1. REQUISITOS GENERALES DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Aquí se describen los requisitos generales que deben cumplir los estudios topográficos (Georreferenciación y Topografía General) en el barrio La Roca en la localidad de San Cristóbal (grupo 1) y en el barrio Valle de Cafam de la localidad de Usme (grupo 2) en la ciudad de Bogotá D.C.

La interventoría hará la apropiación de los estudios y diseños, teniendo en cuenta que se debe revisar la información existente. Esta actividad incluye el reconocimiento y verificación en terreno de los puntos materializados y las coordenadas (X, Y, Z) de los mismos. Así mismo, deberá validar en campo los detalles que se encuentran en los planos y deberá identificar los detalles faltantes para tenerlos en cuenta.

1.1. VERIFICACIÓN INSTRUMENTAL

La interventoría debe verificar que todos los equipos de topografía (Estación Total o nivel de precisión) cuenten con el respectivo certificado de calibración, expedido por un laboratorio debidamente acreditado. Estos certificados tienen una vigencia máxima de seis meses y deben estar vigentes dentro del proyecto. Los certificados deben ser revisados y aprobados por la interventoría antes de iniciar las actividades de topografía.

El certificado de calibración debe ir acompañado de un informe que contenga los equipos patrón, la trazabilidad de los valores patrón utilizados, la metodología de calibración utilizada y los valores de corrección realizados.

1.2. GEORREFERENCIACIÓN DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Para la ejecución del componente topográfico la interventoría debe verificar y supervisar en cada grupo:

a) Ecobarrio La Roca (grupo 1): Las placas ubicadas y materializadas en los estudios y diseños, nombradas como GPS-1 y GPS-2 de las cuales partirá la ejecución de la obra. En caso de no encontrase alguno de los puntos GPS's o que estos no cumplan con las condiciones óptimas que garanticen la precisión del proyecto, el contratista deberá tener en cuenta la información descrita en el numeral 3.1. POSICIONAMIENTOS de este documento para realizar el posicionamiento y procesamiento de los datos.
b) Ecobarrio Valles de Cafam (grupo 2): Las placas ubicadas y materializadas en cada uno de los lotes nombradas de la siguiente manera: ECOBARRIOS – VALLES DE

CAFAM – GPS 1 O GPS 2 - 2023. El GPS-1 se encuentra materializado en el LOTE A y el GPS-2 en el LOTE B. El levantamiento topográfico inicial, se realizó partiendo del GPS-1 y GPS-2 con coordenadas arbitrarias muy cercanas al marco de referencia que se solicita en el presente anexo. El contratista debe realizar el posicionamiento en estas placas, realizar post proceso y ajuste de las coordenadas. Al tener las coordenadas reales, debe realizar el ajuste de la información de topografía para los planos e informes finales de todos los componentes del proyecto previa aprobación de la interventoría. La interventoría podrá verificar la ejecución de la obra con las coordenadas arbitrarias entregadas por la Caja de la Vivienda Popular. Sin embargo, para la entrega de planos record e informes finales, estos deberán estar con las coordenadas reales arrojadas por el posicionamiento realizado por el contratista. En el numeral 3.1 POSICIONAMIENTOS de este mismo documento, se encuentran los lineamientos para este tipo de trabajos topográficos.

1.2.1. Sistema de referencia horizontal

El Marco Geocéntrico Nacional de Referencia es MAGNA-SIRGAS, establecido mediante resolución 068 de 2005. La proyección cartográfica debe ser definida en un único origen de coordenadas con los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de escala	0.9992

Fuente: Tomado de la resolución 471 de 2020 del IGAC

1.2.2. Sistema de referencia vertical

El sistema de referencia vertical empleado será el que tiene origen en el mareógrafo de Buenaventura.

1.2.3. Materialización

Se recomienda que el sitio donde ocurra la materialización (cuando aplique) de los puntos del marco de referencia para el proyecto garantice condiciones de perdurabilidad, horizonte despejado, intervisibilidad entre los puntos, estabilidad en el terreno seleccionado y accesibilidad al mismo.

La materialización puede darse en dos formas, permanente monumentada o permanente incrustada, para cualquiera de las dos la materialización de los puntos del marco de referencia del proyecto debe estar debidamente marcados, mediante elementos que impidan su extracción y permitan su durabilidad bajo condiciones climáticas adversas.

Como mínimo la placa debe contener:

- Centro punto.
- Código.
- Contacto.
- Año.

1.3. PERFIL PROFESIONAL

El proyecto debe ser ejecutado por:

- Ingeniero Topográfico, con matricula profesional vigente expedida- consejo profesional nacional de ingeniería COPNIA.
- Tecnólogo en Topografía, con licencia profesional vigente expedida por el Consejo Profesional nacional de Topografía CPNT.

1.4. EQUIPOS DE TOPOGRAFIA

Estaciones Totales

Estaciones Totales con precisión de 4” (cuatro segundos) para ángulo horizontal y medición de distancia con precisión de 2mm + 2.0 ppm

Niveles Electrónicos
Niveles automáticos y electrónicos con precisión en desviación estándar en un kilómetro (1 km) de doble nivelación: +-1.5mm nivelación doble con Mira de Invar de 0.9 mm y con mira estándar de código de barras de un milímetro (1 mm)

GPS

- **Receptores GNSS de una y doble Frecuencia:** Equipos receptores GNSS para el posicionamiento global (con opciones de captura de constelación de satélites GPS, Glonas, Galileo y otros) con características propias de almacenamiento de datos crudos y en formato RINEX, de doble frecuencia (L1 y L2), con precisión horizontal de 5 mm + 1 ppm;, con recepción mínimo de 9 canales (señales de 9 o más satélites individualmente), definición de la geometría de los satélites, facilidad de selección o rechazo de las señales mediante la eliminación del horizonte de recepción, cálculo diferencial de coordenadas mediante software nativo, antena para la eliminación de señales rebotadas (multipar).

- **RTK** de doble frecuencia L1 y L2 con precisión horizontal de 5 mm + 1 ppm. Con mínimo 9 canales de recepción cables y uniones en buen estado, y antena de comunicación para RTK.

2. REQUISITOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La interventoría debe realizar seguimiento a todo estudio topográfico y dar cumplimiento con los requisitos específicos que garanticen la calidad en cuanto a precisión y cumplimiento. Para este efecto, se requieren tres etapas: adquisición de datos de campo, procesamiento de información y entregas numeral 4. ENTREGA DE INFORMACION de este documento.

2.1. DATOS DE CAMPO

La primera etapa de estudio topográfico determina la estructura de los datos, densidad y precisión con que se adquiere la información para obtener el modelo físico a partir de estos.

2.1.1. Adquisición de datos de campo con niveles óptico-mecánicos y electrónico, estaciones electrónicas, receptores de posicionamiento satelital GNSS-GPS y registro de información básica e instrumental:

- Fecha de observación.

- Nombre y/o nomenclatura del punto.
- Marca y modelo del equipo.
- Número serial del equipo.
- Nombre del profesional en topografía.
- Altura instrumental inicial y final.
- Se debe asegurar que los datos análogos tomados en campo sean perdurables.
- Verificar la integridad de la información registrada por el operador y capturada con el equipo sean los requeridos por el proyecto.
- Llevar en físico cartera de campo estación (ángulos verticales, horizontales, distancia horizontal e inclinada y altura instrumental)
- Llevar en físico cartera de campo para nivelación (vistas más, menos e intermedias)
- Llevar en físico cartera de campo para GPS (alturas de las antenas, hora inicial y final)

2.2. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

El procesamiento de la información debe estar soportada con los registros crudos almacenados en los dispositivos de memoria o carteras de campo que garanticen el 100% de los datos correspondientes a las lecturas de campo inalteradas.

2.2.1. Procesamiento de información con criterios de calidad y precisión para datos adquiridos con niveles óptico-mecánicos, estaciones electrónicas, receptores de posicionamiento satelital GNSS-GPS y registro de información básica e instrumental:

Se debe seguir con los protocolos de procesamiento de información de la norma NTC 6271, tabla 12, tabla 13 y tabla 15.

3. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

La interventoría debe tener en cuenta lo mencionado en la Norma Técnica Colombiana NTC 6271, donde dice que todo estudio topográfico debe cumplir con requisitos específicos dentro de protocolos que garanticen la calidad en cuanto a precisión y cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas. Para tal efecto, se requieren tres etapas a saber: adquisición de datos de campo, procesamiento de información y entregas. Para tal fin, en esta etapa de adquisición de datos se deberá tener en cuenta la fidelidad de precisión para la obtención de estos, apoyados por cada uno de los equipos anteriormente descritos y aquellos que se encuentren dentro de las políticas establecidas de la Norma Técnica Colombiana NTC 6271. A continuación, se describen los parámetros a tener en cuenta por la interventoría para cada uno de los estudios topográficos que puede presentar la obra a ejecutar:

3.1. POSICIONAMIENTOS

Se llevarán a cabo posicionamiento cuando no se cuente con puntos cercanos certificados por el Instituto Geográfico Agustín IGAC. Se debe realizar el posicionamiento de los puntos con el marco de referencia actual (**resolución 471 de 2020 del IGAC)**. Estos puntos deben estar debidamente materializados cumpliendo las especificaciones de materialización del numeral 1.2.3. Materialización que se encuentra en este documento. Pueden ser utilizados los puntos para el marco de referencia inicial, siempre y cuando cumplan con los requerimientos del presente anexo.

Debe realizarse triangulaciones amarrando la base a un punto conocido del IGAC u otra de rastreo permanente (Estaciones de la red activa MAGNA ECO). El posicionamiento de cada uno de los puntos debe realizarse en un periodo de tiempo no menor a dos horas independientemente de la cercanía entre los puntos y se debe garantizar todas las condiciones de terreno del numeral 1.2.3 Materialización. Se debe llenar formato correspondiente al punto posicionado donde se identifique un diagrama de obstáculos para cada vértice, alturas del equipo y datos concerniente a este.

Para realizar el levantamiento se deben tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- Ángulo mínimo de recepción: 10 a 15 grados sobre el horizonte.
- Componente geométrico de la dilución de precisión PDOP < 4.
- Mínimo de satélites visibles a asegurar: 6.
- Recolectar datos para tres dimensiones.
- Antena nivelada y centrada sobre el punto. realizar verificación antes y después de la 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 requerido en horas: 2.
- Duración de épocas a captar: entre 1 y 15 segundos máximo.
- Deben realizarse triangulaciones amarrando pareja de vértices con la base en un punto del IGAC u otra de rastreo permanente.
- Elaborar diagrama de obstáculos para cada punto posicionado.

Dentro de las especificaciones mínimas de los equipos deben estar receptor multifrecuencia o doble frecuencia, precisión geodésica, con precisión en método estático mínimo de 4mm + 1 ppm horizontal y 7 mm + 2 ppm vertical, ángulo mínimo de recepción 15° grados sobre el horizonte, duración de épocas a captar entre 1 y 15 segundos máximo. Accesorios tales como: Antena, trípodes, baterías, flexómetro, entre otros.

Se realizará una nivelación a los puntos posicionados como se indica en el numeral 3.4. ALTIMETRIA

3.2. POLIGONALES

Todas las poligonales deberán partir con coordenadas reales planas cartesianas época 2018.0, de los vértices previamente materializados, posicionados, calculados y ajustados.

Se deberá trazar una poligonal ligada a puntos del IGAC o posicionamiento realizado anteriormente como lo indica el numeral 3.1. POSICIONAMIENTOS. Se realizarán tomas de angulo directos e inverso al punto atrás como al punto adelante para minimizar el error angular y humano que permita obtener la precisión requerida de 1:20.000 mínimo para su cierre de acuerdo a este tipo de trabajo.

La poligonal cerrada deberá ser en forma de anillos de tal manera que cada cierre no exceda los 2.0 km longitudinales. Dichas poligonales se materializan adecuadamente en el terreno con puntos inamovibles (placas) para su posterior reubicación. (numeral 1.2.3. Materialización). No se aceptarán puntos localizados en terreno con estacas y sobre capa vegetal o simplemente pintados sobre superficies duras sin obtener la precisión requerida para el punto exacto.

En caso de que un levantamiento se encuentre localizado en zona de desarrollo y no existan sardineles y andenes, los puntos de control topográfico deberán amojonar en concreto y deberán tener un anclaje apropiado y una buena ubicación, esto nos garantizará que el punto sea inamovible y de fácil ubicación.

Comprobación de los cierres de las poligonales cerradas

Angularmente

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

Ta= Tolerancia angular
A= precisión angular del instrumento en segundo sexagesimal
N= Numero de armadas

Cierre lineal

$$\varepsilon L = \sqrt{(N_0 + N_1)^2 + (E_0 + E_1)^2}$$

eL= Error de Cierre lineal
N0= Coordenadas norte inicial
N1= Coordenadas norte llegada

E0= Coordenadas Esta inicial
E1=Coordenadas este de llegada

Solo se exceptúa el uso de poligonal, cuando el trabajo que se vaya a efectuar solo necesite realizar el método de radiación topográfica desde los vértices previamente posicionados, calculados y ajustados. Se permite a partir de los vértices de apoyo del proyecto establecer auxiliares con lectura directa al vértice posicionado, en ningún caso se permitirá localizar un delta auxiliar a partir de otro auxiliar previamente establecido

3.3. PLANIMETRÍA - LEVANTAMIENTO DE DETALLES

Con la poligonal básica ajustada y verificada, realizada mediante la elaboración de topografía convencional, se procederá a tomar los detalles mediante radiación simple con estaciones totales. El levantamiento se genera con coordenadas reales planas cartesianas época 2018. Se tomará los detalles de tal manera que se pueda determinar la silueta de las vías, levantando con exactitud los sardineles de confinamiento, los paramentos, bermas donde las haya, sardineles de separadores, postes (alumbrado, teléfono, de alta o media), arboles, zonas duras, construcciones, válvulas y en fin todos aquellos otros detalles que se requieran para la obtención de una silueta general del área levantada. En este levantamiento se deberá identificar la nomenclatura urbana.

Levantamiento de redes
Se realizará el levantamiento un pozo anterior y posterior a la zona de trabajo todos los elementos que interviene a la red como sumideros, cajas de inspección, pozos, hidrante, válvulas, medidores de aguas y cámaras de inspección
Se deberá llevar para esta actividad el formato de inspección de pozos de la E.A.B. o similar, actividad tendiente a complementar el diagnóstico de redes existentes.

Canales
Se realizará levantamiento longitudinal cada 10 metros y transversal 10 metros después del borde del canal y se debe levantar la tubería entrante al canal o cabezales y pozo o sumidero de donde proviene la tubería. Se detallará en la sección la corona, berma, pata y eje del canal como mínimo.

Construcciones o parques
Se deben levantar todos los puntos relacionados con la construcción, como esquinas, quiebres, direcciones de estas y demás detalles que clarifiquen su condición como

construcción. En relación con las unidades de vivienda se deben Identificar la totalidad de accesos peatonales y vehiculares, registrando sus características.

En los levantamientos por detalles debemos tener en cuenta todos los detalles que se observen para no tener que repetir levantamientos por falta de información. Se hará el levantamiento de senderos, bordillos, sardineles, juegos infantiles, gimnasios biosaludables, canchas, gradas, individuos arbóreos, huertas, etc., especificando en el plano topográfico su tipo y estado.

En la realización de detalles se anotará la dirección y la ubicación del delta del cual se están levantando los detalles. El Consultor presentará en el plano, identificación de vecinos, linderos, adicionalmente indicará el nivel de los accesos a las casas vecinas que estén afectadas por el proyecto.

3.4. ALTIMETRIA

Se realizará nivelación y contra nivelación partiendo de un BM del acueducto E.A.B o por el I.G.A.C de la red abierta la nivelación no puede superar el kilómetro de circuito por lo cual se realizará un ajuste al kilómetro el cual se materializará con un tornillo. El error permisible será +-1.5mm. La distancia entre vista no puede superar los 50 metros lineales. Tampoco la lectura puede ser por debajo de los 0.100 m y mayor a los 3.000m por error de plomo y visual con la mira. Los cambios deben estar a 100 metros lineales y materializados con un tornillo.

3.4.1. NIVELACIÓN PARA VÍAS

Las nivelaciones deben estar ligadas a cotas reales autorizadas por el I.G.A.C. placas CD, CT, T, CX, G y cruzadas con las cotas del sistema altimétrico de la E.A.B.

Con base a la abscisa establecida se deberá nivelar en estaciones de 10 m, anchos de 15 metros a cada lado del eje de cada calzada con nivel de precisión. Tomando cotas de eje, bordes de vía y cuneta, terreno natural donde corresponda. Para garantizar dicha nivelación se deberán establecer y materializar BM’s cada 1000 m. El resultado de esta nivelación, será entre otros la elaboración de un perfil longitudinal que permita la proyección de una rasante que garantice un buen sistema de drenaje de escorrentía superficial.

Para garantizar la exactitud de la nivelación, se deberán efectuar contranivelaciones cada 1 km repasando todos los cambios que se hubiesen efectuado durante la determinación.

Para nivelaciones de precisión se tendrá en cuenta su error permisible e = 1.5 por km.

e = error cometido en nivelación en cm.
k = distancia de la nivelación en kilómetros.
Los BM's se referenciarán con respecto al eje localizado.
BM # 2: S/ Esquina andén, calle., en el K0+..., derecha o izquierda a tantos metros del eje.

Una vez terminado el trabajo de orientación de la nivelación y la contranivelación se realizará la toma de secciones transversales, cada 10 m, de tal manera que puedan ser representativas de cada cuadra. Estas secciones deberán ser tomadas con niveles de precisión (nivelación geométrica o directa), y deberán cubrir como mínimo los siguientes detalles

- El borde del andén izquierdo - sobre el andén.
- El borde de 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.
- 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.

Se tomarán secciones transversales cada 5 m con un ancho comprendido entre paramentos, y que por lo menos deben comprender los siguientes puntos de las secciones: eje de calzada, bordes de calzada, bordes de sardineles, bordes de andenes y paramentos.

Si en el terreno se presentan cambios en la forma natural del mismo se realizará la lectura de vista intermedia que corresponde a dicho punto identificando puntos altos y bajos relacionados con el CIV a intervenir. En terrenos muy pendientes no se nivelará con nivel de precisión.

El terreno se nivelará con nivel de precisión, buscando la correspondiente curva de nivel cada metro o lo requerido según el trabajo.

Cuando se presenten vallados, pozos y canales, se anotarán en la cartera.

En el caso de vallados se anotará; borde izquierdo vallado, fondo vallado, eje vallado, borde derecho vallado, con sus correspondientes distancias tomadas en terreno y con respecto al eje del mismo. De igual manera levantar planimétricamente su forma natural y anotar afluentes y efluentes con su respectiva altimetría.

En caso de encontrar pozos de alcantarillado en el transcurso del eje se referenciarán al mismo teniendo en cuenta su abscisa y localización derecha o izquierda, posteriormente dentro del

levantamiento específico de redes hidráulicas existentes se complementará la información de la topografía general. Solo se nivelará su cota rasante y posteriormente se realizará su investigación en la fase de topografía de redes.

En caso de canales: Se harán secciones transversales a lo largo del proyecto.

En la cartera de nivel se anotará Berma del canal, ancho, fondo canal. eje canal, fondo del canal, berma del canal y sus correspondientes lecturas de nivel.

3.5. LEVANTAMIENTOS FOTOGRAMÉTRICOS Y LEVANTAMIENTOS CON VUELOS RPAS

Los vuelos fotogramétricos se evaluarán de acuerdo Resolución 1392 de 2016 del IGAC.
Los trabajos fotogramétricos y Levantamientos con Vuelos RPAS deben cumplir mínimo con las siguientes etapas:

3.5.1. Toma de aerofotografía digital

Parámetros mínimos:

- Diseño del Plan de Vuelo. Toma de aerofotografías con cámara métrica. ·
- Certificado de calibración de la cámara no mayor a 1 año. ·
- Recubrimiento Longitudinal: 65%, Recubrimiento lateral 40%, en áreas urbanas con edificaciones altas el recubrimiento longitudinal se debe aumentar al 83% con el fin de eliminar zonas con oclusiones.
- Resolución Radiométrica: Mejor o igual a 8 bit por banda. ·
- Resolución espectral: Mínimo tres bandas (Azul, verde, rojo)
- Resolución espacial

Resorción espacial de imágenes para vuelos fotogramétricos.

Escala Cartografía	Valor máximo del GSD aerofotografía/imagen
1:500	5 cm
1:1000*	10 cm
1:2000*	20 cm
1:5000*	30 cm
1:10000*	1 m

Fuente: Resolución 1392 de 2016 del IGAC.

3.5.2. Control Terrestre

El control terrestre debe ser pre-señalizado y su demarcación se hará de acuerdo con el tamaño de pixel de las aerofotografías, garantizando que sea foto identificable.
Para el control terrestre posterior a la toma de aerofotografías se deben tomar elementos que sean fotos identificables con exactitud.
La densidad de los puntos de foto control debe garantizar las precisiones requeridas y la distribución del control debe ser homogénea. Para proyectos lineales como vías, ríos, canales, etc., se deben tener tres puntos de control en los extremos de cada faja como mínimo.

3.5.3. Aerotringulación de vuelos fotogramétricos y Ajuste de aerofotografías

Debe ser verificada por la interventoría siguiendo la metodología del Error Medio Cuadrático (RMSE) de acuerdo con la Resolución 1392 de 2016 IGAC.
Los puntos de chequeo para determinar el RMSE en coordenadas Este, Norte y Cota de la triangulación se deben tomar de forma directa en campo sobre elementos foto identificables, donde se deben levantar como mínimo 20 puntos de chequeo
La precisión de la triangulación dada por reporte del software fotogramétrico no debe ser mayor a un 1/3 del tamaño del pixel.

Precisiones Triangulación RMSE

Escala Cartografía	Valor máximo del GSD aerofotografía/imagen	RMSE (Este, Norte, Cota) al 95% de nivel de confianza
1:500	5 cm	15 cm
1:1000*	10 cm	30 cm
1:2000*	20 cm	60 cm
1:5000*	30 cm	1.6 m
1:10000*	1 m	3 m

Fuente: Resolución 1392 de 2016 del IGAC.

El software fotogramétricos para el post proceso (ejemplo: Erdas, Orima, LPS, Inpho, etc.).
No se aceptan ajustes realizados en software para drones (Ejemplo: PhotoScan, Pix4D, Drone2Map, OpenDroneMap, OrtoDrone, etc.)

No se acepta digitalización o vectorización sobre ortofotomosaicos.

3.5.4. Ortofotomosaicos y Ortoimagen

Los Ortofotomosaicos y las Ortoimagenes deben cumplir con las especificaciones del Capítulo 5 Ortofotomosaico – Ortoimagen de la Resolución 1392 de 2016 del IGAC

Precisiones RMSE Ortofotomosaico.

Escala Cartografía	Valor máximo del GSD aerofotografía/imagen	RMSE (Este, Norte, Cota) al 95% de nivel de confianza
1:500	5 cm	15 cm
1:1000*	10 cm	30 cm
1:2000*	20 cm	60 cm
1:5000*	30 cm	1.6 m
1:10000*	1 m	3 m

Fuente: Resolución 1392 de 2016 del IGAC.

3.6. LEVANTAMIENTOS LÍDAR (AÉREO Y TERRESTRE)

El Lidar es un sistema que permite obtener una nube de puntos del terreno tomándolos mediante un escáner láser aerotransportado (ALS). Para realizar este escaneado se combinan dos movimientos. Uno longitudinal dado por la trayectoria del avión y otro transversal mediante un espejo móvil que desvía el haz de luz láser emitido por el escáner. Para conocer las coordenadas de la nube de puntos se necesita la posición del sensor y el ángulo del espejo en cada momento. Para ello el sistema se apoya en un sistema GPS diferencial y un sensor

Inercial de navegación (INS). Conocidos estos datos y la distancia sensor-terreno obtenida con el distanciómetro obtenemos las coordenadas buscadas. El resultado es de decenas de miles de puntos por segundo.

3.6.1. Lídar Aerotransportado (LÍDAR es el acrónimo de Light Detection and Ranging)

Para la realización de proyectos con toma de datos LÍDAR Aéreo se deben tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- Plan de vuelo
- Las líneas de vuelo deben ser distribuidas con el 55% de traslape lateral. ·
- Se deben realizar líneas de vuelo transversales (cruzadas).
- La cantidad de puntos por metro cuadrado no puede ser inferior a 8
- Disposición de estaciones Base: o Se deben colocar Bases en pares.

- En lugar despejado dentro o cercano a la zona del proyecto con la mayor mascara de despeje de 15 a 20°. A al menos a quince metros (15 m) de árboles altos, edificaciones o muros. o A al menos a un kilómetro (1 km) de líneas de transmisión de alta tensión.
- La distancia entre la base y el avión debe estar entre diez y cincuenta kilómetros (10 y 50 km), cómo máximo, se recomienda una distancia de veinte kilómetros (20 km).
- La altura de las estaciones base debe ser determinada con nivelación geométrica de precisión utilizando niveles electrónicos. ·
- Calibración del sensor:
- Se deben realizar varias líneas en diferentes direcciones sobre el campo de calibración (mínimo cuatro líneas de vuelo).
- El campo de calibración debe ser lo más plano posible.
- Realizar las calibraciones a las altitudes máximas, mínimas y típicas de operación del sensor.

Ajuste de Boresight: El límite del proyecto debe quedar en zona de traslape entre dos líneas de vuelo para garantizar el ajuste del boresight en el límite del proyecto. ·
Ajuste Coordenada Z (Cota): el ajuste en coordenada Z (cota) de los datos LÍDAR se debe realizar utilizando el Modelo Geoidal Local generado para cada proyecto en específico ·

Los Datos LÍDAR se deben clasificar como mínimo en los siguientes niveles:
0 – Creado, Nunca Clasificado
1 – Sin Clasificar
2 – Terreno
5 – Vegetación
6 – Construcciones
7 – Ruido
9 – Agua
La clasificación detallada de los elementos depende de los términos de referencia de cada proyecto. ·
La captura de breaklines o líneas de quiebre es indispensable para definir las conexiones de la red hidrológica los drenajes sencillos, dobles y, cuerpos de agua. También se requieren para la delimitación de manzanas, complementar el terreno debajo de los árboles, delimitación de vías y quiebres naturales del terreno.

3.6.2. Lídar Terrestre (LÍDAR es el acrónimo de Light Detection and Ranging)

Para la realización de proyectos con toma de datos LIDAR Terrestre se deben tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- Determinar el área a levantar
- El equipo debe ser un escáner de precisión topográfica con RGB.
- Planear sobre un plano los sitios de ubicación del escáner.
- Se deben utilizar dianas u objetivo para la georefenciación indirecta.
- La cota de los puntos de control, dianas u objetivo debe ser geométrica.
- Las posiciones para la ubicación del escáner se deben elegir de manera que garanticen una máxima cobertura y precisión.
- El traslape entre escenas no debe ser inferior al 25%
- Si se utilizan objetivo o puntos de control se debe garantizar mínimo 4 puntos de control por escena y que dos de ellos traslapen con la escena adyacente.
- El escáner debe quedar debidamente nivelado.
- La georreferenciación se puede realizar por método directo o indirecto.
- La nube de puntos debe contener los valores de RGB e intensidad.
- Se debe eliminar el ruido de la nube de puntos

4. ENTREGA DE INFORMACIÓN

La interventoría deberá revisar, verificar y aprobar la información entregada por el Contratista. Esta deberá ser entregada en original con el respectivo medio magnético, debidamente nombrada, ordenada y referenciada, mediante un sistema integrado de gestión de calidad.

Para posicionamiento, poligonal, levantamiento y/o Nivelación, se debe tener en cuenta:

4.1. Informes

Se deberá entregar informe claro y detallado, el cual debe recopilar los procesos técnicos efectuados en campo y en oficina. En el, se debe adjuntar la información cruda (archivo nativo) arrojada por los equipos que correspondan, Estación, nivel electrónico y/o GPS’s. El informe debe contener como mínimo la siguiente información:

- Archivo nativo (estación y nivelación).
- Memoria de cálculo.
- Ajuste de poligonal y nivelación.
- Nube de puntos.
- Formatos.
- Certificados de estudios de la Comisión Topográfica (CPNT y/o COPNIA).
- Coordenadas certificadas IGAC (planimétrico y altimétrico).

- Registro fotográfico de topografía – trabajo de campo.
- Carteras de campo crudas – cálculo del levantamiento topográfico.
- Archivo Rinex y coordenadas planas de los puntos de amarre.
- Esquema traslado de coordenadas.
- Perfiles longitudinales y secciones transversales (cuando aplique)

4.2. Planos

Debe entregarse copia digital en formato guardado en versión (AutoCAD .DWG 2021) y en físico ploteados en pliego en papel bond, en el formato establecido por la entidad, el cual debe ser solicitado a la misma. Los planos deben contener como mínimo:

- Direcciones.
- Nombre del proyecto.
- Nombre de quien elabora.
- Logo de la empresa de interventoría.
- Logo de la empresa que ejecuta.
- Cuadro de convenciones.
- Localización.
- Escala.
- Fecha.
- Cuadro de áreas en metros cuadrados y porcentajes de las diferentes zonas del proyecto.
- Cuadro de coordenadas de las placas y de los mojones o BM’s propuestos para el replanteo del plan maestro.
- Cuadro resumen de la arborización existente por especies (incluyendo tipo, alturas y diámetros etc.) y Cuadro de convenciones totalmente elaborado.

Los tipos de achurados, convenciones, notas, formatos etc. serán indicados por el Supervisor designado a la Interventoría y serán el resultado de coordinación con el Consultor.

Se debe entregar una planta de localización del proyecto a nivel macro, donde además se referencie la localización de los BM’s del IGAC, los dos mojones coordenados dentro del proyecto, la orientación de la cuadrícula de nivelación y sus dimensiones y cualquier otro dato relacionado con los trabajos preliminares de localización.

Adicionalmente, debe entregar los planos de detalles a las escalas y fuentes apropiadas, de manera que permitan la evaluación de demoliciones y/o actividades de afectación. Planos de perfiles con escalas horizontales y verticales adecuadas.

4.3. Actas

La interventoría deberá revisar, verificar y aprobar las memorias de cálculo y formatos de cubicación entregados por el contratista, estos deberán estar debidamente organizados con sus respectivos soportes, que permitan la verificación de la información tomada en campo y la justificación de las cantidades del acta presentada.

Los formatos para la presentación de carteras y soportes de las cantidades de obra son definidos por el contratista, previa aprobación de interventoría. Sin embargo, el contratista debe generar como mínimo los siguientes formatos por cada ítem a soportar su cantidad en el acta.

- Memoria de cálculo del ítem ejecutado con su respectivo registro fotográfico.
- Cuadro resumen donde se evidencie abscisa, área o volumen y el total.
- Carteras de campo de la información obtenida insitu.
- Esquemas de los perfiles o secciones transversales con sus respectivas cotas, abscisa, área y perfil.

En general todos los ítems a cobrar deben tener una memoria de cálculo. Sin embargo, las carteras de campo y esquemas o secciones, se solicitan para los ítems de excavaciones y rellenos.

Cada uno de los formatos deben contener información del contrato, fecha, número del ítem y descripción, firma y nombre de quien elabora (contratista) y quien revisa (interventoría).

LAURA MARCELA SANGUINO GUTIERREZ
Directora Técnica de Mejoramiento de Barrios

Realizó: Angela Marcela Tovar Betancourt – Apoyo Técnico a la Supervisión