Establecimientos Públicos

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Resoluciones

RESOLUCIÓN NÚMERO 1562 DE 2018

(septiembre 27)

por medio de la cual se definen los valores que representan la calidad de los puntos medidos en redes geodésicas y levantamientos geodésicos.

El Director General del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en uso de sus atribuciones legales, y en especial las que le confieren el Decreto 2113 de 1992 en especial el artículo 6° numeral 3, artículo 14 numeral 12 y, Decreto 208 de 2004 artículo 6° numeral 2 y,

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con el Decreto 2113 de 1992 el Instituto Geográfico Agustín Codazzi tiene como objeto desarrollar las políticas y ejecutar los planes del Gobierno nacional en materia de cartografía, agrología, catastro y geografía, siendo la autoridad técnica en estas materias; y de conformidad determinar las especificaciones mínimas para adelantar trabajos aerofotográficos, fotogramétricos, cartográficos, geodésicos y edafológicos;

Que mediante la Resolución 068 de 2005 se adopta como único *datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA SIRGAS, actualizado mediante Resolución 715 de 2018.*

Que al Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", le corresponde contribuir al avance de las Infraestructuras de Datos Espaciales proporcionando el tema "control geodésico", el cual es parte de los datos fundamentales para los programas del Gobierno nacional en las materias de desarrollo socioeconómico, seguridad nacional y sistemas de información.

*Que de conformidad con el Decreto 1551 de 2009 "*por el cual se modifica la estructura del Instituto Geográfico Agustín Codazzi" el Instituto tiene como funciones proyectar las normas que deba expedir como máxima autoridad del país en temas técnicos relacionados con geodesia, fotogrametría, cartografía básica, geografía, ordenamiento territorial, límites de entidades territoriales y nombres geográficos.

Que la Organización de Naciones Unidas (ONU), a través de la Resolución A/RES/69/266 del Marco de Referencia Geodésico Mundial para el desarrollo sostenible, reconoce que el Marco de Referencia Geodésico Mundial (GGRF) depende de la participación de los países de todo el mundo, y admite la necesidad de adoptar medidas para reforzar la cooperación internacional.

Que la ONU, a través de la precitada resolución, estableció un grupo de trabajo por el Comité de Expertos sobre la Gestión Mundial de la Información Geoespacial (UN-GGIM) para elaborar una hoja de ruta geodésica mundial que incluya los elementos fundamentales de la formulación y sostenibilidad del marco de referencia geodésico mundial.

Que el IGAC, como ente rector de la información geodésica nacional adopta los fundamentos científicos establecidos por la IAG y SIRGAS, para contribuir al desarrollo e implementación del IHRF (International Height Reference Frame) y del IGRF (International Gravity Reference Frame) de acuerdo a las Resoluciones números 1 y 2 emitidas por la IAG, para el establecimiento del GGRF - UN - GGIM propuesto por las naciones unidas.

Que las precisiones y órdenes definidos en la presente resolución para los puntos de control horizontales, gravimétricos y verticales, se establecen a partir de los estándares y directrices de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG), organización de la que el IGAC utiliza sus metodologías científicas para el desarrollo del marco de referencia del país.

Que, en vista de las necesidades actuales de la actualización de la información geodésica y geográfica del País, se estima necesario adoptar un reglamento único por el cual se definan los valores que representan la calidad de los puntos medidos en redes geodésicas y levantamientos geodésicos, los parámetros mínimos de la construcción de redes y levantamiento geodésico, a fin de establecer estándares de calidad para que una vez validados sus contenidos pueden ser incorporados como información oficial del país, y consecuentemente utilizados por los distintos actores públicos o privados, en el marco de una apertura de datos.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

Artículo 1°. *Objeto. Definir los valores que representan la calidad de los puntos medidos en redes geodésicas y levantamientos geodésicos, producidos o adquiridos por las entidades públicas o generados por privados para entidades públicas cuando estos son para uso oficial, y establecer el proceso de verificación de estos.*

Hacen parte integral de la presente resolución, el manual de materialización de puntos de control geodésico (Anexo número 1), el esquema de clasificación de los puntos geodésicos, (Anexo número 2), y la Representación gráfica de las superficies de referencia vertical (Anexo número 3).

Artículo 2°. Alcance. Las disposiciones contenidas en la presente resolución deben cumplirse por los generadores de información geodésica con fines de uso oficial, quienes deberán tener en cuenta los estándares de precisión aquí definidos, las reglas de procedimiento que se deben seguir para la incorporación de los nuevos puntos al Marco Nacional de Referencia, MAGNA-SIRGAS, para que se ajusten a los órdenes de precisión aquí planteados y hagan parte de la información oficial del país.

La validación del cumplimiento de los valores que representan la calidad de puntos medidos en redes geodésicas y levantamiento geodésicos, estará a cargo de la Subdirección de Geografía y Cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Artículo 3°. Abreviaturas. Para la presente resolución según las siguientes abreviaturas:

GNSS: Global Navigation Satellite System - Sistemas Globales de Navegación Satelital.

IAGBN: International Absolute Gravity Basestation Network - Red Internacional de Estaciones Absolutas de Gravedad.

IGRF: International Gravity Reference Frame - Marco de Referencia Internacional de Gravedad.

IGS: International GNSS Service - Servicio Internacional GNSS.

IHRF: International Height Reference Frame - Marco de Referencia Internacional de Alturas.

ITRF: International Terrestrial Reference Frame - Marco de Referencia Geocéntrico.

MAGNA: Marco Geocéntrico Nacional de Referencia.

NOOA: National Oceanic and Atmospheric Administration.

SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas.

SIGNAR: Sistema Gravimétrico Nacional de Referencia.

Artículo 4°. *Definiciones. Se tendrán en la presente resolución las siguientes definiciones:*

Alturas Niveladas: Distancia vertical medida entre dos puntos mediante observaciones ópticas de los desniveles existentes entre ellos. Puede ser geométrica o trigonométrica y no involucran una corrección por el efecto de la gravedad. Los desniveles serán referidos al Datum Vertical de Buenaventura.

Alturas normales: están referidas desde el elipsoide de referencia hasta el teluroide, en dirección normal al elipsoide.

Alturas ortométricas: Es la distancia tomada en la dirección normal al geoide entre este y el punto de medición en la superficie terrestre. La curvatura de esta altura se debe al hecho de que la línea de la plomada coincide con el vector de gravedad a medida que atraviesa diferentes superficies equipotenciales, las cuales no son paralelas entre sí.

Anomalía de altura: Distancia entre un punto sobre el teluroide y su correspondiente punto sobre la superficie terrestre, medida sobre la normal al elipsoide.

Cota geopotencial: es la diferencia de potencial existente entre la superficie equipotencial correspondiente a un punto y el geoide.

Cuasi-geoide: Superficie próxima al geoide que no es una superficie de nivel, pero que facilita el uso práctico y teórico de alturas físicas al no involucrar hipótesis sobre la densidad de las masas topográficas bajo la superficie terrestre. Esta se obtiene al dibujar las anomalías de altura por encima del elipsoide.

Geoide: superficie de referencia cercana al nivel medio del mar.

Interferometría láser: Método de medición de distancias que aplica el fenómeno de interferencia de las ondas de luz, radio o sonido.

Invar: Material resultante de la aleación de hierro (64%) y níquel (36%) que se caracteriza por su bajo coeficiente de expansión térmica, excelente para aplicaciones donde se requiere que no haya cambios de longitud por variación de temperatura.

Puntos de control geodésico: Son todos aquellos puntos medidos en cada uno de los tres componentes descritos: horizontal, vertical y gravimétrico. Cuya materialización en campo se debe efectuar siguiendo las especificaciones de Materialización de puntos de control geodésico (anexo número 1) y la estructura de clasificación de los puntos de control, previsto en el esquema de clasificación de los puntos geodésicos (anexo número 2).

Puntos de control vertical ortométricos: son todos aquellos puntos cuya altura está referida al geoide, pueden ser determinados por aproximación a partir de la combinación de alturas niveladas, ondulación geoidal y altura elipsoidal; o determinados por la combinación de datos de gravedad y desniveles, donde la precisión varía según el método de determinación.

Puntos de control vertical normal: al contrario de los puntos de control vertical ortométricos, estos pueden ser determinados unívocamente, ya que no requieren de la formulación de hipótesis en la estimación del valor medio de la gravedad.

Software científico: aquel que permite al calculista definir las incógnitas que pueden incluirse en las ecuaciones de observación y, por tanto, pueden ser estimadas

simultáneamente durante el ajuste junto con las coordenadas de la estación. También se define como aquel que permite definir las variables a tener en cuenta en el procesamiento de la información y que por tanto, pueden ser estimadas simultáneamente durante el ajuste junto con las alturas de los puntos.

Software comercial: aquel que internamente utiliza modelos prediseñados para estimar las variables diferentes a las coordenadas de los puntos ocupados y que el calculista no puede modificar o acceder.

Teluroide: superficie conformada por aquellos puntos cuyo valor de potencial normal es idéntico al potencial de gravedad real de los puntos correspondientes ubicados sobre la superficie terrestre.

Artículo 5°. *Clasificaciones de puntos de control o geodésicos. Los puntos se clasificarán, así:*

1. *Puntos horizontales: determinados mediante posicionamiento basado en GNSS o técnicas electro-ópticas topográficas. Su objetivo primario es proveer coordenadas horizontales de referencia p. ej. Latitud y longitud, coordenadas de proyección cartográfica Gauss-Kruger, coordenadas planas cartesianas locales, etc. Los puntos determinados con GNSS proveen, además de la latitud y la longitud, la altura elipsoidal asociada al mismo elipsoide de referencia (XYZ), de allí que estos se denominen también como puntos tridimensionales. Sus precisiones y órdenes se definen a partir de directrices del Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia (IERS).*
2. *Puntos gravimétricos: determinados mediante la medición de la aceleración gravitacional. Su objetivo es proveer valores de gravedad de referencia. Sus precisiones y órdenes se definen a partir de directrices de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG) mediante la Red Internacional de Estandarización de la Gravedad (IGSN71) y teniendo en cuenta las consideraciones del Servicio Internacional del Campo de Gravedad (IGFS) en cuanto a su actualización.*
3. *Puntos verticales: se distinguen los de naturaleza geométrica y los de naturaleza física, donde los primeros son determinados mediante posicionamiento GNSS y corresponden con las alturas elipsoidales y los segundos se dividen a su vez en alturas ortométricas y alturas normales. Las alturas niveladas están referidas al nivel medio del mar, y sus desniveles se utilizan como un insumo para las alturas ortométricas y las alturas normales haciendo uso también de mediciones gravimétricas o la combinación de un modelo geoidal con posicionamiento GNSS.*

Las precisiones y órdenes de los puntos:

a) De naturaleza geométrica, se definen a partir de directrices del Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia (IERS).

b) De naturaleza Física, se establecen a partir de la de las directrices de (SIRGAS).

c) Referidos al nivel medido del mar: se definen a partir de directrices de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).

Artículo 6°. Puntos de control horizontal. En los puntos horizontales se verificará la nomenclatura y el datum horizontal, así:

Nomenclatura. El Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" es la única entidad encargada de generar y aprobar la nomenclatura oficial para la denominación de los vértices materializados en el territorio nacional, con el objeto de llevar un registro único de la nomenclatura. La nomenclatura de los puntos materializados con anterioridad a la publicación de la presente resolución se mantiene. En todo caso, la nomenclatura se asignará previamente una vez sea verificado y aprobado el proceso de materialización por parte del Instituto Agustín Codazzi.

Datum Horizontal. Las coordenadas horizontales deben estar referidas al datum MAGNA-SIRGAS, para lo cual se deben incluir tanto el ITRF vigente, como la época de referencia establecida en la cual estarán dadas las coordenadas.

Artículo 7°. Los puntos de control horizontal tendrán los siguientes órdenes de precisión:

1. *Puntos de Control Horizontal de Orden Cero (0).*
2. *Puntos de Control Horizontal de Orden Uno (1).*
3. *Puntos de Control Horizontal de Orden Dos (2).*
4. *Puntos de Control Horizontal de Orden Tres (3).*
5. *Puntos de Control Horizontal de Orden Cuatro (4).*

Parágrafo. Cada punto medido debe tener asociados sus respectivos valores de precisión, la que se deriva directamente de los equipos y software con la que fue determinada. En ningún caso la precisión de un punto puede ser superior a la precisión dada por la técnica utilizada.

Artículo 8°. Puntos de control horizontal de orden cero (0). Es el conjunto de estaciones continuas procesadas semanalmente, mediante un software científico, por varios centros de procesamiento y análisis utilizando las efemérides satelitales precisas distribuidas por el IGS. Algunas de las variables que se pueden manipular mediante el software científico comprenden los efectos ionosféricos y troposféricos o la influencia de las cargas atmosférica y oceánica sobre las coordenadas de la estación.

Estos puntos son los que conforman la red de estaciones continuas MAGNA-ECO del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia.

Los puntos de Control Horizontal de Orden Cero (0), tendrán las siguientes características:

1. *Precisión absoluta de la posición horizontal: entre ± 0,001m y ± 0,010 m.*
2. *Precisión relativa de la posición horizontal: entre ± 0,001m y ± 0,005 m (su latitud y longitud se reportan hasta la quinta cifra decimal en los segundos).*
3. *Tiempo de medición continua 24 h durante un período no inferior a 3 meses.*
4. *Equipo: GNSS de doble frecuencia tipo geodésico, preferiblemente provisto de antena tipo choke ring compatible con los estándares del IGS.*

Artículo 9°. *Puntos de control horizontal de orden uno (1): Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a dos o más estaciones de orden superior de la red MAGNA - ECO, en una campaña de observación. Su procesamiento se realiza mediante software científico y utilizando las efemérides precisas distribuidas por el IGS. Estos puntos sirven como base de segundo nivel de precisión en la determinación de nuevos puntos de control topográfico y las aplicaciones cartográficas básicas o temáticas, contenidos en la red pasiva MAGNA- SIRGAS.*

Los puntos de Control Horizontal de Orden Uno (1), tendrán las siguientes características:

1. Precisión absoluta de la posición horizontal: entre ± 0,011 m y ± 0,020 m.
2. Precisión relativa de la posición horizontal: entre ± 0,006 m y ± 0,010 m (su latitud y longitud se reportan hasta la cuarta cifra decimal en los segundos).
3. Tiempo de medición continua mayor que un día (24h) y menor que diez (10) días. En el caso de que el punto sea parte de una red con múltiples puntos, las observaciones deberán realizarse de forma simultánea.
4. Equipo: GNSS de doble frecuencia (geodésico) compatible con los estándares del IGS.

Artículo 10. *Puntos de control horizontal de orden dos (2): Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a dos o más estaciones de orden superior (MAGNA o MAGNA-ECO), en una campaña de observación. Su procesamiento es realizado con un software científico y utilizando las efemérides precisas distribuidas por el IGS. Estos puntos sirven como base de tercer nivel de precisión para la determinación de nuevos puntos de control topográfico y las aplicaciones cartográficas básicas o temáticas.*

Los puntos de Control Horizontal de Orden Dos (2), tendrán las siguientes características:

1. Precisión absoluta de la posición horizontal: entre ± 0,021 m y ± 0,040 m
2. Precisión relativa de la posición horizontal: entre ± 0,011 m y ± 0,020 m (su latitud y longitud se reportan hasta la cuarta cifra decimal en los segundos).
3. Tiempo de medición mayor que 8 h y hasta 24 h. En el caso de que el punto sea parte de una red con múltiples puntos, las observaciones deberán realizarse de forma simultánea.
4. Equipo: GNSS de doble frecuencia (geodésico) compatible con los estándares del Servicio Internacional GNSS (IGS).

Artículo 11. *Puntos de control horizontal de orden tres (3) Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a dos o más estaciones, de órdenes superiores (MAGNA o MAGNA-ECO), en una campaña de observación para densificaciones locales con precisión media. Su procesamiento puede ser realizado con un software comercial, pero utilizando las efemérides precisas distribuidas por el IGS. Estos puntos sirven como base de cuarto nivel de precisión para la determinación de nuevos puntos de control no geodésicos y las aplicaciones cartográficas.*

Los puntos de Control Horizontal de Orden tres (3), tendrán las siguientes características:

1. Precisión absoluta de la posición horizontal: entre ± 0,041 m y ± 0,060 m.
2. Precisión relativa de la posición horizontal: entre ± 0,021 m y ± 0,030 m (su latitud y longitud se reportan hasta la cuarta cifra decimal en los segundos).
3. Tiempo de medición entre 2 h y 8 h. En el caso de que el punto sea parte de una red con múltiples puntos, las observaciones deberán realizarse de forma simultánea.
4. Equipo: GNSS de doble frecuencia (geodésico) compatible con los estándares del IGS.

Artículo 12. *Puntos de control horizontal de orden cuatro (4): Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a las estaciones, de órdenes superiores (MAGNA - MAGNA ECO), en una campaña de observación para densificaciones locales con precisión baja. Su procesamiento puede ser realizado con un software comercial, pero utilizando las efemérides precisas distribuidas por el IGS. Estos puntos sirven como base del quinto nivel de precisión para la determinación de nuevos puntos de control no geodésicos y las aplicaciones cartográficas.*

Los puntos de Control Horizontal de Orden cuatro (4), tendrán las siguientes características:

1. Precisión absoluta de la posición horizontal: entre ± 0,061 m y ± 0,200 m.
2. Precisión relativa de la posición horizontal: ± 0,031 m y ± 0,100 m (su latitud y longitud se reportan hasta la tercera cifra decimal en los segundos).
3. Tiempos de medición entre 0,5 y 2 h, dependiendo de las condiciones del entorno. En el caso de que el punto sea parte de una red con múltiples puntos, las observaciones deberán realizarse de forma simultánea.
4. Equipo: GNSS de doble frecuencia (geodésico) compatible con los estándares del IGS.

Artículo 13. *Puntos de control gravimétrico. En los puntos de control gravimétrico se verificará la nomenclatura y el datum gravimétrico, así:*

Nomenclatura. Los puntos de Control Gravimétrico tendrán la misma nomenclatura de los puntos de Control Horizontal.

Datum Gravimétrico. Los valores de gravedad deben estar referidos al datum SIGNAR, compatible con el datum mundial IGSN71 y la IAGBN. Las anomalías gravimétricas deben estar dadas con base en el datum Geodésico MAGNA-SIRGAS.

Artículo 14. Los puntos de control gravimétrico tendrán los siguientes órdenes de precisión:

1. *Puntos de Control Gravimétrico de Orden Cero (0).*
2. *Puntos de Control Gravimétrico de Orden Uno (1).*
3. *Puntos de Control Gravimétrico de Orden Dos (2).*
4. *Puntos de Control Gravimétrico de Orden Tres (3).*

Parágrafo 1°. Cada punto medido debe tener asociados sus respectivos valores de precisión, la cual se deriva directamente de los equipos y software con la que se determinada. En ningún caso la precisión de un punto puede ser superior a la precisión dada por el equipo utilizado.

Parágrafo 2°. Los puntos de Control Gravimétrico de Orden Cero (0) o de valores absoluto, solo podrán ser determinados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Artículo 15. Puntos de control gravimétricos de orden cero (0). Son determinados por interferometría láser y mediciones de tiempo con relojes atómicos que obtiene la aceleración de la gravedad, obteniendo así el valor de gravedad local. Estos puntos permiten realizar la densificación de las redes de menor orden y obtener un control gravimétrico local de mejor precisión.

Los puntos de control gravimétricos de orden cero (0), tendrá las siguientes características:

1. *Precisión absoluta de ±0.02 miligales.*
2. *Los puntos de gravedad absoluta deben estar ubicados en una zona plana, materializados a menos de 50 cm del nivel de piso o ubicados en lugares de concreto estables según lo establecido en el Manual de materialización de puntos, que hace parte integral de la presente Resolución.*
3. *Además de la estación de referencia se determinan en los alrededores 2 o 3 excéntricas (estaciones auxiliares) con las mismas características de precisión, con el fin de asegurar un valor de gravedad previendo una posible destrucción del punto de referencia.*
4. *A las excéntricas se les hace un circuito de observación que permite ajustar de una forma precisa los valores determinados. Estas estaciones también tienen su descripción y se les determinan coordenadas y cota (altura sobre el nivel del mar).*
5. *Equipos: Gravímetros diseñados para efectuar mediciones absolutas de gravedad aplicando el principio de caída libre, en el cual las mediciones de tiempo se realizan con relojes atómicos y la determinación de la distancia a partir de interferometría láser.*
6. *Tiempo de toma: La toma de gravedad absoluta se debe realizar con un mínimo de dos (2) horas continuas de observación dejando el gravímetro sobre el punto con las mínimas perturbaciones de ambiente, hasta 24 horas para cada toma, siendo recomendable dos (2) tomas de información.*
7. *La condición geológica para la ubicación de estos puntos debe ser muy estable, en lo posible sobre roca sólida para evitar variaciones bruscas o continuas del valor de gravedad.*

Artículo 16. Puntos de control gravimétricos de orden uno (1). Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a una o más estaciones de orden superior, del SIGNAR, cuyos valores de gravedad son determinados con equipos de medición relativa análogos o digitales.

Los puntos de control gravimétricos de orden uno (1), tendrá las siguientes características:

1. *Precisión absoluta de ±0,03 miligales.*
2. *Precisión relativa de 0,035 a 0,050 miligales.*
3. *Se deben realizar ocho (8) observaciones de diferencias de gravedad entre las estaciones base y sus respectivas auxiliares o excéntricas. La secuencia de observación depende de las condiciones de movilización y acceso de la zona en estudio. Las observaciones de ida y regreso entre dos (2) estaciones deben hacerse en un período inferior a diez (10) horas.*
4. *Observar cada estación de un circuito al menos dos (2) veces el día de la toma de los datos, para el adecuado control de la deriva instrumental cuando se use un gravímetro relativo.*
5. *Equipos: Gravímetros análogos o digitales diseñados para efectuar mediciones relativas de gravedad aplicando el principio de masa - resorte.*
6. *Tiempo de toma: La toma de gravedad relativa se debe realizar con un mínimo de cinco (5) lecturas instrumentales por observación, para gravímetros digitales se toman (5) lecturas de valores de gravedad por observación, usando un ciclo de (60) segundos por lectura.*

Artículo 17. Puntos de control gravimétricos de orden dos (2). Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a una o más estaciones de orden superior del SIGNAR, cuyos valores de gravedad son determinados con equipos de medición relativa análogos o digitales.

Los puntos de control gravimétricos de orden dos (2), tendrán las siguientes características:

1. *Precisión absoluta de ±0,050 miligales.*
2. *Precisión relativa de 0,050 a 0,080 miligales.*
3. *Se deben realizar ocho (8) mediciones de diferencias de gravedad entre las estaciones base y sus respectivas auxiliares o excéntricas. La secuencia de observación depende de las condiciones de movilización y acceso de la zona en estudio. Las observaciones de ida y regreso entre dos estaciones deben hacerse en un período inferior a diez (10) horas.*
4. *Observar cada estación de un circuito al menos dos (2) veces el día de la toma de los datos, para el adecuado control de la deriva instrumental cuando se use un gravímetro relativo.*
5. *Equipos: Gravímetros análogos o digitales diseñados para efectuar mediciones relativas de gravedad aplicando el principio de masa - resorte.*
6. *Tiempo de toma: La toma de gravedad relativa con gravímetros análogos se debe realizar con un mínimo de cinco (5) lecturas instrumentales por observación. Para gravímetros digitales se toman cinco (5) lecturas de valores de gravedad por observación, usando un ciclo de 60 segundos por lectura.*

Artículo 18. Puntos de control gravimétricos de orden tres (3). Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a una o más estaciones de orden superior del SIGNAR, cuyos valores de gravedad son determinados con equipos de medición relativa.

Los puntos de control gravimétricos de orden tres (3), tendrá las siguientes características:

1. *Precisión absoluta de ± 0,100 miligales.*
2. *Precisión relativa mayor a 0,100 miligales.*
3. *Equipos: Gravímetros análogos o digitales diseñados para efectuar mediciones relativas de gravedad aplicando el principio de masa - resorte.*
4. *Tiempo de toma: La toma de gravedad relativa con gravímetros análogos se debe realizar con un mínimo de tres (3) lecturas instrumentales por observación. Para los gravímetros digitales se debe realizar una toma de tres (3) lecturas de valores de gravedad por observación, usando un ciclo de (120) segundos por lectura.*

Parágrafo. Las mediciones relativas realizadas con gravímetros digitales, no deben tener la corrección por mareas y corrección por terreno que trae incorporado el equipo digital, esta corrección será efectuada por la Subdirección de Geografía y Cartografía.

Artículo 19. Puntos de control Vertical. En los puntos de control vertical se verificará la nomenclatura y el datum vertical, así:

Nomenclatura. La nomenclatura oficial de los puntos de Control Vertical será definida por el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" quien la genera y aprueba para la denominación de los vértices materializados en el territorio nacional con el objeto de llevar un registro único de la nomenclatura. La nomenclatura de los puntos materializados con anterioridad a la publicación de la presente resolución se mantiene. En todo caso, la nomenclatura se asignará previamente una vez sea verificado y aprobado el proceso de materialización por parte del Instituto Agustín Codazzi.

Datum Vertical. Las alturas elipsoidales se deben referir al datum MAGNA-SIRGAS cuya superficie de referencia asociada es el elipsoide GRS80. Las alturas ortométricas estarán referidas a una superficie de referencia vertical local definida (geoide = Woi), la cual es equipotencial del campo de gravedad terrestre y cuyo potencial real equivale al potencial de referencia local Woi (Colombia) vinculado al potencial de referencia global Wo, el cual es un valor adoptado por el comité científico de SIRGAS, a partir del IHRF vigente y que determina a la superficie del geoide global. Para la determinación de las alturas normales y las anomalías de altura, estarse a lo previsto en la Representación gráfica de las superficies de referencia vertical (Anexo número 3).

Artículo 20. Los puntos de control vertical tendrán los siguientes órdenes de precisión según su naturaleza:

Precisiones puntos de control vertical geométricos:

1. *Puntos de Control Vertical GNSS de Orden Cero (0).*
2. *Puntos de Control Vertical GNSS de Orden Uno (1).*
3. *Puntos de Control Vertical GNSS de Orden Dos (2).*
4. *Puntos de Control Vertical GNSS de Orden Tres (3).*
5. *Puntos de Control Vertical GNSS de Orden Cuatro (4).*

Precisiones puntos de control vertical referidos al nivel medido del mar:

1. *Puntos de Control Vertical Nivelados de Orden Uno (1).*
2. *Puntos de Control Vertical Nivelados de Orden Dos (2).*
3. *Puntos de Control Vertical Nivelados de Orden Tres (3).*
4. *Puntos de Control Vertical Nivelados de Orden Cuatro (4).*
5. *Puntos de Control Vertical Nivelados de Orden Cinco (5).*

Parágrafo 1°. Cada punto medido debe tener asociados sus respectivos valores de precisión, la cual se deriva directamente de la técnica con la que fue determinado. En ningún caso la precisión de un punto puede ser superior a la precisión dada por la técnica y el equipo utilizado. Los valores de altura deben reportarse junto con su precisión, bien corresponda a alturas elipsoidales, niveladas, ortométricas o normales, indicando el tipo de altura al que se refiere.

Parágrafo 2°. Todas las estaciones continuas (ECO) que pretendan ser vinculadas para la implementación del IHRF y deberán poseer alturas niveladas corregidas por el efecto de gravedad sin importar el orden de la nivelación. Los vértices de nivelación geodésica se seguirán determinando de acuerdo a los órdenes aquí establecidos, continuando con el método de medición de desniveles.

Parágrafo 3°. Los desniveles medidos continúan referenciándose al Datum Vertical de Buenaventura, clasificándose en los órdenes mencionados en este artículo.

Artículo 21. Puntos de control vertical GNSS de orden cero (0). Es el conjunto de estaciones continuas procesadas semanalmente por un centro de análisis utilizando un software científico, así como las efemérides satelitales precisas distribuidas por el IGS.

Los puntos de Control vertical GNSS de Orden cero (0), tendrán las siguientes características:

1. Precisión absoluta de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ± 0,020 m.
2. Precisión relativa de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ± 0,015 m.
3. Equipo: GNSS de doble frecuencia tipo geodésico, preferiblemente provisto de antena tipo choke ring compatible con los estándares del IGS.

Parágrafo. Los puntos de Control Vertical GNSS de Orden Cero (0) que hagan parte del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia - MAGNA - ECO, solo podrá ser determinado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Artículo 22. *Puntos de control vertical GNSS de orden uno (1). Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a dos o más estaciones de orden superior de la red MAGNA - ECO, en una campaña de observación. Su procesamiento es realizado con un software científico y utilizando las efemérides precisas distribuidas por el IGS. Estas estaciones pueden ser pasivas o continuas. Estos puntos sirven como base de segundo nivel de precisión para la determinación de nuevos puntos de control y las aplicaciones cartográficas básicas o temáticas.*

Los puntos de control vertical GNSS de orden uno (1), tendrán las siguientes características:

1. Precisión absoluta de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ± 0,030 m.
2. Precisión relativa de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ± 0,015 m.
3. Tiempo de rastreo mínimo: 36 horas continuas para vinculación a MAGNA
4. Equipo: GNSS de doble frecuencia (geodésico) compatible con los estándares del IGS.

Artículo 23. *Puntos de control vertical GNSS de orden dos (2). Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a dos o más estaciones de orden superior de la red (MAGNA- MAGNA - ECO), en una campaña de observación. Su procesamiento es realizado con un software comercial y utilizando las efemérides precisas distribuidas por el IGS. Estos puntos sirven como base de tercer nivel de precisión para la determinación de nuevos puntos de control topográfico y las aplicaciones cartográficas básicas o temáticas.*

Los puntos de control vertical GNSS de orden dos (2), tendrán las siguientes características:

1. Precisión absoluta de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ±0,040 m.
2. Precisión relativa de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ± 0,020 m.
3. Tiempo de rastreo mínimo: 24 horas continuas para vinculación a MAGNA
4. Equipo: GNSS de doble frecuencia (geodésico) compatible con los estándares del IGS.

Artículo 24. *Puntos de control vertical GNSS de orden tres (3). Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a dos o más estaciones de orden superior (MAGNA - MAGNA - ECO) en una campaña de observación. Su procesamiento puede ser realizado con un software comercial, pero utilizando las efemérides precisas distribuidas por el IGS.*

Los puntos de Control vertical GNSS de Orden tres (3), tendrán las siguientes características:

1. Precisión absoluta de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ± 0,060 m.
2. Precisión relativa de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ± 0,030 m.
3. Tiempo de rastreo mínimo: 8 horas continuas para vinculación a MAGNA
4. Equipo: GNSS de doble frecuencia (geodésico) compatible con los estándares del IGS.

Artículo 25. *Puntos de control vertical GNSS de orden cuatro (4). Es el conjunto de estaciones directamente vinculadas a las de orden superior (MAGNA - MAGNA - ECO) en una campaña de observación. Su procesamiento puede ser realizado con un software comercial, pero utilizando las efemérides precisas distribuidas por el IGS. Estos puntos sirven como base de quinto nivel de precisión para la determinación de nuevos puntos de control topográfico de precisión media, las aplicaciones relacionadas con obras de ingeniería y cartografía temática.*

Los puntos de control vertical GNSS de orden cuatro (4), tendrán las siguientes características:

1. Precisión absoluta de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ± 0,075 m.
2. Precisión relativa de la posición vertical (altura elipsoidal referida a GRS80): ± 0,045 m.
3. Tiempo de rastreo mínimo: entre 2 y 4 horas continuas para vinculación a MAGNA
4. Equipo: GNSS de doble frecuencia (geodésico) compatible con los estándares del IGS.

Artículo 26. *Puntos de control vertical nivelados de orden uno (1): Es el conjunto de puntos de nivelación de precisión vinculados a la superficie de referencia Woi (superficie de referencia vertical local cercana al nivel medio del mar) establecida en el datum vertical, en donde los desniveles obtenidos son procesados con software de aplicación científica y/o programación.*

Los puntos de control vertical nivelados de orden uno (1), tendrán las siguientes características:

1. Precisión relativa inferior o igual que 2 mm por la raíz cuadrada de la distancia de la sección en km.
2. Equipos: Niveles electrónicos digitales y miras de invar.
3. La longitud de las secciones a nivelar debe ser de aproximadamente de 0,8 a 1,5 kilómetros según la topografía del terreno.
4. Todas las secciones deben ser niveladas en ida y regreso de forma independiente.
5. El coeficiente de expansión térmica debe ser menor a 1.5 x 10 -6 para las miras de invar.

Artículo 27. *Puntos de control vertical nivelados de orden dos (2): Es el conjunto de puntos de nivelación de precisión vinculados a la superficie de referencia Wo establecida en el datum vertical o a puntos de orden superior, en donde los desniveles obtenidos son procesados con software de aplicación científica y/o programación.*

Los puntos de control vertical Nivelados de orden dos (2), tendrán las siguientes características:

1. Precisión relativa inferior o igual que 4 mm por la raíz cuadrada de la distancia de la sección en km.
2. Equipos: Niveles electrónicos digitales y miras de invar con código de barras.
3. La longitud de las secciones a nivelar debe ser de aproximadamente de 0,8 a 1,5 kilómetros según la topografía del terreno.
4. Todas las secciones deben ser niveladas en ida y regreso de forma independiente.
5. El coeficiente de expansión térmica debe ser menor a 1.5 x 10 -6 para las miras de invar.

Artículo 28. *Puntos de control vertical nivelados de orden tres (3): Es el conjunto de puntos de nivelación de precisión vinculados a la superficie de referencia Wo establecida en el datum vertical o a puntos de orden superior, en donde los desniveles obtenidos son procesados con software comercial.*

Los puntos de control vertical nivelados de orden tres (3), tendrán las siguientes características:

1. Precisión relativa menor o igual que 6 mm por la raíz cuadrada de la distancia de la sección en km.
2. Equipos: Niveles electrónicos digitales y miras de invar con código de barras.
3. La longitud de las secciones a nivelar debe ser de aproximadamente de 0,8 a 1,5 kilómetros según la topografía del terreno.

4. Todas las secciones deben ser niveladas en ida y regreso de forma independiente.
5. El coeficiente de expansión térmica debe ser menor a 1.5 x 10 -6 para las miras de invar.

Parágrafo. La Subdirección de Geografía y Cartografía se encargará de efectuar los ajustes de las variables de los datos mencionados en los artículos 26, 27 y 28 teniendo en cuenta: error de la escala de la mira, temperatura de la mira, error de colimación, y efectos de la refracción; los desniveles medidos serán corregidos por el efecto de la gravedad antes de ser procesados, el método electro óptico de nivelación deberá ser geométrico. Se debe garantizar la configuración de la corrección por refracción en el equipo y realizar la colimación al inicio de cada sesión de trabajo.

Artículo 29. *Puntos de control vertical nivelados de orden cuatro (4): Es el conjunto de puntos de nivelación de precisión vinculados a la superficie de referencia Wo establecida en el datum vertical o a puntos de órdenes superiores, en donde los desniveles fueron procesados con software comercial.*

Los puntos de control vertical nivelados de orden cuatro (4), tendrán las siguientes características:

1. Precisión relativa inferior o igual que 10 mm por la raíz cuadrada de la distancia de la sección en km.
2. Equipos: Niveles electrónicos digitales o niveles óptico mecánicos y miras de geodésicas o topográficas.
3. La longitud de las secciones a nivelar debe ser de aproximadamente de 0,8 a 1,5 kilómetros según la topografía del terreno.
4. Todas las secciones deben ser niveladas en ida y regreso de forma independiente.

Artículo 30. *Puntos de control vertical nivelados de orden cinco (5): Es el conjunto de puntos de nivelación de precisión vinculados a la superficie de referencia Wo establecida en el datum vertical o a puntos de órdenes superiores, en donde los desniveles fueron obtenidos a partir de la medición de ángulos y distancias y son procesados con software comercial.*

Los puntos de control vertical nivelados de orden cinco (5), tendrán las siguientes características:

1. Equipos: Estaciones totales, Teodolitos, miras, prismas.
2. La precisión de estos puntos depende directamente de la cantidad de series realizadas para determinar la altura del punto, y está en función tanto de la distancia entre el punto base y el punto a determinar como la calibración del equipo, pero esta no será superior a 0,100 m.

Artículo 31. *Puntos de control vertical ortométricos obtenidos a partir de gravimetría: Es el conjunto de puntos con alturas niveladas (con diferentes órdenes de precisión) vinculados a la superficie de referencia Wo establecida en el datum vertical, donde en todos los casos, los desniveles medidos serán corregidos por el efecto de la gravedad para la obtención de cotas geopotenciales y con ellas las alturas físicas ortométricas a través de software de aplicación científica y/o programación.*

Parágrafo. Los insumos necesarios para la determinación de alturas ortométricas por gravedad presentan diferentes órdenes de precisión, dado lo anterior, las precisiones de este tipo de alturas no podrán ser superiores a las precisiones del insumo de menor precisión.

Artículo 32. Puntos de control vertical ortométricos obtenidos a partir de GNSS: Es el conjunto de puntos que, a partir de puntos de nivelación de precisión, vinculados a la superficie de referencia Wo o a puntos de orden superior, se determinan sus alturas por medio de la medición con técnicas satelitales (altura elipsoidal) y el uso de un modelo geoidal (ondulación geoidal).

Los puntos de control vertical ortométricos obtenidos a partir de GNSS, tendrán las siguientes características:

1. El cálculo de alturas ortométricas a partir de técnicas GNSS debe realizarse según la metodología descrita en el documento: Metodología diferencial para la obtención de alturas sobre el nivel del mar a partir de datos GNSS.
2. La precisión de las alturas obtenidas está dada por el modelo geoidal vigente y la altura elipsoidal y se calcula como el error medio cuadrático entre estas dos.
3. La altura elipsoidal es determinada con equipos geodésicos y se debe encontrar en alguno de los órdenes de precisión del control vertical GNSS.
4. Las alturas ortométricas utilizadas para el cálculo y/o ajuste de alturas ortométricas a partir de GNSS, deben de pertenecer a alguno de los cinco órdenes de medición y formar parte de la red de nivelación geodésica nacional.
5. Los valores de ondulación geoidal se obtienen del modelo geoidal vigente, por lo que es un tipo de altura que ya toma en consideración al campo de gravedad terrestre.
6. Con el modelo geoidal vigente, es equivalente, bajo las mejores condiciones, a la altura nivelada trigonométrica.

Parágrafo. Las ondulaciones geoidales presentan unas precisiones que rondan los decímetros, por lo que ostentan un orden de precisión cinco (5). Por ello las alturas ortométricas obtenidas a partir de GNSS también tendrán un orden de precisión cinco (5).

Artículo 33. *Verificación y validación. La Subdirección de Geografía y Cartografía será responsable del proceso de verificación y validación del cumplimiento de estándares de la información generada por terceros con fines oficiales, resultado de las campañas de observación sobre los puntos de control horizontal, vertical y gravimétrico.*

Artículo 34. Vigencia. La presente resolución rige a partir de publicación en el ***Diario Oficial***

Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 27 de septiembre de 2018.

El Director General (e),

Héctor Mauricio Ramírez Daza.

ANEXO No. 1

MATERIALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL GEODÉSICO

- **CONSTRUCCIÓN DE VÉRTICES GEODÉSICOS**

Los materiales a emplear en la construcción de los vértices geodésicos deben ser de buena calidad para garantizar una óptima durabilidad.

Figura 1. Materiales para la construcción de vértices geodésicos

- Cemento

Debe estar en su empaque original, fresco y al utilizarse se debe asegurar que no posea grumos y que cumpla con las normas NTC 121 y NTC 321. Se permite el uso de cementos fabricados bajo las normas ASTM C156 y C595. Figura 1.

- Agregados

La arena y la grava no deben estar sucias, poseer o estar mezcladas con partículas de materia orgánica (tierra), pantano o arcillas, ya que hace que la resistencia del concreto disminuya notablemente o que se produzca gran cantidad de fisuras; la piedra o cascajo no debe ser frágil ni superar los 7 cm de tamaño y deben cumplir con la norma NTC 174 (ASTM C33).

- Agua

– El agua utilizada en la mezcla del concreto debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de cloruros, aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo. Se recomienda cumplir con la norma NTC 3459.

– El agua impotable no debe emplearse en el concreto.

- Refuerzo de hierro

– El refuerzo debe ser en hierro corrugado ya que mejora notablemente la adherencia entre el concreto y el hierro y debe cumplir con la norma NTC 2289 (ASTM A706).

– Antes de vaciar el concreto debe verificarse que el hierro se encuentra libre de óxido y grasa.

– El hierro se identifica por números y son básicamente los octavos en pulgadas a que hacen referencia, Ver Tabla 1:

Tabla 1. Identificación del hierro.

Número	Pulgadas
2	1/4”
3	3/8”
4	1/2”

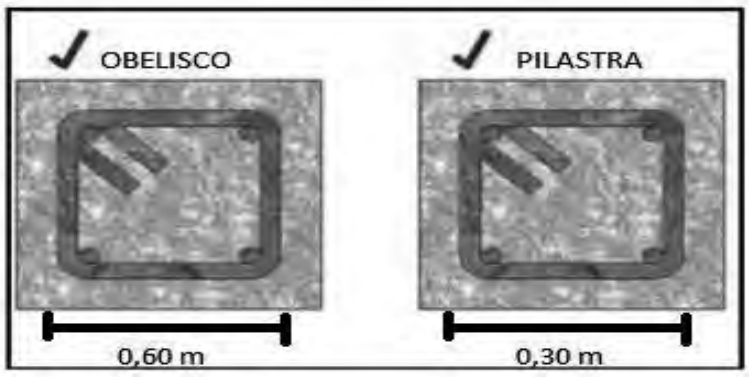


Figura 2. Dimensiones ganchos de hierro.

- Dosificación del concreto

– Se recomienda realizar una mezcla 1: 2: 3, lo que significa que cuando se va a mezclar los materiales se debe colocar una parte de cemento, 2 partes de arena y 3 partes de grava, es decir se dosifica por volumen.

Tabla 2. Coeficientes de materiales

Arena gruesa (naturalmente húmeda)	0.63
Arena mediana (naturalmente húmeda)	0.60
Arena gruesa seca	0.67
Arena fina seca	0.54
Cemento Portland	0.47
Cemento blanco	0.32
Piedra partida	0.51
Grava	0.66

Cemento	Arena lavada	Grava o Cascajo
1 parte	2 partes	3 partes

– Las partes se deben medir en el mismo molde o recipiente; (ejemplo paladas, baldes, etc., medidas en kg o en m3).

– El mezclado debe realizarse sobre una superficie limpia y plana, y sobre esta el plástico extendido; se recomienda medir las partes de arena y vaciarlas sobre la superficie; luego emplear las partes de cemento y realizar un primer mezclado hasta obtener un color uniforme, luego añadir las partes de grava o cascajo y el agua debidamente medida.

– Cuando realice la mezcla de concreto efectúe la prueba de la bola, así: forme una bola con la mezcla, si no se puede formar es porque falta agua o arena, si no es consistente la cantidad de agua fue demasiada. Figura 3.

– Deben utilizarse recipientes aforados o al menos cubos de volumen apropiado.

– La dosificación con pala es siempre inexacta independientemente del material con el que se esté trabajando (arena, grava, cemento, etc.).

Figura 3. Prueba de consistencia de la mezcla de concreto

1. PLACA DE ALUMINIO

Las placas son de forma elíptica, fabricadas en aluminio de 3 “de largo por 2” de ancho, deben tener dos aletas o extremidades de 1 ½” las cuales deben ir hincadas al cemento, Figura 4. La placa debe estar ubicada en el extremo sureste del mojón y orientada hacia el norte. La nomenclatura correspondiente es expedida por el GIT Geodesia; para su diligenciamiento dirigirse al manual de procedimientos, georreferenciación de puntos materializados (5.2.2. De la Clasificación de los puntos de Control Geodésico, Nomenclatura).

Figura 4. Placa de aluminio utilizada para la identificación de vértices geodésicos.

En el momento de hacer el marcado de la placa se recomienda utilizar un yunque como apoyo en la parte inferior de la placa.

Figura 5. Placa de aluminio para nomenclatura.

Si el proyecto requiere del diseño de un monumento específico, diferente del convencional utilizado por el IGAC, debe analizarse su forma de modo que sea óptimo para el posicionamiento satelital.

2. EXCAVACIÓN Y ARMADO DEL ENCOFRADO

Ubique la zona, utilizando cartografía existente y un navegador para determinar la posición en la cual se ubicará el vértice, el cual debe tener un horizonte despejado para recepción con equipos GNSS.

Marque los bordes en donde se realizará la excavación de manera manual empleando las formaletas en el lugar a excavar. Figura 6.

Es necesario realizar una adecuada limpieza del lugar, como el descapote del área con el fin de retirar la capa vegetal y todo rastro de materia orgánica.

Las dimensiones de la excavación dependerán del tipo de vértice que se construirá. La excavación se realiza de manera manual empleando pala y un ahoyador para extraer el material.

Para el armado del encofrado se debe de tener en cuenta el grosor de la madera (2 cm), por ejemplo, el encofrado del mojón debe tener 0,30 m (medida interna) y 0,32 (medida externa).

Figura 6. Armado del encofrado y marcación de zona de excavación.

Se arma el encofrado dependiendo de las dimensiones del tipo de vértice que se vaya a construir, empleando madera, puntillas, serrucho y/o segueta y alambre si aplica; realice el aplome de manera que garantice la verticalidad del mismo.

Tras armar la formaleta se deben de humedecer las caras internas de esta con aceite vehicular usado, asimismo se debe evitar el encharcamiento de la excavación ya que producirá una base inestable ocasionando de alguna manera problemas en la verticalidad del vértice.

Se realiza la mezcla del concreto en las proporciones indicadas y siguiendo el procedimiento explicado anteriormente en la parte del concreto; recuerde efectuar el vibrado a medida que se va vaciando el concreto.

Materialización de Puntos de Orden Cero: Para la ampliación de la red de estaciones de operación continua deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

En cuanto a la elección del sitio de instalación:

- El lugar donde se instale la antena GNSS debe ser estable (sin hundimientos, ni grietas, ni fallas geológicas, etc.) y debe facilitar la construcción de un monumento de soporte para la misma y facilitar la instalación de dos paneles solares con sus respectivos aditamentos.
- Debe haber facilidad en la instalación de un sistema de protección contra descargas eléctricas directas de la atmósfera (pararrayos + puestas a tierra).
- El receptor GNSS debe instalarse en un recinto cerrado (por ejemplo, una oficina) debe ser posible la instalación de un gabinete con protección IP65 donde se ubicarán los equipos de comunicación y energía eléctrica.
- Debe haber suministro permanente de energía eléctrica y la transmisión de datos desde la Estación al Centro de Control en la Sede Central debe darse de forma continua.
- El sitio de instalación debe ofrecer condiciones de seguridad en cuanto al acceso y preservación de los equipos, el lugar no debe verse afectado por cambios futuros en su entorno, por ejemplo; crecimiento de árboles, construcción de edificios, adiciones en tejados, mástiles para antenas, entre otros.
- Horizonte despejado (el horizonte circundante a la estación debe estar libre de obstáculos sobre un ángulo de elevación mayor a 5 grados).
- Materialización en pilastra, preferiblemente sobre un lecho rocoso o suelo de calidad media alta.
- Se debe evitar las señales de trayectos múltiples e interferencias seleccionando el ancho óptimo sobre el suelo y la altura de la antena por encima del nivel del suelo. Comprobar la presencia de trayectos múltiples e interferencias de radiofrecuencia presentes en el sitio elegido, antes de realizar la instalación del monumento.

En cuanto al monumento:

- Las antenas GNSS deben instalarse sobre un mojón de concreto o material no deformable con estructura de acero y una base embebida con rosca universal para la instalación de la antena. Ver Figura 1.
- La altura del monumento debe ser de 0,4 metros, dependiendo del sitio de instalación. Los monumentos deben ser pintados en franjas de 15 cm alternando los colores; blanco (iniciando desde la parte superior en color rojo), de modo que también puedan ser utilizados en levantamientos con instrumentos ópticos.
- Los materiales empleados en la monumentación, tales como concreto, mástiles, metálicos, tensores, soportes, pinturas y demás deberán ser resistentes a los efectos ambientales en el largo plazo y no ser propensos a la oxidación, erosión, etc.
- Se recomienda complementar la monumentación con elementos protectores contra descargas eléctricas de la atmósfera. Esto es pararrayos (preferiblemente de tipo ionizante), arrestadores (arrestors) en el cableado entre la antena y el receptor y una ubicación de la antena que garantice la seguridad dentro del cono de protección del pararrayos. *(SIRGAS: Guía para la instalación de estaciones SIRGAS-CON)*
- La materialización debe incluir la distribución del cableado necesario para la conexión entre la antena, el receptor y el punto de control.
- Se debe minimizar las cavidades de resonancia reduciendo el espacio vacío entre la parte superior del monumento y la antena.
- Se debe minimizar la cantidad de metal cerca de la antena.
- Utilizar materiales con bajos coeficientes de expansión térmica cuando se esperan altas variaciones de temperatura (por ejemplo, Invar).

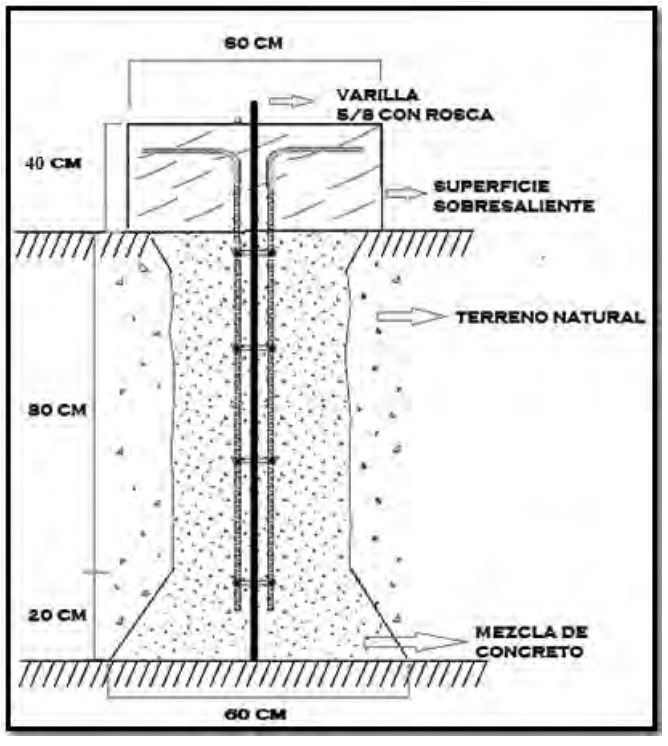


Figura 7. Materialización de puntos de control horizontal de orden cero.

Materialización de puntos de primer orden (Pilastras) y segundo orden (Obeliscos):

- **Construcción de Pilastras**

Para construir las pilastras siga los pasos descritos en el ítem 3 del presente anexo. Arme el encofrado con base en las dimensiones establecidas en la Figura 8.

Recuerde que las dimensiones señaladas en la figura no tienen en cuenta el grosor de la madera utilizada para el encofrado, el cual se estima que es de 2 cm.

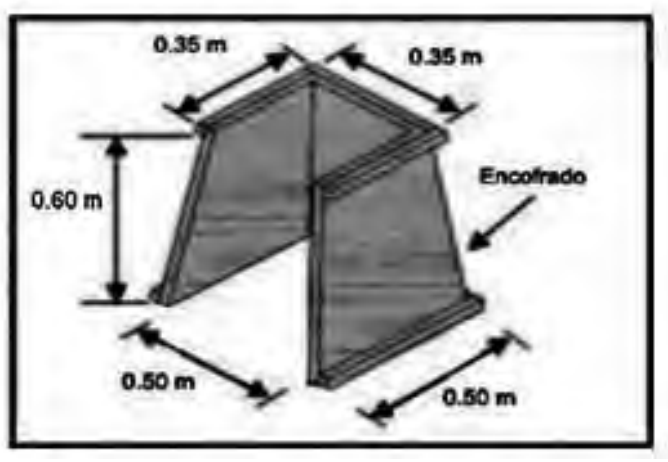


Figura 8. Dimensión del encofrado para materialización tipo Pilastra.

Revise que el acero se encuentre libre de grasa y óxido, arme la estructura de acero teniendo en cuenta las dimensiones expresadas en la Figura 12 emplee acero de refuerzo No. 2 o %" para los estribos y No. 3 para el refuerzo longitudinal y alambre negro calibre 18.

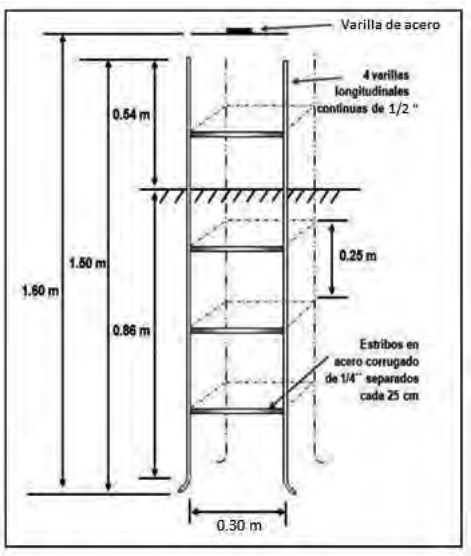


Figura 9. Estructura de hierro para la materialización de las pilastras.

Realice los amarres de los flejes en forma de 8 o pata de gallina, teniendo en cuenta que los ganchos se deben doblar como se muestra en la Figura 10.

Los estribos deben ser No 2 o ¼" y los ganchos deben quedar bien doblados como se observa en la Figura 12, tomando en cuenta los valores calculados a partir de la Tabla 2 del numeral 7.3. Insumos y el amarre con alambre (calibre 18) debe ser en forma de 8 o pata de gallina.

La distancia máxima entre estribos debe ser de 25 cm. (ver Figura 9).

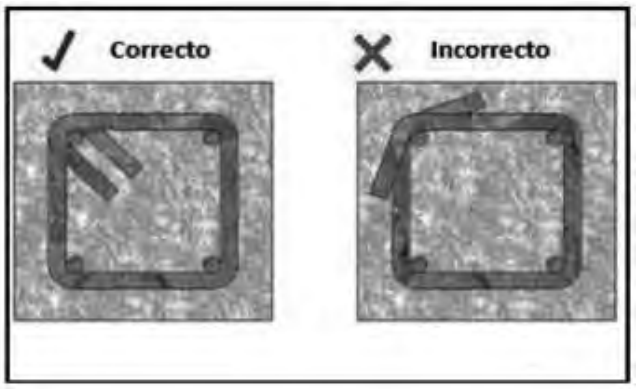


Figura 10. Forma correcta e incorrecta de doblar los ganchos.

Las cantidades aproximadas de materiales a emplear se calculan con base en la Tabla 2 del numeral 7.3 Insumos.

Realice una excavación de 1 m de profundidad por 0,50 m de ancho por 0,50 m de largo, luego debe perforar en el centro de la excavación 0,38 m; para esto inserte la varilla de acero de 2 m de largo en todo el centro de la excavación y entierre esta por medio de golpes con maseta, en caso de que el terreno sea duro se hará uso del barretón para perforarlo, al incrustar la varilla esta debe quedar 0,38 m enterrada, y al final debe sobresalir 0,02 m de la superficie del encofrado. La varilla debe sobresalir los 2 cm para todo tipo de trabajo en campo posterior.

Coloque la canasta de refuerzo dentro de la excavación, luego vierta la mezcla hasta el borde de la excavación y después coloque el encofrado asegurando que la distancia de recubrimiento de concreto sea de mínimo 2,5 cm, recuerde realizar el aplome con el objeto de garantizar la verticalidad de la pilastra. Figura 11.

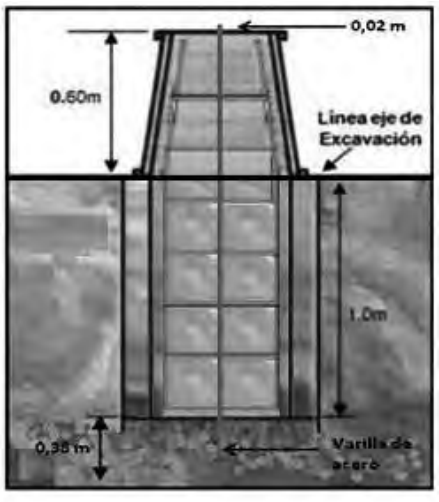


Figura 11. Dimensiones de excavación y del encofrado.

VOLUMEN DE PILASTRA

Volumen Pilastra= V3

V3= (volumen de prisma rectangular recto (V1)) + (volumen de tronco de pirámide (V2))

V1= largo X ancho X altura

V1= 0,50 m x 0,50 m x 1 m

V1= 0,25 m³

$$V2 = \left[(\text{área de la base mayor}) + (\text{área de la base menor}) + \left(\sqrt{\text{área de la base mayor}} * \sqrt{\text{área de la base menor}}\right)\right] * \frac{altura}{3}$$

V2= [(0,50m x 0,50m) + (0,35m x 0,35m) + (raíz cuadrada (0,50m x 0,50m) x raíz cuadrada (0,35m x 0,35m))] x (0,60m/3)

V2= 0,109 m³

Volumen Pilastra = V1+V2

Volumen Pilastra = 0,25 m³ + 0,109 m³

Volumen Pilastra = 0,359 m³

Humedezca las caras interiores del encofrado con aceite vehicular usado sin producir encharcamiento, luego realice el vaciado de la mezcla en las proporciones establecidas anteriormente; realice el vibrado a medida que la mezcla se vaya depositando (Figura 12).

Se empleará aditivo acelerante de fraguado de acuerdo a la norma NTC 1299 (ASTM C494).

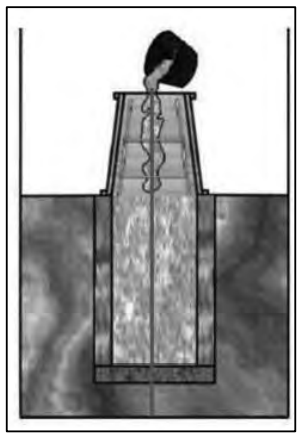


Figura 12. Vaciado del material dentro de la excavación.

Tan pronto finalice el vaciado de la mezcla de concreto, enrase la superficie del monumento y coloque la placa de aluminio de identificación del punto, en un costado de la superficie de manera nivelada y orientada al norte, figura 13.

Figura 13. Nivelación de la superficie del monumento.

Una vez finalice el fraguado del concreto, retire el encofrado y rellene los orificios con material granular, compacte empleando la llana y agua. Figura 14.

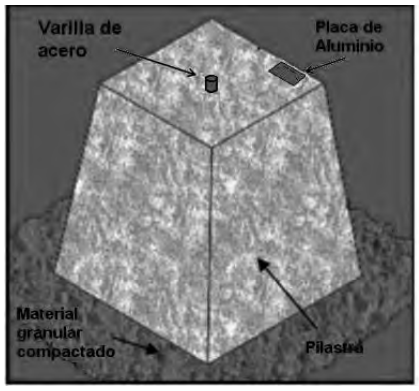


Figura 14. Material seco listo para pintar.

Por último, pinte franjas de color rojo bermellón y blanco intercaladas con una altura de 20 cm como se observa en la Figura 15.

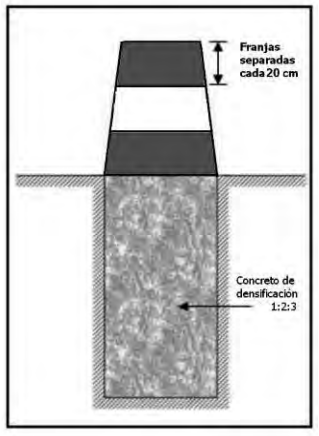


Figura 15. Pilastra con franjas rojas y blancas.

- **Construcción de Obeliscos**

Para la construcción de este tipo de materialización se siguen los pasos enunciados en el ítem 3 de excavación y armado del encofrado; teniendo en cuenta las dimensiones de la excavación del obelisco que son de 0,60 m por 0,60 m por un metro de profundidad.

Luego se realiza el armado del encofrado, el cual irá sobre el terreno y no en el área excavada; las dimensiones de este se observan en la Figura 16 y Figura 17.

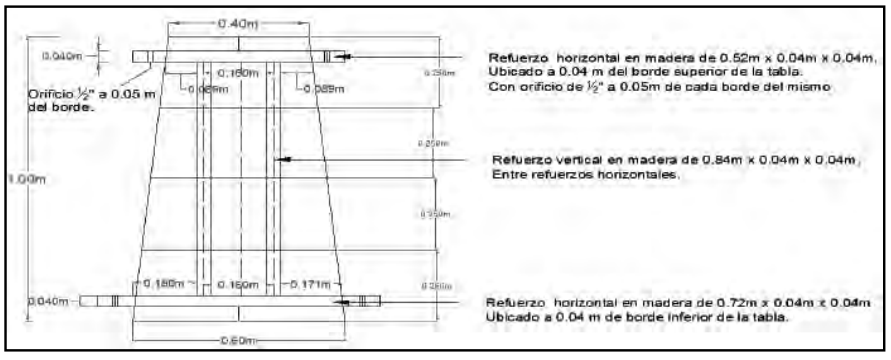


Figura 16. Cara A. encofrado obelisco (formaleta).

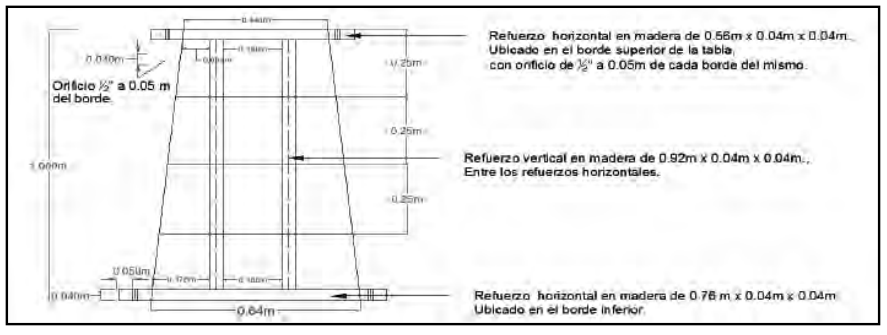


Figura 17. Cara B. encofrado obelisco (formaleta).

Una vez armado el encofrado se procede a ensamblar el hierro de media pulgada (5 m largo), el cual servirá como refuerzo para la estructura y como base para el plato de acero, se debe de revisar que el hierro usado para este se encuentre en óptimas condiciones; los amarres en este se fijarán con el alambre negro calibre 18 y hierro G60 ¼" (0,21 m), y estarán cada 50 cm de la manera mostrada en la Figura 18 y la Figura 19.

Figura 18. Armado hierro, base plato de acero (rosca hembra en el centro).

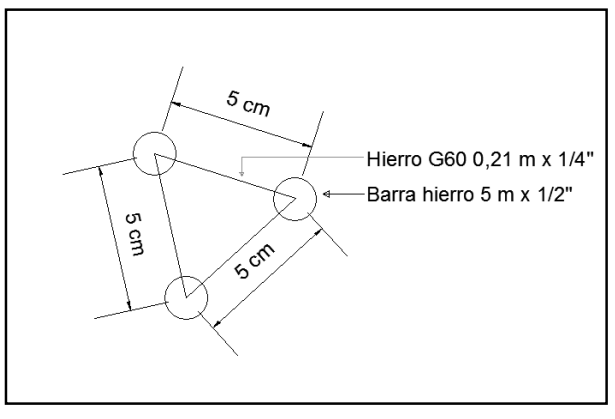


Figura 19. Varilla de refuerzo 5 m (Vista en planta).

Teniendo el encofrado y la varilla de refuerzo se procede a armar la estructura de refuerzo para el prisma rectangular recto y tronco de pirámide, haciendo uso del hierro de media pulgada para las varillas en las aristas de la estructura además las varillas transversales (flejes) en esta estarán dispuestos cada 33 cm de la forma mostrada en la figura 20; una vez teniendo la estructura armada y el encofrado –puesto sobre la excavación– se procede a colocar la varilla de refuerzo de 5 m de largo en todo el centro de la excavación.

Figura 20. Armado estructura y encofrado prisma rectangular recto y tronco de pirámide.

VOLUMEN DE OBELISCO

Volumen Obelisco= V4

V4= (volumen de prisma rectangular recto (V1)) + (volumen de tronco de pirámide (V2)) + (volumen de tronco de cilindro (V3)) + (volumen de tronco de cilindro (V4))

V1= largo X ancho X altura

V1= 0,60 m x 0,64 m x 1 m

V1= 0,384 m³

$$V2 = \left[(\text{área de la base mayor}) + (\text{área de la base menor}) + \left(\sqrt{\text{área de la base mayor}} * \sqrt{\text{área de la base menor}}\right)\right] * \frac{altura}{3}$$

V2= [(0,60 m x 0,64 m) + (0,40 m x 0,44 m) + (raíz cuadrada (0,60 m x 0,64 m) x raíz cuadrada (0,40 m x 0,44 m))] x (1 m/3)

V2= 0,273 m³

V3= π X radio² X altura

V3= 3,141 X 0,127m² X 2 m

V3= 0,101 m³

V4= π X radio² X altura

V4= 3,141 X 0,076 m² X 1 m

V4= 0,018 m³

Volumen Obelisco = V1 + V2 + V3 + V4

Volumen Obelisco = 0,384 m³ + 0,273 m³ + 0,101 m³ + 0,018 m³

Volumen Obelisco = 0,777 m³

Se debe de hincar la varilla de hierro (refuerzo central del obelisco, compuesto con 3 varillas de ½" x 5 m) en conjunto con el tubo de PVC (de 10" x 3 m); seguidamente se eleva el tubo a una altura no menor a 2 m, y se asegura con ayuda de los flejes, es decir una varilla atravesada en uno de los flejes para asegurar el tubo PVC, de la manera mostrada en la Figura 21 y la Figura 22.

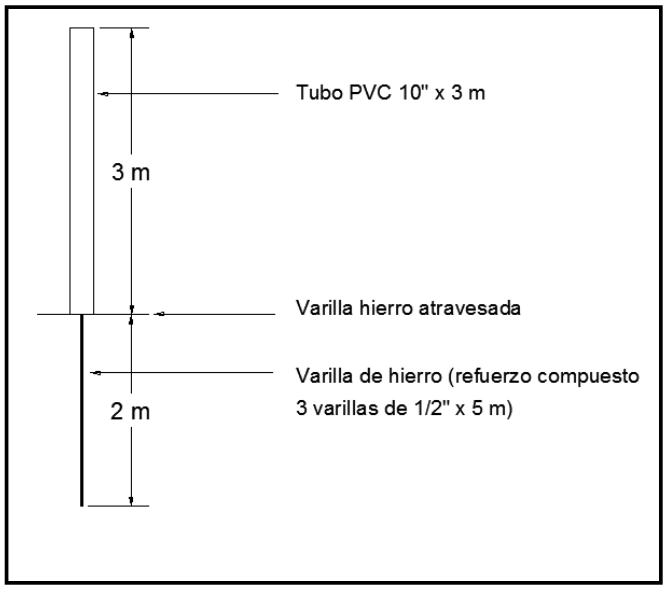


Figura 21. Vista perfil hincado varilla de hierro y tubo PVC.

Figura 22. Hincado de la varilla de hierro con tubo PVC.

Esto con el fin de que no obstaculice el vaciado del concreto en la excavación.

Una vez se tiene la estructura y el andamio armado se procede a realizar el vaciado del concreto, para esto se debe de humedecer las caras interiores del encofrado con aceite vehicular usado, luego realice el vaciado del concreto; recuerde realizar el vibrado a medida que la mezcla se vaya depositando. Se empleará aditivo acelerante de fraguado de acuerdo a la Norma NTC 1299 (ASTM C494).

Es sumamente importante recordar que el tubo PVC (3 m x 10") Sanitaria Pavco, debe de ir enterrado un metro dentro del tronco de pirámide, por lo que se debe de realizar el vertimiento de la mezcla dentro del prisma rectangular recto –llenar el área excavada hasta la superficie del terreno– para luego bajar el tubo PVC de 3 m de manera adecuada, luego se ha de realizar el vertimiento en la estructura de tronco de pirámide (entre el tubo y la formaleta), recuerde realizar el enrasamiento de este de acuerdo a las dimensiones de la formaleta; luego se vierte la mezcla dentro del tubo PVC, con respecto al vaciado de la mezcla dentro del tubo PVC de 3 m recuerde que se deben de dejar 20 cm sin la mezcla ya que luego se ha de insertar el siguiente tubo PVC de 1,2 m.

Es importante revisar que el tubo PVC de 3 m se encuentre perfectamente aplomado, revisar este por medio de nivel de obra.

Figura 23. Armado cilindro 1, tubo PVC (3 m x 10").

Como paso a seguir se procede a instalar el tubo PVC (1,2 m x 6") Sanitaria Pavco, al igual que la tubería anterior se colocara está cubriendo la varilla de refuerzo; luego se hará el vertimiento de la mezcla, primero los 20 cm (entre el tubo de 6" y 3", y luego dentro del tubo de 3") que sobrasen en el tubo de 3 m (recuerde realizar el enrasamiento de este), luego se procede a rellenar el metro restante de la tubería PVC de 1,2 m recordando que sobre esta va a ir instalado el plato de acero de 1" x 6" (rosca hembra en el centro de 5/8") por lo que es importante determinar la cantidad de mezcla adecuada para que quede a ras (recuerde verificar constantemente la verticalidad), es fundamental garantizar esto dado que se han de realizar futuros posicionamientos sobre la señal de azimut. Una vez se ha terminado de verter la mezcla, se procede a instalar el plato de acero sobre esta.

Figura 24. Armado cilindro 2, tubo PVC (1,2 m x 6").

Ilustración 25. Plato de acero de 1" x 6" (rosca hembra en el centro de 5/8").

Figura 26. Plato de acero de 1" x 6" (rosca hembra en el centro de 5/8").

Una vez se ha terminado la construcción del obelisco y la mezcla se encuentra completamente seca, se procede a aplicar la pintura, esta será pintura Pintulux rojo bermellón y blanca, se pintará el obelisco como se ve en la Ilustración 9 con franjas de 50 cm cada una. Empezando de la parte superior con color rojo para garantizar la visibilidad de esta.

Figura 27. Materialización tipo obelisco terminada.

3.4. Construcción mástil

La materialización tipo mástil –al igual que el obelisco– funciona como señal de azimut. La construcción de estos se hace en un tubo de 2 m de hierro galvanizado, anclado a los lados con barras de hierro; este debe de ser pintado en rojo bermellón y blanco con franjas de 50 cm empezando desde arriba con color rojo bermellón.

Figura 28. Materialización tipo mástil terminada.

Materialización de puntos de orden tres y cuatro

- **Construcción mojón.**

Los vértices geodésicos tipo mojones, se materializan convencionalmente con un monumento de concreto, donde se realiza una excavación de 0,30 m x 0,30 m de lado, con una profundidad de 0,80 m y a los 0,6 metros de excavación se realiza una base en forma de pata de elefante de 0,18 m de profundidad por 0,47 m de ancho como se aprecia en las figuras 29 y 30.

Una vez terminada la excavación se debe colocar la varilla de acero inoxidable la cual debe estar centrada e hincada en el piso de la excavación, mientras se deposita y rellena la excavación con la mezcla de concreto. Proceda a colocar el encofrado sobre el suelo cuyas dimensiones deben ser 0,32 cm de ancho x 0,32 cm de largo x 0,20 cm de alto, tenga en cuenta que la varilla de acero debe sobresalir 2 cm de la superficie del encofrado, luego continúe rellenando el encofrado con la mezcla hasta el borde superior, quedando a ras de este. Figura 29.

En el extremo superior de la varilla debe tener un orificio de 1/16” con 5 mm de profundidad en el centro, con el propósito de tener un centrado más preciso con los equipos de georreferenciación.

Figura 29. Vaciado del concreto.

Una vez haya finalizado el vaciado del concreto, la superficie deberá nivelarse para darle un acabado uniforme. Figura 29.

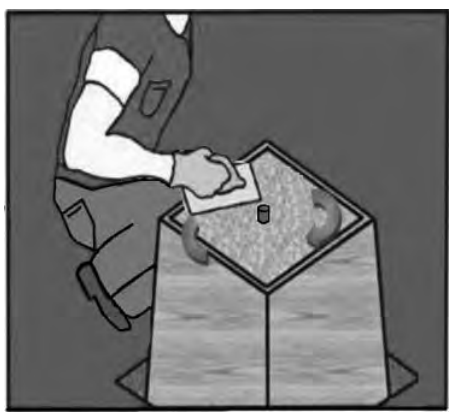


Figura 30. Acabado del concreto.

El mojón debe sobresalir 0,20 m del suelo (figura 32). Coloque en el costado inferior derecho (extremo sureste) de la parte superior la placa rectangular la cual sirve para la identificación del vértice.

Antes de ser instaladas, dichas placas deben ser marcadas con letras y números de golpe de 5 mm, según la nomenclatura asignada a cada vértice por el GIT Geodesia y el año en que se hace la materialización.

Retire el encofrado una vez haya fraguado el concreto –aproximadamente dos días–; cuando esté totalmente seco el mojón, píntelo de color rojo bermellón y blanco.

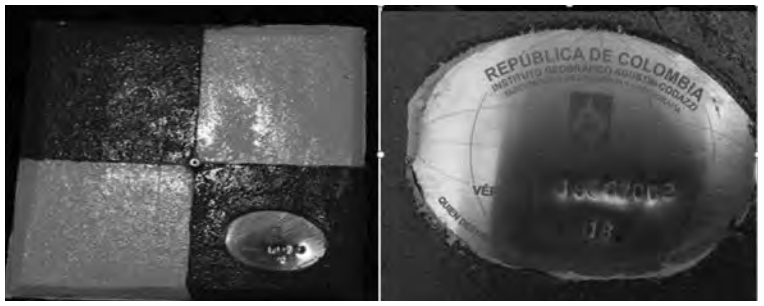


Figura 31. Materialización tipo mojón terminada.

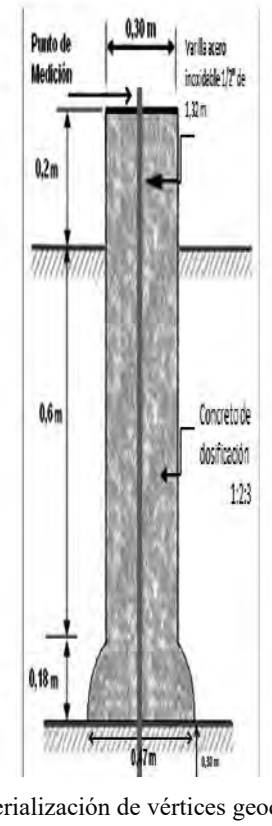


Figura 32. Materialización de vértices geodésicos tipo mojón.

Volumen de un mojón:

Volumen mojón = V3

V3 = (volumen de prisma rectangular recto (V1)) + (volumen de tronco de pirámide (V2))

V1 = largo X ancho X altura

V1 = 0,30 m x 0,30 m x 0,8 m

V1 = 0,072 m³

$$V2 = \left[(\text{área de la base mayor}) + (\text{área de la base menor}) + \left(\sqrt{\text{área de la base mayor}} * \sqrt{\text{área de la base menor}}\right)\right] * \frac{altura}{3}$$

V2 = [(0,47 m x 0,47 m) + (0,30 m x 0,30 m) + (raíz cuadrada (0,47 m x 0,47 m) x raíz cuadrada (0,30 m x 0,30 m))] x (0,18 m/3)

V2 = 0,065 m³

Volumen mojón = V1+V2

Volumen mojón = 0,072 m³ + 0,065 m³

Volumen mojón = 0,137 m³

Ejemplo de preparación de mezcla para el relleno de la excavación y el encofrado de un mojón:

Sabiendo que la relación para la mezcla de material es 1:2:3 de cemento, arena y grava respectivamente, y refiriéndonos a los coeficientes de la Tabla 3 del presente anexo donde los materiales tienen como coeficiente:

Cemento portland: 0,47

Arena gruesa: 0,63

Grava: 0,66

Y usando la relación establecida se tiene que:

1 x (0,47) + 2 x (0,63) + 3 x (0,66) = 0,47 + 1,26 + 1,98 = 3,71 unidades

Según lo establecido en el ítem relacionado con el agua del presente anexo, este debe ser aproximadamente el 9% del volumen del monumento que se construya.

Proporción de agua = 3,71 x 0,09 = 0,333

Total de unidades= 3,71+ 0,333 = 4,04 unidades

El volumen para un mojón es de 0.137 m³, de acuerdo a las dimensiones, a partir de esto se halla la cantidad de cemento, arena y grava.

Para determinar el peso de los materiales se utiliza la siguiente ecuación:

P = peso m = masa ρ = densidad	

Para facilitar la compra del cemento en el mercado, las unidades se expresan en kilogramos.

Peso del cemento.

P = incógnita m = 0,137 m³ ρ= 1 500 kg/m³	P= (0,137 m³) x (1 500 kg/m³) P=205,5 kg

Teniendo el peso en kilogramos dividimos por las unidades que se necesitan en la dosificación de cemento: 205,5 kg/4,04 unidades = 50,87 kg que en el mercado es aproximadamente un bulto de 50 kg.

Ahora hallamos la cantidad de arena en m³ teniendo que es 2 veces el volumen del mojón dividido en las unidades de la mezcla:

(2 x 0,137 m³)/4,04 und = 0,068 m³

Luego hallamos la cantidad de grava en m³ teniendo que es 3 veces el volumen del mojón dividido en las unidades de la mezcla:

(3 x 0,137 m³)/4,04 und = 0,102 m³

El agua para la mezcla debe ser por lo menos el 9% del volumen del mojón, en el caso serían necesarios 12,33 litros.

- **Construcción incrustación**

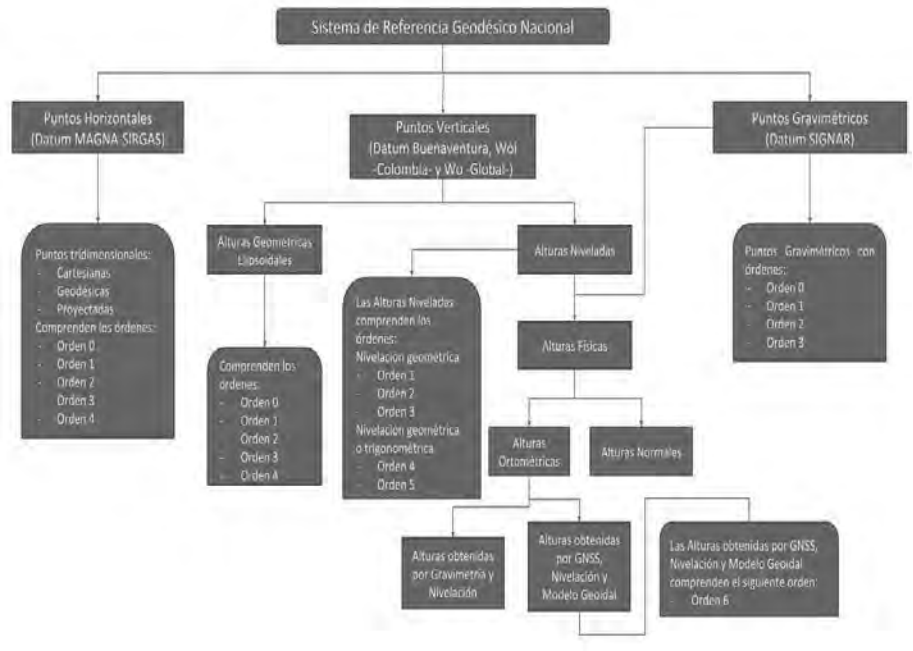
Realice las incrustaciones sobre estructuras estables o roca dura, si se realiza sobre un puente vehicular constrúyalo en los extremos de este (rampas de acceso), al inicio o al final del puente y no en una de las secciones centrales, puesto que no garantiza estabilidad para las mediciones, asegúrese de que la placa de concreto tenga un grosor mayor a 50 cm.

Para realizar la perforación del orificio, utilice el puntero o cincel (si aplica), perfore e incruste la varilla de acero de 12 cm, tenga en cuenta que esta debe sobresalir 2 cm a ras del suelo, fíjela con la mezcla.

La placa debe estar hincada en la superficie y con una separación no mayor a 50 cm de la varilla, además debe estar orientada de manera que facilite una cómoda lectura de la nomenclatura.

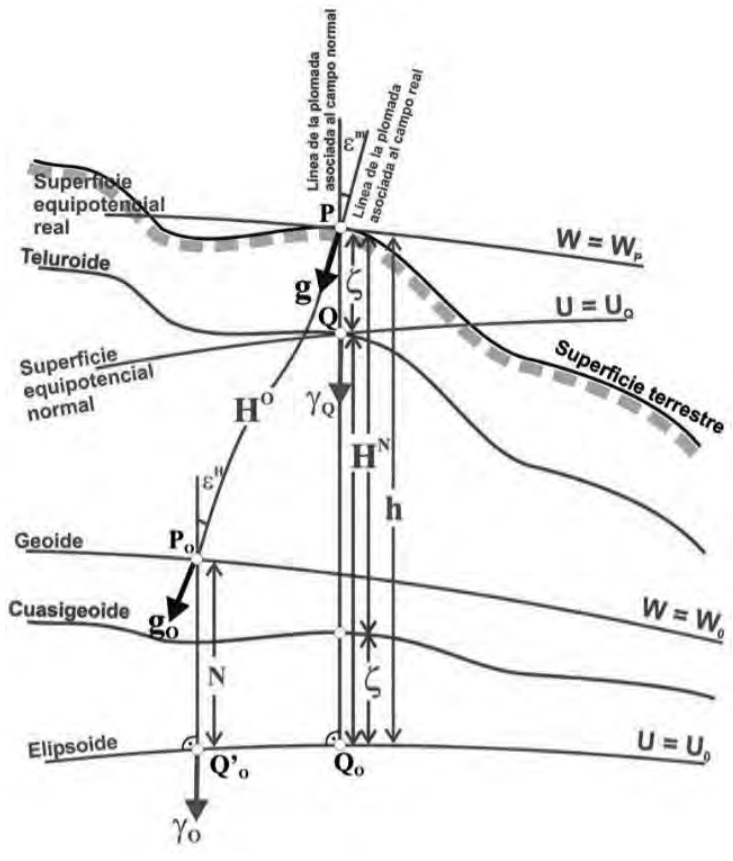
ANEXO 2

ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS



ANEXO No. 3

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS SUPERFICIES DE REFERENCIA VERTICAL



Alturas ortométricas y normales (tomado de Kuhn 2000)

Donde:

W_p: superficie equipotencial real

W_0: Punto dátum de la superficie de referencia vertical definida por el Geoide

U: superficie potencial normal

h: Altura elipsoidal

H^0: Altura ortométrica

H^N: Altura normal

ζ: Altura anómala

N: Ondulación geoidal

P: Línea de la plomada sobre la superficie terrestre

P_0: Línea de la plomada sobre el geoide

Q: Punto de encuentro entre la superficie equipotencial normal y el teluroide.

Q_0: Punto de encuentro entre la superficie equipotencial normal y el elipsoide.

g: Gravedad

g_0: Gravedad normal

Equipotencial: Superficie donde todos los puntos tienen el mismo valor de potencial.

(C. F.).

VARIOS

Autoridad Nacional de Televisión

RESOLUCIONES

RESOLUCIÓN NÚMERO 1392 DE 2018

(septiembre 28)

por la cual se revoca la Resolución número 1976 del 22 de noviembre de 2017 y se reasumen unas funciones.

La Directora de la Autoridad Nacional de Televisión, en uso de sus facultades legales y estatutarias, en especial de las conferidas por el artículo 7° de la Ley 1507 de 2012, los artículos 11, 12 y 30 (numerales 9 y 10) de la Ley 80 de 1993, el artículo 37 del Decreto número 2150 de 1995 y los artículos 9° y 10 de la Ley 489 de 1998, y

CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución número 1976 del 22 de noviembre de 2017 se delegó en el Asesor 1020-16 de la Coordinación Legal de la Autoridad Nacional de Televisión la