

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

# GUÍA

## ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

### Control de Versiones

Versión	Fecha	Descripción Modificación	Folios
2	2019-04-02	Se ajusta el documento teniendo cuenta la nueva normatividad, se precisan los requerimientos cuando los levantamientos topográficos se realizan con tecnologías diferentes a las tradicionales, se ajustaron los requerimientos y metodología para la toma de información topográfica.	39
1.0	22/12/2017	Versión inicial del documento, código GU-IC-07	40

El documento original ha sido aprobado mediante el SID (Sistema Información Documentada del IDU). La autenticidad puede ser verificada a través del código



<b>Participaron en la elaboración<sup>1</sup></b>	Cesar Augusto Prada Perez, DTP / Fidel Augusto Garcia Sotelo, DTP / Jose Luis Casas Peralta, DTE / Luis Hernan Perez Silva, DTE / Natalia Albadan Silva, DTE / Roberto Carlos Aleman Lopez, OAP / Roger Alejandro Parra Pulido, DTE / Sandra Yazmin Espinosa Valbuena, DTE /
<b>Validado por</b>	Isauro Cabrera Vega, OAP Validado el 2019-03-28
<b>Revisado por</b>	Jose Javier Suarez Bernal, DTP Revisado el 2019-04-02 Joanny Camelo Yopez, DTE Revisado el 2019-03-28
<b>Aprobado por</b>	William Orlando Luzardo Triana, SGDU Aprobado el 2019-04-02

<sup>1</sup> El alcance de participación en la elaboración de este documento corresponde a las funciones del área que representan

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

## CONTENIDO

<b>1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ALCANCE</b> .....	<b>3</b>
<b>3. RESPONSABILIDADES</b> .....	<b>3</b>
<b>4. MARCO NORMATIVO</b> .....	<b>6</b>
<b>5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES</b> .....	<b>8</b>
<b>6. GENERALIDADES</b> .....	<b>9</b>
<b>7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS</b> .....	<b>12</b>
7.1 <i>REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE</i> .....	12
7.1.1 PRODUCTOS A ENTREGAR.....	12
7.2 <i>GEORREFERENCIACIÓN</i> .....	13
7.2.1 ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE EQUIPOS GNSS.....	15
7.2.2 PRODUCTOS A ENTREGAR.....	15
7.3 <i>ALTIMETRÍA</i> .....	16
7.3.1 ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE EQUIPOS DE NIVELACIÓN .....	17
7.3.2 PRODUCTOS A ENTREGAR.....	17
7.4 <i>PLANIMETRÍA</i> .....	18
7.4.1 ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE EQUIPOS PARA REALIZACIÓN DE LA POLIGONAL .....	18
7.4.2 POLIGONAL .....	19
7.4.4 OTRAS TECNOLOGÍAS .....	26
7.4.5 LEVANTAMIENTOS ESPECIALES.....	30
<b>8 PRODUCTOS A ENTREGAR</b> .....	<b>30</b>
8.1 <i>GENERALES</i> .....	30
8.2 <i>ESPECÍFICOS</i> .....	33
8.2.1 LIDAR Y FOTOGRAFÍAS AÉREAS .....	33
8.2.2 ESCÁNER LÁSER TERRESTRE.....	35
8.2.3 SISTEMA MÓVIL TERRESTRE.....	36
8.2.4 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN FOTOGRAMÉTRICA CON DRON.....	37
<b>9 CONTROL DE CALIDAD</b> .....	<b>38</b>
<b>10 DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b> .....	<b>39</b>

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			idu
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

## 1.OBJETIVO GENERAL

Establecer los requerimientos técnicos para la realización de los estudios topográficos requeridos en proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público del Distrito.

## Objetivos Específicos

- ✓ Establecer los parámetros de calidad que deben cumplir los trabajos topográficos realizados por los contratistas y terceros, que garanticen la correcta representación del terreno.
- ✓ Establecer los productos a entregar en los estudios topográficos.
- ✓ Normalizar las precisiones de los subproductos y productos de topografía para los contratos IDU.

## 2. ALCANCE

Las especificaciones mínimas para la realización de estudios topográficos establecidas en esta guía se aplican a cualquier fase de los proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público del Distrito Capital: factibilidad, diagnóstico, diseños, construcción y conservación.

Igualmente, se establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los productos topográficos obtenidos utilizando nuevas tecnologías como: LIDAR, drones, escáner terrestre.

## 3. RESPONSABILIDADES

### DIRECCIÓN TÉCNICA ESTRATÉGICA

Es responsabilidad de la Dirección Técnica Estratégica - DTE

- 1 Establecer las políticas, lineamientos y estándares para la entrega de la información digital correspondiente a los planos y archivos de los proyectos adelantados por el Instituto de Desarrollo Urbano y Terceros.
- 2 Recibir los planos georreferenciados producto de las diferentes etapas de los proyectos e informar al área supervisora correspondiente cualquier ajuste que se requiera y realizar el cargue en el Sistema de Información Geográfica del Instituto de Desarrollo Urbano – SIGIDU.
- 3 Una vez aprobados los productos (entregables) realizar la disposición de la información a través de salidas o publicación en los diferentes servicios con que cuenta la Dirección Técnica Estratégica

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

## DIRECCIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS

Es responsabilidad de la Dirección Técnica de Proyectos - DTP

- 1 Recibir los productos (entregables) de acuerdo a lo establecido en las guías de alcance de los entregables de Prefactibilidad y de los entregables de Factibilidad.
- 2 Entregar los productos (entregables) aprobados de las etapas de prefactibilidad y factibilidad con todos los soportes correspondientes, en medio magnético a la Subdirección Técnica de Recursos Físicos (Centro de Documentación) y a la Dirección Técnica Estratégica - DTE
- 3 Recibir los productos (entregables) de acuerdo a lo establecido en la Guía de Alcance a los Entregables Etapa de Diseño.
- 4 Tener en cuenta los productos elaborados que se encuentren en la Subdirección Técnica de Recursos Físicos (Centro de Documentación), para contratar o realizar los diseños "in house".
- 5 Elaborar los estudios y diseños de los proyectos cumpliendo con los estándares y lineamientos establecidos en la presente guía, para transferirlos a la Dirección Técnica Estratégica – DTE y a la Subdirección Técnica de Recursos Físicos (Centro de Documentación).

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

## ÁREAS TÉCNICAS DEL IDU

Es responsabilidad del área supervisora

- 1 Suministrar a la Dirección Técnica Estratégica – DTE y a la Subdirección Técnica de Recursos Físicos – STRF (Centro de Documentación) los productos (entregables) finales recibidos y aprobados por la Interventoría de manera oportuna una vez terminada cada etapa del proyecto.
- 2 Validar la meta física de los productos (entregables) para que corresponda con el desarrollo de cada etapa del proyecto.

## CONTRATISTA O TERCERO

Es responsabilidad de quienes elaboran y presentan los productos (entregables) digitales en el desarrollo de un proyecto

- 1 Elaborar y presentar todos los productos (entregables) para cada etapa del proyecto cumpliendo los lineamientos y estándares de la presente guía y demás normas establecidas por el Instituto de Desarrollo Urbano.
- 2 Realizar la entrega oportuna de los productos (entregables) una vez finalizada cada etapa que contempla el proyecto.
- 3 Garantizar la completitud, calidad y consistencia de la información suministrada.
- 4 Avalar los productos documentales con la firma digital.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

## INTERVENTORÍA

### Es responsabilidad de la interventoría

- 1 Velar por la calidad técnica de la información correspondiente a los documentos digitales producto del desarrollo del proyecto.
- 2 Revisar y avalar todos los productos (entregables) para cada etapa del proyecto cumpliendo las normas técnicas establecidas por el Instituto de Desarrollo Urbano, una vez finalizada cada etapa que contempla el proyecto.
- 3 Revisar de manera oportuna los productos de cada etapa del proyecto y remitirlos al área supervisora, para que sean enviados a la Dirección Técnica Estratégica - DTE y a la Subdirección Técnica de Recursos Físicos – STRF (Centro de Documentación).
- 4 Avalar los productos documentales con la firma digital.

## 4. MARCO NORMATIVO

- 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, 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”.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

- 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 aquéllas 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 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

## 5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Los términos y definiciones aplicables al documento pueden ser consultados en el micro sitio [Direccionario de términos IDU](https://www.idu.gov.co/page/transparencia/informacion-de-interes/glosario) (<https://www.idu.gov.co/page/transparencia/informacion-de-interes/glosario>).

Altura geoidal (H)	Azimut Geodésico
Azimut	Catálogo de objetos
Calidad	Coordenadas
Catálogo de representación	Curva de Nivel
Cota	Datum geodésico
Dato Geográfico	Datum vertical
Datum horizontal	Documento digital
Digitalización	Error
Elemento	Especificación Técnica
Escala	Estudio Topográfico
Estándar Técnico	Firma digital
Exactitud	Formato DWG
Formato Digital	Geomática
Geoide	Georreferenciación
Geometría	Interventoría técnica
IMU	Marco de referencia
Layer	Modelo Digital de Elevación
Metadato	Nivelación
Modelo Digital de Terreno	NP
Nivelación Geométrica	Plano Topográfico Local (PTL)
Planimetría	Poligonal abierta
Poligonal	Poligonal de circuito
Poligonal cerrada	Proyección ortográfica
Precisión	Topografía
Sistema de referencia	Topometría
Altura Elipsoidal (h)	

### SIGLAS:

DTE	DTC
DTP	TIN
IDU	MDT
ONAC	MDS
GNSS	

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

## 6. GENERALIDADES

Es de carácter obligatorio para todos los equipos empleados en el desarrollo del trabajo (Estaciones totales, niveles de precisión y cualquier otro equipo electrónico o mecánico) presentar el certificado de calibración expedido por un laboratorio debidamente acreditado por el ONAC o el organismo de acreditación vigente si existiere, antes de iniciar los levantamientos topográficos (expedido máximo un mes antes de iniciar las actividades).

El contratista o tercero debe actualizar dichos certificados cada seis (6) meses, en caso que el plazo del proyecto 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.

El datum vertical para referir todo tipo de mediciones de alturas sobre el nivel del mar es BUENAVENTURA. Todos los datos de navegación y medición GNSS deberán procesarse utilizando efemérides precisas y épocas de referencia.

El anexo técnico de cada proyecto contempla las disposiciones particulares aplicables en lo referente a tipo de proceso, empleo de tecnologías, procedimientos y entregables para las diferentes etapas del proyecto.

La precisión de las poligonales será de 1:25000 en el componente horizontal y en el componente vertical (nivelación geométrica) el error máximo permitido será de 0.008 metros por kilómetro.

En las áreas elegidas para el estudio topográfico se levantarán la totalidad de los elementos, además de la señalización vial, el paramento de la manzana, el límite de cada unidad predial indicando una referencia básica para predios distintos a residenciales (principalmente de los equipamientos por ej. colegio San Rafael), número de pisos y nomenclatura oficial. No se incluyen detalles interiores de las construcciones salvo casos especiales. Las bocacalles se detallarán según las necesidades del proyecto, tomando todos los detalles para analizar las diferencias de nivel y geometría.

El Contratista o tercero dibujará y entregará los productos digitales únicamente en formato .dwg, 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

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

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 como mínimo cada 0.50m 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 las zonas que tengan poco detalle en superficie, el Interventor y el IDU establecerán 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 (X, Y, Z), en un plano planta perfil, un modelo digital de terreno o un TIN y un modelo digital de superficie (según la tecnología empleada), todo en formato final de entrega dwg 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, 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 con aval del IDU entregará al consultor el listado base de detalles, códigos y especificaciones a utilizar durante la ejecución del contrato o se concertara con el responsable de desarrollar los estudios topográficos en caso de que tenga un modelo de datos adecuado.

La información a levantar abarca el total de elementos contenidos en las áreas definidas para el proyecto e incluirá la zona aledaña aferente que se considere necesaria, 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, sistemas de integración, entre otros), referenciando todos los elementos de servicios públicos, equipamientos e infraestructura, entre otros.

En caso de tener dispositivos que incorporen tecnología distinta a la convencional, y previo al inicio de las actividades, se debe presentar al Interventor los equipos y la metodología a utilizar, los resultados esperados, al igual que la información soporte y productos a entregar, las precisiones máximas a alcanzar en X, Y, Z, los errores, los tiempos o cualquier otro detalle de relevancia, asegurando que 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 la presente guía y en el anexo técnico. 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, de lo contrario, se debe trabajar con los equipos y metodologías convencionales garantizando en todo caso la calidad de cada uno de los subproductos y productos.

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.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

Cuando se haga uso de plataformas aéreas se debe contar con un IMU adecuado para el desarrollo de estudios topográficos que cumpla con las precisiones exigidas.

Es obligación del responsable de desarrollar los estudios topográficos 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.

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 etapa 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.

El responsable de desarrollar los estudios topográficos debe cumplir con los requerimientos de 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 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) 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>

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) RMSE<sub>z</sub> de Precisión Clase Vertical. La precisión real NVA se encontró que era RMSE<sub>z</sub> = \_\_\_ 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 RMSE<sub>z</sub> de Precisión Clase Vertical equivalente a NVA = + / - \_\_\_ cm a de nivel de confianza 95% y VVA = + / - \_\_\_ cm en el percentil 95<sup>th</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.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

## 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

El área de influencia del proyecto estará determinada por:

- Los términos de referencia, anexo técnico separable, contrato o carga urbanística
- El determinado por los especialistas del proyecto debidamente aprobado por la interventoría y avalado por el área supervisora.

Los planos deben mostrar el empalme entre la infraestructura construida o diseñada con la existente y deben ir armonizados con proyectos paralelos y empresas públicas y privadas.

### 7.1 REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Se debe realizar el análisis de la información existente en las diferentes entidades públicas y privadas que estén relacionadas con el alcance del estudio topográfico como:

- Planos con trazados preliminares, diseños, planos urbanísticos, planes de manejo ambiental, planos topográficos o planos record de construcción en la zona de influencia.
- Información de Redes de acueducto y alcantarillado existente (redes menores y redes matrices) y planos record de obra construida por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).
- Información de cuerpos de agua y estructuras regulados por las diferentes entidades, (C.A.R, Secretaria Distrital -de 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 proyectado dentro de la zona de desarrollo del proyecto ante las Entidades correspondientes.

La información investigada que no cumpla con los criterios de precisión exigidos en la presente guía y que no tenga soportes, se tomará como información secundaria de referencia, valida únicamente a nivel de prefactibilidad, la cual no deberá ser utilizada para la elaboración de los estudios topográficos en las etapas de Factibilidad, Estudios y Diseños u Obra, que se desarrollaran únicamente con información primaria tomada directamente en campo y que cumpla con todos los estándares de calidad exigidos por el IDU.

#### 7.1.1 Productos a entregar

- El Contratista o tercero deberá entregar al IDU o a la interventoría el informe de la etapa de recopilación y análisis de información con todos sus soportes, en el que se consignará la revisión de los insumos existentes en todos los componentes según anexo técnico.
- El Consultor le entregará a la Interventoría el cronograma, la ruta crítica para el componente y estimará la complementación de la información necesaria de las diferentes especialidades (redes húmedas, redes secas, ambiental y geotecnia), según anexo técnico.
- El IDU, el Interventor y el Contratista realizarán visita de campo conjunta para definir el área de influencia de la topografía, identificar los requerimientos y los detalles que exigen manejo especial (Proyectos paralelos, intersecciones, redes de alta tensión, canales, paramentos no definidos,

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

entre otros). Se debe levantar un acta de asignación de proyecto en la cual se incluyan las observaciones de los asistentes.

- La interventoría entregará al IDU un oficio y un informe de aval a los productos generados en esta etapa por la Consultoría.

## 7.2 GEORREFERENCIACIÓN

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.

Los vértices materializados y georreferenciados para el proyecto, deberán cumplir con la precisión descrita en el presente documento.

La materialización de pares de puntos de GNSS se realizará con mojones en concreto con placa de aluminio en zonas blandas y con placa incrustada en zonas duras. Estas placas estarán marcadas con el punto guía para el centrado y armado instrumental, número de contrato, año, proyecto, entidad contratante, empresa encargada del estudio topográfico y código del punto. Se debe garantizar la perdurabilidad, un horizonte despejado, la intervisibilidad, estabilidad y accesibilidad.

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 al igual que los NP como control vertical del proyecto.

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 avalada por el IDU o la Interventoría.

Para realizar el levantamiento por medio de GNSS se deben tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- Máscara de elevación: 15 grados sobre el horizonte.
- Efemérides precisas
- Componente geométrico de dilución de la 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** =  $25_{\text{minutos}} + 5_{\text{minutos}}$  por kilómetro de separación entre la base y el rover.
- Duración de épocas a captar: ente 1 y 15 segundos máximo.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

- Deben realizarse triangulaciones amarrando la pareja de vértices con la base utilizada, sea esta la base del IGAC (BOGA) u otra 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 de 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>.

Algunas de las metodologías que pueden ser empleadas son las siguientes:

- 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 suele pasar a 1 o 3 segundos). La ventaja del método es que 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 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.*

<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/REY\\_AREVALO/MTODOS-DE-OBSERVACIN-GPS](http://es.slideshare.net/rey_arevalo/mtodos-de-observacin-gps).

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

### Materialización permanente en zonas duras

Los puntos GNSS se materializarán con placas de aluminio incrustada en sardineles, andenes, zonas duras o cualquier otro lugar que garantice su permanencia y posterior localización para su replanteo en la etapa de construcción. (No se aceptarán vértices materializados con puntillas)

### Materialización permanente en zonas blandas

En caso de no existir zonas duras para la materialización de los puntos GNSS, 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 deben tomar 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.

### Materialización transitoria

Únicamente se aceptarán vértices materializados con puntillas para los proyectos con Urbanizadores, bajo el visto bueno de Interventoría o Supervisión.

### Especificación de placas

Las placas serán de aluminio y estarán marcadas con una inscripción que permita la identificación del punto la cual será coincidente con el formato de campo, de tal forma 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 o Nombre del Proyecto
- Identificación del punto.

#### 7.2.1 Especificaciones mínimas de equipos 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).

#### 7.2.2 Productos a entregar

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

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 contratista o tercero entregará en el informe la recopilación de los procesos técnicos efectuados 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, se debe entregar:

- 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.
- El contratista o tercero y la interventoría, entregara la ficha técnica de 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 entregara al IDU un oficio y un informe de aval a los productos generados en esta etapa.

### 7.3 ALTIMETRÍA

El Datum vertical para referir todo tipo de mediciones de alturas sobre el nivel del mar es BUENAVENTURA, sin excepción se construirán mojones en zonas blandas y se materializarán placas de aluminio incrustadas en zonas duras, las nivelaciones deben estar ligadas a cotas geométricas desde puntos IGAC, verificando la fecha de actualización. En caso de no encontrarse un NP a menos de 2 km del proyecto se partirá de un punto CD con cota geométrica o a partir de

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

información entregada por las entidades reguladoras bajo la aprobación de la interventoría, los circuitos de nivelación y contra nivelación 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 y obra
- Nombre del topógrafo
- Equipos utilizados (marca, modelo, número de serie)
- Fecha de las observaciones
- 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

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 nivelación y contra nivelaciones sobre todos los cambios realizados para efectos de control de cierre.

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:

$$\text{Error máximo en metros} = \pm 0.008 \sqrt{D}$$

*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.

### 7.3.1 Especificaciones mínimas de equipos de nivelación

#### 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 presentará 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.

### 7.3.2 Productos a entregar

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

- El consultor y la interventoría, entregaran al IDU la ficha técnica del equipo a emplear
- El consultor y la interventoría, entregaran al IDU 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, 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 entregara al IDU un oficio y un informe de aval a los productos generados en esta etapa.

## 7.4 PLANIMETRÍA

El inicio y el cierre del estudio topográfico se efectuarán empleando placas georreferenciadas, cumpliendo con la precisión establecida en el presente documento.

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)
- 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.

### 7.4.1 Especificaciones mínimas de equipos para realización de la poligonal

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

## GNSS

Receptor GNSS, multi – frecuencia y/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).

## 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.

### 7.4.2 Poligonal

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.

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.

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

En caso de utilizar un marco de referencia para dar amarre a la información topográfica capturada, 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 5 y 15 minutos dependiendo de la ventana de recepción satelital que se tenga.

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.

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.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

Los datos deben ser almacenados, transferidos y procesados de manera automática utilizando las herramientas de transferencia y exportación del software del equipo, 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.

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.

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:

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

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

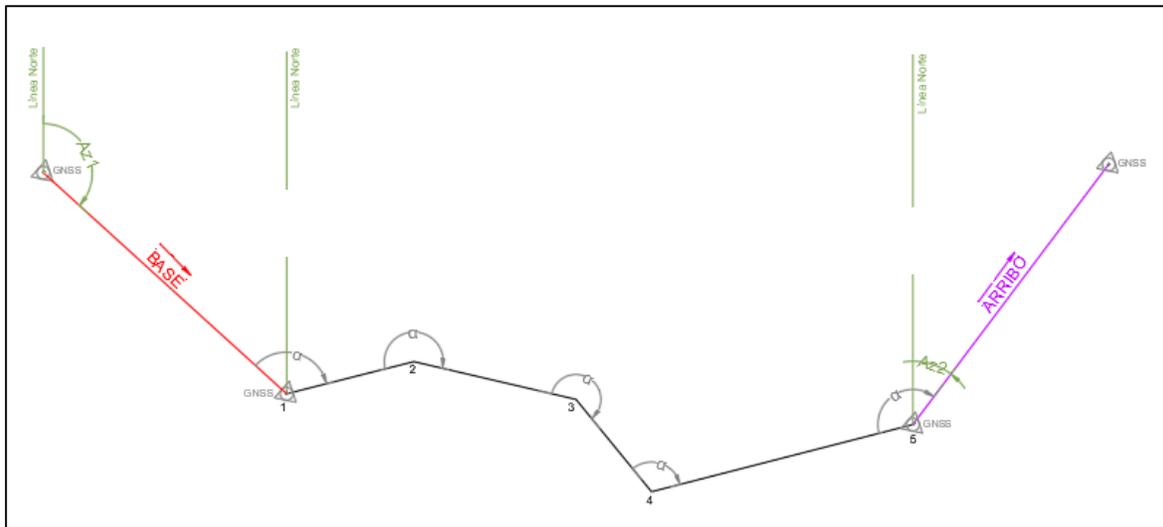


Ilustración 1 Detalle poligonal abierta y cerrada analíticamente

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.

#### 7.4.2.1 Productos a entregar

- El consultor y la interventoría, entregaran al IDU la ficha técnica del equipo a emplear
- El consultor y la interventoría, entregaran al IDU 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, listado de detalles
- Resumen de los datos obtenidos por cada subproducto y producto, mencionando coordenadas, alturas geométricas de los vértices y precisión obtenida
- La interventoría entregara al IDU un oficio y un informe de aval a los productos generados en esta etapa.

#### 7.4.3 Levantamiento de Detalles

Una vez se apruebe por parte de la Interventoría el posicionamiento GNSS, la poligonal debidamente ajustada y verificada, 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 etapas del proyecto y para cada una de las especialidades requeridas, proceso realizado mediante radiación simple o compuesta con estación total y cartera digital o empleando cualquier otra tecnología o equipo que permita localizar todos los detalles que se requieran para la obtención del plano, TIN o modelo digital de terreno y modelo digital de superficie detallado (según la tecnología).

Se deberá garantizar para todos los detalles una precisión posicional dentro de 0.125 m para escala 1:500.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

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

Se empleará una secuencia lógica de numeración de detalles del levantamiento en campo (redes secas e hidrosanitarias) y diligenciar el formato entregado por la Interventoría con su inventario e inspección.

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 contratista o tercero deberá suministrar al interventor y al IDU la tabla de codificación de los detalles para captura en campo para visto bueno, de no contar con el visto deberá usar la codificación establecida por el IDU.

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 o el IDU. 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), pozos o cajas de cable-televisión, cajas o postes de vigilancia, medidores de gas, pozos o cajas de energía sencilla, doble o triple.

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, dibujo de la dirección del flujo 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 o pozos que estén cubiertos (p. ej. concreto, asfalto) 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 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 Couvert en formato de inspección, detalles de la estructura, determinando dimensiones, al igual en nacimientos de agua, aljibes, afectaciones hídricas, 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 básica de señales de tránsito, paraderos, pompeyanos, corredor férreo, límites de protección y conservación vial (ejes ambientales y retrocesos viales), separadores, accesos vehiculares y peatonales, bermas, paramentos (No se

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

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 vigente y cualquier otro detalle que se requiera para representar de forma veraz la superficie.

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 levantará detalladamente el área que se requiera para 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.

En el caso de canales, caños y vallados 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.

En cimentaciones de puentes (dado, viga de amarre o zapata, etc.) se deben levantar los puntos necesarios que permitan modelar en tres dimensiones la estructura existente.

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 o derecho.

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

#### 7.4.3.1 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)	Nº 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)

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

REDES Y SERVICIOS			
Ítem	Dirección (punto)	N° Puntos	Observaciones
Cámara de Teléfono	Centro	1	
Caja Doble de Energía	Esquinas	4	Especificar punto fijo
Caja Sencilla 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

POSTES			
Ítem	Dirección (punto)	No. Puntos	Observaciones
Energía	Borde	1	Especificar punto fijo
Teléfonos	Borde	1	Especificar punto fijo
Alta Tensión	Borde	1	Especificar punto fijo
Torres de Alta Tensión	Esquinas	4	Si tiene base en concreto levantar detalladamente
Alta Tensión con base en concreto	Esquinas Base	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
Sardinel	Punto	Todos	Todos los puntos, quiebres, direcciones, curvas.
Curvas en Sardinel	Punto	1 = P.C.	Punto Inicio Curva
	Punto	1 = P.C.C.	Punto Común Curva
	Punto	1 = P.T.	Punto Termina Curva
Paramentos	Punto	Todos	Todos los puntos, quiebres, direcciones, curvas.

**GUÍA  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS**



**CÓDIGO  
GU-IC-07**

**PROCESO  
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO**

**VERSIÓN  
2**

**CONSTRUCCIONES Y DETALLES AUXILIARES**

<b>Ítem</b>	<b>Dirección (ángulo)</b>	<b>No. Puntos</b>	<b>Observaciones</b>
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
Banca	Punto	Todos	Todos los puntos.
Contenedor Raíces	Esquinas	4	Puntos de todas las esquinas

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

#### 7.4.3.2 Secciones Transversales

Se debe lograr una nube de datos con la totalidad de los detalles que permitan elaborar el TIN (Malla Irregular de Triángulos), MDT (Modelo Digital de Terreno) y MDS (Modelo Digital de Superficie), necesarios para la elaboración de análisis característicos y específicos.

Deben proporcionar la suficiente información para poder realizar secciones cada 10m en tramos rectos y cada 5m 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
- Borde del andén izquierdo - sobre el andén
- 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 pertinente.

En los proyectos de espacio público en los cuales se involucren únicamente andenes, se deberá determinar la calzada adyacente, con el fin de establecer la sección de los proyectos viales (vías, intersecciones viales y puentes peatonales) y los niveles de rasante existentes, de igual manera se deben tomar los detalles de antejardines (si los hay) dentro de la caracterización de la zona en estudio.

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

#### 7.4.4 Otras Tecnologías

El contratista o tercero podrá hacer uso de diferentes tecnologías según las necesidades del proyecto y se regulará de acuerdo con las normativas vigentes para el Distrito y la Nación, el empleo de las mismas se determinará de forma técnica y estará especificado por el IDU en el anexo técnico.

**Nota:** Independiente de la tecnología que se desee emplear 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.

Algunas de las tecnologías que se podrían emplear se presentan a continuación:

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

### LIDAR y fotografías aéreas:

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, a los permisos de las entidades reguladoras y al visto bueno del IDU.

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%.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

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.

### Escáner láser terrestre

Se debe realizar el menor número posible de escaneos individuales, ubicados sobre puntos previamente georreferenciados, con una distancia máxima entre escaneos no superior a 20 metros, ubicados de tal forma que sea posible la captura de información lateral, superficial e inferior, garantizando un barrido tridimensional completo de las características y elementos presentes, evitando la aparición de campos oscuros, sombras o porcentaje de ruido.

Las esferas o marcas reflectivas servirán como puntos de conexión para realizar el empalme de las escenas capturadas desde las diferentes posiciones del equipo escáner láser terrestre (TLS<sup>4</sup>), con el propósito de obtener un modelo dinámico.

Con el fin de evitar campos oscuros en la información capturada, es necesario realizar la ubicación de las esferas en lugares con adecuada visibilidad.

Los puntos de control (dianas o target) deberán ser radiados a partir de los vértices de la red topográfica, el error medio cuadrático de los componentes x, y, z, estarán dentro los rangos exigidos en el presente documento.

Algunas marcas reflectivas estarán georreferenciadas, y se podrán emplear como puntos de control. La información registrada con el escáner estará referida al Sistema de Referencia MAGNA SIRGAS, Coordenadas Planas cartesianas origen Bogotá.

Se trabaja de forma estática siempre garantizando el solape de las zonas contiguas, con un máximo de 10 escaneos por tramo.

La unión de los escaneos consecutivos se realiza mediante los elementos comunes presentes en las diferentes zonas escaneadas: dianas y esferas.

<sup>4</sup>TLS: Terrestrial Laser Scanner

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			idu
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

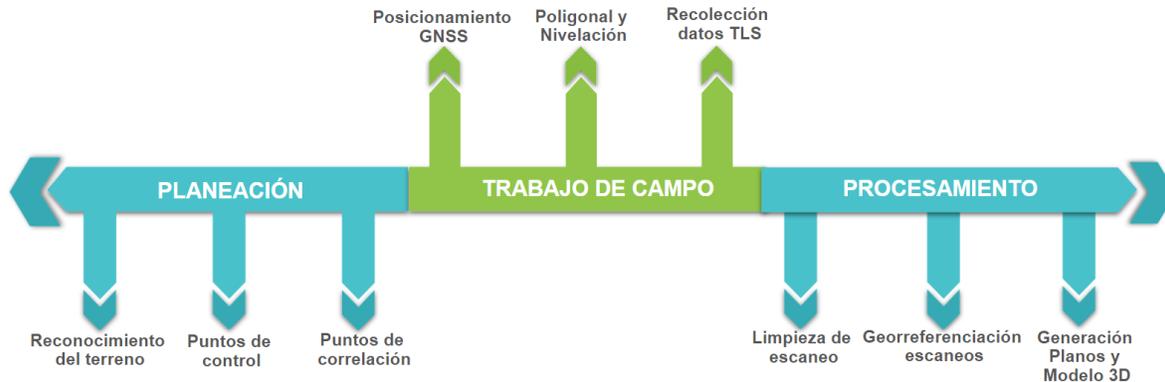


Ilustración 2 Ejemplo de esquema metodológico para levantamiento con escáner terrestre.  
Fuente: Elaboración propia

### Sistema de mapeo fotogramétrico móvil terrestre:

La toma de información se debe efectuar empleando dispositivos de captura remota y posteriormente realizar procesos fotogramétricos para obtener las coberturas georreferenciadas de los productos solicitados.

El equipo móvil de adquisición de información cartográfica empleado para realizar el recorrido, deberá contar con un sistema de posicionamiento para la georreferenciación de cada una de las capturas, apoyado en la Base GNSS ubicada en un punto con coordenadas conocidas para realizar corrección en posición de las imágenes capturadas.

El sistema fotogramétrico estará instalado en cualquier medio de transporte bien sea carro, camioneta, moto, entre otros, y se realizará la captura de imágenes georreferenciadas (360°) cada 5 metros como máximo.

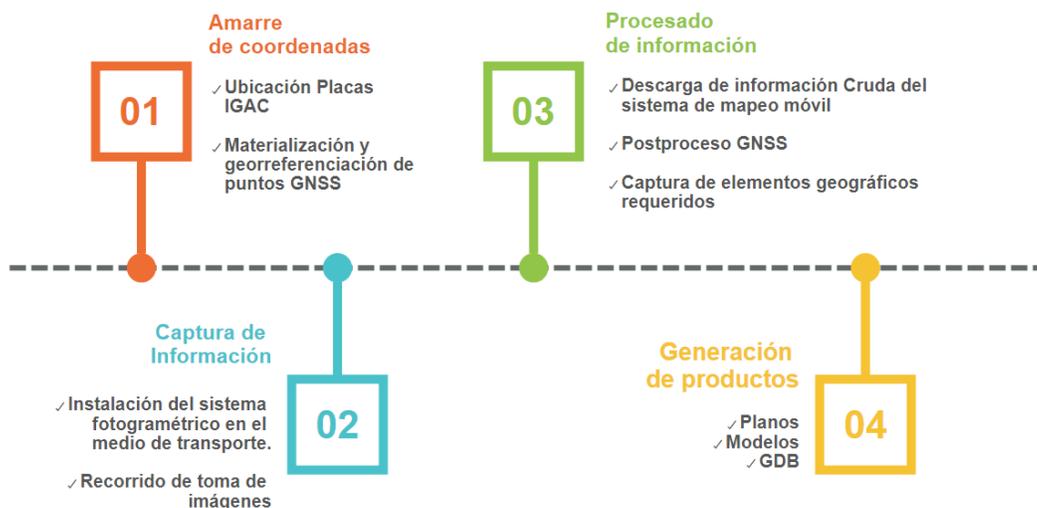


Ilustración 3 Ejemplo esquema metodológico para levantamiento con sistema mapeo móvil  
Fuente: Elaboración propia

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

#### 7.4.5 Levantamientos especiales

La categoría de levantamientos especiales estará delimitada por los requerimientos del proyecto (prediales, arquitectónicos, geotécnicos, hidráulicos, redes secas, estructuras y superestructuras), al igual que las tecnologías a emplear su implementación estará determinada por el nivel de experticia requerido, lo cual quedará explícitamente delimitado en el anexo técnico del proyecto.

Las especificaciones técnicas y requerimientos irán consignadas en el capítulo técnico de cada proyecto, de acuerdo a las normativas vigentes.

## 8 PRODUCTOS A ENTREGAR

### 8.1 GENERALES

Los informes de entrega del estudio topográfico (parcial y final) presentados por el Contratista o tercero serán revisados y aprobados por el Interventor, una vez aprobados el IDU dará visto bueno.

Dicho informe debe contener como mínimo la siguiente estructura:

#### Informe General

- 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 etapa

#### 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

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

- 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).

#### 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, al igual que el modelo TIN o modelo digital de terreno y de superficie (según la tecnología utilizada), con la precisión requerida además de las características especificadas en este documento, todo presentado en formato digital DWG, 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 o MDT, MDS (si aplica), curvas de nivel (según requerimientos consignados en el anexo técnico), nubes de puntos (tipo punto), imágenes (si aplica) 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.

- 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
- 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 (Consultoría e Interventoría).
- Copia del contrato

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-IC-07	PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	VERSIÓN 2	

- Cronograma
- Actas de seguimiento

*Nota: Se debe presentar toda la documentación que soporte las actividades realizadas dentro de los tiempos requeridos, según los lineamientos técnicos inherentes, que sea necesaria para el adecuado y normal desarrollo de los estudios, que garantice cumplir con los objetivos de las labores contratadas.*

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>▼ EstructuraCarpetasTopografialDU <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Informe General</li> <li>▼ 2. Archivos Rinex <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ 2.1 Bases <ul style="list-style-type: none"> <li>ABCC</li> <li>ABCH</li> <li>ABPD</li> <li>ABPW</li> <li>BOGA</li> <li>BOGT</li> </ul> </li> <li>▼ 2.2 Vertices Posicionados <ul style="list-style-type: none"> <li>Gps1</li> <li>Gps2</li> </ul> </li> <li>2.3 Descripciones puntos GPS</li> <li>3. Cálculos_ReportePostProceso_Ajustes</li> <li>▼ 4. Especificaciones técnicas equipos <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 GNSS</li> <li>4.2 EstaciónTotal</li> <li>4.3 Nivel</li> <li>4.4 Otros</li> </ul> </li> <li>▼ 5. CertificacionesCalibraciónEquipos <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 EstaciónTotal</li> <li>5.2 Nivel</li> <li>5.3 Otros</li> </ul> </li> <li>▼ 6. Datos Crudos Estación <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 Poligonal</li> <li>6.2 Detalles</li> </ul> </li> <li>▼ 7. Cálculos, ajuste de Poligonales <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Poligonal</li> <li>▼ 7.2 Detalles <ul style="list-style-type: none"> <li>DeltasyPuntosRadiados</li> <li>Listado de Detalles</li> </ul> </li> <li>7.3 ListadoCódigosEstación</li> </ul> </li> <li>▼ 8. Cálculos, ajuste de Nivelación <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1 Nivelacion en Excel</li> <li>8.2 Copia de las Carteras de Campo</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>9. Vértices IGAC</li> <li>10. Tarjeta Profesional y Certificado Vigencia</li> <li>▼ 11. Registro Fotografico <ul style="list-style-type: none"> <li>11.1 Placas</li> <li>11.2 Georreferenciación</li> <li>11.3 Poligonal</li> <li>11.4 Nivelación</li> <li>11.5 Detalles</li> <li>11.6 Redes</li> </ul> </li> <li>▼ 12. Planos Topograficos <ul style="list-style-type: none"> <li>12.1 Planta Perfil</li> <li>12.2 Secciones</li> <li>12.3 MDT</li> <li>12.4 MDS</li> </ul> </li> <li>▼ 13. Esquemas <ul style="list-style-type: none"> <li>13.1 ÁreaLevantamiento</li> <li>13.2 GNSS</li> <li>13.3 Poligonal_MarcoReferencia</li> <li>13.4 Nivelación</li> <li>13.5 PlanoResultante</li> </ul> </li> <li>▼ 14. FormatosInspecciónRedes <ul style="list-style-type: none"> <li>14.1 Secas</li> <li>14.2 Hidrosanitarias</li> </ul> </li> <li>15. FormatoMetadatos</li> <li>16.OtrosEntregables</li> <li>▼ 17. PruebasCalidadProductos <ul style="list-style-type: none"> <li>Consultoría</li> <li>Interventoría</li> </ul> </li> <li>18. ContratóyAnexoTécnico</li> <li>19. Cronograma</li> <li>20. Actas Seguimiento</li> <li>21. AprobaciónInterventoría</li> </ul>
--	---

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

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

**NOTA:** Los métodos de captura de información con nuevas tecnologías (Sistema móvil terrestre, LIDAR aéreo o terrestre, escáner láser terrestre, drones, entre otros) garantizarán puntos de control, con los requerimientos exigidos para productos GNSS y de nivelación consignados en el presente documento.

El consultor entregará la totalidad de los productos resultantes de campo y oficina, de ser necesario facilitará el software requerido para la visualización o manipulación y entregará los productos según las normas vigentes consignadas en el anexo técnico del proyecto o las que las deroguen o modifiquen.

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.

## 8.2 ESPECÍFICOS

### 8.2.1 LIDAR y fotografías aéreas

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.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

Teniendo 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 fotogramétrico (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  $RMSE_{x,y,z}$  obtenidos en el proceso de georreferenciación y la relación del número de imágenes en las que se ha obtenido automática y manualmente cada punto.
- Varianza absoluta de la georreferenciación: Incluir el  $Error_{min}$  y  $Error_{max}$  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  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$ , 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.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

- 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.
- Archivos digitales con la nube de puntos (MDT y MDS con clasificación de alturas e intensidades) filtrados y empalmados en formato \*.LAS y \*.dwg.
- Archivo del MDT en formato Raster tipo Geotiff y TIN.
- 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.

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.*

### 8.2.2 Escáner láser terrestre

Se obtendrán mediciones individuales conformando una nube de puntos tridimensional en un sistema de coordenadas (x, y, z), las cuales componen un modelo 3D de todos aquellos objetos escaneados.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

Con el fin de asignar coordenadas a los puntos de control (targets o dianas) que permiten efectuar la georreferenciación del trabajo, se realiza un levantamiento topográfico a nivel planimétrico y altimétrico, o en el caso que el equipo escáner lo permita, realizar una georreferenciación directa.

Esta transformación de la nube de puntos cruda obtenida se ve reflejada en un resultado final: nube de puntos filtrada, planos 2D (planta, secciones transversales), y modelos 3D texturizados.

Deberá hacerse entrega de:

- Archivo ASCCI, de las coordenadas x, y, z crudas del escaneo
- Archivos en extensión \*.LAS y \*.dwg de las nubes de puntos ajustadas al sistema de referencia establecido.
- Memoria técnica del ajuste de la información láser: Creación de objetos de referencia, unión de escaneos, georreferenciación, filtrado de los escaneos, segmentación, clasificación de objetos de la nube de puntos, y generación de productos.
- Todos los productos derivados deberán ser exportados en formato o extensión \*.dwg, y dependiendo de los requerimientos del proyecto, como: Perfiles longitudinales, secciones transversales, planta, modelado 3D (CAD) de las entidades extraídas de la nube de puntos, microtopografías, volúmenes en 3D, modelos digitales del terreno o de superficie, curvas de nivel.
- Imágenes panorámicas obtenidas, para cada una de las estaciones del escáner.
- Archivo del MDT en formato Raster tipo Geotiff y TIN.
- 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.
- 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 trabajos serán responsabilidad del consultor, la verificación de los permisos será responsabilidad de la interventoría.*

### 8.2.3 Sistema móvil terrestre

Para la adquisición de imágenes con el sistema de mapeo móvil terrestre, se hará entrega de:

- Datos crudos (IMU + GPS/GLO + imágenes)
- Archivos procesados obtenidos mediante el sensor utilizado.
- Identificación de elementos en coordenadas en coordenadas Planas Cartesianas locales, datum oficial para Colombia sistema de referencia Magna Sirgas.
- Levantamiento de recorrido virtual de la zona.
- Índice fotográfico en formato \*.kmz, \*.shp.
- Archivo del MDT en formato Raster tipo Geotiff y TIN.
- 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.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

- 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 serán responsabilidad del consultor, la verificación de los permisos será responsabilidad de la interventoría y avalados por el área supervisora del proyecto.*

#### 8.2.4 Levantamiento de información fotogramétrica con Dron

La toma de información mediante el uso de vehículos no tripulados - drones o UAV (Unmanned Aerial Vehicle), debe cumplir los siguientes requisitos mínimos:

##### 8.2.4.1 Generales del vuelo

- Resolución espacial de la ortofotografía GSD: 4 cm
- Distancia Focal: 20mm que brinde una cobertura de 94°
- Sobre posición: 80/70
- Altitud de Vuelo máx.: 100 metros
- Cámara fotográfica mínimo de 20 Mpx

##### 8.2.4.2 Ortofotografía

La imagen capturada debe tener como mínimo 20 m de sobreancho del corredor o polígono objeto de estudio. La Fotografía debe tener una escala constante y propiedades de una proyección ortogonal, formada a partir de una fotografía en proyección central mediante rectificación diferencial <sup>5</sup>.

En una ortofotografía los objetos ocupan sus posiciones horizontales reales. Si la rectificación ha sido analógica no se ha corregido el desplazamiento de las superficies verticales. La ortofotografía debe cumplir como mínimo con las siguientes características técnicas:

- Imágenes métricas RGB de los polígonos de trabajo cuya extensión aproximada es de 615.26 Has con una resolución espacial GSD de 4 cm / PIX.
- Para la aerotriangulación o puntos de apoyo se deben tomar mojones máximo cada 50 metros los cuales se deben georreferenciar al sistema Magna Sirgas
- Las imágenes se deben tomar con líneas de vuelo previamente establecidas por el contratista y aprobadas por la supervisión del IDU, garantizando las siguientes características técnicas:
  - Overlap: 80/70
  - Altura de vuelo máximo 100 metros.

Los pilotos de aeronaves no tripuladas deben contar con diploma vigente de piloto de dron expedido por una institución aprobada por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil – UAEAC, la cual se verificará en el link: [HTTP://WWW.AEROCIVIL.GOV.CO/CONSULTA-EN-LINEA/CONSULTA-DE-EMPRESAS-AEREAS](http://www.aerocivil.gov.co/consulta-en-linea/consulta-de-empresas-aereas) (Centro de instrucción).

Las aeronaves no tripuladas deben contar con la certificación de inclusión vigente en la base de datos RPAS de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. La cual será verificada en el link:

<sup>5</sup> Definición Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña - <http://www.icgc.cat/es/Ayuda/Preguntas-frecuentes/Diferencias-entre-fotografia-aerea-y-ortofoto>

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

[HTTP://WWW.AEROCIVIL.GOV.CO/CONSULTA-EN-LINEA/CONSULTA-DE-MATRICULAS-DE-AERONAVES](http://www.aerocivil.gov.co/consulta-en-linea/consulta-de-matriculas-de-aeronaves)

**Nota:** Se reitera que independiente de la tecnología que se desee emplear 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.

## 9 CONTROL DE CALIDAD

El Contratista, Promotor o tercero deberá 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 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, lo definido en la Norma Técnica Colombiana NTC 6271 de 2018 de Estudios Topográficos y demás normas, manuales y guías que apliquen, realizando y dejando constancia como mínimo de los siguientes procedimientos:

- Todos los equipos 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 e inspección de redes, etc.), y que los resultados obtenidos del trabajo de oficina (post procesos, carteras, cálculos, planos, informes, y demás entregables) cumplan con las especificaciones mínimas exigidas en la presente guía. La Consultoría y la Interventoría deberá 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 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.

<b>GUÍA</b> <b>ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS</b>			
<b>CÓDIGO</b> GU-IC-07	<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	<b>VERSIÓN</b> 2	

- Se deberá cumplir con lo exigido en el anexo técnico del contrato, manual de interventoría y supervisión de contratos, la guía de elaboración de estudios topográficos IDU, las guías de entregables de acuerdo a la etapa del proyecto, los convenios interinstitucionales, la Norma Técnica Colombiana de Estudios Topográficos (NTC 6271 de 2018), las resoluciones vigentes del IGAC, entre otros.

## 10 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los siguientes documentos pueden ser tomados como referencia en sus versiones vigentes:

- Guía GU-DO-04 Cero Papel.
- Guía GU-DP-01 Alcance de los entregables en la etapa de diseño.
- Guía GU-IC-06 Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público.
- Instructivo IN-CI-01 Intervención de urbanizadores.
- Guía GAFP01 Alcance entregables prefactibilidad
- Guía GAFP03 Alcance de los entregables de factibilidad.