Se debe entregar el producto final según la estructura de carpetas definida por el IDU y con la totalidad de archivos que soporten los trabajos realizados
- El informe se debe presentar según lo solicitado en la presente guía y cumpliendo las normas APA y demás requerimientos de la guía de “Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público”, versión vigente.
- Los planos se deben presentar en el layout vigente entregado por el Instituto, y la información del formato se diligenciará según lo indicado en la guía de “Entrega de

productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público”, versión vigente.

- Todos los productos y soportes se deben presentar en versión editable y pdf.
- Los informes y planos finales (dwg CIVIL 3D y PDF) se deben presentar con firma digital de Consultoría e Interventoría.
- La precisión horizontal de orto-imágenes digitales, datos planimétricos y conjuntos de datos de elevación deberá ser documentada en los metadatos de acuerdo al estándar ASPRS.
- Se deberá cumplir con lo exigido en el anexo técnico del contrato, el manual de interventoría y supervisión de contratos, las guías de entregables de acuerdo a la fase del proyecto, los convenios interinstitucionales, la Norma Técnica Colombiana de Estudios Topográficos (NTC 6271 de 2018), las resoluciones vigentes del IGAC, entre otros.

## **7. TRÁMITES**

Se refiere a la aprobación, armonización, aval o concepto favorable y los permisos requeridos por entidades distritales y nacionales, al igual que la armonización con las empresas de servicios.

El Consultor y la Interventoría deberán garantizar la armonización de proyectos existentes o en ejecución adelantados con las entidades y empresas responsables. Siempre que sea necesario, deberán presentar los productos para cumplir lo exigido por las empresas de servicios públicos y realizar los trámites correspondientes para ejecutar a cabalidad el objeto del contrato.

## **8. LEVANTAMIENTOS ESPECIALES**

### **8.1 CABLE AÉREO**

Adicional a lo descrito en los numerales anteriores, por ser un estudio de topografía para el proyecto de Cable Aéreo, el Consultor para la fase de factibilidad debe contar con plataformas aéreas que incorporen tecnología LIDAR que permita obtener planos en CIVIL3D, ortofotos, nubes de puntos en 3 dimensiones, MDT y MDS, entre otros, que permitan obtener alturas de las construcciones, árboles, postes u otros elementos en sus puntos más altos, para verificar las posibles interferencias con el trazado del eje que permitan sustentar las modificaciones del el trazado y determinar la afectación predial del proyecto.

Este levantamiento deberá complementarlo con topografía convencional durante la fase de estudios y diseños en el área de intervención de la alternativa más viable. En todo caso, deberán cumplir con las precisiones exigidas y presentar la totalidad de soportes y productos que sustenten los trabajos realizados, incluidos fotogramas, ortofotos, LAS, modelos 3D de terreno y de superficie, planes de vuelo, entre otros, incluidos dentro del cálculo del presupuesto oficial por lo cual NO podrán cobrar valores adicionales.

La salida gráfica incluirá curvas de nivel en el intervalo requerido según la necesidad del proyecto (por ejemplo: cada 0.50 m o cada 0.20 m) y deberá atenderse lo dispuesto en la información geológica y geomorfológica del capítulo de geotecnia.

## 8.2 ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

Adicional a lo descrito en los numerales anteriores, debe tenerse en cuenta:

- Salida gráfica a escala 1:500, con curvas de nivel cada 0.50 m o cada 0.20 m, según la necesidad del proyecto
- Referencias materializadas suficientes para el replanteo posterior.
- Materialización en el terreno mínimo 3 mojones en sitios con suficiente estabilidad y permanencia, claramente identificados.
- El levantamiento topográfico debe incluir la localización de los sitios de exploración geotécnica, las estaciones de levantamiento geológico, las estaciones de levantamiento de discontinuidades y en general los sitios donde se realicen inspecciones técnicas de interés para el estudio.

## 8.3 ESPACIO PÚBLICO

Adicional a lo descrito en los numerales anteriores y considerando que no todos los proyectos de espacio público intervendrán las calzadas vehiculares adyacentes, el estudio topográfico sobre andenes debe permitir identificar el perfil completo del mismo y los sardineles existentes. Por lo anterior, dentro de los detalles a levantar en terreno se incluirá el: a) sardinel en el paramento contra la calzada parte alta sobre el sardinel, y, b) el paramento del sardinel parte baja sobre la calzada, lado izquierdo o derecho.

***Independiente de la tecnología a emplear para la realización del estudio topográfico (la cual debe garantizar que se pueda desarrollar el proyecto cubriendo las necesidades de la totalidad de los componentes), el plano planta perfil final, el modelo digital de terreno, el modelo digital de superficie y demás entregables deberán cumplir con los requisitos de precisión exigidos en la presente guía para los vértices GNSS, poligonal o marco de referencia, nivelación, detalles y otros subproductos.***

## 9. PARTICULARIDADES

### **Estudio factibilidad Secretaría Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá**

- Debido a que la topografía fue realizada hace siete años, se deben tener en cuenta los posibles cambios en cuanto a desplazamiento de posiciones (X, Y, Z), por ciclos geológicos, efectos de subsidencia u otros y cambio en los detalles de la zona de interés.
- En caso de que se requiera validar la topografía inicial, se deberá hacer un chequeo en campo verificando la existencia de los vértices de amarre del proyecto, la precisión de las coordenadas de los puntos GNSS y de los vértices de las poligonales (incluida la cota), radiar algunos detalles desde diferentes vértices, evaluar posibles errores por omisión o comisión de elementos, entre otros.
- Si la precisión tanto en alturas como en coordenadas no cumple con los requisitos mínimos para ser utilizada, deberá descartarse y será tratada como información secundaria de referencia. En esa situación, es obligación del Consultor determinar la validez de lo encontrado y en caso de concluir que no es procedente el uso de esa

topografía, deberá realizar un informe en el cual describa las razones técnicas que soportan su conclusión.

- El Consultor debe considerar que mediante la Resolución 715 del 8 de junio de 2018, el IGAC actualizó el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia (Magna – Sirgas), de ITRF94 época 1995.4 al ITRF2014 época 2018.0, por lo tanto, se prevé las coordenadas del estudio de topografía realizado, van a diferir de los datos tomados con posterioridad a la expedición de dicha norma. de expedida la resolución.
- Es responsabilidad del Consultor realizar las consultas tanto en las bases de información del IDU como de la SDM u otras entidades que participaron en los estudios señalados.
- El uso de los estudios realizados anteriormente depende directamente de la definición de las posibles alternativas de trazado.
- El grupo de profesionales de la DTP recomienda para este tipo de proyectos que la topografía genere un Modelo Digital de Superficie, para identificar posibles interferencias de elementos tanto de manera horizontal como vertical con la línea del Cable y facilitar los análisis a partir de modelos tridimensionales que incluirán el terreno natural, construcciones, árboles, redes eléctricas y demás elementos de la zona de estudio.

Las anteriores observaciones deben ser tenidas en cuenta para la verificación, complementación, ajuste y validación del producto presentado entre la Secretaría Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá: SDM - ETMVA 1463 de 2009 y SDM - ETMVA 20121531 de 2012.

## 10. VARIOS

- Para dar inicio a cada levantamiento el Interventor, el IDU y el Consultor definirán en campo la zona a levantar, precisando detalles particulares (p. ejemplo: redes con cruces de catenarias, líneas de alta tensión, red matriz EAAB, postes, árboles o predios que se puedan intersectar con el posible trazado del eje del Cable, u otros puntos específicos de donde se requiera información); Será obligación del Consultor acatar las instrucciones dadas en campo, parámetros u otros requerimientos específicos
- Debido a que parte de las actividades se van a desarrollar con LIDAR aerotransportado, se debe socializar con el Interventor la metodología a utilizar, los resultados esperados, al igual que la información soporte y productos a entregar, las precisiones máximas alcanzadas en X, Y, Z, los errores, los tiempos o cualquier otro detalle de relevancia, asegurando que tanto el Interventor como el IDU tengan acceso a todos los datos, puedan abrir, manipular, verificar y utilizar toda la información entregada y así garantizar la calidad de los datos según lo solicitado en el presente anexo.
- Para levantamientos especiales como puentes y túneles, se pueden efectuar tomas de datos con tecnologías diferentes a las consignadas en el anexo técnico, siempre que cumplan con precisiones y normativas, en todo caso requiere de la aprobación técnica de la interventoría, de las entidades distritales reguladoras si es aplicable y del IDU (LIDAR aéreo, terrestre, etc.). La propuesta deberá presentarse en concordancia con lo consignado en la norma NTC 6271 de 2018, creando un aparte específico para este tipo de procesos por parte del Contratista que será aprobado por la Interventoría y requerirá visto bueno IDU.

- En todos los casos, el Interventor realizará acompañamiento en campo y oficina durante el desarrollo del estudio topográfico con el fin de revisar y verificar metodologías, procedimientos, rendimientos, calidad, el personal inscrito en el contrato, equipos utilizados, carteras de campo, vértices materializados, deltas, elementos de seguridad industrial y demás aspectos que componen el estudio.
- Cuando los estudios topográficos se adelanten en áreas consolidadas y se involucren en los detalles levantamiento de paramentos y divisiones prediales, el Consultor levantará el perímetro de las manzanas aferentes al proyecto, para lo cual se requerirá la toma en campo de los 4 vértices de la manzana (en caso de ser regulares) y de los puntos que complementen los sistemas en el área de estudio (Pozo, poste, borde vía, sardinel, paramento), con aprobación de la interventoría. Esta área tomada sin detalle ya se tuvo en cuenta en el presupuesto para efectos de los pagos.
- En las zonas que tengan poco detalle en superficie, el Interventor establecerá una densidad mínima de puntos a tomar por unidad de área la cual será acordada con el Consultor y se anotará en el acta de entrega de proyecto Interventor - IDU – Consultor.
- El presupuesto estimado para el estudio topográfico contempló áreas, rendimientos, tiempos, personal, equipos de topografía convencional y plataformas aéreas que incorporen tecnología LIDAR, vigilancia, vehículos, herramientas menores, materializaciones de vértices y todo lo necesario para obtener los productos finales del estudio topográfico, es decir, fue calculado a todo costo; por lo tanto, el Consultor no podrá cobrar ítems adicionales.
- La presentación de datos crudos, procesados, carteras de topografía, cronogramas e informes es de carácter OBLIGATORIO, ya que hacen parte de la documentación del proyecto para posteriores consultas e investigaciones técnicas. Los informes deben incluir un archivo fotográfico de los vértices ocupados, el área de trabajo y los procesos adelantados.
- Todos los productos deberán entregarse a la Interventoría debidamente terminados y consolidados, los planos deberán ser organizados en un anexo con índice de planos (en formato digital).
- Para la entrega del producto se debe tener en cuenta el Manual de Interventoría y/o supervisión de contratos de infraestructura vial y espacio público del IDU vigente, o el documento que lo modifique o reemplace, y lo especificado en el presente documento.
- Para el cierre de cada fase se debe efectuar la estandarización que corresponda según la guía de entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público.
- Los alcances definidos por fases en el presente capítulo, no exime al Consultor de la responsabilidad de diseño asociada a las soluciones técnicas complementarias que se requieran por la modificación de la configuración actual del patio portal 20 de Julio, debido a la implantación de la estación de conexión intermodal con sistema Transmilenio en dicho equipamiento.

Elaboró:



**Ximena Lozano Gómez**  
**Contratista DTP**