



ALCALDÍA DE  
SANTIAGO DE CALI  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO  
DE PLANEACIÓN



## **DISTRITO ESPECIAL, DEPORTIVO, CULTURAL, TURÍSTICO, EMPRESARIAL Y DE SERVICIOS DE SANTIAGO DE CALI**

**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN**

**DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FÍSICO DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO DE  
SANTIAGO DE CALI.**

**SANTIAGO DE CALI  
MARZO DE 2023**

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN.....	4
1. ANTECEDENTES .....	5
1.1. CUBRIMIENTO HORIZONTAL INICIAL DE LA RED.....	7
1.2. CUBRIMIENTO VERTICAL INICIAL DE LA RED .....	9
2. METODOLOGÍA.....	10
2.1. SALIDAS DE VERIFICACIÓN EN CAMPO .....	10
2.2 PROCESAMIENTO DE DATOS COLECTADOS.....	13
2.3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	13
3. RESULTADOS .....	14
3.1 DISPONIBILIDAD Y ESTADO FÍSICO ACTUAL DE LOS VÉRTICES DE LA RCG .....	14
3.1.1. Deterioro de la pintura y de las placas de identificación.....	16
3.1.2. Desprendimiento del concreto a causa de golpes. ....	17
3.1.3. Aparición de obstáculos. ....	18
3.1.4. Pérdida de visual entre pares de vértices.....	20
4. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO	21
4.1. OBSTÁCULOS EN LA RED HORIZONTAL.....	21
4.2. CUBRIMIENTO DE LA RED DE NIVELACIÓN .....	23
4.3. CAMBIO EN EL MARCO Y ÉPOCAS DE REFERENCIA OFICIAL EN COLOMBIA .....	24
CONCLUSIONES.....	26
ANEXOS.....	27
ANEXO 1. LISTADO DE VÉRTICES DESTRUIDOS.....	27
ANEXO 2. LISTADO DE VÉRTICES EN ESTADO REGULAR .....	28
ANEXO 3. LISTADO DE VÉRTICES CON OBSTÁCULOS ALREDEDOR.....	29
ANEXO 3. LISTADO DE VÉRTICES CON PÉRDIDA DE VISUAL.....	31
ANEXO 4. FICHAS DESCRIPTIVAS INVENTARIO FÍSICO .....	32

## LISTADO DE FIGURAS Y GRÁFICOS

	Página
Figura 1. Distribución General de la Red de Control Geodésico (2014).....	5
Figura 2. Área de Cubrimiento horizontal de la RCG (2014). ....	8
Figura 3. Área de cubrimiento Vertical de la RCG (2014). ....	9
Figura 4. Diagrama de trabajo. ....	10
Figura 5. Formato de verificación de estado de los vértices geodésicos.....	11
Figura 6. Esquema de la metodología GNSS NTRIP. ....	12
Figura 7. Distribución de la disponibilidad de elementos de la RCG. ....	15
Figura 8. Área de Cubrimiento horizontal de la RCG (2023). ....	22
Figura 9. Área de cubrimiento vertical de la RCG (2023). ....	23
Gráfico 1. Disponibilidad actual de los elementos de la RCG.....	14
Gráfico 2. Disponibilidad actual de los vértices de la RCG, por tipo de elemento. ....	16

## INTRODUCCIÓN

El Departamento Administrativo de Planeación en conjunto con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, construyeron la Red de Control Geodésico de Santiago de Cali, la cual permitió la adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia - MAGNA SIRGAS, mediante el decreto 411.0.20.0728 del 29 de septiembre de 2015, logrando de esta manera, disponer de un marco de referencia oficial que permitió asociar los levantamientos de información geográfica a los sistemas de coordenadas actuales que se utilizan en el país.

El marco de referencia es la materialización física de vértices, regularmente construidos en concreto (y conocidos como mojones), que se distribuyen uniformemente sobre el territorio y se les determina sus coordenadas con técnicas de alta precisión, las cuales están integradas al marco geodésico nacional. Su utilidad se fundamenta en que son el punto de partida para la realización de obras urbanísticas y de ingeniería, generación de cartografía, imágenes y ortomosaicos aéreos, monitoreo de fenómenos morfodinámicos, entre otros.

No obstante, al estar construidos generalmente en espacio público y a la intemperie, estos son susceptibles a situaciones que alteran su integridad, tales como: destrucción por vandalismo o por desarrollo de obras viales o urbanísticas; deterioro en su pintura y placa de identificación; obstrucción de horizonte para el rastreo de datos GNSS (Sistema de Navegación Global por Satélite, por sus siglas en inglés); pérdida de la visual entre vértices, a causa del crecimiento de cobertura vegetal alrededor o aparición de construcciones; como situaciones principales.

Adicional a lo descrito anteriormente, otro componente que se altera con el paso del tiempo, son las coordenadas de los vértices, debido a la dinámica de las placas tectónicas, y los sismos de magnitudes considerable que pueden ocurrir durante el periodo de establecimiento de la Red.

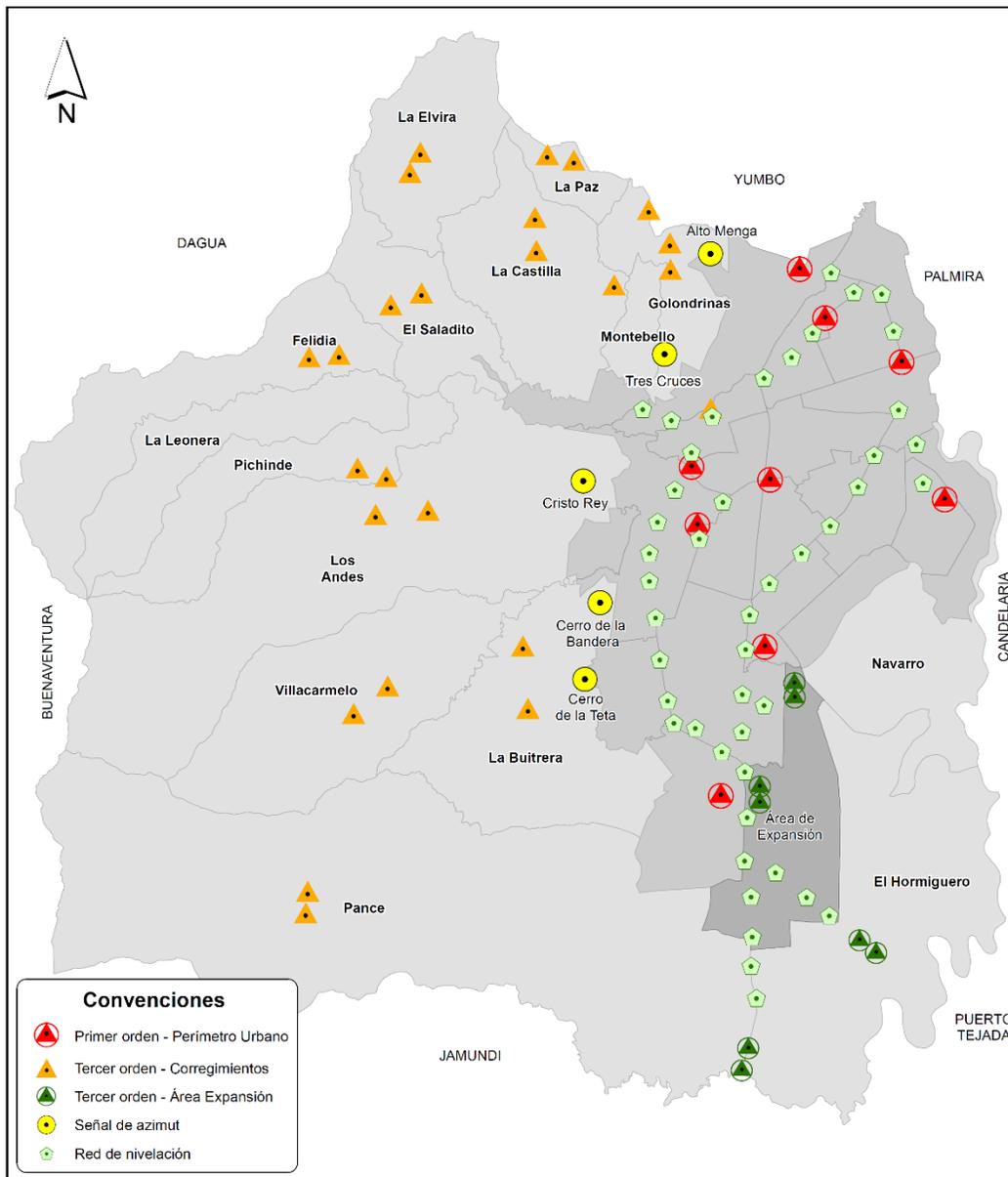
Por consiguiente, una red de control geodésico requiere que periódicamente se realice el mantenimiento de su estructura física y de sus coordenadas, de manera que se pueda contar con un marco de referencia geodésico, actualizado y confiable, que garantice los procesos de captura de información geográfica, como se mencionó previamente.

En ese orden de ideas, el presente documento contiene el diagnóstico del estado físico de los vértices que componen la Red de Control Geodésico de Santiago de Cali, como insumo para determinar las acciones de mantenimiento y ampliación de la misma.

# 1. ANTECEDENTES

La Red de Control Geodésico de Santiago de Cali (RCG) fue materializada en noviembre de 2014, con un total de 94 vértices, distribuidos y categorizados como se observa en la figura y tabla uno, respectivamente.

**Figura 1.** Distribución General de la Red de Control Geodésico (2014).



**Fuente:** Elaboración propia, 2015.

**Tabla 1.** Cantidad de vértices de la red.

Tipo de Vértice	Cantidad	Registro fotográfico
Pilastra de primer orden	9	
Mojón de tercer orden	33	
Vértice de nivelación	47	
Señal de azimut	5	
<b>Total</b>	<b>94</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Dentro de los aspectos técnicos a tener en cuenta, las coordenadas de los vértices de la Red fueron vinculadas al Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF, por sus siglas en inglés) en la versión 2008 (ITRF2008) y asociadas a la época 1995.4. Lo anterior, corresponde con una marca temporal, que permite unificar las coordenadas de que se estimen para cualquier proyecto, a un mismo marco de referencia y momento en

el tiempo, de manera que se facilite la integración de la información y no se presenten discrepancias posicionales, a causa de coordenadas estimadas en períodos distintos.

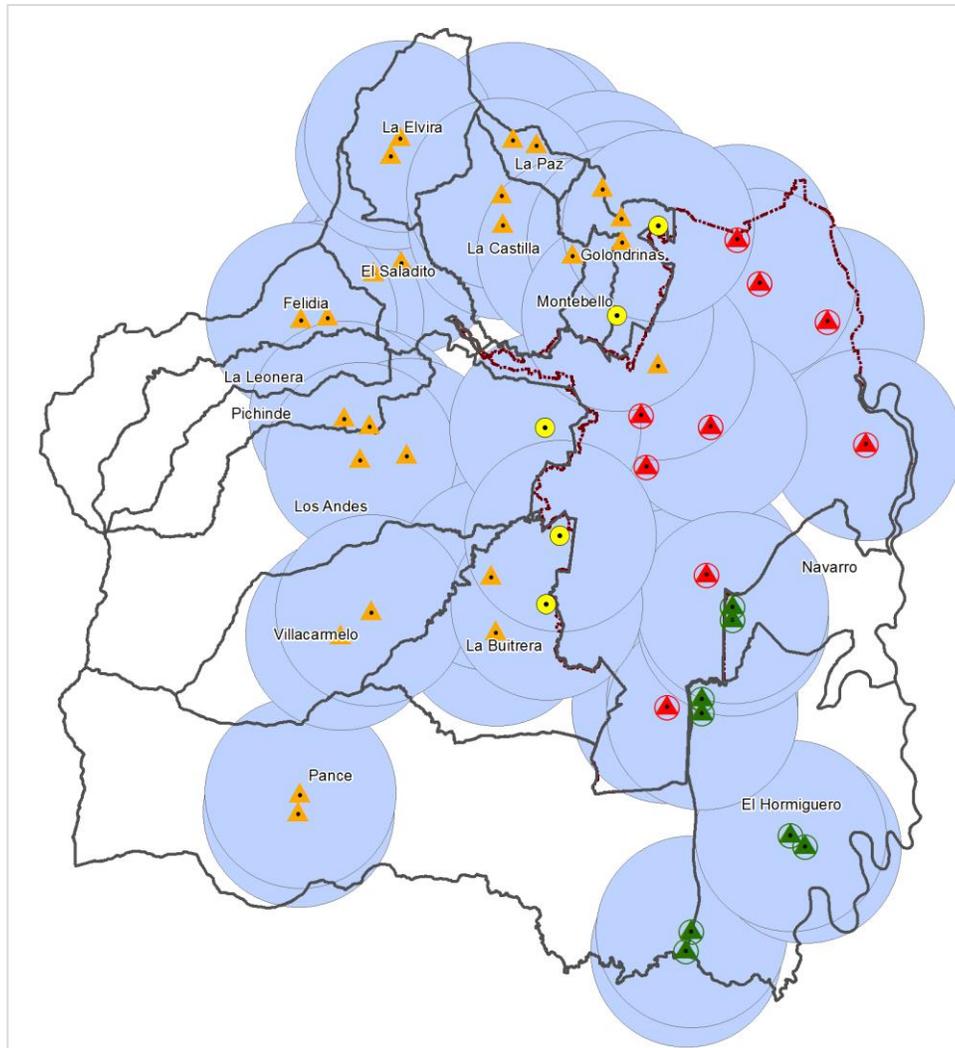
Desde que fue determinada la Red de Control Geodésico han pasado nueve años hasta el momento (2023), y en ese lapso de tiempo los referentes geodésicos han sufrido diversas afectaciones a su componente físico, principalmente por la destrucción causada por el vandalismo o por el desarrollo de obras viales o urbanísticas; así como también, con un menor impacto, por el deterioro en su pintura y placa de identificación; la obstrucción de horizonte para el rastreo de datos GNSS y la pérdida de la visual entre vértices a causa del crecimiento de cobertura vegetal a su alrededor.

Por otro lado, según lo establecido en el artículo octavo del [Decreto 411.0.20.0728 del 29 de septiembre de 2015](#), Santiago de Cali debería efectuar el monitoreo y mantenimiento del marco de referencia, realizando una reocupación periódica para la obtención de nuevas coordenadas para las estaciones geodésicas en un periodo que no debería ser superior a dos años, lo que no ha sido posible cumplir hasta la fecha.

### **1.1. CUBRIMIENTO HORIZONTAL INICIAL DE LA RED**

Uno de los criterios que se tuvieron en cuenta durante la fase de diseño de la Red de Control Geodésico, es que hubiese un vértice aproximadamente cada tres kilómetros con el fin de lograr un cubrimiento casi total del territorio a nivel horizontal, y facilitar que la realización de poligonales topográficas mediante el uso de equipos electro-ópticos, se realice bajo los estándares técnicos existente, esto puede ser apreciado en la (figura 2).

**Figura 2.** Área de Cubrimiento horizontal de la RCG (2014).



**Fuente:** Elaboración propia, 2023.

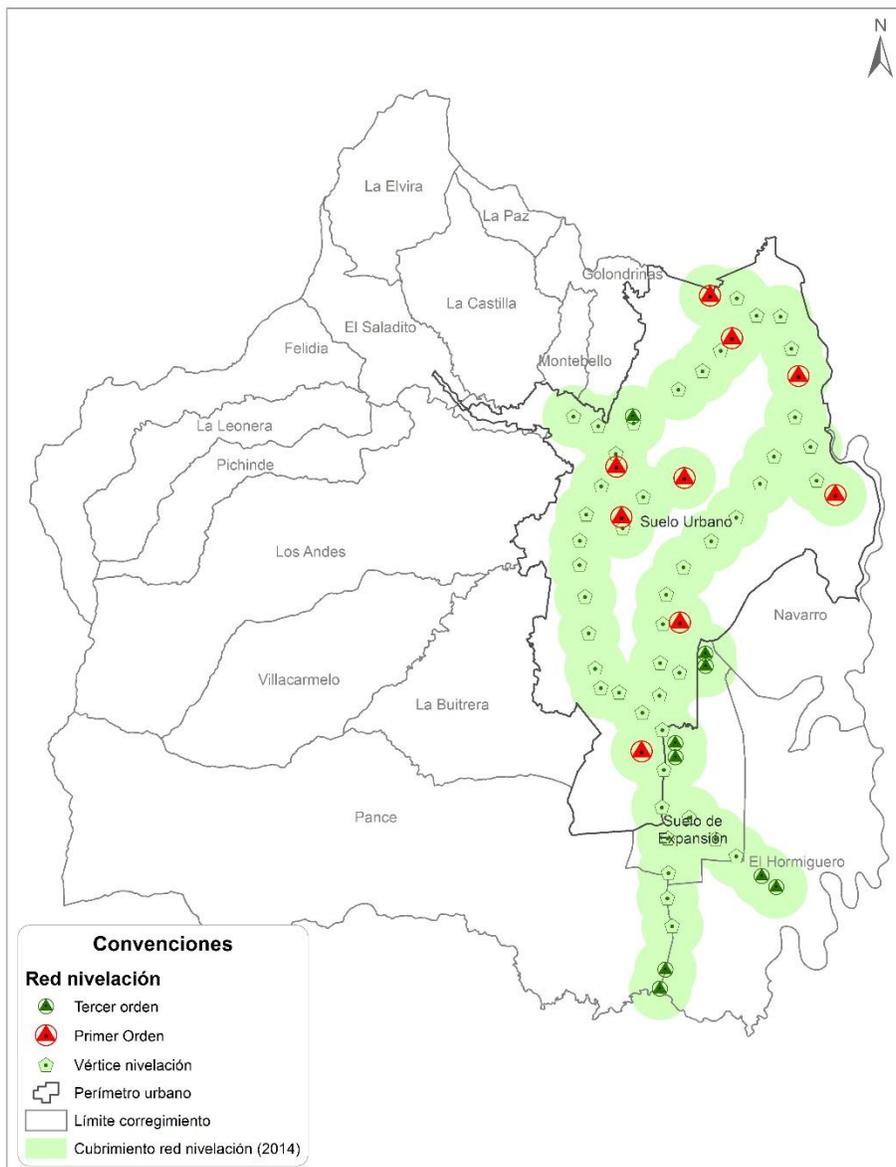
Como se puede apreciar en la figura antepuesta, el cubrimiento logrado por la RCG permite satisfacer las necesidades de vértices geodésicos horizontales para casi todo el territorio distrital, donde las áreas sin cubrimiento, corresponde con zonas donde al momento de materialización, no se evidenciaba un desarrollo urbano marcado, por lo que no era necesario densificar vértices en dicho momento.

En adición a lo anterior, para la determinación de nuevos puntos mediante el uso de tecnología GNSS, la RCG no tiene ninguna limitación, pues desde un vértice se pueden hacer rastreos desde cualquier vértice hasta una línea base de 10 km cuando se usan equipos mono-frecuencia, y de 10 hasta 50 km cuando se emplean equipos doble-frecuencia.

## 1.2. CUBRIMIENTO VERTICAL INICIAL DE LA RED

El requisito inicial para la materialización de vértices verticales o de altura, se estableció en 1 kilómetro, esto con el fin de garantizar que las redes de nivelación que se establecieran a partir de esta red, estuvieran dentro de las especificaciones de calidad que establece el IGAC (figura 3).

**Figura 3.** Área de cubrimiento Vertical de la RCG (2014).



Fuente: Elaboración propia, 2023.

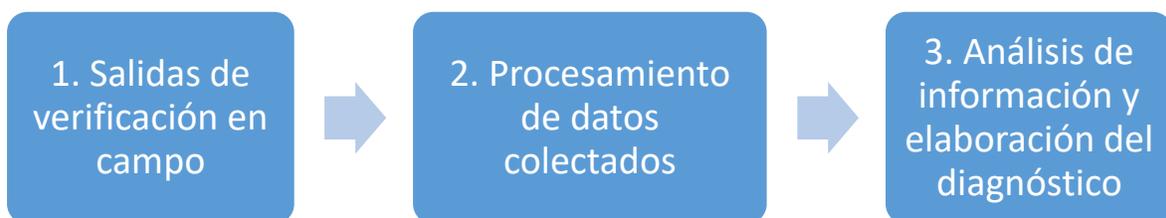
De la imagen anterior, se puede apreciar que el área de cobertura de la red de nivelación, está distribuida principalmente en el suelo urbano y de expansión<sup>1</sup>, abarcando un área total de 9012.16 hectáreas, que equivalen al 66.5% de las 13554.44 ha, que suman las dos áreas descritas.

Finalmente, las razones anteriormente expuestas permiten evidenciar que, para un correcto funcionamiento del marco de referencia geodésico del Distrito, es necesario realizar acciones para el mantenimiento de los vértices existentes, el reemplazo de los destruidos y la densificación para las zonas de baja cobertura. Por consiguiente, se planteó la realización de un inventario del estado físico con el fin de generar un diagnóstico del estado actual de la RCG.

## 2. METODOLOGÍA

El método de trabajo definido para la realización del diagnóstico se dividió en tres etapas, tal como se presenta en el siguiente diagrama:

**Figura 4.** Diagrama de trabajo.



**Fuente:** Elaboración propia, 2023.

### 2.1. SALIDAS DE VERIFICACIÓN EN CAMPO

En la primera etapa se realizaron visitas de campo a cada uno de los vértices de la RCG, con el fin de verificar el estado físico. Para ello, se diseñó un formulario que permitió

---

<sup>1</sup> Los vértices de tercer orden materializados en los corregimientos de ladera también tienen un valor de altura, pero determinada con menor precisión que los vértices localizados en la zona plana, los cuales se tienen altura determinada con nivelación geodésica.

recolectar datos básicos de cada vértice, tal como: su localización, estado físico, obstáculos, observaciones, entre otras; ver figura 5.

Seguidamente, durante las visitas de campo, se realizó la inspección, se recolectaron los datos, se realizó un registro fotográfico y finalmente se tomaron datos GNSS para identificar la altura elipsoidal de los vértices de nivelación y con el fin de detectar posibles discrepancias en las coordenadas de los vértices de primer y tercer orden.

**Figura 5.** Formato de verificación de estado de los vértices geodésicos.

 ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN		SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADOS (SISTEDA, SGC y MECI)		Fecha visita:		EN REVISIÓN	
		FORMATO DE VERIFICACIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE ESTACIONES GEODÉSICAS		dd/mm/aaaa	VERSIÓN	1	
				FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA		dd/mm/aaaa	
1. INFORMACIÓN GENERAL							
Nomenclatura Placa:		Municipio:		Barrio/Corregimiento:		Sitio:	
Responsable de la visita: Julián Esteban Londoño		Latitud ( $\phi$ ):		Longitud ( $\lambda$ ):		Altura elipsoidal (m):	
2. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO							
Estado físico:	Excelente <input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Deteriorado <input type="checkbox"/>	Diagrama de obstáculos:	Descripción de obstáculos:	
Registro Fotográfico:					Validación de referencias:		
					N°	Objeto	Azimut magnético

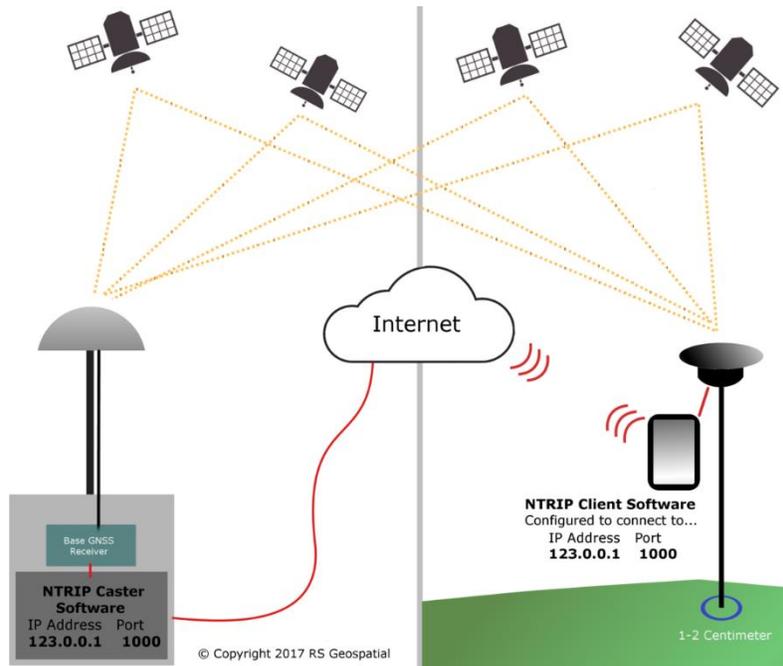
**Fuente:** Elaboración propia, 2023.

El modo de trabajo para la captura de datos GNSS, fue el de posicionamiento con corrección en tiempo real mediante el protocolo NTRIP (Transporte en Red de Datos en formato RTCM vía Protocolo de Internet, de sus siglas en inglés). De esta manera, se obtenían coordenadas corregidas con una precisión del orden de dos a cinco centímetros.

El NTRIP consiste en un método de trabajo que permite a un receptor GNSS que se encuentra en terreno, obtener coordenadas corregidas en tiempo real. Estas correcciones se determinan a partir del registro de datos GNSS que realiza un receptor sobre un vértice o estación de coordenadas conocidas. Las correcciones se envían a los receptores en campo, mediante mensajes que se envían gracias al protocolo de Internet. El resultado

de esta metodología permite alcanzar coordenadas con precisiones en el rango de 0.01 a 0.05 m (figura 6).

**Figura 6.** Esquema de la metodología GNSS NTRIP.



Fuente: [https://www.agsgis.com/What-is-NTRIP\\_b\\_42.html](https://www.agsgis.com/What-is-NTRIP_b_42.html). 2023.

El servicio NTRIP fue suministrado por la Empresa de Servicios Públicos de Cali EMCALI E.I.C.E E.S.P, la cual dispone un receptor Doble Frecuencia Trimble Net R9 que registra posiciones o coordenadas continuamente, las compara con las coordenadas de alta precisión (del sitio donde fue materializada la antena) y seguidamente envía las diferencias encontradas, al receptor que se encuentra en terreno. Este procedimiento se realiza a través de una aplicación denominada Caster, que envía los datos por medio de Internet.

Las coordenadas geocéntricas de la antena GNSS de EMCALI son las siguientes:

Nombre de la Antena	X	Y	Z
<b>EMCALI - CCM</b>	1483403.6225	-6192534.1041	380235.9167

Fuente: Elaboración propia, 2023.



## 2.2 PROCESAMIENTO DE DATOS COLECTADOS

En esta fase se realizó el procesamiento de los datos GNSS (se revisaron las coordenadas obtenidas, se estructuró la capa geográfica y se realizaron comparaciones con los datos existentes). Seguidamente, se llevó a cabo la generación del formato de visita y la organización del registro fotográfico para cada uno de los vértices.

## 2.3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Una vez organizados los datos recolectados, se procedió a efectuar el análisis de la información, con el fin de identificar las deficiencias actuales de la RCG y se procedió a elaborar el informe del diagnóstico.

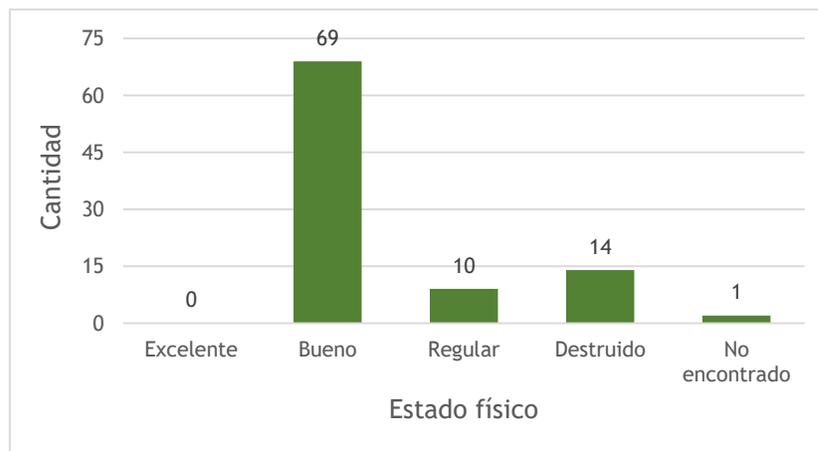
### 3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la verificación del estado físico de la RCG.

#### 3.1 DISPONIBILIDAD Y ESTADO FÍSICO ACTUAL DE LOS VÉRTICES DE LA RCG

De los 94 vértices materializados en el 2014, se encontraron 78 disponibles, es decir, solamente el 83% de la totalidad de los elementos de la red aún se encuentran utilizables; de estos, diez tenían un estado regular y 69 un buen estado. Los 16 vértices restantes, 14 estaban destruidos y uno no fue encontrado. Lo descrito anteriormente, queda resumido en el siguiente gráfico:

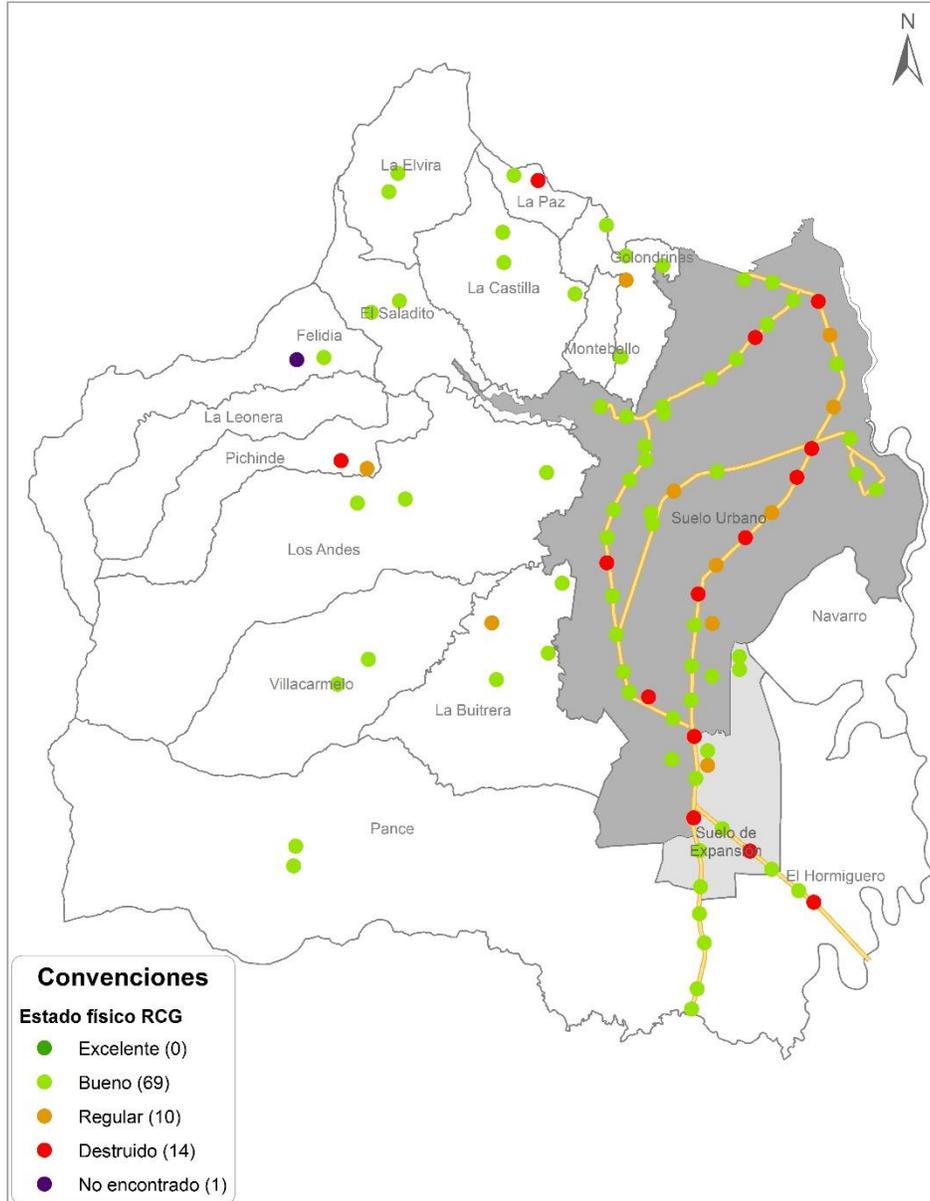
**Gráfico 1.** Disponibilidad actual de los elementos de la RCG.



**Fuente:** Elaboración propia, 2023.

En el mapa de la figura 7, se puede apreciar la distribución geográfica de la disponibilidad de los vértices de la red, donde adicional a lo expuesto en el gráfico anterior, se identificó que la mayoría de los elementos destruidos o en un regular estado, se encuentran localizados en el corredor vial de la calle 70 y la avenida Simón Bolívar al conectarse a la vía Cali - Jamundí. Esta situación es consecuencia de las obras de infraestructura vial que se han desarrollado en estos corredores, tal como la ampliación de la vía Cali – Jamundí y la troncal del Sistema Integrado de Transporte Masivo de la calle 70.

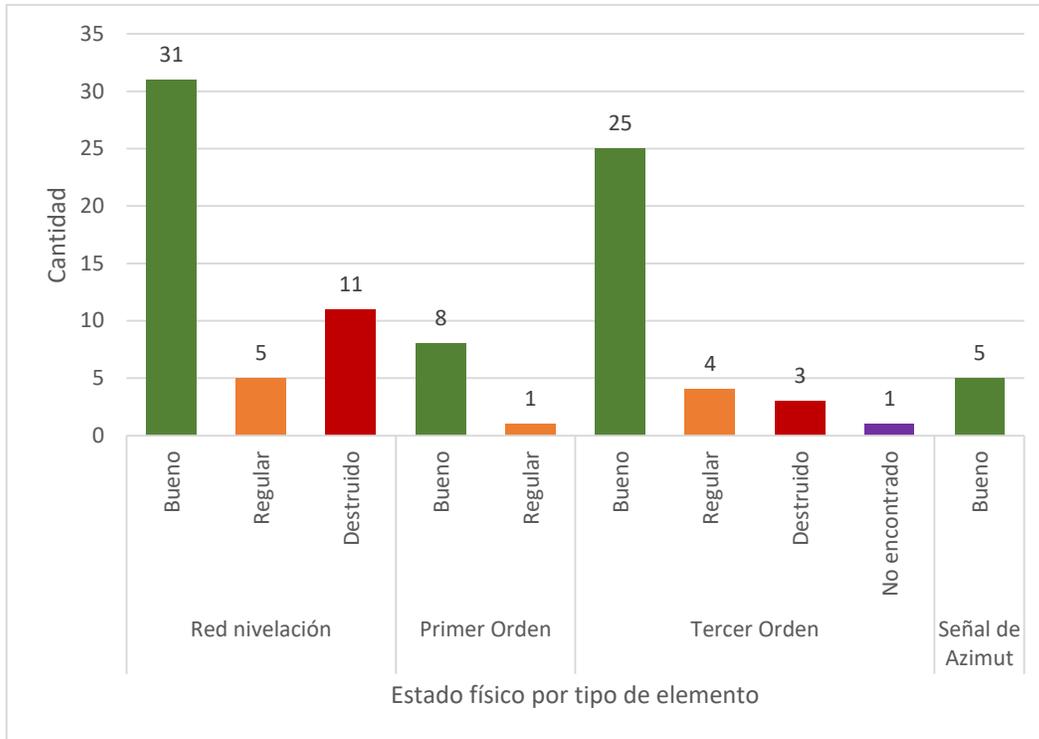
**Figura 7.** Distribución de la disponibilidad de elementos de la RCG.



**Fuente:** Elaboración propia, 2023.

Al revisar por tipo de vértice, se encontró que los que mayor afectación tienen, son los vértices de nivelación, seguido de los de tercer orden, tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

**Gráfico 2.** Disponibilidad actual de los vértices de la RCG, por tipo de elemento.



**Fuente:** Elaboración propia, 2023.

### 3.1. ASPECTOS ENCONTRADOS EN LA VALORACIÓN FÍSICA

La sección anterior dio cuenta de la disponibilidad y estado físico actual de los elementos o vértices de la Red de Control Geodésico a nivel cuantitativo. Para complementar los anterior, en esta sección se presentan las principales situaciones que se encontraron y que permitieron hacer la valoración física del estado de los vértices.

**3.1.1. Deterioro de la pintura y de las placas de identificación.** Se evidenció en la totalidad de los vértices, que la pintura que los recubre, se encuentra en mal estado, al igual que la placa de identificación que, aunque no ha perdido el código de los vértices, ya no se visualiza los logos ni la información que estaba grabada inicialmente. Esto debido a que los elementos se encuentran a la intemperie, y que han pasado nueve años sin ningún mantenimiento. En la imagen 1, se deja el registro de esta situación. Adicionalmente, en el anexo digital se encuentra un registro fotográfico detallado y las fichas de verificación que amplía las situaciones encontradas para cada vértice.

Imagen 1. Estado de la pintura y las placas de identificación.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

**3.1.2. Desprendimiento del concreto a causa de golpes.** Otra situación que se identificó en 12 de los 78 vértices disponibles (15%), es que se ha desprendido parte del concreto de la estructura, lo más probable, a causa de golpes. También, tres de los vértices sufrieron pérdida de la placa de identificación, ver imagen 2.

**Imagen 2.** Desprendimiento de concreto y pérdida de la placa de identificación.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

**3.1.3. Aparición de obstáculos.** En términos de operabilidad de la Red de Control Geodésico, los obstáculos limitan principalmente la usabilidad de los vértices que tienen determinada su posición (coordenadas horizontales). En ese orden de ideas, se identificó que cinco de los 39 vértices que tienen posición y que se encuentran disponibles, presentan obstáculos a su alrededor; en otros términos, el 12.8% de estos, tienen limitada su funcionalidad; especialmente por la densificación de los árboles que ya existían en el entorno o la siembra de árboles nuevos, nuevas construcciones permanentes, ventas ambulantes o vallas de publicidad.

Estos obstáculos traen como consecuencias, las siguientes limitaciones:

- Rastros deficientes de la señal GNSS.
- Pérdida de la visual a las señales de azimut.
- Pérdida de la visual entre parejas de vértices.

A manera de ejemplo, el vértice 76001119 que corresponde a un vértice de primer orden localizado en una zona verde del barrio Ciudad 2000, tiene completamente cerrado el horizonte, debido a que, durante estos nueve años de funcionamiento de la Red, la cobertura vegetal se densificó hasta tal punto de dejar inutilizable el vértice para rastreos de la señal GNSS. En la imagen 3, las dos fotografías superiores dan cuenta de la situación descrita anteriormente, y las tres inferiores, describen los obstáculos de los vértices 7600150 (señal de azimuth), 76001132 (primer orden) y el 76001127 (nivelación).

**Imagen 3.** Ejemplo de los obstáculos que tienen los vértices de la RCG.



**Fuente:** Elaboración propia, 2023.

**3.1.4. Pérdida de visual entre pares de vértices.** Aunque la pérdida de visual se deriva de la aparición de obstáculos, esta problemática se catalogó de manera independiente porque además de que los obstáculos limitan el rastreo GNSS, tampoco es posible asignar coordenadas a las poligonales que se realizan con equipos electro-ópticos, porque estos no se pueden orientar respecto al vértice que se encuentra obstruido. En este caso, 10 de los vértices de la red han perdido la línea visual (23.2% de los vértices con posición), ya sea con las señales de azimuth que se encuentran en los cerros tutelares, o entre ellos; como es el caso de los vértices 76001080 y 7600152 que se muestran en las dos fotografías superiores de la imagen 4.

**Imagen 4.** Evidencia de la pérdida de línea visual.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

## 4. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED DE CONTROL GEODÉSICO

Con base en los resultados que se expusieron en la sección anterior, una primera referencia para realizar el diagnóstico de la Red, basada en las evidencias cuantitativas, indican que, a marzo de 2023, el 83% de los elementos de la Red se encontraban disponibles para su utilización, mientras que el 17% restante no. El porcentaje de elementos disponibles se compone de un 72% de vértices que se encuentran en un buen estado y un 9.4% en regular.

Bajo este primer indicador, se puede diagnosticar que la red aún se encuentra en un buen estado de funcionamiento; no obstante, revisando las demás situaciones reportadas, dan lugar a un diagnóstico más riguroso que permiten asegurar que el estado es *REGULAR* por los motivos que se exponen a continuación:

### 4.1. OBSTÁCULOS EN LA RED HORIZONTAL

Teniendo en cuenta que los obstáculos reducen o impiden la posibilidad de realizar rastreos GNSS de calidad o la orientación de poligonales topográficas; es pertinente decir que los vértices obstaculizados se vuelven inutilizables, razón por la cual, al sumar los cinco vértices que se encuentran obstruidos, más los cuatro que fueron destruidos, obtenemos nueve vértices inoperables de los 42 vértices horizontales<sup>2</sup> (los cuales representan el 21.4% del total de la red horizontal). Por consiguiente, solo el 79.6% de la Red Horizontal se encuentra utilizable, lo que significa que a marzo de 2023 su capacidad de servicio se encuentra reducida casi una cuarta parte.

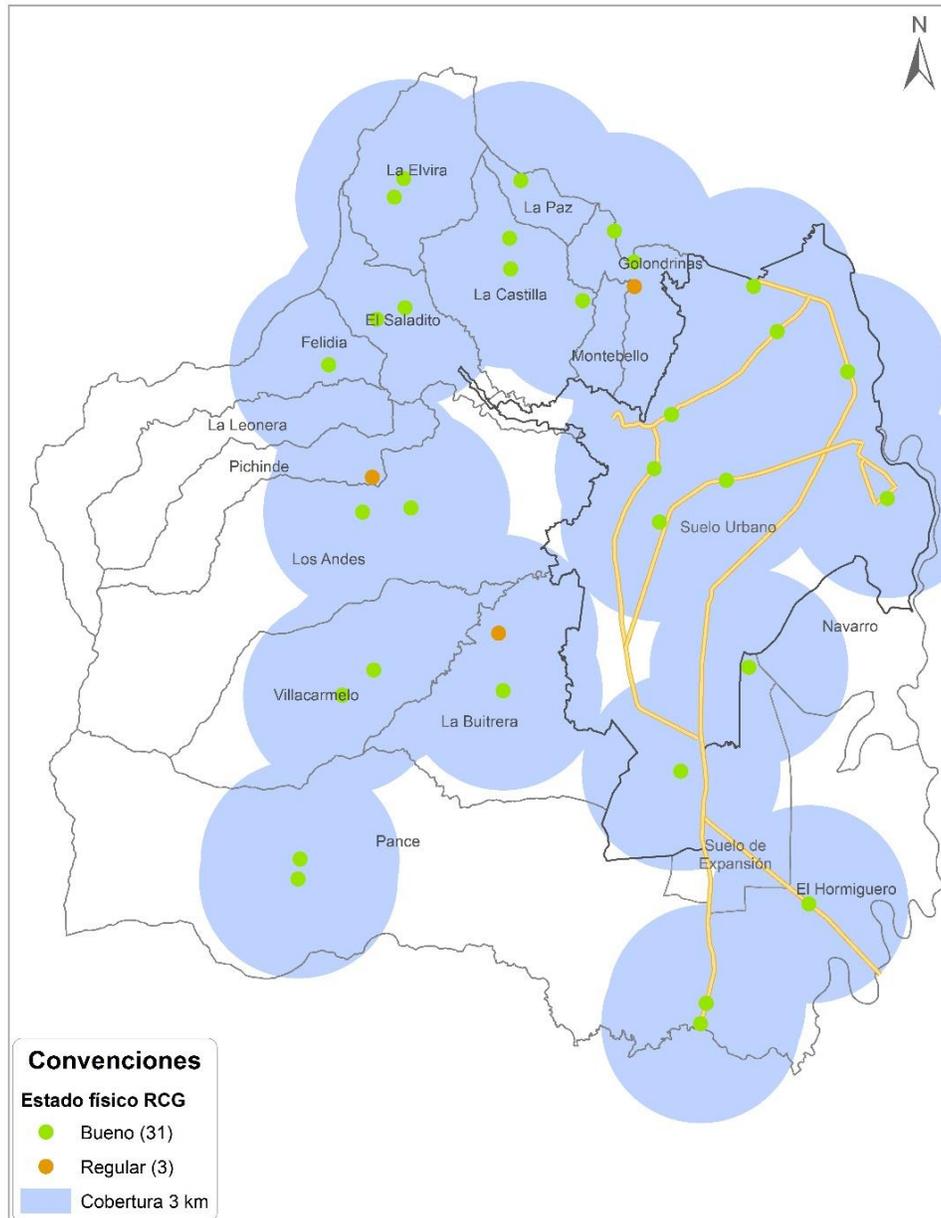
Aunque haber perdido casi un cuarto de su capacidad es una situación considerable y que amerita atención, la Red horizontal todavía es capaz de suplir la demanda en la mayor parte del territorio distrital, tal como se puede apreciar en la figura 8, que aunque se observa la aparición de áreas que en el 2014 estaban cubiertas, estas no son tan traumáticas, debido a que si se requiere el uso de referencias geodésicas, se pueden

---

<sup>2</sup> Son en total 47 vértices horizontales, pero no se consideran cinco porque son solamente señales de azimut.

usar métodos de posicionamiento con tiempos de rastreo más amplios, a partir de los vértices se encuentran disponibles.

**Figura 8.** Área de Cubrimiento horizontal de la RCG (2023).

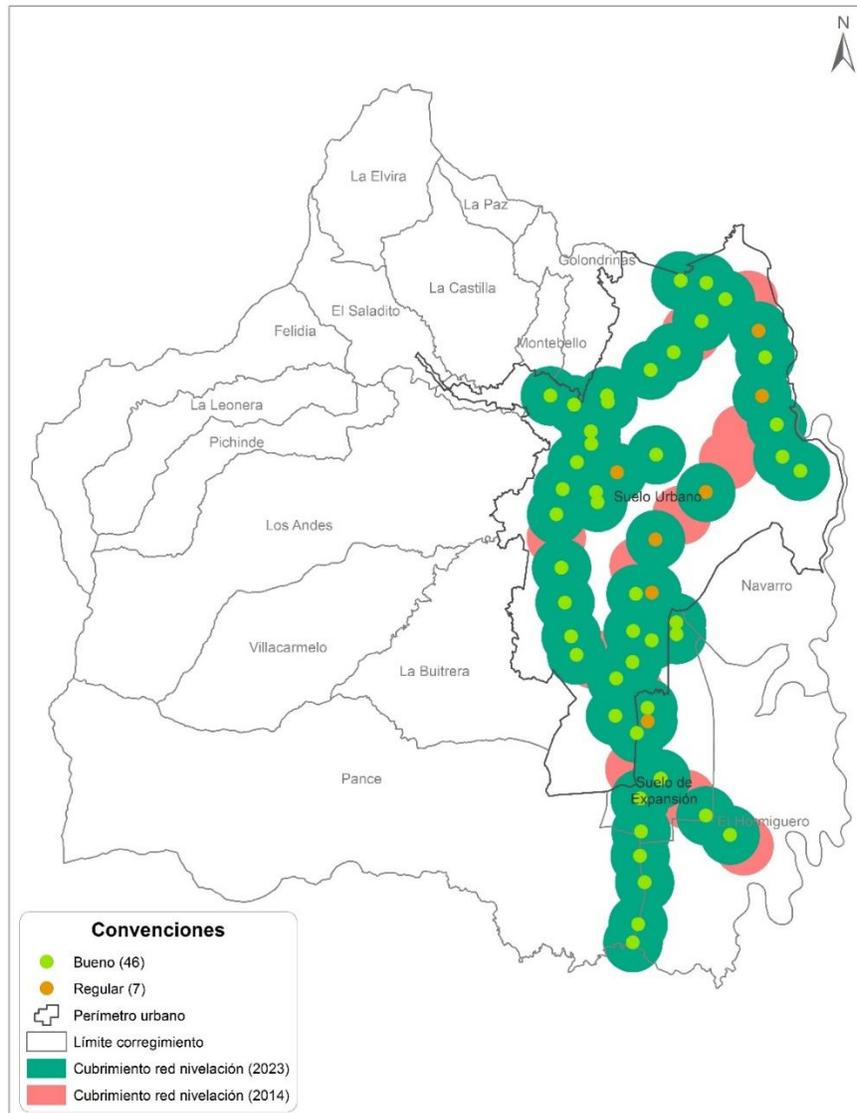


**Fuente:** Elaboración propia, 2023.

## 4.2. CUBRIMIENTO DE LA RED DE NIVELACIÓN

Como se pudo apreciar en el gráfico 2, los vértices geodésicos más afectados son los de la red de nivelación, principalmente por el desarrollo de obras de infraestructura vial en el corredor de la vía Cali - Jamundí y en la calle 70, donde 11 de los 47 vértices, se encuentran destruidos (esto corresponde al 23.4% del total). Esto significa, que la red de nivelación a marzo de 2023 ha reducido, al igual que la Red horizontal, casi una cuarta parte de su capacidad de servicio, lo cual se puede apreciar en la figura 9.

**Figura 9.** Área de cubrimiento vertical de la RCG (2023).



**Fuente:** Elaboración propia, 2023.

En la figura anterior, se puede apreciar que el área en rojo corresponde a las zonas en las que en el 2014 había un vértice de nivelación en una distancia menor a un kilómetro, pero que a 2023, ya no existe esta disponibilidad. Aunque en una lectura al vuelo se podría interpretar que la cobertura de la Red es buena, es necesario hacer énfasis en que los vértices que se catalogaron con un estado regular, podrían ser vértices cuyo valor de altura se encuentre alterado, porque en su mayoría, aunque físicamente se ven regulares, recibieron golpes o sufrieron modificaciones en su entorno, que pudieron haber ocasionado dicha alteración y por consiguiente, ser inutilizable si no tienen un valor de altura real<sup>3</sup>.

Adicionalmente, en el futuro cercano, la avenida Simón Bolívar continuará en obra para el desarrollo del corredor del SITM por lo tanto, lo más probable es que varios vértices se vean afectados, disminuyendo aún más, la capacidad de servicio de la Red de nivelación.

#### **4.3. CAMBIO EN EL MARCO Y ÉPOCAS DE REFERENCIA OFICIAL EN COLOMBIA**

Un tercer aspecto a considerar para afirmar que el estado de la Red de Control Geodésico de Santiago de Cali se encuentra en regular estado, es el que tiene que ver con el marco de referencia al cual se encuentran vinculadas las coordenadas de la Red. Como se mencionó en la sección de Antecedentes, estas se encuentran asociadas al ITRF 2008 y época de referencia 1995.4. En contraste con lo anterior, en los últimos años han sucedido situaciones al respecto, que deben ser consideradas en el contexto de administración de la Red.

El primero y más relevante en el contexto local, es que en el 2018 el IGAC mediante la Resolución 715 de 2018, actualizó el marco de referencia oficial de Colombia, mediante la adopción del Marco Internacional de Referencia Terrestre ITRF 2014 y realizó el cambio de época de referencia, de 1995.4 a la época 2018.0.

Esta adopción tiene como consecuencia principal, un cambio en el valor de las coordenadas de toda la Red Geodésica Nacional, que incluye la red de estaciones continuas denominadas MAGNA-ECO, la Red Pasiva GNSS MAGNA-SIRGAS y sus densificaciones (por ende, aplica para la RCG). Sin embargo, este cambio aún no ha sido adoptado en Cali, a la espera de realizar un mantenimiento y una reocupación de los

---

<sup>3</sup> La inspección realizada en campo no incluyó la validación de los valores de las cotas de alturas de los vértices de nivelación

vértices, para determinar coordenadas nuevas, con el fin de identificar los vectores de desplazamiento (dirección, magnitud y velocidad).

El segundo, y que seguramente tendrá un impacto a nivel nacional en los próximos años, tiene que ver con que, a partir del 2 de octubre de 2022, el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra y Sistemas de Referencia (IERS por sus siglas en inglés) adoptó un nuevo marco de referencia internacional denominado ITRF2020 que trajo consigo que el Servicio Internacional del Sistema de Navegación Global por Satélite (IGS de sus siglas en inglés), que es la entidad encargada de la administración de este sistema, adoptó el marco de referencia exclusivo para los sistemas de navegación GNSS, denominado IGS20 (vigente a partir del 27 de noviembre de 2022), el cual está estrechamente asociado al ITRF 2020.

Este cambio tiene consecuencia directa en los productos que deriva el IGS asociados al servicio GNSS, los cuales son usados para la determinación de coordenadas de precisión; tales como: las efemérides precisas, las coordenadas de las estaciones de referencia y los parámetros de calibración de las antenas GNSS, que son los productos más utilizados por el segmento de usuarios civiles.

Por consiguiente, este cambio seguramente será adoptado por el IGAC en un corto plazo para facilitar los procesos y procedimientos que tengan que ver con la determinación de coordenadas a partir de datos GNSS y su integración con la Red Geodésica Nacional.

Por lo expuesto anteriormente, es necesario que se haga una actualización del marco y época de referencia de las coordenadas de la Red porque ya han sido dos nuevos ITRF (2014 y 2020) y existe una diferencia de 23 años entre la época 1995.4 y la 2018.0 que es la época de referencia oficial vigente<sup>4</sup>.

De no realizarse este cambio, los problemas de integración de levantamientos de información geográfica con la información oficial, serán más comunes, dificultando la realización de conceptos, la ejecución de obras y la toma de decisiones en general.

---

<sup>4</sup> En términos prácticos, esta diferencia de 23 años significa que hay una diferencia posicional de aproximadamente 33 centímetros entre coordenadas que sean referidas a uno u otra época.

## CONCLUSIONES

Como se expuso a lo largo del documento, la Red de control Geodésico de Santiago de Cali aún tiene un nivel de operación regular, pero es fundamental que se realice un mantenimiento consistente en el reemplazo de los vértices faltantes, la pintura que los cubre; así como también, la construcción de referentes en zonas de crecimiento urbano; pero sobre todo, la reocupación de toda la Red con receptores GNSS para la estimación de nuevas coordenadas referidas al ITRF2014 y época de referencia 2018.0, conforme a los lineamientos establecidos en la Resolución 715 de 2018 emitida por el IGAC.

Debido al desarrollo de proyectos de infraestructura vial, la red de nivelación es la que corre mayor riesgo, no solo porque las obras que se están realizando destruyen los vértices que se encuentran en su área de influencia, sino porque la materialización y la determinación de los valores de altura de los vértices de nivelación es mucho más dispendiosa en términos técnicos y de costo; cosa contraria a la que ocurre con los vértices horizontales, los cuales se pueden reemplazar y calcular sus coordenadas de manera más sencilla con el sistema GNSS.

El DAP podría convocar al Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) a una mesa de trabajo en la que se evalúe la posibilidad de realizar podas a los árboles que se encuentran obstaculizando los referentes geodésicos, de esta manera sería posible recuperar la usabilidad de aquellos vértices con problemas de obstrucción.

## ANEXOS

### ANEXO 1. LISTADO DE VÉRTICES DESTRUIDOS

CÓDIGO VÉRTICE	TIPO	UBICACIÓN	LATITUD	LONGITUD
<a href="#">76001019</a>	Nivelación	Anden estación de servicio carrera 1 con calle 47	3°28'22.123" N	76°30'26.318" W
<a href="#">76001108</a>	Nivelación	Separador Calle 70 con carrera 1 A 6	3°28'57.86" N	76°29'24.153" W
<a href="#">76001112</a>	Nivelación	Separador calle 70 con carrera 24 A	3°26'31,338" N	76°29'30,565" W
<a href="#">76001113</a>	Nivelación	Separador calle 70 con carrera 26 U	3°26'2,832" N	76°29'45,2" W
<a href="#">76001116</a>	Nivelación	Separador calle 70 con carrera 39 E	3°25'2,75" N	76°30'36,133" W
<a href="#">76001118</a>	Nivelación	Separador calle 25 con carrera 56	3°24'6,86" N	76°31'22,798" W
<a href="#">76001131</a>	Nivelación	Separador calle 25 con carrera 102	3°21'45,22" N	76°31'27,078" W
<a href="#">76001129</a>	Nivelación	Separador calle 25 con carrera 125	3°20'24,294" N	76°31'27,456" W
<a href="#">76001144</a>	Nivelación	Vía Cali - Pto Tejada. Entrada Condominio Sortilegio	3°19'51,312" N	76°30'31,556" W
<a href="#">50E-CU-1</a>	Nivelación	Av. Pasoancho con Av. Jorge Garcés	3°22'24,456" N	76°32'11,88" W
<a href="#">50-CU-1</a>	Nivelación <sup>5</sup>	Separador vial calle 5 con carrera 53 A	3°24'40.869" N	76°32'51.548" W
<a href="#">76001075</a>	Tercer orden	Vía Cali - Pto Tejada con acceso a Cascajal	3°19'0,184" N	76°29'28,590" W
<a href="#">76001090</a>	Tercer orden	Cabecera Pichindé	3°26'19,435" N	76°37'16,330" W
<a href="#">76001081</a>	Tercer orden	Cabecera La Paz	3°30'58,314" N	76°34'01,415" W
<a href="#">76001088</a>	Tercer orden	Cabecera Felidia <sup>6</sup>	3°27'59,972" N	76°38'00,197" W

<sup>5</sup> Este vértice fue trasladado al separador vial calle 5 con carrera 53 A, pero no se han determinado sus coordenadas de manera oficial.

<sup>6</sup> En la visita de campo no fue posible encontrar el vértice, pero es posible que aún se encuentre materializado.



## ANEXO 2. LISTADO DE VÉRTICES EN ESTADO REGULAR

CÓDIGO VÉRTICE	TIPO	UBICACIÓN	LATITUD	LONGITUD	OBSERVACIÓN
<a href="#">76001109</a>	Nivelación	Separador vial calle 70 con carrera 1 J	3°28'24.558" N	76°29'12.554" W	Pérdida de placa de identificación
<a href="#">76001111</a>	Nivelación	Separador vial calle 70 con carrera 7 T 1	3°27'13.265" N	76°32'59.659" W	Pérdida de placa de identificación y desprendimiento de concreto.
<a href="#">76001114</a>	Nivelación	Separador vial calle 36 con carrera 29	3°25'27,596" N	76°30'10,089" W	Desprendimiento de concreto.
<a href="#">76001117</a>	Nivelación	Separador vial calle 36 con carrera 46	3°24'35,344" N	76°31'5,004" W	Exposición de la base del mojón, a causa de cambio de la topografía del área circundante
<a href="#">76001141</a>	Nivelación	Separador vial Diagonal 23 con calle 12 B	3°25'49,188" N	76°31'46,854" W	Desprendimiento de concreto.
<a href="#">76001119</a>	Primer Orden	Zona verde carrera 69 B con calle 42	3°23'37,354" N	76°31'8,907" W	Inutilizable para rastreo GNSS debido a que está completamente obstruido por la cobertura vegetal
<a href="#">76001078</a>	Tercer Orden	Separador vial Calle 42 con Carrera 115	3°21'16,264" N	76°31'13,520" W	Pérdida de placa de identificación y desprendimiento de concreto.
<a href="#">76001089</a>	Tercer Orden	Cabecera Pichindé	3°26'11,967" N	76,36'50,552" W	Desprendimiento de concreto.
<a href="#">76001096</a>	Tercer Orden	Restaurante El Mirador Corregimiento La Buitrera	3°23'38,219" N	76°34'47,170" W	Desprendimiento de concreto.
<a href="#">76001104</a>	Tercer Orden	Cerro El Palito Corregimiento Golondrinas	3°29'19,359" N	76°32'34,341" W	Exposición de la base del mojón, a causa de cambio de la topografía del área circundante



### ANEXO 3. LISTADO DE VÉRTICES CON OBSTÁCULOS ALREDEDOR

CÓDIGO VÉRTICE	TIPO	UBICACIÓN	LATITUD	LONGITUD	OBSERVACIÓN
<a href="#">50C-CU-1</a>	Nivelación	Separador vial calzada MIO calle 5 con carrera 85	3°22'49,43" N	76°32'37,015" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001080</a>	Tercer Orden	Zona verde carrera 83 C con calle 53	3°23'04,611" N	76°30'42,362" W	Cobertura arbórea y construcciones
<a href="#">76001152</a>	Tercer Orden	Anden calle 53 entre carreras 84 y 85 C	3°23'04,611" N	76°30'42,362" W	Cobertura arbórea y construcciones
<a href="#">76001078</a>	Tercer Orden	Separador vial Calle 42 con Carrera 115	3°21'16,264" N	76°31'13,520" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001077</a>	Tercer Orden	Separador vial Calle 42 con Carrera 109	3°21'30,911" N	76°31'13,595" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001024</a>	Nivelación	Costado derecho acceso Calle 5 del Éxito San Fdo.	3°25'30,838" N	76°32'46,124" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001115</a>	Primer Orden	Espacio público Calle 84 con Carrera 26 C	3°25'50,743" N	76°28'26,957" W	Construcciones
<a href="#">76001114</a>	Nivelación	Separador vial calle 36 con carrera 29	3°25'27,596" N	76°30'10,089" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001110</a>	Primer Orden	Calle 70 con carrera 7 (corredor férreo)	3°27'55.505" N	76°29'05.508" W	Construcción. Obstáculo a la señal
<a href="#">76001109</a>	Nivelación	Separador vial calle 70 con carrera 1 J	3°28'24.558" N	76°29'12.554" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001125</a>	Nivelación	Separador vial calzada servicio calle 5 con carrera 75	3°24'4,611" N	76°32'47,464" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001122</a>	Nivelación	Separador vial calle 25 retorno previo Cr 96	3°22'21,269" N	76°31'30,005" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001121</a>	Nivelación	Separador vial calle 25 con carrera 85	3°22'55,158" N	76°31'29,298" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001120</a>	Nivelación	Separador vial calle 25 con carrera 69	3°23'35,931" N	76°31'26,34" W	Cobertura arbórea



CÓDIGO VÉRTICE	TIPO	UBICACIÓN	LATITUD	LONGITUD	OBSERVACIÓN
<a href="#">76001119</a>	Primer Orden	Zona verde carrera 69 B con calle 42	3°23'37,354" N	76°31'8,907" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001133</a>	Nivelación	Separador vial transversal 103 con calle 77	3°26'6,272" N	76°28'46,413" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001134</a>	Nivelación	Separador vial Calle 75 entre carrera 17 y 19	3°26'41,751" N	76°28'52,667" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001132</a>	Primer Orden	Calle 18 con carrera 111 (Acceso Tugó)	3°21'22,331" N	76°31'48,826" W	Construcciones
<a href="#">76001130</a>	Nivelación	Calle 25 (Vía Cali - Jamundí) con Cr 118	3°21'3,469" N	76°31'25,379" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001127</a>	Nivelación	Vía Cali - Jamundí. Carrera 141	3°19'15,498" N	76°31'20,664" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001142</a>	Nivelación	Carrera 39 con calle 10 (Esq S-E Estadio Softball)	3°25'16,562" N	76°32'8,111" W	Construcciones y cobertura arbórea
<a href="#">76001139</a>	Nivelación	Separador vial carrera 86 con calle 45	3°22'45,107" N	76°31'9,082" W	Cobertura arbórea
<a href="#">76001151</a>	Señal de azimut	Ecoparque Cerro de La Bandera	3°24'17,688" N	76°33'37,526" W	Cobertura arbórea



### ANEXO 3. LISTADO DE VÉRTICES CON PÉRDIDA DE VISUAL

CÓDIGO VÉRTICE	TIPO	UBICACIÓN	LATITUD	LONGITUD	OBSERVACIÓN
<a href="#">76001080</a>	Tercer orden	Zona verde carrera 83 C con calle 53	3°23'04,611" N	76°30'42,362" W	Visual obstruida por árboles o construcciones
<a href="#">76001152</a>	Tercer orden	Anden calle 53 entre carreras 84 y 85 C	3°23'04,611" N	76°30'42,362" W	Visual obstruida por árboles o construcciones
<a href="#">76001078</a>	Tercer orden	Separador vial Calle 42 con Carrera 115	3°21'16,264" N	76°31'13,520" W	Visual obstruida por árboles o construcciones
<a href="#">76001077</a>	Tercer orden	Separador vial Calle 42 con Carrera 109	3°21'30,911" N	76°31'13,595" W	Visual obstruida por árboles o construcciones
<a href="#">76001119</a>	Primer Orden	Zona verde carrera 69 B con calle 42	3°23'37,354" N	76°31'8,907" W	Visual obstruida por árboles o construcciones
<a href="#">76001110</a>	Primer Orden	Calle 70 con carrera 7 (corredor férreo)	3°27'55,505" N	76°29'05,508" W	Construcción. Obstáculo a la señal
<a href="#">76001151</a>	Señal de Azimut	Ecoparque Cerro de La Bandera	3°24'17,688" N	76°33'37,526" W	Visual obstruida por árboles o construcciones
<a href="#">76001076</a>	Tercer orden	Vía Cali - Pto Tejada. Colegio Fray Damián	3°19'11,776" N	76°29'43,668" W	Visual perdida por destrucción de la pareja
<a href="#">76001082</a>	Tercer orden	Cabecera La Paz	3°30'58,314" N	76°34'01,415" W	Visual perdida por destrucción de la pareja
<a href="#">76001074</a>	Tercer orden	Calle 25 (Vía Cali - Jamundí), retorno acceso a Parcelación El Castillo	3°17'33,896" N	76°31'23,981" W	En riesgo de perder la visual a causa de la siembre de palmas en su alrededor
<a href="#">76001073</a>	Tercer orden	Calle 25 (Vía Cali - Jamundí), retorno acceso a Parcelación El Castillo	3°17'13,880" N	76°31'29,649" W	En riesgo de perder la visual a causa de la siembre de palmas en su alrededor



ALCALDÍA DE  
SANTIAGO DE CALI  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO  
DE PLANEACIÓN



## ANEXO 4. FICHAS DESCRIPTIVAS INVENTARIO FÍSICO

Las fichas descriptivas que resumen el estado físico de cada uno de los vértices, pueden ser descargadas en la carpeta comprimida que se encuentra en el siguiente enlace:

[https://idesc.cali.gov.co/rcg/fichas\\_inventario/fichas\\_inventario.rar](https://idesc.cali.gov.co/rcg/fichas_inventario/fichas_inventario.rar)

O pueden ser consultadas de manera individual en este otro enlace:

[https://drive.google.com/drive/folders/1bVhhoJSINQG7-gRdle5VbHxBkEFOZ\\_2C?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1bVhhoJSINQG7-gRdle5VbHxBkEFOZ_2C?usp=share_link)