

**EVALUACIÓN EX POST
DE LA RESOLUCIÓN
CRC 6890 DE 2022**

★★★★
**ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN
COSTOS, REPRESENTATIVIDAD
DE LA MEDICIÓN Y EVOLUCIÓN
DE INDICADORES DE CALIDAD**
★★★



www.crccom.gov.co



Evaluación ex post de la Resolución CRC 6890 de 2022: Análisis de eficiencia en costos, representatividad de la medición y evolución de indicadores de calidad

COMITÉ DE COMISIONADOS DE COMUNICACIONES

Felipe Augusto Díaz
Comisionado

Claudia Ximena Bustamante
Comisionada

Paola Vélez Marroquín
Comisionada

Zoila Vargas Mesa
Coordinadora Ejecutiva

EQUIPO DE TRABAJO

Miguel Andrés Durán
Coordinador de Analítica de Datos

Germán Rodríguez
Miguelangel Ramírez
David Siervo
Equipo de investigación



Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 2 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

CONTENIDO

1	Introducción.....	4
2	Antecedentes.....	5
2.1	Metodología de medición de la calidad del servicio de datos móviles	6
2.2	Metodología de medición de la calidad del servicio de datos móviles mediante sondas	8
3	Desarrollo de las hipótesis	10
4	Fuentes de información y metodología de evaluación.....	12
4.1	Fuentes de información para la Hipótesis 1	12
4.2	Fuentes de información para la Hipótesis 2.	13
4.3	Fuentes de información para la Hipótesis 3.	15
4.4	Metodología de evaluación	16
5	Resultados.....	20
5.1	Hipótesis 1: La metodología de medición de la calidad del servicio de datos móviles extremo a extremo mediante <i>crowdsourcing</i> representa una mejora en términos de eficiencia frente a la metodología basada en sondas, al mantener los atributos de representatividad y visibilidad de las mediciones con menores costos de implementación y operación.....	20
5.2	Hipótesis 2: La implementación de la metodología de medición mediante crowdsourcing fortaleció el seguimiento regulatorio del cumplimiento de los indicadores de calidad, permitiendo una mayor cobertura geográfica de las mediciones, una mayor representatividad de los resultados y una mejor identificación de los municipios que requieren la implementación de acciones correctivas por parte de los operadores	23
5.3	Hipótesis 3: La implementación de la Resolución CRC 6890 de 2022 tiene un efecto positivo y significativo en el desempeño de los indicadores de calidad de los servicios de telecomunicaciones experimentados en los municipios.	48
6	Discusión y conclusiones.....	68
7	Bibliografía	69
8	Anexo: cumplimiento de la muestra por localidad.....	70

Evaluación ex post de la Resolución CRC 6890 de 2022: Análisis de eficiencia en costos, representatividad de la medición y evolución de indicadores de calidad

1 Introducción

La Resolución CRC 6890 de 2022 modificó diferentes disposiciones del régimen de calidad de los servicios de telecomunicaciones, entre ellas, la metodología de medición de la calidad de los servicios de datos móviles mediante la adopción de un esquema basado en *crowdsourcing*, las condiciones de aplicación del régimen diferencial en determinados municipios, los indicadores asociados a distintas tecnologías y algunas obligaciones de medición y reporte.

Este documento presenta la evaluación ex post de las algunas de las medidas introducidas por dicha resolución, con el propósito de analizar sus resultados en términos de eficiencia y representatividad de las mediciones, fortalecimiento del seguimiento regulatorio y desempeño de los indicadores de calidad. Para ello se emplea información histórica reportada por los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones a la CRC, información proveniente de los sistemas administrados por la Comisión y requerimientos específicos realizados tanto a los operadores como a MinTIC.

Como resultado, se encuentra que la metodología de *crowdsourcing* amplió la disponibilidad de información y presenta un potencial para una mayor desagregación geográfica de las mediciones, aunque persisten diferencias territoriales en su suficiencia. Por otra parte, no se identifica evidencia estadística de un efecto causal de la ampliación de las obligaciones regulatorias sobre la disponibilidad de los elementos de red, mientras que para los demás indicadores analizados se observan resultados heterogéneos y limitaciones de comparabilidad derivadas de cambios metodológicos y de reporte.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 4 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

2 Antecedentes

La Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), en ejercicio de su función regulatoria, ha expedido diversas medidas encaminadas a garantizar la calidad en la prestación de los servicios de telecomunicaciones en el país, las cuales se encuentran compiladas en el «Título V de la Resolución CRC 5050 de 2016 Régimen de Calidad para los Servicios de Comunicaciones». Mediante este régimen, la Comisión ha regulado los indicadores de calidad, las metodologías para su medición, los planes de mejora, las condiciones de excepción al cumplimiento y los mecanismos de reporte de información, realizando ajustes periódicos para responder a la evolución tecnológica, las condiciones de prestación de los servicios y las necesidades de los usuarios.

Como parte de este proceso de mejora continua, y en el marco de la Agenda Regulatoria 2021-2022, la CRC adelantó el proyecto regulatorio «Revisión de las condiciones de calidad en la prestación de los servicios de telecomunicaciones»¹, el cual inició con el análisis de las problemáticas asociadas a los impactos de la calidad del servicio sobre los usuarios, el conjunto de indicadores de calidad y sus metodologías de medición, las condiciones de prestación del servicio en diferentes zonas del país y la transición hacia nuevas tecnologías.

En el desarrollo de este análisis se identificó, entre otros aspectos, la necesidad de modernizar la metodología para la medición de la calidad de los servicios de datos móviles, dado que el esquema vigente en ese momento, basado en mediciones en campo mediante sondas, si bien había permitido realizar el seguimiento a la calidad del servicio, presentaba limitaciones para adaptarse a la evolución tecnológica, implicaba importantes cargas operativas y costos de implementación, y ofrecía oportunidades de mejora para representar de manera más adecuada la experiencia de los usuarios. Asimismo, se evidenció la necesidad de revisar otros componentes del régimen relacionados con los indicadores de calidad, el tratamiento diferencial para determinadas zonas geográficas y la simplificación de obligaciones regulatorias.

En desarrollo del Análisis de Impacto Normativo (AIN), la CRC evaluó diferentes alternativas regulatorias para atender las problemáticas identificadas, proceso que culminó con la expedición de la Resolución CRC 6890 de 2022. Mediante esta decisión se actualizó integralmente el régimen de calidad, incorporando una nueva metodología para la medición de la calidad de los servicios de datos móviles en tecnologías 3G y 4G basada en *crowdsourcing*, orientada a mejorar la representatividad de las mediciones, superar las limitaciones del esquema basado en sondas y reducir los costos asociados a su implementación. De igual forma, la Resolución CRC 6890 de 2022 promovió la transición hacia tecnologías de nueva generación mediante la flexibilización de obligaciones asociadas a redes 2G y 3G, incorporó indicadores para los servicios VoLTE, actualizó el régimen diferencial aplicable a municipios con condiciones especiales de prestación y simplificó el régimen mediante la reducción del número de indicadores de calidad y la eliminación de aquellos cuya utilidad había disminuido como consecuencia de la evolución tecnológica.

¹ Los documentos de dicho proyecto regulatorio están disponibles en línea en el enlace:
<https://www.crcom.gov.co/es/proyectos-regulatorios/2000-38-3-1>

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 5 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

En este contexto, la presente evaluación ex post tiene como objeto analizar los resultados e impactos de las algunas medidas introducidas por la Resolución CRC 6890 de 2022, particularmente aquellas relacionadas con: (i) la actualización del régimen diferencial aplicable a municipios con excepción de cumplimiento de requisitos de calidad; (ii) la adopción de la nueva metodología de medición de la calidad de los servicios de datos móviles; y (iii) la simplificación regulatoria derivada de la eliminación de indicadores y la flexibilización de obligaciones, con el fin de determinar si dichas medidas lograron los objetivos regulatorios propuestos y si continúan siendo adecuadas frente a la evolución del sector.

Respecto de la primera medida, la presente evaluación se enfocará en analizar sus efectos sobre la calidad de los servicios de telecomunicaciones en los municipios que dejaron de estar exceptuados del cumplimiento de indicadores de calidad. Los impactos esperados de esta medida sobre el despliegue de infraestructura y la transición a nuevas tecnologías no serán objeto de la presente evaluación².

Adicionalmente, se excluye del presente análisis la evaluación de los impactos esperados sobre el desempeño de los indicadores de calidad del servicio de datos móviles 4G obtenidos mediante la metodología de crowdsourcing, introducida por la Resolución CRC 6890 de 2022, dado que estos serán abordados en el marco de la evaluación de la Resolución CRC 7363 de 2024. En consecuencia, el presente ejercicio se concentrará en evaluar la implementación, representatividad, cobertura geográfica y eficiencia de la metodología de medición, sin analizar sus efectos sobre el desempeño de dichos indicadores.

2.1 Metodología de medición de la calidad del servicio de datos móviles

La Resolución CRC 6890 de 2022 modificó la metodología de medición de la calidad del servicio de acceso a Internet móvil, sustituyendo el esquema basado en sondas instaladas en ubicaciones fijas por un modelo de medición extremo a extremo mediante *crowdsourcing*. Para ello, incorporó en el Anexo 5.3 de la Resolución CRC 5050 de 2016 una metodología de medición fundamentada en las Recomendaciones UIT-T E.806 (06/2019), relativa al diseño muestral, y UIT-T E.812 (05/2020)³, referente a la medición de la calidad del servicio mediante *crowdsourcing*.

La metodología establece un proceso estructurado para garantizar que las mediciones sean estadísticamente representativas. Como primera etapa, cada Proveedor de Redes y Servicios de Telecomunicaciones Móviles (PRSTM) calcula anualmente el marco muestral, entendido como el número de líneas móviles ajustadas disponibles para realizar las mediciones en cada municipio. Dicho cálculo considera las líneas móviles con tráfico, un factor de ajuste asociado al uso efectivo de Internet

² En el documento *Evaluación del impacto de la Resolución CRC 6890 de 2022 sobre la capacidad de las redes de telecomunicaciones móviles en Colombia* (Rueda, 2026) analiza el impacto de la Resolución CRC 6890 de 2022 sobre la capacidad de las redes móviles y su modernización en los municipios afectados. Los resultados evidencian un efecto de anticipación por parte de los operadores, asociado a las señales emitidas por la CRC. En promedio, el anuncio de la medida incrementó el factor de capacidad de los municipios tratados en 12,5 puntos porcentuales respecto al grupo de control. Asimismo, la participación de la tecnología 4G sobre el factor de capacidad disminuyó en 6,3 puntos porcentuales en los municipios tratados frente al grupo de control, resultado consistente con el mayor margen de modernización que presentaban los municipios de control al momento del anuncio.

³ Esta recomendación fue extendida por la enmienda E.812 (2020) Amd. 1 (09/2020) que añadió dos anexos: *Appendix II – "Use cases for the crowdsourcing approach* y *Appendix III – "Practical approaches to fixed broadband crowdsourcing"*.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 6 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

móvil y la existencia de infraestructura de acceso 4G en el municipio. Este marco muestral constituye la población objetivo sobre la cual se diseña el proceso de muestreo.

A partir del marco muestral se determinan los ámbitos geográficos de medición. Los municipios donde el operador cuenta con cobertura 4G y cuatro mil (4.000) líneas móviles ajustadas o más conforman el ámbito *Municipal* y reportan sus indicadores individualmente. Los municipios con menos de cuatro mil líneas móviles ajustadas se agrupan en el ámbito *Resto de departamento*, mientras que en las ciudades con más de quinientos mil habitantes las mediciones se realizan a nivel de localidad o comuna, agrupando en la categoría *Resto del municipio* aquellas localidades que no alcanzan dicho umbral. Esta clasificación busca asegurar representatividad estadística y un nivel adecuado de desagregación geográfica.

Definidos los ámbitos geográficos, el Anexo 5.3 establece el cálculo del tamaño mínimo de muestra mediante un diseño de muestreo probabilístico bietápico, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error máximo del 5%. Los PRSTM deben aplicar una sobremuestra mínima del 10% para compensar posibles pérdidas de mediciones y distribuir las pruebas de forma uniforme durante todos los días de la semana, tanto en hora valle como en hora pico. Las mediciones pueden provenir tanto de pruebas iniciadas por los usuarios como de pruebas programadas por los operadores mediante aplicaciones que integran el *Software Development Kit* (SDK) del proveedor de *crowdsourcing*.

Posteriormente, la información recolectada es sometida a procesos de filtrado, depuración, clasificación y georreferenciación. Entre otros criterios, se eliminan los extremos de la distribución, es decir aquellas observaciones que se encuentren por encima del 95% o por debajo del 5% de la distribución no deben ser tenidas en cuenta; las múltiples pruebas realizadas por una misma línea en un mismo día se consolidan en una única observación y las mediciones se asignan al ámbito geográfico correspondiente. Con base en las mediciones válidas se calculan los indicadores de velocidad de descarga, velocidad de carga, latencia, fluctuación de fase (*jitter*) y tasa de pérdida de paquetes, utilizando un promedio trimestral móvil simple, el cual incorpora todas las mediciones válidas obtenidas durante el mes de reporte y los dos meses inmediatamente anteriores.

Los resultados son reportados trimestralmente mediante el Formato T.2.6 “*Indicadores de calidad para el servicio de datos móviles basados en mediciones externas*” del Título Reportes de Información de la Resolución CRC 5050 de 2016, el cual contiene, para cada ámbito geográfico y tecnología, la cantidad de muestras válidas utilizadas y los valores calculados de los cinco indicadores de calidad. Aunque el reporte tiene periodicidad trimestral, su contenido es mensual, dado que cada registro corresponde al cálculo del promedio trimestral móvil del respectivo mes.

Finalmente, la regulación establece los valores objetivo frente a los cuales se evalúa el cumplimiento de los indicadores. Para latencia, fluctuación de fase (*jitter*) y tasa de pérdida de paquetes se fijan umbrales únicos de cumplimiento aplicables a nivel nacional. En contraste, las metas de velocidad de descarga y velocidad de carga se determinan según los clústeres de desempeño definidos en el Anexo 5.10 de la Resolución CRC 5050 de 2016, estableciendo una senda gradual de mejora para cada grupo de municipios. En el ámbito *Resto de departamento*, donde los resultados corresponden a una agrupación de municipios, la evaluación se realiza utilizando el valor objetivo asociado al clúster con el menor nivel de desempeño presente en dicha agrupación, garantizando coherencia entre el ámbito

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 7 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

de reporte y el criterio de evaluación. Asimismo, para las estaciones base con transmisión satelital, los indicadores de latencia, *jitter* y pérdida de paquetes tienen carácter informativo y no están sujetos al cumplimiento de los valores objetivo establecidos.

2.2 Metodología de medición de la calidad del servicio de datos móviles mediante sondas

Antes de la expedición de la Resolución CRC 6890 de 2022, la medición de la calidad del servicio de acceso a Internet móvil se encontraba regulada por el Anexo 5.3 de la Resolución CRC 5050 de 2016, modificado por la Resolución CRC 6064 de 2020. Esta metodología se fundamentaba en la realización de mediciones activas en campo mediante sondas, instaladas en puntos físicos previamente definidos por los PRSTM, con el propósito de obtener indicadores homogéneos bajo condiciones controladas de medición.

La metodología establecía un procedimiento secuencial para la selección de las áreas geográficas, la definición de los puntos de medición, la ejecución de las pruebas y el procesamiento de los resultados. En primer lugar, las áreas geográficas donde debían realizarse las mediciones eran determinadas con base en el tamaño de la población de cada municipio, utilizando como referencia las proyecciones oficiales del DANE. La regulación exigía la medición del 100% de los municipios con más de 500.000 habitantes, del 50% de los municipios entre 300.000 y 500.000 habitantes, del 25% de aquellos entre 100.000 y 300.000 habitantes y del 5% de los municipios con menos de 100.000 habitantes. Para estos últimos grupos, los operadores debían acordar conjuntamente el listado de municipios objeto de medición, el cual era actualizado semestralmente y presentado previamente a la CRC.

Una vez definidos los municipios, cada PRSTM debía establecer un número mínimo de puntos físicos de medición en función del tamaño poblacional de cada municipio. La regulación fijaba entre tres (3) y cuarenta y dos (42) puntos de medición, dependiendo de la población proyectada, e imponía la obligación de reportar previamente a la CRC las coordenadas geográficas y la ubicación de cada uno de estos puntos. De esta manera, las mediciones eran realizadas siempre en ubicaciones previamente determinadas, buscando garantizar condiciones uniformes para todos los operadores.

El procedimiento de medición también estaba completamente definido por la regulación. Las pruebas debían ejecutarse durante tres semanas de cada trimestre, una correspondiente a cada mes, efectuándose mediciones los siete días de la semana entre las 7:00 a. m. y las 8:00 p. m. En cada punto de medición se realizaban catorce (14) mediciones diarias, distribuidas una por cada hora, generando un cronograma fijo de observaciones para todos los operadores. La regulación, además, establecía un margen máximo del 10% de horas faltantes de medición, así como las condiciones bajo las cuales dichas ausencias podían justificarse por eventos de fuerza mayor o circunstancias ajenas al operador.

En cuanto a los indicadores de calidad, la metodología contemplaba la medición de tres parámetros principales: PING, utilizado para medir el tiempo de ida y vuelta entre el terminal de medición y diferentes servidores de referencia; Tasa de Datos Media FTP, destinada a evaluar la velocidad promedio de transferencia mediante el protocolo FTP; y Tasa de Datos Media HTTP, orientada a medir la velocidad promedio de transferencia utilizando el protocolo HTTP. Para cada uno de estos

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 8 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

indicadores la regulación establecía de manera detallada el número de pruebas por hora, las características de los servidores utilizados, el tamaño mínimo de los archivos de prueba y el procedimiento de cálculo de los resultados.

Los resultados obtenidos seguían un proceso jerárquico de agregación. Inicialmente se calculaban promedios horarios a partir de las mediciones individuales; posteriormente se obtenían promedios diarios, luego promedios semanales y, finalmente, un promedio trimestral para cada indicador y cada punto de medición. Este promedio trimestral constituía el valor oficial reportado a la CRC y el utilizado para verificar el cumplimiento de los valores objetivo definidos por la regulación para la tecnología 3G, correspondientes a un PING inferior o igual a 150 ms y velocidades medias FTP y HTTP superiores o iguales a 512 Kbps.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 9 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

3 Desarrollo de las hipótesis

La presente evaluación busca determinar si las medidas introducidas por la Resolución CRC 6890 de 2022 produjeron los resultados esperados en términos de (i) eficiencia del nuevo esquema de medición frente a la metodología basada en sondas, (ii) fortalecimiento del seguimiento de la calidad del servicio mediante una mayor cobertura, representatividad y granularidad geográfica de las mediciones, y (iii) mejora en el desempeño de los indicadores de calidad del servicio de datos móviles. Para evaluar estos resultados, se plantean las siguientes hipótesis:

En primer lugar, uno de los resultados esperados con la adopción de la metodología de *crowdsourcing* era contar con un mecanismo de medición más eficiente frente al esquema basado en sondas. En este sentido, se espera que la nueva metodología permita obtener información sobre la calidad experimentada por los usuarios con una cobertura y representatividad adecuadas, incurriendo en menores costos de implementación y operación. A partir de lo anterior, se plantea la primera hipótesis:

- **Hipótesis 1:** La metodología de medición de la calidad del servicio de datos móviles extremo a extremo mediante *crowdsourcing* representa una mejora en términos de eficiencia frente a la metodología basada en sondas, al mantener los atributos de representatividad y visibilidad de las mediciones con menores costos de implementación y operación.

Ahora bien, además de las eficiencias asociadas al esquema de medición, la implementación del *crowdsourcing* buscó fortalecer la información disponible para el seguimiento de la calidad del servicio, al incrementar el número de mediciones y ampliar los ámbitos geográficos para los cuales es posible contar con resultados representativos. En este sentido, se espera que la metodología permita disponer de información de calidad para un mayor número de municipios y localidades y, con ello, fortalecer el seguimiento regulatorio de los indicadores de calidad.

Adicionalmente, la información obtenida mediante *crowdsourcing* permite analizar la pertinencia de los criterios definidos en el Anexo 5.3 para determinar los tamaños muestrales y los ámbitos geográficos de medición, a partir del contraste entre estos criterios y la cantidad y distribución territorial de las mediciones efectivamente obtenidas. Este análisis permite establecer si las condiciones actualmente definidas son consistentes con las capacidades de medición y el nivel de desagregación geográfica que ofrece esta metodología. Por lo anterior, se plantea la segunda hipótesis:

- **Hipótesis 2:** La implementación de la metodología de medición mediante *crowdsourcing* fortaleció el seguimiento regulatorio del cumplimiento de los indicadores de calidad, permitiendo una mayor cobertura geográfica de las mediciones, una mayor representatividad de los resultados y una mejor identificación de los municipios que requieren la implementación de acciones correctivas por parte de los operadores.

Finalmente, la modificación del esquema de medición estuvo acompañada de la definición y seguimiento de valores objetivo para los indicadores de calidad experimentados por los usuarios. En este contexto, se espera que la aplicación de las medidas previstas en la Resolución CRC 6890 de

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 10 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

2022 contribuya a mejorar el desempeño de los indicadores de calidad del servicio de datos móviles en los ámbitos geográficos sujetos a medición. En consecuencia, se plantea la tercera hipótesis:

- **Hipótesis 3.** La implementación de la Resolución CRC 6890 de 2022 tiene un efecto positivo y significativo en el desempeño de los indicadores de calidad de los servicios de telecomunicaciones experimentados en los municipios.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 11 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

4 Fuentes de información y metodología de evaluación

Con el propósito de evaluar las hipótesis planteadas en la sección anterior, se recopiló información de los reportes periódicos realizados por los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST), de requerimientos específicos de información efectuados en el marco de la presente evaluación y de las bases de datos de mediciones obtenidas mediante la metodología de *crowdsourcing*. Las fuentes de información utilizadas y su tratamiento se describen a continuación para cada una de las hipótesis objeto de evaluación.

4.1 Fuentes de información para la Hipótesis 1

Para el análisis de la Hipótesis 1 se utilizaron dos fuentes de información con el propósito de comparar los costos asociados a las metodologías de medición mediante *sondas* y *crowdsourcing*. Como línea base del esquema de sondas se empleó la información recopilada mediante el Requerimiento de Información No. 2020-006, a través del cual se solicitaron a COMCEL S.A., COLOMBIA MÓVIL S.A. E.S.P. y COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P. los costos asociados a la medición en campo de los indicadores de calidad del servicio de datos móviles durante los años 2016 a 2018.

Para el esquema de *crowdsourcing* se utilizó la información recopilada mediante el Requerimiento de Información No. 2025-043, realizado en el marco de la presente evaluación ex post, mediante el cual se solicitaron los costos de inversión (CAPEX) y operación (OPEX) asociados a la implementación y operación de esta metodología. Para este esquema se dispone de información de COMCEL S.A., COLOMBIA MÓVIL S.A.S, COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P. y PARTNERS TELECOM COLOMBIA S.A.S., durante los años 2022, 2023 y 2024. Es importante señalar que, para este último operador, no se cuenta con información correspondiente al esquema de sondas, dado que no se encontraba en operación durante el periodo utilizado como línea base.

Adicionalmente, para complementar la comparación de eficiencia entre ambos esquemas, se utilizó información sobre la cantidad y cobertura geográfica de las mediciones obtenidas mediante sondas y *crowdsourcing*. Las fuentes, construcción y tratamiento de esta información se describen en la sección correspondiente a la Hipótesis 2.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 12 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

4.2 Fuentes de información para la Hipótesis 2.

Para el análisis de la segunda hipótesis se utilizó información histórica de las mediciones externas de calidad del servicio de datos móviles, tanto para el esquema de medición mediante sondas como para la metodología de *crowdsourcing*. En particular, se emplearon los siguientes formatos establecidos en la Resolución CRC 5050 de 2016:

- Formato 2.8 - «Indicadores de calidad para el servicio de datos móviles basados en mediciones externas para tecnología de acceso 3G», el cual contiene información de las mediciones realizadas mediante sondas para los indicadores de Ping nacional, Ping internacional, tasa de datos media FTP y tasa de datos media HTTP. Para este formato se dispone de información desde 2017-3T hasta 2023-1T.
- Formato T.2.6 - «Indicadores de calidad para el servicio de datos móviles basados en mediciones externas» de la Resolución CRC 6890 de 2022, el cual contiene información de las mediciones de calidad del servicio de datos móviles y de los indicadores de velocidad de descarga, velocidad de carga, latencia, fluctuación de fase (Jitter) y tasa de pérdida de paquetes. Para este formato se utilizó información desde 2021-3T hasta 2025-4T.
- Formato T.2.6 - «Indicadores de calidad para el servicio de datos móviles basados en mediciones externas» de la Resolución CRC 7777 de 2025, el cual da continuidad al reporte de los indicadores de velocidad de descarga, velocidad de carga, latencia, fluctuación de fase (Jitter) y tasa de pérdida de paquetes, incluyendo la información correspondiente a las tecnologías aplicables bajo esta modificación. Para este formato se e de información a partir de 2026-1T y hasta 2026-3T.

Adicionalmente, se utilizaron las bases de datos de mediciones suministradas por MedUX, proveedor de *crowdsourcing* contratado por los PRSTM en cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Anexo 5.3 de la Resolución CRC 5050 de 2016. Estos datos permiten acceder a información con un mayor nivel de desagregación que la contenida en los reportes periódicos del Formato T.2.6 y, por tanto, complementar los análisis de cobertura, representatividad y distribución territorial de las mediciones. Para el desarrollo de la evaluación se construyó una serie correspondiente al periodo comprendido entre enero de 2023 y junio de 2026, a partir de los microdatos de las mediciones válidas realizadas mediante la metodología de *crowdsourcing*. En particular, se utilizaron las siguientes bases:

- `co_v3_speedtest_crc`: contiene los datos sin procesar (*raw data*) de las mediciones individuales, incluyendo variables asociadas a la fecha y hora de la medición, operador, tecnología, ubicación geográfica, coordenadas de latitud y longitud y resultados de los indicadores medidos. Esta base fue utilizada para los análisis de distribución territorial, cobertura de las mediciones y granularidad geográfica.
- `co_v3_speedtestsample_crc`: contiene información procesada asociada a la conformación de muestras y a la agregación de mediciones requeridas para el cálculo de los indicadores regulatorios y la verificación del cumplimiento de los tamaños muestrales definidos para cada ámbito geográfico.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 13 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Para los análisis de granularidad geográfica, se utilizó la información de coordenadas geográficas disponible en la base co_v3_speedtest_crc, lo que permitió georreferenciar las mediciones y evaluar niveles de desagregación territorial superiores a los actualmente contemplados en los ámbitos geográficos definidos en el Anexo 5.3 de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Adicionalmente, como fuente complementaria, se utilizó la información obtenida mediante un requerimiento al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), mediante el cual se solicitaron los planes de mejora asociados al incumplimiento de los indicadores de calidad. Esta información se fundamenta en lo establecido en el artículo 5.1.7.1 de la Resolución CRC 5050 de 2016, según el cual, cuando los operadores no cumplen las metas de los indicadores de calidad establecidos en los artículos 5.1.3.2, 5.1.4.1 y 5.1.6.1, deben presentar ante el MinTIC los respectivos planes de mejora. Estos planes tienen como propósito corregir las deficiencias identificadas y alcanzar los niveles de calidad establecidos en la regulación, dentro de los plazos previstos en el Anexo 5.2-B del Título de Anexos.

Tabla 1 Plazos de ejecución de los planes de mejora

Categoría de plan	Descripción	Plazo de ejecución
Plan corto plazo	Ampliación de canales, cambio o reconfiguración de parámetros, cualquier tipo de optimización sobre la red de acceso o red central, cambio de algún(os) elemento(s) que presente(n) falla, o demás actividades que pueden ser realizadas directamente por el PRST o sus empresas aliadas.	De 15 días a 60 días calendario
Plan mediano plazo	Instalación de nuevo sector o nodo de acceso que no requiere obra civil, o que requieren obra civil, pero la misma no involucra refuerzo de infraestructura o renegociación de las condiciones de instalación, ampliación de transmisión, configuración de portadora adicional o demás actividades en las cuales se requiera la participación de un tercero.	De 61 días a 150 días calendario
Plan largo plazo	En esta categoría solo podrán ser clasificados aquellos planes que requieran la instalación de nuevos sitios, nodos de acceso o nodos centrales u obra civil que requiera refuerzo de infraestructura o renegociación de las condiciones de instalación inicialmente pactadas, en los cuales sea necesaria la consecución de nuevos terrenos o la realización de obra civil para el soporte de la infraestructura activa.	De 151 días a 365 días calendario

Fuente: Anexo 5.2-B de la Resolución CRC 5050 de 2016

4.3 Fuentes de información para la Hipótesis 3.

Para el análisis de la tercera hipótesis se utilizó información histórica de los indicadores de calidad de los servicios de telecomunicaciones, con el propósito de analizar su comportamiento antes y después de la implementación de las medidas introducidas por la Resolución CRC 6890 de 2022. En particular, se emplearon los siguientes formatos establecidos en la Resolución CRC 5050 de 2016:

- Formato T.2.2 - «Indicadores de calidad para el acceso a servicios de voz móvil», el cual contiene información de los indicadores de calidad asociados al servicio de voz móvil. El formato tiene periodicidad trimestral y contenido mensual. Para este formato se dispone de información a partir del tercer trimestre de 2021. Para el periodo comprendido entre 2021 y 2025 se consideró la información reportada bajo las versiones aplicables durante dicho periodo y, a partir del primer trimestre de 2026, la correspondiente a la modificación introducida mediante la Resolución CRC 7811 de 2025.
- Formato T.2.4 - «Indicadores de calidad para el servicio de internet fijo», el cual contiene información de los indicadores de calidad asociados a la prestación del servicio de internet fijo. Para este formato se dispone de información desde el tercer trimestre de 2021 hasta el cuarto trimestre de 2025 bajo la versión anterior y, a partir del primer trimestre de 2026, bajo la modificación introducida mediante la Resolución CRC 7811 de 2025.
- Formato T.2.5 - «Indicadores de disponibilidad para los servicios de telecomunicaciones prestados a través de redes fijas y redes móviles», el cual contiene información relacionada con la disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones prestados mediante redes fijas y móviles. Para la versión asociada a la Resolución CRC 6890 de 2022 se dispone de información desde el tercer trimestre de 2021 hasta el cuarto trimestre de 2025 y, a partir del primer trimestre de 2026, se cuenta con la versión vigente del formato correspondiente a la Resolución CRC 7777 de 2025.
- Formato T.2.6 - «Indicadores de calidad para el servicio de datos móviles basados en mediciones externas», el cual contiene información de los indicadores de velocidad de descarga, velocidad de carga, latencia, fluctuación de fase (*jitter*) y tasa de pérdida de paquetes. Para este formato se dispone de información desde el tercer trimestre de 2021 hasta el cuarto trimestre de 2025 bajo las disposiciones aplicables durante dicho periodo y, a partir del primer trimestre de 2026, bajo las modificaciones introducidas mediante la Resolución CRC 7777 de 2025.

A partir de estas fuentes se construyeron las series de información utilizadas para analizar la evolución de los indicadores de calidad durante el periodo objeto de evaluación, manteniendo la desagregación temporal y geográfica disponible en cada formato y considerando los cambios regulatorios que pudieran afectar su comparabilidad a lo largo del tiempo.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 15 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

4.4 Metodología de evaluación

Para los indicadores de calidad de los elementos de red de acceso, se utiliza información mensual correspondiente al periodo comprendido entre el cuarto trimestre de 2017 y el cuarto trimestre de 2025. Con el fin de evaluar los efectos asociados a la implementación de la regulación, se emplean dos aproximaciones econométricas complementarias: en primer lugar, un modelo de series de tiempo interrumpidas (ITS) y, en segundo lugar, un modelo de diferencias en diferencias (DiD).

4.4.1 Series de tiempo interrumpidas (ITS)

Ahora bien, la especificación de series de tiempo interrumpidas permite evaluar si la implementación de la medida regulatoria generó cambios en el nivel y en la tendencia de la variable de interés. En concreto la especificación está dada por la siguiente ecuación:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot T_t + \beta_2 \cdot POST_t + \beta_3 \cdot (T_t - T_0) \cdot POST_t + \beta_4 \cdot POST2_t + \beta_5 \cdot (T_t - T2_0) \cdot POST2_t + \varepsilon_t$$

Donde,

- Y_t es el porcentaje de unidades (municipios) que cumplen la meta ese mes.
- T_t es el mes (0,1,2, ...), contador continuo desde el inicio de la serie
- $POST_t$ es igual a 1 para el periodo posterior a la intervención (desde agosto de 2022)
- $POST2_t$ es igual a 1 para el periodo posterior a la intervención (desde mayo de 2025)
- T_0 es el mes del corte agosto de 2022
- $T2_0$ es el mes del corte mayo de 2025
- β_1 tendencia previa a la resolución: cuánto cambiaba el % de cumplimiento cada mes, antes de la resolución.
- β_2 cambio en nivel: salto (puntos porcentuales) justo en el mes de entrada en vigor, controlado por la tendencia previa.
- β_3 cambio en tendencia: cuánto cambia la pendiente mensual después de la resolución (la nueva pendiente es $\beta_1 + \beta_3$).
- β_4 cambio en nivel: salto (puntos porcentuales) justo en el mes de entrada en vigor de la Resolución CRC 7777 de 2025
- β_5 cambio en tendencia: cuánto cambia la pendiente mensual después de la Resolución CRC 7777 de 2025 (la nueva pendiente es $\beta_1 + \beta_3 + \beta_5$).

Ahora bien, el modelo de regresión segmentada asume, por defecto (bajo mínimos cuadrados ordinarios clásico), que los errores () son independientes entre sí. Ese supuesto es poco realista en una serie de tiempo mensual como esta; si en un mes el porcentaje de cumplimiento está por encima o por debajo de lo que predice el modelo, es muy probable que ese mismo desvío persista varios meses (por ciclos de inversión de red, problemas operativos puntuales de un operador o simplemente inercia en el indicador), es decir, los errores están serialmente correlacionados.

Cuando esta situación se ignora, los errores estándar clásicos de MCO tienden a subestimar la verdadera incertidumbre de los estimadores, especialmente en presencia de autocorrelación positiva,

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 16 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

que es frecuente en datos con estructura temporal. Como consecuencia, se puede sobreestimar la significancia estadística de los coeficientes y aumentar artificialmente la probabilidad de rechazar hipótesis nulas, como la ausencia de cambios en el nivel de la variable de interés.

Los errores estándar de Newey-West (1994), o HAC (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent), corrigen este problema mediante una estimación de la matriz de varianzas y covarianzas que incorpora explícitamente la dependencia entre los errores de un periodo y los de periodos cercanos, hasta un número de rezagos determinado. De esta manera, se mantienen los coeficientes estimados por MCO, pero se obtiene una medida más adecuada de su incertidumbre y, por tanto, una inferencia estadística más confiable. La selección de rezagos se realiza aplicando la prueba de selección de Newey-West (1994):

$$L^* = \left\lceil 4 \left(\frac{T}{100} \right)^{2/9} \right\rceil$$

Donde es igual al número de meses, el 4 y el 100 son reglas de calibración propuesta por Newey y West (1994) y finalmente 2/9 es el exponente que gobierna qué tan grande o pequeña crece o decrece al alejarse de T = 100 con el fin de que la regla se comporte razonablemente bien en muestras finitas sin depender de estimar primero la estructura de autocorrelación real de los datos.

Para verificar que el número de rezagos usado en la corrección de errores estándar por autocorrelación, se aplicó la regla de selección automática de Newey y West (1994) a las tres longitudes de serie efectivamente utilizadas en el análisis (54, 60 y 96 meses, según la zona, grupo y tecnología). En los tres casos, la regla formal recomienda exactamente 3 rezagos.

Tabla 2 Resultados prueba de Newey y West (1994)		
N meses	L optimo NW1994	Max rezagos usados
54	3	3
60	3	3
96	3	3

Fuente: Elaboración propia con base en información del Formato T.2.5.

4.4.2 DiD básico (MCO Agrupado)

El primer modelo causal estimado es una regresión de diferencias en diferencias (DiD) en su forma más simple. Sobre el nivel de disponibilidad de cada unidad-periodo se regresa un indicador de pertenencia al grupo tratamiento, un indicador de periodo posterior a la resolución, y su interacción como se muestra en la siguiente interacción:

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_1 \cdot TRATAMIENTO_i + \beta_2 \cdot POST_t + \beta_3 (TRATAMIENTO_i \times POST_t) + \varepsilon_{it}$$

Donde,

- Y_{it} es el porcentaje de disponibilidad del operador i en el mes t para una zona y tecnología específicas. Entendiendo como operador la empresa sea móvil o fija.
- $TRATAMIENTO_i$ es igual a 1 si el operador pertenece al grupo de los tratados y es igual a 0 si pertenece al grupo control.
- $POST_i$ es igual a 1 si estamos en el periodo posterior a la intervención (desde agosto de 2022).
- β_3 recoge el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados (ATT por sus siglas en inglés)
- ε_{it} Errores estándar clusterizados por operador.

El coeficiente de la interacción recoge el efecto causal de interés bajo el supuesto de tendencias paralelas, es decir, la diferencia en el cambio promedio de disponibilidad de los tratados frente al grupo control, entre el periodo previo y posterior a la entrada en vigor de la norma, equivalente, algebraicamente, a la doble diferencia de medias entre grupo y periodo.

El modelo se ajusta por mínimos cuadrados ordinarios, con errores estándar clusterizados (agrupados) a nivel de unidad, para tener en cuenta que las observaciones de una misma unidad a lo largo de los meses no son independientes entre sí. Esta especificación básica no incorpora efectos fijos de entidad ni de tiempo, por lo que sirve como punto de referencia inicial y no controla por heterogeneidad no observada entre unidades ni por choques comunes en el tiempo.

4.4.3 **DiD con efectos fijos**

Para robustecer el análisis se estima un modelo más completo que el DiD anterior, al incorporar efectos fijos de tiempo y de operador, capturando cualquier diferencia de nivel constante entre unidades, incluida la pertenencia al grupo de tratamiento. En concreto, se estima la siguiente especificación:

$$Y_{it} = \beta (TRATAMIENTO_i \times POST_i) + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

Donde,

- Y_{it} es el porcentaje de disponibilidad del operador i en el mes t para una zona y tecnología específicas.
- $TRATAMIENTO_i$ es igual a 1 si el operador pertenece al grupo de los tratados y es igual a 0 si pertenece al grupo control.
- $POST_i$ es igual a 1 si estamos en el periodo posterior a la intervención (agosto de 2022).
- α_i son efectos fijos por operador que absorbe $TRATAMIENTO_i$ y cualquier diferencia a nivel permanente entre unidades.
- γ_t efecto fijo de tiempo (mes calendario) que absorbe $POST_i$ y cualquier choque común a todos los operadores en ese mes como datos anómalos documentados.
- β recoge el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados (ATT), ahora identificado únicamente por la variación dentro de cada operador a lo largo del tiempo, neta de choques comunes por mes.
- ε_{it} Errores estándar clusterizados por operador.

El modelo se ajusta con mínimos cuadrados con efectos fijos de doble vía, con errores estándar agrupados a nivel unidad. Esta especificación se prefiere al modelo básico porque controla por heterogeneidad no observada entre operadores/municipios, como diferencias estructurales de infraestructura, y por choques temporales que afectan a todas las unidades por igual, reduciendo el riesgo de que el ATT estimado refleje factores al tratamiento.

Ahora bien, la prueba de tendencias paralelas se basa en un estudio de eventos, en lugar de una única variable de periodo. Se estima una dummy por cada mes relativo a la entrada en vigor de la resolución (ventana de -12 a +18 meses, con el mes inmediatamente anterior al corte como referencia omitida), interactuada con el indicador de tratamiento, junto con efectos fijos de entidad y de tiempo.

El supuesto de tendencias paralelas se prueba formalmente mediante un *test* de *Wald* conjunto sobre los coeficientes de los meses previos al corte ("leads"), bajo la hipótesis nula de que todos son simultáneamente cero. El estadístico sigue una distribución chi-cuadrado, con grados de libertad iguales al número de coeficientes restringidos, y se calcula usando una matriz de varianzas-covarianzas clusterizada por unidad, robusta a la correlación serial de las observaciones dentro de cada unidad a lo largo del tiempo.

El modelo subyacente se estima con el panel completo, antes y después del corte. Es necesario para identificar los efectos fijos y los coeficientes posteriores al tratamiento. Sin embargo, la prueba de hipótesis en sí misma se aplica únicamente al subconjunto de coeficientes correspondientes a los meses previos a la intervención, dejando libres los posteriores.

Se considera que el supuesto se rechaza con un p-valor inferior a 0,10. Cuando el rechazo resulta impulsado por un coeficiente aislado en un mes muy alejado del corte y con escaso respaldo muestral, se aplica una verificación de robustez recalculando el mismo estadístico sobre el modelo ya ajustado, restringido a los meses más cercanos a la intervención.

Estos análisis se desarrollaron en Python, usando *pandas* y *numpy* para el manejo de datos, *statsmodels* para los modelos de series de tiempo interrumpidas (ITS) con errores robustos Newey y West (1994) y el DiD básico. Para el DiD con efectos fijos, el estudio de eventos y los test de Wald se usó *linearmodels*, en específico el módulo *panelOLS*. Los análisis de las Hipótesis 1 y 2 se realizaron empleando R, para la generación de los mapas se empleó la librería *simple features (sf)* con cartografías del Marco Geoestadístico Nacional del DANE.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 19 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

5 Resultados

5.1 Hipótesis 1: La metodología de medición de la calidad del servicio de datos móviles extremo a extremo mediante *crowdsourcing* representa una mejora en términos de eficiencia frente a la metodología basada en sondas, al mantener los atributos de representatividad y visibilidad de las mediciones con menores costos de implementación y operación.

Para realizar la comparación de los costos asociados a las metodologías de medición mediante sondas y *crowdsourcing*, los valores monetarios reportados por los operadores fueron expresados en pesos constantes de diciembre de 2024, utilizando el Índice de Precios al Consumidor (IPC) total nacional publicado por el DANE⁴, con el propósito de eliminar el efecto de la variación del nivel general de precios entre los periodos analizados. Adicionalmente, se realizaron depuraciones sobre la información reportada por los operadores, excluyendo aquellos costos que, de acuerdo con la información disponible, no se encontraban directamente asociados a la implementación y operación del esquema de medición⁵.

A partir de la información depurada, y teniendo en cuenta que los periodos analizados para cada metodología son diferentes, la comparación se realizó con base en los costos promedio anuales. Los resultados muestran una reducción sustancial de los costos bajo la metodología de *crowdsourcing*. En particular, el costo promedio anual pasó de \$10.411,6 millones bajo el esquema de sondas a \$1.621,3 millones mediante *crowdsourcing*, lo que representa una reducción del 84,4%.

Esta reducción se observa tanto en los costos de inversión como en los de operación. El CAPEX promedio anual pasó de \$4.826,9 millones a \$646,7 millones, equivalente a una reducción del 86,6%, mientras que el OPEX promedio anual disminuyó de \$5.584,7 millones a \$974,6 millones, correspondiente a una reducción del 82,5%. Los resultados se presentan en la siguiente tabla. En cuanto a la estructura de costos, el esquema de sondas involucraba inversiones asociadas a la adquisición y adecuación de equipos, así como costos recurrentes derivados de su operación. Estos últimos comprendían actividades relacionadas con la selección y revisión de sitios, desplazamientos, instalación, desinstalación, mantenimiento y gestión de las sondas, además de la coordinación requerida para efectuar las mediciones conjuntas y simultáneas y la rotación de equipos en los municipios en los que resultaba aplicable.

⁴ Los valores monetarios fueron expresados en pesos constantes de diciembre de 2024, utilizando el Índice de Precios al Consumidor (IPC) total nacional publicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Para cada año, los valores nominales fueron actualizados aplicando la relación entre el IPC de diciembre de 2024 y el IPC de diciembre del año correspondiente.

⁵ Claro (COMCEL S.A.): Se excluyeron de los costos del esquema de sondas los valores asociados a sanciones, dado que el operador indicó que estos se encontraban incluidos dentro de los costos reportados. Para su identificación se utilizó la respuesta del MinTIC a la solicitud de información con Radicado interno No. 201023064, relacionada con sanciones por mediciones en campo de calidad de datos móviles

Tabla 3. Comparación de los costos de medición de la calidad del servicio de datos móviles mediante sondas y crowdsourcing

Metodología	Periodo	CAPEX total	OPEX total	Costo total	CAPEX promedio anual	OPEX promedio anual	Costo promedio anual
Sondas	2016-2018	14.480,6	16.754,2	31.234,8	4.826,9	5.584,7	10.411,6
Crowdsourcing	2023-2024	1.940,1	2.923,9	4.864,0	646,7	974,6	1.621,3
Variación		-86,1%	-82,5%	-84,4%	-86,6%	-82,5%	-84,4%

Cifras en millones de pesos constantes de diciembre de 2024
Fuente: Elaboración CRC con base en la información reportada por los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles en respuesta a los requerimientos de información No. 2020-006 y No. 2025-043.

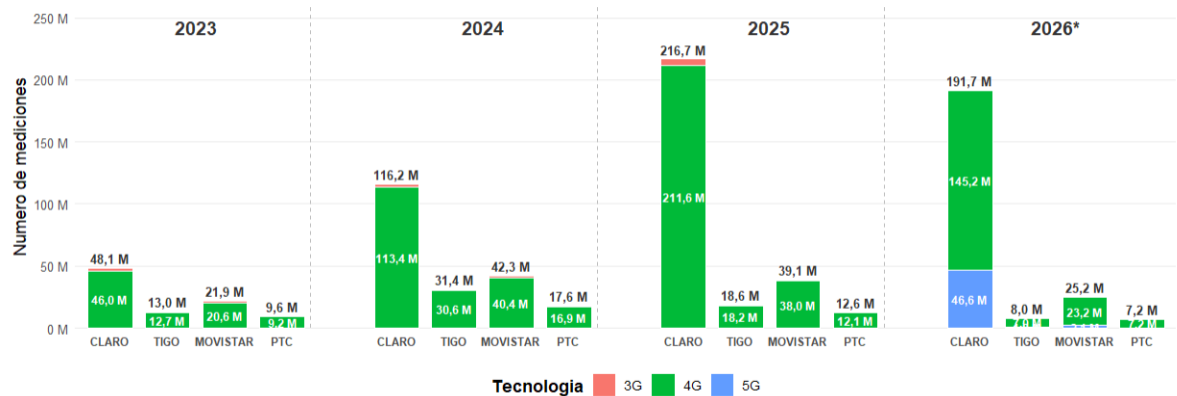
En contraste, bajo la metodología de *crowdsourcing*, los costos reportados se concentran principalmente en la contratación de la solución tecnológica de medición y en los desarrollos, adecuaciones e integraciones requeridos en las aplicaciones móviles de los operadores para habilitar la recolección de las mediciones. En consecuencia, se reduce la necesidad de adquirir y desplegar infraestructura física destinada específicamente a la medición, así como las actividades operativas asociadas a su instalación, mantenimiento y rotación.

Esta reducción se observa de manera consistente en los tres operadores para los cuales se dispone de información comparable entre ambas metodologías. El costo promedio anual disminuyó entre 82,4% y 86,7%, lo que evidencia que la reducción observada a nivel agregado no está explicada por el comportamiento particular de un único operador.

Adicionalmente, se analizó la evolución de los costos de *crowdsourcing* entre 2023 y 2024 y su relación con el volumen de mediciones generado. Para garantizar la comparabilidad entre periodos, los costos fueron expresados en pesos constantes de diciembre de 2024. Los resultados muestran que el costo real agregado de *crowdsourcing* aumentó 3,1% entre 2023 y 2024.

Con el fin de contrastar este comportamiento con la evolución de la información generada, la siguiente ilustración presenta el número de mediciones obtenidas mediante *crowdsourcing*, desagregado por operador y tecnología. Al comparar esta evolución con los costos, se observa que el crecimiento del volumen de mediciones no estuvo acompañado de un incremento proporcional en el costo de la metodología, lo cual resulta consistente con una estructura en la que una parte relevante de los costos corresponde a la contratación de la solución tecnológica y a su integración con las aplicaciones de los operadores, componentes que no dependen directamente del número de mediciones recolectadas.

Ilustración 1. Número de mediciones de calidad validas por año, según operador y Tecnología

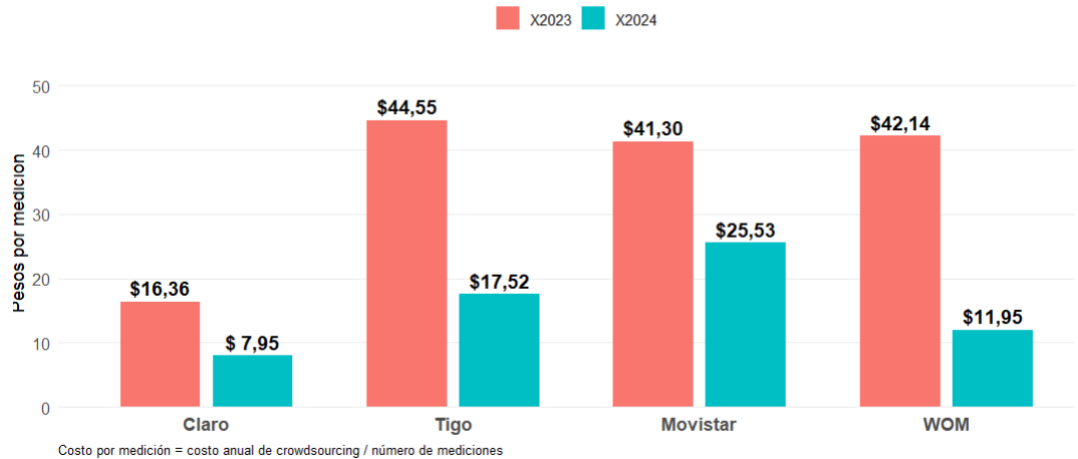


Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX (SpeedtestSamplexCRC) y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Este comportamiento se refleja en la evolución del costo promedio por medición, calculado como la relación entre el costo anual de *crowdsourcing* y el número de mediciones obtenidas en el mismo periodo. Entre 2023 y 2024, este indicador disminuyó en todos los operadores: en Claro pasó de \$16,36 a \$7,95 por medición; en Tigo, de \$44,55 a \$17,52; en Movistar, de \$41,30 a \$25,53; y en WOM, de \$42,14 a \$11,95, lo que representa reducciones de 51,4%, 60,7%, 38,2% y 71,6%, respectivamente.

Ilustración 2. Costos por medición, por operador

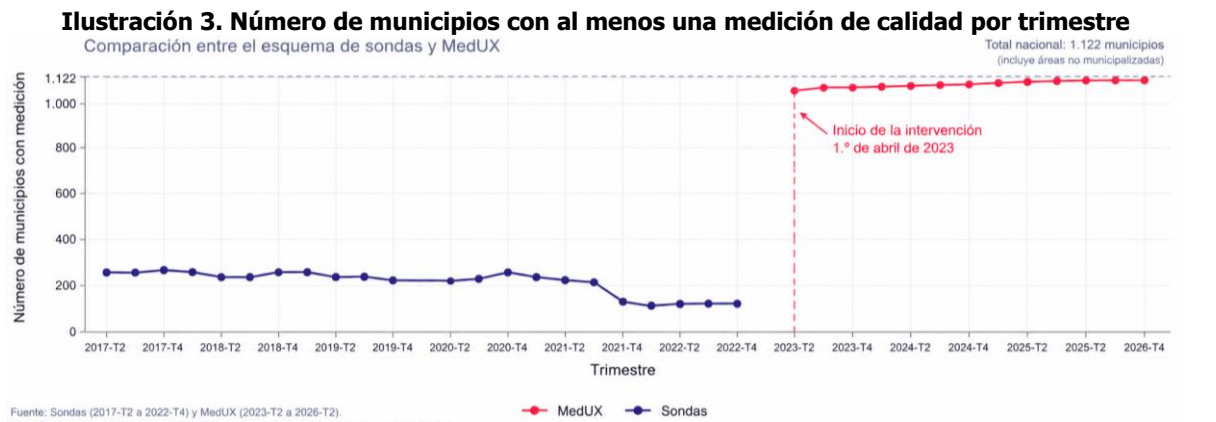
2023–2024 · Pesos constantes de diciembre de 2024



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX (SpeedtestSamplexCRC) y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

5.2 Hipótesis 2: La implementación de la metodología de medición mediante crowdsourcing fortaleció el seguimiento regulatorio del cumplimiento de los indicadores de calidad, permitiendo una mayor cobertura geográfica de las mediciones, una mayor representatividad de los resultados y una mejor identificación de los municipios que requieren la implementación de acciones correctivas por parte de los operadores

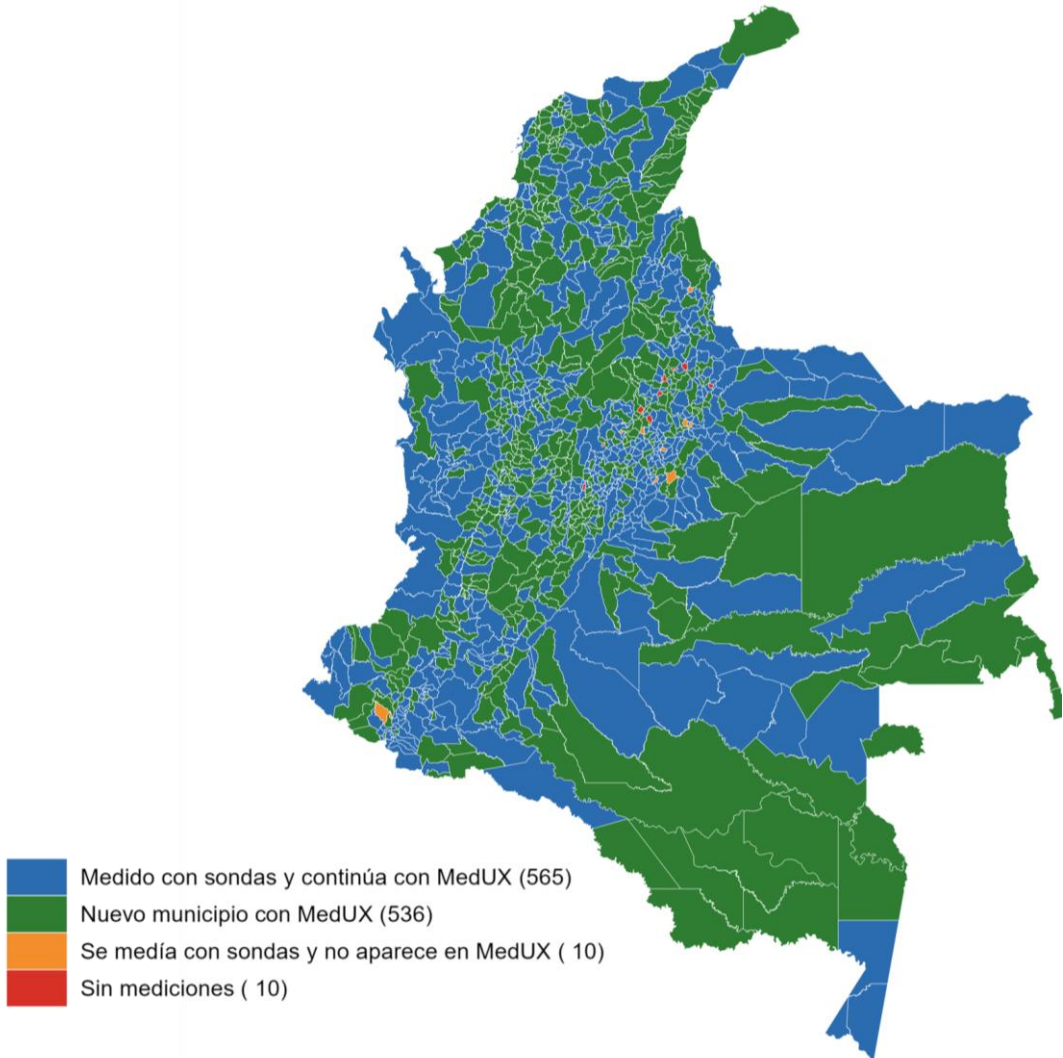
Además de las eficiencias observadas en términos de costos, la implementación de la metodología de crowdsourcing amplió sustancialmente el alcance geográfico de las mediciones. Bajo el esquema de sondas, durante la mayor parte del periodo analizado se registraron mediciones en aproximadamente 200 a 270 municipios por trimestre, con una reducción hacia el final del periodo hasta alcanzar 83 municipios en el cuarto trimestre de 2022. Con crowdsourcing, la cobertura aumentó a 1.068 municipios con al menos una medición en el segundo trimestre de 2023 y continuó ampliándose hasta alcanzar 1.097 municipios en el segundo trimestre de 2026, acercándose progresivamente al total de municipios y áreas no municipalizadas considerado en el análisis.



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Para complementar este análisis e identificar los cambios en la cobertura territorial entre ambas metodologías, el siguiente mapa presenta la transición de los municipios medidos bajo el esquema de sondas hacia crowdsourcing. El color naranja representa los municipios cubiertos por ambas metodologías; el verde, aquellos incorporados con crowdsourcing; el rojo, los que contaban con mediciones mediante sondas, pero no con crowdsourcing; y el gris, aquellos sin mediciones en ninguna de las metodologías analizadas. Los resultados evidencian una ampliación sustancial de la cobertura territorial. De los municipios previamente medidos mediante sondas, 565 mantuvieron cobertura, mientras que 536 nuevos municipios fueron incorporados con crowdsourcing. En contraste, únicamente 10 municipios previamente cubiertos dejaron de registrar mediciones, y 10 permanecieron sin mediciones bajo ambas metodologías.

Ilustración 4. Transición de la cobertura geográfica de las mediciones entre sondas y crowdsourcing



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025. Periodos analizados: sondas, 2017 3T a 4T de 2022; crowdsourcing, 2T de 2023 a 2T de 2026.

Los nuevos municipios medidos se encuentran distribuidos en gran parte del territorio nacional, aunque su incorporación fue especialmente importante en Antioquia (63 municipios), Santander (44); Cundinamarca (42), Boyacá (35), y Tolima (34). En conjunto, estos cinco departamentos concentran 218 de los 536 nuevos municipios con mediciones, lo que representa aproximadamente el 40,7% de los nuevos municipios con mediciones.

Si bien el análisis anterior permite establecer la ampliación de la cobertura geográfica, la presencia de al menos una medición en un municipio durante el periodo analizado no permite determinar si dicha cobertura se mantuvo de manera recurrente en el tiempo. Por esta razón, se analizó la continuidad de las mediciones, considerando la proporción de trimestres en los que cada municipio registró información bajo cada metodología.

Los resultados muestran una diferencia sustancial en la continuidad territorial de las mediciones entre ambas metodologías. Con *crowdsourcing*, 1.064 municipios (97% de los municipios medidos) registraron información en todos los trimestres analizados, mientras que bajo el esquema de sondas esta condición se presentó únicamente en 12 municipios (2%). En contraste, bajo el esquema de sondas, la mayor proporción de municipios (67%) registró mediciones en hasta el 25% de los trimestres analizados, lo que evidencia una mayor intermitencia de las mediciones en el tiempo.

Tabla 4. Continuidad en las series: Sondas vs. Crowdsourcing

Proporción de trimestres con mediciones	Sondas Municipios	Sondas%	Crowdsourcing Municipios	Crowdsourcing%
Menos del 25% de los trimestres	388	67%	10	1%
>25% a 50% de los trimestres	27	5%	7	1%
>50% y menos del 100%	148	26%	20	2%
Todos los trimestres	12	2%	1.064	97%

Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

En conjunto, los resultados muestran que la implementación de *crowdsourcing* estuvo acompañada no solo de una ampliación de la cobertura geográfica, sino también de una mayor continuidad temporal de las mediciones. No obstante, la existencia y recurrencia de mediciones en un municipio no implica necesariamente que el número de observaciones sea suficiente para alcanzar los tamaños muestrales establecidos regulatoriamente. Por esta razón, a continuación, se analiza la suficiencia de las mediciones frente a los criterios definidos en el Anexo 5.3.

No obstante, la ampliación de la cobertura geográfica de las mediciones no implica necesariamente una mayor comparabilidad de los indicadores de calidad entre operadores. Bajo la metodología de *crowdsourcing*, los ámbitos geográficos de medición se determinan individualmente para cada operador en función de su número de líneas móviles. En consecuencia, un mismo municipio puede

constituir un ámbito de medición independiente para un operador, mientras que para otro puede formar parte de la agrupación denominada «resto de departamento». Esta situación limita la comparación directa de los indicadores de calidad entre operadores en aquellos municipios donde los ámbitos geográficos no coinciden, a diferencia del esquema de sondas, en el que los operadores coordinaban los municipios y puntos de medición.

Con el propósito de evaluar la disponibilidad, suficiencia y cobertura territorial de las mediciones de calidad del servicio de datos móviles 4G, se analizaron las mediciones correspondientes al periodo enero-junio de 2026 y se contrastaron con los tamaños de muestra definidos para cada ámbito geográfico, considerando su comportamiento mensual y el promedio móvil de las mediciones durante el periodo analizado. Este análisis parte de la metodología establecida en el Anexo 5.3 de la Resolución CRC 5050 de 2016, según la cual el ámbito geográfico de medición corresponde a las divisiones político-administrativas de municipio, localidad o comuna sobre las cuales se realizan las mediciones de los indicadores de calidad del servicio de datos móviles.

En particular, la metodología establece como ámbito «Municipal» aquellos municipios en los que el PRSTM cuenta con cobertura 4G y con 4.000 o más líneas móviles ajustadas. Para los municipios con más de 500.000 habitantes⁶, el tamaño de muestra se determina de manera desagregada por localidad o comuna, a partir de la información disponible para cada PRSTM sobre la ubicación de sus líneas móviles ajustadas. A su vez, las localidades o comunas que individualmente no superan el umbral de 4.000 líneas móviles ajustadas se agrupan en el ámbito «Resto de municipio», mientras que los municipios que no alcanzan dicho umbral se agrupan, a nivel departamental, en el ámbito «Resto de departamento».

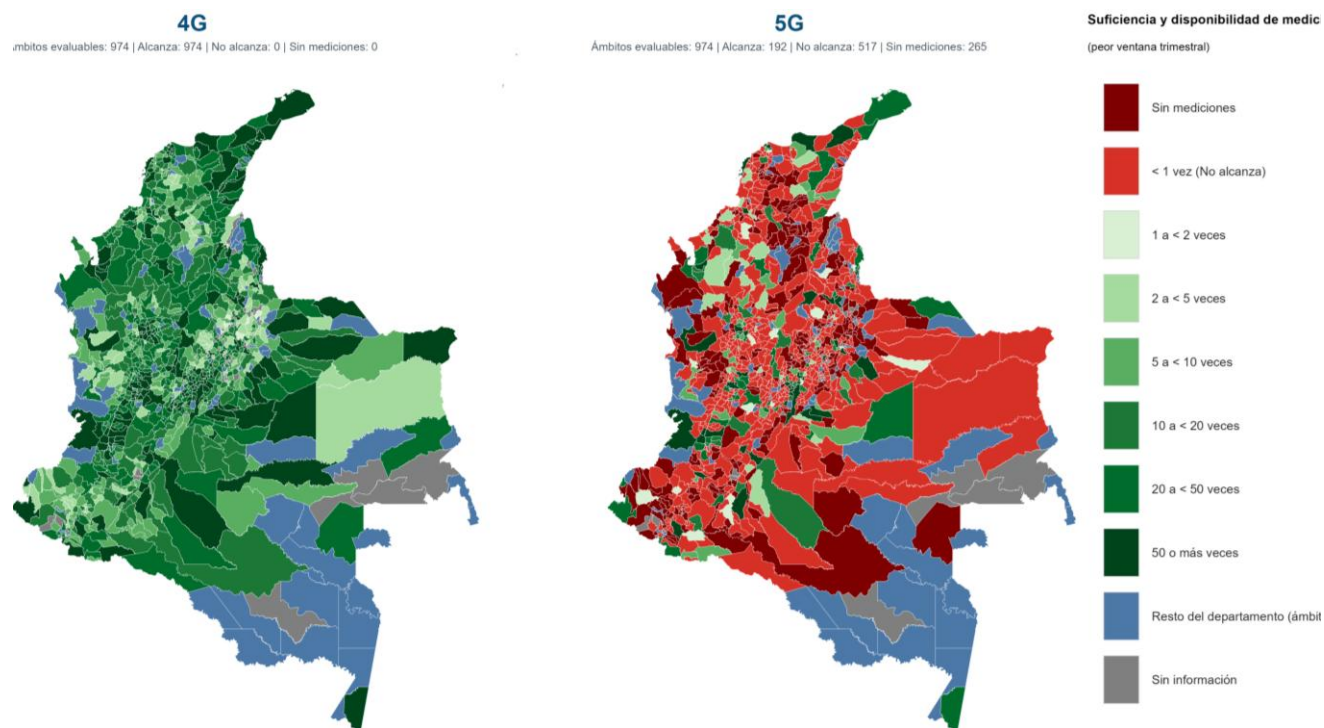
Para evaluar la suficiencia de las mediciones, se determinó para cada ámbito geográfico el número de mediciones válidas de velocidad de descarga, velocidad de carga, latencia y *jitter*, tomando como referencia el indicador con el menor número de observaciones. Este valor se contrastó con el tamaño de muestra exigido para cada ámbito geográfico, incluida la sobremuestra del 10%, considerando tanto las mediciones obtenidas mensualmente como su promedio móvil trimestral. A partir de esta comparación si se alcanza el tamaño de muestra durante el periodo analizado.

5.2.1 COMUNICACIÓN CELULAR S.A. (CLARO)

Para CLARO, los resultados de 4G evidencian una alta suficiencia muestral bajo el esquema de trimestre móvil. De los 975 ámbitos evaluables, 974 alcanzan el tamaño de muestra de referencia y solo en Belén de Bajirá no alcanza la muestra. Adicionalmente, en la mayor parte de municipios se alcanza ampliamente el mínimo requerido, logrando en algunos casos 20, 50 o más veces el tamaño de muestra.

⁶ De acuerdo con las cifras de población utilizadas para la aplicación del criterio, los municipios con más de 500.000 habitantes corresponden a: Bogotá, D.C. (8.034.649), Medellín (2.700.443), Cali (2.316.513), Barranquilla (1.341.785), Cartagena de Indias (1.074.342), Soacha (857.683), San José de Cúcuta (799.304), Soledad (699.389), Bucaramanga (627.952), Bello (588.462), Valledupar (566.237), Villavicencio (562.081), Santa Marta (561.907) e Ibagué (547.254).

Ilustración 5. Suficiencia en muestra Claro- Promedio trimestre móvil



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX (SpeedtestSamplexCRC) y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

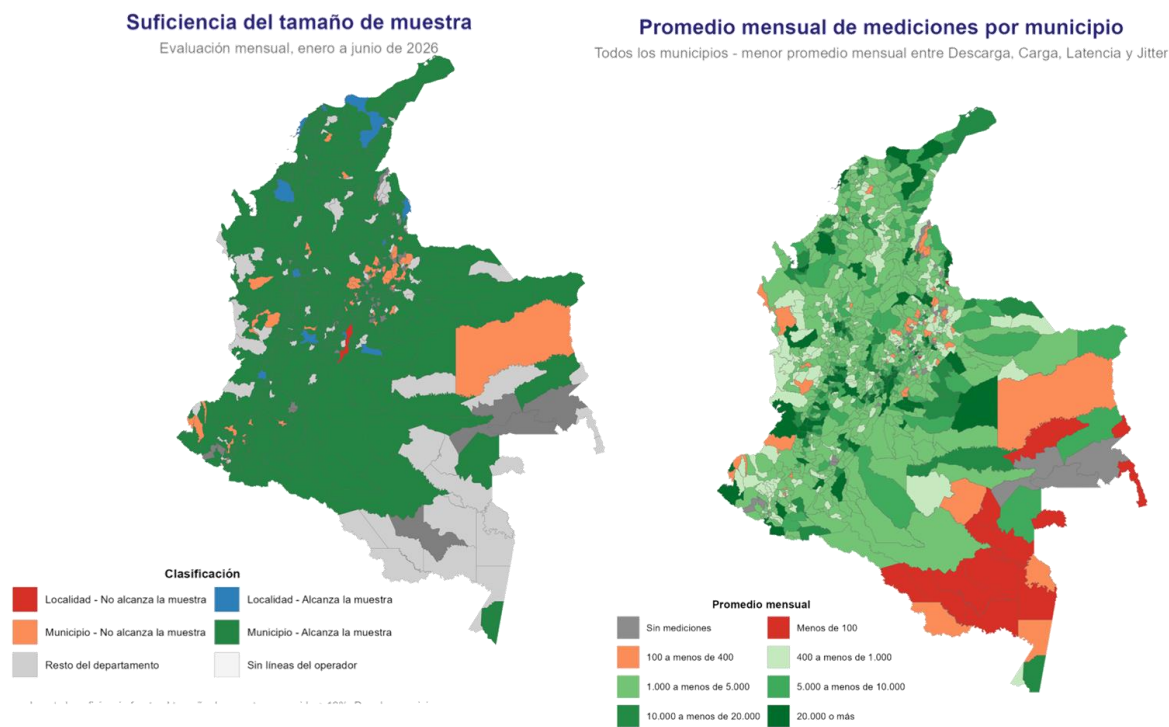
Para 5G se realizó un ejercicio complementario utilizando como referencia el mismo tamaño de muestra considerado para 4G, con el propósito de evaluar si el volumen actual de mediciones permitiría alcanzar un nivel de suficiencia equivalente bajo una ventana trimestral móvil. Los resultados muestran un comportamiento diferente al observado en 4G: de los 975 ámbitos evaluables, 192 (19,7%) alcanzan el tamaño de muestra de referencia, 594⁷ (60,9%) registran mediciones, pero no alcanzan dicho tamaño, y 189 (19,4%) no registran mediciones para esta tecnología. Desde el punto de vista territorial, los ámbitos que alcanzan la referencia presentan una concentración visible en las principales ciudades y en municipios de sus áreas metropolitanas o zonas de influencia, particularmente en los entornos de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga y Cúcuta.

Al reducir la ventana de análisis a una periodicidad mensual, los resultados muestran que la suficiencia de la muestra se mantiene en una proporción importante de los ámbitos geográficos evaluados. En particular, 915 municipios alcanzan el tamaño de muestra requerido durante todos los meses del período enero-junio de 2026, mientras que 59 no lo alcanzan en al menos uno de los seis meses

⁷ De los 594 municipios con al menos una medición 5G de Claro, 332 (55,9 %) registraron 10 mediciones o menos en el trimestre móvil con menor número de observaciones; 124 (20,9 %) registraron entre 11 y 50 mediciones, y los 138 restantes (23,2 %) superaron las 50 mediciones.

analizados. Por su parte, entre los municipios sujetos a desagregación por localidad, 14 alcanzan la muestra durante todo el período y solo para Bogotá en localidad de Sumapaz no alcanza la muestra en al menos un mes.

Ilustración 6 Suficiencia en muestra mensual y promedio de mediciones-Claro



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Al analizar la distribución geográfica de los 59 municipios que no alcanzan el tamaño de muestra en al menos uno de los meses evaluados, se evidencia una concentración en los municipios de Santander, que registra 20 municipios, Boyacá 12 y Nariño 9, de manera que estos tres departamentos agrupan 41 de los 59 casos identificados (69,5%). Chocó presenta otros 5 municipios, con lo cual estos cuatro departamentos concentran el 78,0% de los casos. Los 18 municipios restantes se distribuyen entre Cauca, Antioquia, Huila, Cesar, Cundinamarca, Magdalena, Vichada, Norte de Santander, Bolívar, Casanare y Tolima.

Como complemento al análisis nacional de Claro, se evaluó la suficiencia y disponibilidad de las mediciones a nivel de localidad. En Bogotá, todas las localidades evaluadas superan ampliamente el tamaño de muestra requerido, incluso considerando para cada una el mes y el indicador más

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 28 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

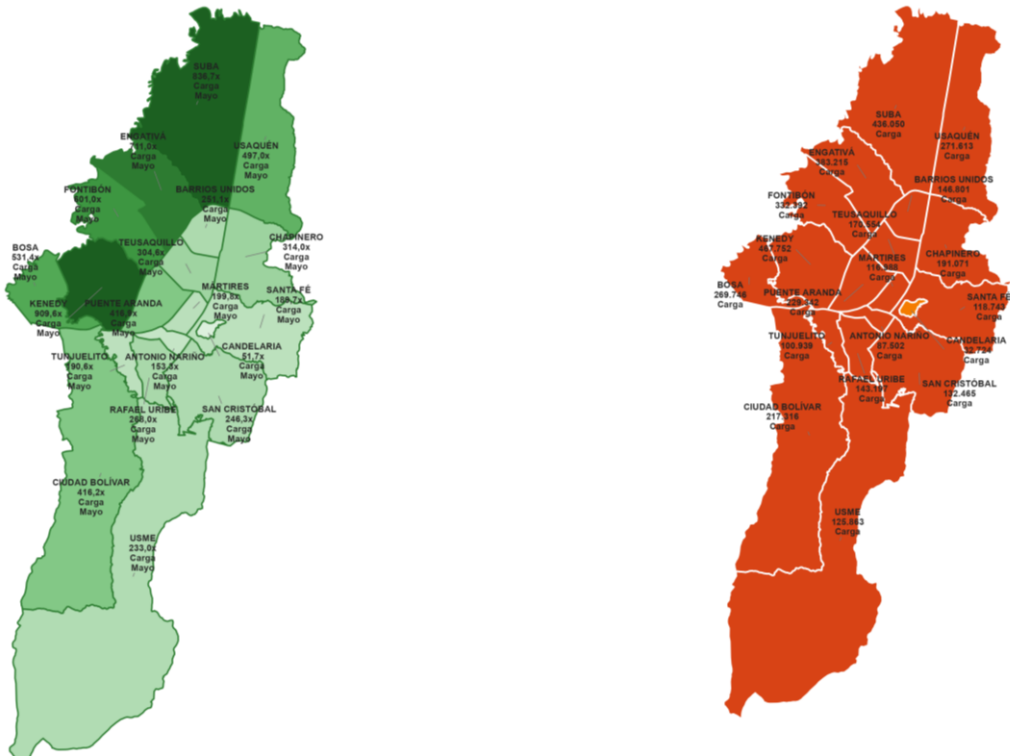
restrictivos. Suba presenta el mayor margen, con 836,7 veces la muestra requerida y un promedio mensual de 416.850 mediciones, mientras que La Candelaria, con el menor margen, alcanza 51,7 veces la muestra y registra en promedio 26.794 mediciones mensuales.

Estos resultados muestran un volumen de datos considerablemente superior al requerido por el marco muestral actual. En términos teóricos, el volumen observado en Suba podría soportar del orden de 836 unidades de análisis con un tamaño de muestra equivalente al actualmente exigido, siempre que las mediciones presenten una distribución espacial suficientemente homogénea. En este sentido, los resultados sugieren un potencial significativo para aumentar la granularidad territorial de la evaluación, sujeto a verificar la distribución geográfica de las mediciones dentro de cada localidad.

Ilustración 7. Suficiencia y disponibilidad de mediciones 4G por localidad, Bogotá.

Suficiencia mensual del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico

Promedio mensual de mediciones por localidad
Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter

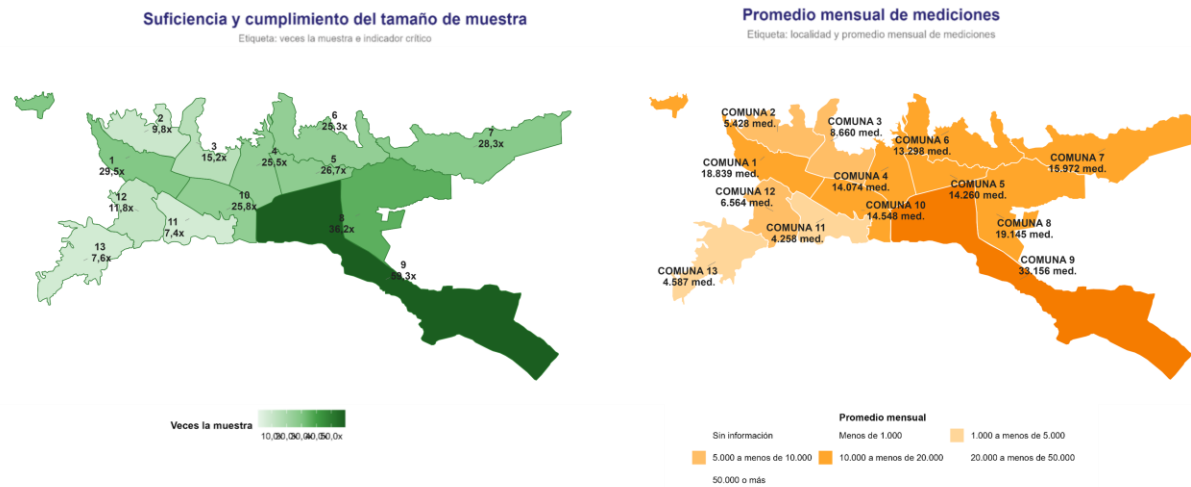


Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Ibagué, que corresponde a la ciudad con menor población entre aquellas que, de acuerdo con el Anexo 5.3, requieren desagregación a nivel de localidad o comuna, también presenta mediciones superiores al tamaño de muestra requerido. La Comuna 9 registra el mayor margen, con 19,8 veces la muestra

y un promedio mensual de 10.346 mediciones, mientras que la Comuna 13, con el menor margen, alcanza 2,4 veces la muestra y aproximadamente 1.246 mediciones mensuales.

Ilustración 8.Suficiencia y disponibilidad de mediciones 4G por localidad, Ibagué



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

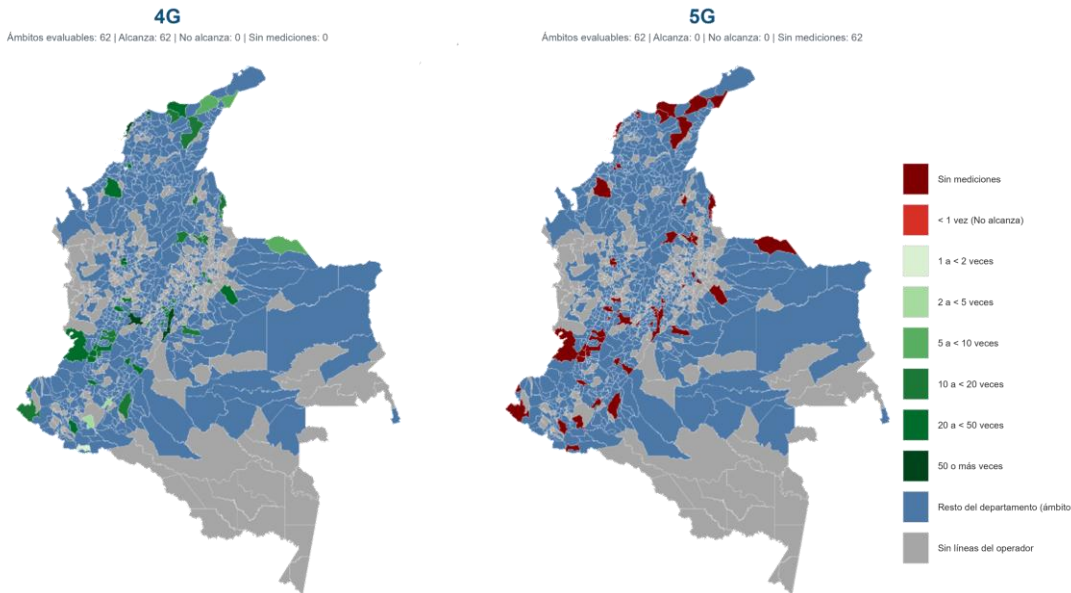
5.2.2 PARTNERS TELECOM COLOMBIA S.A.S. (PTC)

Para PTC, el marco muestral contempla 62 municipios sujetos a evaluación específica, de los cuales 12 requieren desagregación a nivel de localidad o comuna y 50 son evaluados directamente a nivel municipal. Para 4G, los resultados muestran una suficiencia muestral generalizada, dado que todos los ámbitos definidos por el marco muestral alcanzan el tamaño de muestra de referencia bajo el esquema de promedio móvil trimestral, tanto aquellos evaluados directamente a nivel municipal como los que requieren desagregación a nivel de localidad o comuna. Para 5G, a junio de 2026, PTC no registra mediciones, por lo que no es posible realizar el análisis de suficiencia muestral para esta tecnología.

De manera complementaria, se analizó la disponibilidad promedio mensual de mediciones en todos los municipios del país. Como se observa en el siguiente mapa, los resultados muestran un alto nivel de suficiencia de las mediciones: los 12 municipios con desagregación por localidad o comuna cumplen con la muestra definida, mientras que, de los 50 municipios evaluados directamente a nivel municipal, 47 cumplen y 3 presentan incumplimiento en al menos uno de los meses analizados.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 30 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 9. Suficiencia en muestra PTC- Promedio trimestre móvil



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

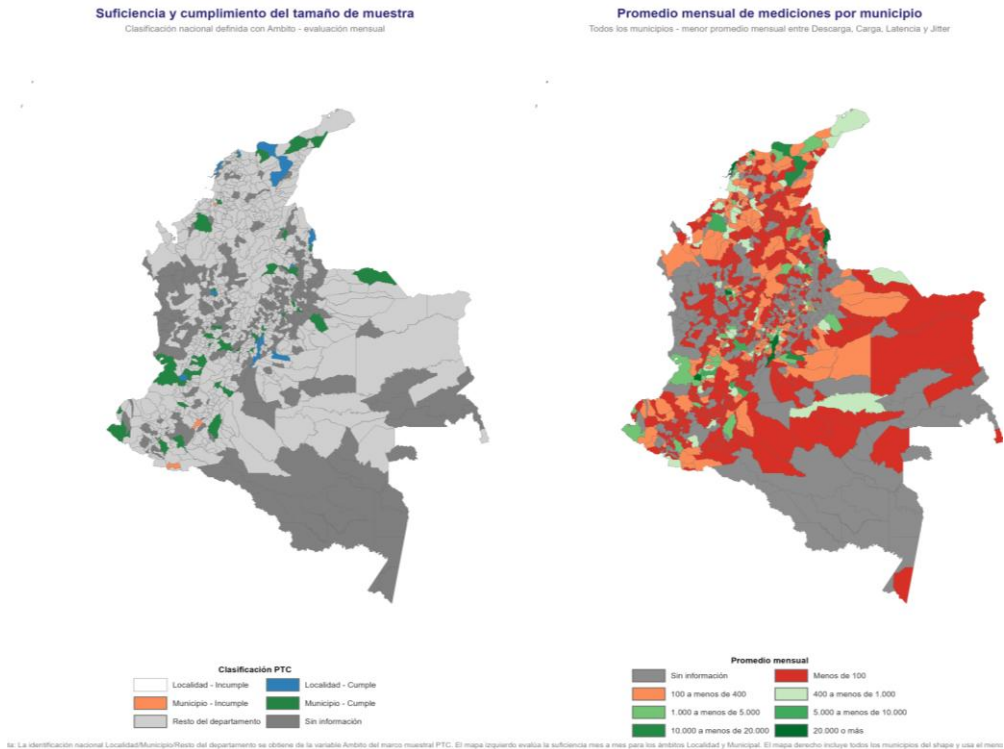
La Ilustración 10 permite contrastar la suficiencia de los ámbitos actualmente definidos en el marco muestral con la disponibilidad de mediciones observada en el territorio nacional. Mientras el mapa de la izquierda presenta el cumplimiento del tamaño de muestra para los ámbitos sujetos a evaluación, el mapa de la derecha muestra el promedio mensual de mediciones disponible en todos los municipios, tomando como referencia la información del indicador con menor promedio de observaciones por municipio (descarga, carga, latencia y jitter). Esta comparación evidencia que la disponibilidad de información obtenida mediante *crowdsourcing* se extiende más allá de los municipios que actualmente son objeto de la evaluación individual.

En particular, en el mapa de la derecha se identifican 65 municipios con un promedio mensual igual o superior a 400 mediciones, representados en tonalidades verdes. Geográficamente, estos municipios se concentran principalmente en la región Andina y alrededor de las principales áreas metropolitanas y corredores urbanos. Se destacan, entre otros, municipios del entorno metropolitano de Medellín como Sabaneta (2.718), La Estrella (1.559), Rionegro (1.531), Caldas (1.274) y Copacabana (1.007); del entorno de Barranquilla, como Galapa (2.610), Puerto Colombia (2.331) y Baranoa (1.046); y de la Sabana de Bogotá, como Cajicá (2.269), Cota (2.082) y Sibaté (1.088).

A su vez, la ilustración evidencia que esta disponibilidad no se presenta de manera homogénea en el territorio nacional. La ilustración muestra una proporción importante de municipios en las categorías de menor disponibilidad, tonalidades rojas y naranjas, así como territorios con un número muy reducido o ausencia de mediciones. En consecuencia, aunque el *crowdsourcing* evidencia un potencial para ampliar la granularidad geográfica en determinados municipios, especialmente alrededor de áreas metropolitanas y corredores urbanos, persisten brechas territoriales que impedirían plantear una desagregación generalizada.

Adicionalmente, entre los municipios que actualmente son evaluados a nivel municipal se identifican algunos con una disponibilidad de mediciones considerablemente superior al tamaño de muestra requerido. Este es el caso de Bello, Itagüí, Montería, Neiva, Ibagué y Palmira, todos con cumplimiento durante los seis meses analizados y con promedios mensuales superiores a 5.000 mediciones, tomando como referencia el indicador con menor disponibilidad. Si bien estos municipios se mantienen en un ámbito de evaluación municipal debido a que sus localidades o comunas no alcanzan individualmente el umbral de 4.000 líneas móviles ajustadas requerido para su desagregación, el volumen de mediciones observado evidencia un potencial para analizar una mayor granularidad geográfica mediante *crowdsourcing*.

Ilustración 10. Suficiencia en muestra mensual y promedio de mediciones- PTC



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 32 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Como complemento al análisis nacional de PTC, se evaluó la disponibilidad y suficiencia de sus mediciones a nivel de localidad o comuna. El marco muestral del operador contempla este nivel de desagregación en 12 ciudades, con 80 localidades o comunas sujetas a evaluación, de un total de 121 unidades territoriales identificadas en estas ciudades.

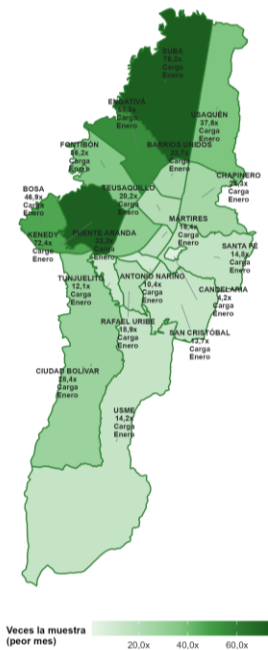
Los resultados para PTC muestran que las localidades actualmente evaluadas alcanzan el tamaño de muestra requerido y, en numerosos casos, presentan un volumen de mediciones considerablemente superior durante todos los meses analizados. Esta disponibilidad abre la posibilidad de considerar una mayor desagregación geográfica, siempre que la distribución espacial de las mediciones permita conformar unidades territoriales de menor tamaño que mantengan la suficiencia muestral requerida.

En Bogotá, este comportamiento resulta particularmente evidente. Aun considerando para cada localidad el mes y el indicador más restrictivos, se observan volúmenes superiores a la muestra requerida. Suba registra aproximadamente 76,8 veces la muestra requerida, mientras que La Candelaria, que presenta la menor relación entre las localidades evaluadas, registra aproximadamente 4,2 veces la muestra. De esta manera, incluso en la localidad con el menor margen se dispone de un volumen de observaciones superior al mínimo requerido.

Ilustración 11. Suficiencia y disponibilidad de mediciones 4G por localidad, Bogotá.

Suficiencia y cumplimiento mensual del tamaño de muestra

Localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico



Promedio mensual de mediciones

Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 33 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Por su parte, Villavicencio presenta un resultado complementario. De acuerdo con el marco muestral de PTC, la Comuna 5 es la única para la cual la información se desagrega individualmente, mientras que las demás comunas se incorporan en el ámbito “Resto de municipio”, al no superar individualmente el umbral de 4.000 líneas móviles ajustadas establecido en el Anexo 5.3 de la Resolución CRC 5050 de 2016. Sin embargo, aun sin alcanzar dicho umbral, se observa que varias de estas comunas cuentan actualmente con una disponibilidad relevante de mediciones, con promedios mensuales superiores a 1.000. Este resultado permite identificar un potencial de revisión del umbral de 4.000 líneas móviles ajustadas utilizado para definir la desagregación geográfica, en la medida en que un umbral inferior podría permitir incorporar nuevas localidades o comunas como ámbitos individuales de análisis cuando las mediciones disponibles resulten suficientes para satisfacer los requerimientos muestrales.

Ilustración 12. Suficiencia y disponibilidad de mediciones 4G por localidad, Villavicencio.

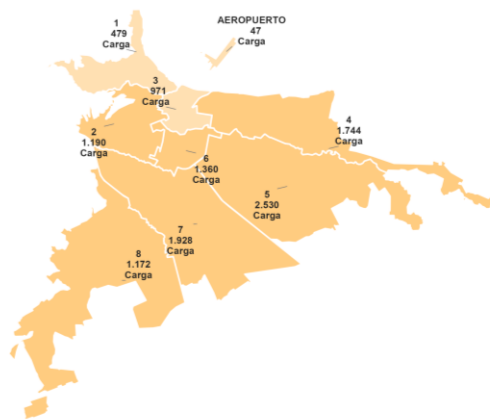
Suficiencia y cumplimiento mensual del tamaño de muestra

Localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico



Promedio mensual de mediciones

Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Los resultados detallados de PTC para las ciudades analizadas se presentan en el Anexo.

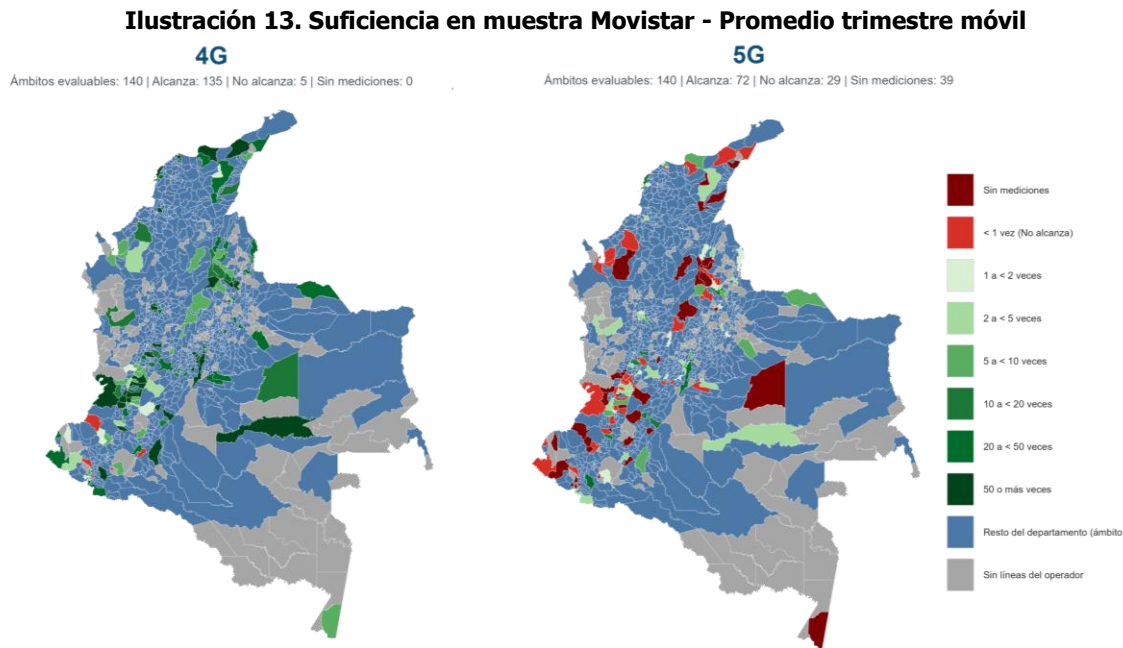
5.2.3 COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P. (MOVISTAR)

En el caso de Movistar, el marco muestral comprende 140 municipios, de los cuales 15 cuentan con desagregación a nivel de localidad o comuna y 125 corresponden a ámbitos evaluados directamente a nivel municipal. Para 4G, los resultados evidencian una amplia suficiencia de las mediciones bajo el esquema de promedio móvil trimestral. De los 140 ámbitos evaluables, 135 (96,4%) alcanzan el

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 34 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

tamaño de muestra de referencia y únicamente 5 (3,6%) no lo alcanzan. Además, el volumen de observaciones supera ampliamente el mínimo requerido en una proporción importante de los ámbitos: 80 presentan al menos 10 veces el tamaño de muestra de referencia y, dentro de estos, 43 alcanzan 50 o más veces dicho valor. Esto muestra que, para 4G, la disponibilidad de mediciones no solo permite alcanzar la muestra en la mayoría de los ámbitos, sino que en buena parte de ellos existe un margen considerable frente al mínimo exigido.

Para 5G, se realizó un ejercicio complementario utilizando como referencia el mismo tamaño de muestra definido para 4G, con el propósito de determinar si el volumen de mediciones disponible permitiría alcanzar un nivel equivalente de suficiencia bajo el esquema de promedio móvil trimestral. De los 140 ámbitos evaluables, 72 (51,4%) alcanzan el tamaño de muestra de referencia, mientras que 29 (20,7%) registran mediciones, pero no alcanzan el mínimo requerido, y 39 (27,9%) no registran mediciones de esta tecnología. Territorialmente, los ámbitos que alcanzan el tamaño de muestra se concentran principalmente en las principales ciudades y sus áreas metropolitanas o municipios aledaños, con una presencia destacada en Bogotá y la Sabana, Medellín y el Valle de Aburrá, Barranquilla y su entorno metropolitano, así como en Cali y Bucaramanga y sus municipios cercanos



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Al complementar el análisis de promedio móvil trimestral con una revisión a nivel mensual, los resultados de la siguiente ilustración muestran que los 15 municipios con desagregación a nivel de localidad o comuna alcanzan el tamaño de muestra requerido en todos los meses analizados. A nivel

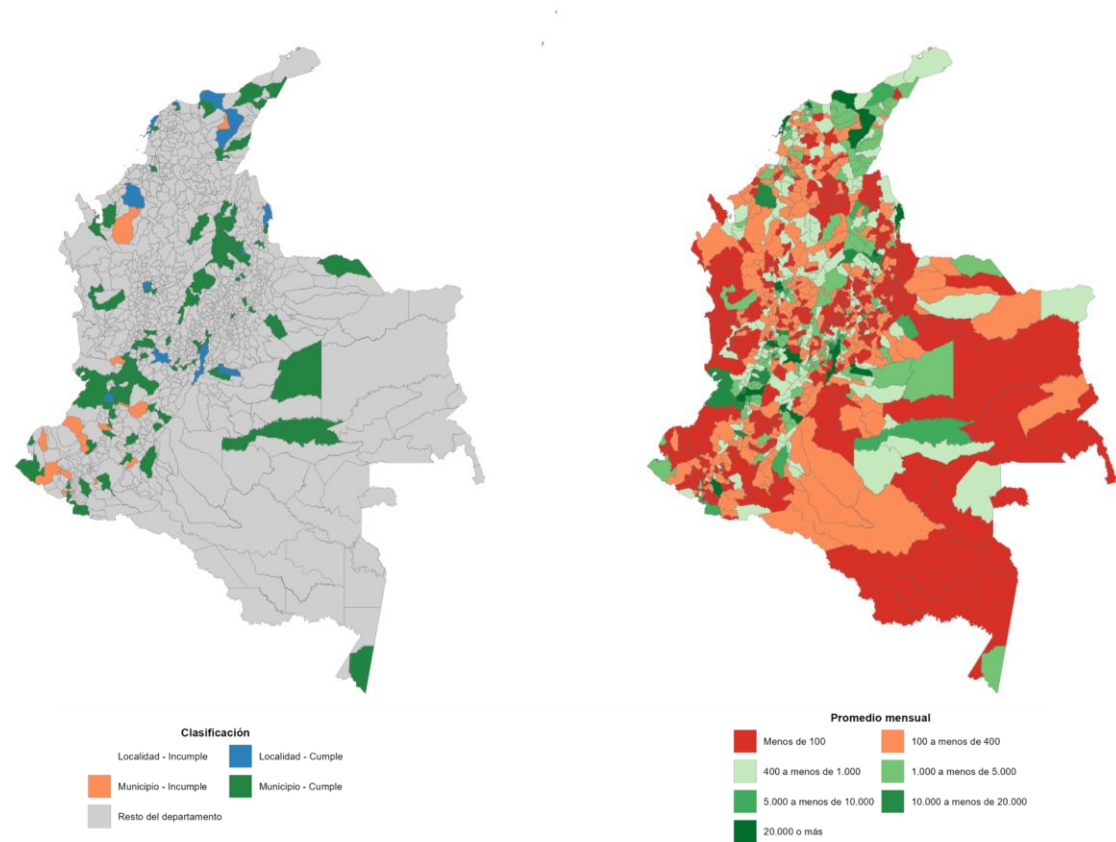
Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 35 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

municipal, este comportamiento se observa en 109 de los 125 municipios, mientras que 16 no alcanzan el tamaño de muestra en al menos uno de los meses analizados. Estos últimos presentan una concentración territorial principalmente en el suroccidente del país, dado que 10 de los 16 municipios se localizan en Cauca y Nariño, mientras que los demás se distribuyen de manera puntual en otros departamentos.

Ilustración 14. Suficiencia en muestra mensual y promedio de mediciones-Movistar

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Evaluación mensual, enero a junio de 2026

Promedio mensual de mediciones por municipio
Todos los municipios - menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Adicionalmente, se identificaron 240 municipios que, de acuerdo con el diseño muestral vigente, no requieren una desagregación individual a nivel municipal y se encuentran agregados como resto del departamento, pero que registran individualmente un promedio mensual de al menos 400 mediciones. Este resultado evidencia que, aun cuando estos municipios no cumplen actualmente el criterio de

líneas móviles ajustadas que determina su desagregación, el *crowdsourcing* está generando información individual a nivel municipal que podría permitir evaluar una mayor granularidad geográfica. (Ver ilustración)

Geográficamente, como se observa en la Ilustración 14, mayores niveles de disponibilidad muestran una concentración y continuidad espacial principalmente en la región Andina, particularmente en el centro del país, y se intensifican alrededor de las principales ciudades y aglomeraciones urbanas. Este comportamiento es especialmente visible en la Sabana de Bogotá, donde varios municipios próximos entre sí presentan volúmenes elevados de mediciones, entre ellos Tocancipá (5.722), Tenjo (3.284), Sopó (2.743), Sibaté (2.491), Nilo (2.008), La Calera (1.914), El Rosal (1.759) y La Mesa (1.688). También se observan concentraciones en el entorno de Medellín, con Caldas (2.607), Girardota (1.838), La Ceja (1.698), Guarne (1.615) y Marinilla (1.339), y de Barranquilla, con Galapa (3.127), Baranoa (2.792), Sabanagrande (2.030) y Sabanalarga (1.541).

En contraste, los municipios representados en tonalidades rojas (menos de 100 mediciones mensuales) y naranjas (entre 100 y menos de 400) presentan una mayor presencia hacia el oriente y suroriente del país, particularmente en sectores de la Orinoquía y la Amazonía, así como en zonas del Pacífico y el suroccidente colombiano.

Adicionalmente, entre los municipios que actualmente desagregan la información a nivel municipal se identifican 13 con una disponibilidad superior a 10.000 mediciones promedio mensuales, tomando como referencia el indicador con menor disponibilidad: Neiva, Floridablanca, Pasto, Palmira, Pereira, Chía, Girón, Armenia, Piedecuesta, Yumbo, Popayán, Manizales e Itagüí. Todos ellos alcanzan la muestra requerida durante los seis meses analizados y presentan volúmenes considerablemente superiores al mínimo exigido. Entre los casos de mayor disponibilidad se encuentran Neiva (35.599), Floridablanca (31.779), Pasto (30.218), Palmira (29.111), Pereira (27.072) y Chía (20.111) mediciones promedio mensuales

Como complemento al análisis nacional de Movistar, se evaluó la disponibilidad y suficiencia de las mediciones a nivel de localidad o comuna. El marco muestral del operador contempla este nivel de desagregación en 15 municipios, en los cuales se identifican 155 localidades o comunas, de las cuales 136 son consideradas individualmente en el marco muestral, equivalentes al 87,7% del total de unidades territoriales identificadas.

Los resultados muestran, además, que en varias de las localidades y comunas evaluadas el volumen de mediciones es considerablemente superior al tamaño de muestra requerido. Esta disponibilidad permite analizar el potencial de una mayor granularidad geográfica al interior de los municipios, siempre que la distribución espacial de las observaciones permita conformar unidades territoriales de menor escala que mantengan la suficiencia muestral requerida.

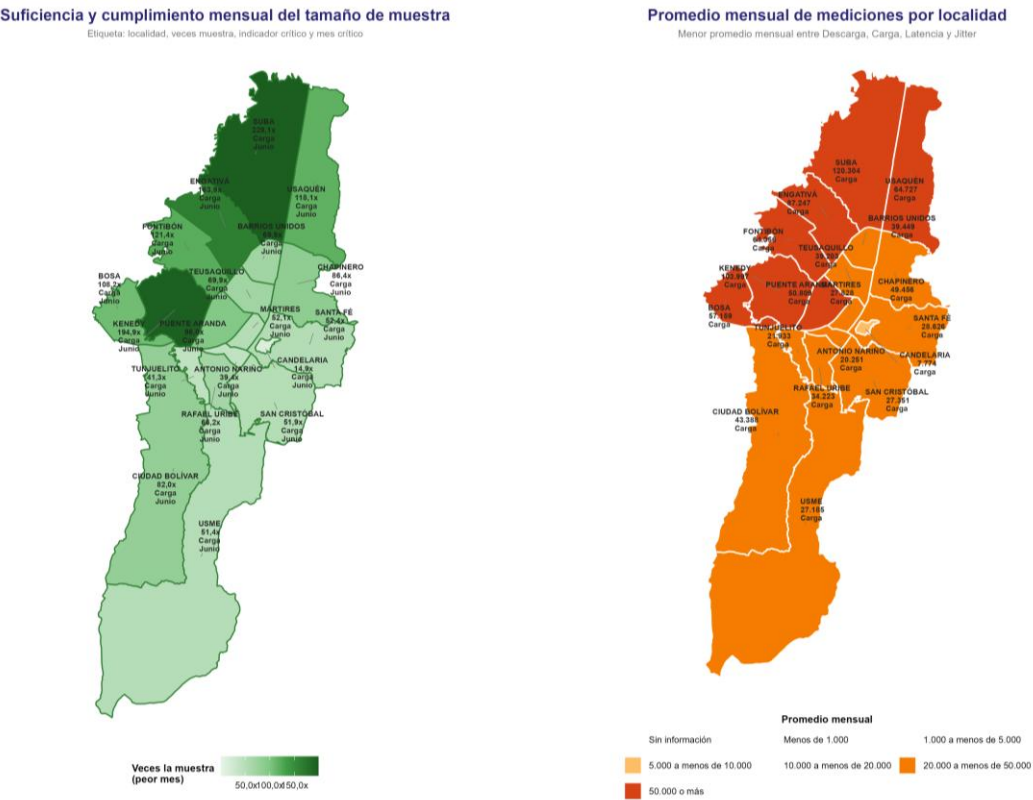
En Bogotá, D. C., todas las localidades evaluadas superan ampliamente el tamaño de muestra requerido. Incluso considerando para cada localidad el mes y el indicador más restrictivos, La Candelaria presenta el menor margen, con aproximadamente 14,9 veces la muestra requerida, mientras que Suba alcanza 229,1 veces. Como se observa en el mapa de suficiencia y cumplimiento, estos resultados muestran un margen considerable para incrementar la granularidad del análisis. En

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 37 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

términos estrictamente cuantitativos, y manteniendo un tamaño de muestra equivalente al actualmente exigido, el volumen disponible en La Candelaria permitiría teóricamente conformar hasta 14 unidades de análisis, mientras que en Suba este potencial ascendería hasta 229 unidades.

Por su parte, el mapa de disponibilidad promedio mensual de mediciones presenta, para el periodo comprendido entre enero y junio de 2026, el promedio de observaciones correspondiente al indicador con menor disponibilidad. La Candelaria y Suba representan los extremos, con 7.774 y 120.304 mediciones promedio mensuales, respectivamente. En conjunto, ambos resultados muestran que el *crowdsourcing* genera en Bogotá una cantidad de observaciones ampliamente superior a la requerida para los ámbitos geográficos actualmente definidos, lo que evidencia un potencial para avanzar hacia una mayor granularidad al interior de las localidades, sujeto a que la distribución espacial de las mediciones permita mantener la suficiencia muestral en las nuevas unidades de análisis.

Ilustración 15. Suficiencia y disponibilidad de mediciones 4G por localidad, Bogotá.



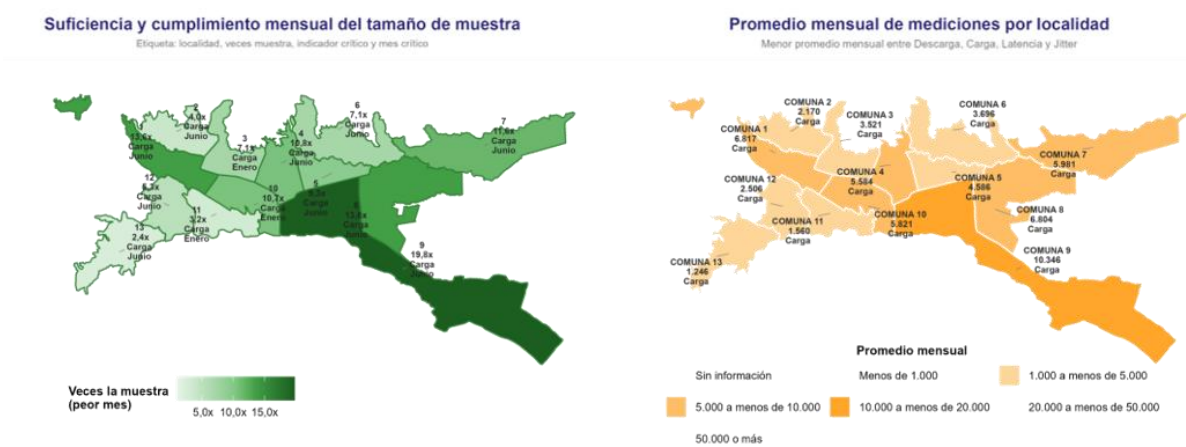
Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Por otra parte, Ibagué, que corresponde a la ciudad con menor número de habitantes entre aquellas para las cuales Movistar debe desagregar la información a nivel de localidad o comuna, también

presenta niveles de medición superiores a los requeridos. Incluso considerando el mes y el indicador más restrictivos, la Comuna 13, que presenta el menor margen, alcanza aproximadamente 2,4 veces la muestra requerida, mientras que la Comuna 9 alcanza 19,8 veces. En términos de disponibilidad, estas comunas registran en promedio 1.246 y 10.346 mediciones mensuales, respectivamente, para el indicador con menor disponibilidad.

Estos resultados muestran que, incluso en una ciudad de menor tamaño poblacional dentro de las sujetas a desagregación, el *crowdsourcing* genera un volumen de observaciones superior al requerido. Por tanto, los resultados sugieren que podría evaluarse una mayor granularidad geográfica que la actualmente definida a nivel de localidad o comuna, siempre que la distribución de las mediciones al interior de estas unidades permita conformar ámbitos de menor escala que mantengan la suficiencia muestral requerida. Los resultados detallados de Movistar para las ciudades analizadas se presentan en el Anexo. del presente documento.

Ilustración 16. Suficiencia y disponibilidad de mediciones 4G por localidad, Ibagué



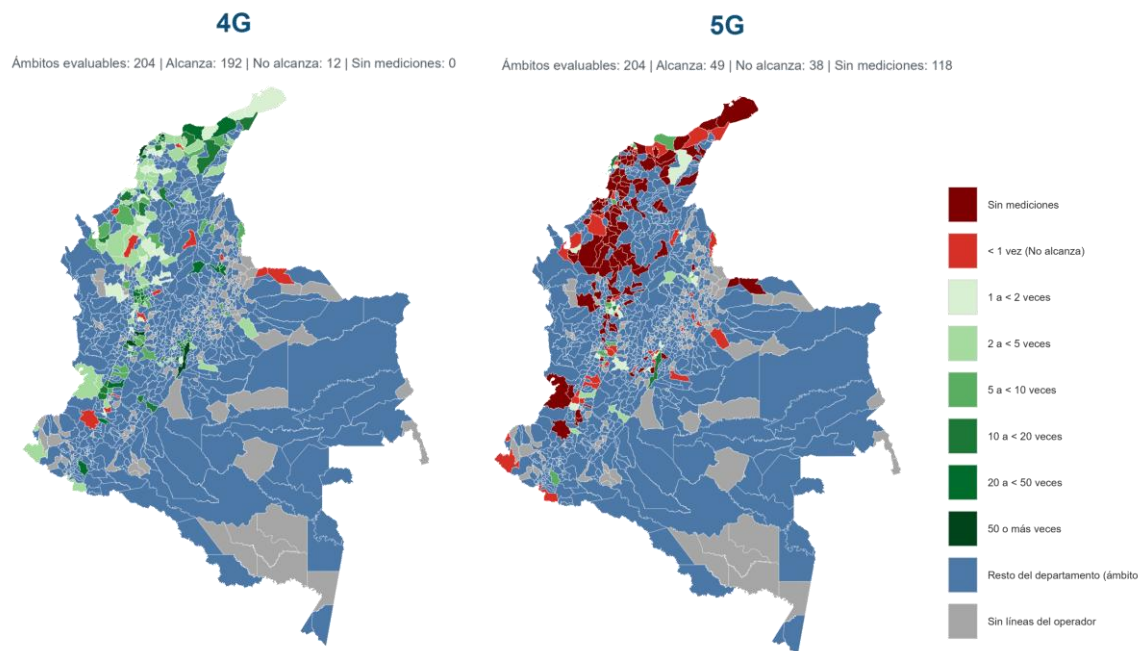
Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

5.2.4 COLOMBIA MÓVIL S.A.S. (TIGO)

En el caso de Tigo, el marco muestral comprende 204 ámbitos evaluables. Para 4G, los resultados muestran una alta suficiencia de las mediciones bajo el esquema de promedio móvil trimestral. De los 204 ámbitos evaluables, 192 (94,1%) alcanzan el tamaño de muestra de referencia, mientras que 12 (5,9%) no lo alcanzan. Adicionalmente, todos los ámbitos evaluables registran mediciones 4G, por lo que no se identifican ámbitos sin información para esta tecnología.

Para 5G se realizó un ejercicio complementario utilizando como referencia el tamaño de muestra definido para 4G. De los 204 ámbitos evaluables, 49 (24,0%) alcanzan el tamaño de muestra de referencia, mientras que 38 (18,6%) registran mediciones, pero no alcanzan el mínimo requerido, y 117 (57,4%) no registran mediciones 5G. En comparación con 4G, estos resultados muestran una menor disponibilidad y suficiencia de mediciones 5G, con una presencia territorial más limitada de esta tecnología.

Ilustración 17. Suficiencia de las mediciones Tigo – Promedio móvil trimestral 4G y 5G

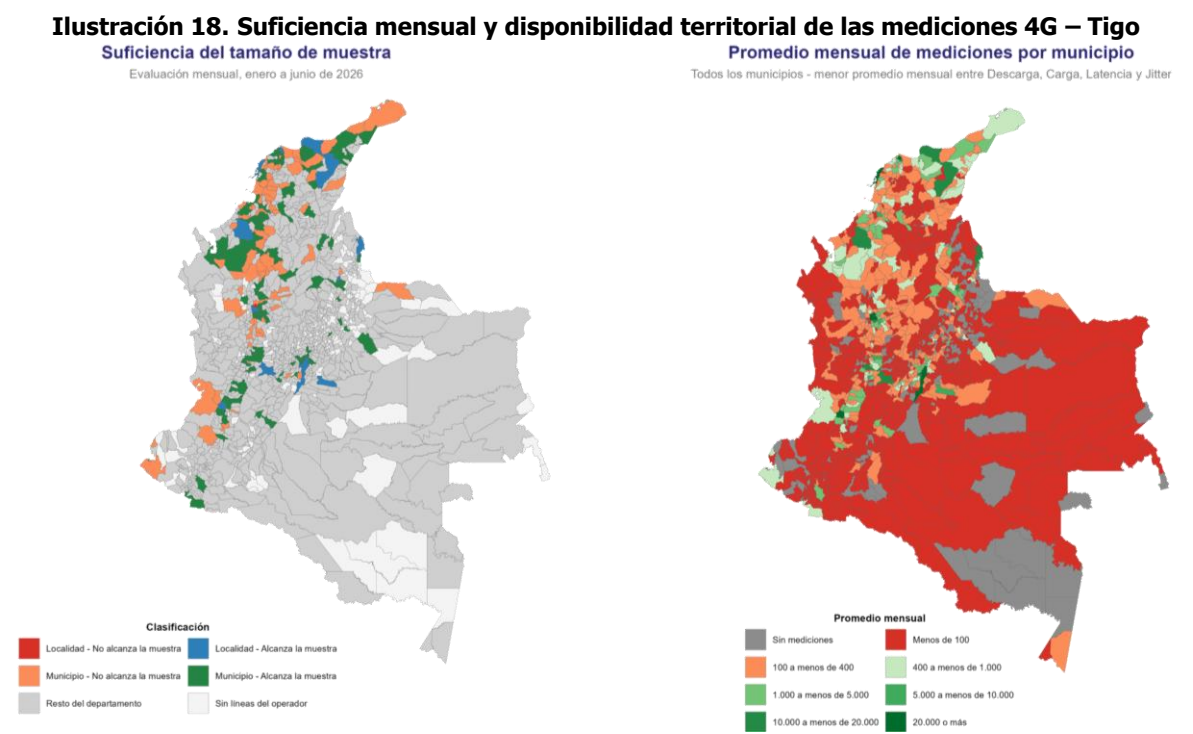


Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

Al complementar el análisis de promedio móvil trimestral con una revisión a nivel mensual, los resultados de la siguiente ilustración muestran que, de los 15 municipios con desagregación a nivel de localidad o comuna, 14 alcanzan el tamaño de muestra requerido en todos los meses analizados y uno no lo alcanza. A nivel municipal, este comportamiento se observa en 111 de los 189 municipios

evaluados, mientras que 78 no alcanzan el tamaño de muestra en al menos uno de los meses analizados.

En cuanto a la disponibilidad de mediciones, los volúmenes superiores a 400 mediciones promedio mensuales se concentran principalmente en las ciudades capitales y sus municipios aledaños, mientras que en la mayor parte del territorio nacional predominan niveles inferiores a este valor. En general, esto muestra una disponibilidad de mediciones territorialmente concentrada y limitada fuera de los principales centros urbanos.



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025.

En Bogotá, las localidades evaluadas por Tigo presentan un volumen de mediciones superior al tamaño de muestra requerido. Suba registra el mayor margen, con 49,2 veces la muestra y un promedio mensual de 25.960 mediciones, mientras que La Candelaria presenta el menor margen, con 2,8 veces la muestra y un promedio mensual de 1.702 mediciones.

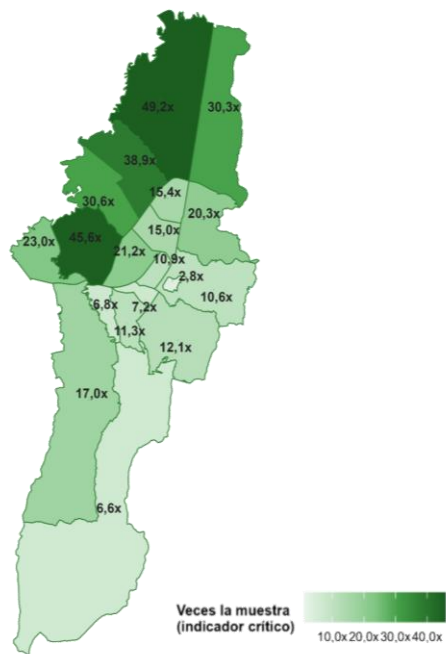
Los resultados muestran que, aunque el volumen de mediciones es menor al observado para Claro, Tigo también presenta margen para una mayor desagregación territorial en Bogotá. En términos teóricos, el volumen observado en Suba podría soportar alrededor de 49 unidades de análisis con un tamaño de muestra equivalente al actualmente exigido, siempre que las mediciones presenten una distribución espacial suficientemente homogénea.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 41 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 19. Suficiencia y disponibilidad de mediciones 4G por localidad, Bogotá. TIGO

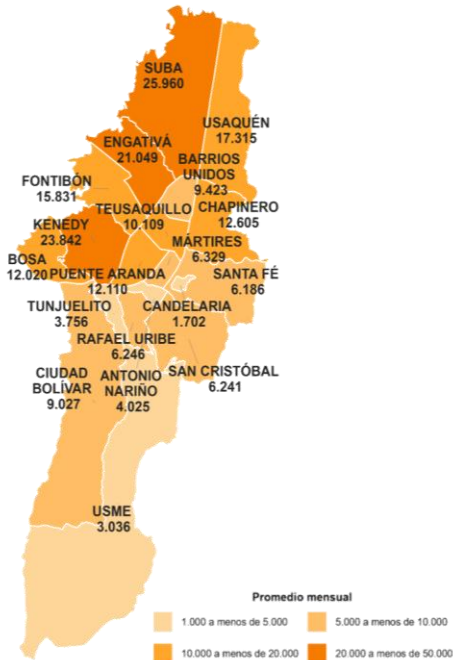
Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: veces la muestra e indicador crítico



Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y promedio mensual de mediciones



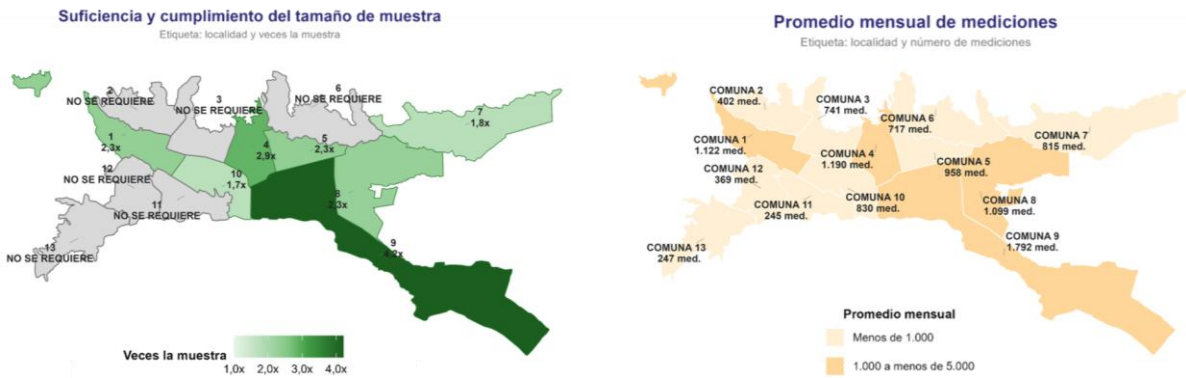
Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025

En Ibagué, las comunas evaluadas individualmente por Tigo alcanzan el tamaño de muestra requerido, aunque con márgenes inferiores a los observados en Bogotá. La Comuna 8 registra el mayor margen, con 3,2 veces la muestra requerida y un promedio mensual de 1.099 mediciones, mientras que la Comuna 10 presenta el menor margen, con 1,7 veces la muestra y 830 mediciones promedio mensuales.

Adicionalmente, se identifican comunas que actualmente no requieren evaluación individual y se incorporan al ámbito agregado de «Resto de municipio», pero que registran un volumen de mediciones que podría permitir su evaluación de manera independiente.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 42 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 20. Suficiencia y disponibilidad de mediciones 4G por localidad, Ibagué. TIGO



Fuente: Elaboración CRC con base en las mediciones de calidad del servicio de datos móviles de MedUX y en la información reportada por los operadores mediante los Formatos 2.8 y T.2.6, conforme a las Resoluciones CRC 6890 de 2022 y 7777 de 2025

5.2.5 ANALISIS DE LA INTEGRACIÓN TIGO-MOVISTAR

Para el análisis de la integración entre Tigo y Movistar se construyó un marco muestral integrado, a partir de la suma de las líneas ajustadas de ambos operadores en cada ámbito geográfico. De esta manera, el tamaño de muestra no corresponde a la suma de las muestras individuales de Tigo y Movistar, sino que se recalculó a partir del número total de líneas que tendría el operador integrado.

Para cada ámbito, se obtuvo inicialmente la población de referencia:

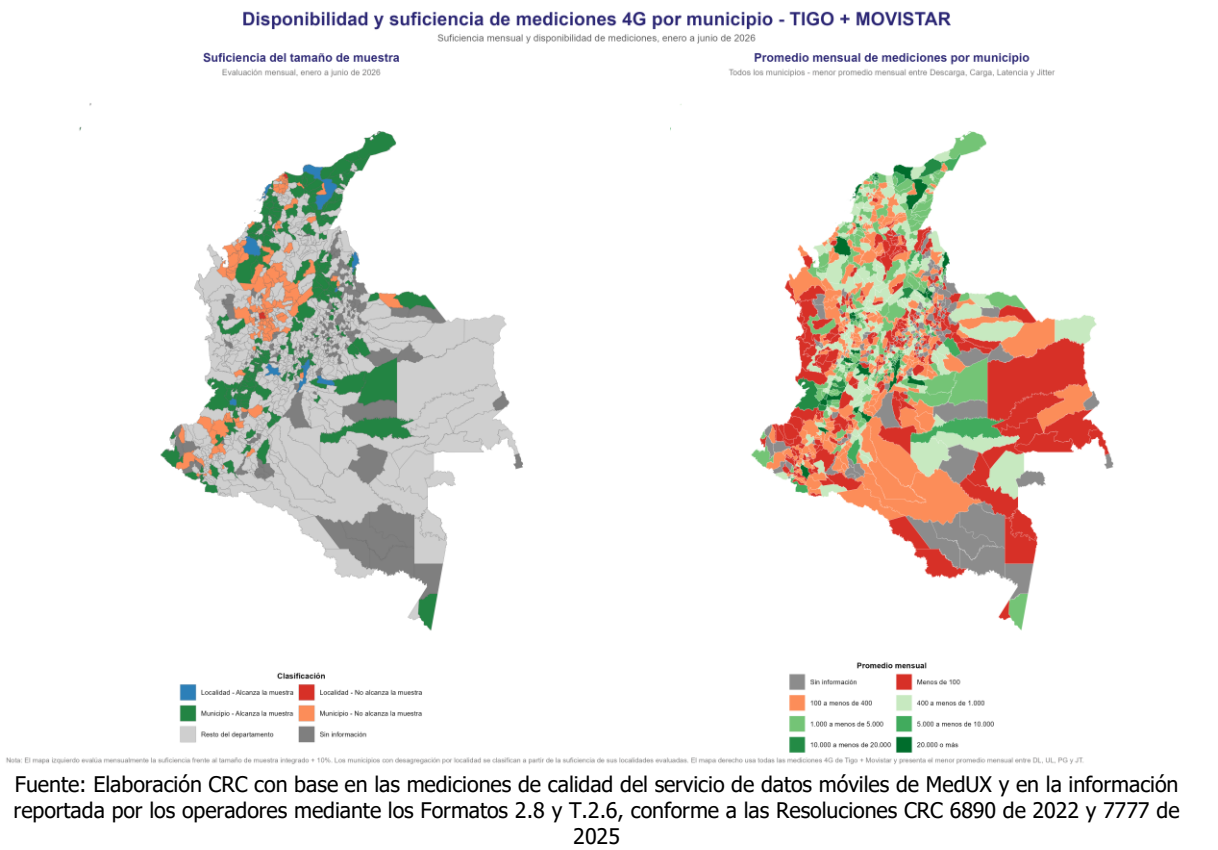
donde corresponde al número de líneas ajustadas de cada operador.

Sobre esta población integrada se calculó nuevamente el tamaño de muestra utilizando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, mediante la fórmula para poblaciones finitas establecida en el anexo 5.3 de la resolución CRC 5050 de 2016. Al considerar conjuntamente las mediciones de Tigo y Movistar bajo el marco muestral integrado, 15 municipios requieren desagregación a nivel de localidad o comuna, de los cuales 14 alcanzan el tamaño de muestra de referencia en todos los meses analizados y uno no lo alcanza. Por su parte, 315 municipios son evaluados directamente a nivel municipal, de los cuales 257 alcanzan el tamaño de muestra y 58 no lo alcanzan en al menos uno de los meses analizados.

Al comparar estos resultados con los escenarios individuales, el escenario integrado muestra una mayor desagregación territorial de la información disponible, al aumentar el número de municipios que pueden ser evaluados de manera independiente, en lugar de permanecer agregados en ámbitos como «Resto de departamento». Esta mayor disponibilidad de información también se refleja en la suficiencia muestral: mientras Tigo alcanza el tamaño de muestra en 111 municipios y Movistar en 109, la evaluación conjunta lo alcanza en 257 municipios. Adicionalmente, pese a que el universo de municipios evaluados directamente aumenta a 315, solo 58 no alcanzan la muestra. En conjunto, el

ejercicio prospectivo muestra que la integración podría incrementar la granularidad territorial de la información disponible y ampliar el número de municipios con mediciones suficientes para el seguimiento regulatorio.

Ilustración 21. Suficiencia en muestra mensual y promedio de mediciones-TIGO+ MOVISTAR



Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 44 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

5.2.6 EJERCICIO EXPLORATORIO DE MAYOR GRANULARIDAD EN LAS MEDICIONES MEDIANTE CROWDSOURCING

Con el propósito de explorar el nivel de desagregación adicional que podría alcanzarse a partir de la información de Crowdsourcing, se realizó un ejercicio para tres municipios: Bogotá, Ibagué y Buenaventura. Se tomó Bogotá por ser la ciudad con más mediciones; Ibagué, por ser la ciudad con menos población entre las ciudades que tienen la obligación de reportar a nivel de localidad; y Buenaventura por tener un caso de un municipio más pequeño.

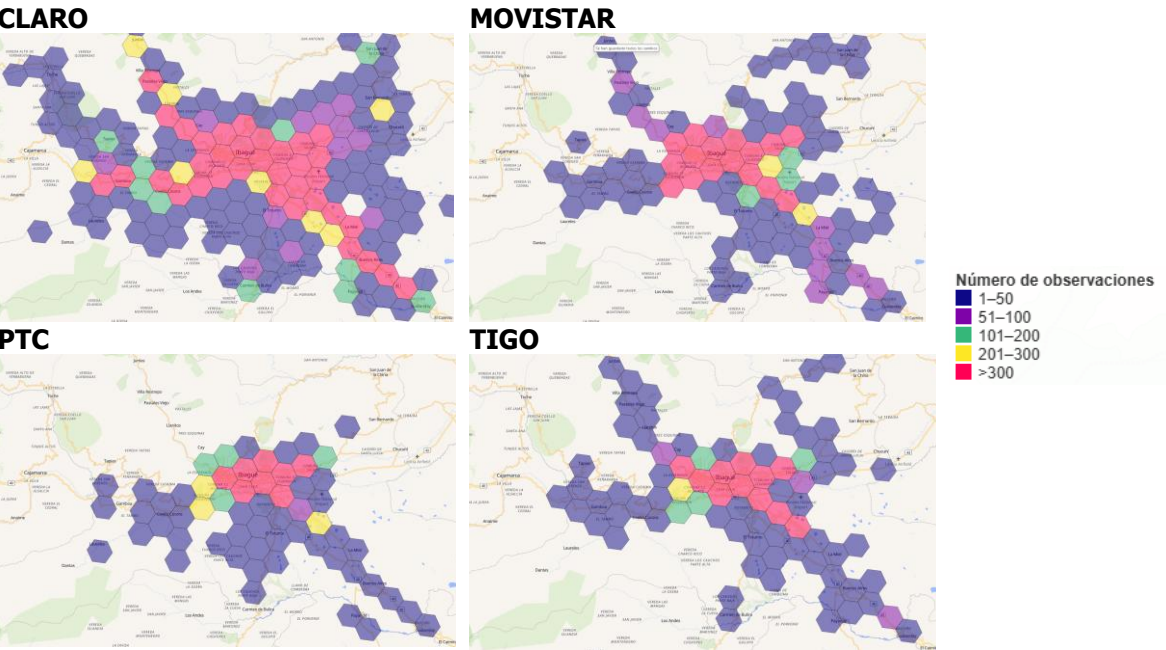
Para cada ciudad se construyeron mapas utilizando el sistema de indexación geoespacial H3, considerando las resoluciones 5 a 9 (Uber Technologies, 2026). Éste es un sistema de indexación geoespacial jerárquico que divide la superficie terrestre en celdas principalmente hexagonales. El sistema dispone de distintos niveles de resolución: a medida que aumenta la resolución, disminuye el tamaño de las celdas y aumenta el nivel de detalle espacial. Así, una misma zona puede analizarse mediante particiones progresivamente más pequeñas, manteniendo una estructura jerárquica entre los diferentes niveles. De esta manera, al aumentar la resolución se divide progresivamente el territorio en celdas de menor tamaño, lo que permite observar cómo se distribuyen las mediciones y los indicadores de desempeño dentro del municipio con un nivel de detalle superior al que proporciona una agregación municipal.

Los mapas generados permiten consultar, para cada celda y operador, tanto el número de mediciones brutas como el número de observaciones usuario–día–celda, que resultan de tomar el promedio de los valores de las mediciones de un mismo usuario en el mismo día y celda, además del número de usuarios únicos y algunas estadísticas de velocidad de descarga y carga. Así, el número de observaciones usuario–día–celda puede variar dependiendo de la resolución empleada, puesto que la unidad espacial utilizada para consolidarlas cambia con la resolución H3. En Bogotá, los datos utilizados contienen cerca de cinco millones de mediciones brutas, mientras que en Ibagué se dispone de cerca de 387 mil y en Buenaventura de 117 mil. Se encontró que el aumento de la granularidad no conduce necesariamente a una pérdida inmediata de información en todas las celdas. Por el contrario, en determinados municipios y para determinados operadores persisten volúmenes elevados de observaciones incluso en las resoluciones más detalladas.

Respecto al nivel puntual de desagregación, por ejemplo, en Bogotá, empleando una resolución H3 a nivel de 8, se identifican 548 celdas con más de 300 observaciones para Claro, 431 para Movistar, 396 para Partners y 289 para Tigo. Incluso al aumentar a resolución 9, permanecen 3.194, 2.104, 1.746 y 517 celdas, respectivamente, con más de 100 observaciones. En Ibagué también se observa espacio para una mayor desagregación: a resolución 8 existen 83 celdas con más de 300 observaciones para Claro, 50 para Movistar, 14 para PTC y 16 para Tigo; y a resolución 9 se identifican, respectivamente, 396, 176, 15 y 30 celdas con más de 100 observaciones. En la Ilustración 22 se presenta una comparación del número de mediciones por celda de los diferentes operadores en Ibagué, con una resolución de las celdas H3 de nivel 7 (con esta resolución, cada celda tiene un área aproximada de 2,6 km²).

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 45 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 22. Mapa exploratorio de número de mediciones mediante crowdsourcing en Ibagué (Agosto de 2026) por operador (Resolución H3=7).



Fuente: Elaboración CRC con base en la información de la plataforma MedUX.

Buenaventura, representa un caso de municipio pequeño donde la distribución y disponibilidad de mediciones es diferente. Allí, para Claro existe una concentración de información que permite conservar un número importante de celdas con volúmenes relativamente altos incluso a resoluciones elevadas: a resolución 8 hay 42 celdas con más de 300 observaciones y a resolución 9 existen 177 con más de 100. Para Movistar y PTC estos números son menores (9 y 6 celdas con más de 300 observaciones a resolución 8, respectivamente), mientras que para Tigo la disponibilidad de mediciones es considerablemente más reducida y no se observan celdas que superen esos niveles.

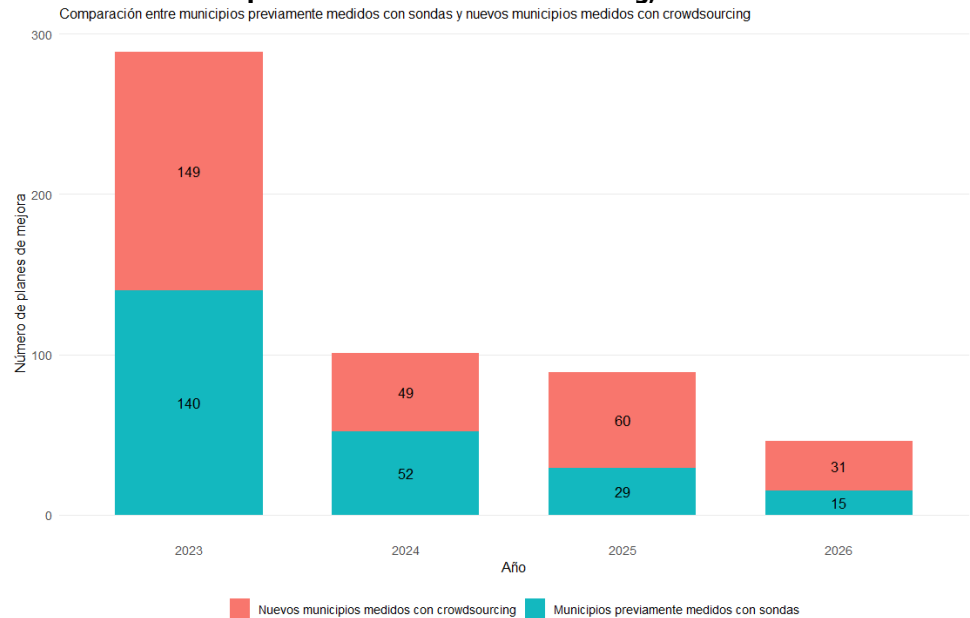
Este ejercicio muestra que, si bien es posible explorar alternativas de análisis y reporte de la información con mayor granularidad, la disponibilidad de información para una eventual mayor desagregación espacial es heterogénea tanto entre municipios como entre operadores. En consecuencia, el ejercicio no permite concluir que una determinada resolución H3 (o de manera más general un nivel de desagregación espacial mayor) deba adoptarse de manera uniforme como nivel de reporte, ni que un número específico de observaciones constituya por sí mismo un criterio de suficiencia sin otras consideraciones.

5.2.7 ANALISIS DE PLANES DE MEJORA

Para analizar si la mayor cobertura geográfica alcanzada con *crowdsourcing* contribuyó a una mejor identificación de los municipios que requieren acciones correctivas, se utilizó la información de planes de mejora recopilada mediante el requerimiento «Solicitud de planes de mejora de los operadores para los servicios móviles- MINTIC», Rad. CRC 2026201158. Esta información se contrastó con los municipios medidos mediante sondas y *crowdsourcing*, con el fin de establecer qué proporción de los planes de mejora correspondían a municipios incorporados al seguimiento con la nueva metodología.

Del total de 525 planes de mejora identificados entre 2023 y 2026, 289 (55,0%) corresponden a planes formulados en municipios que no registraban mediciones bajo el esquema anterior de sondas y que fueron incorporados al seguimiento mediante la metodología de *crowdsourcing*, mientras que los 236 restantes (45,0%) corresponden a municipios que ya habían sido medidos previamente mediante sondas.

Ilustración 23. Planes de mejora en municipios previamente medidos y nuevos municipios incorporados mediante crowdsourcing, 2023-2026



Fuente: Elaboración CRC con base en la información recopilada mediante el requerimiento «Solicitud de planes de mejora de los operadores para los servicios móviles», Rad. CRC 2026201158, y las bases de mediciones de calidad mediante sondas y *crowdsourcing*.

Este resultado muestra que la ampliación de la cobertura geográfica asociada a la metodología de *crowdsourcing* extendió el alcance del seguimiento a municipios que no eran observados mediante sondas, permitiendo identificar nuevos ámbitos geográficos en los que se requirió la implementación de acciones correctivas por parte de los operadores.

5.3 Hipótesis 3: La implementación de la Resolución CRC 6890 de 2022 tiene un efecto positivo y significativo en el desempeño de los indicadores de calidad de los servicios de telecomunicaciones experimentados en los municipios.

La Resolución CRC 6890 de 2022 buscó generar un impacto en el fortalecimiento de la calidad de los servicios de telecomunicaciones mediante la aplicación de 3 tipos de medidas regulatorias:

- i. La implementación de medidas de simplificación normativa en términos de la medición y reporte de indicadores de calidad del servicio, así como de la eliminación de cumplimiento de valores objetivos.
- ii. La modernización del régimen de calidad a través de la adopción de nuevos indicadores y nuevas metodologías.
- iii. Como medida transversal, continuar fortaleciendo la calidad como atributo de competencia.

Así las cosas, bajo la hipótesis planteada se recoge el efecto conjunto de la implementación de la Resolución CRC 6890 de 2022 sobre la calidad de los servicios de telecomunicaciones, razón por la cual se contemplan las medidas que presentan una relación directa con este atributo del servicio:

- a. Eliminación de la excepción establecida por la Resolución CRC 5321 de 2018 en 556 municipios del listado de políticas de masificación del servicio (Anexo 5.7 del Título de Anexos de la Resolución CRC 5050 de 2016).
- b. Eliminar el reporte de los indicadores de calidad de voz móvil 2G.
- c. Eliminación de la medición y reporte desde elementos de red de acceso para la tecnología 2G.
- d. Eliminación de 16 indicadores de elementos de red central.
- e. Mediciones informativas para los indicadores de calidad voz móvil 3G.
- f. Creación de dos nuevos indicadores de calidad de voz móvil 4G.
- g. Creación de dos nuevos indicadores medidos desde gestores de e-NodeB para el servicio de datos móvil 4G.
- h. Aclaración del valor objetivo de la calidad del servicio de datos fijos.

Es importante aclarar que se excluye la evaluación del efecto asociado a la adopción de los indicadores de calidad de datos móviles 4G contruidos a partir de mediciones mediante *crowdsourcing*, establecidos por la Resolución CRC 6890 de 2022. Lo anterior, debido a que los efectos derivados de esta medida serán considerados en el marco de la evaluación de la Resolución CRC 7363 de 2024.

En consecuencia, la presente evaluación se plantea a partir del contraste del desempeño de los indicadores de calidad antes y después de la implementación de las medidas regulatorias. No obstante, los cambios introducidos en las definiciones, metodologías de medición y condiciones de reporte de algunos indicadores limitan su comparabilidad entre ambos periodos. Por esta razón, a continuación, se presentan las medidas regulatorias desagregadas por servicio, indicado cuáles permiten establecer una comparación entre los periodos anterior y posterior a su implementación.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 48 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

- **Excepción de municipios en el cumplimiento de las medidas de calidad:** La Resolución CRC 6890 de 2022 modificó el listado de municipios exceptuados del cumplimiento de los indicadores de calidad establecidos en el Anexo 5.7 de la Resolución CRC 5050 de 2016, adicionado por la Resolución CRC 5321 de 2018. Antes de esta modificación, de los 1.122 municipios del país, 876 se encontraban exceptuados del cumplimiento de dichos indicadores, mientras que los 246 municipios restantes estaban sujetos a su cumplimiento. Como resultado del análisis que dio lugar a la Resolución CRC 6890 de 2022, se identificó que 320 de los 876 municipios inicialmente exceptuados no habían registrado incrementos en su infraestructura entre 2018 y 2021 y presentaban mayores retos en materia de calidad y despliegue de infraestructura. En consecuencia, la modificación regulatoria mantuvo la excepción para estos municipios y amplió el ámbito de aplicación de los indicadores a los restantes 556 municipios que anteriormente se encontraban exceptuados. De esta manera, a partir de la modificación introducida por la Resolución CRC 6890 de 2022 se configuran tres grupos de municipios:
 - **Grupo 1:** 246 municipios a los que les aplicaba el cumplimiento de los indicadores tanto antes como después de la modificación.
 - **Grupo 2:** 556 municipios que estaban exceptuados antes de la resolución y que, posteriormente, quedaron sujetos al cumplimiento de los indicadores.
 - **Grupo 3:** 320 municipios que permanecieron exceptuados antes y después de la modificación regulatoria.
- **Disponibilidad de los elementos de red de acceso:** La Resolución eliminó el reporte correspondiente a la tecnología 2G. En consecuencia, no es posible establecer una comparación directa para esta tecnología entre los periodos anterior y posterior a su implementación. Para las demás tecnologías, los indicadores son comparables entre ambos periodos; sin embargo, se deben considerar los cambios introducidos en la composición de los municipios objeto de medición establecidas en el Anexo 5.7.
- **Indicadores de Voz Fija:** La Resolución CRC 6890 de 2022 eliminó la obligación de reportar estos indicadores. En consecuencia, no se dispone de información para los periodos posteriores a su entrada en vigor, lo que impide realizar una comparación de su desempeño antes y después de la implementación de la medida.
- **Indicadores de Datos Fijos:** La Resolución CRC 6890 de 2022 introdujo modificaciones en la definición del valor objetivo de calidad del servicio en dos aspectos. En primer lugar, separó la tecnología satelital de las demás tecnologías de datos fijos y estableció que, para esta tecnología, la medición debe corresponder al promedio de velocidad o retardo. Dado que, antes de la entrada en vigor de la resolución, los accesos satelitales no superaban el 1% del total de accesos residenciales y, por tanto, no se reportaba información para esta tecnología, los datos correspondientes a este indicador no son comparables entre los periodos anterior y posterior a la medida. En segundo lugar, para las demás tecnologías de datos fijos, se estableció que el valor reportado debe corresponder al valor mínimo de velocidad o retardo. En este caso, solo se realizó una aclaración en las metas de cumplimiento y al mantenerse una metodología de medición comparable, los datos permiten realizar el contraste entre ambos periodos.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 49 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

- **Datos Móviles 3G:** Las medidas no son directamente comparables entre los periodos anterior y posterior a la resolución, debido a cambios tanto en la metodología como en la cobertura geográfica de la medición. Antes de la entrada en vigor de la resolución, los indicadores se calculaban a partir de mediciones realizadas en las estaciones base y la cobertura geográfica no era homogénea. En particular, la medición era estática en los municipios con más de 500.000 habitantes, mientras que en los demás municipios se realizaba de manera rotativa.

Con la entrada en vigor de la resolución, se amplió la cobertura de la medición a todos los municipios y se adoptó una metodología basada en mediciones realizadas directamente desde los dispositivos de los usuarios mediante *crowdsourcing*. En consecuencia, estos cambios metodológicos y de cobertura introducen un quiebre en la serie que limita la comparación directa de los resultados entre los periodos anterior y posterior a la regulación.

- **Datos Móviles 4G:** Las medidas no son directamente comparables entre los periodos anterior y posterior a la entrada en vigor de la resolución, debido a los cambios introducidos en la metodología de medición. Antes de la resolución, se medían dos indicadores directamente en las estaciones base, con cobertura para todos los municipios. Con la entrada en vigor de la resolución, la medición pasó a realizarse directamente desde los dispositivos de los usuarios mediante la metodología de *crowdsourcing*.
- **Voz Móvil 3G y 4G:** La resolución establece que los valores objetivo tienen carácter informativo y no obligatorio. En consecuencia, si bien los indicadores son comparables entre los periodos anterior y posterior a la implementación de la medida, no existe un umbral regulatorio de cumplimiento que permita establecer una comparación frente a una meta obligatoria. Por tanto, el análisis se realiza utilizando los valores de referencia definidos en la regulación como punto de contraste.

5.3.1 Indicadores de disponibilidad de los elementos de red de acceso

Para realizar el análisis de los indicadores de disponibilidad de los elementos de red de acceso, es importante tener en cuenta que las metas de cumplimiento por operador se establecen de acuerdo con la zona geográfica. Según el artículo 5.1.6.1 de la Resolución CRC 6890, los PRST deberán medir mensualmente y reportar con periodicidad trimestral, el tiempo de disponibilidad y los porcentajes de disponibilidad de todos y cada uno de los siguientes elementos de red de acceso:

- Estaciones base (nodos B, e Nodos B)

Para redes de servicio de acceso a Internet prestado a través de ubicaciones fijas cableadas:

- CMTS (para redes con tecnología HFC)
- OLT (para redes con tecnología PON)

Ahora bien, las zonas geográficas se encuentran definidas de acuerdo con criterios de categorización municipal y población. La Zona 1 está conformada por los ámbitos geográficos correspondientes a los

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 50 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

municipios que pertenecen a alguna de las siguientes categorías, de acuerdo con la categorización municipal publicada anualmente por la Contaduría General de la Nación, en cumplimiento de la Ley 617 de 2000: categoría especial y categorías primera, segunda, tercera y cuarta. Asimismo, hacen parte de esta zona las divisiones administrativas de las capitales de departamento con una población superior a 500.000 habitantes. Se excluyen de esta clasificación las estaciones base que emplean transmisión satelital debido a la ausencia de otro medio de transporte disponible. Para los municipios y ámbitos geográficos comprendidos en la Zona 1, la meta de disponibilidad establecida es de 99,95%.

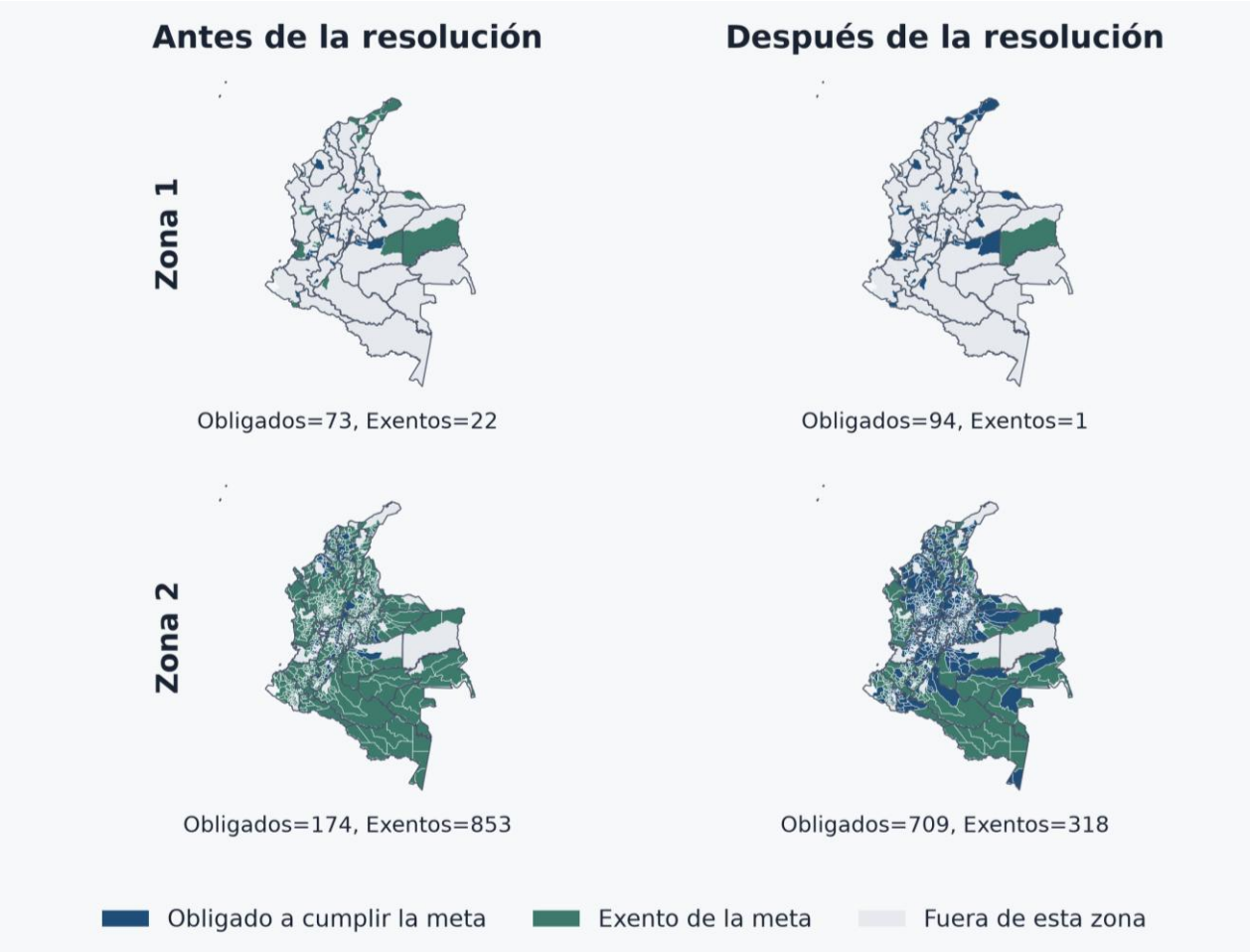
La Zona 2 está conformada por el ámbito geográfico correspondiente a las capitales de departamento que no fueron clasificadas como Zona 1, así como por la agrupación del resto de municipios de cada departamento que tampoco fueron incluidos en dicha clasificación. Se excluyen de esta zona las estaciones base que emplean transmisión satelital, debido a la ausencia de otros medios de transporte disponibles. Es importante aclarar que, de acuerdo con el literal iv del Anexo 5.2 de la Resolución CRC 5050 de 2016, para las estaciones base ubicadas en el resto de cada uno de los departamentos se calcula el promedio aritmético de disponibilidad, considerando las estaciones base de la red distribuidas de acuerdo con los criterios establecidos en la regulación. En el caso de la Zona 2, cuando un municipio se encuentra exceptuado del cumplimiento de las metas de los indicadores de calidad, este debe excluirse del cálculo del promedio correspondiente. Por tanto, el promedio se calcula únicamente con las estaciones base ubicadas en los municipios que se encuentran obligados a cumplir la meta. Para esta zona, la meta de disponibilidad establecida es de 99,80%.

Finalmente, la zona satelital se define como el conjunto de estaciones base que emplean transmisión satelital por motivos de no disponibilidad de otro medio de transporte y su meta de cumplimiento se establece en 98,50%. Se aclara que, para todas las zonas, los servicios corporativos no están sujetos al cumplimiento de los indicadores de disponibilidad, debido a que corresponden a servicios contratados a medida de las necesidades particulares de cada cliente. En consecuencia, estas observaciones se excluyen del análisis.

Para interpretar adecuadamente estos indicadores, se destaca que, tal como señala el ANEXO 5.2-A CONDICIONES DE DISPONIBILIDAD, para el cálculo de los indicadores de disponibilidad de los elementos de la red de acceso, «de la medición se excluyen los casos fortuitos, fuerza mayor, hecho de un tercero o hecho atribuible exclusivamente al usuario, las mediciones los siguientes días atípicos de tráfico: 24, 25 y 31 de diciembre, 1 de enero, Día de la Madre, Día del Padre, Día del Amor y la Amistad, y las horas en que se adelanten eventos de mantenimiento programados siempre y cuando estos últimos hayan sido notificados con la debida antelación a los usuarios», de modo que en ellos no necesariamente se refleja la proporción de disponibilidad percibida por los usuarios.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 51 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 24 Municipios obligados vs exentos del cumplimiento de la meta de disponibilidad, por zona, antes y después de la Res. 6890 de 2022.



Fuente: Elaboración propia con base en información del Formato T.2.5.

La

Ilustración 24 presenta, la distribución de los municipios por zona antes y después de la expedición de la Resolución CRC 6890 de 2022, diferenciando aquellos sujetos al cumplimiento de las metas de los que se encuentran exceptuados. Los cambios introducidos en el Anexo 5.7 de la Resolución CRC 5321 de 2018 se evidencian principalmente en la reducción del número de municipios exceptuados, especialmente en la Zona 2. Si bien también se observan modificaciones en la Zona 1, estas son de menor magnitud. Asimismo, la ilustración permite observar que una proporción importante de los municipios del país no pertenece a las categorías especial, primera, segunda, tercera o cuarta de acuerdo con la clasificación de la Contaduría General de la Nación, por lo que se encuentran principalmente comprendidos dentro de la Zona 2.

La Ilustración 25 presenta los cambios en el nivel y la tendencia de la disponibilidad en la Zona 1, desagregados por grupo regulatorio y tecnología, en relación con la meta de cumplimiento correspondiente. El análisis se realiza de manera diferenciada por tecnología, debido a que el cálculo del indicador de disponibilidad varía entre las tecnologías móviles y fijas. Asimismo, dado que la meta de cumplimiento se evalúa a nivel de estación base, no resulta metodológicamente adecuado agregar directamente las observaciones entre tecnologías.

La línea vertical amarilla corresponde a la entrada en vigor de las primeras medidas de la Resolución CRC 6890 de 2022, ya que, si bien las modificaciones relacionadas con esta hipótesis entraron en vigor en abril de 2023, dado el posible efecto anticipatorio y el tiempo que toma el despliegue de infraestructura, esta fecha permitirá una mejor identificación de los efectos sobre la disponibilidad de los elementos de la red de acceso. Por su parte, la línea punteada roja señala la entrada en vigor de la Resolución CRC 7777 de 2025. Esta última se incorpora en el análisis debido a que modifica la metodología de medición del indicador de disponibilidad, estableciendo su cálculo a nivel municipal en lugar de realizarlo sobre agrupaciones de municipios, lo que hace la medición más rigurosa.

Para este análisis se excluyó el Grupo 3, debido a que el número de observaciones disponibles no es suficiente para realizar una comparación estadísticamente consistente entre los periodos anterior y posterior a la implementación de la resolución. El análisis segmentado contempla los municipios obligados y no obligados en el tiempo, lo que permite mantener una misma población generando la posibilidad de comparación entre grupos. Zona 1, la desagregación por grupo y tecnología muestra un patrón claramente distinto entre redes móviles y redes fijas.

En las tecnologías 3G y 4G, la entrada en vigor de la Resolución CRC 6890 de 2022 coincide con incrementos positivos en el nivel del indicador, aunque con diferencias en su significancia estadística entre grupos. En 4G, se estima de 11,9 puntos porcentuales (p.p.) para el Grupo 1 y de 9,8 p.p. para el Grupo 2, ambos estadísticamente significativos. En 3G, el incremento alcanza 7,7 p.p. en el Grupo 1 y también es estadísticamente significativo; en contraste, aunque el Grupo 2 presenta un aumento estimado de 2,9 p.p., esto no resulta estadísticamente significativo. Por su parte, los cambios en la tendencia posterior a la entrada en vigor de la resolución no son estadísticamente significativos en ninguno de los casos. Esto sugiere que el efecto identificado se concentra principalmente en un cambio inmediato en el nivel del indicador, más que en una modificación sostenida de su trayectoria posterior.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 53 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

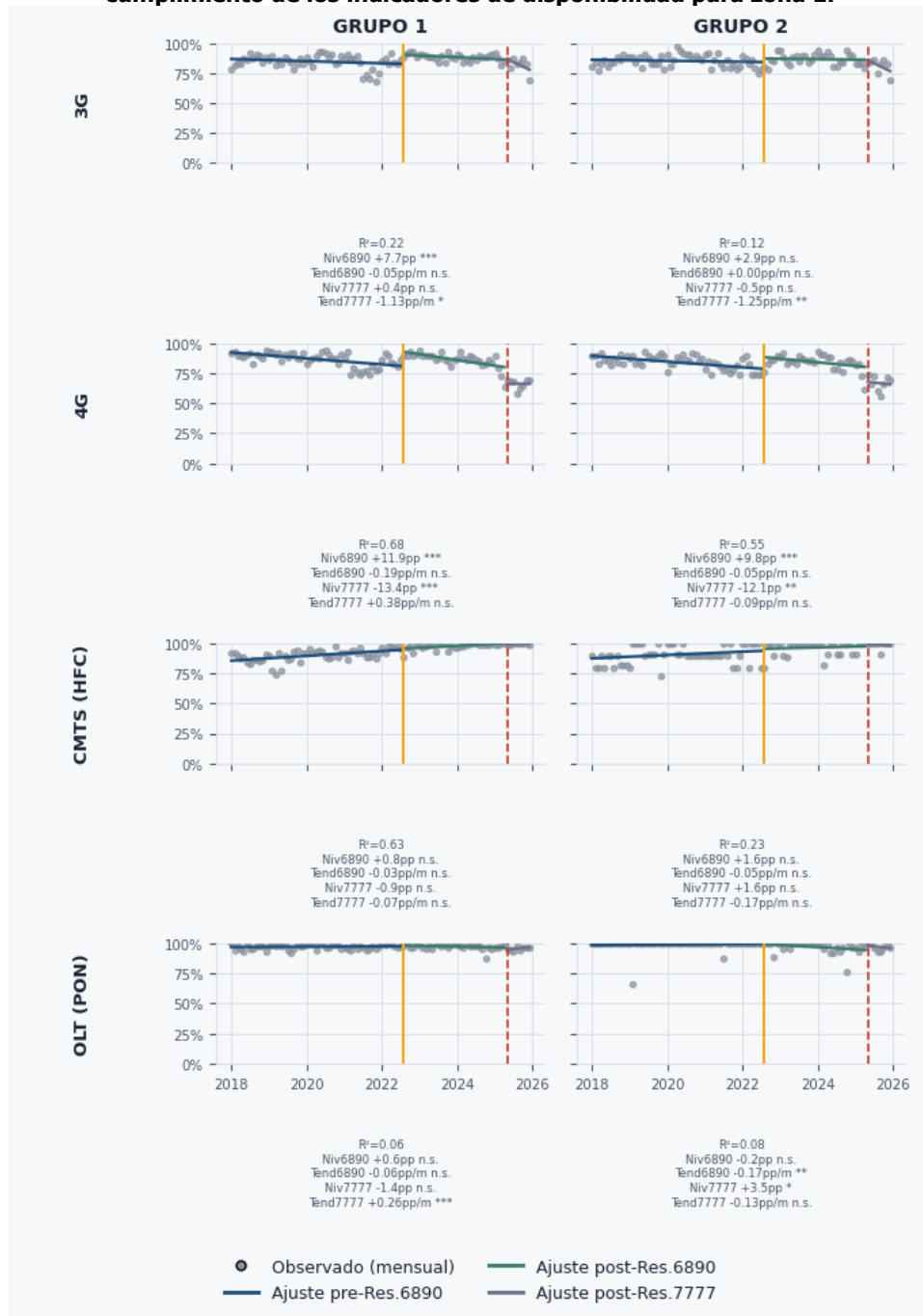
En contraste, para las tecnologías fijas (CMTS/HFC⁸ y OLT/PON⁹) no se identifican cambios de nivel estadísticamente significativos asociados con la entrada en vigor de la Resolución CRC 6890, ni en el Grupo 1 ni en el Grupo 2; en los cuatro casos, los valores p superan 0,4. Este resultado es consistente con un comportamiento de cumplimiento elevado y relativamente estable previo a la intervención, sin evidencia de un quiebre asociado a la entra en vigor de la regulación. En consecuencia, resulta necesario contrastar estos hallazgos mediante un diseño de diferencias en diferencias (DiD) que permita identificar, en la medida de lo posible, el efecto asociado al cambio regulatorio, antes de establecer conclusiones sobre su posible impacto causal en la disponibilidad de la red.

⁸ CMTS: Sistema de Terminación de Cablemódems. HFC: Híbrido de Fibra-Coaxial.

⁹ OLS: Terminal de Línea Óptica. PON: Red Óptica Pasiva.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 54 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 25 Cambios en nivel y tendencia por zona, grupo y tecnología en el porcentaje de cumplimiento de los indicadores de disponibilidad para zona 1.



Fuente: Elaboración propia con base en información del Formato T.2.5.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 55 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

La Ilustración 26 presenta los resultados de los análisis exploratorios de series de tiempo interrumpidas (ITS) para la Zona 2 con diferencias importantes en el comportamiento de la disponibilidad según el grupo regulatorio y la tecnología. En 4G, los tres grupos presentan un cambio positivo de nivel alrededor de agosto 2022. En el Grupo 1, correspondiente a los municipios sujetos a la obligación tanto antes como después de la resolución, registra el mayor incremento, de 8,7 p.p.

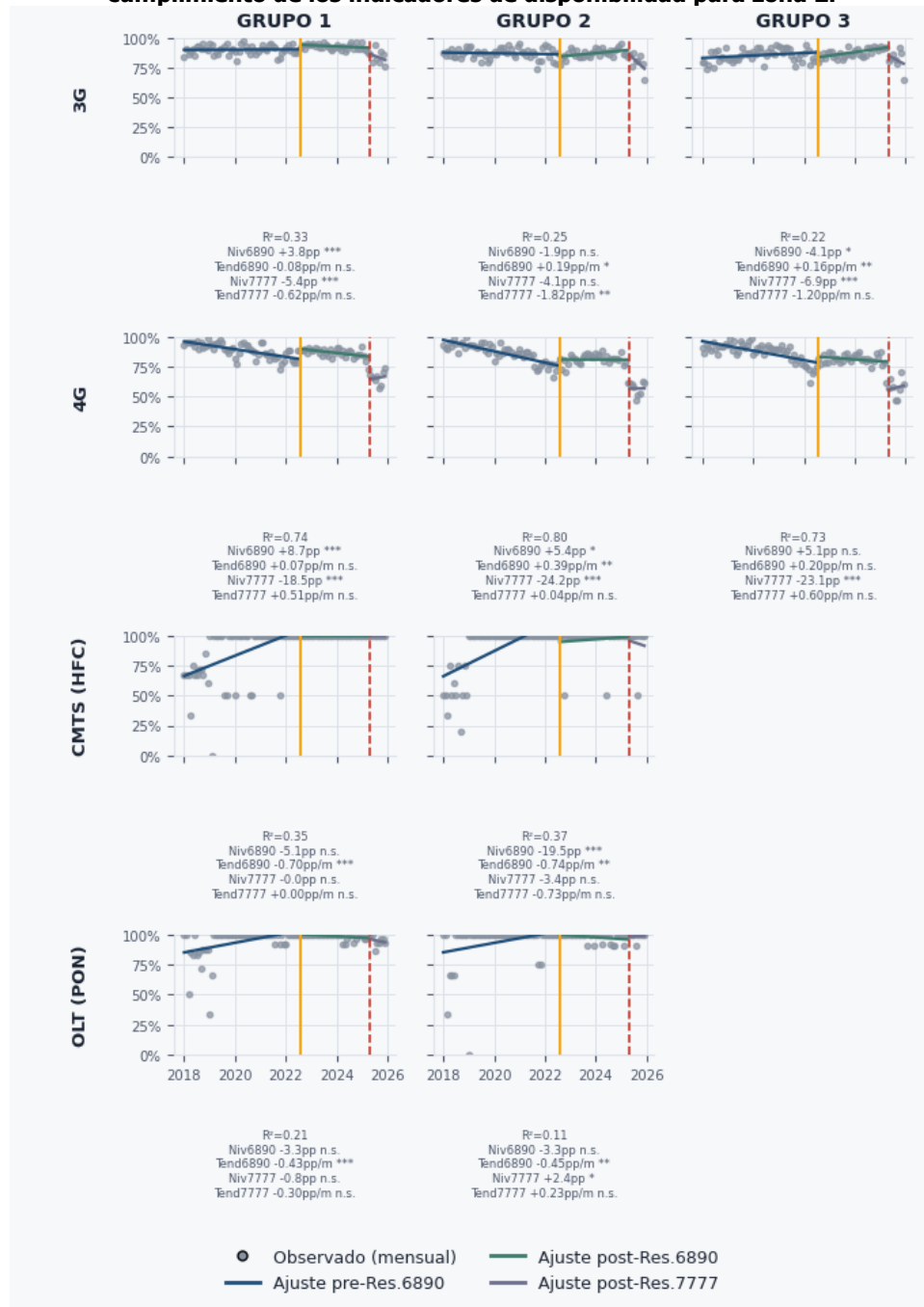
El Grupo 2, cuyos municipios pasaron de estar exceptuados a estar obligados, presentan un aumento de 5,4 p.p., mientras que el Grupo 3, que permaneció exceptuado, registra un incremento de 5,1 p.p. Si bien los cambios de los Grupos 2 y 3 no son estadísticamente significativos al 5%, su magnitud resulta relevante, dado que el Grupo 3 no estuvo sujeto a la modificación regulatoria. En 3G, el comportamiento es más heterogéneo. El Grupo 1 presenta un incremento significativo de 3,8 p.p., mientras que el Grupo 2 no muestran un cambio estadísticamente significativo. Por su parte, el Grupo 3 registra una reducción de 4,1 p.p. estadísticamente significativo. Dado que este último grupo permaneció exceptuado de la obligación, su comportamiento no debería responder directamente al cambio regulatorio. En consecuencia, estas variaciones podrían estar asociadas a dinámicas propias de la tecnología, factores sectoriales o variaciones aleatorias no relacionadas con la resolución.

En cuanto a las tecnologías fijas, no se observa evidencia de un cambio positivo asociado temporalmente con la Resolución CRC 6890. En OLT/PON, ninguno de los grupos presenta cambios estadísticamente significativos. En CMTS/HFC, por el contrario, el Grupo 2 registra una disminución de 19,5 p.p. en el nivel del indicador alrededor del punto de intervención, lo que resulta contrario al efecto esperado si la regulación hubiera generado una mejora inmediata en la disponibilidad.

En conjunto, los resultados sugieren que la evidencia más clara de un cambio positivo asociado temporalmente con la Resolución CRC 6890 se concentra en 4G del Grupo 1, correspondiente a los municipios que estuvieron sujetos a la obligación tanto antes como después de la resolución. Para el Grupo 2, que constituye el principal grupo de interés para evaluar la ampliación de la obligación regulatoria, la evidencia es más débil y no permite establecer un efecto concluyente. La existencia de cambios de magnitud similar en el Grupo 3, que permaneció exceptuado, junto con la heterogeneidad observada en 3G y en las tecnologías fijas, sugiere que parte de las variaciones identificadas podrían responder a dinámicas sectoriales o tecnológicas ajenas a la modificación regulatoria. Por tanto, los resultados deben interpretarse como evidencia de cambios coincidentes con la intervención, mas no como evidencia causal definitiva del efecto de la Resolución CRC 6890 de 2022.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 56 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 26 Cambios en nivel y tendencia por zona, grupo y tecnología en el porcentaje de cumplimiento de los indicadores de disponibilidad para zona 2.

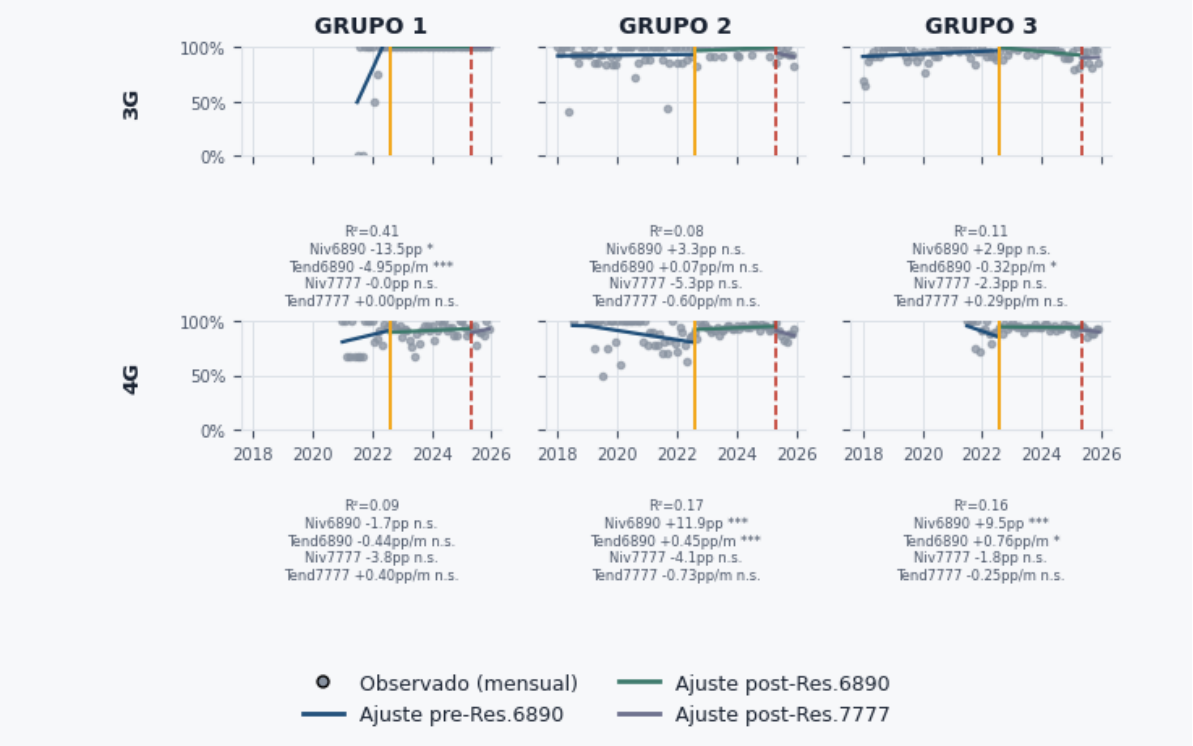


Fuente: Elaboración propia con base en información del Formato T.2.5.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 57 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

La Ilustración 27 presenta los resultados correspondientes a la Zona Satelital. El principal resultado se observa en la tecnología 4G, donde tanto el Grupo 2 como el Grupo 3 presentan cambios de nivel de magnitud similar y estadísticamente significativos en agosto de 2022. En particular, el Grupo 2 registra un incremento de 11,9 puntos porcentuales (p.p.), mientras que el Grupo 3 presenta un aumento de 9,5 p.p.

Ilustración 27 Cambios en nivel y tendencia por zona, grupo y tecnología en el porcentaje de cumplimiento de los indicadores de disponibilidad para satelital.



Fuente: Elaboración propia con base en información del Formato T.2.5.

La similitud de estos cambios resulta relevante para la elevación de la regulación, dado que el incremento observado no se limita a los municipios que adquirieron la obligación. El hecho de que un grupo que permaneció exceptuado durante todo el periodo presente un cambio de magnitud comparable constituye evidencia de la necesidad de realizar un análisis causal y no solamente descriptivo para evidenciar si los efectos están o no relacionados con el cambio regulatorio.

En contraste, el Grupo 1, cuyos municipios estuvieron sujetos a la obligación tanto antes como después de la resolución, no presenta un cambio de nivel estadísticamente significativo en 4G. En 3G, este grupo registra un cambio negativo de 13,5 p.p., resultado que, aunque no alcanza los niveles convencionales de significancia estadística, resulta contrario a lo esperado si la regulación hubiera generado una mejora inmediata y generalizada de la disponibilidad entre los municipios históricamente obligados.

En conjunto, los resultados de la Zona Satelital ofrecen evidencia limitada a favor de un efecto de la Resolución CRC 6890 de 2022. En particular, el comportamiento de 4G resulta especialmente informativo: el cambio positivo observado en los municipios que adquirieron la obligación con la resolución es similar al registrado por aquellos que permanecieron exceptuados. Esta evidencia sugiere que la mejora observada podría estar asociada, al menos parcialmente, a factores distintos de la modificación regulatoria.

Aproximación desde Diferencia en Diferencias (DiD)

Nótese que el Grupo 2 es de particular interés para el análisis, dado que está conformado por municipios que, antes de la expedición de la Resolución CRC 6890 de 2022, no estaban obligados a cumplir con el indicador de disponibilidad. Sin embargo, con la modificación del Anexo 5.7, estos municipios pasaron a estar sujetos al cumplimiento de la meta regulatoria. Este cambio en la obligación constituye una variación en el tratamiento regulatorio que permite plantear una estrategia de identificación causal mediante la metodología de Diferencias en Diferencias (DiD), al comparar la evolución del indicador entre los municipios del Grupo 2 y un grupo de comparación antes y después de la entrada en vigor de la regulación.

El grupo de control está conformado por los municipios pertenecientes al Grupo 3, los cuales no estuvieron obligados a cumplir con las metas de disponibilidad ni antes ni después de la implementación de la regulación. En consecuencia, estos municipios no estuvieron expuestos al tratamiento y constituyen el contrafactual teórico del Grupo 2, cuyos municipios pasaron a estar sujetos a la obligación de cumplimiento. No obstante, para interpretar las diferencias entre ambos grupos como un efecto del cambio regulatorio, es necesario verificar empíricamente que el Grupo 3 constituye un contrafactual válido, particularmente mediante la evaluación del supuesto de tendencias paralelas previo a la implementación del tratamiento.

Tabla 5 Resumen del balance del panel pre/post Resolución por zona y grupo

Zona	Grupo	N Pre	N Post	N Ambos	Solo Pre	Solo Post
Zona 1	Grupo 1	73	73	73	0	0
	Grupo 2	21	21	21	0	0
	Grupo 3	0	1	0	0	1
Zona 2	Grupo 1	22	23	22	0	1
	Grupo 2	32	32	32	0	0
	Grupo 3	28	28	28	0	0
Zona Satelital	Grupo 1	32	55	28	4	27
	Grupo 2	113	200	105	8	95
	Grupo 3	91	127	88	3	39

Fuente: Elaboración propia con base en información del Formato T.2.5.

La Tabla 5 presenta los resultados del balance del panel de datos. Es importante señalar que, en la Zona 1, el Grupo 3 está representado únicamente por el municipio de Cumaribo, por lo que, debido a su limitada representatividad, este grupo no se considera en el análisis de esta zona. En el caso de la Zona Satelital, el panel no se encuentra balanceado y se observa una rotación considerable de municipios entre los periodos pre y post en ambos grupos, comportamiento que resulta consistente con la dinámica particular de esta zona. Por su parte, la Zona 2 presenta un panel relativamente balanceado para los dos grupos, con una cobertura temporal superior al 93%. En consecuencia, esta zona ofrece las mejores condiciones para realizar el análisis comparativo y evaluar los cambios asociados a la implementación de la regulación.

La Tabla 6 presenta los resultados de la prueba de tendencias paralelas, cuya hipótesis establece que, en ausencia del tratamiento, la trayectoria promedio del grupo tratado habría evolucionado de manera similar a la del grupo de control. En otras palabras, se asume que, antes de la implementación de la medida regulatoria, ambos grupos seguían tendencias comparables en la variable de resultado. Es decir:

$$E[Y_{it}(0) \mid \textit{Grupo 2}] - E[Y_{it}(0) \mid \textit{Grupo 3}] = \alpha$$

Por tanto, cualquier divergencia en las tendencias observada después de la implementación del tratamiento puede atribuirse, bajo los demás supuestos del modelo, al efecto de la intervención regulatoria. No obstante, en la Zona Satelital para la tecnología 3G no se verifica el supuesto de tendencias paralelas, por lo que esta especificación se excluye de la estimación. De igual manera, para la Zona 2 en las tecnologías CMTS/HFC y OLT/PON, el reducido número de observaciones no permite realizar una estimación econométrica robusta; por esta razón, estas especificaciones también se excluyen del análisis.

Tabla 6 Resultados análisis de tendencia paralelas

Zona	Tecnología	Estadístico Wald	P-Valor	Veredicto
Zona 2	3G	8,3	0,686	No se rechaza
	4G	13,96	0,235	No se rechaza
	CMTS/HFC	-	-	No estimable
	OLT/PON	-	-	No estimable
Zona Satelital	3G	39,22	0,000	Se rechaza
	4G	8,75	0,645	No se rechaza

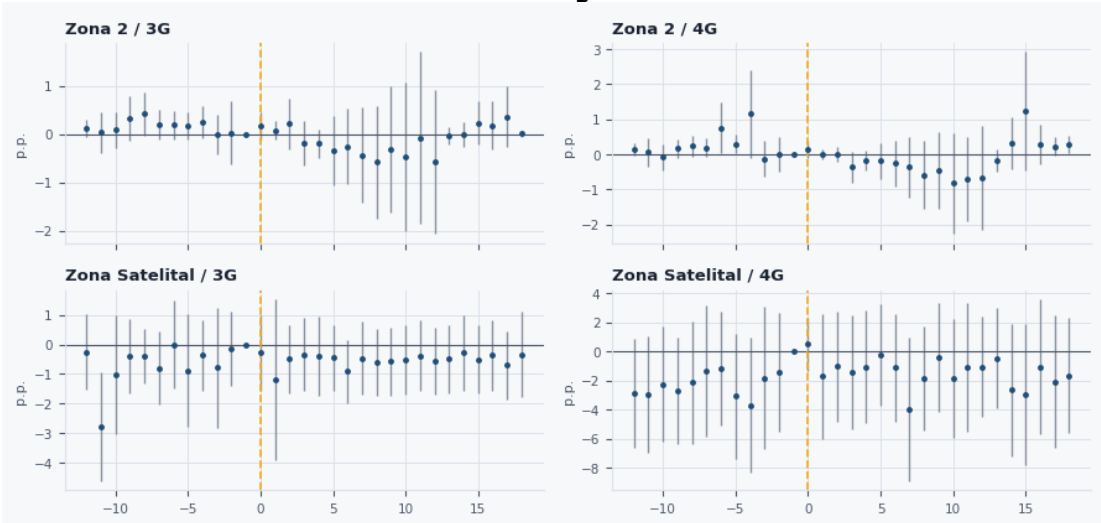
Fuente: Elaboración propia con base en información del Formato T.2.5.

Ahora bien, el Ilustración 28 presenta el contraste de si el Grupo 3 constituye un contrafactual creíble del Grupo 2. Se estimó un estudio de eventos, es decir, una regresión con efectos fijos de entidad (operador dentro de municipio o departamento) y de tiempo, que reemplaza la variable POST por una indicadora para cada mes calendario relativo a la entrada en vigor de la Resolución CRC 6890 de 2022 (R=0), interactuada con la condición de tratamiento (pertenecer al Grupo2).

El mes inmediatamente anterior al corte (R=-1) se usa como referencia y se omite de la regresión, de modo que cada coeficiente mide la diferencia entre Grupo 2 y Grupo 3 en ese mes, relativa a esa

misma diferencia justo antes del corte; los puntos representan el coeficiente estimado y las barras verticales su intervalo de confianza al 95%.

Ilustración 28 Estudio de eventos - Grupo 2 VS Grupo 3 (panel a nivel operador), por zona y tecnología.



Fuente: Elaboración propia de los autores en base al formato T.2.5.

Los coeficientes de los meses previos a la resolución (*leads*, a la izquierda de la línea vertical) son el chequeo formal del supuesto de tendencias paralelas. Si son estadísticamente indistinguibles de cero y no muestran un patrón sistemático al acercarse al corte, es evidencia de que ambos grupos se movían de forma comparable antes de la intervención. Los coeficientes posteriores (*lags*) muestran, mes a mes, si aparece alguna diferencia atribuible al cambio de estatus regulatorio del Grupo 2.

El *test* conjunto de Wald sobre los coeficientes *leads* no rechaza el supuesto en tres de las cuatro combinaciones zona-tecnología estimables (Zona 2 en 3G, 4G, y Zona Satelital en 4G), y solo se rechaza en Zona Satelital/3G, impulsado, según el gráfico, por un único coeficiente aislado en un mes lejano ($R=-11$) y no por una divergencia sostenida, lo que en conjunto respalda al Grupo 3 como un contrafactual razonable del Grupo 2 en la mayoría de las especificaciones evaluadas.

Ahora bien, con el propósito de evaluar la robustez de tendencias paralelas, y considerando que el coeficiente más lejano corresponde a $R=11$, se realiza una prueba adicional utilizando una ventana temporal restringida. En particular, se presentan los resultados para la ventana $R=-6$ a $R=-1$, periodo que permite evaluar posibles efectos de anticipación y, al mismo tiempo, concentra un mayor número de observaciones del panel.

Los resultados muestran que, para la zona satelital en la tecnología 3G, no se rechaza la hipótesis nula de tendencias paralelas. Con esta verificación, las cuatro combinaciones zona-tecnología estimables superan la prueba de tendencias paralelas. En conjunto, estos resultados fortalecen la validez del

supuesto de identificación y consolidan el panel a nivel operador como el diseño con mayor robustez para la estimación de los efectos de la intervención.

Tabla 7 Prueba de Robustez con ventana de *leads* restringida

Zona	Tecnología	P (Ventana Completa)	P (Ventana Corta, R=-6 a -1)	N unidades en R=-11
Zona 2	3G	0,686	0,521	96
	4G	0,235	0,093	109
Zona Satelital	3G	0,000	0,911	5
	4G	0,645	0,406	9

Fuente: Elaboración propia de los autores en base al formato T.2.5.

Los resultados de la aproximación causal se obtienen mediante una modelación de Diferencias en Diferencia (DiD). Es importante precisar que la unidad de análisis se define a nivel operador dentro de cada tecnología. Para la Zona 2 y la Satelital, la unidad corresponde al operador, municipio/departamento, tecnología. Esta definición evita que los resultados estén dominados por los operadores que reportan un mayor número de elementos en un mismo municipio y permite una comparación más equilibrada entre las unidades de análisis.

La especificación se concentra en el contraste entre el Grupo 2 y el Grupo 3, dado que permite comparar municipios que pasan a estar sujetos a la obligación regulatoria con aquellos que permanecen exceptuados. El Grupo 1 no se incluye en la especificación, debido a que estos municipios ya estaban sujetos a la regulación antes de la intervención y, por lo tanto, no constituyen un grupo de comparación adecuado para la identificación del efecto asociado al cambio regulatorio.

La Tabla 8 presenta los resultados de las estimaciones de DiD para las cuatro combinaciones de zona y tecnología evaluadas restringiéndolo hasta la entrada de la Resolución CRC 7777 de 2025 con el fin de no contaminar los resultados. En ninguno de los casos se encuentra un efecto estadísticamente significativo de la Resolución CRC 6890 de 2022 sobre el indicador de disponibilidad de los municipios del Grupo 2 tanto como el modelo básico como con el de efectos fijos. Las magnitudes son pequeñas y oscilan entre -0,39 y 0,26 p.p., sin un patrón sistemático de signo entre especificaciones, lo que es más compatible con variación aleatoria alrededor de cero que con un efecto causal real de la resolución sobre el Grupo 2.

Vale la pena destacar dos resultados puntuales de esta especificación. En la zona 2, para la tecnología 4G, el efecto estimado bajo la especificación preferida de efectos fijos es de apenas -0,01 puntos porcentuales, con un valor p de 0,953. Este constituye el resultado más cercano a un efecto nulo de todo el análisis y refuerza la ausencia de evidencia de un impacto estadísticamente significativo de la Resolución CRC 6890.

En la Zona Satelital, para la tecnología 3G, la reducción del panel disminuye el número de unidades de 75 a 50; sin embargo, el efecto estimado (-0,07 p.p.) se mantiene prácticamente igual al obtenido con el panel completo. Esto sugiere que la conclusión no está determinada por las observaciones correspondientes a los meses más recientes de la serie.

Tabla 8 Resultados de la regresión DiD por tecnología.

Zona	Tecnología	Modelo	ATT	Error Estándar	P-Valor	Significancia	N unidades
Zona 2	3G	DiD Básico	-0,15	0,19	0,428	No significativo	141
	3G	DiD FE	-0,06	0,16	0,704	No significativo	
	4G	DiD Básico	-0,09	0,16	0,591	No significativo	150
	4G	DiD FE	-0,01	0,13	0,953	No significativo	
Zona Satelital	3G	DiD Básico	-0,21	0,2	0,301	No significativo	50
	3G	DiD FE	-0,07	0,19	0,709	No significativo	
	4G	DiD Básico	-0,39	0,78	0,615	No significativo	303
	4G	DiD FE	0,26	0,98	0,794	No significativo	

Fuente: Elaboración propia con base en información del Formato T.2.5.

En conjunto, los resultados no proporcionan evidencia estadística de que la Resolución CRC 6890 de 2022 haya generado un efecto causal detectable sobre la disponibilidad de los elementos de red de acceso de los municipios del Grupo 2, en ninguna zona o tecnología evaluadas bajo esta especificación. La diferencia entre los cambios observados en las estadísticas descriptivas y estimaciones DiD sugiere, además, que las variaciones registradas entre periodos anterior y posterior a la resolución no pueden atribuirse directamente a la intervención regulatoria una vez que se controlan las diferencias permanentes entre unidades y los cambios comunes en el tiempo.

5.3.2 Indicadores de calidad de datos fijos

Para realizar el análisis de los indicadores de calidad de los servicios de internet fijo, es importante tener en cuenta que las metas de cumplimiento se establecen por plan de cada operador y aplican a aquellos operadores que registren una participación superior al 1% de los accesos a nivel nacional, de acuerdo con los planes ofrecidos y las mediciones realizadas. Estas mediciones se efectúan dentro del dominio del ISP y deben garantizar una cobertura mínima del 95% de los suscriptores, permitiendo un margen de error máximo del 5%, de conformidad con lo establecido en el Anexo 5.1-B.

En el servicio de Internet fijo se realizan dos mediciones de calidad: velocidad de Internet y retardo. En el caso de la velocidad de Internet, la meta de calidad establecida en el Anexo 5.1-B se determina a partir de la diferencia entre la velocidad mínima de carga o descarga medidas y la velocidad de carga o descarga correspondiente al plan ofrecido por el operador. Para las conexiones que utilizan tecnología satelital, el cálculo se realiza utilizando las velocidades medias de carga y descarga. En todos los casos, el resultado de la medición debe ser igual o superior a cero. Por su parte, para las mediciones de retardo, el valor objetivo es de 50 ms, aplicable a los planes según año, trimestre y tecnología correspondientes. Para las conexiones que utilizan tecnología satelital, debido a sus características particulares, se establece un valor objetivo de 700 ms. En este caso, dado que se trata de un indicador de latencia o retardo, menores valores representan un mejor desempeño. Por tanto, se considera que se cumple con la meta cuando la diferencia entre el valor observado y el valor objetivo es igual o inferior a cero.

Empleando información del Formato T.2.4 se analizó el comportamiento de cumplimiento de las muestras reportadas por operador y tecnología¹⁰. La Ilustración 29 presenta el cumplimiento de la meta de velocidad por tecnología antes y después de la Resolución CRC 6890 de 2022. A diferencia del análisis de disponibilidad de elementos de red, acá se considera como fecha de la intervención el segundo trimestre de 2023, según la fecha de entrada en vigor de las medidas correspondientes.

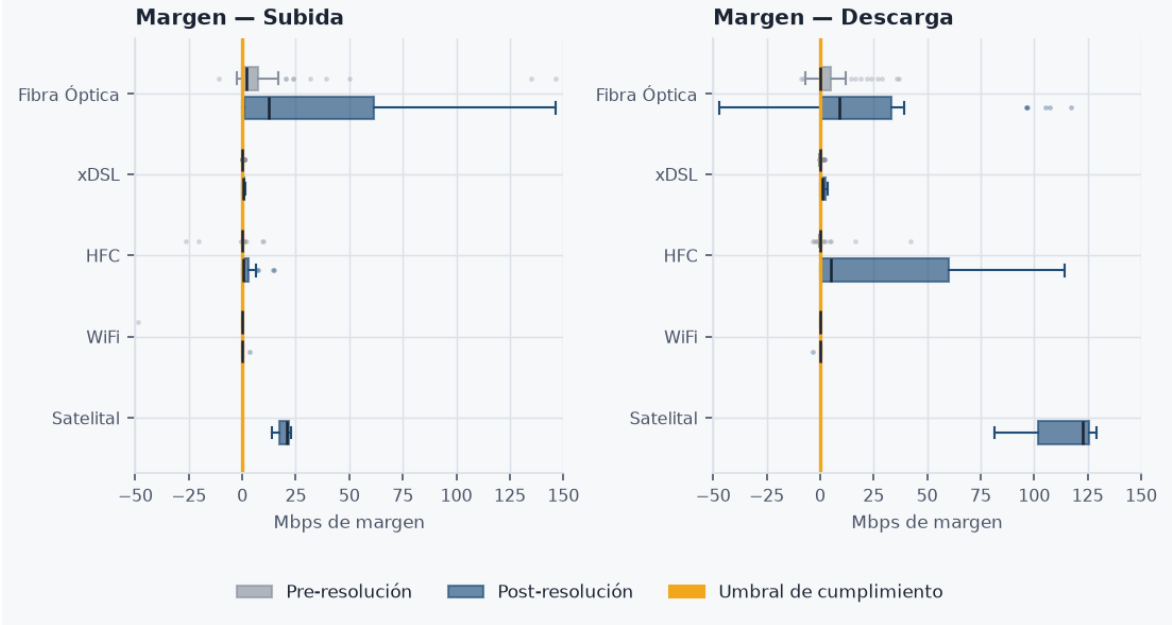
A partir de lo anterior, se observa que en las tecnologías de acceso fijo xDSL y WiFi la distribución del margen respecto a la meta se concentra alrededor de cero y no presenta mayor diferencia después de la Resolución CRC 6890 de 2022, tanto para velocidades de subida como de descarga. Este comportamiento sugiere que una proporción importante de los planes de los operadores reporta velocidades próximas a las establecidas en los planes ofrecidos, con un margen de holgura relativamente reducido.

En los planes de los operadores con accesos con tecnologías de fibra óptica y HFC, se presentan distribuciones más amplias, bigotes más largos, lo que evidencia una mayor dispersión entre operadores; y en ambos casos hubo un movimiento positivo en la distribución del margen de cumplimiento. Finalmente, respecto a los accesos con tecnología satelital, de los cuales solo se contempla información desde el tercer trimestre de 2025, se presenta una distribución por encima del umbral de cumplimiento, especialmente en el indicador de velocidad de descarga, donde el primer cuartil de dichos márgenes es mayor a 100 Mbps.

¹⁰ Para este análisis se seleccionaron los siguientes operadores: MOVISTAR, CLARO, EDATEL, ETB, HV TELEVISIÓN, UNE EPM, CELSIA INTERNET, TELMEX y STARLINK.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 64 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

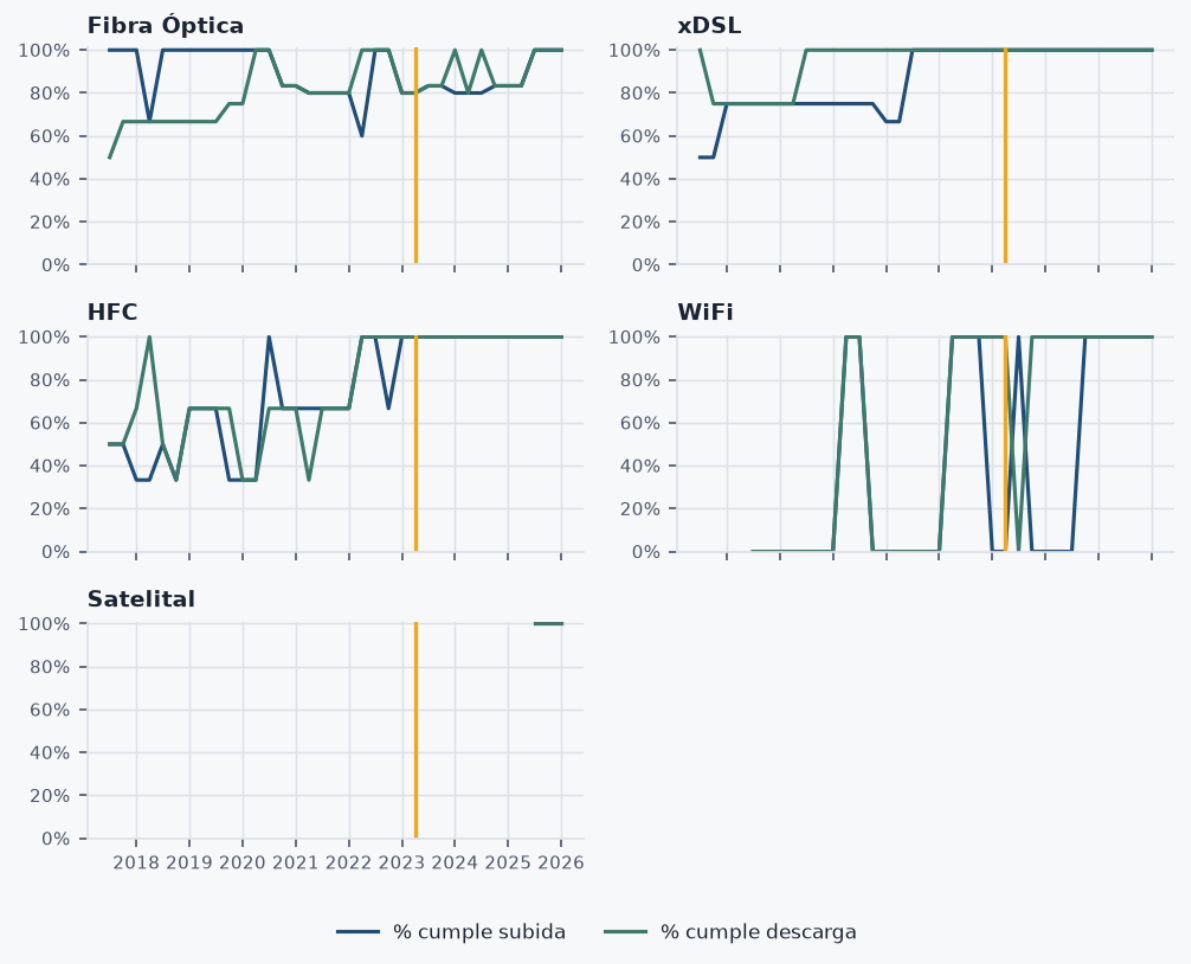
Ilustración 29 Velocidades de internet fijo, distribución del margen frente a la meta, por tecnología. Línea vertical =0: umbral de cumplimiento.



Fuente: Elaboración propia de los autores en base al formato T.2.4.

La Ilustración 30 presenta las series trimestrales del porcentaje de planes de operadores que alcanzan la meta de velocidad, desagregadas por tecnología. En planes con tecnologías HFC y xDSL se alcanza el 100% entre los operadores seleccionados. Respecto a la tecnología satelital, STARLINK llega al 100% entre el tercer trimestre de 2025 y el primer trimestre de 2026. En fibra óptica, se presentan porcentajes superiores a 80%, especialmente en las mediciones de velocidades de descarga. Respecto a la tecnología WiFi, entre los operadores seleccionados, H V TELEVISIÓN es el único operador que la reporta y presenta alta volatilidad en el porcentaje de cumplimiento, dado que sus mediciones están cercanas, pero en algunos trimestres han quedado por debajo de la meta en algunos de los planes reportados.

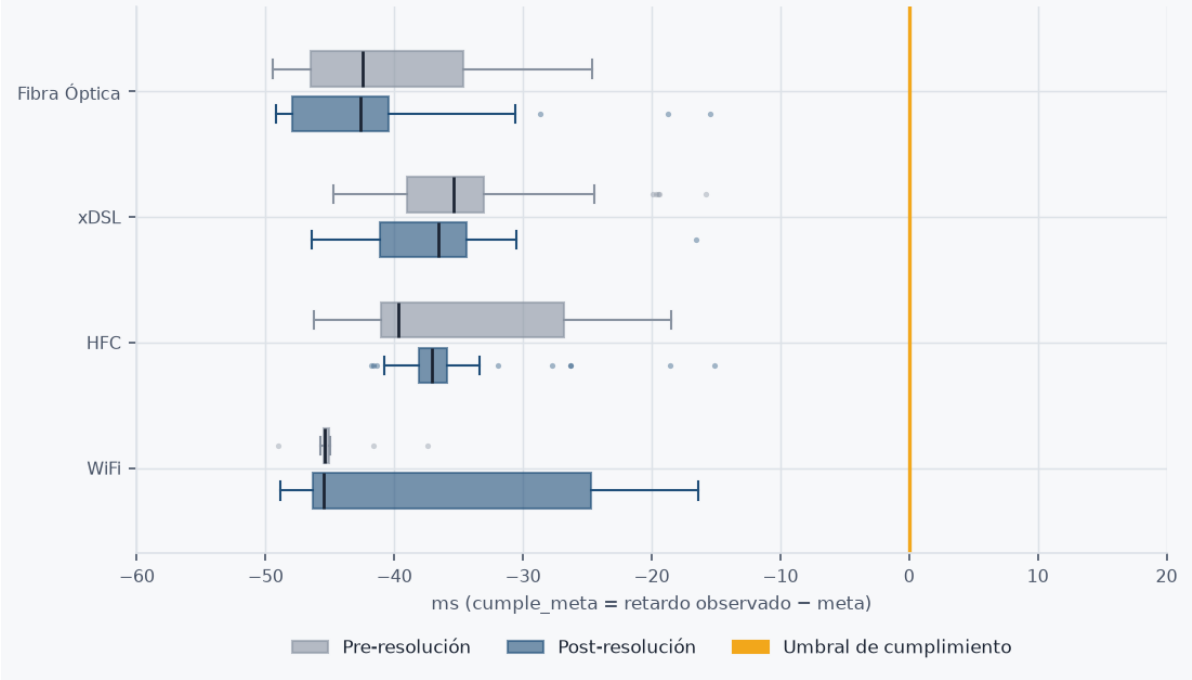
Ilustración 30. Velocidades de internet fijo. Porcentaje de planes que cumplen con la meta tecnología.



Fuente: Elaboración propia de los autores en base al formato T.2.4.

Ahora bien, al analizar el otro indicador de calidad, correspondiente a la latencia o retardo, la Ilustración 31 muestra un panorama de cumplimiento más homogéneo que el observado para la velocidad. De esa ilustración se excluye la tecnología satelital por tener un margen de retardo positivo respecto a su meta de cumplimiento y notoriamente mayor al de las demás tecnologías. En la mayoría de las tecnologías, fibra óptica, HFC, xDSL y LTE, las distribuciones se ubican por debajo de la línea de referencia, con medianas similares entre sí, de aproximadamente -35 y -45 ms. Este comportamiento se refleja también en los altos y consistentes porcentajes de cumplimiento, que superan el 90%.

Ilustración 31 Retardo de internet fijo, distribución del margen frente a la meta, por tecnología.
Línea vertical =0: umbral de cumplimiento.



Fuente: Elaboración propia de los autores en base al Formato T.2.4.

La tecnología satelital, que cuenta con una meta regulatoria más laxa, de 700 ms frente a 50 ms para las demás tecnologías, muestra una mediana del margen de $-671,5$ ms, es decir, que el retardo mediano es de 48,5 ms. Esto se debe en parte a que la meta de retardo para tecnología satelital está definida independientemente del tipo de órbita de los satélites y para esta medición se tiene como único operador con esta tecnología a STARLINK, cuyos satélites se desplazan en órbitas bajas (LEO Low Earth Orbit), lo que favorece la reducción del retardo. A diferencia de la serie de velocidad, el cumplimiento en el indicador de retardo ya presentaba un cumplimiento de 100%, tanto antes como después de la entrada en vigor de la Resolución CRC 6890 de 2022.

6 Discusión y conclusiones

En conjunto, los resultados de la evaluación muestran que la Resolución CRC 6890 de 2022 representó una modernización relevante del régimen de calidad, especialmente por la adopción de la metodología de medición mediante *crowdsourcing* y por la ampliación de la cobertura de las mediciones. La evidencia disponible muestra que, para 4G, la nueva metodología genera un volumen de observaciones suficiente en la gran mayoría de los ámbitos geográficos evaluados y, en numerosos municipios y localidades, ampliamente superior al tamaño mínimo de muestra requerido. Esto permite contar con una mayor visibilidad sobre las condiciones de prestación del servicio y evidencia un potencial para avanzar hacia niveles de desagregación territorial más detallados, incluso en algunos municipios que actualmente se agrupan dentro del ámbito “Resto de departamento”.

No obstante, la disponibilidad de mediciones continúa siendo heterogénea entre territorios, con menores volúmenes en determinadas zonas del país, por lo que una mayor granularidad debería considerarse de manera diferenciada y teniendo en cuenta la suficiencia y distribución espacial de las observaciones.

Por otra parte, la evidencia analizada no permite concluir que la ampliación de las obligaciones introducida por la Resolución CRC 6890 de 2022 haya generado, por sí misma, una mejora generalizada en los indicadores de calidad. Para el indicador de disponibilidad de los elementos de red de acceso, las estimaciones mediante Diferencias en Diferencias no identifican efectos estadísticamente significativos sobre los municipios que pasaron a estar sujetos a la obligación, y las variaciones observadas antes y después de la intervención también aparecen en municipios que permanecieron exceptuados, lo que sugiere la incidencia de factores comunes distintos al cambio regulatorio.

En Internet fijo, si bien hay un cumplimiento en general de las metas establecidas, los resultados son heterogéneos por tecnología. Un ejemplo de ello es que mientras el indicador de retardo presenta niveles elevados y relativamente estables de cumplimiento, específicamente en la tecnología satelital la meta es considerablemente mayor a los milisegundos efectivamente medidos. En consecuencia, los resultados respaldan con mayor claridad los beneficios asociados a la modernización y fortalecimiento de la medición que la existencia de un efecto directo de la Resolución CRC 6890 de 2022 sobre la calidad observada, particularmente teniendo en cuenta que los cambios en metodologías, definiciones, cobertura y condiciones de reporte limitan la comparabilidad de algunos indicadores entre los periodos anterior y posterior a su entrada en vigor.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 68 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

7 Bibliografía

- Angrist, J. D., & Pischke, J.S. (2009). *Mostly harmless econometrics*. Princeton University Press.
- Lechner, M. (2010). *The Estimation of Causal Effects by Difference-in-Difference Methods*. Foundations and Trends in Econometrics, 4(3), 165-224.
- Rueda, C. (2026). Evaluación del impacto de la Resolución CRC 6890 de 2022 sobre la capacidad de las redes de telecomunicaciones móviles en Colombia. Universidad de los Andes, Documento CEDE #44. Disponible para consulta en línea en el enlace: <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/9ee7c095-452c-4137-b743-e786db011615>
- Uber Technologies, Inc. (2026). H3: Hexagonal hierarchical geospatial indexing system. H3 Documentation. Disponible para consulta en línea en: <https://h3geo.org/docs/>

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 69 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Cartagena - PTC

Cumplimiento mensual y promedio mensual de mediciones, enero a junio de 2026

Suficiencia y cumplimiento mensual del tamaño de muestra

Localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico



Veces la muestra (peor mes)

5.0x 10.0x 15.0x

Promedio mensual de mediciones

Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Promedio mensual

Sin información Menos de 1.000 1.000 a menos de 5.000
5.000 a menos de 10.000 10.000 a menos de 20.000 20.000 a menos de 50.000

Localidad Indicador Promedio mensual

HISTÓRICA Y DEL CARIBE NORTE Carga 10.077

INDUSTRIAL DE LA BAHÍA Carga 8.599

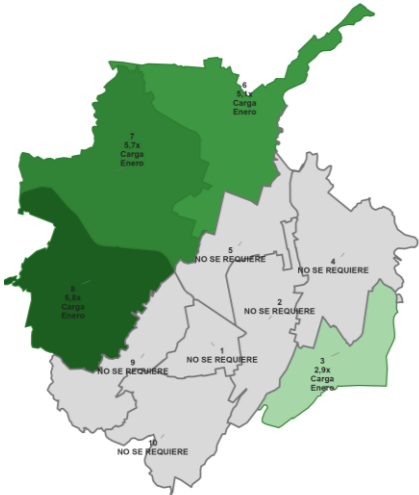
VIRGEN Y TURÍSTICA Carga 6.894

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Cúcuta - PTC

Cumplimiento mensual y promedio mensual de mediciones, enero a junio de 2026

Suficiencia y cumplimiento mensual del tamaño de muestra

Localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico

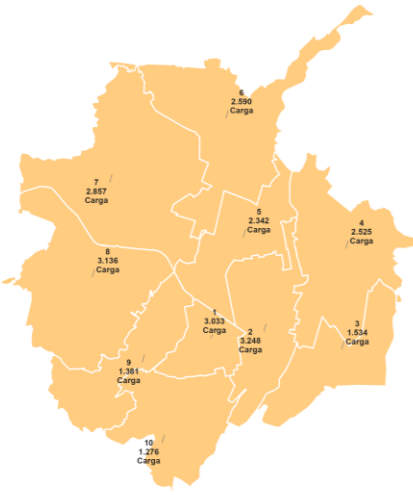


Veces la muestra (peor mes)

1.0x 2.0x 3.0x 4.0x 5.0x 6.0x

Promedio mensual de mediciones

Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Promedio mensual

Sin información Menos de 1.000 1.000 a menos de 5.000
5.000 a menos de 10.000 10.000 a menos de 20.000 20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

Localidad Indicador Promedio mensual

COMUNA 1 CENTRO Carga 3.033

COMUNA 10 CEMENTERIO Carga 1.276

COMUNA 2 CENTRO ORIENTAL Carga 3.248

COMUNA 3 SUROCCIDENTAL Carga 1.534

COMUNA 4 ORIENTAL Carga 2.525

COMUNA 5 NOROCCIDENTAL Carga 2.342

COMUNA 6 NORTE Carga 2.590

COMUNA 7 NOROCCIDENTAL Carga 2.857

COMUNA 8 OCCIDENTAL Carga 3.136

COMUNA 9 SUROCCIDENTAL Carga 1.381

El mapa izquierdo evalúa cada mes frente a la muestra requerida + 10% y representa cada localidad por su peor mes. El mapa derecho presenta el menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter. La condición EvaluarNo se requiere proviene de la variable Ambito del marco PTC.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022

Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel
Ramírez / David Siervo

Versión No. 5

Revisado por: Analítica de Datos

Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor

Página 71 de 96

Fecha de revisión: 18/09/2026

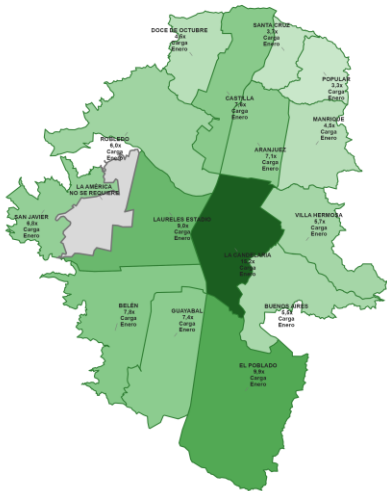
Fecha de vigencia: 13/01/2025

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Medellín - PTC

Cumplimiento mensual y promedio mensual de mediciones, enero a junio de 2026

Suficiencia y cumplimiento mensual del tamaño de muestra

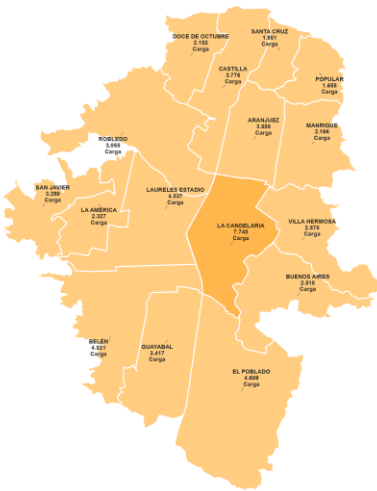
Localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico



Veces la muestra (por mes)

Promedio mensual de mediciones

Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Promedio mensual

Localidad	Indicador	Promedio mensual
ARANJUEZ	Carga	3.886
BELEN	Carga	4.021
BUENOS AIRES	Carga	2.516
CASTILLA	Carga	3.776
DOCE DE OCTUBRE	Carga	2.153
EL POBLADO	Carga	4.699
GUAYABAL	Carga	3.417
LA AMÉRICA	Carga	2.337
LA CANDELARIA	Carga	7.746
LAURELES ESTADIO	Carga	4.537
MANRIQUE	Carga	2.166
POPULAR	Carga	1.656
ROBLEDO	Carga	3.958
SAN JAVIER	Carga	3.260
SANTA CRUZ	Carga	1.851
VILLA HERMOSA	Carga	2.576

Nota: El mapa izquierdo evalúa cada mes frente a la muestra requerida + 10% y representa cada localidad por su peor mes. El mapa derecho presenta el menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter. La condición EvaluarNo se requiere proviene de la variable Ambiente del marco PTC.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Santa Marta - PTC

Cumplimiento mensual y promedio mensual de mediciones, enero a junio de 2026

Suficiencia y cumplimiento mensual del tamaño de muestra

Localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico



Veces la muestra (por mes)

Promedio mensual de mediciones

Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Promedio mensual

Localidad	Indicador	Promedio mensual
CULTURAL TAYRONA	Carga	5.768
HISTÓRICA	Carga	5.131
TURÍSTICA	Carga	3.526

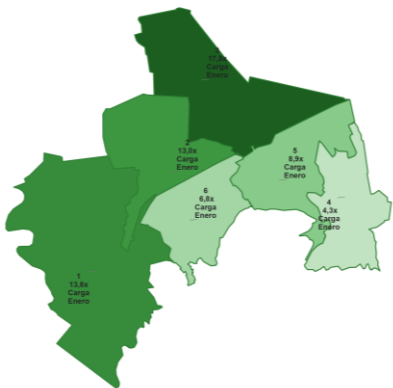
Nota: El mapa izquierdo evalúa cada mes frente a la muestra requerida + 10% y representa cada localidad por su peor mes. El mapa derecho presenta el menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter. La condición EvaluarNo se requiere proviene de la variable Ambiente del marco PTC.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Soacha - PTC

Cumplimiento mensual y promedio mensual de mediciones, enero a junio de 2026

Suficiencia y cumplimiento mensual del tamaño de muestra

Localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico



Promedio mensual de mediciones

Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Localidad	Indicador	Promedio mensual
COMUNA 1	Carga	6.691
COMUNA 2	Carga	7.255
COMUNA 3	Carga	9.586
COMUNA 4	Carga	2.096
COMUNA 5	Carga	4.516
COMUNA 6	Carga	3.615

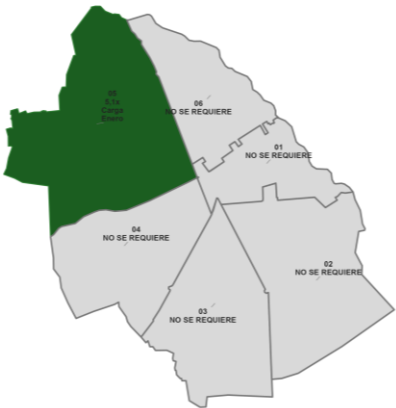
El mapa izquierdo evalúa cada mes frente a la muestra requerida + 10% y representa cada localidad por su peor mes. El mapa derecho presenta el menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter. La condición Evaluar/No se requiere proviene de la variable Ambito del marco PTC.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Valledupar - PTC

Cumplimiento mensual y promedio mensual de mediciones, enero a junio de 2026

Suficiencia y cumplimiento mensual del tamaño de muestra

Localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico



Promedio mensual de mediciones

Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Localidad	Indicador	Promedio mensual
COMUNA 01	Carga	1.518
COMUNA 02	Carga	1.329
COMUNA 03	Carga	1.672
COMUNA 04	Carga	1.989
COMUNA 05	Carga	2.503
COMUNA 06	Carga	1.036

El mapa izquierdo evalúa cada mes frente a la muestra requerida + 10% y representa cada localidad por su peor mes. El mapa derecho presenta el menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter. La condición Evaluar/No se requiere proviene de la variable Ambito del marco PTC.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Villavicencio - PTC

Cumplimiento mensual y promedio mensual de mediciones, enero a junio de 2026

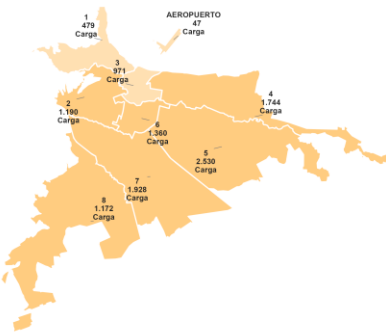
Suficiencia y cumplimiento mensual del tamaño de muestra

Localidad, veces muestra, indicador crítico y mes crítico



Promedio mensual de mediciones

Menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter



Localidad	Indicador	Promedio mensual
AEROPUERTO	Carga	47
COMUNA 1	Carga	479
COMUNA 2	Carga	1.190
COMUNA 3	Carga	971
COMUNA 4	Carga	1.744
COMUNA 5	Carga	2.530
COMUNA 6	Carga	1.360
COMUNA 7	Carga	1.928
COMUNA 8	Carga	1.172

Veces la muestra (peor mes)

1,0x 2,0x 3,0x 4,0x 5,0x

Promedio mensual

Sin información Menos de 1.000 1.000 a menos de 5.000

5.000 a menos de 10.000 10.000 a menos de 20.000 20.000 a menos de 50.000

50.000 o más

Nota: El mapa izquierdo evalúa cada mes frente a la muestra requerida + 10% y representa cada localidad por su peor mes. El mapa derecho presenta el menor promedio mensual entre Descarga, Carga, Latencia y Jitter. La condición (Evaluar/No se requiere) proviene de la variable Ambito del marco PTC.

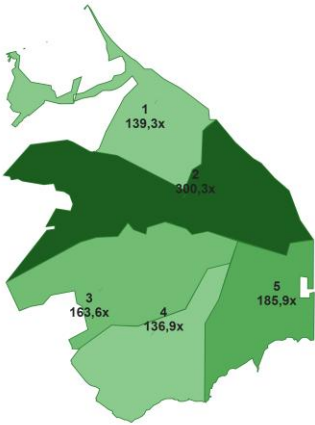
8.1.2 Cumplimiento mensual y promedio de mediciones 4G por localidad -CLARO

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Barranquilla - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Eligible: localidad y veces la muestra



Veces la muestra

100,0x 200,0x 300,0x

Promedio mensual de mediciones

Eligible: localidad y número de mediciones



Promedio mensual

Menos de 1.000 1.000 a menos de 5.000

5.000 a menos de 10.000 10.000 a menos de 20.000 20.000 a menos de 50.000

50.000 o más

Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1: RIOMAR	63.675
COMUNA 2: NORTE-CENTRO HISTÓRICO	139.605
COMUNA 3: SUROCCIDENTE HISTÓRICO	75.264
COMUNA 4: METROPOLITANA	61.205
COMUNA 5: SURORIENTE	83.687

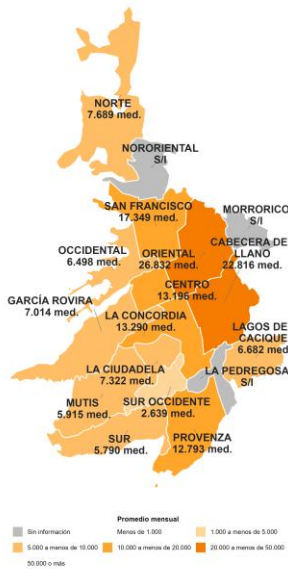
Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Bucaramanga - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2025.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones

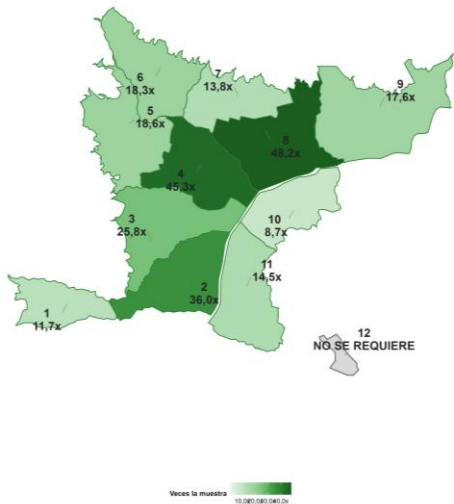


Localidad	Promedio mensual
CABECERA DEL LLANO	22.816
CENTRO	13.196
GARCÍA ROVIRA	7.014
LA CIUDADELA	7.322
LA CONCORDIA	13.290
LA PEDREGOSA	S/I
LAGOS DEL CACIQUE	6.682
MORRORICO	S/I
MUTIS	5.915
NORORIENTAL	S/I
NORTE	7.689
OCCIDENTAL	6.498
ORIENTAL	26.832
PROVENZA	12.793
SAN FRANCISCO	17.349
SUR	5.790
SUR OCCIDENTE	2.639

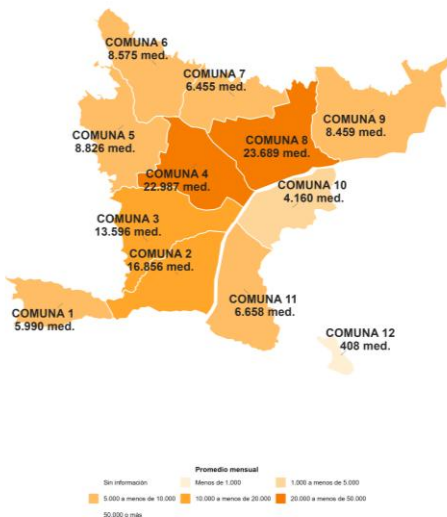
Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Bello - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2025.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones



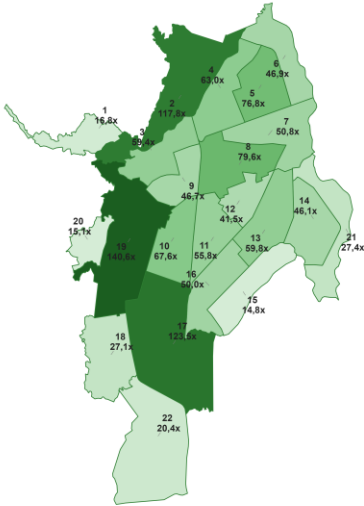
Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	5.990
COMUNA 10	4.160
COMUNA 11	6.658
COMUNA 12	408
COMUNA 2	16.856
COMUNA 3	13.596
COMUNA 4	22.987
COMUNA 5	8.826
COMUNA 6	8.575
COMUNA 7	6.455
COMUNA 8	23.689
COMUNA 9	8.459

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Cali - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

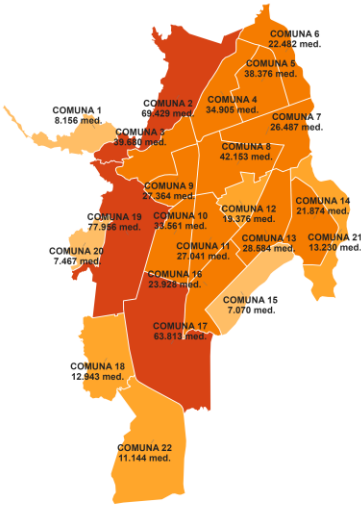
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Izquierda: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Promedio mensual
Menos de 5.000
5.000 a menos de 10.000
10.000 a menos de 20.000
20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	8.156
COMUNA 10	33.561
COMUNA 11	27.641
COMUNA 12	19.376
COMUNA 13	28.584
COMUNA 14	21.674
COMUNA 15	7.670
COMUNA 16	23.928
COMUNA 17	63.813
COMUNA 18	12.943
COMUNA 19	77.856
COMUNA 2	69.429
COMUNA 20	7.467
COMUNA 21	13.230
COMUNA 22	11.144
COMUNA 3	39.680
COMUNA 4	34.965
COMUNA 5	38.376
COMUNA 6	22.482
COMUNA 7	26.487
COMUNA 8	42.153
COMUNA 9	27.364

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Cartagena - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Izquierda: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



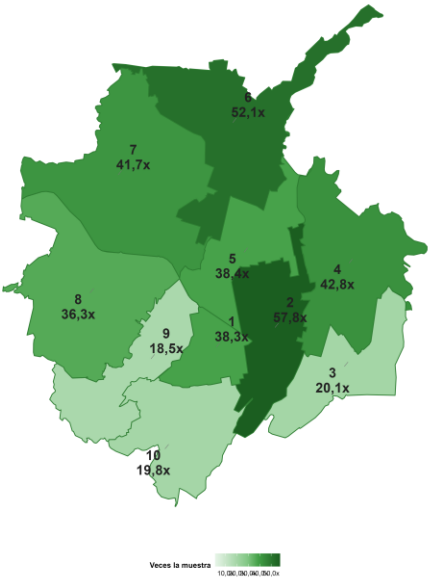
Promedio mensual
Menos de 1.000
5.000 a menos de 10.000
10.000 a menos de 20.000
20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

Localidad	Promedio mensual
HISTÓRICA Y DEL CARIBE NORTE	85.093
INDUSTRIAL DE LA BAHÍA	68.547
VIRGEN Y TURÍSTICA	38.792
VIRGEN Y TURÍSTICA	38.792

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Cucuta - CLARO

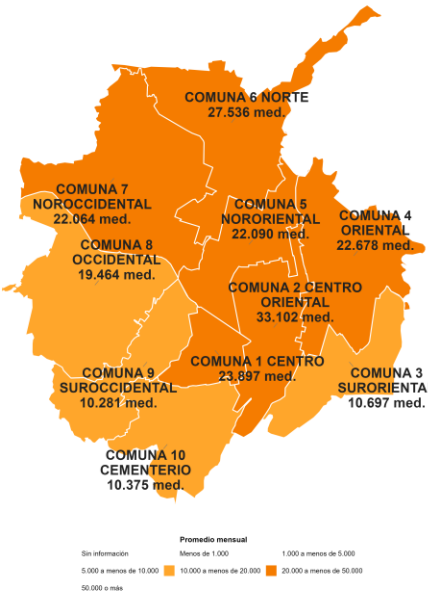
Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Etiqueta: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones

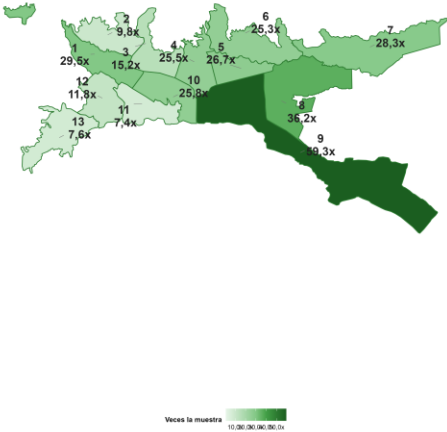


Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1 CENTRO	23.897
COMUNA 10 CEMENTERIO	10.375
COMUNA 2 CENTRO ORIENTAL	33.102
COMUNA 3 SUROCCIDENTAL	10.697
COMUNA 4 ORIENTAL	22.678
COMUNA 5 NORORIENTAL	22.090
COMUNA 6 NORTE	27.536
COMUNA 7 NOROCCIDENTAL	22.064
COMUNA 8 OCCIDENTAL	19.464
COMUNA 9 SUROCCIDENTAL	10.281

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Ibague - CLARO

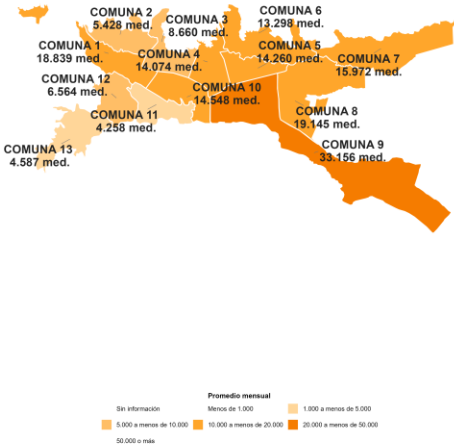
Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Etiqueta: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones



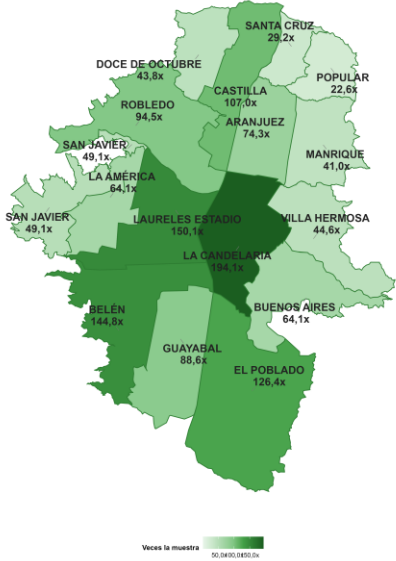
Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	18.839
COMUNA 10	14.548
COMUNA 11	4.258
COMUNA 12	6.564
COMUNA 13	4.587
COMUNA 2	5.428
COMUNA 3	8.660
COMUNA 4	14.074
COMUNA 5	14.260
COMUNA 6	13.298
COMUNA 7	15.972
COMUNA 8	19.145
COMUNA 9	33.156

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Medellin - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

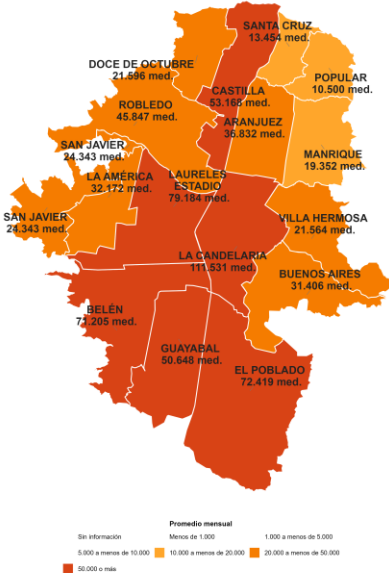
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Etiqueta: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



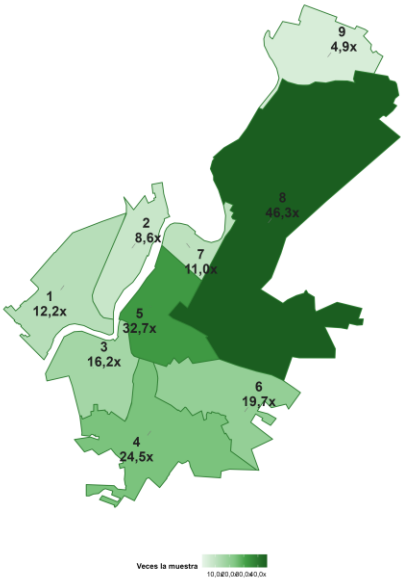
Localidad	Promedio mensual
ARANJUEZ	36.832
BELÉN	71.205
BUENOS AIRES	31.406
CASTILLA	53.165
DOCE DE OCTUBRE	21.596
EL POBLADO	72.419
GUAYABAL	50.648
LA AMÉRICA	32.172
LA CANDELARIA	111.531
LAURELES ESTADIO	79.184
MANRIQUE	19.352
POPULAR	10.500
ROBLEDO	45.847
SAN JAVIER	24.343
SAN JAVIER	24.343
SANTA CRUZ	13.454
VILLA HERMOSA	21.564

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Monteria - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

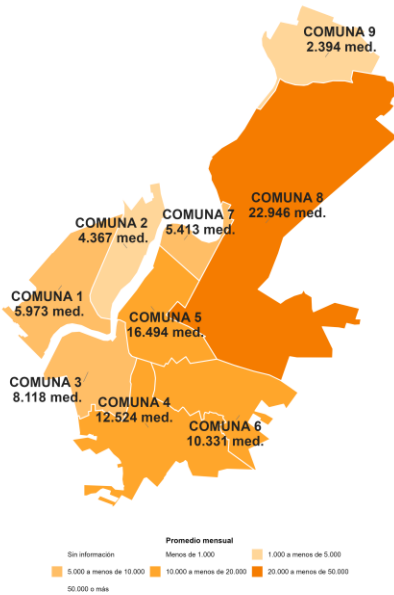
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Etiqueta: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	5.973
COMUNA 2	4.367
COMUNA 3	8.118
COMUNA 4	12.524
COMUNA 5	16.494
COMUNA 6	10.331
COMUNA 7	5.413
COMUNA 8	22.946
COMUNA 9	2.394

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Santa Marta - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Veces la muestra

25.000,0x; 50.000,0x

Izquierda: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Promedio mensual

Sin información
Menos de 1.000
1.000 a menos de 5.000
5.000 a menos de 10.000
10.000 a menos de 20.000
20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

Localidad Promedio mensual

CULTURAL TAYRONA 59.466

HISTÓRICA 45.359

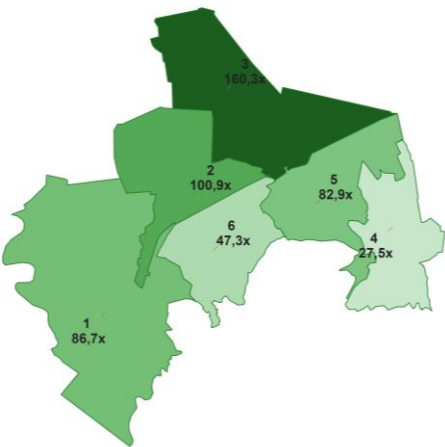
TURÍSTICA 39.358

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Soacha - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



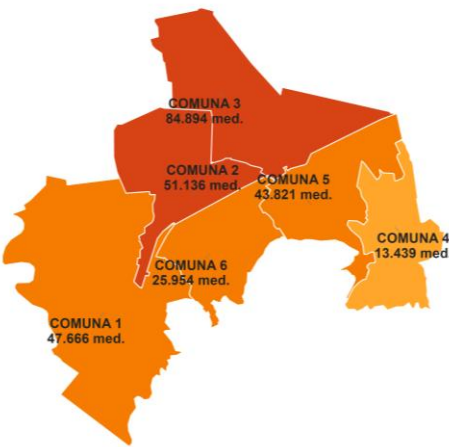
Veces la muestra

40.000,0x; 50.000,0x

Izq: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Promedio mensual

Sin información
Menos de 1.000
1.000 a menos de 5.000
5.000 a menos de 10.000
10.000 a menos de 20.000
20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

Localidad Promedio mensual

COMUNA 1 47.666

COMUNA 2 51.136

COMUNA 3 84.894

COMUNA 4 13.439

COMUNA 5 43.821

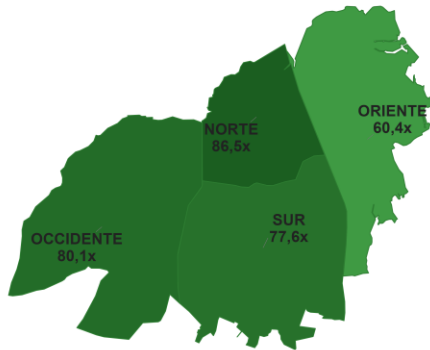
COMUNA 6 25.954

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Soledad - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra

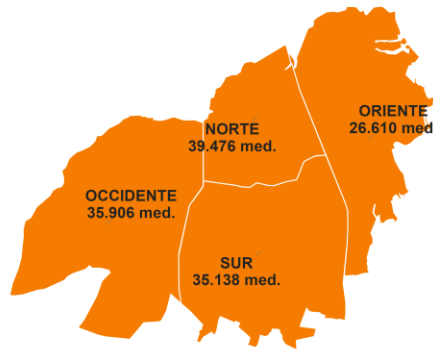


Veces la muestra
20,046; 24,403; 28,710

izquierda: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Promedio mensual
Sin información Menos de 1.000 1.000 a menos de 5.000
5.000 a menos de 10.000 10.000 a menos de 20.000 20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

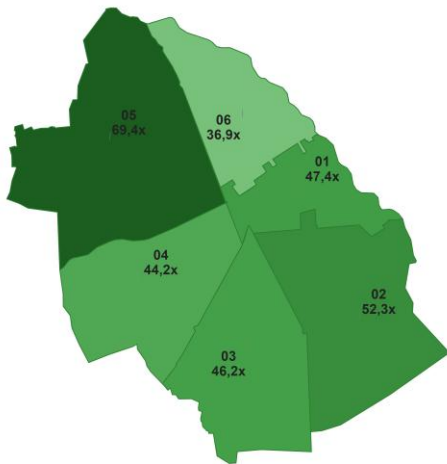
Localidad	Promedio mensual
NORTE	39.476
OCCIDENTE	35.906
ORIENTE	26.610
SUR	35.138

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Valledupar - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra

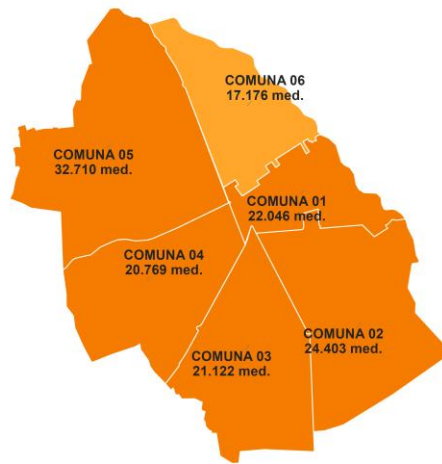


Veces la muestra
20,046; 24,403; 28,710

izquierda: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



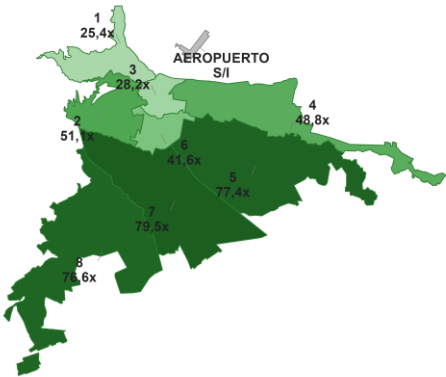
Promedio mensual
Sin información Menos de 1.000 1.000 a menos de 5.000
5.000 a menos de 10.000 10.000 a menos de 20.000 20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

Localidad	Promedio mensual
COMUNA 01	22.046
COMUNA 02	24.403
COMUNA 03	21.122
COMUNA 04	20.769
COMUNA 05	32.710
COMUNA 06	17.176

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Villavicencio - CLARO

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

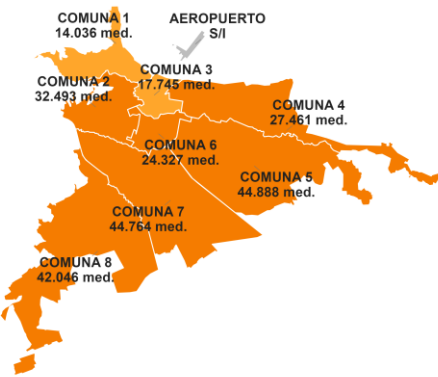
Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Veces la muestra
20,0x40,0x60,0x

Etiqueta: localidad y veces la muestra. Derecha: localidad y promedio mensual de mediciones.

Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones



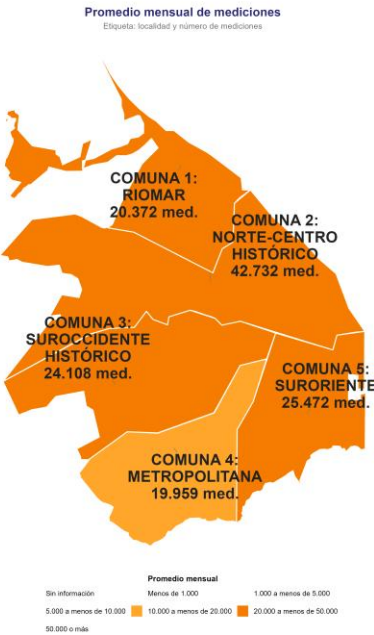
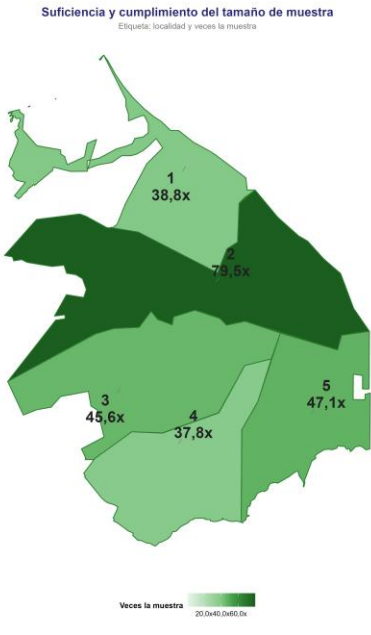
Promedio mensual
Sin información
Menos de 1.000
5.000 a menos de 10.000
10.000 a menos de 20.000
20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

Localidad	Promedio mensual
AEROPUERTO	S/I
COMUNA 1	14.036
COMUNA 2	32.493
COMUNA 3	17.745
COMUNA 4	27.461
COMUNA 5	44.888
COMUNA 6	24.327
COMUNA 7	44.764
COMUNA 8	42.046

8.1.3 Cumplimiento mensual y promedio de mediciones 4G por localidad -MOVISTAR

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - BARRANQUILLA - MOVISTAR

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

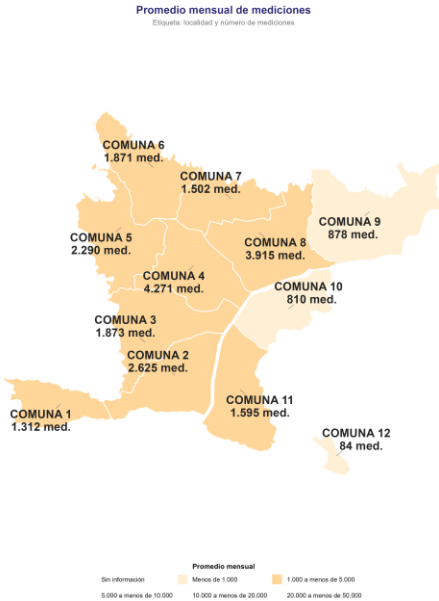
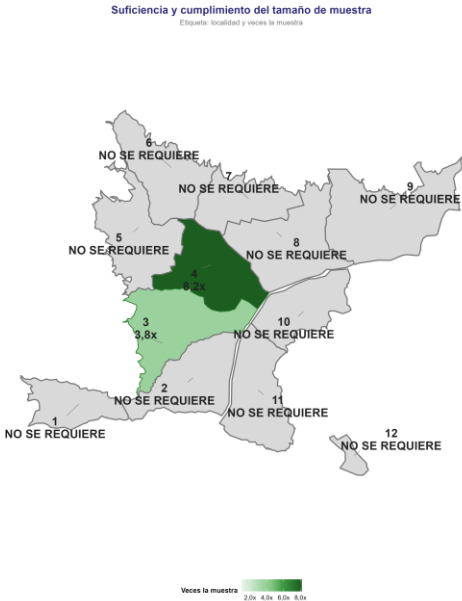


Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1: RIOMAR	20.372
COMUNA 2: NORTE-CENTRO HISTÓRICO	42.732
COMUNA 3: SUROCCIDENTE HISTÓRICO	24.108
COMUNA 4: METROPOLITANA	19.959
COMUNA 5: SURORIENTE	25.472

Nota: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en rojo. Las localidades clasificadas como Rastro municipal se muestran en gris como No se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - BELLO - MOVISTAR

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

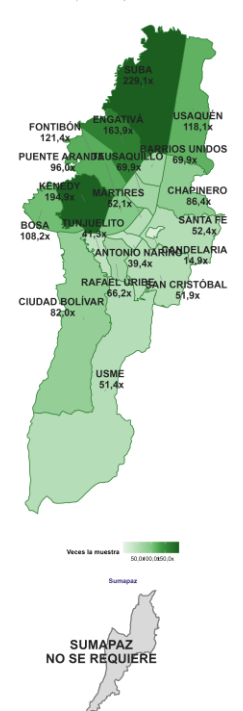


Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	1.312
COMUNA 10	810
COMUNA 11	1.595
COMUNA 12	84
COMUNA 2	2.625
COMUNA 3	1.873
COMUNA 4	4.271
COMUNA 5	2.290
COMUNA 6	1.871
COMUNA 7	1.502
COMUNA 8	3.915
COMUNA 9	878

Nota: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en rojo. Las localidades clasificadas como Rastro municipal se muestran en gris como No se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Bogotá, D.C. - MOVISTAR

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra



Promedio mensual de mediciones

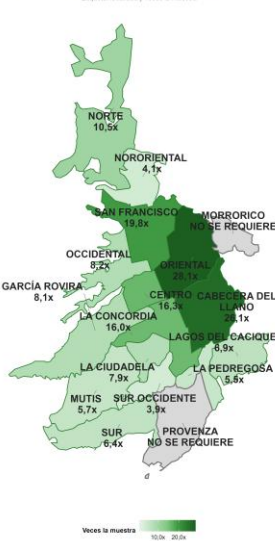


Localidad	Promedio mensual
ANTONIO NARIÑO	20.251
BARRIOS UNIDOS	39.449
BOSA	57.159
CANDELARIA	7.774
CHAPINERO	49.456
CIUDAD BOLÍVAR	43.388
ENGATIVÁ	87.247
FONTIBÓN	64.056
KENEDY	103.997
MARTIRES	27.828
PUENTE ARANDA	50.809
RAFAEL URIBE	34.223
SAN CRISTÓBAL	27.351
SANTA FÉ	28.626
SUBA	120.304
SUMAPAZ	167
TEUSAQUILLO	39.203
TUNJUELITO	21.933
USAQUÉN	64.727
USME	27.185

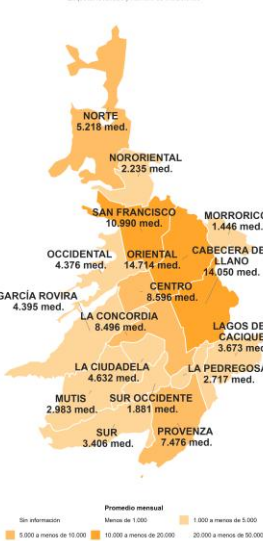
Nota: El mapa muestra cada uno de los sectores de la ciudad de Bogotá. El mapa de suficiencia muestra la suficiencia y el cumplimiento del tamaño de muestra. El mapa de promedio mensual de mediciones muestra el promedio mensual de mediciones. El mapa de suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra muestra la suficiencia y el cumplimiento del tamaño de muestra. El mapa de promedio mensual de mediciones muestra el promedio mensual de mediciones. El mapa de suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra muestra la suficiencia y el cumplimiento del tamaño de muestra.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - BUCARAMANGA - MOVISTAR

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra



Promedio mensual de mediciones



Localidad	Promedio mensual
CABECERA DEL LLANO	14.959
CENTRO	8.596
GARCÍA ROVIRA	4.395
LA CIUDADELA	4.632
LA CONCORDIA	8.495
LA PEDREGOSA	2.717
LAGOS DEL CACIQUE	3.673
MORRORICO	1.446
MUTIS	2.983
NORIENTAL	2.235
NORTE	5.218
OCCIDENTAL	4.376
ORIENTAL	14.714
PROVENZA	7.476
SAN FRANCISCO	10.890
SUR	3.406
SUR OCCIDENTE	1.881

Nota: El mapa muestra la localidad y el número de mediciones que se realizaron en la localidad. El mapa de suficiencia muestra la suficiencia y el cumplimiento del tamaño de muestra. El mapa de promedio mensual de mediciones muestra el promedio mensual de mediciones. El mapa de suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra muestra la suficiencia y el cumplimiento del tamaño de muestra.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - CARTAGENA DE INDIAS - MOVISTAR

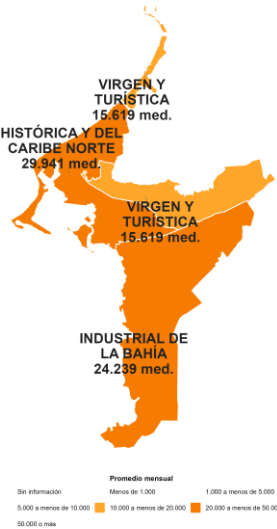
Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2025.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Nota: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rastro municipio se muestran en gris como No se requiere.

Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones

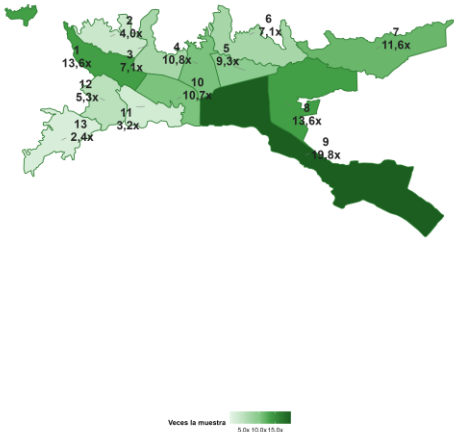


Localidad	Promedio mensual
HISTÓRICA Y DEL CARIBE NORTE	29.941
INDUSTRIAL DE LA BAHÍA	24.239
VIRGEN Y TURÍSTICA	15.619
VIRGEN Y TURÍSTICA	15.619

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - IBAGUÉ - MOVISTAR

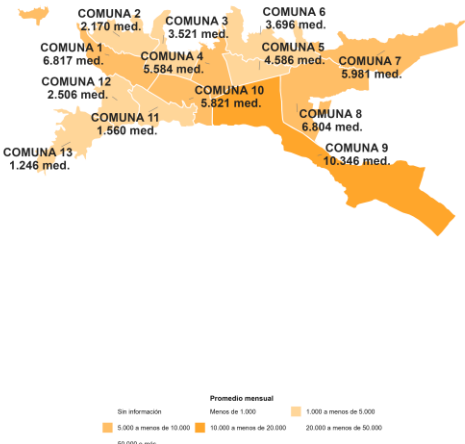
Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2025.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Nota: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rastro municipio se muestran en gris como No se requiere.

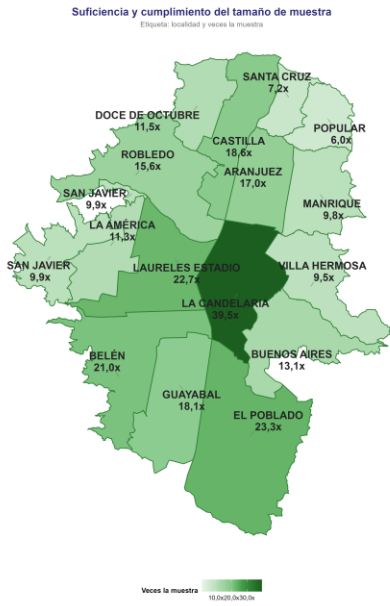
Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	6.817
COMUNA 10	5.821
COMUNA 11	1.560
COMUNA 12	2.506
COMUNA 13	1.246
COMUNA 2	2.170
COMUNA 3	3.521
COMUNA 4	5.584
COMUNA 5	4.586
COMUNA 6	3.696
COMUNA 7	5.981
COMUNA 8	6.804
COMUNA 9	10.346

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - MEDELLÍN - MOVISTAR

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

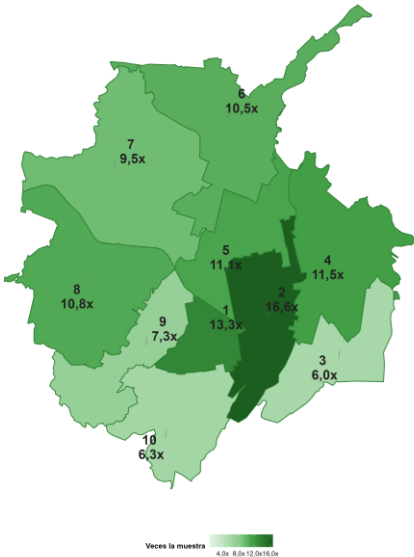


Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - SAN JOSÉ DE CÚCUTA - MOVISTAR

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

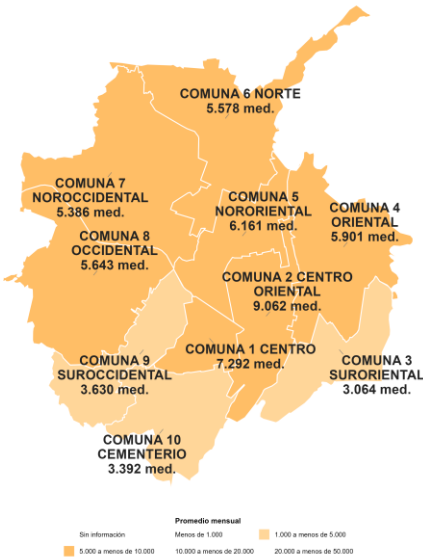
Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1 CENTRO	7.292
COMUNA 10 CEMENTERIO	3.392
COMUNA 2 CENTRO ORIENTAL	9.062
COMUNA 3 SUROCCIDENTAL	3.064
COMUNA 4 ORIENTAL	5.901
COMUNA 5 NOROCCIDENTAL	6.161
COMUNA 6 NORTE	5.578
COMUNA 7 NOROCCIDENTAL	5.386
COMUNA 8 OCCIDENTAL	5.643
COMUNA 9 SUROCCIDENTAL	3.630

Nota: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en rojo. Las localidades clasificadas como Red municipal se muestran en gris como no se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - SANTA MARTA - MOVISTAR

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones

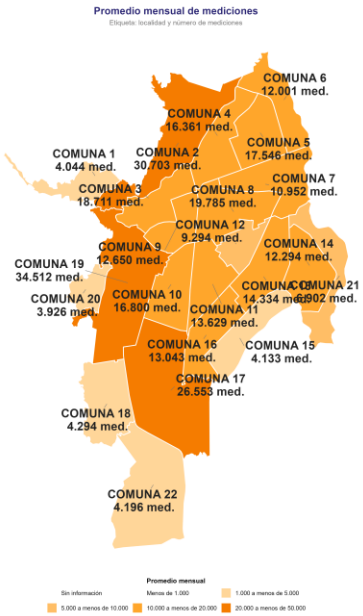
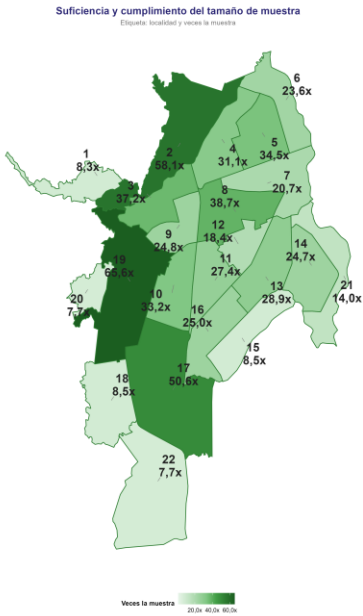


Localidad	Promedio mensual
CULTURAL TAYRONA	14.180
HISTÓRICA	14.081
TURÍSTICA	8.533

Nota: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en rojo. Las localidades clasificadas como Red municipal se muestran en gris como no se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - SANTIAGO DE CALI - MOVISTAR

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

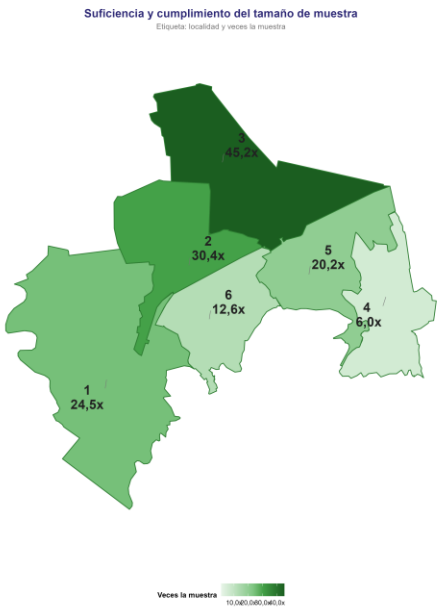


Nota: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Residencia Municipal se muestran en gris como no se requiere.

Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	4.044
COMUNA 10	16.800
COMUNA 11	13.629
COMUNA 12	9.294
COMUNA 13	14.334
COMUNA 14	12.294
COMUNA 15	4.133
COMUNA 16	13.043
COMUNA 17	26.553
COMUNA 18	4.294
COMUNA 19	34.512
COMUNA 2	30.703
COMUNA 20	3.926
COMUNA 21	6.902
COMUNA 22	4.196
COMUNA 3	18.711
COMUNA 4	16.361
COMUNA 5	17.546
COMUNA 6	12.001
COMUNA 7	10.952
COMUNA 8	19.785
COMUNA 9	12.659
COMUNA 10	16.800
COMUNA 11	13.629
COMUNA 12	9.294
COMUNA 13	14.334
COMUNA 14	12.294
COMUNA 15	4.133
COMUNA 16	13.043
COMUNA 17	26.553
COMUNA 18	4.294
COMUNA 19	34.512
COMUNA 20	3.926
COMUNA 21	6.902
COMUNA 22	4.196

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - SOACHA - MOVISTAR

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.



Nota: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Residencia Municipal se muestran en gris como no se requiere.

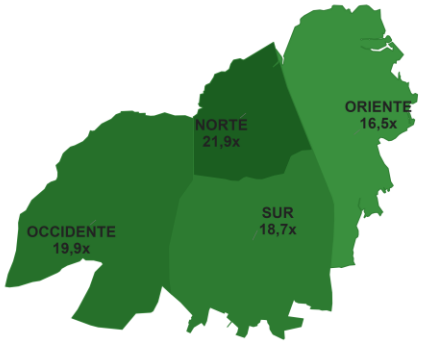
Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	12.766
COMUNA 2	15.538
COMUNA 3	23.182
COMUNA 4	2.997
COMUNA 5	9.998
COMUNA 6	5.938

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - SOLEDAD - MOVISTAR

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

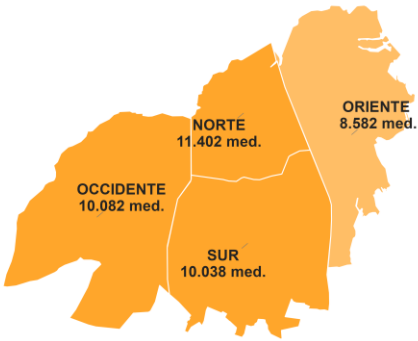
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Veces la muestra
5,0x10,0x15,0x20,0x

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Promedio mensual
Sin información
Menos de 1.000
1.000 a menos de 5.000
5.000 a menos de 10.000
10.000 a menos de 20.000
20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

Note: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Riesto municipio se muestran en gris como No se requiere.

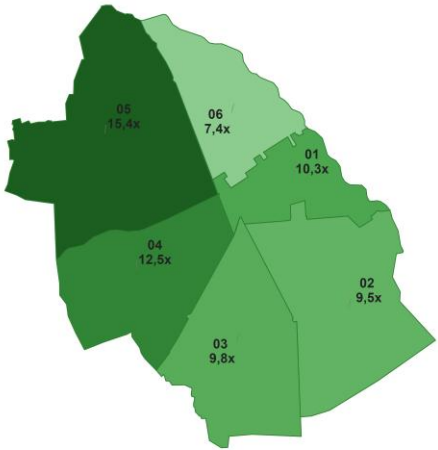
Localidad	Promedio mensual
NORTE	11.402
OCCIDENTE	10.082
ORIENTE	8.582
SUR	10.038

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - VALLEDUPAR - MOVISTAR

Suficiencia mensual y disponibilidad promedio, enero-junio de 2026.

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

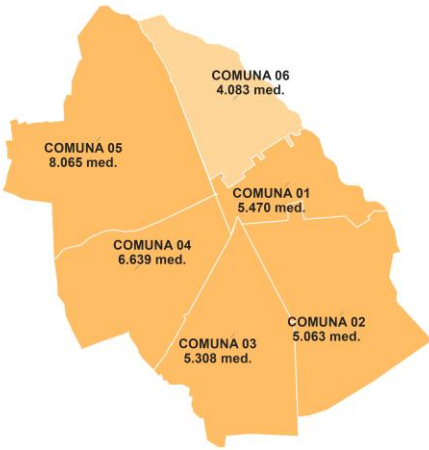
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Veces la muestra
5,0x 10,0x 15,0x

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



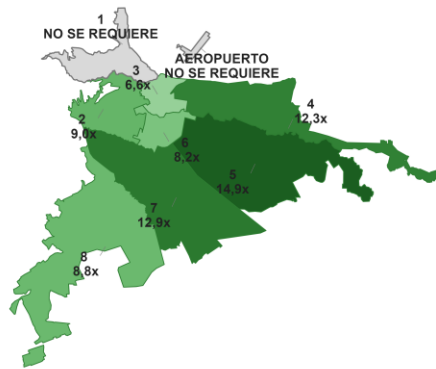
Promedio mensual
Sin información
Menos de 1.000
1.000 a menos de 5.000
5.000 a menos de 10.000
10.000 a menos de 20.000
20.000 a menos de 50.000
50.000 o más

Note: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Riesto municipio se muestran en gris como No se requiere.

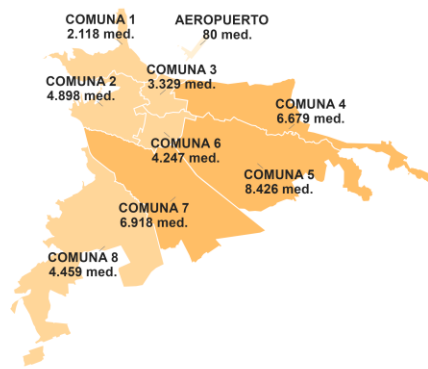
Localidad	Promedio mensual
COMUNA 01	5.470
COMUNA 02	5.063
COMUNA 03	5.308
COMUNA 04	6.639
COMUNA 05	8.065
COMUNA 06	4.083

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - VILLAVICENCIO - MOVISTAR

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad	Promedio mensual
AEROPUERTO	80
COMUNA 1	2.118
COMUNA 2	4.898
COMUNA 3	3.329
COMUNA 4	6.679
COMUNA 5	8.426
COMUNA 6	4.247
COMUNA 7	6.918
COMUNA 8	4.459

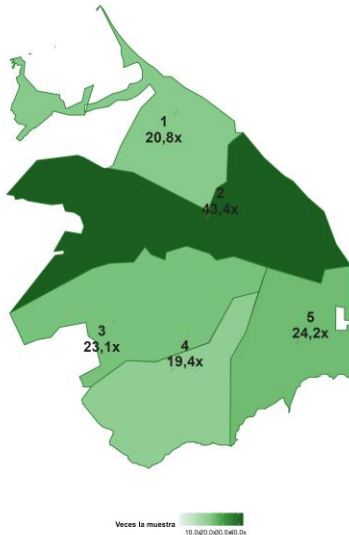
Nota: El mapa izquierdo muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rasto municipio se muestran en gris como No se requiere.

8.1.4 Cumplimiento mensual y promedio de mediciones 4G por localidad -TIGO

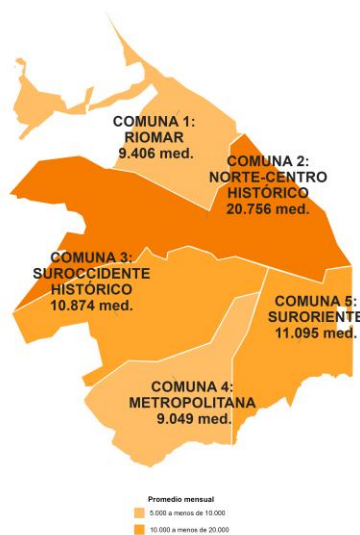
Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - BARRANQUILLA - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2026

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1: RIOMAR	9.406
COMUNA 2: NORTE-CENTRO HISTÓRICO	20.756
COMUNA 3: SUROCCIDENTE HISTÓRICO	10.874
COMUNA 4: METROPOLITANA	9.049
COMUNA 5: SURORIENTE	11.095

Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rasto municipio se muestran en gris como No se requiere.

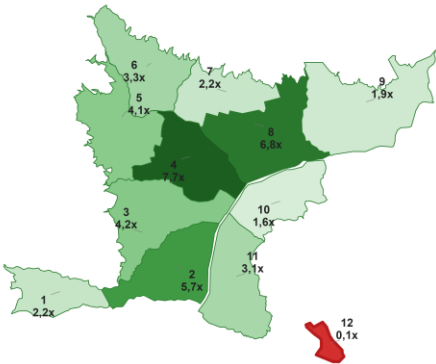
Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 89 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - BELLO - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2020

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

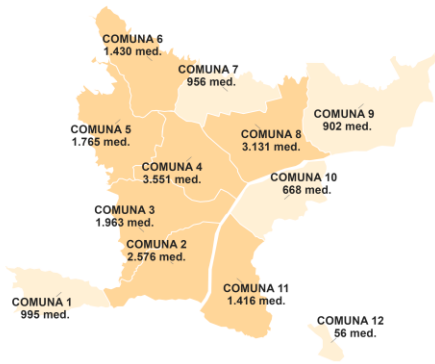
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Veces la muestra
Cumplimiento mensual

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Promedio mensual

Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	995
COMUNA 10	668
COMUNA 11	1.416
COMUNA 12	56
COMUNA 2	2.576
COMUNA 3	1.963
COMUNA 4	3.551
COMUNA 5	1.765
COMUNA 6	1.430
COMUNA 7	956
COMUNA 8	3.131
COMUNA 9	902

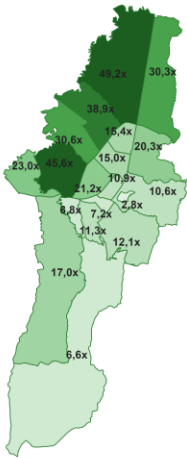
Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en rojo. Las localidades clasificadas como fiasco municipal se muestran en gris como no se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - Bogotá D.C. - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2020

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

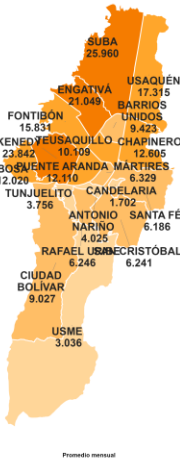
Etiqueta: localidad y veces la muestra e indicador crítico



Veces la muestra (indicador crítico)

Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y promedio mensual de mediciones



Promedio mensual

Localidad	Promedio mensual
ANTONIO NARIÑO	4.025
BARRIOS UNIDOS	9.423
BOSA	12.020
CANDELARIA	1.792
CHAPINERO	12.605
CIUDAD BOLÍVAR	9.027
ENGATIVA	21.049
FONTIBÓN	15.831
KENEDY	23.842
MARTÍRES	6.329
PUENTE ARANDA	12.110
RAFAEL URIBE	6.246
SAN CRISTÓBAL	6.241
SANTA FE	6.186
SUBA	25.960
SUMAPAZ	46
TEUSQUILLO	10.109
TUNJUELITO	3.756
USAQUÉN	17.315
USME	3.036

Nota: Sumapaz se presenta debajo de los mapas y también se incluye en la tabla. El degradado verde representa cuántas veces, en promedio, las mediciones del indicador crítico equivalen al tamaño de muestra requerido. Los valores inferiores a 1 se representan en rojo. El fondo rojo identifica localidades que incumplen el tamaño de muestra requerido + 10% en el mes uno de los seis meses analizados. Las localidades del marco clasificadas como fiasco municipal se muestran en gris como no se requiere. En Bogotá, la escala verde se limita únicamente al promedio 95.

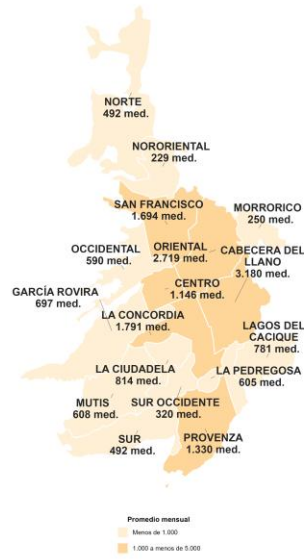
Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - BUCARAMANGA - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2020

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones



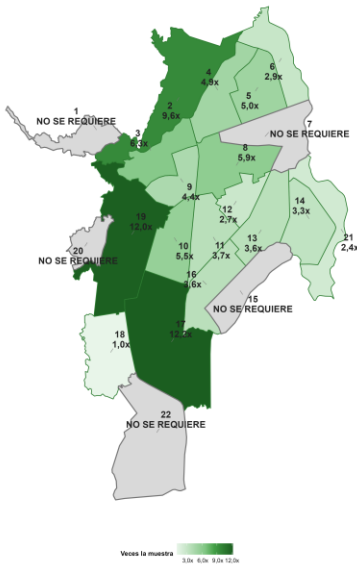
Localidad	Promedio mensual
CABECERA DEL LLANO	3.180
CENTRO	1.146
GARCÍA ROVIRA	697
LA CIUDADELA	814
LA CONCORDIA	1.791
LA PEDREGOSA	605
LAGOS DEL CACIQUE	781
MORRORICO	250
MUTIS	608
NORORIENTAL	229
NORTE	492
OCCIDENTAL	590
ORIENTAL	2.719
PROVENZA	1.330
SAN FRANCISCO	1.694
SUR	492
SUR OCCIDENTE	320

Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como fidedignas se muestran en gris como No se requiere.

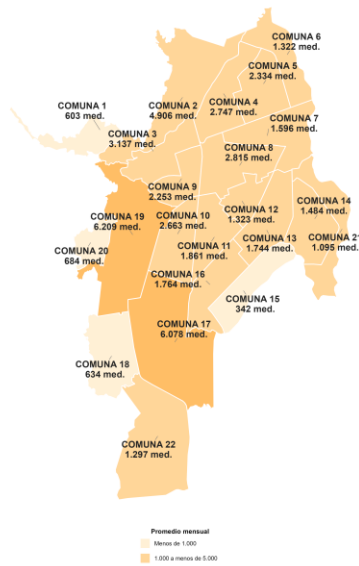
Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - CALI - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2020

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra
Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones
Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	603
COMUNA 10	2.663
COMUNA 11	1.361
COMUNA 12	1.323
COMUNA 13	1.744
COMUNA 14	1.484
COMUNA 15	342
COMUNA 16	1.095
COMUNA 17	6.078
COMUNA 18	634
COMUNA 19	6.209
COMUNA 2	4.908
COMUNA 20	684
COMUNA 21	1.095
COMUNA 22	1.297
COMUNA 3	3.137
COMUNA 4	2.747
COMUNA 5	2.334
COMUNA 6	1.322
COMUNA 7	1.596
COMUNA 8	2.815
COMUNA 9	2.253

Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como fidedignas se muestran en gris como No se requiere.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 91 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - CARTAGENA DE INDIAS - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2020

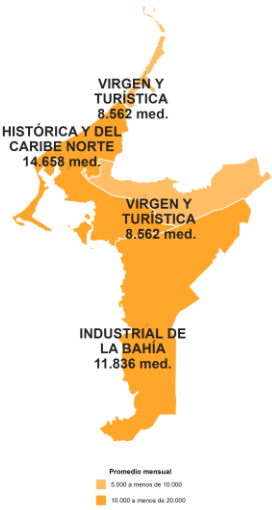
Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad	Promedio mensual
HISTÓRICA Y DEL CARIBE NORTE	14.658
INDUSTRIAL DE LA BAHÍA	11.836
VIRGEN Y TURISTICA	8.562
VIRGEN Y TURISTICA	8.562

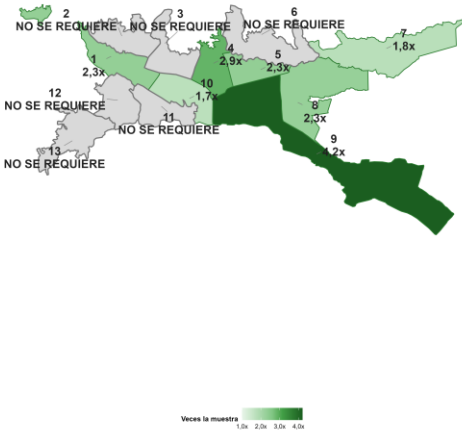
Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rastro municipio se muestran en gris como no se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - IBAGUÉ - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2020

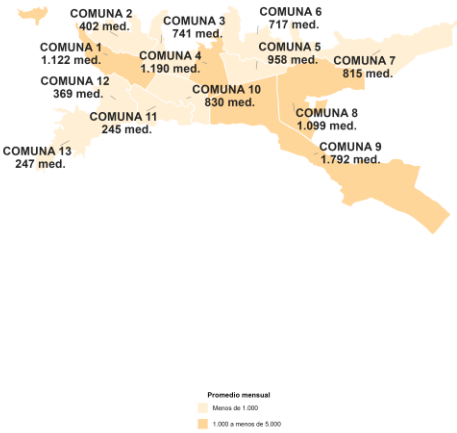
Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones

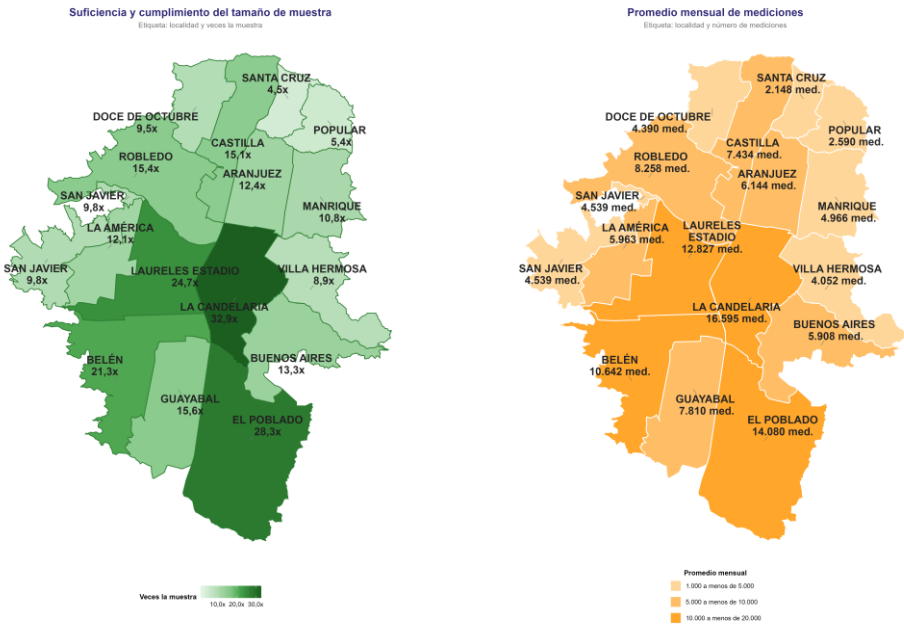


Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	1.122
COMUNA 10	830
COMUNA 11	245
COMUNA 12	369
COMUNA 13	247
COMUNA 2	402
COMUNA 3	741
COMUNA 4	1.190
COMUNA 5	958
COMUNA 6	717
COMUNA 7	815
COMUNA 8	1.099
COMUNA 9	1.792

Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rastro municipio se muestran en gris como no se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - MEDELLÍN - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2020

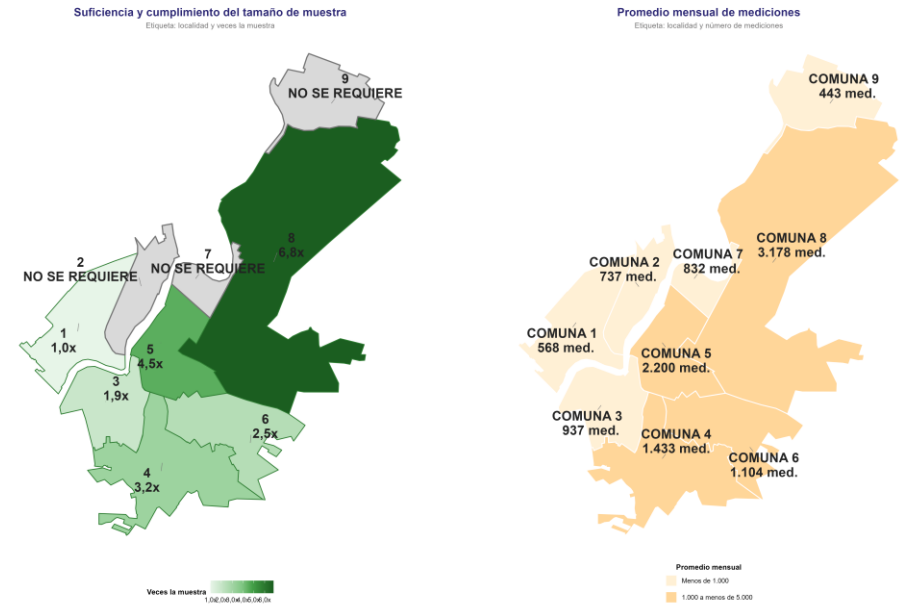


Localidad	Promedio mensual
ARANJUEZ	6.144
BELÉN	10.642
BUENOS AIRES	5.908
CASTILLA	7.434
DOCE DE OCTUBRE	4.390
EL POBLADO	14.080
GUAYABAL	7.810
LA AMÉRICA	5.963
LA CANDELARIA	16.595
LAURELES ESTADIO	12.827
MANRIQUE	4.966
POPULAR	2.590
ROBLADO	8.258
SAN JAVIER	4.539
SAN JAVIER	4.539
SANTA CRUZ	2.148
VILLA HERMOSA	4.052

Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rasto municipio se muestran en gris como No se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - MONTERÍA - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2020



Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1	568
COMUNA 2	737
COMUNA 3	937
COMUNA 4	1.433
COMUNA 5	2.200
COMUNA 6	1.104
COMUNA 7	832
COMUNA 8	3.178
COMUNA 9	443

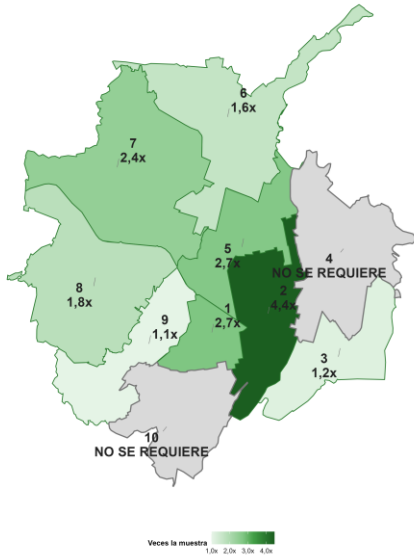
Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rasto municipio se muestran en gris como No se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - SAN JOSÉ DE CÚCUTA - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2025

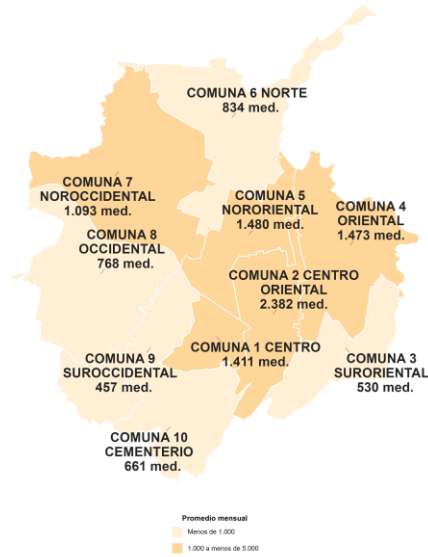
Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad	Promedio mensual
COMUNA 1 CENTRO	1.411
COMUNA 10 CEMENTERIO	661
COMUNA 2 CENTRO ORIENTAL	2.382
COMUNA 3 SURORIENTAL	530
COMUNA 4 ORIENTAL	1.473
COMUNA 5 NORORIENTAL	1.480
COMUNA 6 NORTE	834
COMUNA 7 NOROCCIDENTAL	1.093
COMUNA 8 OCCIDENTAL	768
COMUNA 9 SUROCCIDENTAL	457

Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rastro municipio se muestran en gris como No se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - SANTA MARTA - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2025

Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



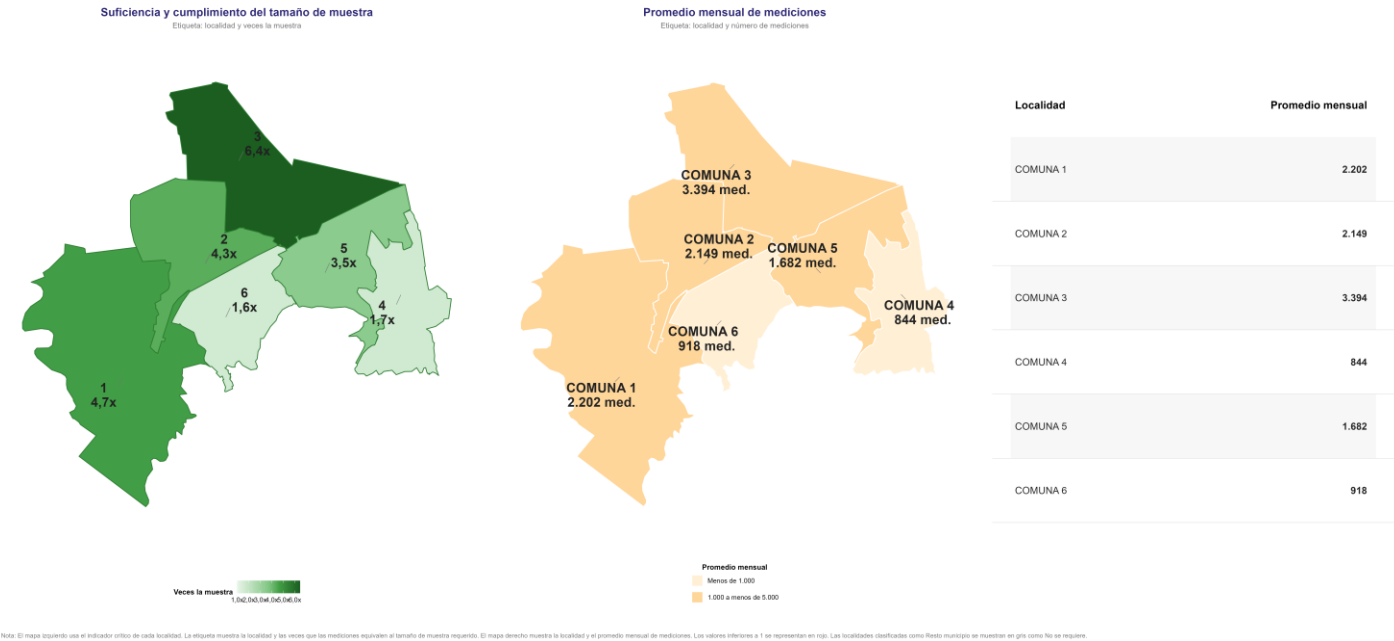
Localidad	Promedio mensual
CULTURAL TAYRONA	5.334
HISTÓRICA	4.983
TURÍSTICA	3.006

Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rastro municipio se muestran en gris como No se requiere.

Evaluación Ex-Post Resolución CRC 6890 de 2022		Página 94 de 96
Elaborado por: Germán Rodríguez / Miguelangel Ramírez / David Siervo	Revisado por: Analítica de Datos	Fecha de revisión: 18/09/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

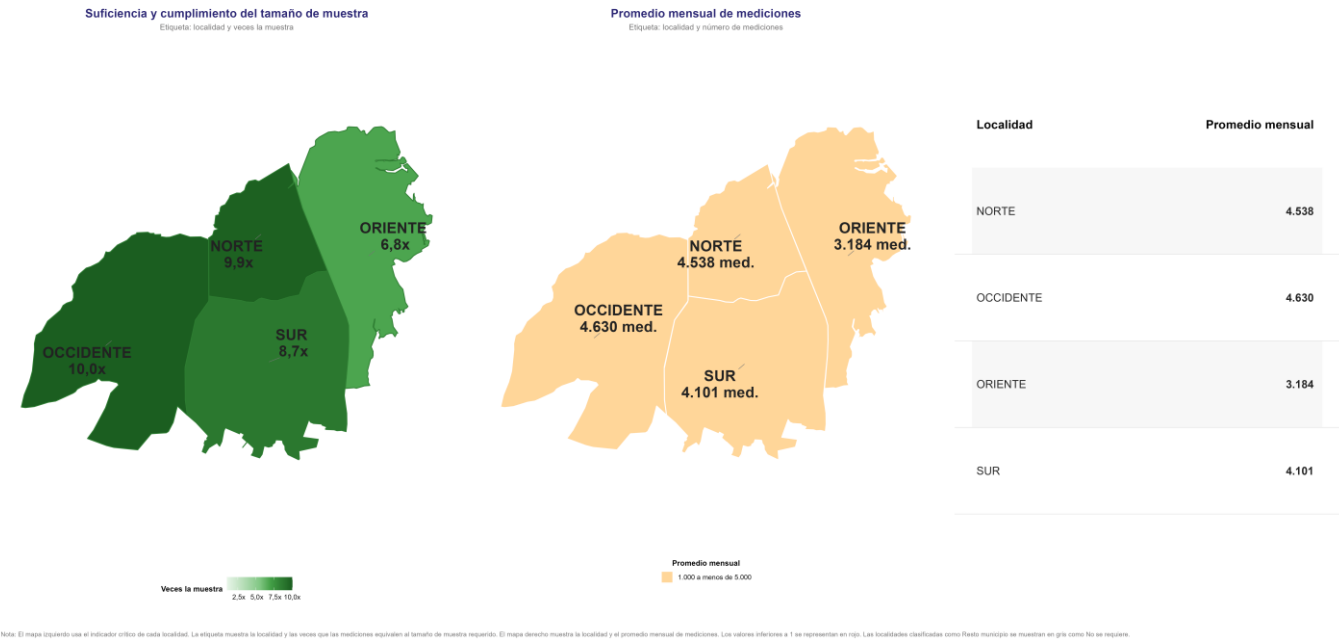
Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - SOACHA - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2026



Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - SOLEDAD - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2026

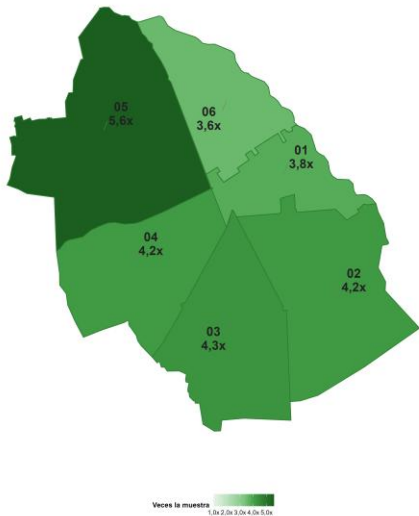


Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - VALLEDUPAR - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2025

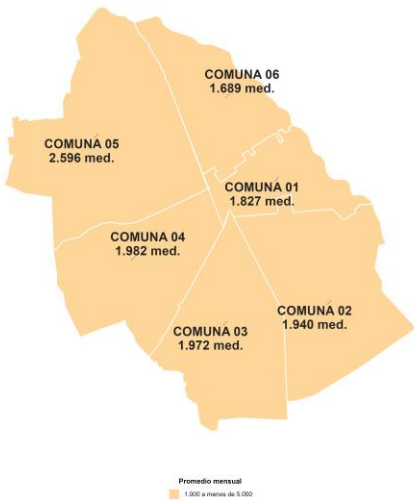
Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad Promedio mensual

COMUNA 01	1.827
COMUNA 02	1.940
COMUNA 03	1.972
COMUNA 04	1.982
COMUNA 05	2.596
COMUNA 06	1.689

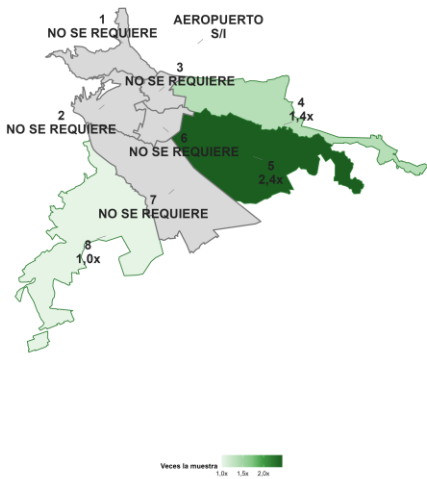
Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rasto municipio se muestran en gris como no se requiere.

Disponibilidad y suficiencia de mediciones 4G por localidad - VILLAVICENCIO - TIGO

Para cada localidad se toma como referencia el indicador con menor promedio de mediciones, enero a junio de 2025

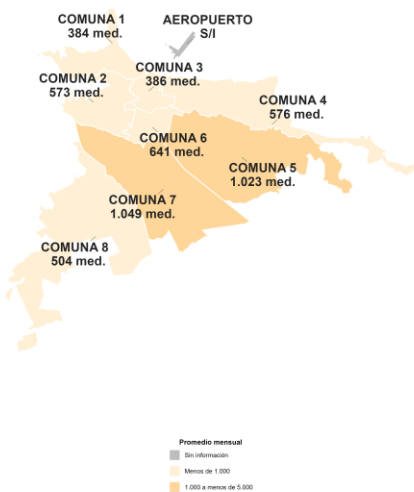
Suficiencia y cumplimiento del tamaño de muestra

Etiqueta: localidad y veces la muestra



Promedio mensual de mediciones

Etiqueta: localidad y número de mediciones



Localidad Promedio mensual

AEROPUERTO	S/I
COMUNA 1	384
COMUNA 2	573
COMUNA 3	386
COMUNA 4	576
COMUNA 5	1.023
COMUNA 6	641
COMUNA 7	1.049
COMUNA 8	504

Nota: El mapa izquierdo usa el indicador crítico de cada localidad. La etiqueta muestra la localidad y las veces que las mediciones equivalen al tamaño de muestra requerido. El mapa derecho muestra la localidad y el promedio mensual de mediciones. Los valores inferiores a 1 se representan en gris. Las localidades clasificadas como Rasto municipio se muestran en gris como no se requiere.