

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS

**SUBDIRECCION DE GESTION Y MANEJO DE AREAS PROTEGIDAS
2018**

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

1. OBJETIVO.

Presentar las directrices generales que se deben aplicar cuando se realice la verificación de equipos GPS (Global Positioning System) y GNSS (Global Navigation Satellite System) haciendo pruebas de contrastación de coordenadas en latitud y longitud. Es importante aclarar que con esta metodología se busca establecer parámetros de estabilidad en los resultados de medición de coordenadas geográficas entre mediciones sucesivas sin tener en cuenta el nivel de exactitud inicial con que se realizan las mismas.

2. ALCANCE.

Este instructivo aplica solo para verificación metrológica de los equipos GPS (Global Positioning System) y equipos GNSS (Global Navigation Satellite System) utilizados por Parques Nacionales Naturales, para mediciones de coordenadas geográficas específicas.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

3.1. TRIANGULACIÓN DESDE LOS SATÉLITES PARA LA LOCALIZACIÓN DE UN PUNTO EN LA SUPERFICIE TERRESTRE.

Aunque pueda parecer improbable, la idea general detrás del GPS es utilizar los satélites en el espacio como puntos de referencia para ubicaciones aquí en la tierra. Esto se logra mediante una muy, pero muy exacta, medición de nuestra distancia hacia tres satélites, lo que nos permite "triangular" nuestra posición en cualquier parte de la tierra. Supongamos que medimos nuestra distancia al primer satélite y resulta ser de 11.000 kilómetros. Sabiendo que estamos a 11.000 kilómetros de un satélite determinado no podemos, por lo tanto, estar en cualquier punto del universo sino que esto limita nuestra posición a la superficie de una esfera que tiene como centro dicho satélite y cuyo radio es de 11.000 kilómetros.



Figura 1. Localización de un punto en la esfera.

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

Para efecto de las gráficas, tener en cuenta el valor numérico y no la magnitud, la cual en todo momento será mencionada como kilómetros (no millas).

A continuación medimos nuestra distancia a un segundo satélite y descubrimos que estamos a 12.000 kilómetros del mismo. Esto nos dice que no estamos solamente en la primera esfera, correspondiente al primer satélite, sino también sobre otra esfera que se encuentra a 12.000 kilómetros del segundo satélite. En otras palabras, estamos en algún lugar de la circunferencia que resulta de la intersección de las dos esferas.

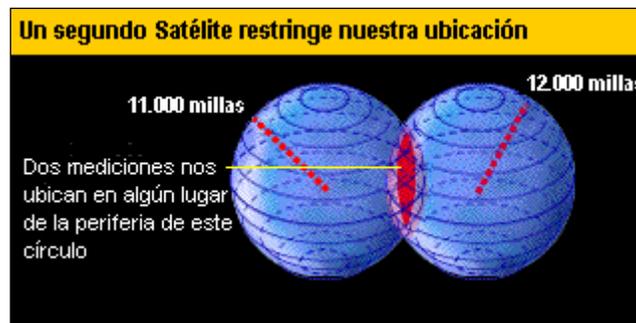


Figura 2. Localización de un punto a partir de dos satélites.

Si ahora medimos nuestra distancia a un tercer satélite y descubrimos que estamos a 13.000 kilómetros del mismo, esto limita nuestra posición aún más, a los dos puntos en los cuales la esfera de 13.000 kilómetros corta la circunferencia que resulta de la intersección de las dos primeras esferas.

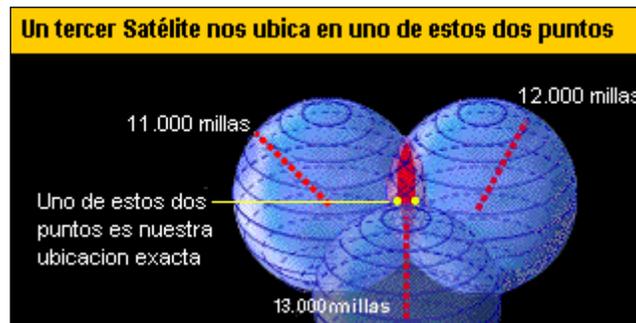


Figura 3. Localización de un punto a partir de tres satélites.

O sea, que midiendo nuestra distancia a tres satélites limitamos nuestro posicionamiento a solo dos puntos posibles. Para decidir cuál de ellos es nuestra posición verdadera, podríamos efectuar una nueva medición a un cuarto satélite. Pero normalmente uno de los dos puntos posibles resulta ser

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

muy improbable por su ubicación demasiado lejana de la superficie terrestre y puede ser descartado sin necesidad de mediciones posteriores. Sin embargo, entre más satélites puedan ser involucrados en la medición, mejor será la posición de nuestro punto sobre la superficie terrestre.

3.2. ERRORES COMUNES EN EL USO DEL SISTEMA GPS.

En el mundo real hay muchas cosas que le pueden suceder a una señal de GPS para transformarla en algo menos que matemáticamente perfecta.

Para aprovechar al máximo las ventajas del sistema un buen receptor de GPS debe tener en cuenta una amplia variedad de errores posibles los cuales se observarán a continuación.

Un ruido viaje a través de la atmósfera. Una señal de GPS pasa a través de partículas cargadas en su paso por la ionosfera y luego al pasar a través de vapor de agua en la troposfera pierde algo de velocidad, creando el mismo efecto que un error de precisión en los relojes.

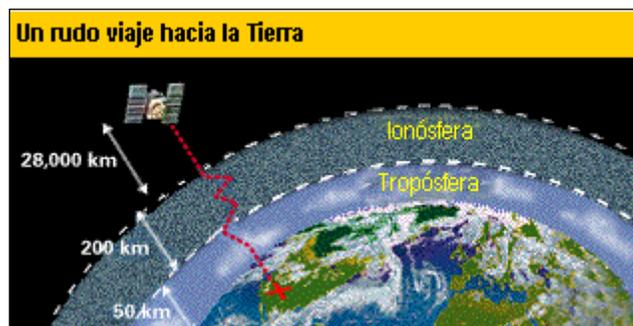


Figura 4. Factores atmosféricos de interferencia de la señal.

Hay un par de maneras de minimizar este tipo de error. Por un lado, podríamos predecir cuál sería el error tipo de un día promedio. A esto se lo llama modelación y nos puede ayudar pero, por supuesto, las condiciones atmosféricas raramente se ajustan exactamente el promedio previsto. Otra manera de manejar los errores inducidos por la atmósfera es comparar la velocidad relativa de dos señales diferentes.

Un ruido viaje sobre la tierra. Los problemas para la señal de GPS no terminan cuando llega a la tierra. La señal puede rebotar varias veces debido a obstrucciones locales antes de ser captada por nuestro receptor GPS.

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018



Figura 5. Factores terrestres de interferencia de la señal.

Este error es similar al de las señales fantasma que podemos ver en la recepción de televisión. Los buenos receptores GPS utilizan sofisticados sistemas de rechazo para minimizar este problema.

Problemas en el satélite. Aun siendo los satélites muy sofisticados no tienen en cuenta minúsculos errores en el sistema. Los relojes atómicos que utilizan son muy, pero muy, precisos, pero no son perfectos. Pueden ocurrir minúsculas discrepancias que se transforman en errores de medición del tiempo de viaje de las señales. Aunque la posición de los satélites es controlada permanentemente, tampoco pueden ser controlados a cada segundo. De esa manera pequeñas variaciones de posición o de efemérides pueden ocurrir entre los tiempos de monitoreo.

Algunos ángulos son mejores que otros. La geometría básica por sí misma puede magnificar estos errores mediante un principio denominado "Dilución Geométrica de la Precisión", o DGDP. En la realidad suele haber más satélites disponibles que los que el receptor GPS necesita para fijar una posición, de manera que el receptor toma algunos e ignora al resto. Si el receptor toma satélites que están muy juntos en el cielo, las circunferencias de intersección que definen la posición se cruzarán a ángulos con muy escasa diferencia entre sí. Esto incrementa el área gris o margen de error acerca de una posición. Si el receptor toma satélites que están ampliamente separados, las circunferencias se intersectan a ángulos prácticamente rectos y ello minimiza el margen de error.

Los buenos receptores son capaces de determinar cuáles son los satélites que dan el menor error por Dilución Geométrica de la Precisión.

Errores Intencionales. Aunque resulte difícil de creer, el mismo Gobierno de los Estados Unidos de América pudo gastar 12.000 millones de dólares para desarrollar el sistema de navegación más exacto del mundo, está degradando intencionalmente su exactitud. Dicha política se denomina "Disponibilidad Selectiva" y pretende asegurar que ninguna fuerza hostil o grupo terrorista pueda utilizar el GPS para fabricar armas certeras. Básicamente, el Departamento de Defensa introduce cierto "ruido" en los datos del reloj satelital, lo que a su vez se traduce en errores en los cálculos de

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

posición. El Departamento de Defensa también puede enviar datos orbitales ligeramente erróneos a los satélites que estos reenvían a los receptores GPS como parte de la señal que emiten.

Estos errores en su conjunto son la mayor fuente unitaria de error del sistema GPS. Los receptores de uso militar utilizan una clave encriptada para eliminar la Disponibilidad Selectiva y son, por ello, mucho más exactos.

La Disponibilidad Selectiva fue interrumpida por un decreto del presidente Clinton, con efecto desde el 2 de mayo de 2000. El Departamento de Defensa de los Estados Unidos se reserva el derecho de reimplantarla cuando lo considere conveniente a los intereses de la Seguridad de los Estados Unidos y además dispone de la tecnología necesaria para implantarla en áreas geográficas limitadas. Estas condiciones permitieron al Presidente Clinton suspenderla.

Afortunadamente todos esos errores no suman demasiado error total. Existe una forma de GPS, denominada GPS Diferencial, que reduce significativamente estos problemas.

4. VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS.

Se debe tener en cuenta que este instructivo puede ser utilizado tanto para la verificación de equipos navegadores como para receptores GPS y GNSS. Esto debido a que si bien en el momento de la adquisición de un equipo, se establecen en las especificaciones técnicas unos parámetros de precisión horizontal y vertical, la precisión de un punto capturado con cualquier dispositivo GPS o GNSS está sujeto a diversas condiciones tales como:

- Manejo del equipo por parte del operario
- Condiciones climáticas y medio ambientales
- Tipo de vegetación y densidad de la misma
- Refracción de la señal ocasionada por los elementos circundantes a la zona de trabajo
- Tipo de zona de trabajo
- Presencia de relieve
- Pendiente de la zona
- Presencia de elementos que causan interferencia tales como construcciones, torres de energía, torres de radio.

Así mismo, se aclara que en la verificación de equipos GNSS, NO es necesario hacer un rastreo del punto. Basta con manejar el equipo en modo autónomo (navegado) y tener presente la precisión horizontal y vertical del equipo en este modo de toma de la información, la cual puede ser igual a la de un equipo navegador GARMIN ($\pm 3m$ en horizontal y el doble en vertical).

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

4.1. CON QUE COMPARAR LOS DATOS DEL EQUIPO PARA LA VERIFICACIÓN.

4.1.1. OPCIÓN 1.

Se selecciona un punto geodésico materializado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, sin importar para el alcance de este documento, la exactitud del punto (es decir, la fidelidad del dato del punto sobre un rango de espacio y esto se ve reflejado en la cantidad de decimales de segundo utilizados para la verificación, tanto de las coordenadas del reporte del punto como la precisión del equipo que se va a verificar). Se debe tener en cuenta que por lo general los puntos geodésicos IGAC se encuentran con coordenadas Latitud, Longitud y Altura elipsoidal. La información de estos puntos puede ser descargada a través del **Portal de Datos Abiertos** del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Los pasos para obtener esta información son los siguientes:

- Dirijase a la página <https://www.igac.gov.co/>. Busque la opción “**Datos Abiertos**”.



Figura 6. Ubicación del ícono del portal de datos abiertos en la página web del IGAC.

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

- Una vez se despliegue la pantalla del portal de datos abiertos del IGAC, dirijase a la parte inferior de la página y seleccione la opción **“Sub Geografía y Cartografía”**.



Figura 7. Ubicación del ícono para ingreso a la Subdirección de Geografía y Cartografía.

- Una vez se despliegue la sección de datos abiertos de la Subdirección de Geografía y Cartografía del IGAC, dirijase a la parte inferior de la página y busque la sección **“Geodesia”**. En esta pantalla se encuentra una tabla. En la primera fila se encuentra la opción **“Red Geodésica Nacional”**.

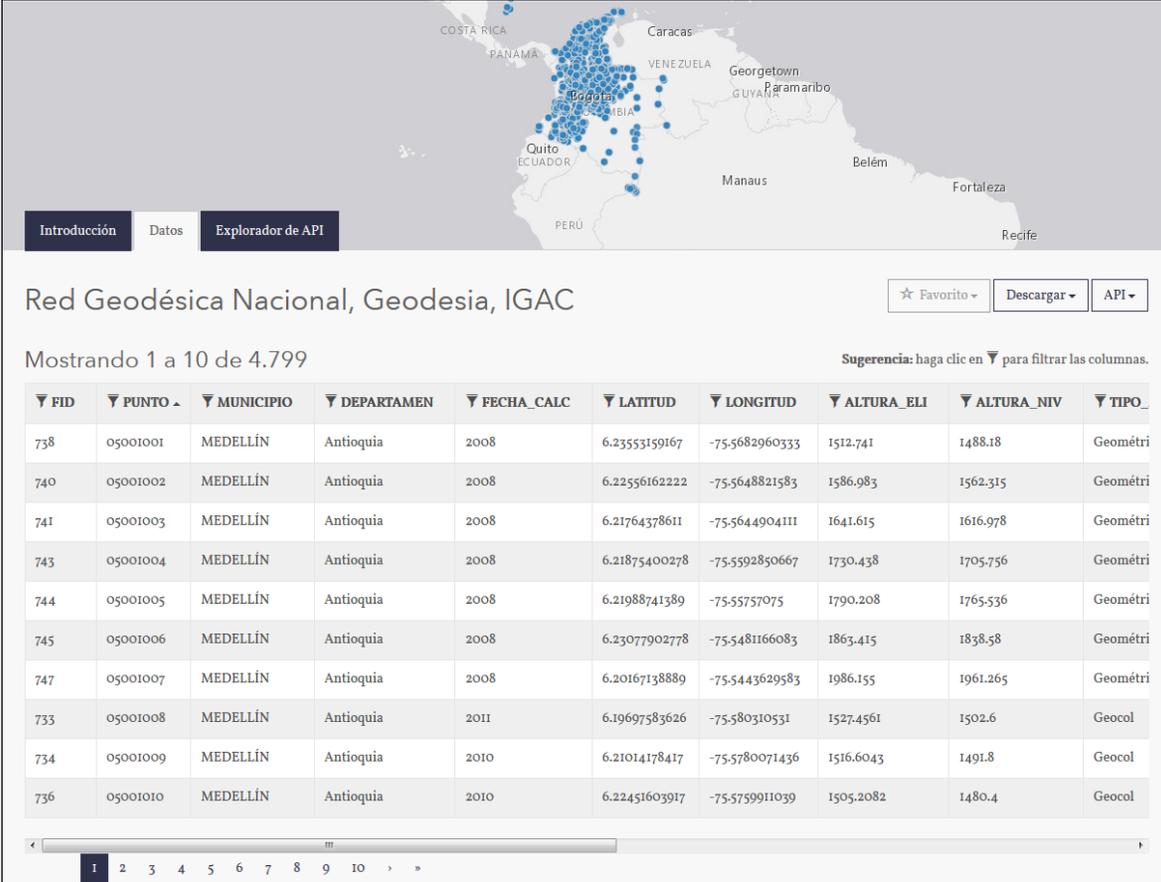
Geodésia			
Conjunto de datos	Descarga interactiva	Shapefile	Documentos
Red Geodésica Nacional			
Valores Altura Nivelada Vértices IGAC			
Valores de Gravedad Vértices IGAC			
Valores Componentes CM (V Abs-Diarios) Observatorio De Fúquene			

Figura 8. Ubicación de la información de la Red Geodésica Nacional.

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

- En la opción **“Red Geodésica Nacional”**, se destacan tres componentes en los que se puede obtener la información requerida, los cuales se describen a continuación:

Descarga Interactiva: Al hacer click en esta opción, se desplegará una sección en la cual se puede ver los datos de todos los puntos geodésicos. En esta sección se puede consultar el punto de interés (con su descripción, incluyendo coordenadas, municipio y departamento de localización) y se puede realizar la descarga de la información en formato XML, Shapefile o KML. La información en formato shape y en formato KML puede ser complementada con un mapa base (en ARCGIS para la información shape y en google earth para la información en KML)



Red Geodésica Nacional, Geodesia, IGAC

Mostrando 1 a 10 de 4.799

Sugerencia: haga clic en  para filtrar las columnas.

▼ FID	▼ PUNTO ▲	▼ MUNICIPIO	▼ DEPARTAMEN	▼ FECHA_CALC	▼ LATITUD	▼ LONGITUD	▼ ALTURA_ELI	▼ ALTURA_NIV	▼ TIPO
738	05001001	MEDELLÍN	Antioquia	2008	6.23553159167	-75.5682960333	1512.741	1488.18	Geométri
740	05001002	MEDELLÍN	Antioquia	2008	6.22556162222	-75.5648821583	1586.983	1562.315	Geométri
741	05001003	MEDELLÍN	Antioquia	2008	6.21764378611	-75.5644904111	1641.615	1616.978	Geométri
743	05001004	MEDELLÍN	Antioquia	2008	6.21875400278	-75.5592850667	1730.438	1705.756	Geométri
744	05001005	MEDELLÍN	Antioquia	2008	6.21988741389	-75.55757075	1790.208	1765.536	Geométri
745	05001006	MEDELLÍN	Antioquia	2008	6.23077902778	-75.5481166083	1863.415	1838.58	Geométri
747	05001007	MEDELLÍN	Antioquia	2008	6.20167138889	-75.5443629583	1986.155	1961.265	Geométri
733	05001008	MEDELLÍN	Antioquia	2011	6.19697383626	-75.580310531	1527.4561	1502.6	Geocol
734	05001009	MEDELLÍN	Antioquia	2010	6.21014178417	-75.5780071436	1516.6043	1491.8	Geocol
736	05001010	MEDELLÍN	Antioquia	2010	6.22451603917	-75.5759911039	1505.2082	1480.4	Geocol

Figura 9. Información online para consulta en el portal de datos abiertos.



INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS

Código: AMSPNN_IN_13

Versión: 3

Vigente desde: 12/12/2018

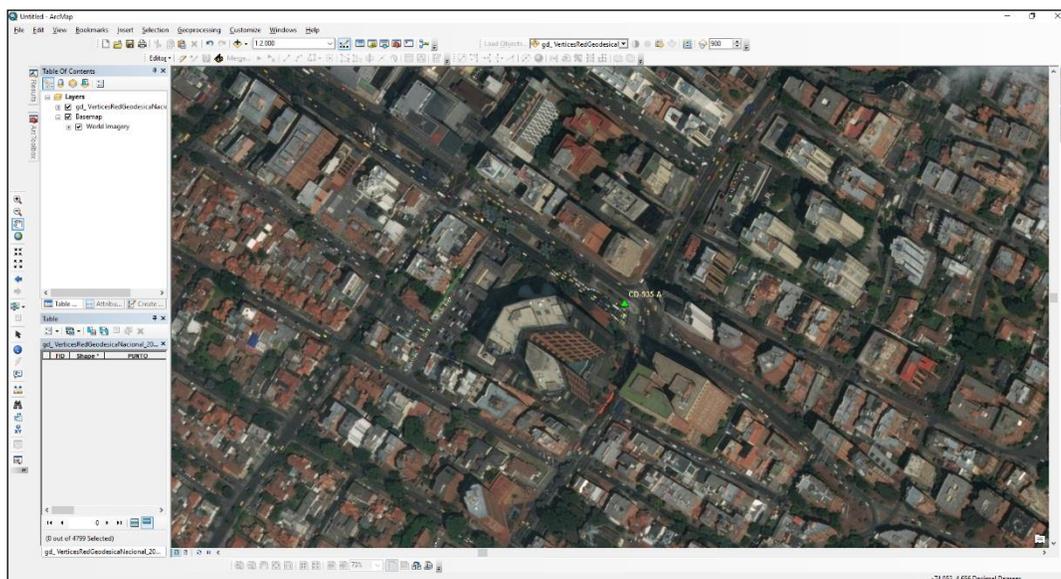


Figura 10. Información del punto CD-535-A visto desde un software GIS.

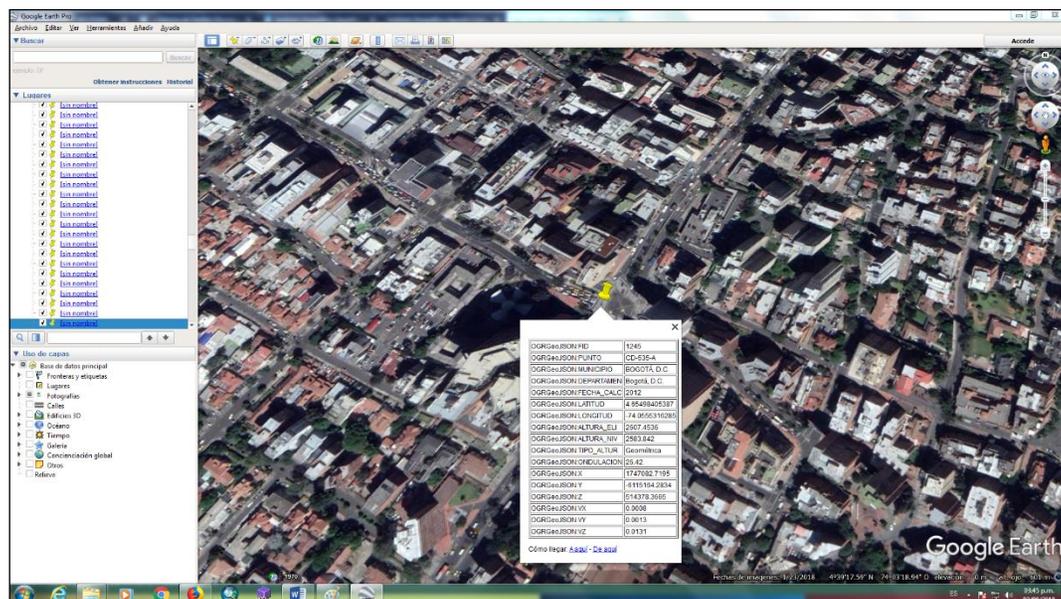


Figura 11. Información del punto CD-535-A visto desde Google Earth.

Shapefile: Con esta opción, se puede descargar la información geográfica de los puntos geodésicos para su uso en un software GIS. Dentro de la información shape se encuentra la

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

tabla de atributos que contiene las coordenadas (en grados decimales) y la localización geográfica de los puntos geodésicos. Cabe anotar que esta información se puede complementar con un mapa base para una mejor localización (Figura 10).

Documentos: Al hacer click en esta opción, se desplegará las especificaciones técnicas generales de los puntos geodésicos, tales como: *“las coordenadas se encuentran en el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS (ITRF94, época 1995.4, elipsoide GRS-80)”*.

Con esta información se puede realizar la búsqueda del punto de más fácil acceso para realizar la verificación de los dispositivos GPS y GNSS. Cabe anotar que esta información se descargó para el uso de Parques Nacionales Naturales de Colombia y tanto la información SHAPE, el archivo KML y la tabla en formato XLS se cargaron en el drive en el cual se encuentra almacenadas las hojas de vida de los dispositivos GNSS en la siguiente ruta: <https://drive.google.com/drive/folders/0B-AMnYatff50TUhhQjRoc2w3OG8?ogsrc=32>.

Hay que tener en cuenta que antes de la actualización del portal web del IGAC, se descargaba la información de los puntos geodésicos a través de otra ruta de acceso. Esta información aun es de utilidad y no debe ser descartada. Los formatos con los cuales se encontraban las coordenadas de los puntos geodésicos del IGAC son el formato de DESCRIPCIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO o el formato de PUNTOS CONSULTADOS del IGAC. Si aún se cuenta con esta información, se debe verificar que en los formatos se encuentren las coordenadas Latitud, Longitud y Altura Elipsoidal en unidades Grados, Minutos y Segundos (Dado que esta es la configuración estándar para la mayoría de dispositivos GPS y GNSS)

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018



Puntos Consultados

Las coordenadas en el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS (ITRF94, época 1995.4, elipsoide GRS-80) de los puntos consultados son:

Punto: CD-535-A

Departamento: BOGOTÁ, D.C. Municipio: BOGOTÁ, D.C.

ELIPSOIDALES

Latitud: 4° 39' 17.94258" N
 Longitud: 74° 3' 19.91387" W
 Altura Elipsoidal: 2607.454 m
 Altura(snm): 2583.842 m (GEOMÉTRICA) Cálculo realizado en el año 0

GEOCÉNTRICAS CARTESIANAS Y SUS VELOCIDADES

X= 1747082.72 M Vx= 0.001 m/año
 Y= -6115164.283 M Vy= 0.001 m/año
 Z= 514378.367 M Vz= 0.013 m/año
 Cálculo realizado en el año 2012

Figura 12: Formato de PUNTOS CONSULTADOS

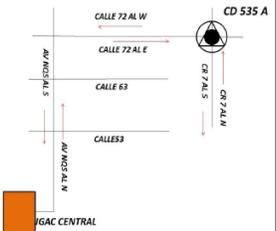
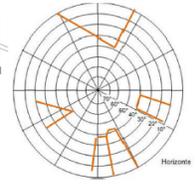
 INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI	DESCRIPCIÓN DE PUNTO GEODÉSICO		FECHA
	Nomenclatura Estandarizada: CD-535-A	Nomenclatura Placa: CD-535-A	Año-Mes-Día 2012/02/13
Departamento: BOGOTÁ, D.C.	Municipio: BOGOTÁ, D.C.	Barrio: EL NOGAL	Dirección: AVENIDA CHILE CON KR. 7
Coordenadas Navegadas MAGNA-SIRGAS Latitud (+): N 74° 3' 19.90800 Longitud (-): E 4° 39' 18.06767 Altura Elipsoidal (m): 2610.18 m		Croquis General 	
Monumentación Fecha: Tipo: Monumentado por: Estado del Punto: BUENO Ancho (m): Largo(m): Sobresale(m):		Acceso General PARTIENDO DEL IGAC SEDE CENTRAL, SENTIDO SUR-NORTE POR LA AVENIDA NOS SE AVANZA 2.5 KM HACIA EL NORTE LUEGO SE TOMA LA CALLE 72 EN SENTIDO ESTE HASTA LLEGAR A LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA CHILE CON LA CARRERA 7, DONDE SE ENCUENTRA EL CAL. DE ALLÍ SE AVANZAN 60 M EN SENTIDO ESTE HASTA LLEGAR AL PUNTO.	
Diagrama de Obstáculos 		Imagen de la Placa 	
Referencias medidas de los objetos al punto			
N	Objeto	Azmut Magnético(°)	Distancia(m)
1	POSTE CON CAMARA DE TV	300.0	1.9
2	SEMÁFORO AV. CHILE	330.0	2.75
3	TAPA ALCANTARILLA	120.0	2.77
4	CAJA CONEXIONES ETB	70.0	1.84
5	BORDE SARDINEL, SENTIDO N.	210.0	3.6
Referencias medidas de los objetos al punto		Croquis Detallado 	
Perfil 		Descripción Detallada EL PUNTO DE LOCALIZA EN EL SEPARADOR CENTRAL DE LA AVENIDA CHILE CON LA INTERSECCIÓN DE LA CARRERA 7.	
Observaciones: APTO PARA EL RASTREO CON GPS, SE RECOMIENDA ARMAR CON TRIPODE POR EL VOLUMEN DEL TRAFICO TANTO VEHICULAR COMO DE PERSONAS ASEGURANDO EL AREA CON CONOS DE SEGURIDAD.			
Describió: GIOVANNY ANZOLA HENAO			
SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS - ORGANIZACIÓN Y METODOS			

Figura 13: Formato de DESCRIPCIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

4.1.2. OPCIÓN 2.

Se materializa un mojón o un punto de referencia y se le realiza un posicionamiento o rastreo GPS y posteriormente un posproceso, con el fin de tener un punto fijo con coordenadas ajustadas. Se debe tener en cuenta que el punto de referencia debe quedar en la medida de lo posible, localizado sobre el terreno, preferiblemente en una superficie de concreto, estable, que no pueda ser movido por ningún agente externo y que no existan elementos que generen interferencia a la señal de los satélites. Se puede monumentar un pequeño mojón en concreto con una placa o una varilla en el centro o se puede ubicar un lugar sobre el cual se haga una demarcación con pintura de aceite, perfectamente visible y que no pueda ser removida.

Luego de tener nuestro punto de referencia, se procede a instalar un dispositivo GNSS con el cual se hará una captura o rastreo de información del punto. El tiempo de rastreo principalmente depende de la distancia que haya entre nuestro punto o mojón de referencia (rover) y la estación de rastreo continuo más cercana al punto (base). Para el tiempo de rastreo de un punto, se debe tener presente lo establecido en la resolución del IGAC 643 del 2018, la cual indica una fórmula de tiempo de captura de datos para equipos que manejan solo frecuencia L1 y equipos que manejan frecuencia L1 y L2.

Continúa Resolución No. 643 "Por la cual se adoptan las especificaciones técnicas de levantamiento planimétrico para las actividades de barrido predial masivo y las especificaciones técnicas del levantamiento topográfico o planimétrico para casos puntuales."

ANEXO 2

- Para distancias menores a ochenta (80) kilómetros, con equipos de doble frecuencia L1/L2 se debe aplicar la siguiente fórmula:
$$t = 65 \text{ min} + (3 \text{ min} \times (d - 10))$$

Donde:

t = Tiempo de rastreo
 d = Distancia en kilómetros
- Para posicionamientos que se efectúen con equipos de frecuencia sencilla L1, se debe duplicar el tiempo de rastreo resultantes de las anteriores fórmulas, así:
$$t = 2[65 \text{ min} + (3 \text{ min} \times (d - 10))]$$

Figura 14: Fórmula para calcular tiempos de rastreo

Sin embargo, se deben tener otras consideraciones diferentes a la distancia entre puntos, tales como la topografía y las condiciones ambientales entre base y rover.



INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS

Código: AMSPNN_IN_13

Versión: 3

Vigente desde: 12/12/2018



Figura 15: Ejemplo de posicionamiento GNSS en un punto de referencia monumentado en concreto

Con los datos recolectados del punto de referencia, se hace un procesamiento de la información en un software para tal fin y se obtiene como producto final un punto procesado y ajustado sobre el cual realizar las verificaciones de los equipos GPS y GNSS.

CONCEPTO TÉCNICO No. "RAD_S"		CONCEPTO TÉCNICO No. "RAD_S"																																																	
Vista de levantamiento <small>(C) 2012 Trimble Navigation Limited. All rights reserved. Spectra Precision is a Division of Trimble Navigation Limited. 12062018 09:25:25 p.m. www.spectraprecision.com</small> Nombre del proyecto: BASE TUCO - GORGONA Sistema de referencia espacial: WGS 84-1 Zona horaria: (UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito, Rio Branco Unidades invisibles: Metros		Puntos registrados <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Componentes</th> <th>Error</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GORGONA</td> <td>Long. -78° 12' 11.261117W</td> <td>0.159</td> <td>Ajustado</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Lat. -1° 07' 07.916470S</td> <td>0.166</td> <td>Ajustado</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Altura orto. 6.24</td> <td>0.278</td> <td>Ajustado</td> </tr> </tbody> </table>		Nombre	Componentes	Error	Estado	GORGONA	Long. -78° 12' 11.261117W	0.159	Ajustado		Lat. -1° 07' 07.916470S	0.166	Ajustado		Altura orto. 6.24	0.278	Ajustado																																
Nombre	Componentes	Error	Estado																																																
GORGONA	Long. -78° 12' 11.261117W	0.159	Ajustado																																																
	Lat. -1° 07' 07.916470S	0.166	Ajustado																																																
	Altura orto. 6.24	0.278	Ajustado																																																
Resumen del sistema de coordenadas Sistema de coordenadas Nombre: WGS 84-1 Tipo: Geográfico Nombre de la unidad: Radianes Radianes por unidad: 1 Datum vertical: GEOCC004 Unidades vertical: Metros Metros por unidad: 1 Datum Nombre: WGS 84 Número del elipsoide: WGS 84 Semieje mayor: 6378137.000 m Inversa aplastamiento: 298.257222563 DX a WGS84: 0.0000 m DY a WGS84: 0.0000 m DZ a WGS84: -0.00000000 m RX a WGS84: -0.00000000 m RY a WGS84: -0.00000000 m RZ a WGS84: -0.00000000 m sgn a WGS84: 0.000000000000		Archivos <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Hora inicio</th> <th>Horas de duración</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tuco1280.15a</td> <td>15/05/07 19:00:00</td> <td>15</td> <td>8760</td> </tr> <tr> <td>G99/GORGONA</td> <td>15/05/08 19:00:00</td> <td>15</td> <td>8760</td> </tr> <tr> <td>G99/GORGONA</td> <td>15/05/08 06:58:55</td> <td>1</td> <td>84021</td> </tr> <tr> <td>G99/GORGONA/RA3</td> <td>15/05/09 06:14:01</td> <td>1</td> <td>84024</td> </tr> <tr> <td>G99/GORGONA/RA3</td> <td>15/05/09 06:14:01</td> <td>1</td> <td>84024</td> </tr> </tbody> </table>		Nombre	Hora inicio	Horas de duración	Estado	tuco1280.15a	15/05/07 19:00:00	15	8760	G99/GORGONA	15/05/08 19:00:00	15	8760	G99/GORGONA	15/05/08 06:58:55	1	84021	G99/GORGONA/RA3	15/05/09 06:14:01	1	84024	G99/GORGONA/RA3	15/05/09 06:14:01	1	84024																								
Nombre	Hora inicio	Horas de duración	Estado																																																
tuco1280.15a	15/05/07 19:00:00	15	8760																																																
G99/GORGONA	15/05/08 19:00:00	15	8760																																																
G99/GORGONA	15/05/08 06:58:55	1	84021																																																
G99/GORGONA/RA3	15/05/09 06:14:01	1	84024																																																
G99/GORGONA/RA3	15/05/09 06:14:01	1	84024																																																
Puntos de control <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Componentes</th> <th>Error</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TUCO</td> <td>Long. -78° 44' 51.780207W</td> <td>0.000</td> <td>FIJO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Lat. -1° 48' 58.476067S</td> <td>0.000</td> <td>FIJO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Altura orto. 4.318</td> <td>0.000</td> <td>FIJO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Stereografía</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Nombre	Componentes	Error	Estado	TUCO	Long. -78° 44' 51.780207W	0.000	FIJO		Lat. -1° 48' 58.476067S	0.000	FIJO		Altura orto. 4.318	0.000	FIJO		Stereografía			Ocupaciones <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Archivo</th> <th>Empleamiento</th> <th>Hora inicio</th> <th>Horas de duración</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tuco1280.15a</td> <td>TUCO</td> <td>7 mayo 2018 19:00:00.00</td> <td>23:59:48.00</td> <td>216536</td> </tr> <tr> <td>tuco1290.15a</td> <td>TUCO</td> <td>8 mayo 2018 19:00:00.00</td> <td>23:59:48.00</td> <td>216536</td> </tr> <tr> <td>03781271.15a</td> <td>GORGONA</td> <td>8 mayo 2018 06:58:58.00</td> <td>10:07:00.00</td> <td>216536</td> </tr> <tr> <td>03781290.15*</td> <td>GORGONA</td> <td>9 mayo 2018 06:14:01.00</td> <td>09:28:00.00</td> <td>216536</td> </tr> </tbody> </table>		Archivo	Empleamiento	Hora inicio	Horas de duración	Estado	tuco1280.15a	TUCO	7 mayo 2018 19:00:00.00	23:59:48.00	216536	tuco1290.15a	TUCO	8 mayo 2018 19:00:00.00	23:59:48.00	216536	03781271.15a	GORGONA	8 mayo 2018 06:58:58.00	10:07:00.00	216536	03781290.15*	GORGONA	9 mayo 2018 06:14:01.00	09:28:00.00	216536			
Nombre	Componentes	Error	Estado																																																
TUCO	Long. -78° 44' 51.780207W	0.000	FIJO																																																
	Lat. -1° 48' 58.476067S	0.000	FIJO																																																
	Altura orto. 4.318	0.000	FIJO																																																
	Stereografía																																																		
Archivo	Empleamiento	Hora inicio	Horas de duración	Estado																																															
tuco1280.15a	TUCO	7 mayo 2018 19:00:00.00	23:59:48.00	216536																																															
tuco1290.15a	TUCO	8 mayo 2018 19:00:00.00	23:59:48.00	216536																																															
03781271.15a	GORGONA	8 mayo 2018 06:58:58.00	10:07:00.00	216536																																															
03781290.15*	GORGONA	9 mayo 2018 06:14:01.00	09:28:00.00	216536																																															
Procesos <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Modo</th> <th>Referencia</th> <th>Archivo de referencia</th> <th>Remoto/Archivo del receptor remoto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>TUCO</td> <td>tuco1280.15a</td> <td>GORGONA_03781271.15a Estático</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>TUCO</td> <td>tuco1290.15a</td> <td>GORGONA_03781290.15a Estático</td> </tr> </tbody> </table>		Modo	Referencia	Archivo de referencia	Remoto/Archivo del receptor remoto	1	TUCO	tuco1280.15a	GORGONA_03781271.15a Estático	2	TUCO	tuco1290.15a	GORGONA_03781290.15a Estático	Vectores procesados <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Identificadores de vector</th> <th>Vectores</th> <th>Estimación</th> <th>Error</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FILE</td> <td>142493.222</td> <td>0.659</td> <td>X</td> <td>61541.718</td> </tr> <tr> <td>FILE</td> <td>15/05/08 06:14:01.00</td> <td>Y</td> <td>17891.278</td> <td>0.279</td> </tr> <tr> <td>FILE</td> <td>+09:28:03.00</td> <td>Z</td> <td>127156.925</td> <td>0.279</td> </tr> <tr> <td>FILE</td> <td>TUCO - GORGONA</td> <td>142493.008</td> <td>0.659</td> <td>X</td> <td>61541.558</td> </tr> <tr> <td>FILE</td> <td>15/05/08 06:58:55.00</td> <td>Y</td> <td>17891.441</td> <td>0.280</td> </tr> <tr> <td>FILE</td> <td>+20:07:00.00</td> <td>Z</td> <td>127156.735</td> <td>0.279</td> </tr> </tbody> </table>		Identificadores de vector	Vectores	Estimación	Error	Estado	FILE	142493.222	0.659	X	61541.718	FILE	15/05/08 06:14:01.00	Y	17891.278	0.279	FILE	+09:28:03.00	Z	127156.925	0.279	FILE	TUCO - GORGONA	142493.008	0.659	X	61541.558	FILE	15/05/08 06:58:55.00	Y	17891.441	0.280	FILE	+20:07:00.00	Z	127156.735	0.279
Modo	Referencia	Archivo de referencia	Remoto/Archivo del receptor remoto																																																
1	TUCO	tuco1280.15a	GORGONA_03781271.15a Estático																																																
2	TUCO	tuco1290.15a	GORGONA_03781290.15a Estático																																																
Identificadores de vector	Vectores	Estimación	Error	Estado																																															
FILE	142493.222	0.659	X	61541.718																																															
FILE	15/05/08 06:14:01.00	Y	17891.278	0.279																																															
FILE	+09:28:03.00	Z	127156.925	0.279																																															
FILE	TUCO - GORGONA	142493.008	0.659	X	61541.558																																														
FILE	15/05/08 06:58:55.00	Y	17891.441	0.280																																															
FILE	+20:07:00.00	Z	127156.735	0.279																																															

Figura 15: Ejemplo de posproceso de un punto.

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

entidad, están sujetas a los parámetros de los mismos dispositivos utilizados, así como de las condiciones de la zona donde se utilice el dispositivo y de su frecuencia de uso. En este sentido, se recomienda realizar una verificación preliminar del equipo. De esta manera se puede determinar si hay fallas en el equipo ocasionadas por caídas, golpes o cualquier otra causa, así como chequear si al equipo se le ha cambiado la configuración o cualquier otro parámetro.

- **Verificación del equipo GPS, en periodos de tiempo máximo de 1 año. La información de la verificación del estado y funcionamiento del equipo debe ser diligenciada en el formato HOJA DE VIDA EQUIPOS DE MEDICIÓN V1.**

Este tipo de verificación es de carácter obligatorio para todos los niveles de gestión, puesto que con este reporte, se realiza el seguimiento del estado de los equipos GPS y así mismo, es el que se presenta anualmente para las auditorias de calidad de la entidad.

El periodo de tiempo de un año, se establece para dar cumplimiento al numeral 7.6 de la Norma Técnica de Calidad en la Gestión Pública NTCGP 1000 – 2009, el cual cita:

“CONTROL DE LOS EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y DE MEDICIÓN: La entidad debe determinar el seguimiento y la medición por realizar, y los equipos de seguimiento y medición necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto y/o servicio con los requisitos determinados (véase numeral 7.2.1).

La entidad debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y de que se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe:

- a) calibrarse y/o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales o nacionales; cuando no existan tales patrones, debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación; (véase el numeral 4.2.4).*
- b) ajustarse o reajustarse según sea necesario;*
- c) estar identificado para poder determinar el estado de calibración;*
- d) protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición;*
- e) protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.*

Además, la entidad debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La entidad debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto y/o servicio afectado.

Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y la verificación (véase el numeral 4.2.4).

Debe confirmarse la capacidad de los programas informáticos para satisfacer su aplicación prevista cuando

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

4.3. CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO Y SISTEMA DE REFERENCIA DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS IGAC.

Con base a lo anterior, se recomienda que para efectos de la verificación, bien sea la que realiza antes de un trabajo de campo o la verificación anual del equipo, la configuración del sistema de coordenadas de los equipos GPS y GNSS debe estar en dátum WGS84, Latitud y Longitud.

De igual manera, se recomienda que para efectos de la verificación, la configuración de la altura tomada en un punto, debe estar como altura elipsoidal. Esto debido a que algunos equipos navegadores manejan dos tipos de alturas, la altura elipsoidal y la altura barométrica. Sin embargo, la verificación de la altura elipsoidal está sujeta a su precisión en modo autónomo o navegado, el cual para la mayoría de dispositivos, está dado por ± 6 mts.

Con esta referencia, se procede a identificar las coordenadas Latitud, Longitud y la altura elipsoidal de este punto con los equipos GPS y GNSS que se deseen verificar. Esto dará un resultado que se consigna en los formatos **CAPTURA DE DATOS GPS V5** y **HOJA DE VIDA EQUIPOS DE MEDICIÓN V1**.

Sin embargo, Se debe tener en cuenta que los puntos geodésicos oficiales del IGAC y las coordenadas obtenidas a partir de la materialización de un punto de referencia, se encuentran en sistema de referencia MAGNA – SIRGAS. Esto significa que si bien existe una variación de los parámetros entre los sistemas de referencia MAGNA – SIRGAS y WGS84, dichas variaciones no son significativas a la hora de realizar la verificación de los equipos GPS y GNSS y comparar sus coordenadas con las coordenadas de los puntos de referencia, bien sea los puntos geodésicos IGAC o los puntos materializados (teniendo en cuenta que las unidades y la configuración del equipo se encuentre establecida acorde a las recomendaciones de este numeral).

4.4. CONSIDERACIONES PARA VERIFICAR LAS COORDENADAS DE UN EQUIPO GPS A PARTIR DE UN PUNTO DE REFERENCIA.

Dado que la precisión manejada por estos equipos varía de acuerdo a las condiciones del entorno donde se esté operando y a la misma precisión intrínseca del dispositivo, las coordenadas obtenidas no necesariamente deben ser las mismas a las del punto geodésico IGAC o las del punto de referencia materializado y ajustado. Por este motivo, el objeto de esta verificación es el de identificar que independiente del sistema de referencia configurado en el equipo, podamos determinar que la información obtenida, sea acorde con la información general oficial de nuestro país y así mismo, tener una coherencia de nuestra localización espacial respecto a la información obtenida en el dispositivo.

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

De acuerdo a lo anterior, también se debe tener en cuenta que realizar un número “n” de capturas sobre el mismo punto y posteriormente realizar un promedio de las mismas no determinan un valor de error o incertidumbre que maneja el equipo. Esto se debe a las condiciones del entorno mencionadas anteriormente (las cuales deterioran la señal del receptor) y a la precisión manejada por el mismo dispositivo.

CONTROL DE CAMBIOS.

FECHA DE VIGENCIA ANTERIOR VERSION ANTERIOR	VERSION ANTERIOR	MOTIVO DE LA MODIFICACION
30/06/2016	Instructivo Verificación de GPS V1	<p>Se realizan cambios en el encabezado y título del documento. Se cambia por INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS.</p> <p>De acuerdo a las observaciones emitidas por la DTPA a través del memorando 20177510010773, se realizan cambios en el numeral 4.2</p> <p>Se hace actualización de la plantilla del documento.</p>
30/01/2018	Instructivo Verificación de GPS V2	<p>Por el cambio de página web, se actualiza la ruta de descarga de puntos geodésicos del IGAC.</p> <p>Se adiciona una opción de verificación de equipos GPS y GNSS a partir de un punto materializado, rastreado y ajustado.</p> <p>Se adiciona una fórmula algebraica con la cual se puede calcular el tiempo de rastreo de un punto. Esta fórmula es extraída de la resolución 643 del 2018.</p>

	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: AMSPNN_IN_13
		Versión: 3
		Vigente desde: 12/12/2018

APROBACION		
Elaboró	Nombre	Néstor Hernán Zabala Bernal
	Cargo	Profesional Universitario, Grado 8
	Fecha	08 de noviembre del 2018
Revisó	Nombre	Néstor Hernán Zabala Bernal
	Cargo	Profesional Universitario, Grado 8
	Fecha	16 de noviembre de 2018
Aprobó	Nombre	Néstor Hernán Zabala Bernal
	Cargo	Profesional Universitario, Grado 8
	Fecha	16 de noviembre de 2018