
 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. DEFINICIONES	2
4. DESARROLLO	3
4.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	3
4.1.1 TRIANGULACIÓN DESDE LOS SATÉLITES PARA LA LOCALIZACIÓN DE UN PUNTO EN LA SUPERFICIE TERRESTRE	3
4.2. ERRORES COMUNES EN EL USO DEL SISTEMA GPS	4
5. VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	6
5.1. CON QUE COMPARAR LOS DATOS DEL EQUIPO PARA LA VERIFICACIÓN	7
5.1.1. OPCIÓN 1	7
5.1.2. OPCIÓN 2	10
5.1.3. OPCIÓN 3	12
5.2. PERIODOS DE VERIFICACIÓN	13
5.3. CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO Y SISTEMA DE REFERENCIA DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS IGAC	15
5.4. CONSIDERACIONES PARA VERIFICAR LAS COORDENADAS DE UN EQUIPO GPS A PARTIR DE UN PUNTO DE REFERENCIA	16
6. CONTROL DE CAMBIOS	16

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

1. OBJETIVO.


Presentar los parámetros de verificación 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 de Colombia, para mediciones de coordenadas geográficas específicas. Aplica para todos los procesos de Parques Nacionales Naturales de Colombia, en el Nivel Central, Territorial y Local.

3. DEFINICIONES.

Altura Elipsoidal	medida a lo largo de la normal elipsoidal, es la distancia entre la superficie del elipsoide y el punto de medición. La magnitud y dirección de este vector dependen del elipsoide empleado. En esta guía se adopta el modelo WGS84 en virtud de su amplia utilización por parte de los usuarios del sistema GPS.
Coordenadas Geográficas	sistema de referencia que permite que cada ubicación en la Tierra sea especificada por un conjunto de números, letras o símbolos, generalmente estandarizado en sistema sexagesimal (grados, minutos y segundos) o en grados decimales.
Frecuencia L1	frecuencia que transporta la información de navegación y el código SPS (standard positioning code).
Frecuencia L2	frecuencia de 1227,60 MHz (longitud de onda 24,45 cm) que solo transporta el código P y es utilizada por receptores con el servicio PPS (precision positioning code).
GNSS (Global Navigation Satellite System)	conjunto de satélites artificiales orbitando alrededor de la tierra distribuidos en diferentes planos orbitales con el fin de determinar la posición tridimensional de un receptor en la tierra.
GPS (Global Positioning System)	sistema de radionavegación de los Estados Unidos de América, basado en el espacio, que proporciona servicios fiables de posicionamiento, navegación, y cronometría gratuita e ininterrumpidamente a usuarios civiles en todo el mundo.
Latitud	distancia angular que hay desde un punto de la superficie de la Tierra hasta el paralelo del ecuador. Se mide de 0° a 90° en dirección Norte o Sur.

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

Longitud	distancia angular que hay desde un punto de la superficie de la Tierra hasta el meridiano de Greenwich. Se mide de 0° a 180° en dirección Este u Oeste.
Posicionamiento autónomo	posicionamiento que se realiza con un único receptor, sin ningún tipo de procesamiento diferencial. Es la técnica de menor grado de exactitud y se la conoce también como posicionamiento simple.
Rover	georreceptor móvil (rover) que en conjunto con un georreceptor de referencia (base) ubicado en un punto con coordenadas conocidas con una alta exactitud, es usado para los trabajos de posicionamiento diferencial.
Satélite	objeto que ha sido puesto en órbita intencionadamente. Estos objetos se llaman satélites artificiales para distinguirlos de los satélites naturales, como la Luna de la Tierra.

4. DESARROLLO

4.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

4.1.1 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 medición exacta 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 estar en cualquier punto del espacio, 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.

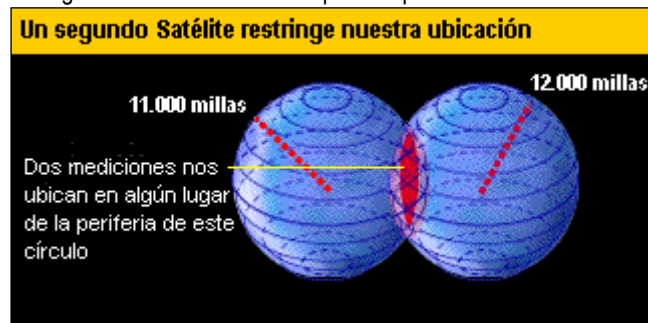


Nota: para efecto de las gráficas, tener en cuenta el valor numérico y no la magnitud, la cual en todo momento será mencionada como kilómetros (no millas).

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

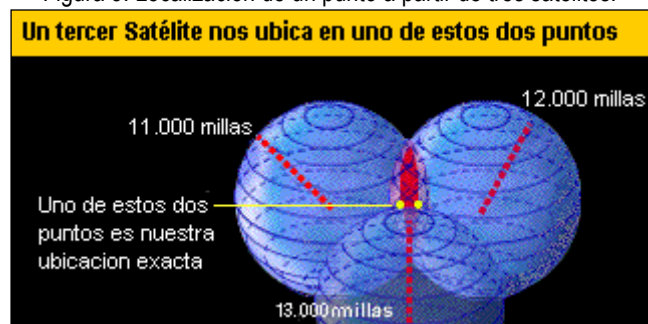
A continuación, medimos nuestra distancia a un segundo satélite y descubrimos que estamos a 12.000 kilómetros del mismo. Esto nos dice que no estamos solamente en la primera esfera, correspondiente al primer satélite, sino también sobre otra esfera que se encuentra a 12.000 kilómetros del segundo satélite. 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.



Es decir, 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 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.

4.2. 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.

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

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 rudo 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 rudo 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.

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.

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

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 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 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 interceptan 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 Gobierno de los Estados Unidos de América, si bien pudo gastar una enorme cantidad de dinero y recursos 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 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.

5. 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:

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

- 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 en condiciones óptimas de manejo).

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

5.1.1. 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:

- Diríjase a la página <https://www.igac.gov.co/>. Busque la opción "**Datos Abiertos**".


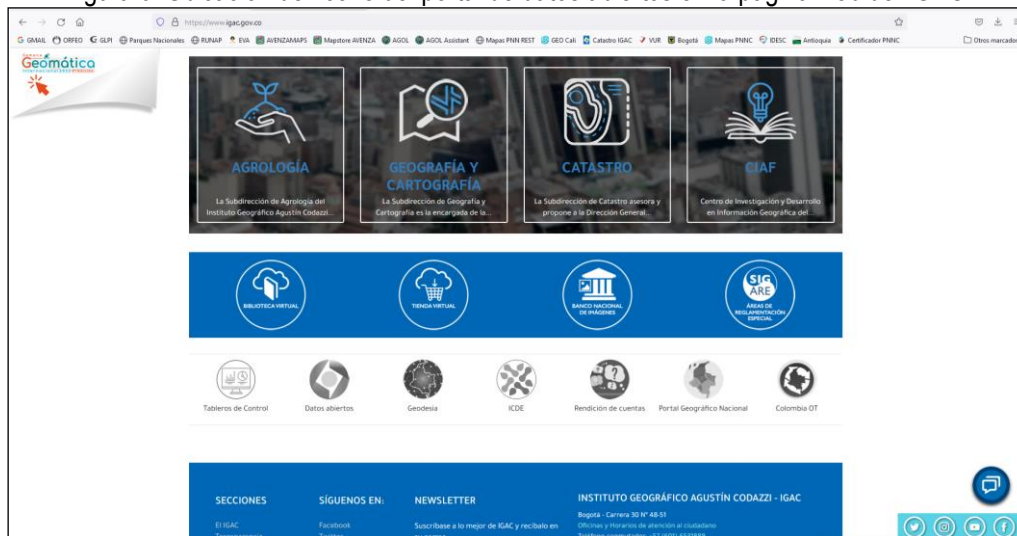
 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p>INSTRUCTIVO</p> <p>VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS</p>	<p>Código: GCIN_IN_05</p>
		<p>Versión: 4</p>
		<p>Vigente desde: 22/11/2022</p>

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



- Una vez se despliegue la pantalla del portal de datos abiertos del IGAC, diríjase a la parte izquierda de la página y seleccione la opción **“Geodesia”**.

Figura 7. Ubicación del ícono para ingreso a la sección de Geodesia.



- Luego que se despliegue la sección de datos abiertos en la sección de Geodesia, diríjase a la parte derecha de la página. En esta pantalla se encuentra una ventana interactiva llamada **“Red Geodésica Nacional”**. Dar clic en esa ventana.


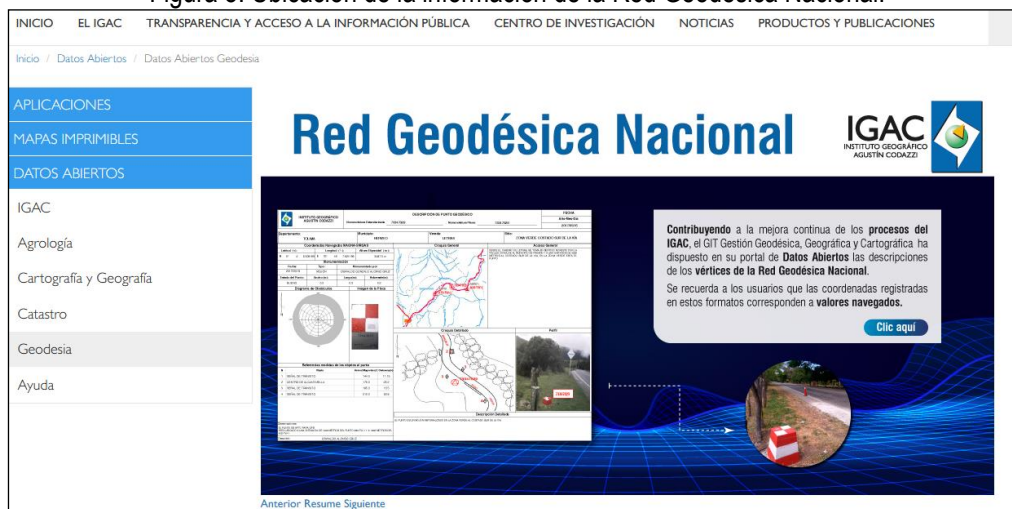
 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p>INSTRUCTIVO</p> <p>VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS</p>	<p>Código: GCIN_IN_05</p>
		<p>Versión: 4</p>
		<p>Vigente desde: 22/11/2022</p>

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




- Después que se da clic en la opción **“Red Geodésica Nacional”**, se abre una nueva ventana en Drive en la cual se pueden observar el listado de estaciones pasivas que posee el IGAC. La ruta para este drive es https://drive.google.com/drive/folders/1GdOqqCj_dJPoMGOXQNrmYtPhJq-Ldu--

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

Nombre	Propietario	Última modificación	Tamaño de archivo
E(A)-MACARENA-CD-551-1	Instituto Geografico Agustín Cod...	16 oct 2019	-
1-28-AW	Instituto Geografico Agustín Cod...	29 oct 2019	-
1-30-AW	Instituto Geografico Agustín Cod...	29 oct 2019	-
1-42-AW	Instituto Geografico Agustín Cod...	29 oct 2019	-
1-AH-4	Instituto Geografico Agustín Cod...	29 oct 2019	-
1-AR-2	Instituto Geografico Agustín Cod...	16 oct 2019	-
1-90T	Instituto Geografico Agustín Cod...	16 oct 2019	-
1-90-2	Instituto Geografico Agustín Cod...	19 jul 2019	-
1-CM-17	Instituto Geografico Agustín Cod...	16 oct 2019	-
1-MT-4	Instituto Geografico Agustín Cod...	19 jul 2019	-
1-MT-5	Instituto Geografico Agustín Cod...	16 oct 2019	-
1-NW-3	Instituto Geografico Agustín Cod...	19 jul 2019	-
1-PF-1	Instituto Geografico Agustín Cod...	29 oct 2019	-


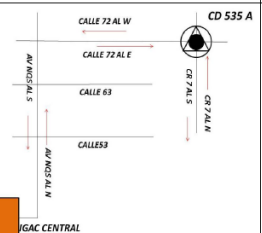
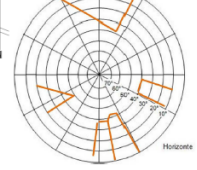

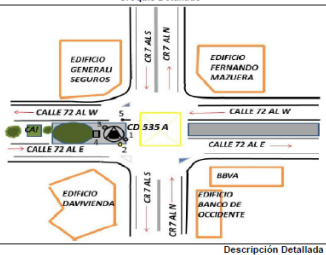

Cabe anotar que el listado de estaciones pasivas se descargó para el uso de Parques Nacionales Naturales de Colombia y tanto la información SHAPE, el archivo KML y la tabla en formato XLS se cargaron en el mismo drive en el cual se encuentra almacenadas las hojas de vida de los dispositivos GNSS. La ruta para la consulta de información es: <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

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

puntos geodésicos a través de otra ruta de acceso. Aunque la ruta ya no es la misma, la información descargada 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).


Figura 10: Formato de DESCRIPCIÓN DEL PUNTO GEODÉSICO

 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° 36' 18.06707 Altura Elipsoidal (m): 2010.18 m			Croquis General 																										
Monumentación Fecha: Tipo: INCRUSTACIÓN 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 NOE 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 ALLI SE AVANZAN 60 M EN SENTIDO ESTE HASTA LLEGAR AL PUNTO.																										
Diagrama de Obstáculos 		Imagen de la Placa 		Croquis Detallado 		Perfil 																							
Referencias medidas de los objetos al punto <table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>Objeto</th> <th>Azimut Magnético(°)</th> <th>Distancia(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>POSTE CON CAMARA DE TV</td> <td>300.0</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>SEMÁFORO AV. CHILE</td> <td>330.0</td> <td>2.75</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>TAPA ALCANTARILLA</td> <td>120.0</td> <td>2.77</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CAJA CONEXIONES ETB</td> <td>70.0</td> <td>1.84</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>BORDE SARDINEL SENTIDO N.</td> <td>210.0</td> <td>3.6</td> </tr> </tbody> </table>						N	Objeto	Azimut 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
N	Objeto	Azimut 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																										
Descripción Detallada EL PUNTO SE LOCALIZA EN EL DEPARADOR 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. Descripción: GIOVANNI ANZOLA HENAO SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS - ORGANIZACIÓN Y METODOS																													

5.1.2. OPCIÓN 2.

Se materializa un mojón o un punto de referencia y se le realiza un posicionamiento o rastreo GPS y posteriormente un postproceso, 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

 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p>INSTRUCTIVO</p> <p>VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS</p>	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

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.

Figura 11: Fórmula para calcular tiempos de rastreo

643

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:

$$t = 2[65 \text{ min} + (3 \text{ min} \times (d - 10))]$$

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.

Figura 12: 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.


 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p>INSTRUCTIVO</p> <p>VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS</p>	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

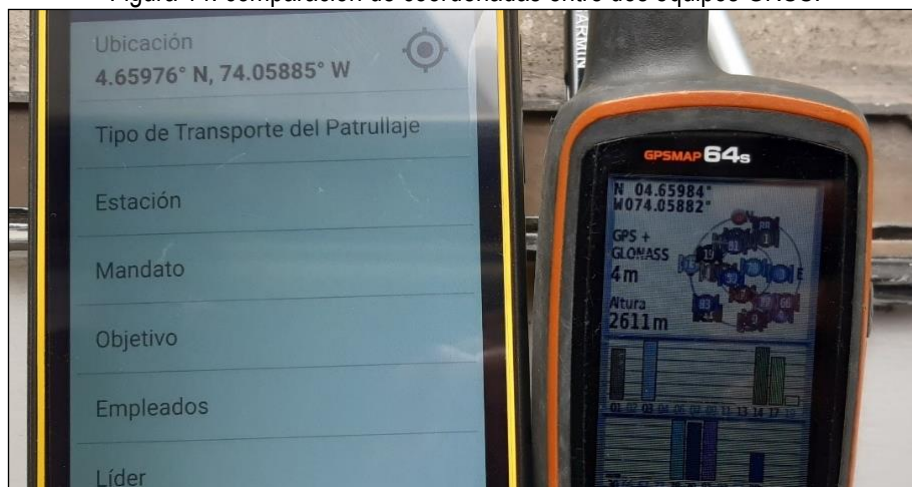
Figura 13: Ejemplo de postproceso de un punto.


<p>CONCEPTO TÉCNICO No. "RAD_5"</p> <p style="text-align: center;">Vista de levantamiento</p> <p>GNSS Solutions (C) 2012 Trimble Navigation Limited. All rights reserved. Spectra Precision is a Division of Trimble Navigation Limited 12/05/2015 01:29:26 p.m. www.spectracore.com</p> <p>Nombre del proyecto: BASE TUCO - GORGONA Sistema de referencia espacial: WGS 84-1 Zona horaria: (UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito, Rio Branco Unidades lineales: Metros</p> <p style="text-align: center;">Resumen del sistema de coordenadas</p> <p>Sistema de coordenadas</p> <p>Nombre: WGS 84-1 Tipo: Geográfico Nombre de la unidad: Radiaones Radiaones por unidad: 1 Datum vertical: GOC0004 Unidad vertical: Metros Metros por unidad: 1</p> <p>Datum</p> <p>Nombre: WGS 84 Nombre del elipsoide: WGS 84 Semieje mayor: 6378137.000 m Inversa aplastamiento: 298.257222101 DX a WGS84: 0.0000 m DY a WGS84: 0.0000 m DZ a WGS84: -0.0000000 m RX a WGS84: -0.0000000 m RY a WGS84: -0.0000000 m RZ a WGS84: -0.0000000000 m parm a WGS84: 0.000000000000</p> <p>Puntos de control: 1 Puntos de referencia: 0 Puntos registrados: 1 Puntos objetivo: 0 Puntos intermedios: 0</p> <p style="text-align: center;">Puntos de control</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Componentes</th> <th>ESR</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Error de control</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TUCO</td> <td>Long. 79° 44' 51.720207W Lat. 1° 48' 55.470697S Altura orto. 4.218 Desviación TUCO</td> <td>0.000 0.000 0.000</td> <td>FIC0</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre	Componentes	ESR	Estado	Error de control				TUCO	Long. 79° 44' 51.720207W Lat. 1° 48' 55.470697S Altura orto. 4.218 Desviación TUCO	0.000 0.000 0.000	FIC0	<p>CONCEPTO TÉCNICO No. "RAD_5"</p> <p style="text-align: center;">Puntos registrados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Componentes</th> <th>ESR</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GORGONA</td> <td>Long. 79° 50' 29.921377W Lat. 2° 01' 07.916427N Altura orto. 6.291</td> <td>0.159 0.166 0.178</td> <td>Ajustado Ajustado Ajustado</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Archivos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Fecha</th> <th>Inicio</th> <th>Fin</th> <th>Observaciones</th> <th>Temple</th> <th>PR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tucol280.18a</td> <td>15/05/07</td> <td>19:00:00</td> <td>15</td> <td>5740</td> <td>6693</td> <td>L1/L2</td> </tr> <tr> <td>009/GLOMSS</td> <td>tucol290.18a</td> <td>15/05/08</td> <td>19:00:00</td> <td>15</td> <td>5740</td> <td>6693 L1/L2</td> </tr> <tr> <td>009/GLOMSS</td> <td>03781271.18a</td> <td>15/05/08</td> <td>06:58:55</td> <td>1</td> <td>36421</td> <td>25159 L1</td> </tr> <tr> <td>009/GLOMSS/PO30</td> <td>03781290.18a</td> <td>15/05/09</td> <td>06:16:01</td> <td>1</td> <td>34054</td> <td>23606 L1</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Ocupaciones</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Archivo</th> <th>Empiezo</th> <th>Fin</th> <th>Inicio</th> <th>Fin</th> <th>Observaciones</th> <th>Temple</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TUCO</td> <td>tucol280.18a</td> <td>7 mayo 2015</td> <td>19:00:00.00</td> <td>23:59:45.00</td> <td></td> <td>23606</td> </tr> <tr> <td>TUCO</td> <td>tucol290.18a</td> <td>8 mayo 2015</td> <td>19:00:00.00</td> <td>23:59:45.00</td> <td></td> <td>23606</td> </tr> <tr> <td>TUCO</td> <td>03781271.18a</td> <td>8 mayo 2015</td> <td>06:58:55.00</td> <td>10:07:00.00</td> <td></td> <td>23606</td> </tr> <tr> <td>TUCO</td> <td>03781290.18a</td> <td>9 mayo 2015</td> <td>06:16:01.00</td> <td>09:12:03.00</td> <td></td> <td>23606</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Procesos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Modo</th> <th>Referencia</th> <th>Archivo de referencia</th> <th>Referencia</th> <th>Archivo de referencia</th> <th>Referencia</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>TUCO</td> <td>tucol280.18a</td> <td>GORGONA</td> <td>03781271.18a</td> <td>Evaluado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>TUCO</td> <td>tucol290.18a</td> <td>GORGONA</td> <td>03781290.18a</td> <td>Evaluado</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Vectores procesados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Identificador de vector</th> <th>Vector</th> <th>ESR</th> <th>Componentes</th> <th>Error</th> <th>PV</th> <th>SDOP</th> <th>Qz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TUCO</td> <td>15/05/09 06:16:01.00</td> <td>Y</td> <td>17991.277</td> <td>0.279</td> <td>14</td> <td>1.6</td> <td>Mo</td> </tr> <tr> <td>TUCO</td> <td>15/05/09 06:16:01.00</td> <td>Z</td> <td>127154.925</td> <td>0.279</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TUCO</td> <td>15/05/09 06:58:55.00</td> <td>Y</td> <td>17991.441</td> <td>0.280</td> <td>14</td> <td>1.6</td> <td>Mo</td> </tr> <tr> <td>TUCO</td> <td>15/05/09 06:58:55.00</td> <td>Z</td> <td>127154.750</td> <td>0.279</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Nombre	Componentes	ESR	Estado	GORGONA	Long. 79° 50' 29.921377W Lat. 2° 01' 07.916427N Altura orto. 6.291	0.159 0.166 0.178	Ajustado Ajustado Ajustado	Nombre	Fecha	Inicio	Fin	Observaciones	Temple	PR	tucol280.18a	15/05/07	19:00:00	15	5740	6693	L1/L2	009/GLOMSS	tucol290.18a	15/05/08	19:00:00	15	5740	6693 L1/L2	009/GLOMSS	03781271.18a	15/05/08	06:58:55	1	36421	25159 L1	009/GLOMSS/PO30	03781290.18a	15/05/09	06:16:01	1	34054	23606 L1	Archivo	Empiezo	Fin	Inicio	Fin	Observaciones	Temple	TUCO	tucol280.18a	7 mayo 2015	19:00:00.00	23:59:45.00		23606	TUCO	tucol290.18a	8 mayo 2015	19:00:00.00	23:59:45.00		23606	TUCO	03781271.18a	8 mayo 2015	06:58:55.00	10:07:00.00		23606	TUCO	03781290.18a	9 mayo 2015	06:16:01.00	09:12:03.00		23606	Modo	Referencia	Archivo de referencia	Referencia	Archivo de referencia	Referencia	Estado	1	TUCO	tucol280.18a	GORGONA	03781271.18a	Evaluado		2	TUCO	tucol290.18a	GORGONA	03781290.18a	Evaluado		Identificador de vector	Vector	ESR	Componentes	Error	PV	SDOP	Qz	TUCO	15/05/09 06:16:01.00	Y	17991.277	0.279	14	1.6	Mo	TUCO	15/05/09 06:16:01.00	Z	127154.925	0.279				TUCO	15/05/09 06:58:55.00	Y	17991.441	0.280	14	1.6	Mo	TUCO	15/05/09 06:58:55.00	Z	127154.750	0.279			
Nombre	Componentes	ESR	Estado																																																																																																																																																					
Error de control																																																																																																																																																								
TUCO	Long. 79° 44' 51.720207W Lat. 1° 48' 55.470697S Altura orto. 4.218 Desviación TUCO	0.000 0.000 0.000	FIC0																																																																																																																																																					
Nombre	Componentes	ESR	Estado																																																																																																																																																					
GORGONA	Long. 79° 50' 29.921377W Lat. 2° 01' 07.916427N Altura orto. 6.291	0.159 0.166 0.178	Ajustado Ajustado Ajustado																																																																																																																																																					
Nombre	Fecha	Inicio	Fin	Observaciones	Temple	PR																																																																																																																																																		
tucol280.18a	15/05/07	19:00:00	15	5740	6693	L1/L2																																																																																																																																																		
009/GLOMSS	tucol290.18a	15/05/08	19:00:00	15	5740	6693 L1/L2																																																																																																																																																		
009/GLOMSS	03781271.18a	15/05/08	06:58:55	1	36421	25159 L1																																																																																																																																																		
009/GLOMSS/PO30	03781290.18a	15/05/09	06:16:01	1	34054	23606 L1																																																																																																																																																		
Archivo	Empiezo	Fin	Inicio	Fin	Observaciones	Temple																																																																																																																																																		
TUCO	tucol280.18a	7 mayo 2015	19:00:00.00	23:59:45.00		23606																																																																																																																																																		
TUCO	tucol290.18a	8 mayo 2015	19:00:00.00	23:59:45.00		23606																																																																																																																																																		
TUCO	03781271.18a	8 mayo 2015	06:58:55.00	10:07:00.00		23606																																																																																																																																																		
TUCO	03781290.18a	9 mayo 2015	06:16:01.00	09:12:03.00		23606																																																																																																																																																		
Modo	Referencia	Archivo de referencia	Referencia	Archivo de referencia	Referencia	Estado																																																																																																																																																		
1	TUCO	tucol280.18a	GORGONA	03781271.18a	Evaluado																																																																																																																																																			
2	TUCO	tucol290.18a	GORGONA	03781290.18a	Evaluado																																																																																																																																																			
Identificador de vector	Vector	ESR	Componentes	Error	PV	SDOP	Qz																																																																																																																																																	
TUCO	15/05/09 06:16:01.00	Y	17991.277	0.279	14	1.6	Mo																																																																																																																																																	
TUCO	15/05/09 06:16:01.00	Z	127154.925	0.279																																																																																																																																																				
TUCO	15/05/09 06:58:55.00	Y	17991.441	0.280	14	1.6	Mo																																																																																																																																																	
TUCO	15/05/09 06:58:55.00	Z	127154.750	0.279																																																																																																																																																				

5.1.3. OPCIÓN 3.

Se toman todos los equipos que posea la dependencia o área protegida y se realiza una comparación de coordenadas obtenidas en modo navegación entre cada uno de los equipos. La variación entre coordenadas entre equipos estará sujeta a la precisión horizontal y vertical mencionada anteriormente para los datos tomados en modo autónomo (Navegación).

Figura 14: comparación de coordenadas entre dos equipos GNSS.



 <p>PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA</p>	<p>INSTRUCTIVO</p> <p>VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS</p>	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

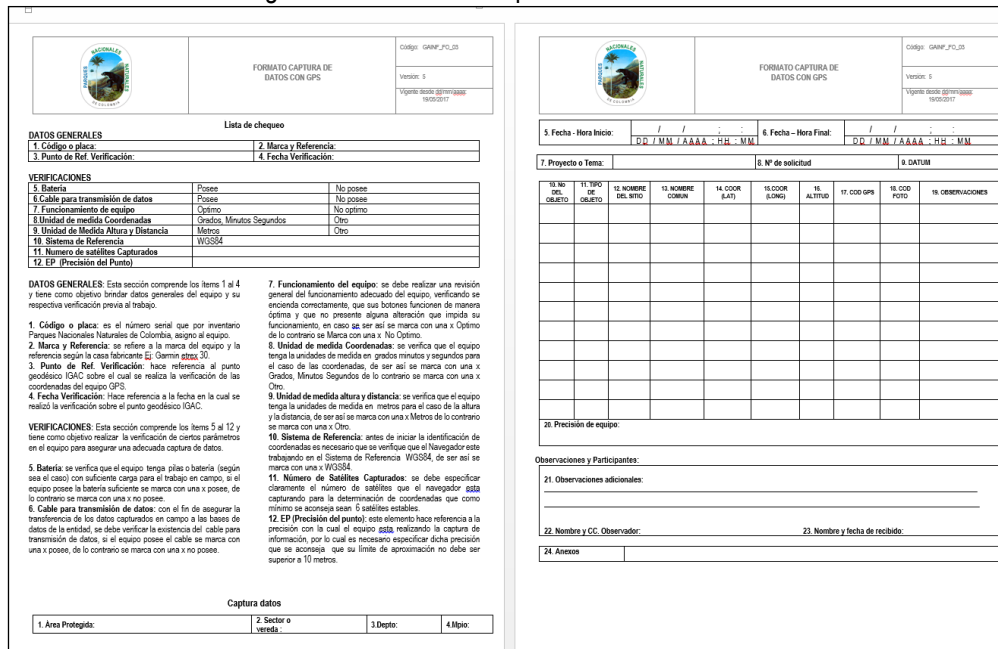
5.2. PERIODOS DE VERIFICACIÓN.

La verificación de equipos GPS y GNSS se puede realizar de dos formas:

- **Verificaciones de los equipos de forma periódica, o cada vez que se realice un trabajo de campo. La información de la verificación del estado y funcionamiento del equipo debe ser diligenciada en el formato CAPTURA DE DATOS GPS V5.**


Este tipo de verificación no es de carácter obligatorio, puesto que en muchas áreas protegidas, la verificación de equipos GPS y GNSS se hacen de manera frecuente (diario, semanal, mensual...), o cada vez que se realiza un trabajo de campo, y en otras áreas protegidas no se realiza la verificación de los equipos GPS antes de salir a campo o en periodos continuos de tiempo. Dada la dificultad de parametrizar este periodo de verificaciones para todas las áreas protegidas, se deja a voluntad de cada área protegida llenar o no la hoja denominada **CAPTURA DE DATOS GPS V5** (la cual se ubica en la intranet, Documentos del Sistema Integrado de Gestión, Gestión y Administración de la Información).

Figura 15: Formato de captura de datos GPS V5.



The image shows two views of the 'FORMATO CAPTURA DE DATOS CON GPS' form. The left view shows the 'Lista de chequeo' (checklist) section with various verification items like battery, cable, and equipment status. The right view shows the 'DATOS GENERALES' section with fields for date, time, project, and a table for recording data points with columns for date, time, coordinates, and observations.

Sin embargo, de conformidad con las funciones y servicios de Parques Nacionales Naturales de Colombia, las precisiones obtenidas en los trabajos realizados con los equipos GPS y GNSS de la 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.

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

- **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 estos se utilicen en las actividades de seguimiento y medición de los requisitos especificados. Esto debe llevarse a cabo antes de iniciar su utilización y confirmarse nuevamente cuando sea necesario”.

Hay que tener en cuenta que también se debe llenar de manera obligatoria el formato **HOJA DE VIDA EQUIPOS DE MEDICIÓN V1** (la cual se ubica en la intranet, Documentos del Sistema Integrado de Gestión, Administración y Manejo

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

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).


5.4. 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.

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.

6. CONTROL DE CAMBIOS.

FECHA DE VIGENCIA VERSIÓN ANTERIOR	VERSIÓN ANTERIOR	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN
30/01/2018	2	Por el cambio de página web, se actualiza la ruta de descarga de puntos geodésicos del IGAC. Se adiciona una opción de verificación de equipos GPS y GNSS a partir de un punto materializado, rastreado y ajustado.

 PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA	INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE EQUIPOS GPS Y GNSS	Código: GCIN_IN_05
		Versión: 4
		Vigente desde: 22/11/2022

FECHA DE VIGENCIA VERSIÓN ANTERIOR	VERSIÓN ANTERIOR	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN
		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.
12/12/2018	3	<p>Se adiciona una opción de verificación de equipos GPS y GNSS a partir de una comparación de coordenadas obtenidas por varios equipos en el mismo punto.</p> <p>Se modifica los pasos para la descarga de información de la Red Geodésica Nacional en el portal IGAC.</p> <p>Se modificó el proceso responsable del documento y por ende el código del instructivo, pasando del proceso Administración y manejo de SPNN código AMSPNN_IN_13 al proceso Gestión del Conocimiento e Innovación código GCIN_IN_05, debido a la actualización del mapa de procesos de la Entidad.</p> <p>Se modificó el instructivo de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Instructivo Elaboración, Actualización y Derogación de Documentos del Sistema de Gestión Integrado – SGI DE_IN_08.</p>

CRÉDITOS		
Elaboró	Nombre	Néstor Hernán Zabala Bernal
	Cargo	Profesional Universitario, Código 2044 Grado 8
	Fecha	31/05/2021
Revisó	Nombre	Luz Mila Sotelo Delgadillo
	Cargo	Coordinadora Grupo de Gestión del Conocimiento y la Innovación
	Fecha:	12/06/2021
Aprobó	Nombre	Luz Mila Sotelo Delgadillo
	Cargo	Coordinadora Grupo de Gestión del Conocimiento y la Innovación
	Fecha:	10/11/2021