

NORMA TÉCNICA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

NDI-SE-AA-015/V2.0

**DIRECTRICES PARA LA EJECUCIÓN DE LEVANTAMIENTOS
TOPOGRÁFICOS Y GEOMÁTICOS**



EMCALI

Código	NDI-SE-AA-015
Estado	VIGENTE
Versión	2.0 / 05-04-2021
Fuente	GUENA-EMCALI EICE ESP-DISEÑO
Tipo de Documento	NORMA TÉCNICA DE SERVICIO
Tema	ACUEDUCTO - ALCANTARILLADO
Comité	TÉCNICO DE APROBACIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Título	DIRECTRICES PARA LA EJECUCIÓN DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS Y GEOMÁTICOS
---------------	--

ÍNDICE

	Pág.
1 PROLOGO	4
2 OBJETO	5
3 ALCANCE	5
4 DEFINICIONES	5
5 REFERENCIAS NORMATIVAS	19
6 REQUISITOS	21
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 PROLOGO

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento conforme a la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

2 OBJETO

Esta norma establece los requisitos básicos y recomendaciones para los levantamientos topográficos, geomáticos y especificaciones en la entrega de la información para los sistemas de acueducto y alcantarillado de EMCALI EICE ESP.

3 ALCANCE

Aplica para todos los servicios de topografía y Geomática generados en los sistemas de acueducto y alcantarillado en todos sus componentes, destinados a:

- 1) Determinar los requisitos técnicos mínimos exigibles que se deben tener en cuenta para un estudio topográfico.
- 2) Garantizar la calidad de los datos adquiridos y los resultados representados en los entregables de un estudio topográfico; referenciados a los Datum horizontal y vertical, oficiales para el territorio nacional.
- 3) Estandarizar todas las actividades inmersas en los estudios topográficos y geomáticos, con profesionales reconocidos por ley para ejercer la topografía en el territorio nacional, acreditados por el Concejo Profesional Nacional de Topografía CPNT, o el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería COPNIA.

4 DEFINICIONES

4.1 ABSCISAS

Son puntos determinados sobre la rasante de un proyecto, correspondientes a las distancias medidas entre los mismos y un punto de referencia o de partida.

4.2 ALTIMETRIA

Parte de la Topografía que comprende los métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada uno de los puntos respecto a un plano de referencia. Con ella se consigue representar el relieve del terreno.

4.3 AZIMUT

Es el ángulo comprendido entre un alineamiento y un extremo del meridiano de referencia. Este meridiano generalmente es el norte. El extremo elegido se lee en sentido horario entre 0° y 360°

4.4 CALIDAD.

Conjunto de características de los datos geográficos que describen su capacidad para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas.

4.5 CATÁLOGO DE OBJETOS.

Primera aproximación a una representación abstracta y simplificada de la realidad en una estructura que organiza los tipos de objetos espaciales, sus definiciones y características (atributos, relaciones y operaciones).

4.6 CATÁLOGO DE REPRESENTACIÓN (O CATÁLOGO DE SÍMBOLOS).

Documento que recopila la información de la simbología que responde a las necesidades gráficas para cada uno de los objetos del catálogo de objetos geográficos, siendo además el insumo básico para conformar la base de datos de símbolos que represente gráficamente la información geográfica digital.

4.7 CONTRANIVELACIÓN

La contranivelación es la nivelación que se realiza desde el último punto nivelado hasta llegar al BM inicial. Este sistema se utiliza para comprobar el cierre de la nivelación.

4.8 COORDENADAS RECTANGULARES

La distancia que representa una Abscisa de un punto la distancia que representa la Ordenada de dicho punto.

4.9 COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Las Coordenadas Geográficas de un punto son la Longitud y la Latitud.

4.10 COORDENADAS CARTESIANAS ORIGEN CALI MAGNA SIRGAS

Sistema de proyección con origen al oeste de Bogotá con coordenadas 1.000.000 N, 1.000.000 E, con altura igual a cero (0) en el Datum Buenaventura según resolución 068 de Enero 28 de 2005.

Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (MAGNA - SIRGAS), por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y adoptado por medio de la Resolución 068 de 2005 del IGAC; mediante el Decreto 411.0.20.0728 sancionado el 29 de septiembre de 2015, fue adoptado el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA - SIRGAS para Santiago de Cali, por tal razón, todas las dependencias (Organismos) de la administración, así como también, entidades públicas, personas naturales y jurídicas, que generen o requieren de la generación o consulta de información geográfica, en el marco de procesos al interior de Santiago de Cali deberán acoger el sistema de coordenadas cartesianas MAGNA - SIRGAS origen Cali.

Para el uso práctico de los sistemas enunciados anteriormente, el equipo técnico de la IDESC ha desarrollado algunas herramientas y procedimientos para realizar la transformación y proyección entre conjuntos de datos geográficos mediante rutinas de software, los cuales pueden ser consultados en los siguientes enlaces

4.11 COTA.

Cifra que representa la altitud de un punto con respecto a un plano horizontal o nivel de referencia.

4.12 CROQUIS

Representación del terreno con métodos simples y a escala aproximada. Si lo realizamos a lo largo de un camino, carretera o dirección de marcha se denomina croquis itinerario.

4.13 CURVA DE NIVEL.

Línea imaginaria que representa puntos del terreno que tienen la misma elevación con respecto al nivel de referencia común.

4.14 DATO GEOGRÁFICO.

Dato con referencia implícita o explícita a una ubicación relativa a la tierra.

4.15 DATUM GEODÉSICO.

Corresponde a la orientación y ubicación del elipsoide asociado a un sistema coordenado X, Y, Z. Si es geocéntrico se tendrá un Datum Geodésico Geocéntrico o Global, si es local se tendrá un Datum Geodésico Local.

4.16 DATUM HORIZONTAL.

Punto de referencia geodésico para los levantamientos de control horizontal, del cual se conocen los valores: latitud, longitud y azimut de una línea a partir de este punto y los parámetros del elipsoide de referencia. Es aquel donde las coordenadas de Latitud y longitud están referidas al elipsoide y se definen independientemente de la altura (H).

4.17 DATUM VERTICAL.

Cualquier superficie nivelada (por ejemplo el Nivel Medio del Mar) que se toma como superficie de referencia a partir de la cual se calculan las elevaciones. Usualmente se escoge el geoide, el cual es la superficie equipotencial del campo gravitacional terrestre que mejor se aproxima al nivel medio del mar. Las alturas referidas al geoide, se llaman alturas ortométricas (H) y son las que usualmente se encuentran representadas en las cartas topográficas.

4.18 DECLINACIÓN MAGNETICA

Angulo que forman el NM con el NG. Para España la declinación es occidental.

4.19 DECLINACIÓN UTM

Angulo que forman el NM con el NC. Este dato viene siempre en las hojas militares españolas.

4.20 DELTA

Punto de intersección de las tangentes de la curva

4.21 EQUIDISTANCIA NUMÉRICA O EQUIDISTANCIA

Diferencia constante entre dos curvas de nivel consecutivo. A mayor escala del plano, mayor número de curvas de nivel podremos representar sin pérdida de claridad. A mayor pendiente del terreno, más

próximas están las curvas de nivel entre sí; consideraremos que la pendiente entre dos curvas de nivel es uniforme.

4.22 ERROR.

Discrepancia con el universo del discurso. Diferencia entre el valor observado o calculado de una cantidad y el valor ideal o verdadero de la misma.

4.23 ESCALA

Relación que existe entre la medida de un segmento sobre el papel y la medida de su homólogo en la realidad. Escala = Plano /Terreno =1/D (Denominador de la Escala):

Las escalas reglamentarias en para EMCALI EICE ESP son: 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000.

4.24 ESCALAS GRAFICAS

Representación de una escala numérica sobre una recta; o lo que es lo mismo su representación geométrica.

4.25 ESCUADRA OPTICA

Instrumento de topografía, que permite por medio de un prisma, visualizar las perpendiculares a un eje.

4.26 ESTACIÓN TOTAL

Instrumento óptico de precisión destinado a la medida de ángulos horizontales y verticales, al igual que un medidor electrónico de distancias con su correspondiente microprocesador. Con una estación total se puede determinar la longitud y la dirección de cada visual de forma rápida y exacta. El microprocesador calcula los componentes vertical y horizontal de la distancia, así mismo el azimut de la visual y las coordenadas del punto visado.

4.27 ESTUDIO TOPOGRÁFICO.

Estudio de un conjunto de factores y geo ciencias para Georreferenciar y Graficar la forma del Planeta Tierra en planimetría y altimetría, así como sus modificaciones para representarlas en Escalas Grandes, obteniendo su ubicación, áreas, distancias, y pendientes, entre otros.

4.28 EXACTITUD.

Proximidad existente entre el valor medido y un valor verdadero de una magnitud. Una medición por lo tanto será más exacta, cuanto menor sea el error de medida o cuando ofrece una incertidumbre de medida más pequeña.

4.29 EXTENSIÓN DE LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

La Topografía se limita a representar zonas de pequeña extensión (hasta 18 Km) en las que la superficie terrestre de referencia puede considerarse plana. Para zonas de mayor extensión, no se puede prescindir de la curvatura terrestre. Es entonces cuando se recurre a la Geodesia y la Cartografía.

4.30 FOTOGRAFÍAS

La representación del terreno es buena, aunque muy limitada en muchos aspectos. Refleja una fiel representación del terreno, incluso con las diferentes tonalidades de la vegetación, tierras etc. No representa el terreno a escala normalizada, no representa aceptablemente el relieve, sólo sirven para porciones de terreno pequeñas.

4.31 GEOGRAFÍA

La Geomática ha establecido claras fronteras de estudio a nivel internacional, y esto ha ocasionado ciertas confusiones entre la Geografía y las asociaciones con la Geología y las ciencias de la Tierra, que en algún momento han asociado el término Geomática como siendo parte de su jurisdicción. Es claro que la geografía atiende aspectos globales, y se define como Geografía (del griego Geo, "Tierra" y grafos, "describir" o "representar gráficamente") como la «ciencia que estudia el medio ecológico y las sociedades que lo habitan», la cual se divide en Geografía Física (Climatología, la Geomorfología, la Hidrografía, la Edafología, y la Biogeografía) y Geografía humana (de la población, rural, urbana, social, política, económica, cultural, etc.), sin tratar los estudios de la forma y dimensiones de la Tierra, ni estudia tampoco las ciencias físicas, métricas y metodológicas, que dan solidez a la Geomática.

4.32 GEOIDE.

Superficie equipotencial del campo gravitatorio de la tierra que es perpendicular en cada uno de los puntos a la dirección de la gravedad y cuyo mejor ajuste es el nivel medio del mar.

4.33 GEOMÁTICA

Es el término científico moderno que hace referencia a un conjunto de ciencias en las cuales se integran los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica. También llamada información espacial o geoespacial. El término «geomática» ha sido adoptado ya internacionalmente por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) aunque otros organismos, en especial en los EE.UU., han optado por el término tecnología geoespacial.

El término integra a todas las ciencias base y a las tecnologías usadas para el conocimiento del territorio como la teledetección o percepción remota, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) y conocimientos relacionados. Tiene por objeto la administración, y estructuración de los datos a referencia espacial e integra las ciencias y a las tecnologías ligadas al almacenamiento, el tratamiento y la difusión de los mismos.

4.34 GEOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA TIERRA

Las Ciencias de la Tierra se definen como el conjunto de disciplinas que estudian la estructura interna, la morfología superficial y la evolución del planeta Tierra. Se dividen en áreas como la Geofísica, la Geología, la Geomorfología, la Geoquímica, la Edafología, la Hidrología, la Meteorología, la Sismología, la Climatología, la Mineralogía, la Vulcanología, la Tectónica, la Petrología, la Petrografía, la Paleontología, etc. De igual manera, su campo de estudio es independiente y aunque tratan estudios de la Tierra se concentran más a lo que contiene está en su masa. Si bien es cierto que, al referirse a la Tierra, se podría fácilmente asociar todo estudio científico en una misma rama, pero hay ciencias

milenarios (Geodesia, Fotogrametría, Cartografía, Topografía, etc.) que determinan esencialmente los aspectos que marcan dichas fronteras de estudio.

4.35 GEOREFERENCIACIÓN

Es la ubicación espacial de uno o varios puntos en un plano cartesiano con origen definido, localizados con base en un par de coordenadas (NORTE, ESTE) y una altura o cota respecto al nivel del mar.

Para el mapa digital es la ubicación espacial que le corresponda en la plancha respectiva de un proyecto o registro, según las coordenadas referidas en la planta general.

4.36 GPS

Son sistemas utilizados para determinar la ubicación geográfica (coordenadas geográficas) de un aparato receptor. Se basa en el cálculo de la posición relativa del receptor respecto a diferentes satélites de control y la base Galileo adoptado para la República de Colombia.

4.37 EJE

Eje terrestre es la recta ideal alrededor de la cual gira la Tierra en su movimiento. Apunta sensiblemente en la dirección de la estrella Polar.

4.38 LATITUD

De un punto es el ángulo cuyo arco es la separación entre dicho punto y el Ecuador. Se cuenta de 0° a 90° con origen en el Ecuador, teniendo latitud Norte o Positiva los puntos que se encuentran en el Hemisferio Norte y Sur o Negativa, aquellos que se encuentran en el Hemisferio Sur.

4.39 LONGITUD

Angulo que forma el plano meridiano que pasa por el punto y otro plano meridiano que se toma como origen. Si un observador se encontrase en el centro de La Tierra, con la cabeza hacia el Polo Norte y mirando al Meridiano Origen, los puntos situados a su izquierda tendrán longitud positiva y los de su derecha, longitud negativa.

4.40 MAPA

Representación geográfica de un país o terreno en una superficie plana.

4.41 MAPAS EN RELIEVE

Reproducciones (maquetas o modelamiento) del terreno tal y como es en realidad, Dan una perfecta visión del terreno que representan y en especial de su relieve, Presentan las dificultades para resolver problemas topográficos, Son de ejecución lenta costosa y difícil, Son difíciles de transportar, Hay pocas copias del ejemplar.

4.42 MAPA TOPOGRÁFICO

El de un lugar de poca extensión donde se detallan la naturaleza del terreno (caminos, canales, ríos, etc.).

4.43 MÉTODOS CONVENCIONALES

Se entiende como los levantamientos hechos mediante equipos opto-mecánicos. Es decir, elaborados con Teodolitos, Estaciones Totales, entre otros.

4.44 MARCO DE REFERENCIA.

Es la materialización de un sistema de referencia mediante un conjunto de puntos reales cuyas coordenadas son determinadas sobre el sistema de referencia dado. Dicho conjunto de puntos se reconoce como el reference frame.

4.45 MERIDIANA

Línea recta que se genera al cortar el plano meridiano al plano horizontal de un punto en la Superficie Terrestre. Nos marca la dirección Norte-Sur. Toda línea perpendicular a la Meridiana nos marca la dirección Este-Oeste.

4.46 MERIDIANOS

Plano Meridiano es aquel que contiene al Eje Terrestre. La intersección de un Plano Meridiano con la Superficie terrestre determina un círculo máximo, que pasa por los polos, llamado Meridiano.

4.47 METADATO.

Datos acerca del contenido, calidad, condición u otras características de los datos.

4.48 PARALELOS

Línea de intersección con la Superficie Terrestre de todo plano perpendicular al Eje Terrestre. Todos son circunferencias.

4.49 MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN.

Conjunto de datos de valores de elevación que son asignados algorítmicamente a coordenadas bidimensionales.

4.50 MODELO DIGITAL DE TERRENO.

Es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua. Representa la superficie de suelo desnudo y sin ningún objeto, como la vegetación o los edificios.

4.51 NIVELACIÓN.

Conjunto de operaciones destinadas a calcular las diferencias de altitud entre dos o más puntos de un terreno en relación con un plano de referencia horizontal. Término general que se aplica a cualquiera de los diversos procesos altimétricos por medio de los cuales se determinan elevaciones o niveles de puntos, o diferencias de elevación o desniveles, para la elaboración de mapas o planos de configuración.

4.52 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.

Determinación de la diferencia de altura (H) entre dos o más puntos con respecto a un Datum vertical.

4.53 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA SIMPLE

También llamada nivelación directa. Esta nivelación permite conocer las diferencias de nivel de un terreno, desde una sola posición del nivel de precisión. La primera lectura se toma a partir de la postura de la mira en un punto estable de referencia o BM.

4.54 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA COMPUESTA

Es el sistema más empleado en nivelación y se utiliza cuando el terreno a nivelar presenta considerables diferencias de nivel, o las visuales son demasiado largas. En este tipo de nivelación el equipo no permanece fijo, sino se desplaza a través de diferentes puntos, desde los cuales se toman las lecturas de desnivel del terreno. Los traslados de punto se van ligando entre sí, por medio de puntos de cambio.

4.55 NIVELACIÓN DE PRECISIÓN (NP)

Es un método topográfico en el que se obtienen altitudes con precisión de hasta 10 micras, gracias a las miras e instrumentos utilizados como nivel óptico o nivel electrónico con el que se puede llegar a obtener precisión milimétrica.

4.56 NIVELES AUTOMÁTICOS

Instrumento óptico de precisión que permite obtener visuales a partir de un eje de referencia conocido como cenit. El nivel de precisión siempre se encuentra en una posición horizontal (90° con respecto al cenit). Las lecturas obtenidas de las miras por medio del nivel de precisión, permiten calcular la diferencia de nivel entre diferentes puntos.

4.57 NP. PUNTOS DE NIVELACIÓN (NIVEL DE PRECISIÓN)

Punto materializado que hace parte de la red de referencia vertical para Colombia y posee información de la altura (H) referida al nivel medio del mar. Puntos a los que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, les ha determinado su cota mediante el método de nivelación geodésica.

4.58 ORTOFOTOGRAFÍA.

(Del griego Orthós: correcto, exacto) es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico.

4.59 PERFILES

Representación gráfica del terreno al ser cortado por un plano vertical al mismo. Para obtenerlos, necesitamos tres datos; LA ESCALA, EL FACTOR DE REALCE Y LA EQUIDISTANCIA. Para dibujarlos basta con unir dos supuestos puntos con una recta (llamada directriz) y luego levantar sucesivas líneas perpendiculares a esta recta en diversos puntos intermedios que cortan las distintas curvas de nivel. Sobre estas perpendiculares y a partir de una recta horizontal cualquiera (llamada base a la que se asigna la cota del punto más bajo) se toman segmentos proporcionales a las diferencias de nivel de los puntos intermedios. Uniendo con una línea los extremos de estos segmentos obtendremos el perfil deseado.

Si la escala usada para dibujar el perfil es la misma que la del plano, se obtiene un perfil natural, pero esto representa un inconveniente y es que las diferencias de nivel entre dos curvas no son muy pronunciadas y por tanto la pendiente es muy suave. Para evitarlo se emplea una escala vertical mayor que la horizontal, obteniéndose un perfil realzado. El número de veces que esta escala es mayor que la escala horizontal se denomina factor de realce.

Si queremos representar un itinerario, dividiremos el perfil en tramos rectos y dibujamos el perfil de cada uno de ellos, poniéndolos luego uno a continuación del otro, obteniéndose un perfil compuesto.

4.60 PLANIMETRÍA.

Conjunto de métodos y procedimientos que permiten representar a escala detalles del terreno sobre una superficie plana; se representa en una proyección horizontal.

4.61 PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL (PTL).

Es un sistema de proyección cartesiana que equivale a una representación conforme del elipsoide sobre un plano paralelo al tangente que rozaría al elipsoide en el punto de origen (latitud origen y longitud origen). La proyección del meridiano que pasa por este punto representa el eje de la coordenada norte. No obstante, los puntos sobre el elipsoide y los equivalentes proyectados sobre el plano no tienen una relación geométrica, esta es puramente matemática. El plano de proyección se define sobre la altitud media del área a representar.

4.62 POLIGONAL.

Serie de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se han determinado a partir de mediciones en campo.

4.63 POLIGONAL ABIERTA.

Tipo de poligonal que se origina en un punto y azimut de posición conocida y termina en un punto y Azimut de posición desconocida.

4.64 POLIGONAL CERRADA.

Tipo de poligonal que se origina en un punto y azimut de posición horizontal conocidos y cierra en otro punto y azimut de posición horizontal conocidos. También conocida como poligonal punto a punto controlada.

4.65 POLIGONAL DE CIRCUITO.

Poligonal que se origina y concluye en el mismo punto y azimut de posición horizontal conocidos.

4.66 POLOS

Puntos por donde el Eje terrestre atraviesa la superficie terrestre. El que está situado en la parte de la Polar es el Polo Norte y el opuesto, el Polo Sur.

4.67 PRECISIÓN.

Medida de la repetitividad de un conjunto de medidas. Grado de cumplimiento de las observaciones en relación con su valor real, siendo desconocido, el valor más probable es el que se considera como la media aritmética de estas observaciones o cumple con el 95% de nivel de confiabilidad.

4.68 PROYECCIÓN ORTOGRÁFICA.

Proyección geométrica sobre un plano tangente con líneas de proyección paralelas entre si y perpendiculares al plano tangente, aplicada en la Ortofotografía.

4.69 PROYECCIÓN Y CUADRICULADO UTM

La Proyección UTM (Universal Transversa Mercator) es la reglamentaria en Colombia, Es CILÍNDRICA porque la superficie sobre la que se proyecta es un cilindro que podemos considerar tangente a la Tierra, Es TRANSVERSA porque el cilindro de proyección es horizontal (tiene su eje en el plano del Ecuador y el tangente a un meridiano), Es CONFORME porque los ángulos se conservan en la proyección (los ángulos medidos sobre el mapa y sobre el terreno tienen el mismo valor). La UTM ha dividido la Tierra en 60 Husos de 6° de amplitud cada uno, realizándose del 1 al 60 a partir del ANTIMERIDIANO DE GREENWICH Y DE OESTE A ESTE. Abarcan desde el paralelo 80° N al 80° S. Los HUSOS se dividen en 20 bandas esféricas de 8° de latitud, alfabetizadas por una letra mayúscula, de Sur a Norte, comenzando por la C y terminando por la X (sin contar CH, I, LL, Ñ y O). La intersección de husos y bandas genera ZONAS (1200) de 6° de longitud por 8° de latitud designándose por el número de huso seguido de la letra de banda sin repetirse ninguna.

4.70 REGISTRO TOPOGRÁFICO

Es la primera etapa del proceso de Adquisición de Predios. Consiste en la investigación técnica para determinar la correspondencia entre el levantamiento topográfico físico y la titularidad de los predios. Lo anterior implica que deben estudiarse los títulos de cada predio para que el objeto levantado topográficamente sea correspondiente, o en caso distinto emitir un concepto técnico sobre las inconsistencias encontradas.

4.71 RELIEVE TOPOGRÁFICO

Superficie actual de la corteza terrestre que se nos presenta ante nuestros ojos.

4.72 RINEX

Formato de intercambio independiente del receptor (Receiver Independent Exchange). Es un formato estándar que permite el uso intercambiable de datos GPS. Consiste en archivos de tipo ASCII: datos de observación, mensaje de navegación de los satélites y datos meteorológicos.

4.73 ROVER

En el método diferencial para levantamientos con GPS, corresponde al equipo que no se encuentra sobre un punto de coordenadas conocidas; es decir el equipo que se utiliza para medir los puntos a partir de una base.

4.74 RUMBO

Es el ángulo que le da la dirección a una línea respecto al meridiano o eje norte-sur, y le asigna el cuadrante con respecto al paralelo.

Angulo que forman el NM con una dirección dada medido en el sentido de las agujas del reloj. Será inverso si se toma con la dirección opuesta a la dada.

4.75 SECCIONES TRANSVERSALES

Consiste en la determinación de una sección vertical de la superficie de un terreno en ángulo recto con respecto a la línea eje de un levantamiento de un trazado. Es el levantamiento de un perfil normal a la línea central o eje de trazado.

4.76 SISTEMA DE PLANOS ACOTADOS

Carecen de los inconvenientes de los mapas en relieve. Son los más empleados.

4.77 SISTEMA DE REFERENCIA.

Es el conjunto de convenciones y conceptos teóricos adecuadamente modelados que definen, en cualquier momento, la orientación, ubicación y escala de los tres ejes coordenados (X, Y, Z).

4.78 TERRENO ESCARPADO

Posee Vertientes de gran pendiente, incluso verticales y casi inaccesibles. Cambios bruscos de pendientes.

4.79 TERRENO LLANO

Aquel con pendientes suaves, sin cambios bruscos de una a otra.

4.80 TERRENO MONTAÑOSO

Las vertientes tienen mayor pendiente y las diferencias de altura entre las vaguadas y la divisoria es más notoria. Deben conocerse los sitios por donde atravesar o cruzar.

4.81 TERRENO ONDULADO

Aquel con elevaciones y depresiones de poca importancia. El movimiento no presenta grandes dificultades.

4.82 TERRENO POR SU NATURALEZA

El terreno puede ser suelto compacto, pedregoso, arenisco o pantanoso.

4.83 TERRENO POR SU PRODUCCIÓN

El terreno puede ser abierto (despejado) o cubierto (arbolado).

4.84 TOPOGRAFÍA

Ciencia social y Arte que Investiga, Georreferencia y Grafica la forma del Planeta Tierra y sus modificaciones, en Proporción y Precisión Espacial centimétricas sobre Alturas Geoidales, para representarlas en Escalas Grandes.

4.85 TOPÓGRAFO

Un Topógrafo es un profesional con la titulación académica y la experiencia técnica para llevar a cabo una o más de las siguientes actividades:

- Determinar, medir y representar la tierra, los objetos tridimensionales, puntos, campos y trayectorias; para ensamblar e interpretar la tierra y la información geográfica relacionada.
- Utilizar esa información para la planificación y la administración eficiente de la tierra, el mar y cualquier estructura sobre los mismos; y, llevar a cabo la investigación sobre las prácticas anteriores para desarrollarlas.

4.85.1 Funciones detalladas

Las tareas profesionales del Topógrafo pueden implicar una o más de las siguientes actividades que pueden ocurrir ya sea, por encima o por debajo de la superficie de la tierra o en el mar y pueden ser llevadas a cabo en asociación con otros profesionales.

- La determinación del tamaño y la forma de la tierra y la medición de todos los datos necesarios para definir el tamaño, la posición, la forma y el contorno de cualquier parte de la tierra y el seguimiento de cualquier cambio en la misma.
- El posicionamiento de objetos en el espacio y tiempo, así como el posicionamiento y el seguimiento de características físicas, estructuras y obras de ingeniería, en, por encima o por debajo de la superficie de la tierra.
- El desarrollo, las pruebas y la calibración de sensores, instrumentos y sistemas para los propósitos antes mencionados y para otros fines de la topografía.
- La adquisición y el uso de la información espacial desde corta distancia, de imágenes aéreas y de satélite, y la automatización de estos procesos.
- La determinación de la posición de los límites de los terrenos públicos o privados y el registro de esas tierras con las autoridades correspondientes.
- El diseño, establecimiento y administración de sistemas de información geográfica (SIG) y la recogida, almacenamiento, análisis, gestión, visualización y difusión de datos.
- El análisis, interpretación e integración de objetos espaciales y fenómenos en SIG, incluyendo la visualización y la comunicación de dichos datos en mapas, modelos y dispositivos móviles digitales.
- El estudio del entorno natural y social, la medición de la tierra y el mar, los recursos y la utilización de estos datos en la planificación del desarrollo en las zonas urbanas, rurales y regionales.
- La planificación, el desarrollo y la reconstrucción de la propiedad, ya sea urbana o rural, sus terrenos y edificaciones.

- La evaluación del valor y de la gestión de la propiedad, ya sea urbana o rural, sus terrenos y edificaciones.
- La planificación, la medición y la gestión de las obras de construcción, incluyendo la estimación de costos.

En la aplicación de las actividades antes mencionadas, los Topógrafos tienen en cuenta el marco jurídico pertinente, aspectos económicos, ambientales y sociales que afectan a cada proyecto.

4.86 TOPOMETRÍA.

Técnica de georreferenciar y medir con exactitud las construcciones e infraestructura industrial, monumentos patrimoniales, y toda obra de arte que modifique las formas originales del Planeta Tierra.

4.87 UBICACIÓN GEOGRAFICA

Es el nivel de precisión obtenido con un GPS amarrado a una red establecida, la cual tiene unos vértices geodésicos definidos, los cuales están determinando unos puntos visuales que forman una malla triangulada, a partir de esta base con el lado de uno de los triángulos y de la medición de los ángulos, se determinan el resto de las coordenadas de los puntos objeto de primer, segundo y tercer orden.

4.87.1 PUNTO DE PRIMER ORDEN

Es la localización de coordenadas, la cual debe estar amarrada a una red geodésica de primer orden formada por triángulos de 30 a 80 Km. de lado y la lectura del GPS debe tener como mínimo un aparato GPS de dos frecuencias de canal y 12 horas de lectura satelital.

4.87.2 PUNTO DE SEGUNO ORDEN

Es la localización de coordenadas, la cual debe estar amarrada a una red geodésica de primer orden formada por triángulos de 10 a 30 Km. de lado, y la lectura del GPS debe tener como mínimo un aparato GPS de una frecuencia de canal y 6 horas de lectura satelital.

4.87.3 PUNTO DE TERCER ORDEN

Es la localización de coordenadas, la cual debe estar amarrada a una red geodésica de segundo orden formada por triángulos de 5 a 10 Km. de lado, y la lectura del GPS debe tener como mínimo un aparato GPS de una frecuencia de canal y 4 horas de lectura satelital.

4.88 UNIDADES DE MEDIDA

4.88.1 De Superficie

En topografía la Unidad de Superficie es la Hectárea, es decir, 10000 metros cuadrados.

4.88.2 Angulares

En topografía, los ángulos se miden según tres sistemas diferentes, siendo éstos el sexagesimal, el centesimal y el milesimal y radianes.

La conversión entre unidades se realiza mediante una regla de tres, según la siguiente tabla de conversión de unidades:

SEXAGESIMAL	CENTESIMAL	MILESIMAL	RADIANES
90°	100 ^g	1600''	$\pi/2$
180°	200 ^g	3200''	π
270°	300 ^g	4800''	$3\pi/2$
360°	400 ^g	6400''	2π

4.89 ABREVIATURAS

ARENA	Antigua Red Nacional.
ASPRS	American Society of Photogrammetry and Remote Sensing.
COMPASS	Sistema de Navegación por Satélite desarrollado por la República Popular de China.
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social.
COPNIA	Consejo Profesional Nacional de Ingeniería.
CPNT	Consejo Profesional Nacional de Topografía.
DGPS	Sigla en inglés para Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (Differential Global Positioning System).
FGDC	Sigla en inglés para el Estándar de Precisión de Posicionamiento Geoespacial del Comité Federal de Datos Geográficos (Federal Geographic Data Committee).
GALILEO	Sistema Global de Navegación por Satélite desarrollado por la Unión Europea.
GBAS	Sigla en inglés del Sistema de aumentación basado en tierra (Ground Based Augmentation System).
GLONASS	Sigla en inglés para Sistema Orbital Mundial de Navegación por Satélite (Global Orbiting Navigation Satellite System).
GMT	Sigla en inglés para Tiempo Medio de Greenwich (Greenwich Mean Time).
GNSS	Sigla en inglés para Sistema Global de Navegación por Satélite (Global Navigation Satellite Systems).
GPS	Sigla en inglés para Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System).
GRS80	Sigla en inglés para Sistema de Referencia Geodésico 1980 (Geodetic Reference System 1980).
HDOP	Sigla en inglés para Dilución de Precisión Horizontal (Horizontal Dilution Of Precision).
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
IG	Información Geográfica.
ICDE	Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales.
IGS	Sigla en inglés para el servicio internacional de GNSS (The International GNSS Service). Estándar para sistemas mundiales de navegación por satélite.
IMU	Sigla en inglés para Unidad de Medición Inercial (Inertial Movement Unit).
IPMS	Sigla en Inglés para Estándar Internacionales de Medición de la Propiedad (International Property Measurement Standards).
ISO	Sigla en inglés para Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization).
ITRF	Sigla en inglés para Marco Internacional de Referencia Terrestre (International Terrestrial Reference Frame).
ITRS	Sigla en inglés para Sistema Internacional de Referencia Terrestre (International Terrestrial Reference System).
LIDAR	Sigla en inglés para Detección y Medición de Luz (Light Detection And Ranging).
LTM	Local Transversal de Mercator.
MAGAR	Marco Geométrico y Altimétrico de Referencia.

MAGNA	Marco Geocéntrico Nacional de Referencia.
NSSDA	Sigla en inglés para Estándar Nacional de Datos Espaciales de Precisión (National Standard for Spatial Data Accuracy).
NTC	Norma Técnica Colombiana.
OGC	Sigla en inglés para (Open Geospatial Consortium).
PDOP	Sigla en inglés para Dilución de Precisión Posicional (Positional Dilution of Precision).
PTL	Plano Topográfico Local.
RTK	Sigla en inglés para Navegación Cinética Satelital en Tiempo Real (Real Time Kinematic).
SBAS	Sigla en inglés para Sistema de Aumentación Basado en Satélites (Satellite Based Augmentation System).
SIRGAS	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas.
TDOP	Sigla en inglés para Dilución de Precisión de Tiempo (Time Dilution of Precision).
TM	Transversal de Mercator.
UN-GGIM	Sigla en inglés para la Iniciativa de las Naciones Unidas sobre la Gestión de Información Geoespacial Global (United Nations initiative on Global Geospatial Information Management).
UTC	Sigla en inglés para Tiempo Universal Coordinado (Coordinated Universal Time).
VDOP	Sigla en inglés para Dilución de Precisión Vertical (Vertical Dilution of Precision).
WMS	Sigla en inglés para Servidores de Mapas en la Web (Web Map Service). Estándar de Interface OGC para la búsqueda de imágenes de mapas registrados en bases de datos geoespaciales.
WFS	Sigla en inglés para Servicio de Características en la Web (Web Feature Service). Estándar de Interface OGC que define operaciones web para la consulta y edición de entidades geográficas vectoriales.
WGS84	Sigla en inglés para Sistema Geodésico Mundial 1984 (World Geodetic System 1984).

5 REFERENCIAS NORMATIVAS

Para las siguientes referencias normativas aplica su versión vigente o reglamentación que las modifique, sustituya o adicione.

5.1 MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO - MVCT

- La Resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”
- Política pública CONPES 3585 de 2009, Consolidación de la política nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales: todas las entidades del Estado y aquellas de carácter mixto o privado que ejerzan funciones públicas deberán seguir, en la producción o adquisición de IG, los lineamientos y normas técnicas definidas en el marco del Comité Técnico de Normalización de la Información Geográfica 028 del ICONTEC, en el cual participan instituciones que integran la ICDE.

5.2 MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL.

- Ley 70 de 1979 y decreto reglamentario 690 de 1981: Por la cual se reglamenta la profesión de topógrafo y se dictan otras disposiciones sobre la materia. Bogotá: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

- 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.

5.3 INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI

- Resolución IGAC 471 de 2020, Por medio de la cual se simplifica y flexibiliza el proceso de producción cartográfica mediante el uso de nuevas tecnologías y la aplicación de un único origen para el país.
- Resolución IGAC 715 de 2018, Por medio de la cual se actualiza el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA – SIRGAS.
- 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”.
- 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”.

5.4 ICONTEC INTERNACIONAL

- 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.

5.5 EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI – EMCALI EICE ESP.

- Presentación de diseños de acueducto. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-DA-012).
- Presentación de diseños de sistemas de alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-RA-006).
- Requisitos para la elaboración y entrega de planos de obra construida de redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NCO-SE-AA-003)

6 REQUISITOS

6.1 REQUISITOS TÉCNICOS GENERALES

Los trabajos de topografía a realizar para EMCALI EICE ESP, están dirigidos a la presentación de la información física del sitio del proyecto, con el propósito de generar insumos a las diferentes áreas de la empresa que la requieran para la transformación de sus procesos y/o actividades relevantes para los mismos. Los trabajos deberán estar ajustados a los procedimientos y especificaciones.

6.1.1 Requisitos para levantamientos planimétricos

El levantamiento que se ejecute en la Ciudad de Cali deben adoptar como Datum horizontal oficial el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia (MAGNA-SIRGAS, CALI) a partir de vértices georreferenciadas y certificadas por el IGAC, de la red de Control Geodésico de Santiago de Cali del Departamento Administrativo de Planeación y la Subdirección del POT y Servicios Públicos Resolución 068, enero 28 de 2005 o el sistema único nacional según resolución IGAC 471 de 2020, para municipios fuera de Cali se adoptará este último. El modelo de geoide será GEOCOL 2004. El levantamiento debe contemplar como mínimo las siguientes especificaciones:

El levantamiento debe ser efectuado con poligonales cerradas y su ajuste con un error de cierre lineal igual o mayor a uno en veinticinco mil (1:25000). Las medidas de longitud deben ser tomadas con equipos de medición que garanticen dicha precisión.

Deben referenciarse todos los deltas de la poligonal.

Los detalles deben levantarse a partir de los vértices de las poligonales por el método de radiación.

Se debe realizar la inspección a los corredores de las zonas de obra para la ubicación de las placas del IGAC o puntos de referencia de la ciudad con el fin de mantener y utilizar su información y posición; para ello deben remitirse a la información publicada en el GEOVISOR del IDESC o el del IGAC en caso de no ser posible su conservación se deben colocar y posicionar dos placas nuevas o las que sean necesarias y su nueva información según normas del IGAC.

Verificar la consistencia entre los planos urbanísticos y de diseño. Los replanteos deben verificarse y consignarse en carteras de campo y calculo.

Debe reajustarse el conjunto de datos de diseño con los datos obtenidos en terreno. En todos los casos de planeación, diseño, construcción de tramos de acueducto y alcantarillado es obligatorio el uso de comisiones de topografía con los instrumentos requeridos por EMCALI EICE ESP

Lo anterior contempla las futuras modificaciones o definiciones oficiales de los marcos de referencia espacial del país.

6.1.2 Requisitos para los levantamientos altimétricos

Para la ejecución de los trabajos; así como para la construcción y mantenimiento, se atenderán como mínimo las siguientes consideraciones:

El levantamiento debe iniciarse a partir de placas georreferenciadas y certificadas por el IGAC, (MAGNA SIRGAS, CALI), El modelo de geoide será GEOCOL 2004, el Datum vertical para referir todo tipo de mediciones de alturas sobre el nivel del mar será BUENAVENTURA Los cierres deben ser inferiores a \sqrt{n} mm, con cierre de contra-nivelación donde n es el número de cambios. Donde no se cuente con cobertura de la red de estaciones pasivas o de NP's de la Red de Nivelación Geodésica Nacional, se debe aplicar la metodología definida por el IGAC. (Guía metodológica para la obtención de alturas sobre el nivel medio del mar utilizando el sistema GPS. IGAC – 1997.

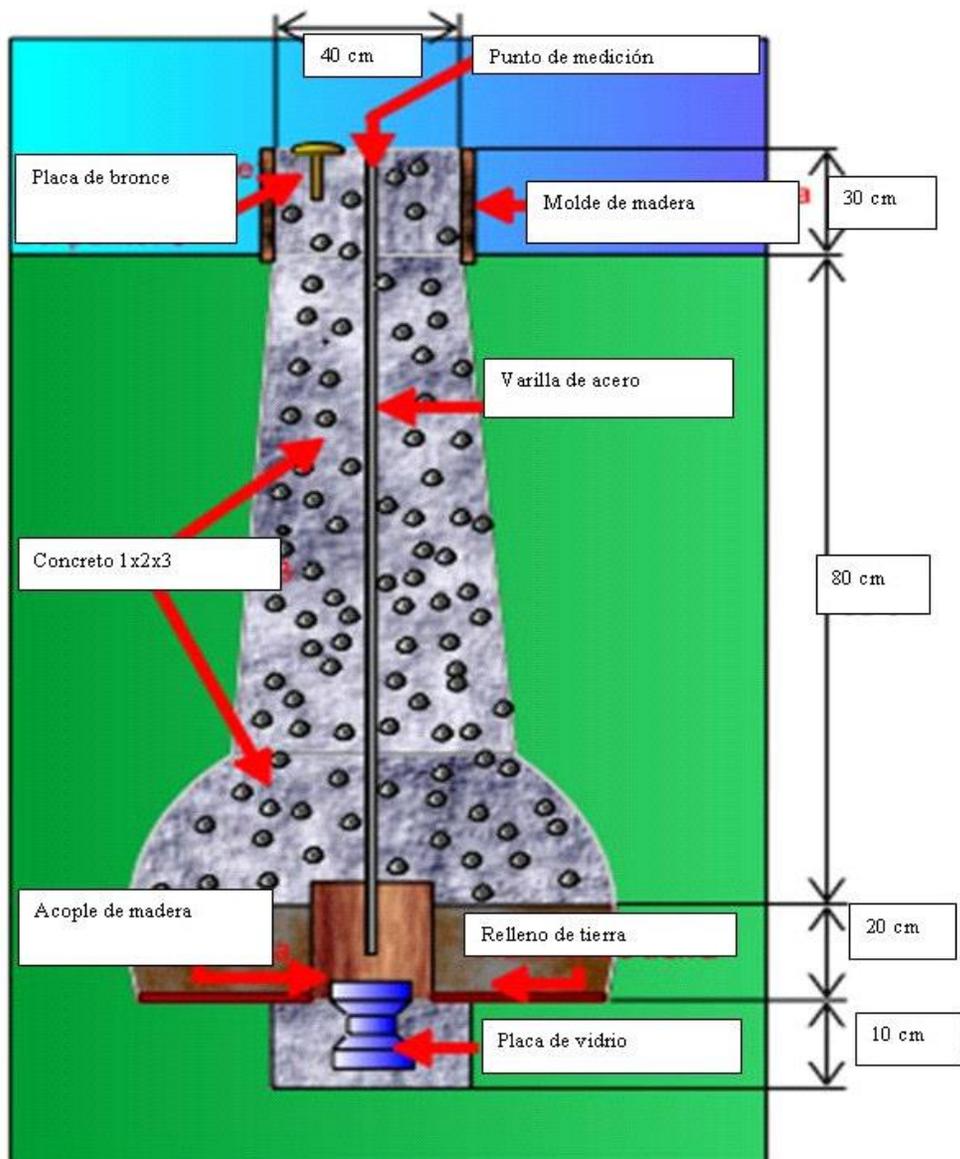
En los casos de replanteos y/o construcción de tramos de servicios públicos, Se debe nivelar cada 10 m sobre los ejes de los tramos del proyecto de acueducto y/o alcantarillado, para cada abscisa replanteada planimétricamente y/o donde se requiera. Se deben nivelar las interferencias o cruces entre los tramos proyectados y las redes construidas de servicios públicos. Presentar la planta y los perfiles en escalas y conocidas; escalas 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000 y 1:2000, los perfiles deben presentarse en la misma escala de la planta exagerando en un factor de 10 la escala vertical.

Para trabajos que tengan que ver con diseño y/o construcción de alcantarillado o con diseño y/o construcción de acueducto con diámetro mayor a 8 pulg. Solo se aceptarán nivelaciones con nivel de precisión automático debidamente calibrado. En todos los casos de planeación, diseño, construcción de tramos de acueducto y alcantarillado es obligatorio el uso de comisiones de topografía con los instrumentos requeridos por EMCALI EICE ESP

6.1.3 Requisitos para Placas de Amarre y Referencias

- Para la ejecución de estas actividades, se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:
- ✓ Los puntos de apoyo para el amarre, deben tener su origen en placas certificadas por el IGAC y avaladas por EMCALI EICE ESP.
- ✓ Para satisfacer la condición DE LOS DATUM HORIZONTAL Y VERTICAL OFICIALES DE COLOMBIA", el estudio topográfico deberá densificar localmente estos sistemas de referencia oficiales mediante la materialización de puntos, creando así **el marco de referencia del proyecto**, de este nuevo marco partirán todas las mediciones a realizar en el estudio topográfico permitiendo que se cumpla con las especificaciones de localización geográfica del proyecto.
- ✓ Los vértices que se materialicen deben garantizar su permanencia en el tiempo, por lo cual el sitio elegido debe contar con las condiciones que permitan evitar que se presente deterioro o desplazamiento del monumento que impliquen cambios en los valores de coordenadas obtenidas. Estos sitios no se deberán encontrar dentro de obras o infraestructura de fácil remoción, p.ej. Puentes, Cabezotes de Obras, Glorietas, etc.
- ✓ El sitio elegido debe contar con un horizonte despejado, libre de obstáculos como: cuerpos de agua, vegetación densa, fuentes de energía (transformadores, motores, transmisores), antenas de comunicación receptoras y emisoras, construcciones y todo aquello que interfiera o desvíe la medición.
- ✓ La materialización del marco de referencia debe hacerse de tal forma que cada par de monumentos tengan inter-visibilidad, para que uno haga las veces de señal de azimut de su pareja correspondiente, permitiendo así la ejecución de trabajos con instrumentos ópticos.

- ✓ El sitio seleccionado para cada monumento debe ser en terreno firme, evitando pendientes fuertes, terrenos inestables por presencia de flujo de líquidos, deslizamientos, sedimentos, pantanos, terrenos fangosos, hundimientos o riveras de los ríos así como en sectores rocosos susceptibles a ser deleznable en eventos de sismos de baja a mediana magnitud.
- ✓ El sitio elegido deberá ser de fácil acceso que permita de manera continua el ingreso del personal y los instrumentos de medición.
- ✓ Para levantamientos planimétricos el traslado de las coordenadas mediante poligonales deberá realizarse mediante la comprobación en sus cierres que deben ser de poligonal cerrada o poligonal abierta ajustada.
- ✓ Las placas colocadas en sitio pueden ser PERMANENTE MONUMENTADA. Esta marca consiste en la construcción en concreto de un monumento en terreno natural con las características de estructura y dimensión requeridas, la cual puede o no sobresalir del nivel del terreno. O PERMANENTE INCRUSTADA. Esta marca consiste en la incrustación de un elemento rígido perdurable metálico en la superficie dura de andenes, sardineles o placas de concreto del área de estudio que no sean susceptibles a ser removidas en corto plazo.



✓ Las Placas deberán estar debidamente marcadas usando elementos que impidan su extracción y permitan su perdurabilidad bajo condiciones climáticas adversas. Como mínimo la marca permanente deberá contener:

- - CENTRO PUNTO. Punto guía para el centrado y armado instrumental.
- - CÓDIGO. Identificador único del punto respecto a los demás puntos que componen el marco de referencia del proyecto.
- - CONTACTO. Nombre de la empresa ordenadora del proyecto.
- - AÑO. Corresponde al año de monumentación del punto.



6.2 REQUISITOS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN EL SERVICIO

Los levantamientos podrán efectuarse a través de métodos convencionales cuyos informes podrán ser entregados en Formato de Archivos Digitales provenientes de Teodolito o Estaciones Totales cuya precisión real mínima sea de 5", o Satelital con precisión submétrica. EMCALI EICE ESP determinara el equipo a utilizar de acuerdo al tipo de trabajo a realizar.

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.

Todos los instrumentos empleados en la ejecución de un estudio topográfico, deberán contar con el respectivo certificado de calibración expedido por un laboratorio debidamente acreditado por el ONAC, u organismo de acreditación cubierto por acuerdos de reconocimientos mutuo o bilateral. Estos certificados tendrán una vigencia máxima de seis meses.

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 empleada y los valores de corrección realizados.

6.2.1 Georreferenciación

Los levantamientos con GPS deben realizarse con las siguientes especificaciones mínimas:

Las bases o puntos de partida para la georreferenciación de un estudio topográfico deberán ser resultado de mediciones GNSS u electro-ópticas, y su traslado de coordenadas será a partir de mínimo dos vértices medidos desde puntos que pertenezcan a los marcos oficiales de referencia horizontal y mínimo dos puntos del marco de referencia vertical. Esta georreferenciación debe garantizar una precisión absoluta de la posición entre $\pm 0,010$ m y $\pm 0,050$ m, con el fin de asegurar las precisiones requeridas en los cierres angulares y de distancia. La cantidad de puntos materializados y la distancia entre estos, dependerán únicamente del alcance del proyecto.

Se aclara que el cálculo de coordenadas en un estudio topográfico deberá referirse a la época del marco de referencia oficial de medición MAGNA SIRGAS dada por las coordenadas certificadas IGAC.

Debe utilizarse el método diferencial, con su punto base en una placa del IDESC ó certificada por el IGAC. La separación mínima entre esta base y el rover cuando se usan equipos de una frecuencia no debe ser superior a 10 km y para equipos de doble frecuencia inferior a 80 km. El tiempo de exposición debe ser de mínimo 30 min más 5 min por cada km.

En ningún caso se aceptan datos de levantamientos en modo cinemático.

Los puntos calculados deben provenir como mínimo de dos diferentes bases. Los levantamientos Altimétricos deben realizarse mediante el uso de niveles de precisión, ya sean automáticos o digitales, que garanticen las precisiones exigidas.

Para efectuar levantamientos altimétricos se deberán utilizar niveles automáticos o digitales, de precisión.

6.3 REQUISITOS DE PERSONAL

De acuerdo con la Ley 70 de 1979 art 1. "La topografía es una profesión destinada a la medición, representación, configuración de accidentes, relieve y proporciones de extensiones geográficas limitadas"; y a La Sentencia C-1213 de 2001 de la Corte Constitucional que en uno de sus apartes dice:

"La topografía es una actividad de tipo técnico, que exige conocimientos específicos sobre las características de los terrenos, geografía, relieves, técnicas de medición, levantamientos topográficos, planimetría, manejo y administración de equipos medidores, tales como grafómetro y brújula topográfica o declinatoria. El riesgo social que implica el ejercicio de la topografía consiste en que como área del conocimiento constituye una ciencia o técnica auxiliar de las ingenierías o arquitectura, en tanto el resultado de sus actividades son fundamentos de prefactibilidad, factibilidad o de estudios técnicos para la construcción, restauración, mantenimiento y rehabilitación de una obra civil, a tal punto que los ingenieros o arquitectos deben partir de los estudios realizados por los topógrafos, dándolos por ciertos y con fundamento en ellos, participar en licitaciones o concursos públicos, construir la obra, etc., cuya destinación y beneficiario es la misma comunidad, ya desde el punto de vista individual o colectivo."

Además, cita:

"Al exigir el título de idoneidad a los topógrafos, el Congreso está protegiendo el riesgo social. En efecto, los levantamientos topográficos para una carretera, un túnel, un hospital, no pueden dejarse en manos de personas sin la capacitación adecuada cuyo reconocimiento expreso se efectúa a través del título y por haber adquirido un saber determinado en una institución de educación superior debidamente aprobada; al hacerlo, se pondría en peligro a quienes de una u otra manera utilicen edificaciones que fueron construidas sin los estudios calificados del terreno."

Para llevar a cabo lo anterior, y ya que dichas actividades implican un riesgo social, y cuya información tiene características de Fe Pública, la topografía solo podrá ser ejercida por Profesional en Topografía, Titulado Licenciado o Matriculado.

Lo expuesto anteriormente está, también sujeto a lo establecido en código de ética de las siguientes leyes.

- Ley 70 de 1979 en el Artículo 10.

- Ley 842 de 2003 en el Artículo 32, Literales a, y b.

Todo estudio topográfico debe ser ejecutado por:

- Tecnólogo o Técnico Profesional en Topografía, con licencia profesional vigente, expedida por el Consejo Profesional Nacional de Topografía-CPNT, cumpliendo los requisitos establecidos en la Ley 70 de 1979, Decreto Reglamentario 690 de 1981 o aquellas que las derogue o modifique.

- Ingeniero Topográfico, con matrícula profesional vigente expedida por el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería-COPNIA, cumpliendo los requisitos establecidos en la Ley 842 de 2003 o aquella que la derogue o modifique.

En el caso de un levantamiento geomático deberá certificar su competencia, mediante certificado de entidad acreditada.

6.4 REQUISITOS DE DETALLE PARA DISEÑO

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 establecen tres etapas a saber: Adquisición de datos de campo, procesamiento de datos y entregas.

El levantamiento debe contener mínimo: edificaciones, muros, cercas, sardineles, sumideros, tapas de cámaras de inspección, postes, quebradas, cámaras telefónicas, cajas de energía, redes de gas y accesorios, líneas de transmisión de energía, viaductos, pontones, canales, puentes, esquinas, separadores viales, andenes, paramentos, límites de propiedades vecinas indicando su uso y nomenclatura, puntos de referencia geográfica (Picos, lagos, accidentes geográficos) , y en general todos los detalles relevantes del sitio, corredor, zona de trabajo u obras que contribuyan a una mejor descripción planimétrica. Se deben levantar los sitios de los sondeos y del estudio geotécnico para localizarlos en los planos. Los planos, perfiles y secciones transversales se realizarán a la escala requerida según el tipo de levantamiento, de acuerdo con las instrucciones de EMCALI EICE ESP, que son 1:50, 1:100, 1:200, 1:500; 1:1000; 1:2000.

Adicionalmente, se debe llevar a cabo la revisión de información, la cual debe incluir como mínimo las siguientes consultas:

Consultar en la planoteca de EMCALI EICE ESP la cartografía disponible impresa, en formato digital del municipio de Cali, ortofotomapas, fotografías digitales y sistemas de información geográfica (catastro de acueducto, alcantarillado, teléfono, energía) con la información de infraestructura de obras de acueducto y alcantarillado.

Consultar los planos de Loteo aprobados.

Los planos a entregar deben ser presentados en formato digital, físico y acetato de acuerdo con la ver norma de EMCALI EICE ESP “NCO-SE-AA-003 Requisitos para la elaboración y entrega de planos de obra construida de redes de acueducto y alcantarillado” con la altimetría, planimetría y las redes de servicios públicos e interferencias que se encuentren en un radio de 100 m a la redonda del sitio de investigación.

6.5 REQUISITOS DE LAS MEMORIAS DE CÁLCULO Y PLANOS

La primera etapa de un estudio topográfico es la toma de información en campo. La estructura de los datos, densidad y precisión con que se adquieren, determina la fidelidad de representación a obtener a partir de un modelo físico. Se debe detallar de acuerdo al instrumento empleado, el protocolo a seguir para la obtención de datos de campo, de manera que la toma de información completa y necesaria permita un procesamiento satisfactorio y garantice la calidad exigida, para su representación en un modelo.

Si el trabajo se realiza con un nivel óptico-mecánico y electrónico, con teodolito electrónico y tránsito, estaciones totales, GNSS – GPS, Sensores remotos escáner laser, sensores remotos aerotransportados no tripulados Drone, es indispensable presentar y determinar el estado del equipo

El procesamiento de la información debe estar soportado con datos fidedignos validados con los registros crudos almacenados en los dispositivos de memoria o carteras en copia dura originales de campo que garanticen que el 100% de los datos corresponden a las lecturas de campo inalteradas.

Los informes de los trabajos topográficos realizados con métodos convencionales, deberán contener como mínimo los aspectos relacionados a continuación:

6.5.1 Descripción de los trabajos

Se debe presentar un informe de Planimetría y Altimetría el cual debe contener mínimo la siguiente información:

- Objetivo del levantamiento.
- Comisión de trabajo: integrantes o participantes de la comisión (cantidad, nombres e identificación).
- Licencia profesional del topógrafo responsable Ley 70 de 1979
- Puntos de Amarre: de acuerdo a los CMT certificados por el IGAC.
- Cantidad de vértices y nomenclatura estipulada.
- Descripción del equipo: equipo utilizado anexando el certificado de calibración.
- Metodología usada en el levantamiento

Se deben realizar y entregar los cálculos y ajustes del levantamiento correspondiente de acuerdo a equipos de medición:

Si el equipo permite realizar los ajustes correspondientes al levantamiento topográfico, se debe entregar el archivo fuente y una copia en formato de texto. De lo contrario, es necesario entregar el archivo fuente sin procesar y el correspondiente cálculo en una hoja Excel o en archivo texto.

Relacionar las coordenadas de los levantamientos de acuerdo a los puntos identificados en el mismo, con su correspondiente codificación o nomenclatura (relacionados con el esquema de determinación en las carteras de campo).

Las carteras de Campo deben estar escritas en forma clara y contener todos los datos originales, esquemas poligonales e información pertinente, compilados en un cuadernillo. Deben escribirse con esfero o tinta y no se permite borrar. En caso de error, se debe tachar y escribir la medida correcta. No se aceptan carteras pasadas a limpio. Las carteras deben identificarse de la siguiente manera:

- Nombre de la obra o proyecto
- Para quién se realiza la obra o proyecto
- # del contrato de obra
- # de la Cartera
- Número que identifique la poligonal
- Placas de amarre utilizadas
- Localización °
- Fecha (hora inicial — final)
- Comisión.
- Equipo utilizado
- Esquema de determinación

En caso de tener carteras producto de la electrónica se deberá anexar:

- Esquema de la poligonal de amarre
- Cálculo del ajuste de la poligonal de amarre
- Carteras de campo y cálculo de la nivelación con nivel de precisión automático.
- Certificados de calibración de los equipos expedida por una firma acreditada para este fin.
- Fotocopias de diplomas y licencias del profesional en topografía.

Para levantamientos con GPS se deberá adjuntar los datos en formatos de intercambio (Rinex), resumen de coordenadas y transformaciones, ajustes y plano en formato de intercambio (DXF, DGN, ó DWG).

Es requisito que EMCALI EICE ESP haya verificado y aprobado los productos anteriormente mencionados para expedir el Acta de Entrega de los trabajos.

6.5.2 Criterios de calidad y precisión para datos adquiridos con Nivel Óptico Mecánico y Electrónico

- Incorporación de los datos del registro de información básica e instrumental (certificado)

- Parámetros de procesamiento.
 - Verificar que los valores de elevación de los puntos de control de inicio y cierre de los circuitos de nivelación correspondan con los valores de alturas establecidos según el método de traslado de cota
 - Verificar que la diferencia de las sumatorias vistas + y vistas – este dentro de los valores de tolerancia requerida
- Criterios de precisión y calidad.
 - $TN=1m^*$ TN = tolerancia para el error de cierre, m= valor dependiente del instrumento y del tipo de nivelación requerida
 - \sqrt{K} mm K=número de cambios
 - $K=\sum(hs-hi) \times CT$, CT = 100, K es igual a la sumatoria de las diferencias de lectura de hilo superior menos hilo inferior por la Constante Taquimétrica Los establecidos en el Estándar ASPRS 2014

6.5.3 Criterios de calidad y precisión para datos adquiridos con Teodolito y Tránsito

- Incorporar los datos del registro de información básica e instrumental
- Parámetros de procesamiento de acuerdo a los requerimientos técnicos del proyecto.
 - Cartera topográfica estándar
 - Anotaciones de ángulos y distancias sin tachones ni enmendaduras
 - Calcular datos y obtener, Precisión en la medición de ángulos horizontales, Precisión en la medición de ángulos verticales Precisión de (distancias) líneas bases medidas con cinta o alambre invar
- Criterios de precisión y calidad
 - Levantamientos en zonas rurales precisión 1:20000
 - Levantamientos en zonas urbanas precisión 1:25000
 - Precisión en la medición de ángulos horizontales. $E(máx) = a \times n$ Dónde a = aproximación del teodolito, y n = número de vértices
 - Las líneas bases medidas con cinta o alambre invar deben tener precisiones mayores a 3 ppm
 - Los establecidos en el Estándar ASPRS 2014

6.5.4 Criterios de calidad y precisión para datos adquiridos con Estaciones Totales (ET)

- Incorporar los datos del registro de información básica e instrumental
- Parámetros de procesamiento de acuerdo a los requerimientos técnicos del proyecto
 - Cartera topográfica estándar

- Anotaciones de ángulos y distancias sin tachones ni enmendaduras
 - Calcular datos y obtener: Precisión de la medición de ángulos horizontales Cumplimiento de cierres obtenido de posición directa e inversa. Diferencia máxima de 12"
 - Precisión en la medición de ángulos verticales Cumplimiento de cierres obtenido de posición directa e inversas. Diferencia máxima de 15"
 - Verificación de alturas instrumentales y cálculo trigonométrico de elevaciones recíprocas entre estaciones continuas. Diferencias de elevación
- Criterios de precisión y Calidad
- Precisiones horizontales y verticales de acuerdo con las especificaciones del estudio
 - Precisión de distancias EDM +/- (2 mm + 2 ppm * D)
 - Los establecidos en el Estándar ASPRS 2014

6.5.5 Criterios de calidad y precisión para datos adquiridos con receptores de Posicionamiento Satelital

- Incorporar los datos del registro de información básica e instrumental.
- Parámetros de procesamiento de acuerdo a los requerimientos técnicos del proyecto.
- Puntos de control: Determinar mínimo con 2 estaciones base, sea de red pasiva o de red activa (estaciones de operación continua). que define las coordenadas de las bases con que se georreferenciará el estudio topográfico, las cuales deberán ser geográficas (lat, lon, alt) o cartesianas geocéntricas (x, y, z) disponibles en la página web de SIRGAS.
 - Época de Cálculo: Definir la época del cálculo aplicando las velocidades trasladando las coordenadas desde la época de rastreo a la época de referencia del cálculo con que se determina.
 - Calibración de antenas: Verificar que el modelo de antena empleado este registrado en el sitio: www.ngs.noaa.gov/antcal/ y verificar que los parámetros que tiene el software de post proceso correspondan con los valores registrados para el tipo de antena en la página. Tener en cuenta que los Offsets y variaciones del centro de fase de las antenas sean las reales (ARP: Antena Reference Point. Se recomienda utilizar los parámetros del IGS
 - Efemérides: se incrustan para el proceso datos de efemérides broadcast, rápidas y precisas según las especificaciones técnicas requeridas. Las efemérides rápidas y precisas se encuentran disponibles en la página www.igsbjpl.nasa.gov/igsb/product/. Las broadcast corresponden a los archivos de data obtenidos por los receptores durante la sesión.
- Criterios de precisión y calidad
- Tolerancias: Las tolerancias máximas admitidas para georreferenciación de estudios topográficos deberán corresponder a las registradas en la NTC 5204 – Numeral 4.1.
 - El test de Chi- Cuadrado (95 %) debe indicar que paso la prueba (CH2 test pass).
 - Análisis del error medio cuadrático (RMS): Debe tener un nivel de confianza mayor o igual al 95 % en una clasificación de precisión hasta 5 cm conforme al orden de precisiones de la Tabla 1 de la NTC 5204.
 - Tipos de soluciones: Las soluciones arrojadas por el procesamiento deben ser fijas.
 - Los establecidos en el Estándar ASPRS 2014

6.5.6 Criterios de calidad y precisión para datos adquiridos con sensores remotos Escáner Láser

- Incorporar los datos del registro de información básica e instrumental
- Parámetros de procesamiento de acuerdo a los requerimientos técnicos del proyecto.
 - Determinar los puntos de control y dianas o puntos de correlación entre escaneos para definir la posición y orientación con las coordenadas de georreferenciación del estudio topográfico
 - Convertir de los archivos crudos de escaneo, y verificar que contengan el total de las fotos por escaneo realizado
 - Importar los escaneos, y verificar que sean visibles las dianas y/o puntos homólogos. Deben estar nombrados de forma consecutiva para tener orden en el proyecto
 - No exceder un máximo de 10 escaneos por tramo
 - Se recomienda restituir sobre las imágenes de puntos en escala de grisees ya que muestra la realidad escaneada, debido a que la fotografía es tomada después de realizar el escaneo
 - En la georreferenciación tener en cuenta la alturas de las dianas, ya que esta se le debe sumar a las cotas anteriormente niveladas de cada punto de control
- Criterios de precisión y calidad
 - La precisión de unión entre escaneos debe ser milimétrica
 - Unir Escaneos en forma de "L" para mayor precisión, en el ajuste, traslación y rotación
 - Los establecidos en el Estándar ASPRS 2014

6.5.7 Criterios de calidad y precisión para datos adquiridos con sensores remotos aerotransportados no tripulados

- Incorporar los datos del registro de información básica e instrumental
- Parámetros de procesamiento de acuerdo a los requerimientos técnicos del proyecto
 - Configuración de coordenadas y transformaciones al sistema de proyección del proyecto
 - Importar y dibujar trayectorias de vuelo
 - Adición de los parámetros de la cámara fotográfica para el ajuste fotogramétrico
 - Fotointerpretación de puntos de control sobre las imágenes
 - Adición de los parámetros de la cámara fotográfica para el ajuste fotogramétrico
 - Fotointerpretación de puntos de control sobre las imágenes
 - Orto rectificación de las imágenes
 - Densificación de nubes de puntos
 - Generación de ortofotomosaico
 - Generación de Modelo Digital del Terreno DTM
 - Generación del Modelo Digital de Superficies MDS
 - Generación de Curvas de Nivel
 - Edición final de las curvas de nivel
 - Generación de planos de acuerdo a la escala solicitada
 - Impresión de lo requerido contractualmente
 - Copia digital de la información final
- Criterios de precisión y calidad

- Los establecidos en el Estándar ASPRS 2014, respecto a la información FOTOGRAMÉTRICA

6.6 OTROS REQUISITOS

6.6.1 Materialización de puntos de primer orden

Para la ampliación de la red MAGNA SIRGAS se ha establecido que un mojón de concreto para puntos geodésicos de primer orden mide 40 x 40 cm de lado x 0.80 m de altura (independientemente de la naturaleza del suelo), y sobresale del terreno 10 cm.

Materiales para la construcción del mojón:

- Concreto de 3000 psi
- Una varilla de acero inoxidable de 1,1 m de longitud por 1/2 pulg de diámetro, con un punto grabado en el centro de una de sus caras.
- Un molde de madera de 40 x 40 cm de lado interior y 15 cm de altura para la parte superior del mojón.
- Una placa de bronce en la esquina nororiental para la identificación del punto
- Una placa subterránea de vidrio
- Un acople de madera
- Una hoja de plástico

Procedimiento de construcción del mojón:

Se hace una excavación de 40 x 40 x 70 cm en forma de pata de elefante. Esta excavación debe ensancharse hacia el fondo de modo que en la base (a 70 cm de profundidad) mida aproximadamente 60 x 60 cm y tenga forma abultada.

En el centro de la base se hace una excavación más pequeña que alojará, embebida en mezcla y nivelada, la placa de vidrio. El borde superior de la placa de vidrio debe quedar por encima de la superficie de la mezcla para permitir la colocación del acople de madera.

Una vez ha fraguado la mezcla de la placa de vidrio, ésta se aísla mediante la hoja de plástico (que ayudará a identificarla en caso de una excavación posterior) y se le asegura la barra de acero por medio del acople de madera. Este último permite mantener centrada la barra sobre la placa mientras se funde el mojón.

Se inicia el relleno con una capa de tierra de 20 cm de altura.

Se vacía la mezcla lentamente, manteniendo, cuidadosamente, la verticalidad de la barra de acero (mediante una plomada) hasta 5 cm antes de la superficie. En este momento se asegura firmemente el molde de madera de 40 x 40 cm de lado interior procurando que quede enterrado 5 cm. Esto evitará que la mezcla se derrame.

Se continúa con el llenado del molde de manera que la cara superior de la barra quede a ras con la superficie del concreto y el borde del molde.

Se incrusta la placa de identificación del punto, orientada de modo que al leerla, el observador esté dando visual hacia el norte.

6.6.2 Materialización de puntos de densificación (Segundo Orden)

Los puntos de control que no son de segundo orden se materializan mediante un mojón de concreto de 30 x 30 cm de lado x 80 cm de alto, sobresaliendo 10 cm del terreno.

A diferencia de la materialización expuesta anteriormente, estos mojones no cuentan con placa subterránea de vidrio. Su profundidad alcanza, de acuerdo con la dureza del suelo, los 70 cm y las mediciones se hacen sobre el centro de la barra de acero. La placa de bronce servirá únicamente para su identificación.

La forma abultada en la base se debe mantener de manera que se evite la inclinación o extracción del monumento. Un tipo de materialización frecuente es la incrustación. Esta consiste en la colocación de una placa de identificación (generalmente de bronce) cuya superficie queda a ras con la de una roca superficial bastante firme o un piso firme de concreto o baldosa. Este tipo de materialización no es muy aconsejable para puntos de segundo orden, salvo en condiciones que no permitan otra alternativa.

6.7 CALIDAD DE LOS DATOS DIGITALES

Se establecen las normas de calidad, precisión y otros criterios relacionados, recomendados para su uso en estudios topográficos a escalas de cocientes grandes con fines de ingeniería, construcción y tenencia de la tierra. Las normas se refieren a los estudios realizados para localizar, alinear y vigilar la construcción de proyectos, por ejemplo: edificios, servicios públicos, vías, pistas, proyectos de navegación y control de inundaciones, control de la base horizontal y vertical utilizados para la asignación de zonas, desarrollos de SIG, estudios preliminares de planificación, dibujos detallados de sitios para planos de construcción, mediciones de construcción para pago, elaboración de planos para incorporación y para futuras actividades de reparación y mantenimiento, agrimensura, catastro y delimitación, entre otros.

Las normas se adoptan del Estándar de Precisión de Posicionamiento Geoespacial del Comité Federal de Datos Geográficos (Federal Geographic Data Committee) FGDC. http://www.fgdc.gov/standards/standards_publications/ y del Estándar Nacional de Datos Espaciales de Precisión (National Standard for Spatial Data Accuracy) NSSDA <http://www.mnplan.state.mn.us/pdf/1999/lmic/nssda> o pdf, basados en los Estándares de Precisión Posicional ASPRS para Datos Geoespaciales Digitales.

Los planos de construcción, servicios públicos, planos de instalaciones y bases de datos CADD/SIG, son creados por una variedad de técnicas terrestres, satelitales, acústicas, láser, fotogrametría cercana o de cartografía aérea, para adquirir productos Planimétricos, Altimétricos, Topográficos, Hidrográficos, o Características de Atributos de Datos. Las Especificaciones para la obtención de estos datos deben tener como base "El rendimiento" y no los procesos, ellos deben derivarse en función de los requisitos del proyecto y del uso, reconociendo los estándares de calidad y precisión disponibles.

6.8 Control y garantía de calidad

Las funciones de aseguramiento de la calidad y las pruebas deben centrarse en el cumplimiento del contratista con la especificación de calidad requeridos (por ejemplo, el nivel de precisión), y no los pasos intermedios de compilación de la topografía y cartografía realizados por el contratista. El control de calidad interno del contratista incluirá normalmente pruebas independientes que podrán ser revisadas periódicamente. Pruebas de campo realizadas por el supervisor son un requisito opcional del aseguramiento de la calidad y se deben realizar cuando se justifiquen técnica y económicamente, según lo determinado en función del proyecto final.

6.9 Sistema métrico

La topografía para el diseño y construcción, como para agrimensura y tenencia de la tierra, debe ser registrada y representada en el Sistema Métrico Internacional (SI) “unidades métricas SI en concordancia con la Norma Técnica Colombiana NTC 1000”.

6.10 Coordenadas espaciales del sistema de referencia

Los estudios topográficos a nivel nacional deben ser georreferenciados directamente al Marco Geocéntrico Nacional (MAGNA SIRGAS) época 95.4, o la que actualice en su momento la autoridad geodésica oficial, producto de observaciones por satélite GPS o GNSS, determinando dos puntos del IGAC, “para verificar que el cierre entre dos puntos MAGNA cumplan con la precisión de la Red MAGNA IGAC, época 95.4 oficial del Marco de Referencia, o la época oficial vigente”, en concordancia con los estándares de precisión del FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE (FGDC), adoptados en la Norma Técnica Colombiana 5204 ICONTEC.

6.11 Coordenadas Planas Cartesianas

La información Topográfica debe proyectarse al Plano Topográfico Local (PTL), usando el origen local de Cali establecido por el IDESC, o del proyecto, expresadas en Coordenadas Planas Cartesianas Locales. Además, se deben referenciar verticalmente al sistema de alturas sobre el nivel medio del mar, partiendo de NPs determinados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la red de control Geodésico de Santiago de Cali, Datum Buenaventura. En proyectos donde no se encuentren NPs del IGAC en la zona de trabajo, se trasladará el valor de la Elevación Geoidal mediante técnicas GNSS teniendo en cuenta el más reciente Modelo Geoidal existente.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006.

Magna-Sirgas, Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004.

Proyecciones y Transformaciones Cartográficas

https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/105289/proyecciones_transformaciones_cartograficas_i_desc/

http://www.fgdc.gov/standards/standards_publications/

<http://www.mnplan.state.mn.us/pdf/1999/lmic/nssda>