

Medición de Calidad Objetiva de los Servicios de Comunicaciones 2019

Gobierno y Análisis de Datos
Agosto de 2020

— www.crccom.gov.co —

 @CRCCoI  /CRCCoI  /CRCCoI  CRCCoI

CONTENIDO

1	ANTECEDENTES	4
2	MEDICIÓN DE CALIDAD OBJETIVA	4
2.1	METODOLOGÍA DE LA MEDICIÓN.....	5
2.1.1	Mediciones de calidad de servicios suministrados por redes de acceso móvil	6
2.1.2	Mediciones de calidad de servicios suministrados por redes de acceso fijo.....	8
2.1.3	DEFINICIÓN DE UNIVERSOS	10
2.1.3.1	Definición de universos para mediciones de las redes de acceso móvil	10
2.1.3.2	Definición de universos para mediciones de las redes de acceso fijo	12
2.2	RESULTADOS	14
2.2.1	MEDICIONES DE LOS SERVICIOS SUMINISTRADOS POR REDES DE ACCESO MÓVIL	14
2.2.1.1	PORCENTAJE DE REGISTRO EN RED	14
2.2.1.2	LLAMADAS NO EXITOSAS	15
2.2.1.3	LLAMADAS CAÍDAS	17
2.2.1.4	CALIDAD DE LAS LLAMADAS.....	18
2.2.1.5	VELOCIDAD DE DESCARGA HTTP.....	20
2.2.1.6	VELOCIDAD DE DESCARGA DROPBOX.....	21
2.2.1.7	VELOCIDAD DE DESCARGA YOUTUBE	23
2.2.1.8	NÚMERO DE STALLS Y EL TIEMPO DE BUFFERING - YOUTUBE	24
2.2.1.9	LATENCIA	25
2.2.1.10	TIEMPO DE CARGA WEB.....	26
2.2.1.11	TIEMPO DE CARGA DE LA LÍNEA DE TIEMPO DE TWITTER	28
2.2.1.12	LATENCIA PARA SERVIDORES DE VIDEOJUEGOS.....	29
2.2.1.13	PLANES POR SUSCRIPCIÓN Y PLANES POR DEMANDA	30
2.2.2	MEDICIONES DEL SERVICIO DE INTERNET FIJO SUMINISTRADO POR REDES DE ACCESO FIJO	35
2.2.2.1	VELOCIDAD DE DESCARGA HTTP.....	36
2.2.2.2	VELOCIDAD DE CARGA HTTP.....	38
2.2.2.3	VELOCIDAD DE DESCARGA SPEEDTEST	39

2.2.2.4	VELOCIDAD DE CARGA SPEEDTEST	40
2.2.2.5	VELOCIDAD DE DESCARGA DROPBOX	42
2.2.2.6	VELOCIDAD DE DESCARGA YOUTUBE	43
2.2.2.7	LATENCIA	44
2.2.2.8	LATENCIA POR DESTINO	45
2.2.2.9	TIEMPO DE CARGA WEB.....	46
2.2.2.10	TIEMPO DE CARGA WEB POR DESTINO.....	47
2.2.2.11	VELOCIDAD CONTRATADA VS. VELOCIDAD MEDIDA.....	48
2.2.2.12	USO DEL SERVICIO	49
3	CONCLUSIONES.....	52
4	ANEXOS	53
4.1	MEDICIONES DE LOS SERVICIOS SUMINISTRADOS POR REDES DE ACCESO MÓVIL	53

MEDICIÓN DE CALIDAD OBJETIVA DE LOS SERVICIOS DE COMUNICACIONES 2019

1 ANTECEDENTES

En atención al Anexo 5.3 Parte 2 de la Resolución CRC 5050 de 2016, se estipula que la Comisión podrá realizar mediciones comparativas de calidad que simulen el comportamiento de los usuarios de telecomunicaciones y permita la recolección de parámetros técnicos de la red y del desempeño de los servicios utilizados por los usuarios, a través de redes de acceso móvil y redes de acceso fijo.

En particular, para las mediciones de calidad desde la perspectiva objetiva, la CRC posee un histórico que comprende los años 2016, 2017, 2018 y 2019. Estas mediciones permiten conocer la calidad del servicio que el usuario final recibe realmente por parte del proveedor de servicio de telecomunicaciones, con quien tiene contratado el servicio. Año tras año, estas mediciones han sido publicadas por la Comisión, con la finalidad de que el usuario disponga de información que le permita decidir cuál servicio prestado se ajusta más a sus necesidades.

2 MEDICIÓN DE CALIDAD OBJETIVA

El rendimiento de las redes que prestan servicios de telecomunicaciones es constantemente monitoreado por sus titulares o por terceros, en términos de desempeño, el cual es determinado con la medición de los parámetros propios de la red. Esto permite al Proveedor de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST), planificar y optimizar dicha red para suministrar los diferentes servicios con nivel de calidad a sus usuarios.¹ En términos generales, esto se denomina Calidad del Servicio (QoS, Quality of Service).

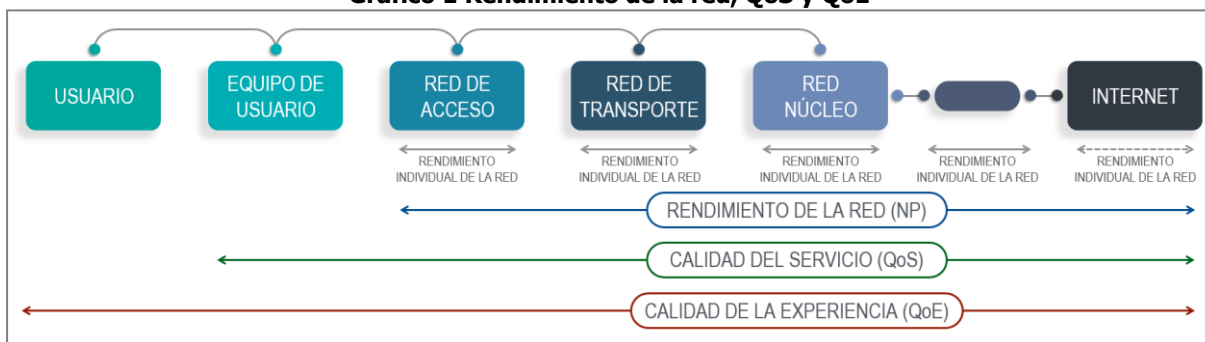
En lo concerniente a las mediciones de calidad objetiva, estas comprenden el conjunto de mediciones comparativas de calidad para los servicios de telecomunicaciones suministrados por los PRST, mediante redes de acceso móvil y acceso fijo, con la premisa de que las mismas estén orientadas a reflejar la experiencia desde el punto de vista de los usuarios. Para el caso en concreto, esa experiencia se mide de manera cuantitativa (objetiva), a través de la simulación de las diferentes interacciones que un usuario puede tener con el uso de dispositivos que le permiten acceder a una red que le proporciona diferentes servicios para su consumo.² En términos de calidad, esta perspectiva se denomina Calidad de la Experiencia (QoE, Quality of Experience).

¹ <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1000-200111-I/es>

² <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1010-200111-I/es>

Tal como se observa en el Gráfico 1, se evidencian los diferentes elementos que hacen parte de una red que provee servicios de telecomunicaciones y cómo el desempeño de cada uno de ellos, contribuye e impacta a la Calidad del Servicio (QoS), y a su vez al Calidad de la Experiencia (QoE) desde el punto de vista de los usuario.

Gráfico 1 Rendimiento de la red, QoS y QoE



Fuente: Elaboración propia CRC a partir de UIT³

Es por lo anterior, que esta Comisión lleva a cabo mediciones del orden de calidad desde la experiencia del usuario, con la finalidad de entregar al usuario información sobre la calidad de los servicios de telecomunicaciones ofrecidos por los proveedores en Colombia, de tal manera que desde la perspectiva objetiva, el usuario cuente con más herramientas (información) que le permitan tomar decisiones a la hora de contratar los servicios de telecomunicaciones que mejor se adapten a sus necesidades.

2.1 METODOLOGÍA DE LA MEDICIÓN

La metodología dispone que se realicen mediciones para los servicios de voz y datos proporcionados por la red de acceso móvil y para el servicio de Internet suministrado por la red de acceso fijo. Para ello las mediciones se llevan a cabo para todos los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones Móviles (PRSTM) y para los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST) que posean mayor participación de mercado.

Así mismo, los resultados de las mencionadas mediciones son publicados en un lenguaje sencillo y amigable para los usuarios, con el objetivo primordial de que estos cuenten con información de utilidad sobre la calidad de los servicios ofrecidos por los diferentes proveedores, en varias ciudades del territorio nacional, y cuenten con los datos que le permitan elegir el proveedor que mejor se ajuste a sus necesidades y reducir así la asimetría de información hacia el usuario.

³ Capítulo 2.4 *The relationship between quality of service, quality of experience, and network performance, Quality of service Regulation manual UIT*, disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.QOS_REG01-2017-PDF-E.pdf

Como objetivo principal, la regulación vigente estipula⁴ que se podrá contratar una consultoría para la prestación de servicios especializados, para la realización y post procesamiento de mediciones de calidad extremo a extremo de servicios móviles e internet fijo, haciendo uso de una herramienta que simule el comportamiento de los usuarios de telecomunicaciones y permita la recolección de parámetros técnicos de la red y del desempeño de los servicios accedidos por el usuario. Dichas mediciones deberán realizarse para todos los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST) de servicios de acceso fijo y los PRST de servicios de acceso móvil en un período definido, y permitirán comparar la calidad de los servicios prestados a través de redes móviles y redes fijas.

En el marco de lo anterior, la CRC desarrolló para el año 2019 un proceso de contratación, tal y como lo ha realizado para los años 2016, 2017 y 2018, bajo la figura de concurso de méritos, para la realización de las mediciones en campo de la calidad de los servicios de telecomunicaciones. En dicho proceso, se requirió que el contratista llevara a cabo las mediciones, a partir de una combinación de elementos como, hardware (terminales y equipos), software (sistemas operativos y programas especializados), servicios (voz y Internet, suministrados por redes de acceso móvil y fijo) y sus respectivos usos (Navegación web, descargas de archivos de diferentes tamaños, visualización de videos de YouTube, descargas de servicios cloud, visualización y carga de información a las redes sociales, etc.), de tal manera que obtuviera indicadores de rendimiento de las diferentes dimensiones del servicio, y asimismo, ejecutara comparaciones entre las mediciones realizadas por la CRC en años anteriores. Para el año 2019, fue NAE COMUNICACIONES SL la empresa que obtuvo el mayor puntaje en el concurso de méritos citado, y por ende fue la encargada de realizar las mediciones descritas.

2.1.1 Mediciones de calidad de servicios suministrados por redes de acceso móvil

Para estas mediciones, se llevó a cabo la simulación del comportamiento real de los usuarios y la recolección de los parámetros técnicos de calidad del servicio de voz y datos prestados a través de redes de acceso móvil de forma geo-referenciada, para los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones Móviles –PRSTM– (incluidos los Proveedores Móviles Virtuales –OMV–) que se encontraran en operación en el territorio nacional y con mayor participación en el mercado, y para al menos las tecnologías GSM, GPRS, EDGE, EGPRS, UMTS, WCDMA-FDD, HSDPA, HSUPA, HSPA+, LTE.

Este procedimiento implicó que las mediciones se hicieran de manera sincronizada y en simultáneo para todos los proveedores, tanto para el servicio de voz como para el de datos, ofrecidos por redes de acceso móvil. De igual manera, los equipos que se utilizaron para tal fin, se mantuvieron configurados en modo libre, sin preestablecer la preferencia de bandas de frecuencia o selección de tipo de red.

Teniendo en cuenta lo anterior, los proveedores evaluados en estas mediciones fueron Claro, Movistar, Tigo, Avantel, Virgin, Éxito y ETB, para diez (10) ciudades del territorio nacional: Barranquilla, Bogotá D.C., Cúcuta, Manizales, Medellín, Neiva, Popayán, Quibdó, Santa Marta y Tunja.

⁴ Resolución CRC 5078 de 2016, compilada en el Título V *RÉGIMEN DE CALIDAD PARA LOS SERVICIOS DE COMUNICACIONES* ARTÍCULO 5.1.1.5 de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Medición de calidad objetiva de los servicios de comunicaciones 2019	Contrato 49 de 2019 NAE	Página 6 de 53	
	Actualizado: 04/08/2020	Revisado por: Gobierno y Análisis de Datos	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Las mediciones fueron efectuadas en movimiento, es decir, el equipo de medición se instaló en un vehículo que hacía recorridos dentro de la zona urbana en cada ciudad, a velocidades de hasta 40 km/h. Esta configuración de mediciones se realizó en el horario comprendido entre las 7:00 y las 21:00, todos los días de la semana, por un período de 2 meses, y se repitió 3 veces. Es decir, estas mediciones comprendieron un semestre (6 meses) de medición durante el año 2019.

Para el servicio de voz, se midieron los siguientes parámetros:

- Porcentaje de llamadas establecidas (Call Setup Success Rate).
- Porcentaje de llamadas terminadas intencionalmente (Call Completion Success Rate).
- Porcentaje de llamadas caídas (Dropped Call Rate).
- Porcentaje de tiempo registrado en la red de voz.
- Tiempo de establecimiento de la llamada (Call Setup Time).
- Calidad de voz, mediante la aplicación de un algoritmo (MOS) de comparación objetiva entre las señales transmitida y recibida.

En cuanto a las pruebas de voz, las llamadas fueron on-net, es decir, que la llamada se cursó dentro de la red del proveedor evaluado, quedando fuera los escenarios de tránsito o las terminaciones en una red diferente. Adicionalmente, el equipo que simuló al abonado (usuario) que es llamado (destinatario de la llamada), estaba en una ubicación fija en la ciudad de Bogotá, con la finalidad de garantizar total cobertura a este equipo, y así, cualquier evento de llamada (no exitosa, caída, etc.) fuese mayormente por razones del equipo que estaba instalado en el vehículo en la realización de los recorridos para cada ciudad.

Para el servicio de datos, se midieron los siguientes parámetros:

- Porcentaje de tiempo registrado en cada tecnología de datos.
- Velocidad máxima de descarga HTTP en Mbps (HTTP Download máximo).
- Velocidad media de descarga HTTP en Mbps (HTTP Download Medio).
- Porcentaje de pruebas completadas en descarga HTTP (% HTTP Download).
- Tiempo medio de cargas de web accedidas. Los destinos para esta prueba son los 10 destinos más visitados en el país, de acuerdo a la clasificación de Alexa Internet.
- Número de bits y recursos descargados de las webs accedidas.
- Velocidad media de descarga de Dropbox.
- Porcentaje de pruebas completadas en YouTube, para diferentes opciones de resolución del video.
- Tiempo medio hasta el inicio de la reproducción en YouTube, para diferentes opciones de resolución del video.
- Tiempo de Entrega de Mensajes, 1 Check en WhatsApp⁵.

⁵ Ante la situación, informada por el contratista sobre la restricción para obtener mediciones que se presentó para los servicios de Facebook y WhatsApp, se estableció un otrosí, el cual estableció nuevos parámetros (los últimos 8 de la lista) de medición en reemplazo de las mediciones a las mencionadas aplicaciones, dada la situación presentada.

Medición de calidad objetiva de los servicios de comunicaciones 2019	Contrato 49 de 2019 NAE	Página 7 de 53	
	Actualizado: 04/08/2020	Revisado por: Gobierno y Análisis de Datos	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- Tiempo de visualización de elementos de un Timeline estático en Twitter.
- Numero de Stalls en YouTube.
- Velocidad (Mbps) en YouTube.
- Tiempo de Carga del Reproductor (ms) en YouTube.
- Tiempo de Buffer (ms) en YouTube.
- % Pruebas Completadas de Twitter.
- % Pruebas Completadas de Dropbox.
- Jitter hacia servidores de Gaming.
- Latencia (ms) hacia servidores de Gaming⁶.

Para los resultados de las mediciones de los servicios de acceso móvil a nivel de ciudad, se utilizó el promedio aritmético para cada uno de los parámetros medidos.

2.1.2 Mediciones de calidad de servicios suministrados por redes de acceso fijo

Estas mediciones se realizaron para permitir identificar y medir la experiencia de uso real y calidad del servicio de Internet proporcionado por redes de acceso fijo de forma geo-referenciada, para los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST) con mayor número de usuarios en cada ciudad evaluada a través de sondas físicas instaladas en los hogares de los usuarios. Para la geo-referenciación se determinó para cada sonda de medición su ubicación a través del sistema de coordenadas geográficas WGS 84 y la dirección física del predio, misma que debía concordar con la factura del plan contratado por el usuario. Las mediciones previstas contemplaron las interfaces Ethernet (por cable) y Wifi (inalámbrico).

De igual modo, para la realización de estas mediciones, se dividió el área urbana de cada ciudad en cuatro (4) cuadrantes, de tal manera que, el número de muestras (hogares de los usuarios) en cada ciudad se distribuyera de forma equitativa.

El horario de consecución de estas mediciones fue de 06:00 a 23:59, todos los días de la semana. Estas mediciones comprendieron un periodo de medición de 6 meses, tiempo en el cual se procedió a la recolección de las muestras para garantizar la representatividad para cada ciudad.

Los parámetros que se midieron para este servicio fueron:

- Throughput down y up – Ancho de banda bruto y neto medio.
 - Tiempo en espera envío del servidor.
- Los destinos para esta prueba son:
www.youtube.com
www.google.com.co

⁶ Los servidores de los cuatro (4) videojuegos a los cuales se les realizó pruebas, fueron definidos en conjunto entre la CRC y el contratista.

Medición de calidad objetiva de los servicios de comunicaciones 2019	Contrato 49 de 2019 NAE	Página 8 de 53	
	Actualizado: 04/08/2020	Revisado por: Gobierno y Análisis de Datos	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

www.facebook.com
www.yahoo.com
www.live.com

- Tiempo de carga y descarga. Los destinos para esta prueba son los 10 destinos más visitados de acuerdo a la clasificación de Alexa Internet.
- Tiempo en resolución DNS.
- Tiempo de conexión.
- % de fallos de acceso. Corresponde al porcentaje de ocasiones que la sonda se queda sin conexión a Internet (Asignación de IP), se obtiene del valor inverso a los porcentajes de conexión de la sonda y se puede obtener tanto para Ethernet como para Wifi.
- % de fallos durante descargas web. Corresponde al porcentaje de descargas que no completan el 100% de los recursos en un periodo de 60 segundos.
- En Streaming tiempo de carga, tiempo en Buffering sin reproducción y tiempo en Buffering con reproducción.
- Velocidad máxima de carga y descarga HTTP en Mbps (HTTP Download máximo).
- Velocidad media de carga y descarga HTTP en Mbps (HTTP Download Medio).
- Velocidad media de carga y descarga de Dropbox en Kbps.
- Porcentaje de pruebas completadas en YouTube, para diferentes opciones de resolución del video.
- Tiempo medio hasta el inicio de la reproducción en YouTube, para diferentes opciones de resolución del video.

Dicho lo anterior, los proveedores que fueron objeto de estas mediciones se distribuyeron así para cada una de las ciudades:

- Para Bogotá: Claro, ETB, Telefónica y Tigo-UNE.
- Para Cali: Claro, EmCali, Telefónica.
- Para Cúcuta: Claro, ETB, Telefónica y Tigo-UNE.
- Para Medellín: Claro y Tigo-UNE.

En cuanto a los resultados para los servicios de acceso fijo, al disponer con la información detallada a nivel municipal de la participación del mercado de los PRST, el valor de los indicadores por ciudad se calcula con base al promedio ponderado por usuario de cada proveedor.

Medición de calidad objetiva de los servicios de comunicaciones 2019	Contrato 49 de 2019 NAE	Página 9 de 53	
	Actualizado: 04/08/2020	Revisado por: Gobierno y Análisis de Datos	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

2.1.3 DEFINICIÓN DE UNIVERSOS

Para la definición de los universos muestrales, y en consonancia con lo estipulado en el Anexo 5.3 Parte 2 del Título Anexos de la Resolución CRC 5050 de 2016, las mediciones de los servicios de voz y datos suministrados a través de redes de acceso móvil, se llevaron a cabo en cuatro (4) ciudades, capitales de departamento con más de quinientos (500) mil habitantes, y en seis (6) ciudades con población entre cien (100) mil y quinientos (500) mil habitantes⁷, para un total de diez (10) ciudades.

De igual manera, para las mediciones de Internet proporcionado por redes de acceso fijo, se determinó que las mediciones se realizaran en cuatro (4) capitales de departamento con más de 500 mil habitantes.⁸

2.1.3.1 Definición de universos para mediciones de las redes de acceso móvil

El cálculo del tamaño de la muestra está basado en la fórmula establecida en el Anexo C de la recomendación ETSI EG 202 057-4.⁹ La mencionada fórmula está configurada para universos en los cuales se acepta la hipótesis de poblaciones infinitas, es decir, aquellos universos con más de cien (100) mil elementos. Para el caso objeto de estudio, los universos (ciudades) que son objeto de medición, poseen más de cien (100) mil habitantes.

Gráfico 2. Fórmula para el cálculo de muestras

$$N = \frac{\sigma(\alpha)^2 p(1-p)}{\Delta^2}$$

Donde,

N = es el tamaño de muestra que obtendríamos si aceptásemos la hipótesis de población infinita.

$\sigma(\alpha)$ = 1.96 (para conseguir un Nivel de confianza del 95%).

p = Proporción de la población. La población es lo más diversa posible, $p=0.5$.

Δ = Margen de Error.

NC = Nivel de Confianza. Estipulado en 95% para el caso en concreto.

Como resultado de la aplicación de la fórmula anterior, bajo los criterios establecidos como son 95% de nivel de confianza (NC) y 5% de margen de error (Δ), el tamaño teórico para las muestras, arroja un valor de 385 muestras para cada universo (ciudad) y para cada tipo de prueba. Cabe mencionar que el número de proveedores medidos fue siete (7), incluyendo los proveedores virtuales (OMV). Por lo tanto,

⁷ De acuerdo con la información oficial del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

⁸ Ibidem

⁹ https://www.etsi.org/deliver/etsi_eg/202000_202099/20205704/01.01.01_60/eg_20205704v010101p.pdf

Medición de calidad objetiva de los servicios de comunicaciones 2019	Contrato 49 de 2019 NAE	Página 10 de 53	
	Actualizado: 04/08/2020	Revisado por: Gobierno y Análisis de Datos	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

el número total de muestras (Ver Tabla 1) para cada ciudad es igual a 385 muestras x 9 pruebas x 7 proveedores.

Tabla 1 Número de muestras por ciudad, por prueba y por proveedor

Ciudad	Nº Muestras	Nº Pruebas	Nº Muestras por proveedor	Nº Total de muestras
Barranquilla	385	9	3465	24255
Bogotá D.C.	385	9	3465	24255
Cúcuta	385	9	3465	24255
Manizales	385	9	3465	24255
Medellín	385	9	3465	24255
Neiva	385	9	3465	24255
Popayán	385	9	3465	24255
Quibdó	385	9	3465	24255
Santa Marta	385	9	3465	24255
Tunja	385	9	3465	24255

Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

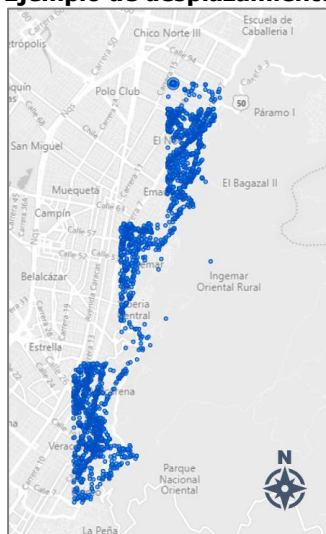
Una vez se calcularon las muestras para los universos (para cada ciudad), se procedió a establecer el procedimiento de elaboración de recorridos. Este procedimiento se entiende como desplazamiento de los vehículos que tienen instalados los equipos de medición, para lo cual, se establecieron 2 tipos de desplazamientos:

- **Desplazamiento Aleatorio:** En este tipo de desplazamiento, el vehículo tiene total libertad de recorrer el casco urbano de ciudad para cada ciudad en medición, sin la realización de rutas particulares.
- **Desplazamiento Dedicado:** Una vez revisada la cobertura del universo en la geografía determinada de cada ciudad, para los casos concretos donde se identifiquen zonas con baja cantidad de muestras, se dispone un plan de recorrido a realizar por el vehículo de medición en dichas zonas.

Es relevante resaltar que, el mencionado plan no constituyó exclusiva dedicación de una jornada completa a la obtención de las muestras en la zona en cuestión; sino a que el plan está más orientado a la definición de múltiples visitas a la zona en diferentes instantes del tiempo, de tal manera que la muestra represente los diferentes escenarios de uso, contemplando principalmente diferentes circunstancias de tiempo, modo y lugar, como por ejemplo, el momento de entrada a la zona, la hora de salida de la zona, el número de pruebas, día de la semana, tipo de prueba, etc.

Para este tipo de desplazamiento se realiza el monitoreo en tiempo real con la finalidad de confirmar que el número de muestras mínimo en la zona fuera cumplido.

Gráfico 3 Ejemplo de desplazamiento dedicado



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.1.3.2 Definición de universos para mediciones de las redes de acceso fijo

Como primera medida, y una vez determinadas las ciudades en la cuales se llevaron a cabo las mediciones, haciendo uso de la fórmula implementada para el cálculo del número de muestras para las mediciones sobre las redes de acceso móvil, explicado en el acápite inmediatamente anterior, se calculó el número de muestras para cada ciudad para las mediciones de las redes de acceso fijo, dando como resultado los siguientes datos:

Tabla 2 Número de muestras por ciudad

Ciudad	Nº Muestras por ciudad
Bogotá D.C.	385
Cali	385
Cúcuta	385
Medellín	385

Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

La cantidad de muestras para estas mediciones en específico, se traducen en la proporción de hogares de usuarios donde se realizaron las mediciones del servicio de Internet suministrado en redes de acceso fijo para cada una de las ciudades. Ahora bien, para determinar la cantidad de proveedores a evaluar

por ciudad, se utilizó el último reporte de suscriptores disponible al momento de la medición¹⁰. De esta manera, se distribuyó la cantidad de muestras de forma alícuota, según la participación de mercado de los PRST a ser analizados en las mediciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, la distribución de los equipos de medición (en este caso, sondas físicas) en cada una de las ciudades se realizó de manera aleatoria y proporcional según la participación de mercado de los proveedores medidos y segmentando la ciudad en cuatro (4) cuadrantes, en aras de lograr una mejor distribución geográfica en toda la extensión de cada ciudad. De esta manera, la distribución de los emplazamientos de medición dentro de la zona urbana de cada ciudad se realizó así:

Gráfico 4 Distribución de muestras en Bogotá D.C.

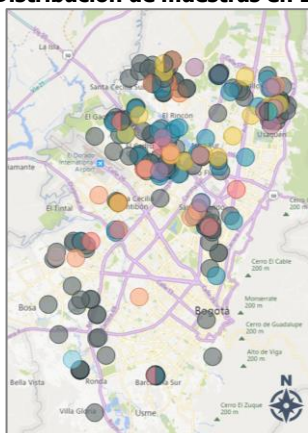


Gráfico 5 Distribución de muestras en Cúcuta

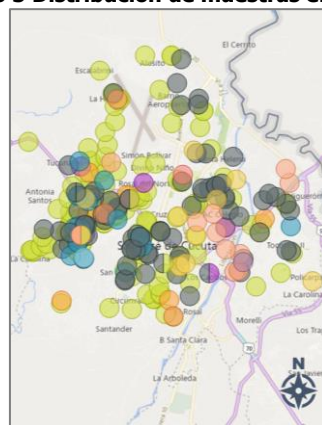


Gráfico 6 Distribución de muestras en Cali

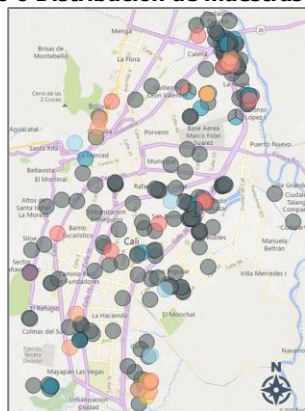
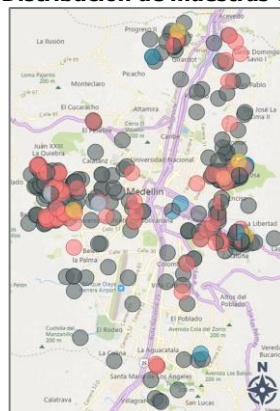


Gráfico 7 Distribución de muestras en Medellín



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

¹⁰ <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-channel.html>

2.2 RESULTADOS

2.2.1 MEDICIONES DE LOS SERVICIOS SUMINISTRADOS POR REDES DE ACCESO MÓVIL

De las mediciones para el servicio de acceso móvil, se observó que si bien en general la cobertura de la tecnología 4G, si bien en 2019 ha ido en aumento con respecto a los otros años, hay ciudades en donde todavía no es significativo este aumento, como por ejemplo en Manizales, Quibdó y Neiva (Gráfico 8).

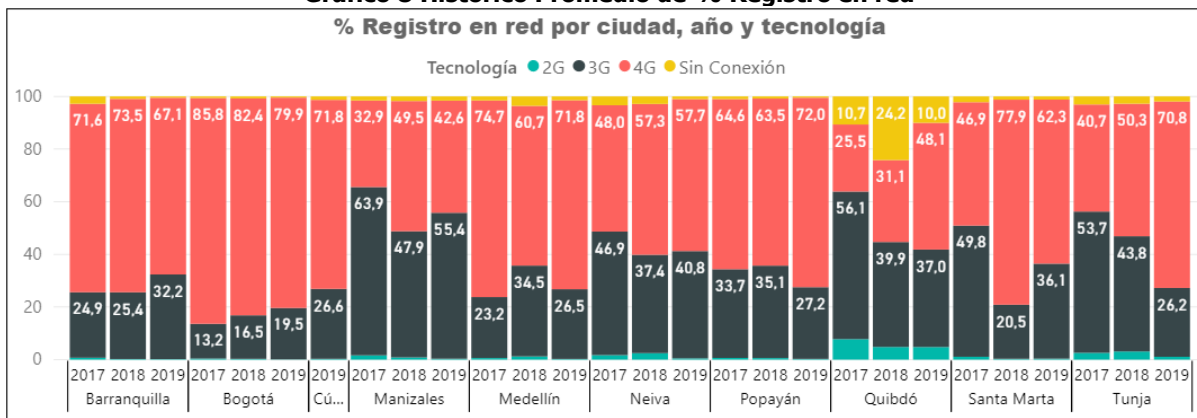
Como resultado del análisis de la información entregada a la CRC, para los servicios de voz y datos móviles, el histórico de los resultados se muestra a continuación.

2.2.1.1 PORCENTAJE DE REGISTRO EN RED

En primer lugar, se realizó la medición del parámetro de porcentaje de registro en red, el cual indica la proporción de la tecnología de la red de acceso (2G, 3G, 4G) en la que estuvieron conectados los dispositivos durante las mediciones. Cabe recordar que los dispositivos de medición se mantuvieron configurados en modo libre, sin preestablecer la preferencia de bandas de frecuencia o selección de tipo de red. Los resultados obtenidos se observan en el Gráfico 8.

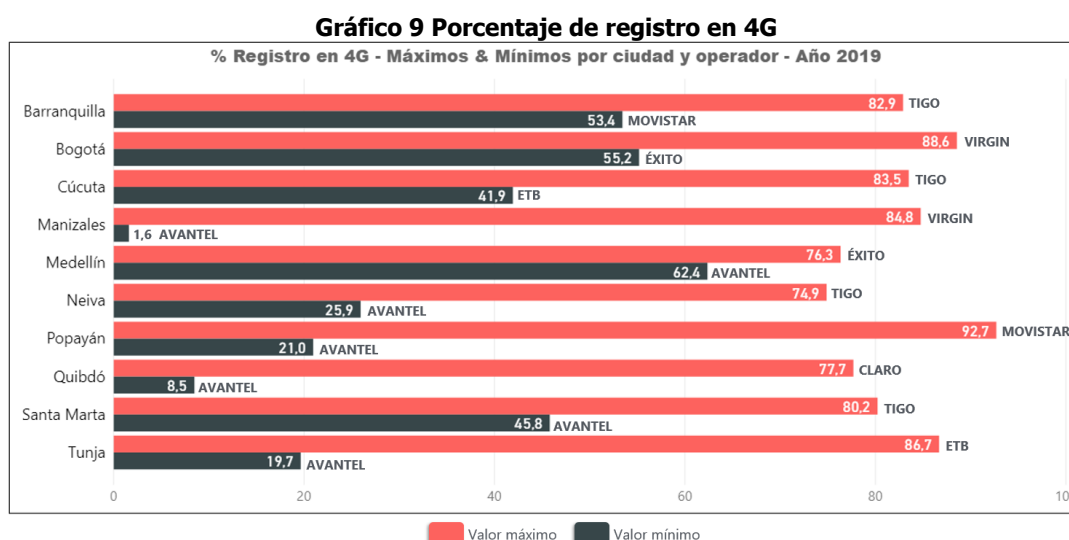
Se evidencia que para el año 2019 las ciudades que presentaron un aumento con respecto a años anteriores, en cuanto al porcentaje de registro para la tecnología 4G fueron Popayán y Tunja.

Gráfico 8 Histórico Promedio de % Registro en red



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

En la desagregación del porcentaje de registro en la tecnología 4G para el año 2019, presentado en el Gráfico 9, cuyo nivel de detalle se encuentra hasta la clasificación por ciudad y por proveedor, permite entrever que el proveedor Movistar, en la ciudad de Popayán, obtuvo el máximo porcentaje de registro en 4G sobre las demás ciudades y proveedores. Caso contrario, con el proveedor Avantel, quien para la ciudad de Manizales obtuvo el valor mínimo de 1,6% de porcentaje de registro en 4G. Como referencia se tiene que, en el año 2019, en Italia¹¹ el promedio del registro en tecnología 4G fue de 86% y para Francia¹² fue de 84,25%.



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

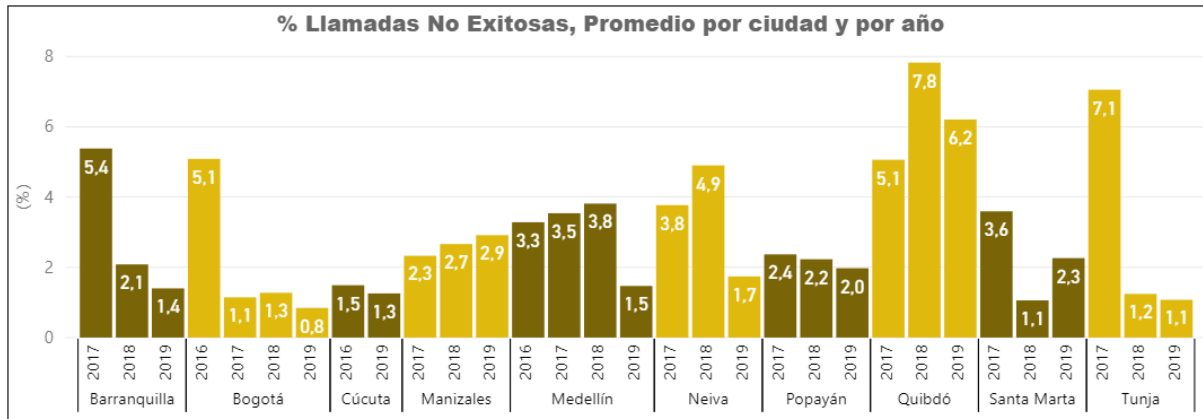
2.2.1.2 LLAMADAS NO EXITOSAS

Este parámetro indica el porcentaje de intentos que no logran establecer la llamada cuando se ha marcado un número para una efectiva comunicación entre los usuarios. Esto se traduce en que, a menor porcentaje, mejor es la experiencia del usuario que hace uso del servicio de llamada de voz móvil. El Gráfico 10 muestra el promedio histórico del porcentaje de las llamadas no exitosas en las ciudades medidas, en donde se evidencia que Quibdó posee el mayor porcentaje de llamadas no exitosas.

¹¹ AGCOM. Oficina de Derechos del Usuario y Relaciones con las Asociaciones de Consumidores. Informe preliminar de la campaña de medición 2019. Disponible en: <https://www.agcom.it/documents/10179/17272277/Documento+generico+23-12-2019+1577110796935/a275b1e7-b623-4189-900d-8dddf0e85f52?version=1.1>

¹² ARCEP. ARCEP OBSERVATORY. Disponible en: <https://www.monreseaumobile.fr/>

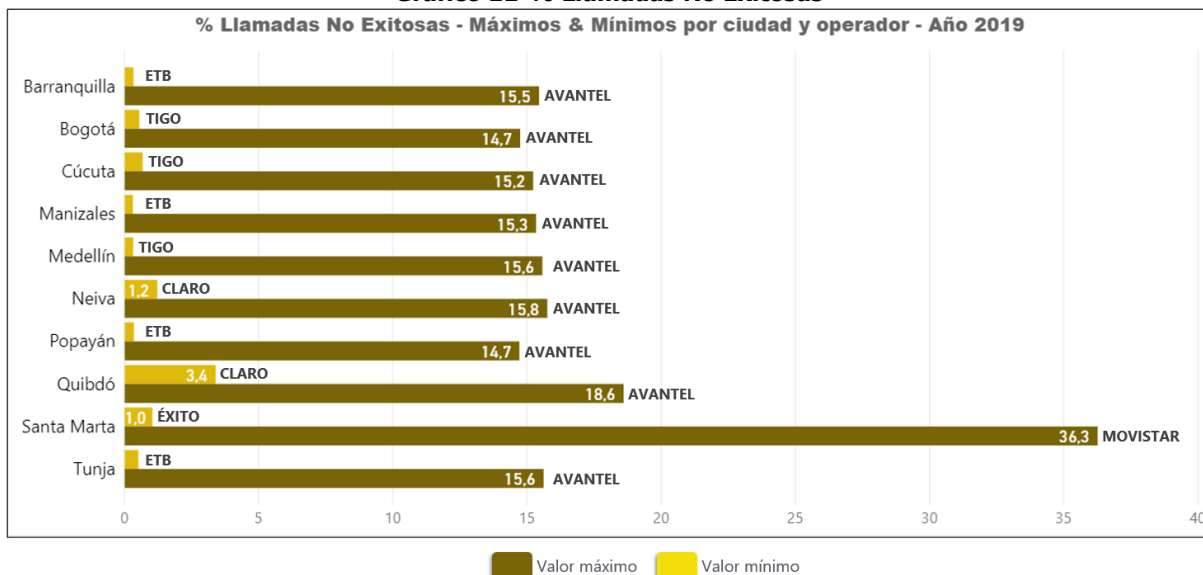
Gráfico 10 Histórico Promedio de % Llamadas No Exitosas



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

En el Gráfico 11 se observa que para el año 2019 el proveedor Movistar en la ciudad de Santa Marta, obtuvo un porcentaje máximo de 36,3%, mientras que, el proveedor Tigo en las ciudades de Bogotá, Cúcuta y Medellín, y el proveedor ETB en las ciudades de Barranquilla, Manizales, Popayán y Tunja, obtuvieron valores por debajo del 1%.

Gráfico 11 % Llamadas No Exitosas

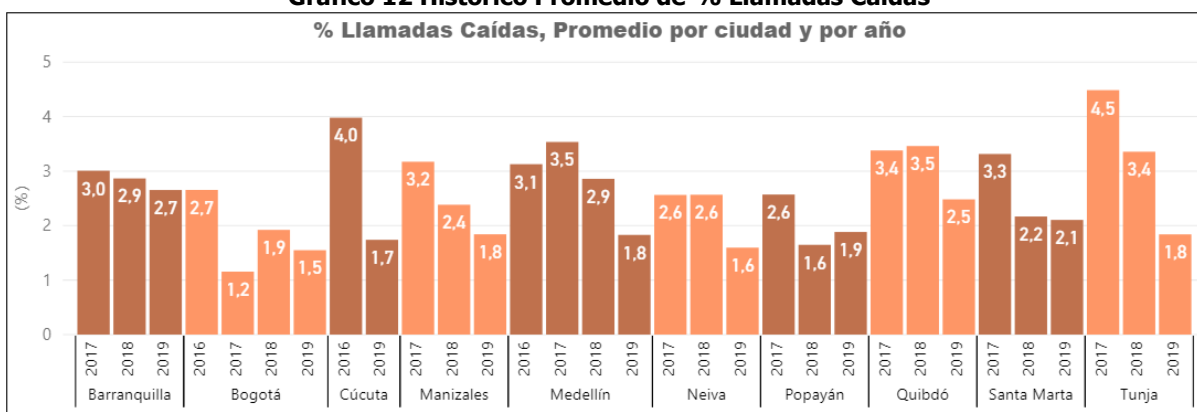


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.3 LLAMADAS CAÍDAS

Las llamadas caídas, son aquellas llamadas que se terminan durante el transcurso de la llamada sin que ninguno de los participantes de la misma haya dado por terminada la comunicación. Mientras más bajo sea el porcentaje, la experiencia del usuario es mejor. Para el año 2019, el promedio del porcentaje de llamadas caídas en las ciudades medidas estuvo por debajo del 2%, salvo la ciudad de Barranquilla y Santa Marta, con 2,7% y 2,1%, respectivamente. Como referente, el umbral establecido en el Régimen de Calidad¹³ de los servicios de comunicaciones está entre 2% y 4.

Gráfico 12 Histórico Promedio de % Llamadas Caídas

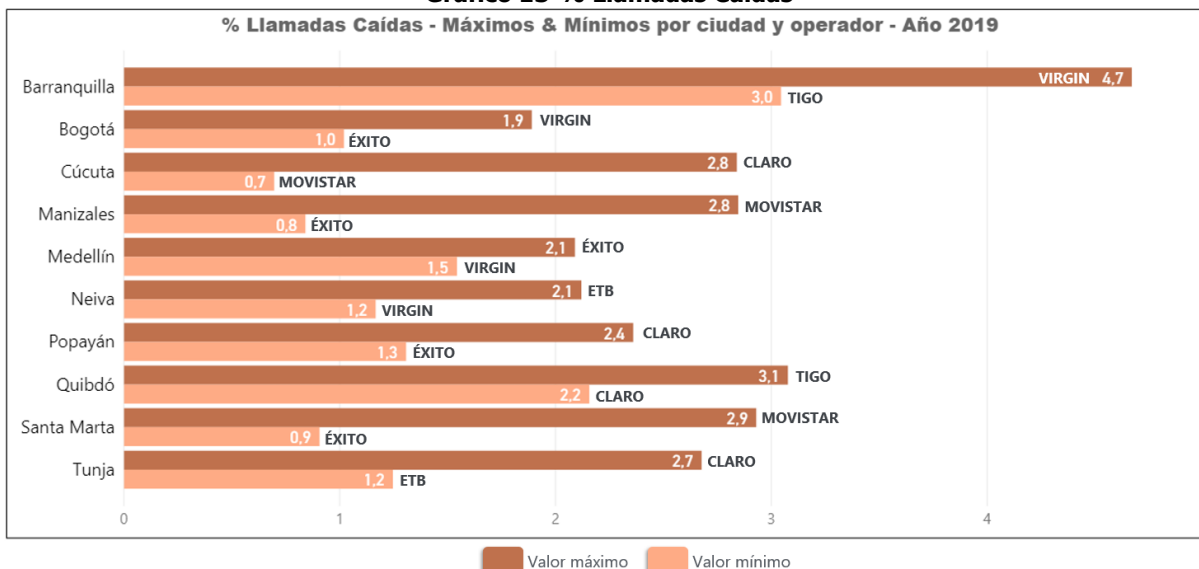


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

En el Gráfico 13 el porcentaje llamadas caídas máximo lo obtuvo el proveedor Virgin en la ciudad de Barranquilla, mientras que el proveedor Movistar presentó el valor mínimo del porcentaje del parámetro en mención, en la ciudad en Cúcuta.

¹³ Régimen compilado en el Título V de la Resolución CRC 5050 de 2016, "Régimen de calidad para los servicios de comunicaciones"

Gráfico 13 % Llamadas Caídas



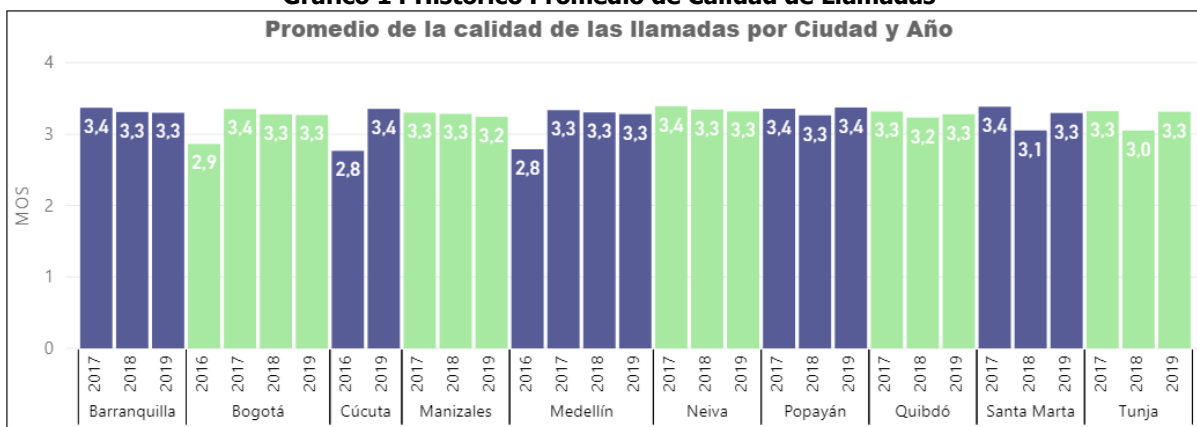
Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.4 CALIDAD DE LAS LLAMADAS

La calidad de las llamadas de voz consiste en la calificación del audio de la conversación en una llamada de voz a través del parámetro MOS (Mean Score Opinion)¹⁴. Su calificación va de 1 a 5, donde 1 es una calidad mala de la voz (no se entendería lo que se habla) y 5 excelente calidad (audio nítido y entendible). Para estas pruebas en específico se realizaron mediciones de llamadas de voz móvil de manera tradicional, es decir, el tráfico de las llamadas se cursa por redes de tecnología 2G o 3G, según sea la cobertura de cada proveedor en el momento de las pruebas. El Gráfico 14 muestra un promedio de calidad de voz por encima de 3 para el año 2019 en todas las ciudades medidas.

¹⁴ <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.800.1-201607-I/es>

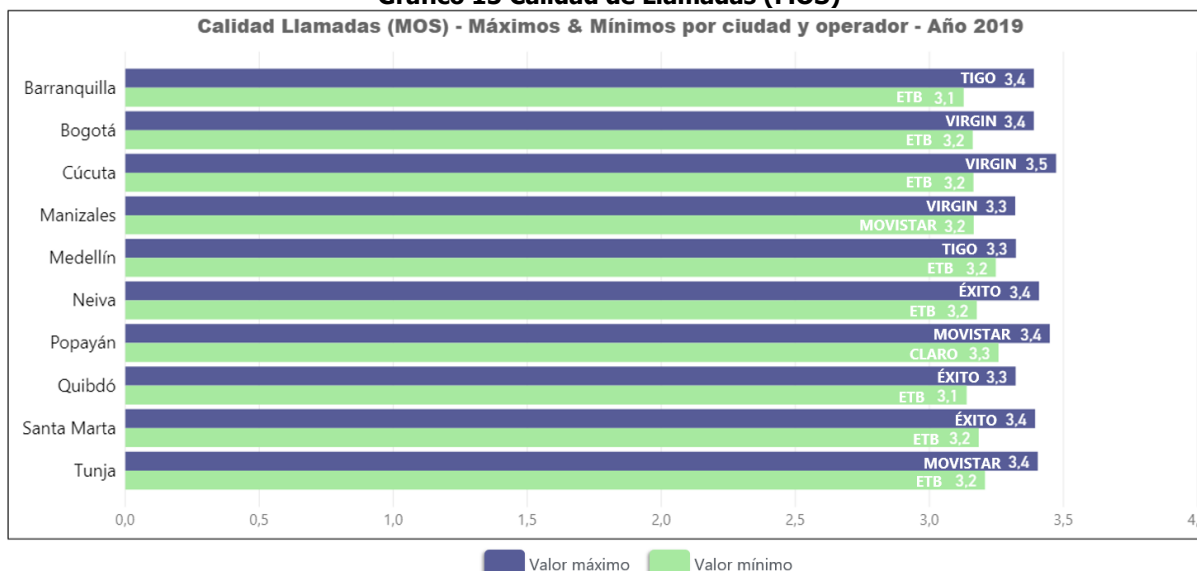
Gráfico 14 Histórico Promedio de Calidad de Llamadas
Promedio de la calidad de las llamadas por Ciudad y Año



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Como se advirtió en el gráfico anterior, todas las ciudades presentaron un promedio de calidad de voz por encima de 3, y de igual manera, se confirma con el Gráfico 15, donde se aprecia que todos los proveedores medidos tuvieron valores por encima de 3, durante todas las mediciones realizadas para el 2019.

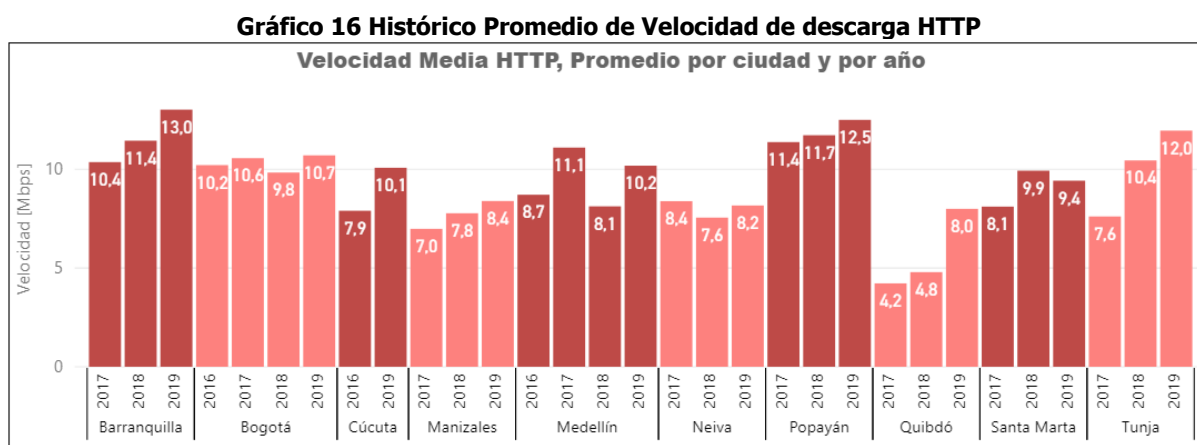
Gráfico 15 Calidad de Llamadas (MOS)



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.5 VELOCIDAD DE DESCARGA HTTP

El parámetro de velocidad media HTTP, se entiende como la rapidez con la se pueden descargar y cargar contenidos de desde una página Web. A mayor velocidad obtenida en la medición, mayor rapidez en la descarga o carga, por lo tanto, mejor experiencia del usuario. Para el caso en concreto, son mediciones de descarga. Como se observa en el Gráfico 16, el promedio de velocidad de descarga para las ciudades medidas estuvo en 10,25 Mbps. Como referente, en el año 2019, en Italia¹⁵ la velocidad promedio de descarga a través de protocolo HTTP fue en promedio de 50,2 Mbps.

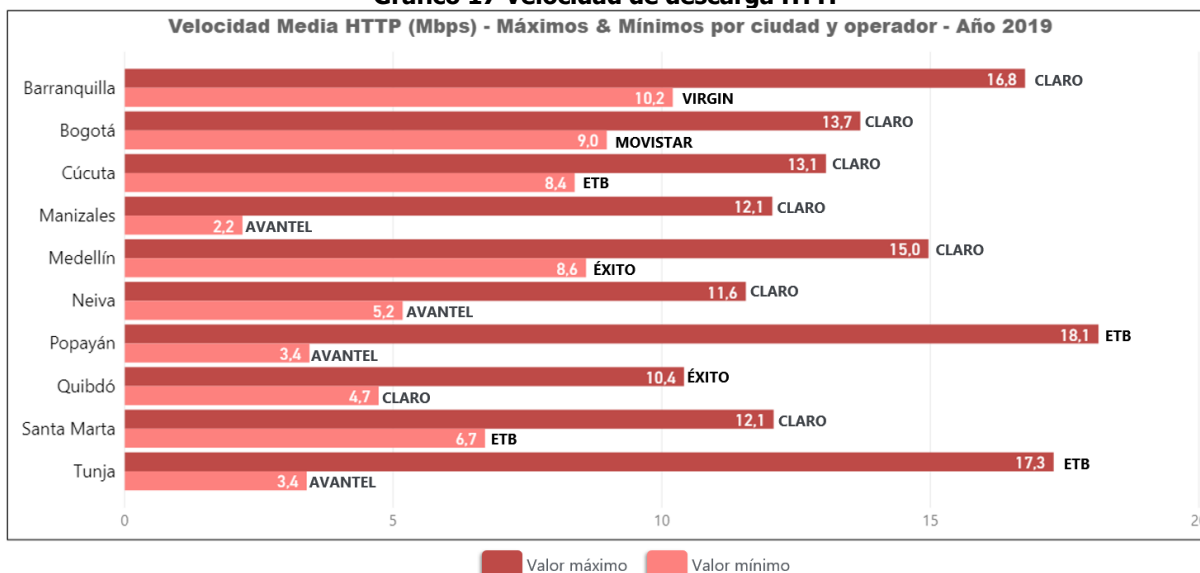


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

A nivel de proveedores (Gráfico 17), se aprecia que ETB, para las ciudades de Popayán y Tunja, consiguió velocidades máximas de descarga por encima de 17 Mbps, estando muy cerca Claro en la ciudad de Barranquilla, con 16,8 Mbps. Por otro lado, Avantel en las ciudades de Manizales, Popayán y Tunja, obtuvo velocidades mínimas de descarga por debajo de 4 Mbps.

¹⁵ AGCOM. Oficina de Derechos del Usuario y Relaciones con las Asociaciones de Consumidores. Informe preliminar de la campaña de medición 2019. Disponible en: <https://www.agcom.it/documents/10179/17272277/Documento+generico+23-12-2019+1577110796935/a275b1e7-b623-4189-900d-8dddf0e85f52?version=1.1>

Gráfico 17 Velocidad de descarga HTTP

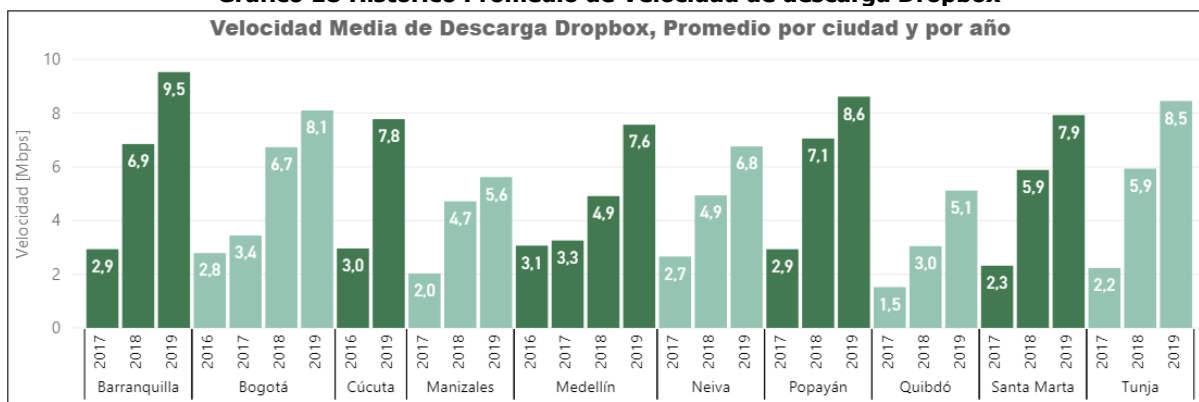


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.6 VELOCIDAD DE DESCARGA DROPBOX

El siguiente parámetro medido fue la velocidad media Dropbox, el cual es entendido como la rapidez con la que se pueden descargar archivos desde esta aplicación. A mayor velocidad obtenida en la medición, mejor experiencia del usuario. En el Gráfico 18 se observa un crecimiento general de la velocidad promedio de descarga Dropbox para todas las ciudades medidas durante el histórico de mediciones, arrojando para 2019, velocidades promedio por encima de 7 Mbps para todas las ciudades.

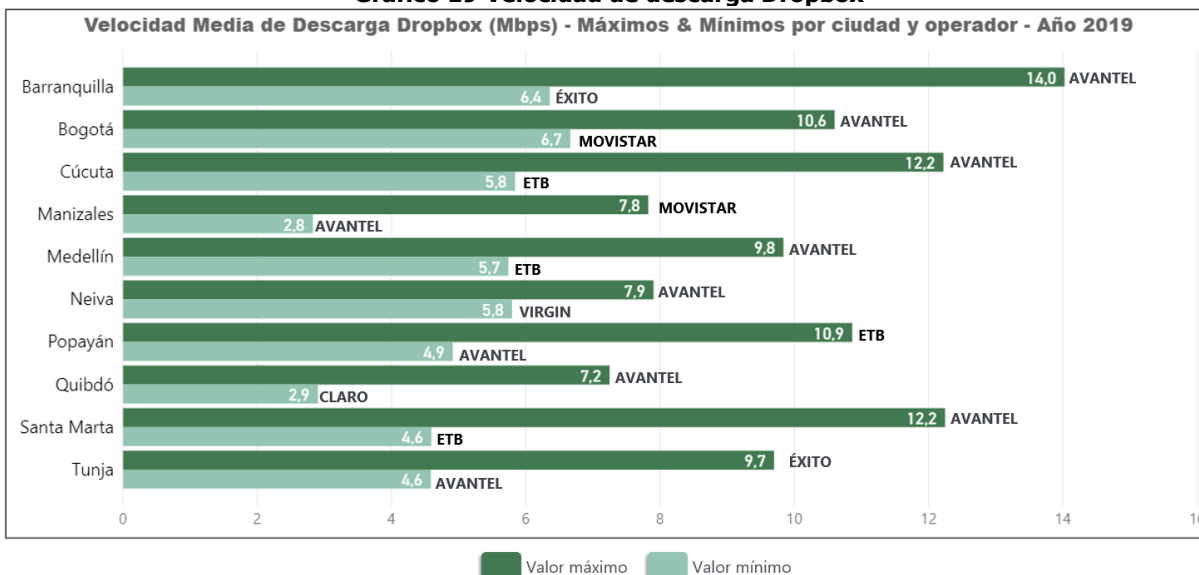
Gráfico 18 Histórico Promedio de Velocidad de descarga Dropbox



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Como se evidencia en el Gráfico 19, el proveedor Avantel, para las ciudades de Barranquilla, Cúcuta y Santa Marta, alcanzó velocidades máximas superiores a 12 Mbps. Por otra parte, Claro y Avantel, para las ciudades de Quibdó y Manizales, respectivamente, tuvieron valores mínimos de velocidad por debajo de 3 Mbps.

Gráfico 19 Velocidad de descarga Dropbox

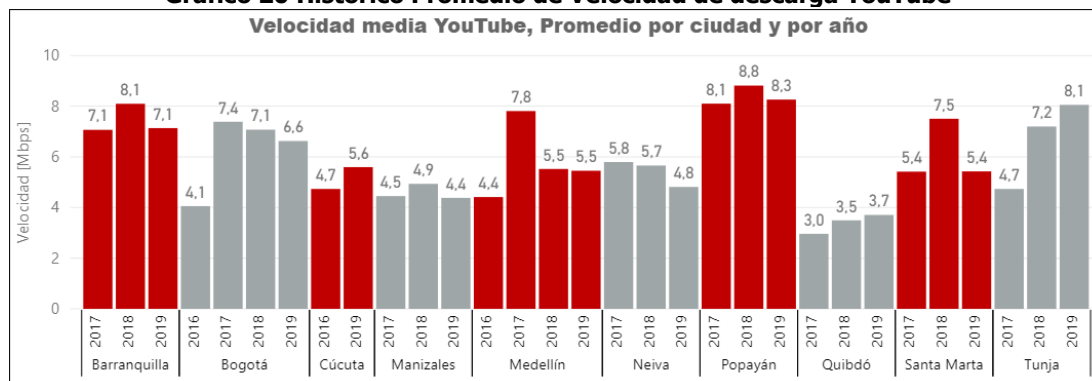


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.7 VELOCIDAD DE DESCARGA YOUTUBE

La velocidad de descarga YouTube, se interpreta como la rapidez con la que se puede ver un video en esta aplicación. A mayor velocidad obtenida en la medición, mejor experiencia del usuario. En el Gráfico 20 se muestra que la ciudad de Popayán tuvo un promedio histórico por encima de 8 Mbps.

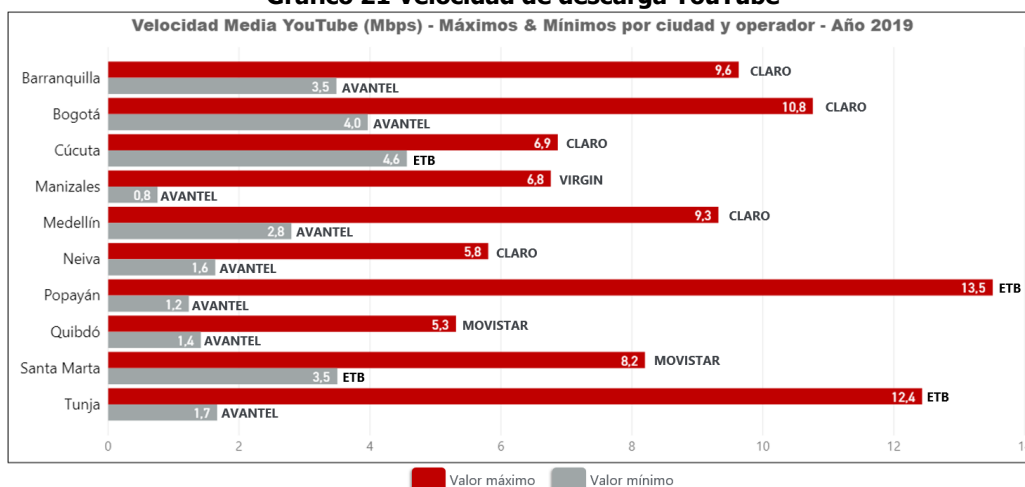
Gráfico 20 Histórico Promedio de Velocidad de descarga YouTube



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Ahora bien, en el Gráfico 21 se observa que el proveedor ETB presentó valores máximos de velocidad YouTube en las ciudades de Popayán y Tunja, con valores por encima de los 10 Mbps. Por otro lado, Avantel en la ciudad de Manizales obtuvo el valor mínimo de 0,8 Mbps.

Gráfico 21 Velocidad de descarga YouTube

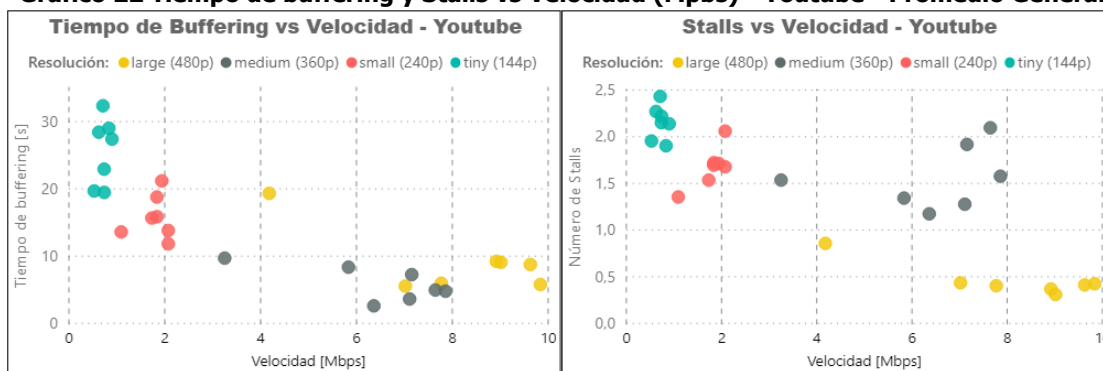


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.8 NÚMERO DE STALLS Y EL TIEMPO DE BUFFERING - YOUTUBE

En las mediciones de YouTube, se obtuvo la medición del número de stalls y el tiempo de buffering; el primero se refiere al número de pausas durante la reproducción del video que ocurren con ocasión de la descarga del video, y el segundo parámetro, consiste en el tiempo que transcurre cuando se pausa el video (stalls) y vuelve a reanudar su reproducción. En el Gráfico 22 se evidencia un comportamiento en el cual, a mayor velocidad de descarga, se disminuye el número de stalls y a su vez disminuye el tiempo de buffering.

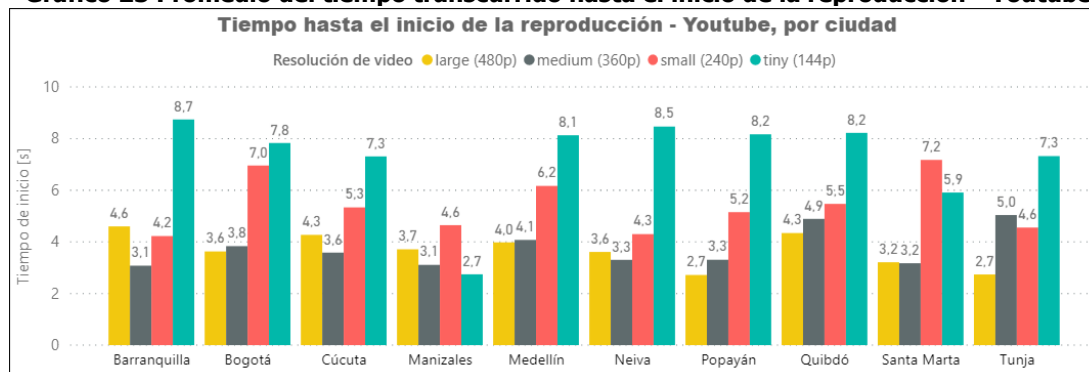
Gráfico 22 Tiempo de buffering y Stalls vs Velocidad (Mbps) - Youtube - Promedio General



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

El Gráfico 23 hace referencia a los resultados de la medición del tiempo promedio que transcurre hasta que el video inicie la reproducción, esto es, que si este tiempo es bajo la experiencia del usuario es mejor. Para el caso en concreto, en todas las ciudades medidas el promedio del tiempo es mayor para las resoluciones pequeña (small 240 píxeles) y diminuta (tiny 144 píxeles) de video.

Gráfico 23 Promedio del tiempo transcurrido hasta el inicio de la reproducción - Youtube



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

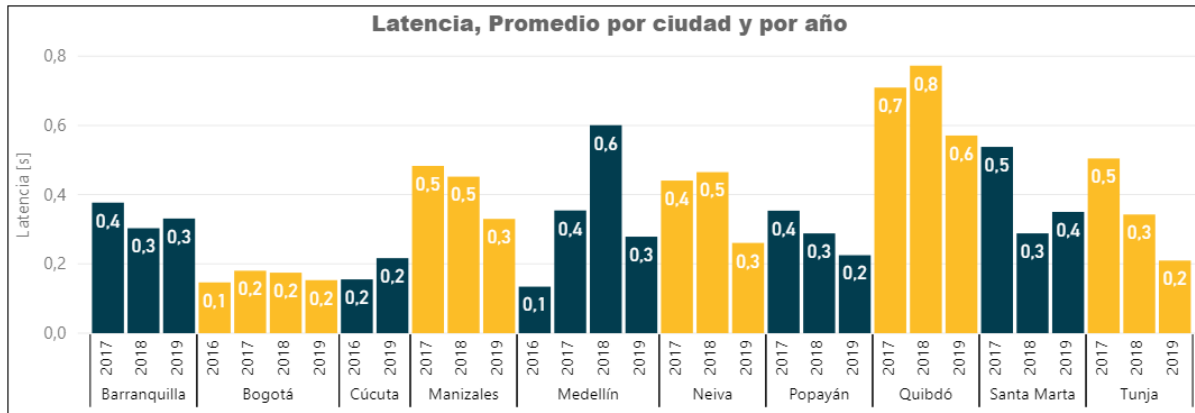
En las gráficas anteriores, se evidencia que los mayores tiempos se encuentran para la resolución de video más pequeña, cabe recordar que, para las mediciones de los servicios móviles, los dispositivos de medición estaban configurados en modo libre, y en el análisis de los datos para esta prueba, se halló que para la resolución más baja (tiny) los equipos se encontraban en tecnología 2G, mientras que para las resoluciones más altas (large y medium) se conectaban en tecnología 4G, y para la resolución small, iteraban entre 2G, 3G y algunas veces en 4G.

2.2.1.9 LATENCIA

La latencia es un parámetro que mide qué tan rápido viaja un paquete de datos desde el punto de origen al destino. Es un factor que es relevante particularmente para aplicaciones de tiempo real, como por ejemplo, streaming de audio, videollamadas, videojuegos en línea, etc. La experiencia es mejor con tiempos de latencia más bajos, por lo cual, si el tiempo obtenido en la medición es bajo, la experiencia del usuario es mejor. Como referente, en Alemania¹⁶ para el año 2019 los resultados de las mediciones del parámetro en cuestión arrojaron resultados promedio por debajo de 0,04 segundos para el 6,4% de usuarios con cobertura de banda ancha móvil y 86,7% del mismo tipo de usuarios por debajo de 0,1 segundos. Caso semejante en Italia, en donde para el mismo año, la latencia promedio estuvo en 0,042 segundos.

El Gráfico 24 permite evidenciar que el promedio general de la latencia para 2019 fue de 0,3 segundos. Así mismo, se observa que para la ciudad de Quibdó fue más alto (0,6s) respecto de las demás ciudades.

Gráfico 24 Histórico Promedio de latencia
Latencia, Promedio por ciudad y por año

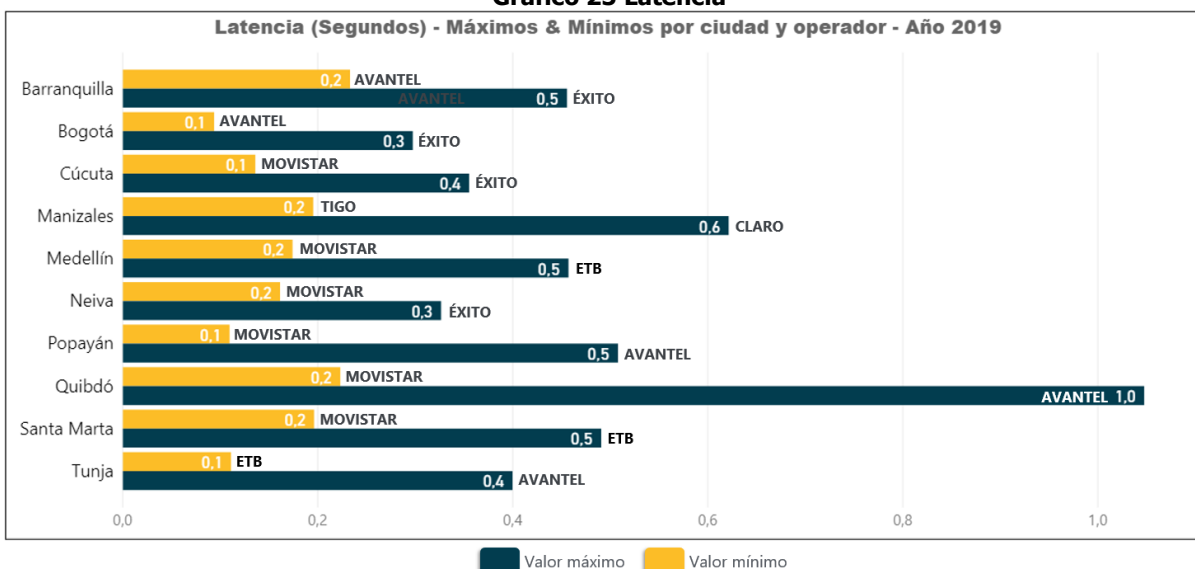


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

¹⁶ Bundesnetzagentur. Medición de banda ancha. Reporte anual 2018-2019. Disponible en: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Verbraucher/Breitbandmessung/Breitbandmessung_Jahresbericht_%202018_2019.pdf?sessionid=F794DC4F37DF84662CB524C3037C5621?__blob=publicationFile&v=3

En consonancia con el gráfico anterior, la ciudad de Quibdó obtuvo el máximo valor de latencia a nivel de proveedor con 1s, resultado medido para Avantel. Las ciudades de Bogotá, Cúcuta, Popayán y Tunja tuvieron valores mínimos de 0,1s, respectivamente con los proveedores Avantel, Movistar y ETB (Gráfico 25).

Gráfico 25 Latencia



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.10 TIEMPO DE CARGA WEB

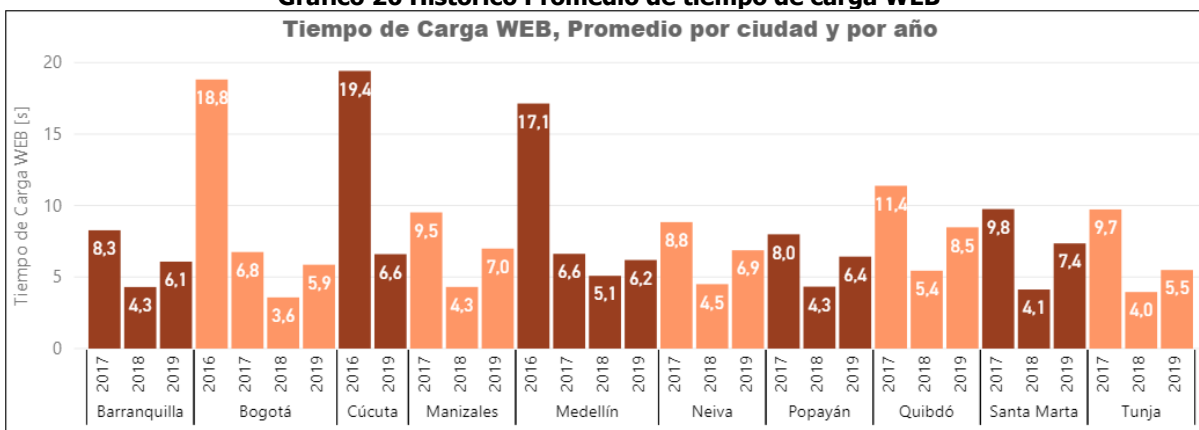
El tiempo de carga web¹⁷, se refiere al tiempo medido en que toma una página web en cargar completamente todos los recursos para su visualización y uso. Si el tiempo obtenido en la medición es bajo, la experiencia de usuario es mejor. Como se puede observar en el Gráfico 26 los tiempos promedio de las ciudades medidas se encuentran por debajo de los 8 segundos.

Cabe mencionar, que un factor que se debe tener en cuenta en el análisis de este parámetro es el contenido de las páginas Web, dado que hay algunas páginas con bajo contenido (mayormente texto) respecto de otras (mayormente contenido multimedia). Estas últimas por la cantidad de elementos a visualizar, tomarían más tiempo en su carga, independientemente de los recursos entregados por la red del proveedor del servicio de datos móviles.

¹⁷ Los destinos web utilizados fueron los diez (10) primeros sitios web más visitados en el servicio web Alexa Top Sites en Colombia: www.canalrcn.com; www.facebook.com; www.google.com; www.mercadolibre.com.co; www.minuto30.com; www.msn.com; www.pulzo.com; www.wikipedia.org; www.yahoo.com; www.youtube.com

Gráfico 26 Histórico Promedio de tiempo de carga WEB

Tiempo de Carga WEB, Promedio por ciudad y por año

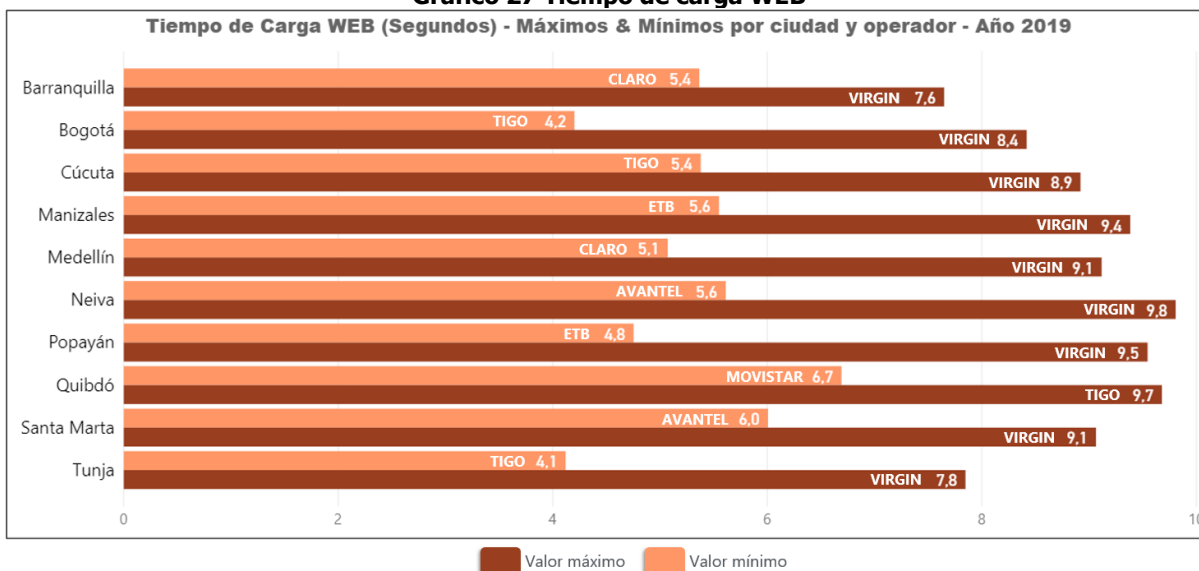


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Los tiempos de carga máximos obtenidos para la ciudad de Neiva y Quibdó se acercan a los 10 segundos, respectivamente para los proveedores Virgin y Tigo. Del otro lado, el proveedor Tigo obtuvo mínimos de 4,2 segundos y 4,1 segundos para las ciudades de Bogotá y Tunja, respectivamente.

Gráfico 27 Tiempo de carga WEB

Tiempo de Carga WEB (Segundos) - Máximos & Mínimos por ciudad y operador - Año 2019

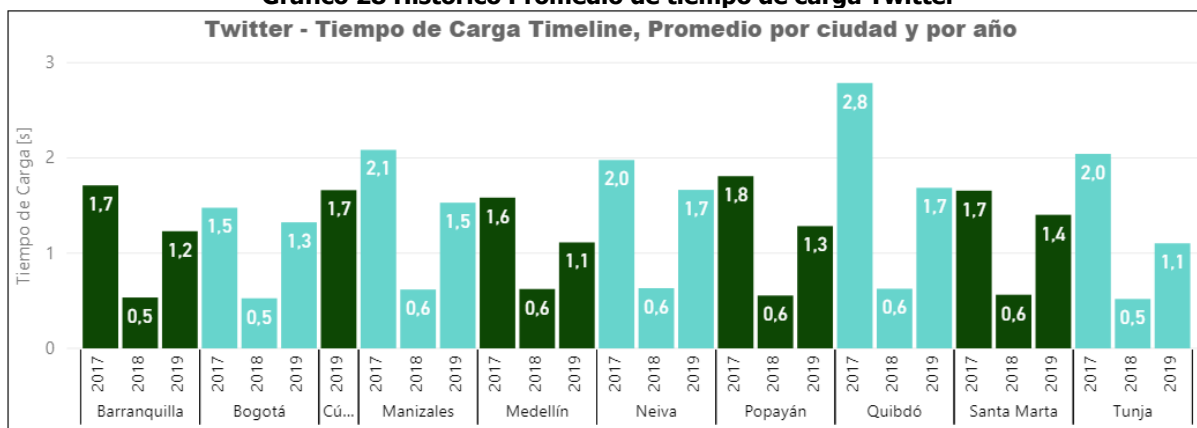


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.11 TIEMPO DE CARGA DE LA LÍNEA DE TIEMPO DE TWITTER

Otro parámetro medido fue el tiempo de carga de la línea de tiempo de Twitter, el cual es el tiempo que toma en cargar completamente todos los recursos para visualización e interacción del aplicativo. Si el tiempo obtenido en la medición es bajo, la experiencia de usuario es mejor. En el Gráfico 28 se observa que el promedio del año 2018 disminuyó significativamente con respecto al año 2017, esto debido a que Twitter para la época, realizó una optimización de su aplicativo, lo que trajo como resultado, una disminución en el tiempo de carga promedio en el año 2018. Si bien, para el año 2019 esos tiempos promedio de carga aumentaron respecto al año anterior, son menores a los tiempos de 2017, y todos los valores de 2019 se encuentran por debajo de 2 segundos. Para el caso en específico del aumento de tiempo de carga para el año 2019, la CRC desconoce si Twitter realizó alguna implementación sobre su aplicativo.

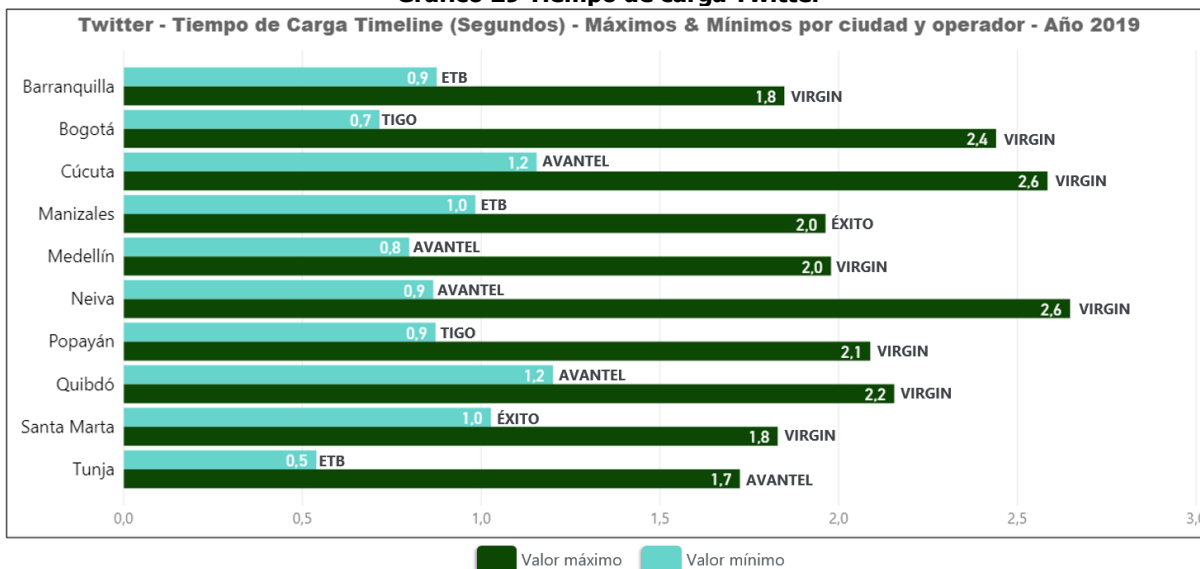
Gráfico 28 Histórico Promedio de tiempo de carga Twitter
Twitter - Tiempo de Carga Timeline, Promedio por ciudad y por año



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Respecto al Gráfico 29 se identifica que el proveedor Virgin obtuvo los tres (3) primeros valores máximos para las ciudades de Bogotá, Cúcuta y Neiva, con valores por encima de 2 segundos, mientras que ETB tuvo un valor mínimo de 0,5 segundos en la ciudad de Tunja.

Gráfico 29 Tiempo de carga Twitter



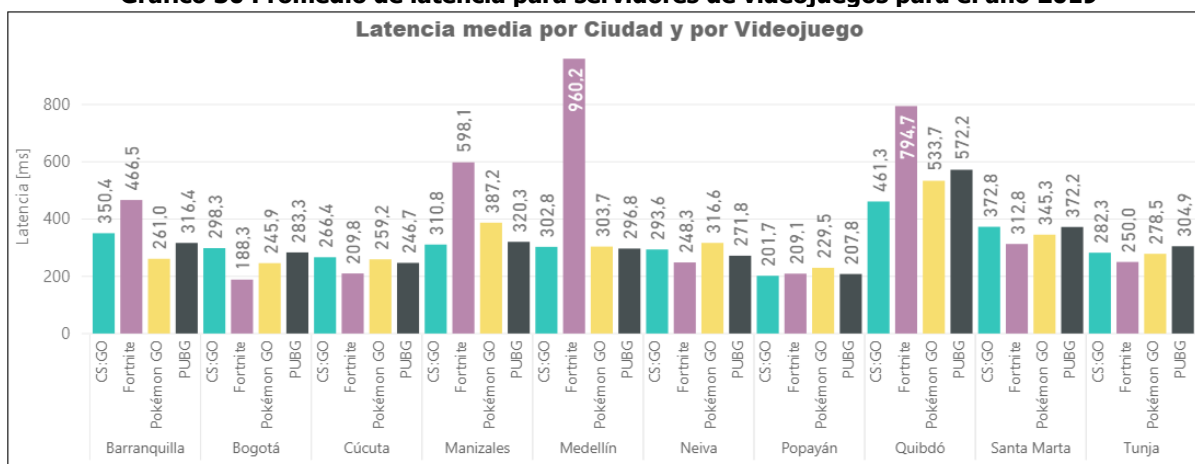
Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.12 LATENCIA PARA SERVIDORES DE VIDEOJUEGOS

Para las mediciones de 2019 se incluyó el perfil de usuario “gamer online” o usuario que hace empleo de aplicaciones móviles de videojuegos en línea, algunos de los cuales permiten la interacción en tiempo real con otros jugadores ubicados en distintas zonas geográficas (juegos online). Para ello, el videojuego hace uso de servidores donde congrega a sus usuarios y les permite la interacción en el juego. En esta medición se aplica la evaluación del parámetro latencia, sobre servidores de videojuegos para dispositivos móviles, el cual mide que tan rápido viajan los datos del punto de origen al destino. Bajo este contexto, es el tiempo en que una acción en el videojuego se ejecuta, una vez el usuario ha dispuesto un comando de acción (correr, saltar, girar, etc.). La experiencia en videojuegos es mejor con latencias más bajas, por lo cual, si el tiempo obtenido en la medición es bajo, la experiencia del usuario es mejor.

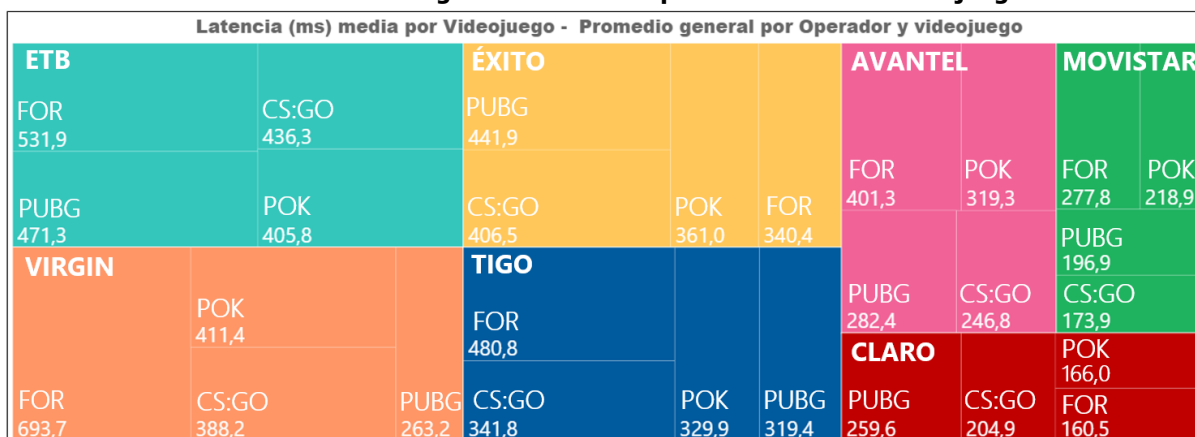
Para la elección de los videojuegos a medir se tuvieron en cuenta factores como el top de juegos en Google Play Store y Apple Store para el primer semestre de 2019, la disponibilidad de los servidores de los videojuegos, entre otros factores. Así, una vez realizado el correspondiente análisis, los juegos elegidos fueron: CS:GO = Counter-Strike: Global Offensive, FOR = Fornite, PUBG = Playerunknown’s Battlegrounds y POK = Pokémon GO. El Gráfico 30 muestra la latencia (medida en milisegundos) para cada videojuego en cada una de las ciudades medidas, y el Gráfico 31 muestra el promedio general de la latencia, como resultado de usar cada videojuego elegido desde la red de cada proveedor móvil.

Gráfico 30 Promedio de latencia para servidores de videojuegos para el año 2019



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Gráfico 31 Promedio general - Latencia para servidores de videojuegos



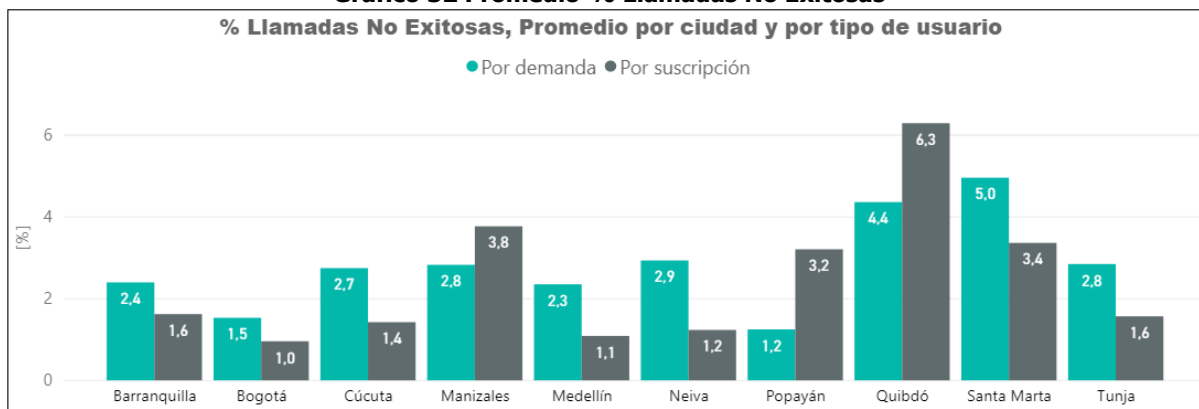
Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.1.13 PLANES POR SUSCRIPCIÓN Y PLANES POR DEMANDA

En el año 2019 se realizaron mediciones comparativas entre planes pospago (por suscripción) y planes prepago (por demanda) para los 3 principales proveedores (Claro, Movistar y Tigo). En el Gráfico 32 se observa el porcentaje de llamadas no exitosas para cada ciudad medida, desagregando el tipo de

usuario: por demanda y por suscripción. De los resultados obtenidos se observa que, para el usuario por suscripción, el promedio más alto fue en Quibdó, y para el usuario por demanda, fue en Santa Marta donde estuvo el mayor promedio.

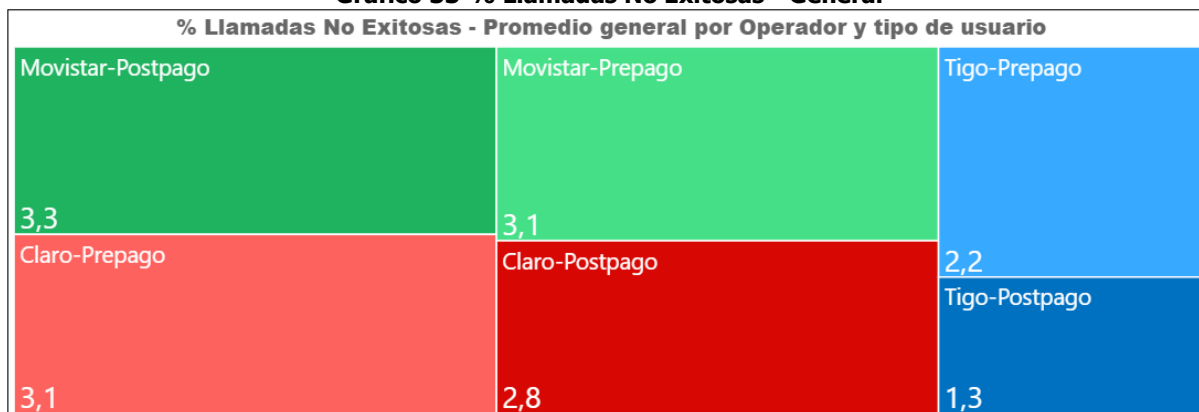
Gráfico 32 Promedio % Llamadas No Exitosas



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

En el Gráfico 33 se aprecia el promedio del porcentaje de llamadas no exitosas por cada proveedor, para cada tipo de usuario. Como se evidencia, los porcentajes en general están por debajo de 3,3%.

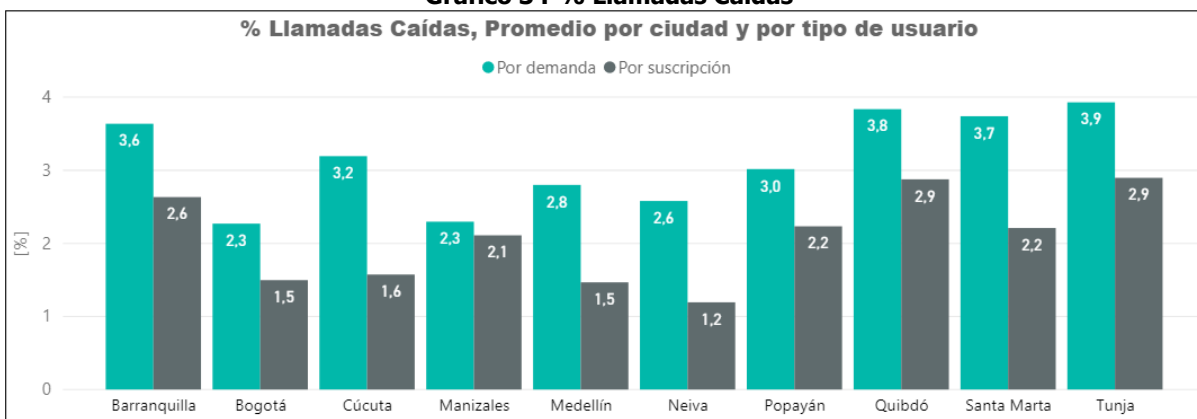
Gráfico 33 % Llamadas No Exitosas - General



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

En el Gráfico 34 se muestra el porcentaje de llamadas caídas, discriminado por ciudad medida y por tipo de usuario. Se aprecia que para todas las ciudades medidas, los promedios del porcentaje del parámetro evaluado están por debajo de 4%.

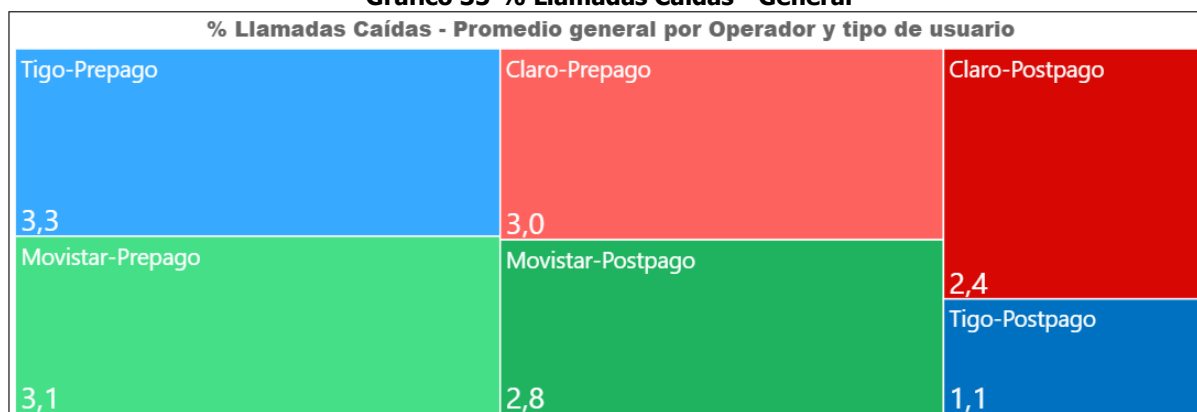
Gráfico 34 % Llamadas Caídas



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Al desagregar este indicador por proveedor (Gráfico 35) se observa que todos los promedios se mantienen por debajo de 3,5%.

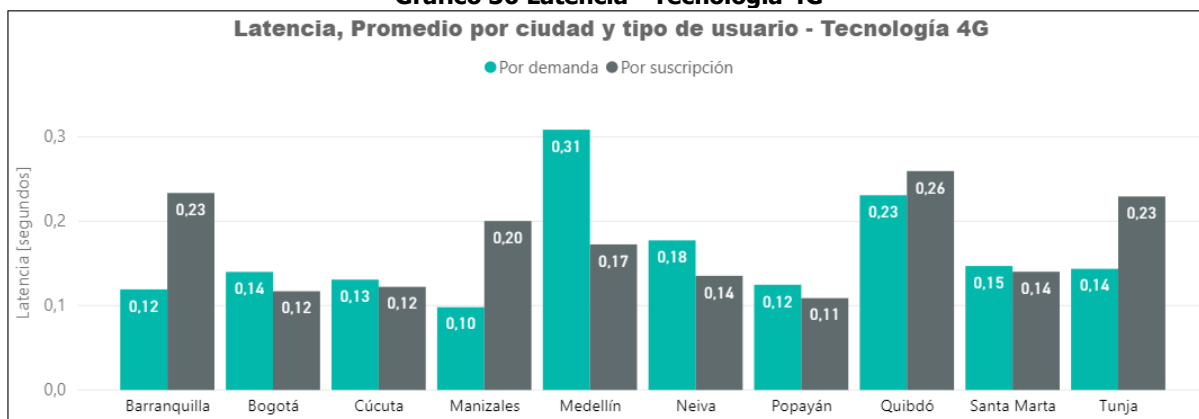
Gráfico 35 % Llamadas Caídas - General



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

El parámetro de latencia también fue medido para los tipos de usuarios en todas las ciudades donde se llevaron a cabo las mediciones en el año 2019. El resultado de este parámetro en las ciudades de Barranquilla, Manizales, Medellín y Tunja, hubo diferencia de resultados (ver Gráfico 36) entre los tipos de usuario se evidencia una relación aproximada de 2 a 1, es decir que, para estos casos el valor resultante del promedio de la latencia, es del doble para el usuario prepago respecto del postpago, o viceversa.

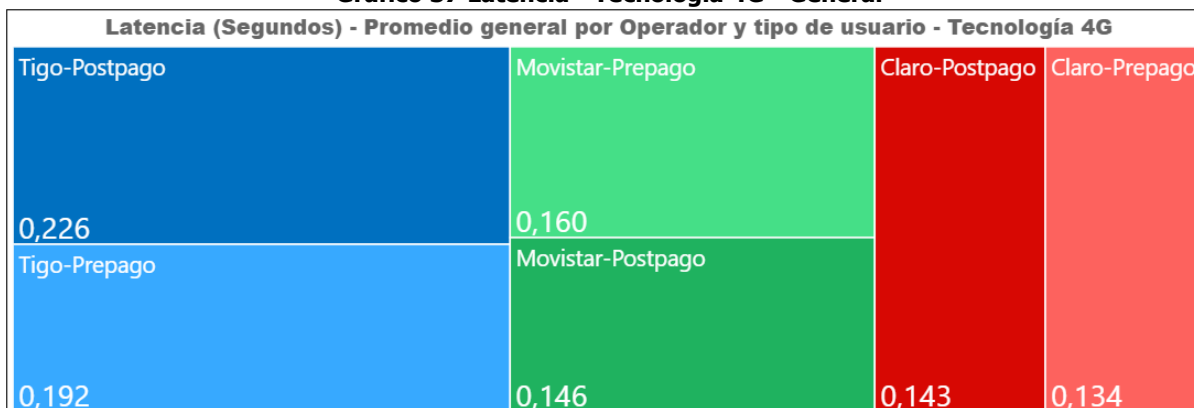
Gráfico 36 Latencia - Tecnología 4G



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Como se observa en el Gráfico 37, los promedios generales de los proveedores se encuentran por debajo de 250 milisegundos, en términos de latencia.

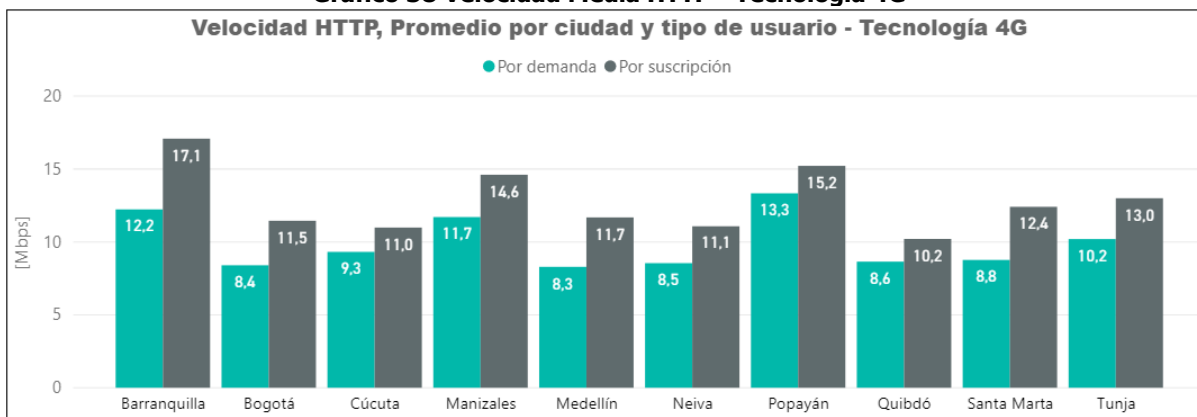
Gráfico 37 Latencia - Tecnología 4G - General



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Para la medición del parámetro de velocidad de descarga bajo el protocolo HTTP en tecnología 4G, se aprecia (ver Gráfico 38) un comportamiento similar en todas las ciudades medidas, y en donde Barranquilla y Popayán, tuvieron los valores promedios más altos sobre el resto de las ciudades.

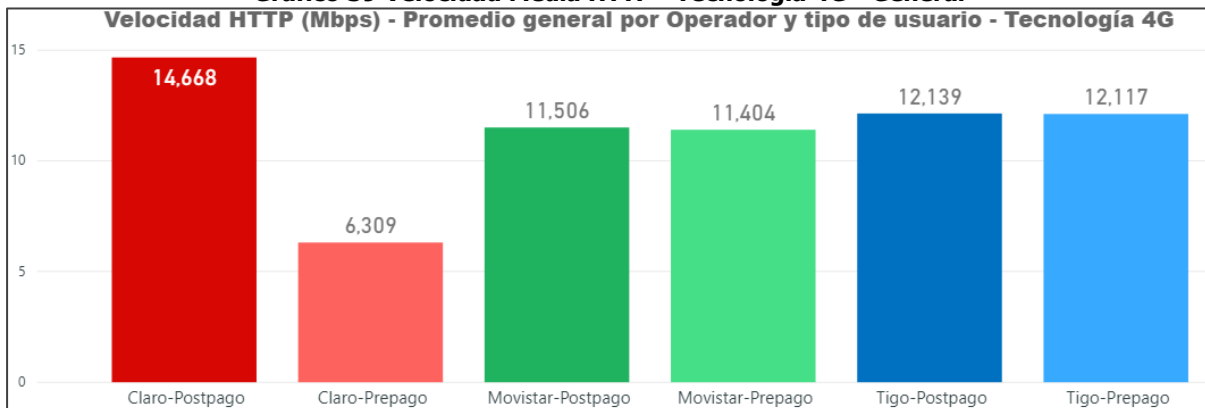
Gráfico 38 Velocidad Media HTTP - Tecnología 4G



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

A nivel proveedor (ver Gráfico 39), se evidencia una diferencia notable entre el valor promedio de la velocidad de descarga HTTP entre el usuario postpago y el prepago del proveedor Claro, cuya disparidad es más del doble, siendo mayor la velocidad promedio en el usuario postpago que en el prepago.

Gráfico 39 Velocidad Media HTTP - Tecnología 4G - General



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.2 MEDICIONES DEL SERVICIO DE INTERNET FIJO SUMINISTRADO POR REDES DE ACCESO FIJO

Como se advierte en capítulo 2.1.2 del presente documento, las mediciones del servicio de Internet fijo poseen la particularidad de que se llevan a cabo en las premisas de los usuarios de los PRST con mayor cuota de mercado en cuatro (4) ciudades principales de Colombia, a saber, Bogotá, Cali, Cúcuta y Medellín.

A partir de estas mediciones, se tomaron los valores máximos y mínimos para cada uno de los parámetros técnicos medidos. Como se observa en la Tabla 3, en cada una de las ciudades se indica el proveedor que logró el valor máximo en cada una de las pruebas de velocidad. Cabe la pena mencionar que, a mayor velocidad, mejor experiencia de usuario.

Tabla 3 Valores máximos en las pruebas de velocidad [Mbps] por ciudad

Ciudad	Bogotá		Cali		Cúcuta		Medellín	
Prueba	Velocidad	Operador	Velocidad	Operador	Velocidad	Operador	Velocidad	Operador
HTTP DL - Velocidad de descarga [Mbps]	21,6	ETB	32,4	TELEFÓNICA	11,2	TELEFÓNICA	14,0	UNE
HTTP UL - Velocidad de carga [Mbps]	17,6	ETB	44,4	TELEFÓNICA	7,7	TELEFÓNICA	3,2	UNE
SpeedTest DL - Velocidad promedio [Mbps]	29,8	ETB	46,9	TELEFÓNICA	13,4	TELEFÓNICA	15,5	UNE
SpeedTest UL - Velocidad promedio [Mbps]	18,7	ETB	22,1	TELEFÓNICA	9,2	TELEFÓNICA	5,3	UNE
Dropbox DL - Velocidad de descarga [Mbps]	15,4	ETB	19,4	TELEFÓNICA	9,5	UNE	12,6	UNE
YouTube - Velocidad Media [Mbps]	18,3	ETB	17,3	TELEFÓNICA	8,3	UNE	11,8	UNE

Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Ahora bien, la Tabla 4 muestra los proveedores que alcanzaron en cada una de las ciudades los valores mínimos para la prueba de latencia, medida en milisegundos (ms) y para la prueba de tiempo de carga web, medida en segundos (s), vale la pena recordar que a menor tiempo, mejor la experiencia de usuario:

Tabla 4 Valores mínimos en la prueba de latencia [ms] y carga web [s] por ciudad

Ciudad	Bogotá		Cali		Cúcuta		Medellín	
Prueba	Tiempo	Operador	Tiempo	Operador	Tiempo	Operador	Tiempo	Operador
Latencia Media [ms]	48,0	UNE	67,6	TELEFÓNICA	82,7	UNE	61,5	UNE
WBT - Carga Web [s]	6,5	UNE	6,2	CLARO	7,1	UNE	6,4	CLARO

Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

En cuanto a las pruebas de velocidades, los valores mínimos alcanzados en cada una de las ciudades medidas, la Tabla 5 compila los resultados así:

Tabla 5 Valores mínimos en las pruebas de velocidad [Mbps] por ciudad

Ciudad	Bogotá		Cali		Cúcuta		Medellín	
Prueba	Velocidad	Operador	Velocidad	Operador	Velocidad	Operador	Velocidad	Operador
HTTP DL - Velocidad de descarga [Mbps]	12,4	UNE	8,7	EMCALI	3,2	ETB	12,5	CLARO
HTTP UL - Velocidad de carga [Mbps]	3,4	UNE	3,0	CLARO	1,0	ETB	2,9	CLARO
SpeedTest DL - Velocidad promedio [Mbps]	13,9	UNE	9,7	EMCALI	3,3	ETB	13,3	CLARO
SpeedTest UL - Velocidad promedio [Mbps]	5,6	UNE	4,5	EMCALI	3,0	ETB	4,9	CLARO
Dropbox DL - Velocidad de descarga [Mbps]	10,2	TELEFÓNICA	6,7	EMCALI	3,2	ETB	10,9	CLARO
YouTube - Velocidad Media [Mbps]	9,3	TELEFÓNICA	7,1	EMCALI	2,7	ETB	9,6	CLARO

Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Para los valores máximos de las pruebas de latencia (ms) y tiempo de carga web (s), la Tabla 6 muestra los valores alcanzados en cada una de las ciudades medidas:

Tabla 6 Valores máximos en la prueba de latencia [ms] y carga web [s] por ciudad

Ciudad	Bogotá		Cali		Cúcuta		Medellín	
Prueba	Tiempo	Operador	Tiempo	Operador	Tiempo	Operador	Tiempo	Operador
Latencia Media [ms]	100,2	TELEFÓNICA	123,3	EMCALI	106,5	TELEFÓNICA	83,6	CLARO
WBT - Carga Web [s]	7,4	TELEFÓNICA	7,8	TELEFÓNICA	12,0	ETB	7,3	UNE

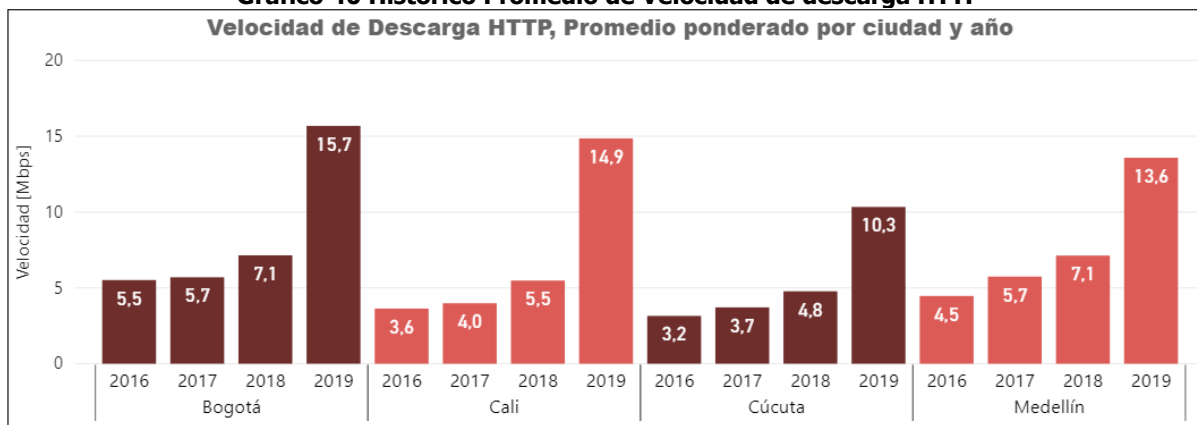
Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Con respecto a los resultados de las pruebas realizadas, a continuación, se muestra en detalle cada uno de los parámetros medidos para el servicio de Internet proporcionado a través de acceso fijo.

2.2.2.1 VELOCIDAD DE DESCARGA HTTP

El parámetro de velocidad de descarga HTTP es la rapidez de descargar o cargar contenidos, desde o hacia una página Web. A mayor velocidad obtenida en la medición, mayor rapidez en la descarga o carga, con lo cual, mejor experiencia del usuario. En el Gráfico 40 se expone que todas las ciudades obtuvieron velocidades de descarga promedio por encima de los 10Mbps.

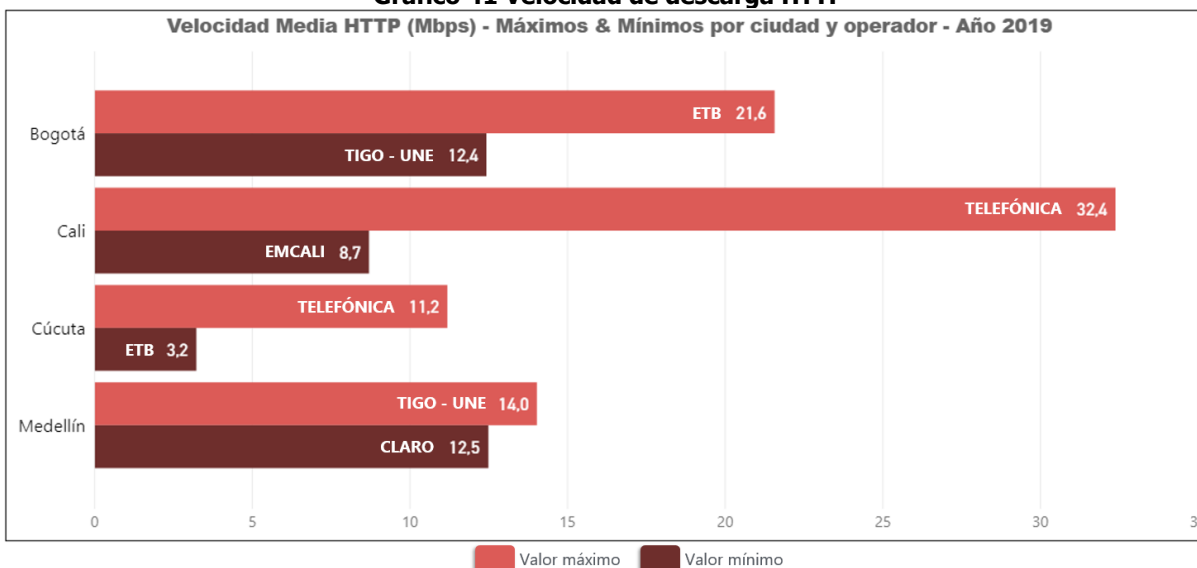
Gráfico 40 Histórico Promedio de Velocidad de descarga HTTP
Velocidad de Descarga HTTP, Promedio ponderado por ciudad y año



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

El valor máximo de velocidad de descarga HTTP lo obtuvo Telefónica en la ciudad de Cali, con un valor por encima de los 30Mbps. En contraste, el proveedor ETB tuvo un valor mínimo de 3,2Mbps en Cúcuta.

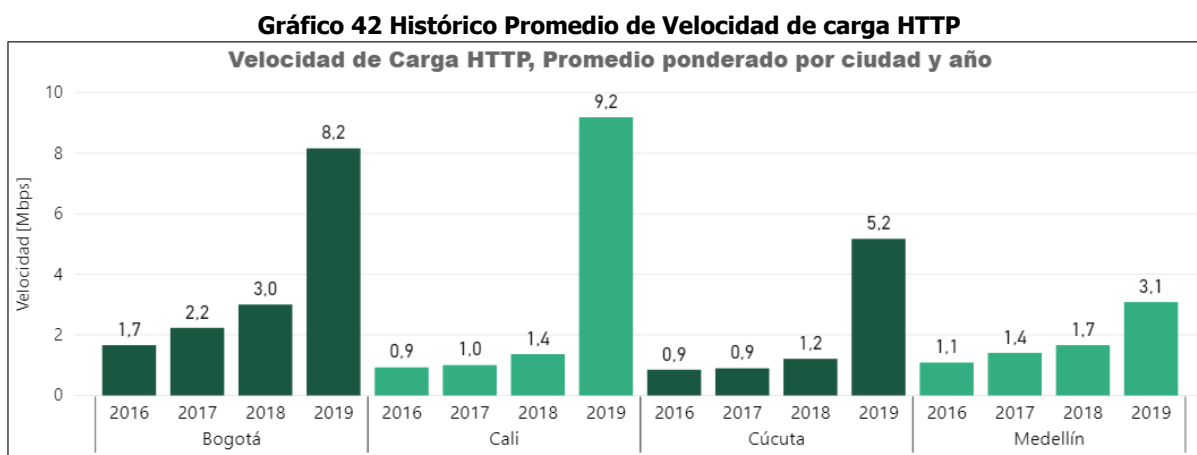
Gráfico 41 Velocidad de descarga HTTP



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

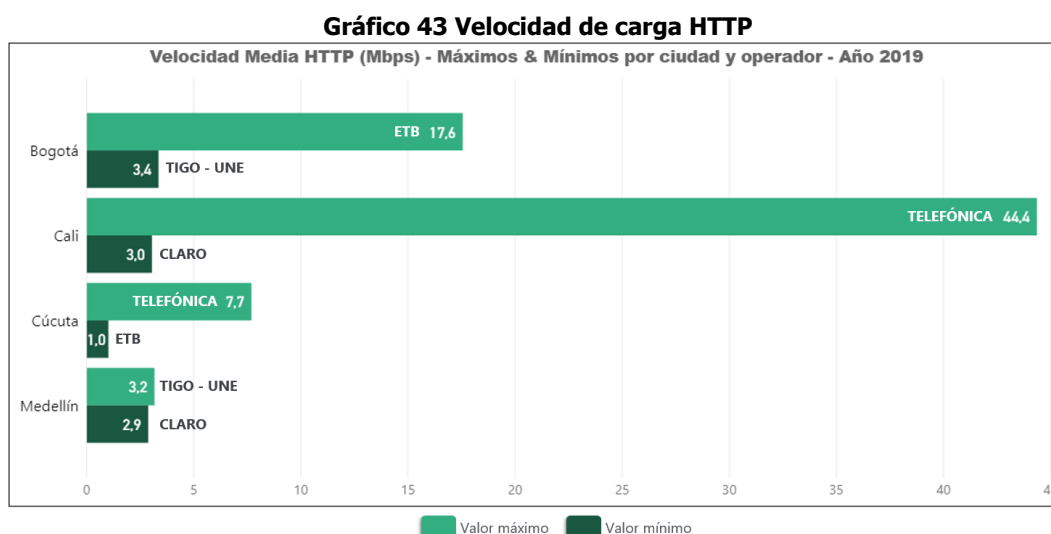
2.2.2.2 VELOCIDAD DE CARGA HTTP

Para el parámetro de velocidad de carga HTTP, en el Gráfico 42 se evidencia que todas las ciudades para el año 2019 presentaron velocidades promedio de carga por debajo de los 10Mbps.



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

En el Gráfico 43, que detalla los máximos y mínimos de los PRST en las ciudades donde se realizaron las mediciones, se aprecia el valor máximo por encima de los 40Mbps obtenido por Telefónica en Cali, y un mínimo de 1Mbps en la ciudad de Cúcuta por parte de ETB.



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.2.3 VELOCIDAD DE DESCARGA SPEEDTEST

La prueba de SpeedTest consiste en adquirir los valores de velocidad de descarga y carga que son medidos desde la aplicación de escritorio de SpeedTest. Esta prueba es popular entre los usuarios que desean conocer el rendimiento (velocidad de descarga, carga, ping, etc.) del servicio contratado.

En el Gráfico 44 se muestra un incremento para el año 2019 en los promedios de las velocidades de descarga SpeedTest, en comparación con el histórico de los años anteriores. Se observa que en todas las ciudades los promedios de velocidad de descarga se encuentran por encima de los 10Mbps. En el ámbito internacional, países como Singapur, en el 2019, tenía velocidad promedio de descarga SpeedTest de 200Mbps. Por su lado, Chile en el señalado año, poseía 67Mbps¹⁸. Para Colombia, la velocidad promedio de descarga en SpeedTest fue de 23,28Mbps.

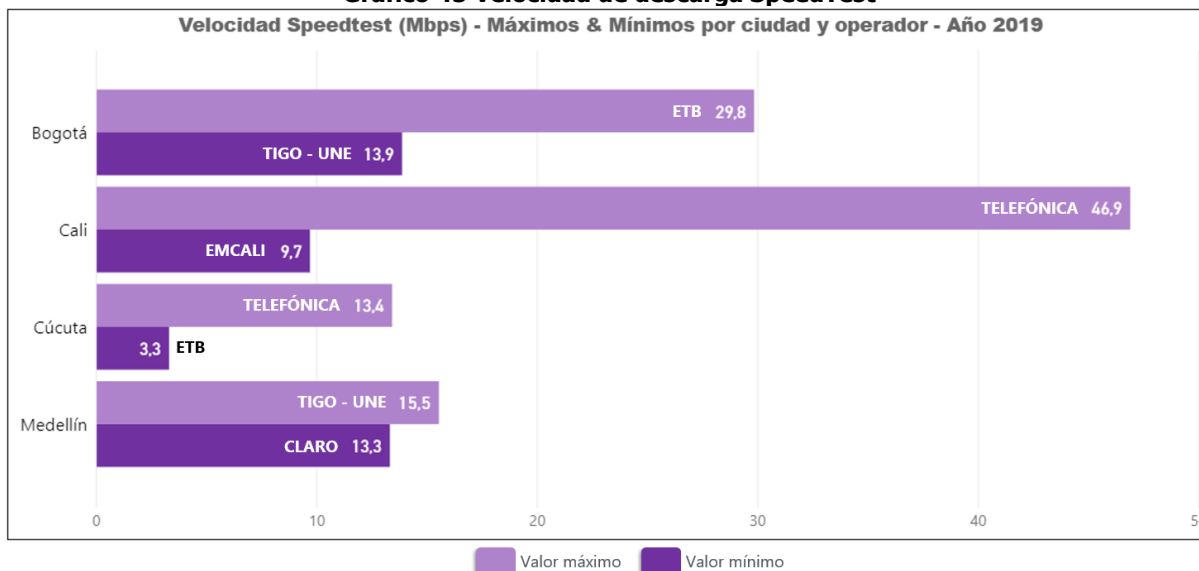


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

En el gráfico desagregado (ver Gráfico 45) por proveedores, Telefónica, en la ciudad de Cali, se hizo acreedor del valor máximo con 46,9Mbps, y ETB por su parte del valor mínimo de 3,3Mbps en la ciudad de Cúcuta.

¹⁸ Clasificación mensual de las velocidades de banda ancha fija de todo el mundo. Valores del mes de agosto de 2019. Consulta realizada en junio de 2020. Disponible en: <https://www.speedtest.net/global-index>

Gráfico 45 Velocidad de descarga SpeedTest



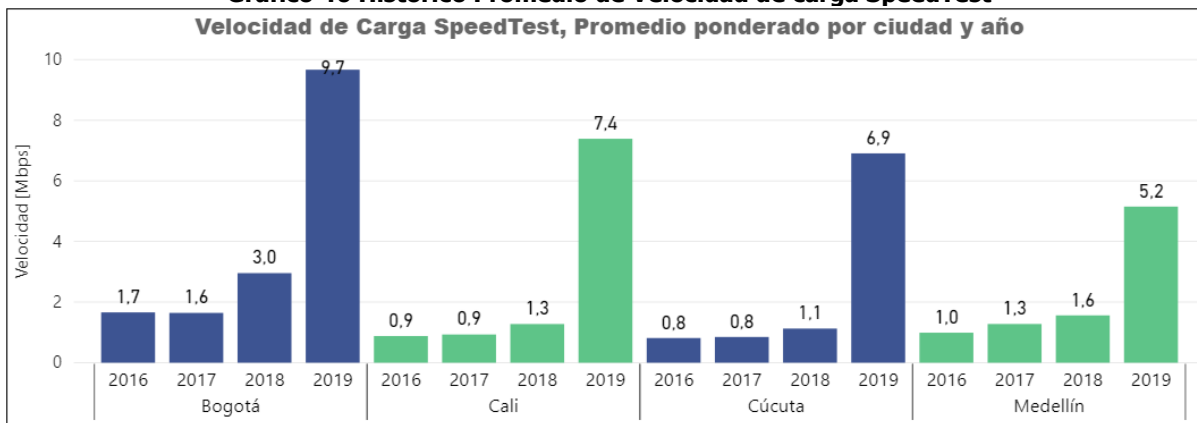
Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.2.4 VELOCIDAD DE CARGA SPEEDTEST

El parámetro de velocidad de carga SpeedTest, como se aprecia en el Gráfico 46, presentó un incremento significativo para el año 2019, en comparación con años anteriores, sin embargo, los promedios de velocidad no superan los 10Mbps. Todos los promedios de velocidad de carga estuvieron por debajo de los 10Mbps. Como referente internacional, Singapur para el año 2019 tuvo 197Mbps de velocidad de carga promedio, mientras que Chile 19,17Mbps¹⁹. Para Colombia, la velocidad promedio de carga en SpeedTest fue de 12,58Mbps.

¹⁹ Clasificación mensual de las velocidades de banda ancha fija de todo el mundo. Valores del mes de agosto de 2019. Consulta realizada en junio de 2020. Disponible en: <https://www.speedtest.net/global-index>

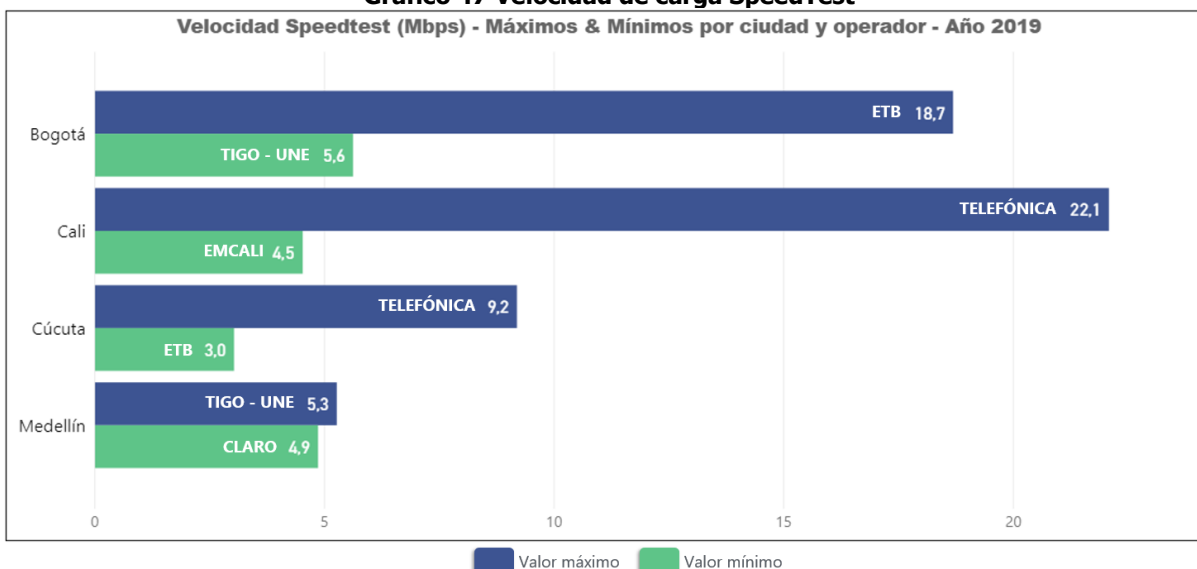
Gráfico 46 Histórico Promedio de Velocidad de carga SpeedTest



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

A nivel de proveedor, los valores máximos obtenidos en las ciudades de Bogotá y Cali, se encuentran por encima de 15Mbps, respectivamente por los proveedores ETB y Telefónica, mientras que el valor mínimo medido para este parámetro ocurrió en la ciudad de Cúcuta, con 3Mbps por parte de ETB.

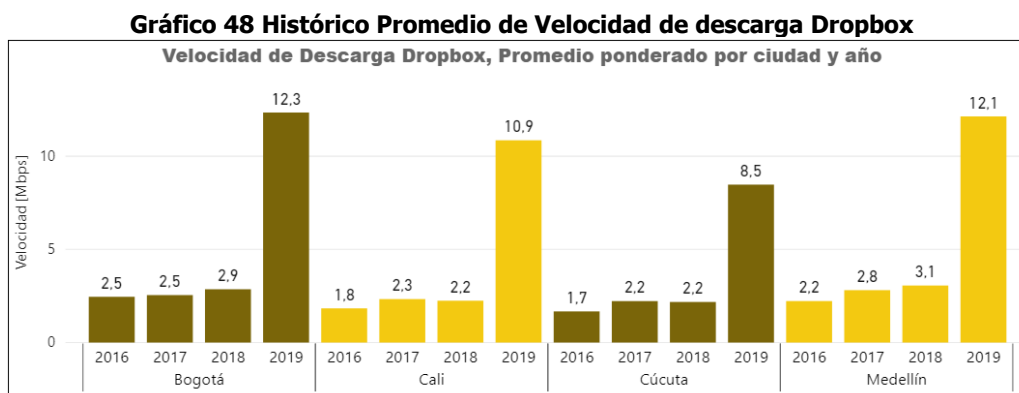
Gráfico 47 Velocidad de carga SpeedTest



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

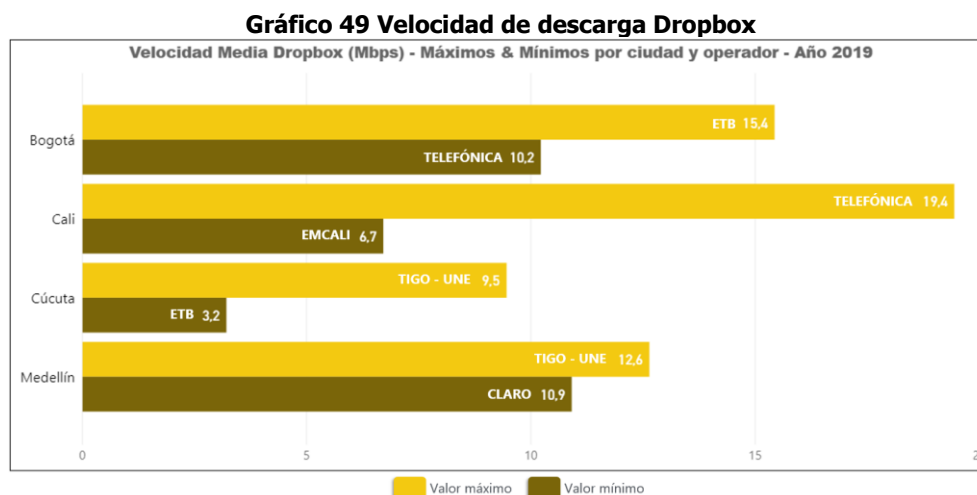
2.2.2.5 VELOCIDAD DE DESCARGA DROPBOX

La medición de la velocidad de descarga Dropbox, comprende a la celeridad con que se descargan archivos desde dicha aplicación. A mayor velocidad obtenida en la medición, más rápida es la descarga de los archivos, por ende, mejor experiencia del usuario. En el Gráfico 48 se muestra el incremento en la velocidad para el año 2019, en comparación con los demás años. Las velocidades se encuentran por encima de 10Mbps, salvo en la ciudad de Cúcuta, cuyo valor promedio se ubica en 8,5Mbps.



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Los valores máximos por encima de 10Mbps para el parámetro en cuestión se registraron en Bogotá, con ETB y en Cali, con Telefónica. El valor mínimo se midió en la ciudad de Cúcuta, con ETB.



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.2.6 VELOCIDAD DE DESCARGA YOUTUBE

El histórico de la medición de la velocidad de descarga YouTube, expone que en general, las velocidades en promedio se han incrementado a lo largo de los años, y en 2019 con velocidades superiores a los 10Mbps, salvo en Cúcuta, donde la velocidad promedio de descarga fue de 7,3Mbps.

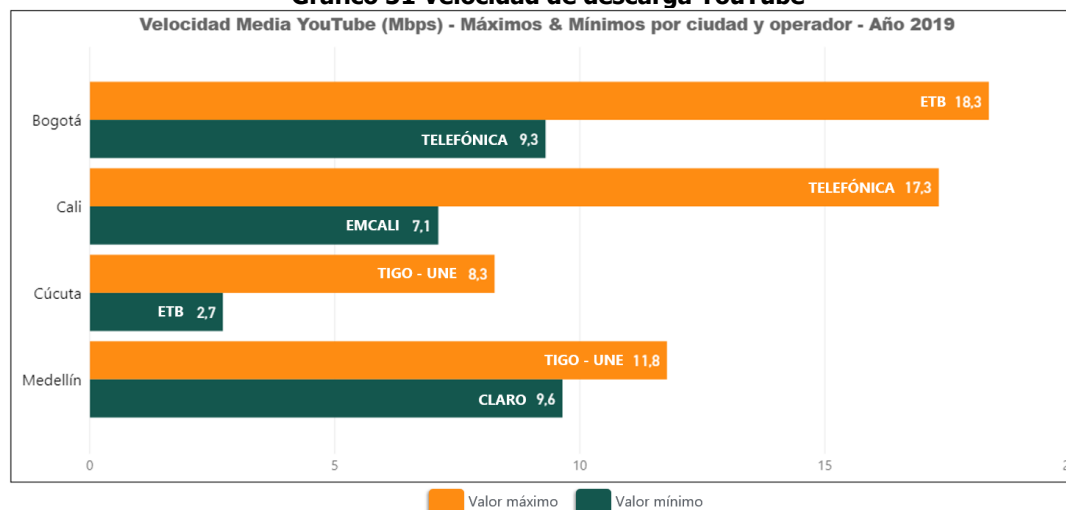
Gráfico 50 Histórico Promedio de Velocidad de descarga YouTube



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Ahora bien, respecto a la desagregación por proveedor (ver Gráfico 51), ETB y Telefónica tuvieron valores máximos de descarga YouTube por encima de los 15Mbps, en Bogotá y Cali, respectivamente. En cambio, en la ciudad de Cúcuta el proveedor ETB obtuvo 2,7Mbps de valor mínimo.

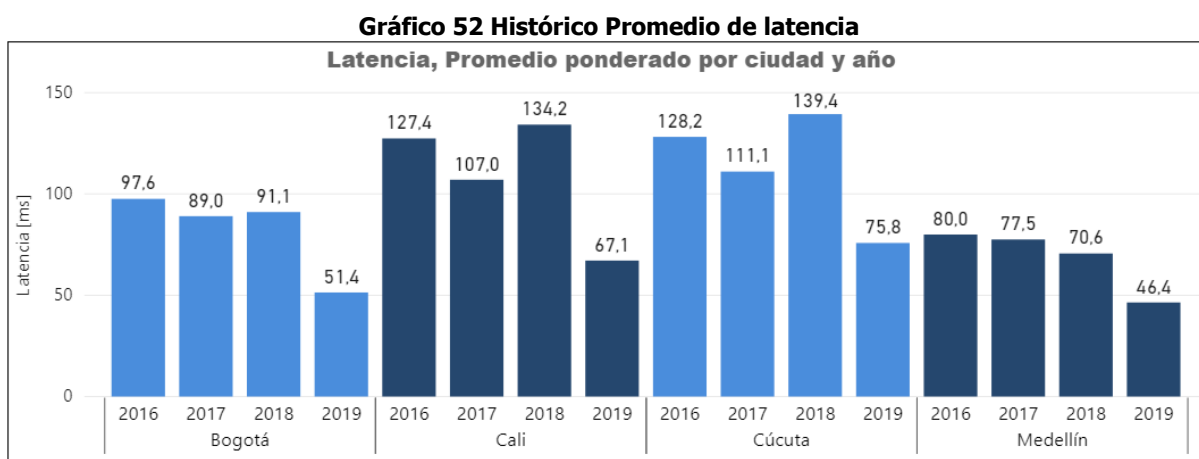
Gráfico 51 Velocidad de descarga YouTube



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.2.7 LATENCIA

El parámetro de latencia medido expone en el histórico (ver Gráfico 52) una reducción significativa para el año 2019 respecto los años anteriores. Es relevante mencionar en este punto que, a menor valor de latencia, mejor la experiencia del usuario. Todas las ciudades para el año 2019 registraron valores promedio por debajo de los 100ms. El promedio general de estas mediciones en específico fue de 59,8ms. A saber, en Singapur para el mismo año el valor promedio de latencia fue alrededor de 9ms, y en Chile, para la misma época fue aproximadamente de 24ms²⁰. En Colombia, la latencia medida en SpeedTest estuvo ubicada en 41ms.

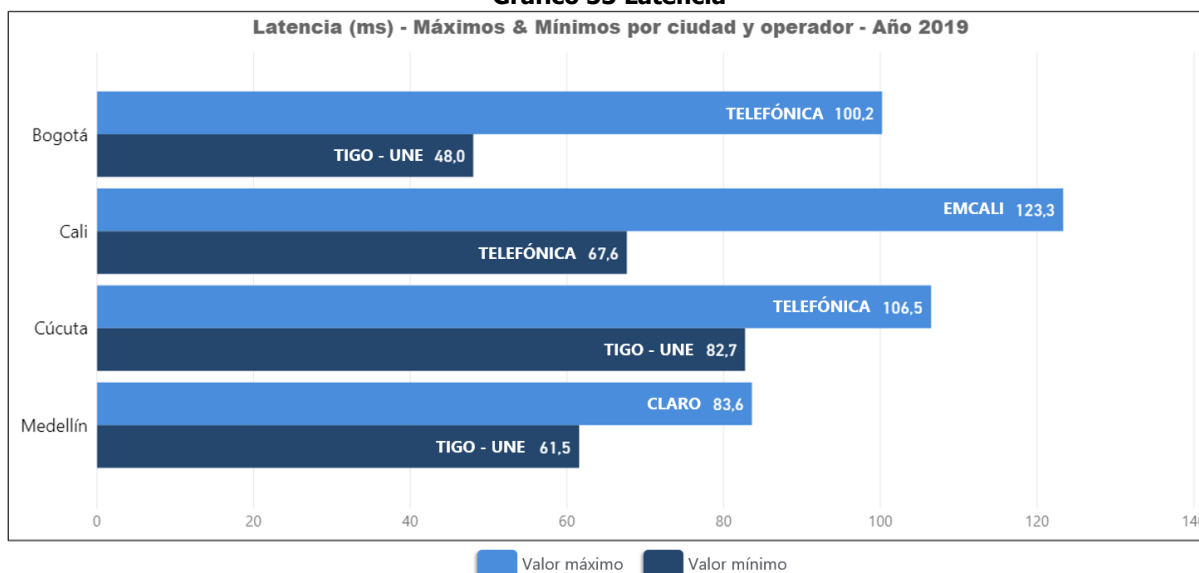


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

A nivel de proveedor, las ciudades de Bogotá, Cali y Cúcuta presentaron los valores máximos por encima de 100ms, con Telefónica, Emcali y Telefónica, respectivamente, mientras que Tigo-Une en la ciudad de Bogotá registró un valor mínimo de 48ms.

²⁰ Clasificación mensual de las velocidades de banda ancha fija de todo el mundo. Valores del mes de agosto de 2019. Consulta realizada en junio de 2020. Disponible en: <https://www.speedtest.net/global-index>

Gráfico 53 Latencia



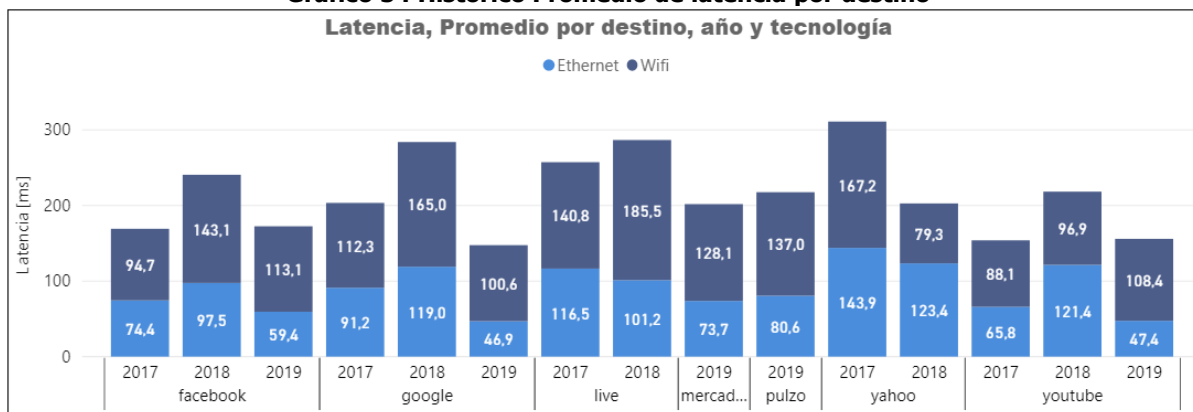
Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.2.8 LATENCIA POR DESTINO

Para el parámetro de latencia por destino, se procedió a configurar la medición de tal manera que, fuese registrada la latencia para el top de destinos de Alexa²¹ para Colombia en el año 2019. Las mediciones se llevaron a cabo en dos escenarios: el primero, accediendo al servicio de Internet fijo conectando al equipo de medición (sonda física) un cable RJ45 hacia el punto de conexión provisto por el PRST en cada uno de los hogares visitados, y el segundo escenario, se hizo uso del mismo dispositivo de medición, pero esta vez, se accedió al servicio de Internet de manera inalámbrica (Wifi). La ubicación del equipo de medición en ambos escenarios estuvo por debajo de 1m de distancia del punto de conexión. Tal y como se aprecia en el Gráfico 54, los sitios Google y YouTube poseen los valores promedio más bajos para 2019, en el escenario en que se accede a través del servicio por cable y también en el escenario de conexión inalámbrica.

²¹ El servicio web Alexa Top Sites provee la lista de los sitios más visitados, con la posibilidad de desagregar por país. <https://www.alexa.com/topsites/countries/CO>

Gráfico 54 Histórico Promedio de latencia por destino

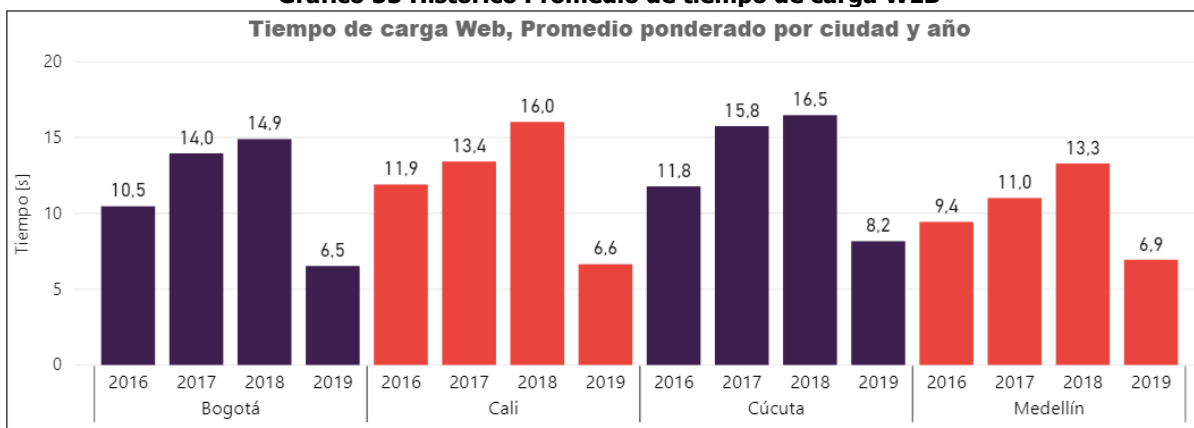


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.2.9 TIEMPO DE CARGA WEB

El siguiente parámetro medido fue el tiempo de carga web, que como se explicó en el acápite anterior, si este valor es bajo, la experiencia del usuario es mejor, debido a que el usuario esperaría menos tiempo en que se cargue una página web. Como se observa en el Gráfico 55 los tiempos promedio para el año 2019 se redujeron aproximadamente a la mitad con respecto al año 2018, en todas las ciudades.

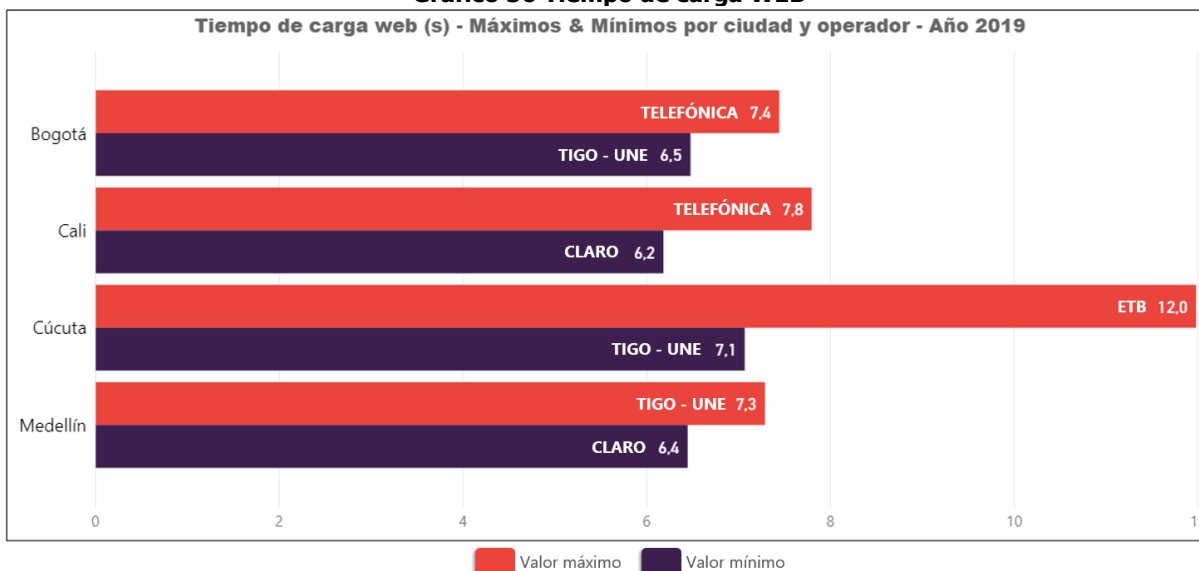
Gráfico 55 Histórico Promedio de tiempo de carga WEB



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

En el Gráfico 56 se evidencia un máximo en la ciudad de Cúcuta por parte del proveedor ETB con 12 segundos, mientras que en la ciudad de Cali, el proveedor Claro obtuvo un mínimo de 6,2 segundos.

Gráfico 56 Tiempo de carga WEB

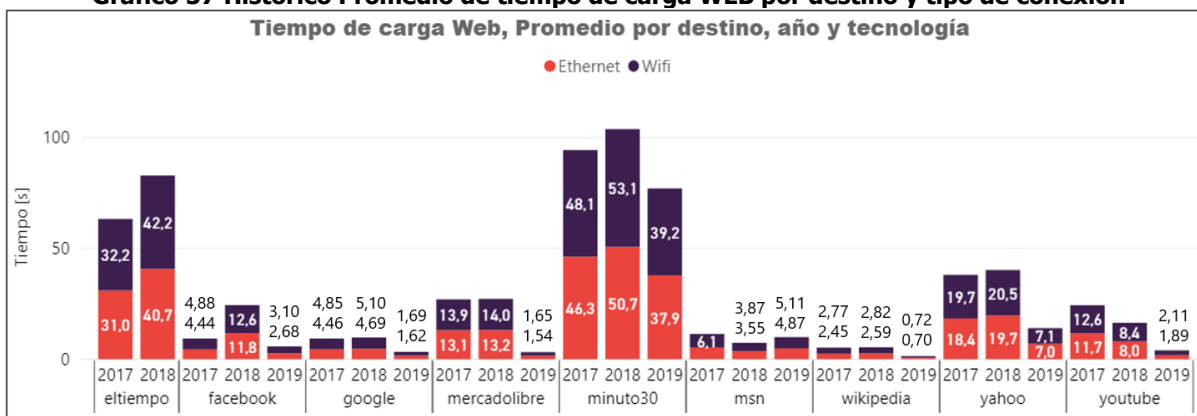


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.2.10 TIEMPO DE CARGA WEB POR DESTINO

Bajo el mismo procedimiento descrito en la medición del parámetro de latencia por destino, se realizó la medición del tiempo de carga web por destino, y también teniendo en cuenta los escenarios planteados anteriormente, conexión alámbrica (Ethernet) y conexión inalámbrica (Wifi). En el Gráfico 57 se aprecia que el sitio Web Wikipedia.com obtuvo valores menores al segundo en tiempo de carga, debido a que esta página se caracteriza porque su contenido principalmente es texto. Caso contrario, es la página Minuto30.com cuyo contenido está representado por elementos multimedia (combinación de texto, imágenes, video y sonido), y su resultado para 2019 estuvo por encima de los 30 segundos de tiempo promedio de carga.

Gráfico 57 Histórico Promedio de tiempo de carga WEB por destino y tipo de conexión

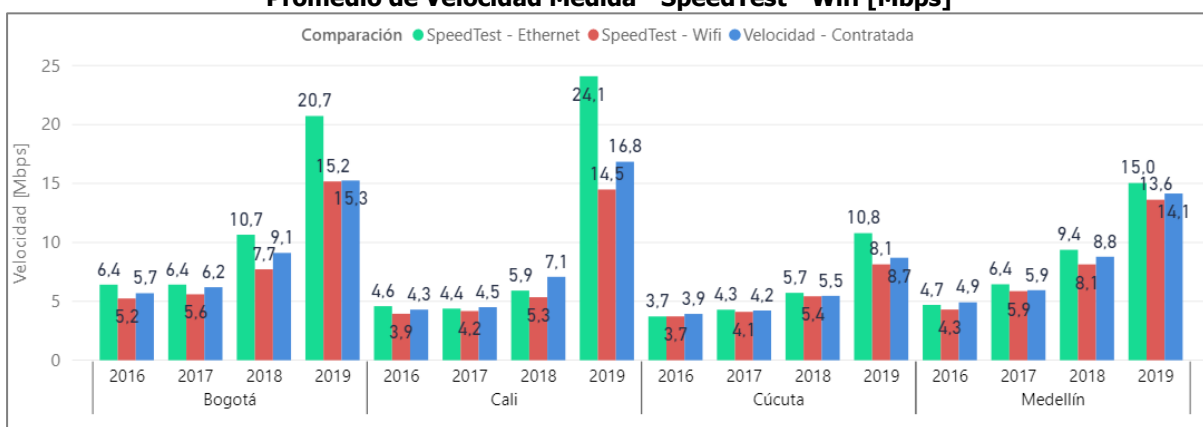


Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

2.2.2.11 VELOCIDAD CONTRATADA VS. VELOCIDAD MEDIDA

Dentro del protocolo de registro de los usuarios que autorizaron las mediciones en sus hogares, estaba el requisito de obtener por parte de la cuadrilla de campo la evidencia (recibo del último mes) de la velocidad de descarga contratada (vía física o digital) en el servicio de Internet suministrado por acceso fijo. Con esos datos, y sumado a las pruebas de velocidad medidas a través del parámetro de velocidad de descarga SpeedTest, se realizó un comparativo (ver Gráfico 58) entre la velocidad contratada (Velocidad ofrecida por el proveedor) y la velocidad recibida (Velocidad real) por el usuario al hacer uso del servicio contratado, la cual fue medida por medio del parámetro de velocidad de descarga SpeedTest.

Gráfico 58 Histórico Comparación Promedio de Velocidad Contratada [Mbps] con Promedio de Velocidad Medida - SpeedTest - Ethernet [Mbps] con Promedio de Velocidad Medida - SpeedTest - Wifi [Mbps]



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Como lo muestra el Gráfico 58, en la mayoría de los casos el promedio de velocidad medida por conexión Ethernet (cable) fue mayor al valor de velocidad contratada (teórica). Esta diferencia fue aún más notable para el año 2019.

2.2.2.12 USO DEL SERVICIO

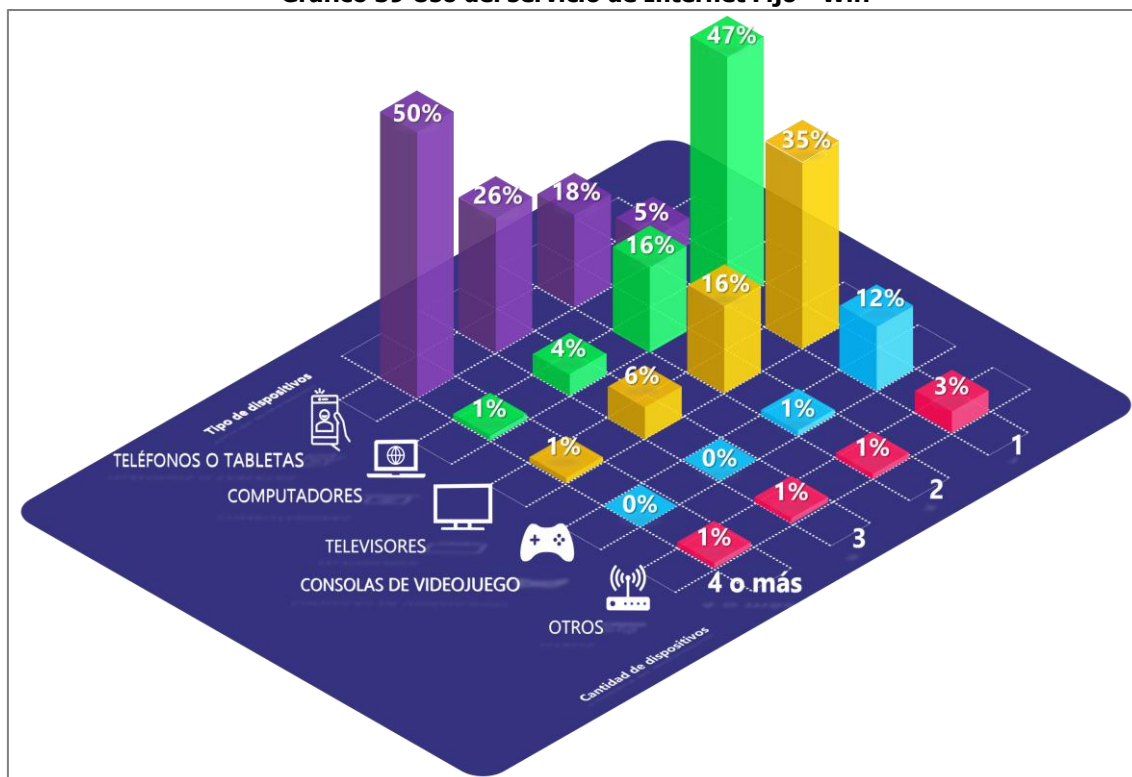
Teniendo en cuenta que en el proceso de registro de los hogares donde se llevaron a cabo las mediciones para el servicio de Internet fijo, se hicieron algunas preguntas que permitió desarrollar un análisis de la utilización del servicio, tomando como escenarios las conexiones por cable (Ethernet) y por vía inalámbrica (Wifi), y también la cantidad de equipos conectados por tipología de dispositivos utilizados para acceder al servicio de Internet.

Adicional a los parámetros técnicos medidos y presentados anteriormente, y como parte del protocolo de procedimiento de las mediciones, se realizó un cuestionario de registro de las personas que atendieron a las cuadrillas de campo. Dichas personas autorizaron la instalación de los equipos de medición (sondas físicas, en este caso) en cada uno de los hogares donde se realizaron las mediciones. El mencionado registro también incluía preguntas de carácter informativo sobre el uso del servicio de Internet fijo, discriminando si el acceso al servicio se realiza vía cable (Ethernet) o vía inalámbrica (Wifi).

De los gráficos a continuación, se puede observar que los usuarios de Internet fijo hacen más uso del servicio a través de conexión inalámbrica (Wifi) que por conexión cableada (Ethernet). De igual manera, se evidencia que en los hogares que utilizan la conexión Wifi para acceder al servicio de Internet, 47% conectan un (1) computador, 35% un (1) televisor (Smart TV), 12% una (1) consola de videojuego y

el 50% de los hogares medidos conectan 4 o más dispositivos, tipo teléfono (Smartphone) o Tablet.
(Gráfico 59).

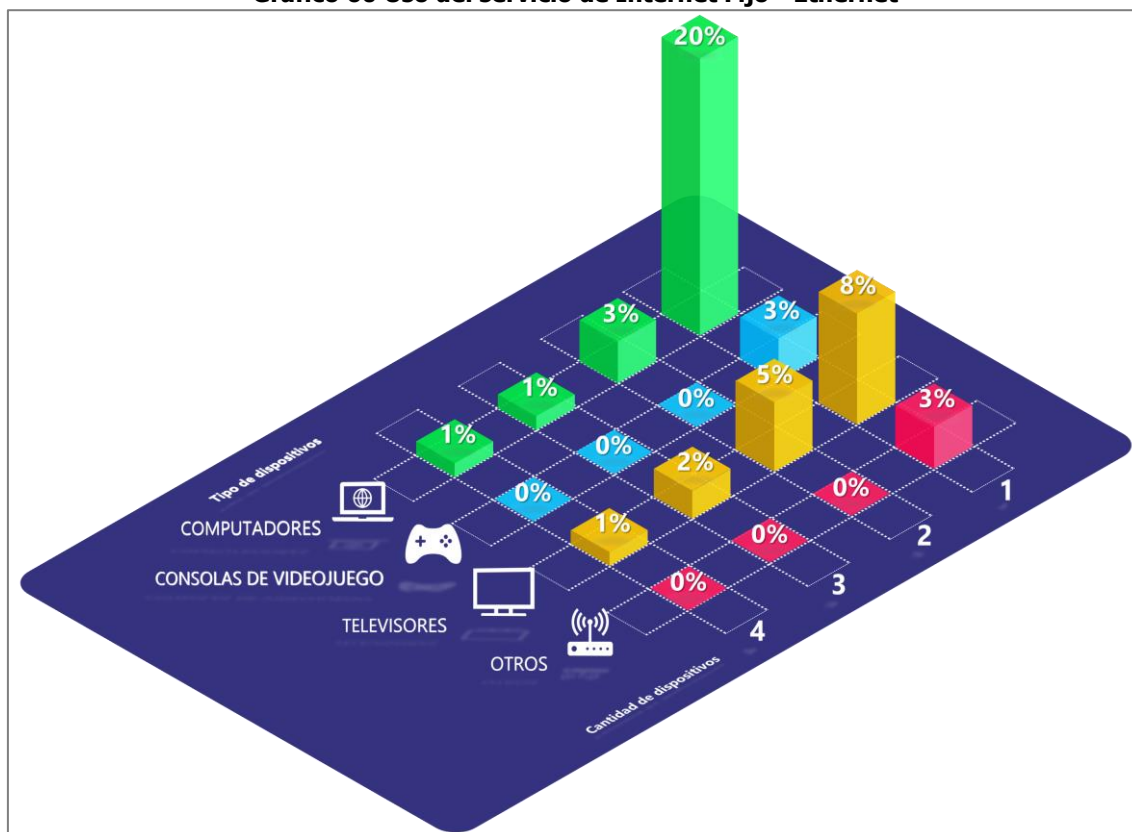
Gráfico 59 Uso del servicio de Internet Fijo - Wifi



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Por su parte, la conexión por cable (Ethernet) es principalmente utilizada para conectar un (1) computador (20% de los hogares). (Gráfico 60).

Gráfico 60 Uso del servicio de Internet Fijo - Ethernet



Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE

Tomando como base la información de la gráfica anterior (Gráfico 60), en promedio el 88% de los hogares medidos hace uso del servicio de internet por acceso fijo exclusivamente por conexión inalámbrica (Wifi).

3 CONCLUSIONES

- El índice de llamadas caídas en servicios móviles disminuyó en casi todas las ciudades para el año 2019, lo que permite inferir que las redes han sido optimizadas para mantener en línea las llamadas de los usuarios.
- La velocidad de descarga en servicios móviles para el año 2019 aumentó en general para todas las ciudades medidas, registrando un promedio de 10,2 Mbps. La ciudad que registró la mayor velocidad fue Barranquilla con 13 Mbps.
- Respecto al servicio de Internet fijo, se encontró que los operadores en general proveen mayor velocidad a sus usuarios en comparación con la velocidad que estos han contratado. Esto es, el valor promedio general de velocidad medida (real) fue de 17,65Mbps, mientras que el promedio general de la velocidad contratada (teórica) por los usuarios fue de 13,75Mbps.
- El 88% de los usuarios de los hogares que participaron en las mediciones de calidad del servicio de Internet fijo prefieren hacer uso del servicio vía Wifi.
- En el sitio <https://www.postdata.gov.co/> se encuentran publicados los tableros interactivos con algunos de los resultados históricos de las mediciones de calidad objetiva.

4 ANEXOS

4.1 MEDICIONES DE LOS SERVICIOS SUMINISTRADOS POR REDES DE ACCESO MÓVIL

Promedio de % Registro en red por ciudad y proveedor - Año 2019

Proveedor	Avantel				Claro				ETB				Éxito				Movistar				Tigo				Virgin			
Ciudad	2G	3G	4G	No	2G	3G	4G	No	2G	3G	4G	No	2G	3G	4G	No	2G	3G	4G	No	2G	3G	4G	No	2G	3G	4G	No
B/quilla	0,24	29,75	69,64	0,37	0,80	25,38	72,08	1,74	0,07	26,87	72,72	0,34	0,08	44,30	55,32	0,30	0,09	46,27	53,43	0,21	0,04	16,83	82,90	0,23	0,08	35,72	63,77	0,43
Bogotá	0,01	14,36	83,38	2,25	0,06	12,25	87,55	0,14	0,29	12,76	86,68	0,27	0,25	44,22	55,18	0,35	0,04	11,87	88,04	0,05	0,01	29,95	69,99	0,05	0,08	11,27	88,55	0,10
Cúcuta	0,33	25,41	72,87	1,39	0,27	21,25	77,82	0,66	0,49	56,21	41,93	1,37	0,86	25,24	72,82	1,08	0,00	18,45	81,18	0,37	0,24	15,91	83,49	0,36	0,04	23,53	72,48	3,95
Manizales	0,08	98,09	1,61	0,22	2,06	36,09	58,16	3,69	0,00	50,66	49,29	0,05	0,00	81,92	18,05	0,03	0,31	24,10	68,86	6,73	0,03	82,42	17,51	0,04	0,02	14,83	84,75	0,40
Medellín	0,36	33,95	62,36	3,33	0,39	24,98	73,53	1,10	0,42	27,32	71,24	1,02	0,31	22,60	76,34	0,75	0,00	27,08	71,75	1,17	0,40	25,52	73,63	0,45	0,03	23,94	73,65	2,38
Neiva	0,35	72,80	25,94	0,91	0,22	37,58	61,68	0,52	0,67	39,97	58,62	0,74	0,61	51,28	47,67	0,44	0,07	34,86	64,29	0,78	1,36	23,36	74,87	0,41	0,12	25,45	70,96	3,47
Popayán	0,09	78,65	20,96	0,30	0,90	12,17	85,10	1,83	0,00	19,62	80,34	0,04	0,99	47,65	50,86	0,50	0,00	7,09	92,69	0,22	0,06	11,02	88,87	0,05	0,00	14,48	84,97	0,55
Quibdó	3,79	82,85	8,49	4,87	0,17	20,46	77,68	1,69	10,64	40,72	33,65	14,99	5,34	32,29	49,78	12,59	0,13	19,41	67,86	12,60	13,48	37,23	35,73	13,56	0,05	26,23	63,79	9,93
Sta. Marta	0,38	52,31	45,80	1,51	1,37	43,67	51,84	3,12	0,35	48,23	50,19	1,23	0,35	36,43	62,54	0,68	0,09	20,24	78,77	0,90	0,13	19,35	80,22	0,30	0,02	32,35	66,78	0,85
Tunja	1,96	75	19,65	3,39	0,39	15,84	83	0,77	0,24	8,53	86,68	4,55	3,01	22,33	72,18	2,48	0,92	18,13	79,42	1,53	0,89	13,54	85,01	0,56	0,18	29,69	69,89	0,24

*No = Sin conexión

Fuente: Elaboración Propia CRC con información de NAE