

**Análisis del proceso de Implementación de redes 4G en Colombia dentro  
del plan de transición a nuevas tecnologías.**

Hilda Marcela Pardo Figueroa y Juan Andrés Obando Fernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería  
Ingeniería de Sistemas  
Junio de 2021

**Análisis del proceso de Implementación de redes 4G en Colombia dentro del plan  
de transición a nuevas tecnologías.**

Hilda Marcela Pardo Figueroa y Juan Andrés Obando Fernández

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero de Sistemas

Directora:

Paula Andrea Lago Martínez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Junio de 2021

## **DECLARACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

“Los autores de la presente propuesta manifestamos que conocemos el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Asimismo, conocemos el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNAD”.

*“Un maestro es una brújula que activa los imanes  
de la curiosidad, el conocimiento y la sabiduría  
en los alumnos”.*

Ever Garrison

## **Agradecimientos**

Agradezco primero a Dios por siempre guiarme en cada paso de mi vida, a mi madre que desde el cielo me acompaña y me ilumina, a mi padre y a mis dos hermanos por siempre apoyarme en las diferentes etapas de mi vida, por motivarme a ser cada día mejor persona y por permitirme llegar hoy a cumplir un sueño más, al grupo docente de la UNAD que durante este proceso formativo con paciencia y dedicación me transmitió su conocimiento y me guió de la mejor forma en el desarrollo de esta monografía.

Hilda Marcela Pardo Figueroa.

Expreso mis agradecimientos al grupo docente que me apoyó y acompañó durante todo el proceso formativo, a mi familia que han sido un aliciente en los momentos de dificultad ayudándome a superar cada uno de ellos y poder llegar a este punto con la satisfacción de realizar cada una de las tareas encomendadas con valor ético y profesional y a mis amigos que me han animado constantemente e impulsado a mi superación personal y profesional.

Juan Andres Obando

## Resumen

Durante los últimos años en el país se ha evidenciado un aumento importante en la adopción y uso de la tecnología 4G y cada vez menos en cuanto a las tecnologías 2G y 3G sus antecesoras, según el MinTic “los datos reportados por los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST) en el año 2019 **(figura 1)** muestran una variación porcentual acumulada de un 140% durante el periodo de Julio de 2017 hasta Noviembre de 2019, logrando evidenciar su incremento exponencial hacia la migración a esta red”.

Se aumenta el uso de la banda ancha y uso del tráfico de datos móvil medido en megabytes (MB) y al notar que la velocidad de navegación de la red 4G es superior, durante el periodo abril de 2017 hasta diciembre de 2019 se presenta un aumento acelerado tal como se muestra en la **(figura 2)**.

Por lo anterior, en este trabajo se pretende analizar el uso de la red móvil 4G , las redes inalámbricas y los servicios IOT entendiendo que cada una de las generaciones (desde la primera hasta la cuarta generación) las cuales han traído consigo un avance importante en tecnología con respecto a sus antecesoras, ya que cada nueva tecnología presentada ha logrado beneficiar a los proveedores de redes móviles en el país ya que tienen la posibilidad de ofrecer mejores servicios y también a los usuarios, al tener la posibilidad de disponer de mayor conectividad, mayor seguridad y confiabilidad en la navegación. La principal proyección es extender su conexión a más territorios y por ende ser accesible a más personas.

Como marco de acción se toma el plan contemplado por el gobierno nacional de expansión de la conectividad móvil para el periodo (2018 – 2022) liderado por el Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones donde “se pretende avanzar en 27 millones de nuevas conexiones a internet móvil 4G es muy importante y toma mayor fuerza en la actualidad donde gran parte de nuestras labores dependen de las conexiones móviles que cada vez deben ser de una mayor rapidez y calidad agregando la fuerte demanda en el teletrabajo, telemedicina, compras online, transacciones bancarias, educación a distancia, entre otras”.

Con este análisis se busca conocer qué porcentaje del avance del Plan de Transición a Nuevas Tecnologías se ha cumplido con corte del primer trimestre del 2021 en la implementación de la red 4G en el país basado en los objetivos planteados.

**Palabras claves:** Cobertura, Cuarta Generación, Datos Móviles, Dispositivos, Espectro, IOT, Móvil, Telecomunicaciones, IMT.

## Abstract

In recent years, the country has shown a significant increase in the adoption and use of 4G technology and less and less in terms of 2G and 3G technologies, its predecessors, according to the MinTic "the data reported by Network and Service Providers of Telecommunications (PRST) in 2019 (figure 1) shows a cumulative percentage variation of 140% during the period from July 2017 to November 2019, achieving evidence of its exponential increase towards migration to this network".

The use of broadband and the use of mobile data traffic measured in Megabytes (MB) increased and when noting that the browsing speed of the 4G network is higher, during the period April 2017 to December 2019 there is an accelerated increase such as shown in (figure 2).

Therefore, it is intended to analyze the use of the 4G mobile line, wireless networks and IOT services, understanding that each of the generations (from the first to the fourth generation) which have brought with them an important advance in technology with respect to its predecessors, since each new technology presented has managed to benefit mobile network providers in the country since they have the possibility of offering better services and also to users, by having the possibility of having greater connectivity, greater security and reliability in navigation. The main projection is to extend its connection to more territories and therefore be accessible to more people.

As a framework of action, the plan contemplated by the national government for the expansion of mobile connectivity for the period (2018 - 2022) is taken, led by the Ministry of information and communication technologies, where "it is intended to advance in 27 million new connections 4G mobile internet is very important and is gaining strength nowadays where a large part of our work depends on mobile connections that each time must be of greater speed and quality, adding the strong demand in teleworking, telemedicine, online shopping, banking transactions, distance education, among others ”.

This analysis seeks to know what percentage of the progress of the Transition Plan to New Technologies has been fulfilled with the cut-off of the first quarter of 2021 in the implementation of the 4G network in the country based on the objectives set.

**Keywords:** Coverage, Fourth Generation, Mobile Data, Devices, Spectrum, IOT, Mobile, Telecommunications, IMT.

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	<b>14</b>
<b>Planteamiento del problema</b> .....	<b>15</b>
Definición del problema .....	15
Justificación .....	17
Objetivos.....	18
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos.....	18
<b>Marco Teórico</b> .....	<b>19</b>
Conceptos Generales de Redes Mòviles .....	19
Primera Generación 1G .....	22
Segunda Generación 2G .....	22
Tercera Generación 3G .....	23
Cuarta Generación 4G.....	24
Diferencias entre las generaciones de redes móviles. ....	25
Redes 4G 27	
Capacidad de operación. ....	28
<b>Resumen plan de transición a nuevas tecnologías</b> .....	<b>34</b>
Introducción del Plan de transición a nuevas tecnologías .....	34
Antecedentes y Justificación.....	35
Diagnóstico.....	36
Accesibilidad de internet para población de recursos menores.....	37
Efecto:brecha digital económica y geográfica en el uso y apropiación TIC .....	38
Objetivos del plan .....	38
Objetivo General.....	38
Objetivos Específicos.....	39
Plan de Acción.....	39
<b>Estado actual del plan</b> .....	<b>42</b>
Estado actual del plan a marzo de 2021 .....	42
Apropiación actual de la red 4G.....	47
Estado actual a marzo 2021 de la brecha digital en colombia.....	51
Objetivos y avances logrados actualmente de acuerdo al plan de transición en colombia .....	53

Aprendizaje de la red 4G para implementación de 5G .....	56
<b>Conclusiones .....</b>	<b>58</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>60</b>

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Variación porcentual mensual y variación porcentual acumulada para 4G	17
<b>Figura 2.</b> Tráfico total (MB)	17
<b>Figura 3.</b> Evolución de redes: de la voz a la industria 4.0.	28
<b>Figura 4.</b> Evolución de las generaciones de telefonía móvil.	29
<b>Figura 5:</b> Boletín trimestral de las TIC(1T-2020).	35
<b>Figura 6.</b> Incremento en las conexiones a internet.	40
<b>Figura 7.</b> Horizonte de implementación	45
<b>Figura 8.</b> Accesos a internet móvil (millones).	49
<b>Figura 9</b> Accesos móvil por tipo de tecnología(millones).	50
<b>Figura 10.</b> Reporte cobertura Claro, Julio 2021, generado por nPerf	50
<b>Figura 11.</b> Reporte cobertura Movistar, Julio 2021, generado por nPerf	51
<b>Figura 12.</b> Reporte cobertura Tigo, Julio 2021, generado por nPerf.	52
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de cabeceras municipales con cobertura 3G y 4G, tomado del Boletín de Seguimiento a Metas de Gobierno (2014 -2016).	53
<b>Figura 14.</b> Crecimiento de las conexiones 4G.	54
<b>Figura 15.</b> Accesos a internet móvil según tecnología.	54
<b>Figura 16.</b> Accesos por demanda a internet móvil según tecnología.	55
<b>Figura 17.</b> Accesos por suscripción a Internet móvil según tecnología (millones).	56
<b>Figura 18.</b> Cobertura 4G en Colombia.	58
<b>Figura 19.</b> Experiencia móvil en Colombia	62

## Lista de abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>2G</i>	Segunda Generación.
<i>3G</i>	Tercera Generación.
<i>4G</i>	Cuarta Generación.
<i>ANE</i>	Agencia Nacional del Espectro.
<i>CRC</i>	Comisión de Regulación de
<i>DNP</i>	Comunicaciones. Departamento Nacional de Planeación.
<i>GSMA</i>	Sistema global para las comunicaciones
<i>IMS</i>	móviles.
<i>MBPS</i>	IP Multimedia System. Megabit por segundo.
<i>MINTIC</i>	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia.
<i>PTNT</i>	Plan de transición a nuevas tecnologías.
<i>SIC</i>	Superintendencia de industria y comercio.

## Introducción

La presente monografía pretende analizar el avance presentado hasta marzo del año 2021 en el proceso de implementación del plan de transición a nuevas tecnologías planteado para el periodo 2018-2022, propuesto por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). En este plan se considera ampliar la cobertura y modernizar la red para aumentar la penetración de las conexiones de Internet móvil con banda ancha logrando así que para el año 2022 se logre alcanzar 27 millones de conexiones de Internet móvil 4G.

Según MinTic (2020)“La adecuada ejecución del plan de transición a nuevas tecnologías acelerará el acceso de la población a servicios de Internet móvil de banda ancha, focalizando los esfuerzos en los 34,3 millones de usuarios móviles que hoy no acceden a Internet y en los 9,5 millones de usuarios cuyas conexiones móviles a Internet no se dan sobre redes 4G”, en donde gran parte de las labores cotidianas dependen de las conexiones móviles que deben ofrecer mayor rapidez y calidad.

Teniendo en cuenta que el plan fue establecido e iniciado sin tener conocimiento de la pandemia que se presentó desde el año 2020 y demás factores que quizás pudieron modificar el cronograma del mismo, surge la necesidad de realizar un estudio de los avances realizados y analizar el cumplimiento del mismo, teniendo en cuenta cobertura, cantidad de usuarios, incentivos e implementación de las acciones y normas que vayan orientadas a una modernización de las redes móviles generando una ampliación de cobertura para el país.

## Planteamiento del problema

Actualmente se desconoce el estado real del proceso de implementación contemplado en el plan de transición a nuevas tecnologías, ya que cuando éste se realizó e inició no se tenía conocimiento de la presencia de la pandemia y demás factores que quizás pudieron afectar el cumplimiento de este, es por esto que se pretende analizar si se cumplió con los objetivos planteados y las cifras contempladas en el documento del plan.

## Definición del problema

Según el Ministerio TIC (2019) “se identifica una brecha en el uso de la cobertura 4G con respecto a las redes 2G y 3G en cuanto a los territorios que cuentan con población menor a 100.000 habitantes que son aquellos donde no se tiene una penetración muy efectiva del 4G”, para esto se pone en marcha el plan del gobierno propuesto en la implementación del plan de transición a nuevas tecnologías que pretende alcanzar el número de 27 millones de conexiones móviles 4G, mejorar cobertura, aumentar cantidad de usuarios conectados.

**Figura 1.**

*Variación porcentual mensual (eje Y izquierdo) y variación porcentual acumulada (eje Y derecho) para 4G.*

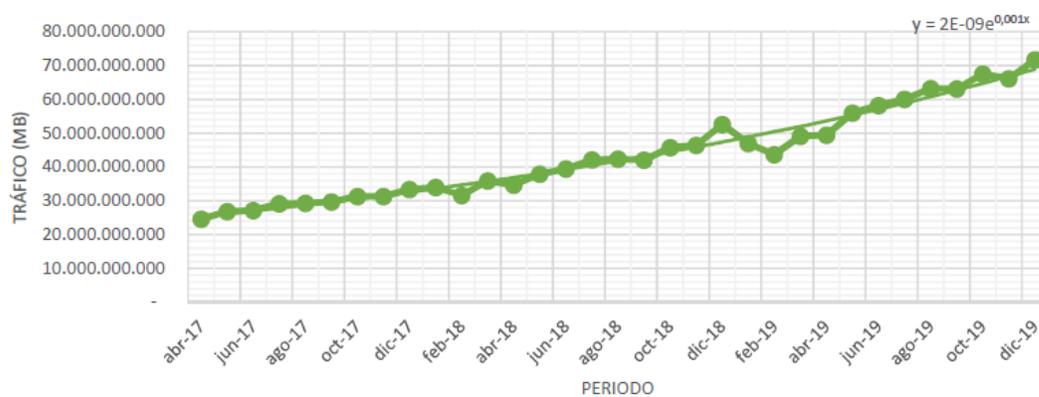


Fuente: *MinTic*, con datos reportados por PRST, (2019).

La falta de información y conocimiento del grado de cumplimiento de este plan hace que no se logre una medición efectiva de los avances realizados y lograr definir si al terminar el tiempo establecido se va a culminar con éxito.

**Figura 2.**

*Tráfico total (MB).*



*Fuente:* con datos reportados por PRST, 2019).

## Justificación

La presente monografía se enfocará en conocer los avances presentados en el plan de transición a nuevas tecnologías (PTNT) desde su implementación en 2018 hasta marzo de 2021, para así mismo conocer los cambios presentados en cuanto a cantidad de nuevos usuarios y en la cobertura nacional en redes 4G. Según MinTic (2020) “La adecuada ejecución del plan acelerará el acceso de la población a servicios de Internet móvil de banda ancha, focalizando los esfuerzos en los 34,3 millones de usuarios móviles que hoy no acceden a Internet y en los 9,5 millones de usuarios cuyas conexiones móviles a Internet no se dan sobre redes 4G”, en donde gran parte de las labores cotidianas dependen de las conexiones móviles que deben ofrecer mayor rapidez y calidad agregando la fuerte demanda en el teletrabajo, telemedicina, compras on line, transacciones bancarias, educación a distancia, entre otras.

Por lo anterior se pretende analizar el uso y cobertura de la red móvil 4G, las redes inalámbricas y los servicios IOT entendiendo que cada una de las generaciones (de la 1G a la 4G) ha presentado un importante avance tecnológico que permite beneficiar de primera mano a los usuarios al tener diversas opciones de escoger el proveedor de su preferencia y a los mismos operadores que, por medio de este plan, podrán realizar las acciones que permitan mejorar la infraestructura actual y ampliar la cobertura de los servicios ofrecidos que cuenten con mayor seguridad y generar una confianza en el servicio y las conexiones ofrecidas. La principal proyección es extender su conexión a más territorios y por ende ser accesible a más personas.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Analizar y determinar los avances y grado de cumplimiento que se realizaron hasta el mes de marzo del año 2021 en la implementación del plan de transición a nuevas tecnologías para la meta propuesta de lograr 27 millones de conexiones a Internet móvil de red 4G, teniendo en cuenta cobertura y cantidad de usuarios en el proceso para lograr la modernización de las redes móviles en el país.

### **Objetivos específicos**

Determinar el estado en cuanto a implementación y adopción de tecnologías móviles antes del inicio del plan.

Diagnosticar el estado de implementación y adopción de tecnologías 4G hasta marzo 2021.

Analizar la brecha entre el estado de implementación y adopción de tecnologías 4G a marzo 2021 y las metas propuestas en el plan de transición.

Analizar el aumento de nuevas conexiones 4G por tipo de zonas urbanas y rurales desde la implementación del plan hasta marzo de 2021.

## **Marco Teórico**

En este capítulo se expone el estado de la Tecnología 4G antes de la implementación del plan de transición a nuevas tecnologías, importancia de las redes 4G en Colombia, proceso de implementación de redes 4G, diferencias de las redes 4G vs redes 2G y 3G junto con los beneficios para la sociedad en la transición a nuevos tipos de redes.

### **Conceptos Generales de Redes Mòviles**

Las redes móviles durante su transformación han ayudado a impulsar el uso de la información junto con una manera cada vez más ágil de comunicación, permitiendo incorporar a este sistema dispositivos que brindan mayores utilidades.

Por esto es necesario entender, qué son las redes móviles y su funcionalidad. Iniciando con estos conceptos basado según Gil Hernandez (2019) “las comunicaciones se entienden como un intercambio de información entre entidades” , estas comunicaciones se ven reflejadas en múltiples casos de la vida cotidiana como ejemplos podemos indicar la acción donde se transmite por medio de voz, la mensajería instantánea, cuando por medio de una petición de un usuario hacia un servidor se realiza una solicitud para obtener un servicio.

De la comunicación parten las redes móviles cuyo objetivo no es más que realizar conexiones entre diversos tipos de dispositivos que utilizan recursos para comunicarse entre ellos soportados por elementos que pueden ser visibles físicamente como no visibles, entre estos podemos nombrar las antenas, receptores, transmisores,

núcleo de red y también los dispositivos móviles que son aquellos que sirve de interfaz hacia el usuario o receptor final.

En cuanto a las conexiones y su distribución es importante indicar que geográficamente se distribuyen las conexiones por celdas las cuales permiten la asignación de los dispositivos asignados a cada uno y controlada por una estación base o su propio transmisor, de la integración de varias celdas permite tener una mayor cobertura y el intercambio entre varias antenas buscando la mejor opción para llevar el mensaje a su destino final.

Los avances de esta tecnología y las necesidades cada vez más demandantes de los usuarios por comunicaciones cada vez más veloces y que cubren no solamente las llamadas por voz, sino que también integren la mensajería, envío de SMS, videollamadas, *streaming* y el acceso a internet. Esto ha hecho que las redes a través del tiempo se hayan tenido que ir modificando de acuerdo con las nuevas necesidades y expectativas de los usuarios.

Para entender el concepto de redes móviles es necesario conocer conceptos como el ancho de banda que se refiere a la cantidad de espectro radioeléctrico que usa una determinada tecnología para operar, en el cual la velocidad corresponde a la tasa de bits que ofrece una determinada tecnología, se puede decir, que existe una relación directa entre la velocidad y el ancho de banda, por lo tanto, a mayor ancho de banda (en Hz) se obtiene una mayor velocidad (bps).

Estas conexiones se realizan por medio de protocolos de Internet los cuales son un grupo de reglas de reglas que permiten identificar como los datos se pasan o

transmiten por las diferentes redes y dependiendo su uso, origen y destino tienen un determinado comportamiento regido por estos protocolos.

Es necesario que estas conexiones estén sujetas por estas reglas ya que se permite identificar cada dispositivo conectado, encontramos entre los más comunes el protocolo IP, FTP, TCP, UDP y HTTP como los más comunes.

Según, Guillermo Larraz, especialista de redes en teldat para un país es más viable invertir en tecnologías de redes móviles que de redes fijas, ya que el costo de abrir una zanja para introducir cable es cada vez mayor, teniendo como otra opción comprar ancho de banda a los operadores que ya tienen fibra instalada, pero esto supone que no haya una buena oferta de acceso a Internet, por lo cual Es mucho más fácil instalar antenas por los sitios estratégicos de la ciudad o el país y dar cobertura móvil a todos los usuario (2020).

### **Generaciones de telefonía móvil.**

Los procesos de avance y modernización de las redes han presentado un aumento significativo durante muchos años llegando a convertir una comunicación de transmisión de voz en sus inicios hasta llegar a la interconexión de múltiples dispositivos realizando diversas acciones a muy altas velocidades. Cada modificación y ajustes que han llegado de la mano de cada generación trae ventajas y mejores funcionalidades, a continuación, se realiza una descripción de cada una de las generaciones donde se enfatiza en su importancia y los avances que cada conlleva en su ejecución.

## **Primera Generación 1G**

La tecnología 1G era una tecnología analógica creada en los años 80 que permitía realizar llamadas de voz entre terminales, con esta generación comienza la verdadera evolución de la telefonía móvil hasta llegar a las usadas en la actualidad. Su uso era principalmente para el entorno empresarial, contaba con una velocidad de 1kbps a 2,4 kbps, la seguridad en las comunicaciones era baja.

En cuanto a la calidad de la voz no era muy buena y la transmisión de datos era baja, aunque no se contaba con la misma demanda actual para la fecha ya se presentaban algunas dificultades menos, a pesar de esto presentó gran acogida y en 1990 alcanzó cerca de 20 millones de usuarios.

Según Paulo Bernardocki (2020), especialista en Redes de Ericsson “la tecnología 1G fue la primera generación de comunicaciones móviles. Las comunicaciones eran analógicas, similares a una radio FM, y solo podía manejarse servicios de voz. Es la señal analógica del teléfono. Bernardocki (2020) explica que esta generación se popularizó en la década de 1980 y apoyó las llamadas de voz a través de circuitos dedicados a esa conexión en toda la llamada”.

## **Segunda Generación 2G**

Esta generación se conoce también como GSM (Global System Mobile Communications), fue creada en 1990 y con ella inició la evolución de los sistemas digitales, siendo la primera generación digital usada en casi todos los países del mundo, permitía transportar voz y datos a baja velocidad (SMS).

Cuando surge el formato digital esto hace una mejora importante en la calidad del servicio acompañado de estándares de seguridad mayores al cifrar las comunicaciones, se pasó de la tecnología análoga a digital logrando hacer transmisiones de mensajes de manera más rápida y de mayor calidad integrando servicios como voz digital, conferencias, retención y grabación de mensajes.

### **Tercera Generación 3G**

Las redes de tercera generación 3G cuentan con seguridad mayor junto con estándares mejorados de la segunda generación. Estos se crean en el año 2001 con la finalidad de facilitar el crecimiento, tener una capacidad mayor en la transmisión de voz y datos, tener la característica de soportar diversas aplicaciones y ofrecer alta transmisión de datos a bajo costo. Cuenta con ventajas como lo son la transmisión de voz de buena calidad la cual se puede comparar con las redes fijas, una velocidad mayor en la reconexión ante situaciones como caídas de señal, para las llamadas de voz se usaban tecnologías de acceso y multiplexación donde se combinaban dos o más señales, y se transmitían por un solo medio de transmisión.

Según la consultora NAE en su artículo “Qué sucede con el apagado de redes 2G/3G” indica que:

“Las principales características de esta generación son:

El núcleo de la red está basado en la conmutación de circuitos y de paquetes.

Utiliza la técnica de acceso CDMA (Code Division Multiple Access).

Cada una de las portadoras tiene asignado un ancho de banda de 5 MHz.

Posibilidad de realizar llamadas de voz y transacciones de datos.

Velocidad de transmisión/recepción de datos hasta 7 veces más rápida que 2G.

La descarga de programas permite el uso de la mensajería instantánea y el intercambio de correos electrónicos”.

### **Cuarta Generación 4G**

En telecomunicaciones, cuando hablamos de redes 4G se refiere a la tecnología de telefonía móvil que se basa en el protocolo IP lo que permite una concurrencia entre los diferentes tipos de redes logrando así una mejora en su capacidad y alcance donde intervienen diversos tipos de dispositivos como las tablets, celulares, computadoras portátiles, los router y otros dispositivos.

La red 4G tiene como principal diferencia respecto a las generaciones anteriores tiene la capacidad para entregar velocidades de acceso mayores de 100 Mbit/s en movimiento y 1 Gbit/s en reposo, integrado con una alta seguridad que permitirá brindar mayor acceso a la red y mayor capacidad en el uso de los datos.

Según la consultora NAE en su artículo “Qué sucede con el apagado de redes 2G/3G” indica que las características principales de las redes 4G son las siguientes:

“Red basada en conmutación de paquetes, únicamente con solución “all IP”.

Ofrece portadoras con distintos anchos de banda que pueden ir desde los 4 hasta los 20 MHz”.

Aquellos dispositivos con tecnología 4G también soportan las conexiones de red 3G garantizando el servicio y la cobertura dependiendo la zona donde se encuentre y según el alcance a puntos 4G, pero si se tiene un dispositivo que cuente con tecnología 3G no es posible recibir los beneficios de 4G ya que el dispositivo no tiene esta capacidad.

Se introduce la voz a través del IMS (IP Multimedia System).

Se implementa la utilización de técnicas con múltiples antenas en transmisión y recepción (MIMO).

La rapidez con la que los usuarios se pueden conectar a Internet ofrece velocidades hasta 10 veces más rápidas que sus antecesoras.

### **Diferencias entre las generaciones de redes móviles.**

La tecnología 3G fue pionera en alta velocidad, aumentando considerablemente respecto a la 2G. Esta tecnología 3G alcanza una velocidad de entre 1 y 25 Megabit por segundo (Mbps). Sin embargo, la 4G está diseñada para producir más velocidad de descarga, alcanzando hasta una velocidad máxima de 300 Mbps.

La red 1G fue analógica, 2G Digital, 3G Digital banda ancha y 4G digital banda ancha analógica, la figura Evolución de las generaciones de telefonía móvil (**Figura 3**) presenta los cambios presentados en cada nueva red en cuanto a conexión, velocidad y características, donde se observa que cada nueva generación trae consigo mejoras con respecto a sus antecesoras.

**Figura 3.**

Evolución de redes: de la voz a la industria 4.0.

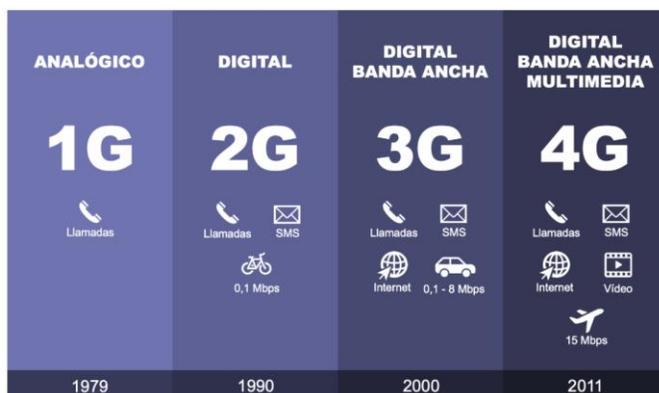


Fuente: Erickson, 2020.

Cada nueva generación ha presentado una ganancia de velocidad para los usuarios del orden de 100 veces, en la figura Evolución de las generaciones de telefonía móvil. **(Figura 4)** se observa que cada 10 años surge una nueva tecnología con mejoras en cuanto a cobertura, velocidad de transmisión, datos, estabilidad y seguridad para el usuario, por ejemplo, la tecnología 3G fue pionera en alta velocidad ya que alcanza una velocidad entre 1 y 25 Megabit por segundo (Mbps), aumentando considerablemente respecto a la 2G, sin embargo, la 4G está diseñada para producir más velocidad de descarga, alcanzando hasta una velocidad máxima de 300 Mbps.

**Figura 4.**

Evolución de las generaciones de telefonía móvil.



Fuente Exevi, Garcia Ramon, 2019

## Redes 4G

Las redes 4G se conocen por proporcionar servicios de banda ancha y a la transmisión mayor de datos a una muy alta velocidad permitiendo así el acceso a televisión móvil, videollamadas y uso de aplicaciones de *streaming* sin presentar problemas de fiabilidad.

Algunos de los beneficios que brinda la red 4G es una eficiencia mayor en el espectro siendo el medio que permite la transmisión de ondas electromagnéticas y que dan lugar a los servicios de telefonía móvil, lo que permite el manejo de más usuarios, la transmisión de datos basado en paquetes que permite reducir costos y aumentar la productividad en la comunicación.

Este modelo se basa bajo la arquitectura de comunicación IP e integra tecnologías tales como LTE(Long Term Evolution) que indica evolución a largo plazo y WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) el cual traduce

interoperabilidad mundial para acceso por microondas las cuales ayudan a brindar mayor velocidad de datos junto con una eficiencia mayor, para brindar los servicios de voz la red 4G utiliza el sistema VoIP (Voice over Internet Protocol) el cual traduce voz sobre Protocolo de Internet el cual utiliza el protocolo IP para la comunicación de voz y las sesiones multimedia.

### **Capacidad de operación.**

Debido al aumento en el número de suscriptores de smartphones y en particular de smartphones LTE, desde el año 2011 ha crecido el tráfico de datos móviles. De acuerdo con GSMA Intelligence (2014) “En los mercados móviles más avanzados del mundo, el despliegue de las tecnologías LTE o 4G está impulsando un gran crecimiento en el uso de datos: los usuarios de 4G normalmente consumen el doble de datos al mes que otros usuarios”

El 4G permite que las velocidades que se cuentan con esta conexión sean más veloces alcanzando hasta 300 Mbps, con la posibilidad de adicionar servicios como *streaming* y videollamadas de alta calidad y gran consistencia en su uso.

“El principal avance de esta red es el acceso a la información de manera más dinámica y eficiente, lo que abre numerosas aplicaciones. Los servicios en los que se encuentra integrado el 3G son abundantes y no hacen más que aumentar, por lo que el salto al 4G supone, de inicio, un mejoramiento de todos estos servicios” (Sharma, 2013).

## **Políticas de uso e implicaciones**

De acuerdo con la GSMA (2015) “los despliegues de redes 4G experimentaron un rápido crecimiento en toda América Latina siempre y cuando las operadoras móviles de la región puedan superar una serie de desafíos regulatorios y económicos”.

Según la GMSA “Las inversiones de capital (Capex) de los operadores móviles de Latinoamérica están aumentando significativamente y se pronostica que alcanzarán un total acumulado de US\$193 mil millones en el período de siete años entre 2014 y 2020”. (2018)

Según Sebastián Cabello, director de la GSMA, las fuertes inversiones de los operadores móviles en Latinoamérica están impulsando la migración a redes de alta velocidad, pero se necesita modernizar la regulación para promover el desarrollo del ecosistema digital regional e incentivar aún más la innovación y las inversiones para América Latina. La economía digital está evolucionando rápidamente en la mayoría de los países, pero el marco regulatorio de las telecomunicaciones sigue anclado en el pasado. El futuro requiere una visión más flexible y tecnológicamente neutral, descartando aquellas normas que ya no reflejan la dinámica de la industria. La GSMA recomienda a los gobiernos promover una mayor calidad de servicio e innovación a través de la competencia, en vez de perpetuar reglas y obligaciones ya obsoletas, (2020).

Es importante que la red esté conformada por varias celdas, quienes son las encargadas de brindar buena cobertura a los usuarios para que siempre tengan señal disponible y las llamadas no vayan a presentar interrupciones. Es necesario contar con antenas cerca o puntos que brinden una cobertura y el acceso a los servicios móviles

logrando así: Un menor porcentaje en las fallas presentadas de las llamadas y se obtiene una velocidad mayor en el acceso a internet, se genera una mejora ambiental al mejorar el consumo de energía en la infraestructura utilizada lo que equivale a menor polución.

Según publicación de GSMA Latin América (2015) indica que:

“La definición de procesos explícitos de aprobación de planificación para estaciones base móviles basados en criterios técnicos y coherentes a nivel nacional, a fin de evitar demoras excesivas en el despliegue de redes y de establecer certidumbres positivas que fomenten las inversiones continuas.

La limitación de las restricciones relacionadas al medio ambiente y/o a las distancias mínimas entre antenas sin sustento técnico o científico.

Las exenciones para instalaciones pequeñas, las co-localizaciones o ciertas mejoras de instalaciones y procedimientos de “ventanilla única” para licencias y las aprobaciones tácitas.

La compartición de infraestructura, toda vez que esto sea técnicamente posible, como resultado de una negociación comercial, pero no forzada ni sujeta a restricciones regulatorias o costos adicionales”.

### **Importancia de las Redes 4G**

Las redes 4G son un estándar de telefonía móvil que ofrece una conexión a Internet mucho más rápida que las anteriores tecnologías, donde una antena permite

brindar servicio a más usuarios y cubrir las necesidades de una zona geográfica específica permitiendo el uso simultáneo de diversos servicios de comunicación, es de allí que parte la importancia en la adopción de las redes 4G permitiendo mayor efectividad en las comunicaciones y permitiendo que cada vez más usuarios logren acceder a internet desde dispositivos móviles con una alta calidad.

Elena Arcia (2019) indica que “la red llegó con la intención de mejorar tres aspectos: velocidad, disponibilidad y seguridad. Debo decir que, de este trío, la promoción del servicio de red 4G se ha centrado en el primer punto, la velocidad” En este punto obtenemos un factor de relevancia en cuanto a la importancia de la adopción del 4G, adicionalmente a la velocidad de conexión que ofrece llegando 10 veces mayor a la anterior la 3G.

Otro factor de importancia es la descarga de contenido con una mayor rapidez alcanzando inclusive descargas de 700Mb en aproximadamente 90 segundos acompañado con la visualización de contenido y *streaming* en alta definición.

### **Beneficios para la sociedad al implementar redes 4G**

Según lo indicado por el ministerio de comunicaciones de Ecuador “La cuarta generación trae consigo la nueva norma de transmisión de voz y datos, siendo la plataforma sobre la que la Banda Ancha Móvil sustentará los nuevos productos y servicios, con visión de futuro, innovación y eficiencia”.(2017)

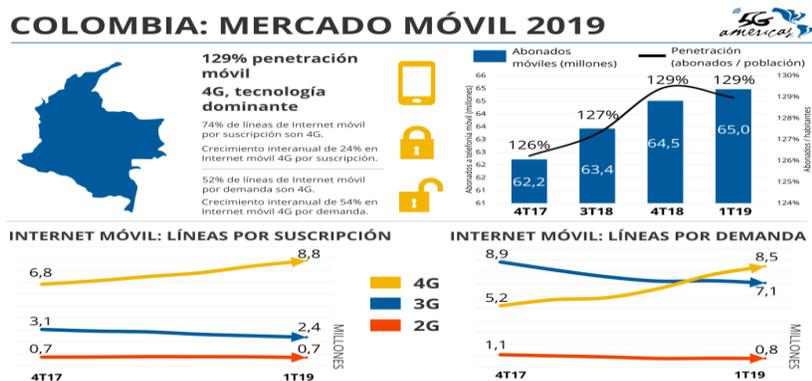
Según el MinTIC, “en el caso de la modalidad por demanda, las cifras del MinTIC indican que la tecnología 4G alcanzó en el primer trimestre del año 8,5 millones de líneas, para una participación del 52%. Los indicadores del mismo periodo del año

anterior (4T18) muestran que para ese momento se tenían 5,2 millones de líneas de Internet móvil 4G que representaban una participación del 38% aproximadamente” (figura 5).

A lo que lleva esta tendencia de crecimiento es a consolidar una continuidad en la adopción de esta red y una migración de los usuarios a los nuevos servicios que ofrece los cuales requieren disfrutar de todos los beneficios que ella trae como la disminución de la brecha digital, ampliar las alternativas en el mercado de conectividad y la opción de escoger el más adecuado dependiendo sus necesidades teniendo la alternativa de evolucionar tecnológicamente con el conjunto de redes y dispositivos que permitan alcanzar el uso de nuevos servicios.

**Figura 5.**

Boletín trimestral de las TIC(1T-2020).



Fuente: MINTIC (2019)

## Requerimientos para implementar una red 4G en Colombia

La red 4G parte de los avances de las redes antecesoras y se enfoca principalmente en brindar velocidades mayores correspondientes a un estándar de 150

Mb/s logrando de acuerdo con el tipo de tecnología llegar hasta una conexión de hasta 450 Mb con la llamada 4G plus (4G+).

Para la formulación y regulación de las especificaciones requeridas interviene la Unión internacional de telecomunicaciones conocida por las siglas (UIT) la cual para cada de las comunicaciones emite estándares de regulación y buenas prácticas para la adopción e implementación de cada una de ellas.

En cuanto a la red 4G se establece requisitos de conexión bajo paquetes de transmisión de datos por medio del protocolo IP cumpliendo como requisitos técnicos la definición de velocidades de transmisión de datos entre 100 Mbit/s (12.5 MB/s) para una movilidad de tipo alto y 1 Gbit/s (125 MB/s) para lo cual inicialmente no se cumplía en la LTE que luego de una verificación de la UIT se decidió integrarla a este grupo con la opción del avance rápido de las comunicaciones y su rápido avance, adicionalmente es necesario cumplir con el requisito de mantener latencias de entre 20 - 30 milisegundos.

Lo anterior contempla desde orden técnico los requisitos necesarios para la implementación que realizan los proveedores de servicios de comunicación los cuales deben propender una cobertura cada vez más amplia en todo el territorio llegando así a más usuarios y brindándoles beneficios de conexiones más veloces.

## **Resumen plan de transición a nuevas tecnologías**

En este capítulo se realizará un resumen del plan de transición a nuevas tecnologías liderado por MinTIC donde se incluyen los temas más importantes de su contenido como lo son la introducción, antecedentes y justificación, diagnóstico de la cobertura de las redes 4G en comparación con las redes 3G y 2G con fecha 2019, se analiza la brecha presentada digital, económica y geográficamente en cuanto al uso y apropiación de las Tecnologías de la información, los objetivos planteados en tanto general como específicos, el plan de acción y horizonte de la implementación del proyecto.

### **Introducción del Plan de transición a nuevas tecnologías**

El plan se enmarca en la estrategia de aumentar el porcentaje de adopción de nuevas tecnologías por parte de la población acompañado con la lograr ampliar la cobertura y modernización de las redes, se pretende aumentar el uso de las redes móviles de última tecnología y como objetivo lograr 27 millones de nuevas conexiones a la red 4G para el año 2022 con esto se contribuye a un aumento del uso de tecnologías que ayudan a mejorar el servicio y acceso a la información de manera importante.

Según lo que indica el MinTic en su plan de transición a nuevas tecnologías de como beneficio se encuentra, “Lograr esto contribuirá significativamente a mejorar los niveles de equidad digital en todo el territorio nacional, habilitando la masificación de los beneficios que brindan las TIC a más del 70 % de las personas de más de 14 años”.

El Plan de Transición a Nuevas Tecnologías (PTNT) se basa en alcanzar los objetivos planteados y se pretende desarrollar en el periodo 2020 - 2022 basados según el MinTIC que se establecen en diez líneas de acción acompañados por entidades como la agencia Nacional de espectro (ANE), la comunicación de regulación de comunicaciones (CRC) y diversas entidades del orden nacional y regional.

### **Antecedentes y Justificación**

Dentro del constante avance tecnológico y la importancia del uso de las tecnologías para el impulso del país el gobierno nacional reconoce su importancia y se enfoca en una modernización de la infraestructura de conectividad móvil que permita aumentar la participación en el uso de la tecnología móvil 4G.

Según muestra Colombia TIC (2019), en cifras oficiales brindadas el país “tiene una tasa de penetración de telefonía móvil del 131,6 % en la cual coexisten simultáneamente tecnologías 2G, 3G y 4G”, esto permiten que cerca de 66 millones de usuarios comunicarse a través del servicio móvil. A pesar de que el país ha tenido avances en la conectividad, se ha detectado que existe una brecha digital especialmente en zonas rurales donde el acceso de los usuarios a Internet y su uso es menor.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP), indica que “tanto la penetración como la velocidad de navegación influyen en la calidad de vida de la población” (2018), es por esto que apoyado en lo que se definió en el Plan Nacional de Desarrollo que es cerrar la brecha digital acompañado de una alta calidad de internet y el fácil acceso.

## Diagnóstico

### Baja cobertura de redes 4G en comparación con redes 3G y 2G

En el plan de migración de los usuarios de servicios móviles de redes 2G y 3G hacia una tecnología que brinde mayores beneficios como la red 4G es importante que exista una cobertura suficiente que soporte el servicio que se ofrece a los usuarios brindando un servicio superior.

**Figura 6.**  
Incremento en las conexiones a internet.

## INCREMENTO EN LAS CONEXIONES A INTERNET

**ACCESOS A INTERNET MÓVIL  
POR CADA 100 HABITANTES**



Fuente: MinTic y Dane / Gráfico: LR-ER

**ACCESOS FIJOS A INTERNET  
POR CADA 100 HABITANTES**



Fuente: MinTic/ DANE

Como se observa en la (**Figura 6**) se encuentra una tendencia en el acceso de internet por cada 100 habitantes en aumento en los períodos IV trimestre de 2019 y 2020, lo que permite evidenciar una velocidad importante en cuanto a nuevos accesos, adicionalmente se verifica que las conexiones móviles actuales tienen mayor aceptación debido a los servicios de mayor calidad y sostenibilidad de las conexiones a internet.

### **Accesibilidad de internet para población de recursos menores**

Cuando se realiza una comparación con el costo de acceso a datos móviles que traduce poder contar con acceso para navegar por Internet utilizando un dispositivo móvil, se encuentra que en Colombia hay una gran oportunidad de mejora para mejorar los niveles de acceso.

Se identifica que el acceso es una de las situaciones donde se deben enfocar los esfuerzos ya que, aunque en la zona urbana el porcentaje es muy amplio en zonas alejadas de las cabeceras se encuentran varias dificultades, se pretende encontrar la dinámica masificada de adopción a las redes móviles.

Dentro de los planes plasmados por el gobierno y los esfuerzos del MinTIC por subsidiar los planes de acceso a internet móvil y hogar aún se presenta poco porcentaje de acceso a estos planes.

## **Efecto:brecha digital económica y geográfica en el uso y apropiación TIC**

Desde 2017 según el Departamento Nacional de Planeación (DNP), se ha estado estudiando las características de la brecha digital en Colombia ya se ha establecido conclusiones dentro de las cuales están las siguientes: “La brecha digital es geográfica y económica. Sin embargo, la brecha existe en las zonas urbanas del país y aún en sus principales ciudades. Donde hay menos penetración de los servicios, el índice de necesidades básicas insatisfechas tiende a ser mayor, lo mismo que el índice de concentración. Cerrar la brecha digital se convierte en un punto clave para masificar los beneficios de la economía digital a toda la población. Esto se debe a que la principal barrera para acceder a la economía digital es el acceso, uso y apropiación de las TIC. Los costos de transacción en las economías disminuyen significativamente cuando las personas tienen acceso a Internet. Por tanto, si una parte de la población no tiene Internet, se quedará por fuera de estos beneficios, aumentando las brechas sociales y económicas”.

### **Objetivos del plan**

#### **Objetivo General**

Como objetivo general del plan es “Modernizar el ecosistema del servicio móvil en Colombia a partir de la efectiva y acelerada transición hacia nuevas tecnologías, como complemento y acelerador de las estrategias y avances que se han adelantado desde el 2018, para incrementar la penetración de la conectividad a Internet móvil de banda ancha de manera que para el año 2022 se alcancen 27 millones de conexiones a Internet móvil 4G”.

## **Objetivos Específicos**

Al analizar el plan de transición es necesario indicar que los objetivos son los mismos que se identifican en este plan dentro de los que se encuentran:

“Implementar políticas públicas y acciones regulatorias y normativas orientadas a promover la ampliación de la cobertura y la modernización de las redes móviles en el país.

Fomentar políticas públicas y acciones regulatorias y normativas orientadas a promover una mayor penetración de ETM compatibles con 4G.

Fomentar la masificación del acceso de la población de bajos ingresos, con énfasis en zonas rurales, a Internet móvil de banda ancha.

Implementar estrategias para la promoción del uso y apropiación del Internet móvil”.

## **Plan de Acción**

Según el Ministerio TIC “se adelantará, junto con la ANE, la CRC y entidades del orden nacional y regional, acciones encaminadas a establecer incentivos que generen condiciones de modernización del ecosistema del servicio móvil que sean responsables con el país, claras, objetivas, técnicamente viables y sostenibles, que permitan la modernización.

El horizonte de implementación del Plan contempla su inicio en el año 2020, manteniendo un monitoreo periódico que permita evaluar la evolución en su cumplimiento.

El plan de acción se construye a partir del objetivo general y de los objetivos específicos, sobre los cuales se define un conjunto de 10 líneas de acción:

Línea de acción 1. Implementar programas y proyectos para promover mayores inversiones en ampliación y actualización tecnológica de redes hacia 4G:

Línea de acción 2. Implementar programas y proyectos que contribuyan a la eliminación de barreras para el despliegue de infraestructura.

Línea de acción 3. Establecer todos los mecanismos para el seguimiento al despliegue de nueva infraestructura 4G de los OMR, así como las obligaciones de cobertura de localidades y actualización tecnológica de la subasta de 700 MHz.

Línea de acción 4. Desarrollar e implementar una flexibilización regulatoria para facilitar el desmonte zonificado de redes 2G en función de indicadores de red siempre y cuando se cumplan condiciones de sustituibilidad.

Línea de acción 5. Desarrollar esquemas regulatorios para permitir la Interconexión VoLTE.

Línea de acción 6. Actualizar el Régimen de Homologación de ETM para todas las bandas de espectro IMT asignadas a los PRST.

Línea de acción 7. Impulsar la disminución de las cargas tributarias o impositivas en la importación y venta de ETM 4G hasta un límite de precio.

Línea de acción 8. Desarrollar y presentar una propuesta para eliminar cargas tributarias al Internet móvil de banda ancha en planes de menos de 2 UVT.

Línea de acción 9. Analizar, desarrollar e implementar esquemas para generar incentivos a la conectividad móvil garantizando la focalización de los recursos.

Línea de acción 10. Diseñar e implementar programas de aprendizaje con enfoque social que incentive el uso y la apropiación de los ETM de última generación y del Internet móvil”.

En la **(Figura 7)**: horizonte de implementación se muestra el proceso a realizar por cada objetivo específico y su respectiva línea de acción para alcanzar a los 27 millones de conexiones 4G suscritas.

**Figura 7.**  
Horizonte de implementación.

Objetivo específico	Línea de Acción	2020	2021	2022
Implementar políticas públicas y acciones regulatorias y normativas orientadas a promover la ampliación de la cobertura y la modernización de las redes móviles en el país	Línea de acción 1. Implementar programas y proyectos para promover mayores inversiones en ampliación y actualización tecnológica de redes hacia 4G			
	Línea de acción 2. Implementar programas y proyectos que contribuyan a la eliminación de barreras para el despliegue de infraestructura			
	Línea de acción 3. Establecer todos los mecanismos para el seguimiento al despliegue de nueva infraestructura 4G de los OMR, así como las obligaciones de cobertura de localidades y actualización tecnológica de la subasta de 700 MHz			
	Línea de acción 4. Desarrollar e implementar una flexibilización regulatoria para facilitar el desmonte zonificado de redes 2G en función de indicadores de red siempre y cuando se cumplan condiciones de sustituibilidad			
	Línea de acción 5. Desarrollar esquemas regulatorios para permitir la Interconexión VoLTE			
Fomentar políticas públicas y acciones regulatorias y normativas orientadas a promover una mayor penetración de ETM compatibles con 4G	Línea de acción 6. Actualizar el Régimen de Homologación de ETM para todas las bandas de espectro IMT asignadas a los PRST			
	Línea de acción 7. Impulsar la disminución de las cargas tributarias o impositivas en la importación y venta de ETM 4G hasta un límite de precio			
Fomentar la masificación del acceso de la población a Internet móvil de banda ancha	Línea de acción 8. Desarrollar y presentar una propuesta para eliminar cargas tributarias al Internet móvil de banda ancha en planes de menos de 2 UVT			

Fuente: MinTic 2019.

## **Estado actual del plan**

En este capítulo se plasma la realidad del estado actual del plan de transición en cuanto a la cobertura, los servicios, la penetración de las redes 4G en Colombia y el aprendizaje obtenido a la fecha para proyectar la implementación de 5G.

### **Estado actual del plan a marzo de 2021**

En el informe de Opensignal correspondiente al primer semestre de 2021 se indica que “por primera vez en el país dos operadores móviles, Claro (82%) y Tigo (80,2%), superaron la marca de 80% en la métrica de disponibilidad de la red 4G, lo que significa que los usuarios se conectaron a los servicios de esta tecnología más de 80% del tiempo” (2021).

Se encuentra un avance importante en cuanto a disponibilidad, ligado a un mejor servicio ofrecido en experiencia de cobertura, velocidad, servicios de voz, video y streaming de mayor calidad en comparación con las redes 2G y 3G pero aún no es suficiente para alcanzar los logros propuestos en el plan de transición el cual es importante recordar sigue en curso.

Estas acciones tienen un mayor grado de impacto en las cabeceras principales, pero continúan muchas dificultades en diversas regiones alejadas para completar la cobertura esperada, por esto Miguel Felipe Anzola, director Agencia Nacional del Espectro, resaltó que “si bien en las grandes ciudades se podría decir que ya hay buena cobertura de redes 4G, se hace necesario que se amplíe” (2020).

Según el boletín informativo del portal MINTIC (2020). “en Colombia hay 11 millones de personas que viven en el área rural, de los cuales 4 millones lo hacen en condición de pobreza. En cuanto al acceso a Internet, solo uno de cada 6 hogares de zonas rurales cuenta con la posibilidad de usar el servicio. Existe una notable brecha entre la conectividad rural y la urbana porque mientras la mayoría de las cabeceras municipales del territorio nacional tienen acceso a 4G, en las zonas rurales no superan el 10% de cobertura”. Demostrando así que la conexión en las zonas rurales sigue siendo mínima y el plan puede que se encuentre cerca de los 27 millones de conexiones 4G, pero sin un notable cambio en estas zonas y la brecha digital sigue estando presente.

### **Accesibilidad actual de internet para la población en Colombia**

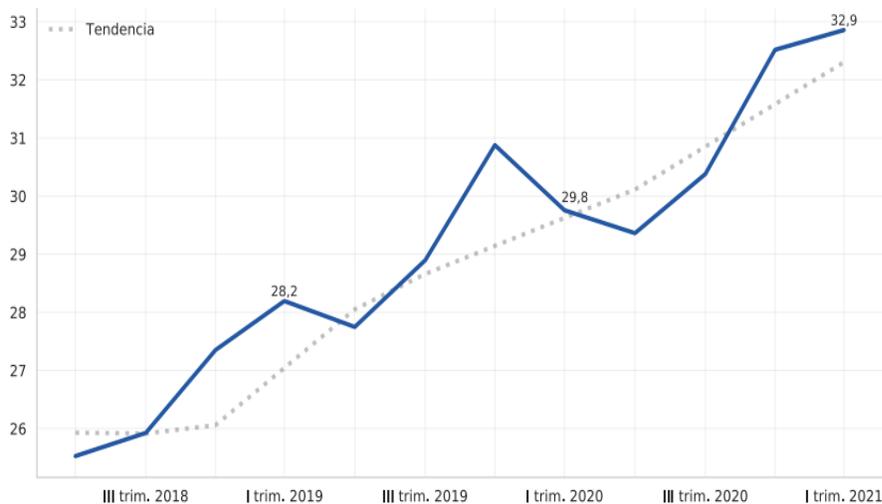
El acceso a internet es fundamental para la población en conjunto con el avance tecnológico continuo y la posibilidad del acceso a la información, el acceso al servicio 4G se realiza por medio del acceso móvil utilizado para la realización de actividades de trabajo cotidiano, estudio y comunicación entre otras.

En la figura Accesos a internet móvil (millones) **Figura 8**. Se observa que al término del primer trimestre del año 2021 en acceso de internet móvil hay 32,9 millones, siendo este resultado 3,1 millones más que los registrados en el primer trimestre del año 2020, se encuentra una gran diferencia entre los dos medios de acceso a internet notando una importante preferencia por acceder desde dispositivos que cuenten con movilidad en diferentes zonas ayudados por los celulares y tablet que

toman una gran importancia en realizar las diversas tareas con movilidad y acceso rápido a la información.

**Figura 8.**

Accesos a internet móvil (millones)

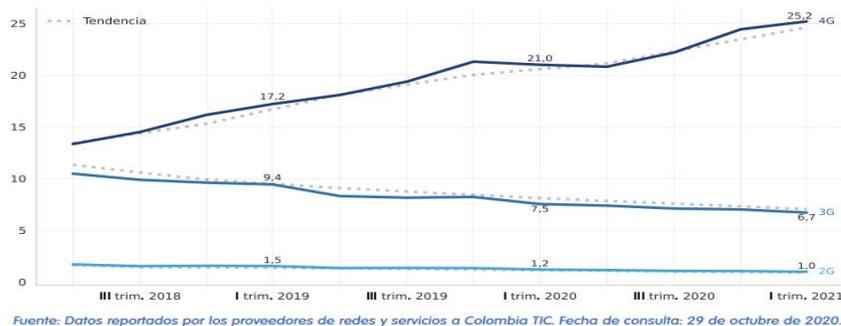


*Fuente: Datos reportados por los proveedores de redes y servicios a Colombia TIC. Fecha de consulta: 15 de junio de 2021.*

*Fuente: Mintic(2021).*

De estas conexiones móviles se analiza el acceso por tipos de tecnología donde se encuentra que al término del primer trimestre de 2021, la tecnología 2G es la más baja con 1,0 millones, seguida por 3G que cuenta con 6,7 millones y donde la principal es la tecnología 4G con un número de 25,2 millones de accesos, lo que representa un aumento importante y una marcada tendencia hacia el uso de redes de mayor capacidad y que soporten diversos usos simultáneamente, esto se puede evidenciar en la (figura 9).

**Figura 9.**  
Accesos móviles por tipo de tecnología (millones)



Fuente: Colombia Tic, 2020.

Para la medición actual de la cobertura se puede representar en el sitio web de nPerf el cual dispone de una red de servidores programados para transmitir la velocidad necesaria que sature tu conexión a Internet para obtener una medición fiable, de allí se logra tomar el reporte de cobertura de Claro, Movistar y Tigo en las redes actuales donde se muestra gráficamente la distribución de estas redes que se pueden analizar en las figuras 10-11-12.

**Figura 10.**  
Reporte cobertura Claro.



Fuente: nperf, Julio 2021.

Cuando se habla de la cobertura de la red 4G se evidencia un gran avance en estas redes en las ciudades principales donde en un gran porcentaje ya cuenta con conexión 4G y se encuentra en proceso el paso a 5G aunque en los municipios intermedios y alejados de las cabeceras se sigue predominando el uso de la red 3G en mayor porcentaje e inclusive también 2G.

Es allí donde se requiere un mayor esfuerzo para integrar el trabajo de los operadores en conjunto con el MinTIC para conseguir los objetivos trazados en el plan, para esto es necesario generar campañas de conocimiento que integren el conocimiento de las ventajas que se obtiene junto con una disposición de los dispositivos utilizados actualmente en estas poblaciones.

**Figura 11.**  
Reporte cobertura Movistar.



Fuente: nperf, Julio 2021.

**Figura 12.**  
Reporte cobertura Tigo.

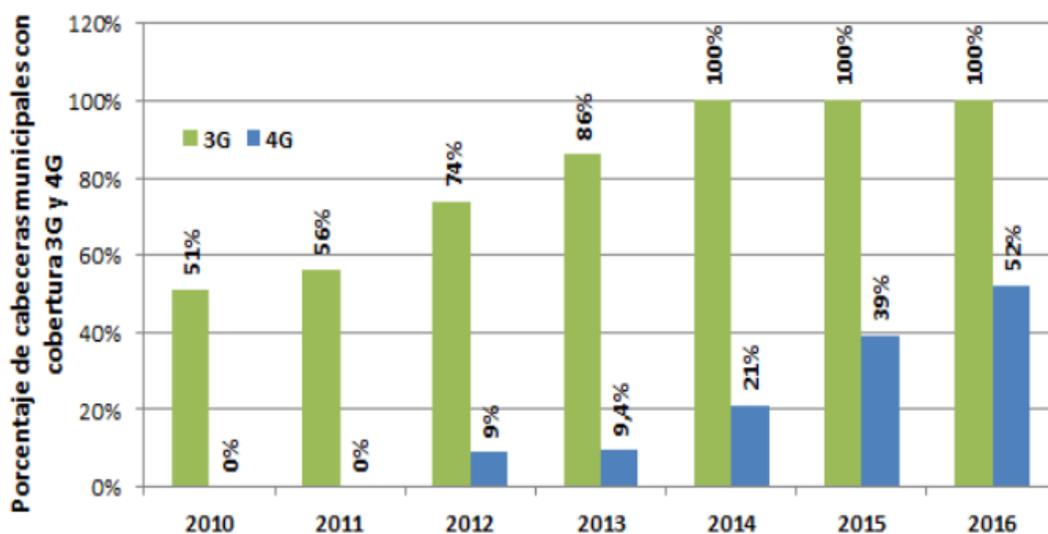


Fuente: nperf, Julio 2021.

### Apropiación actual de la red 4G

Según MinTic en informe presentado en marzo de 2020 a través de su portal web: “En el 2019 Colombia registró el crecimiento más alto en toda su historia en nuevas líneas de Internet móvil 4G, con un incremento de 5,22 millones, alcanzando así cerca de 21 millones de líneas en esta tecnología. Como se muestra en la figura: Figura 13. Crecimiento de las conexiones 4G, este se constituye en un gran avance teniendo en cuenta que entre el 2014 y el 2018, el promedio anual de crecimiento se ubicó en 4 millones de conexiones nuevas a esta tecnología y desde 2018 a la fecha se ha presentado un aumento de 9,4 millones de nuevas conexiones a Internet (entre fijo y móvil 4G) con velocidad superior a los 10 Mbps.”.

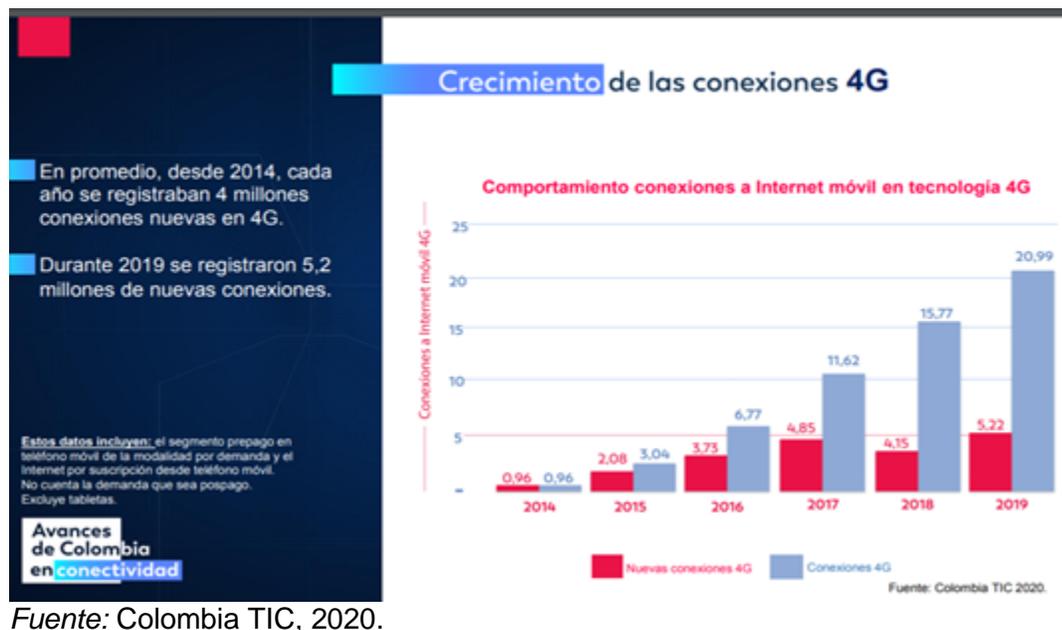
**Figura 13.**  
Porcentaje de cabeceras municipales con cobertura 3G y 4G.



Fuente: Boletín de Seguimiento a Metas de Gobierno (2014 -2016).

Según datos del MINTIC donde se indica que en marzo de 2020 Colombia cuenta con un número de 24,3 millones de conexiones a Internet con servicio fijo y móvil 4G los cuales alcanzan una velocidad de transmisión de datos superior a los 10 Mbps. Lo anterior representa 9,4 millones de nuevas conexiones. “El aumento de líneas de Internet móvil 4G se debe más a la inclusión de nuevas líneas 4G (3,88 millones) que a la migración de tecnologías como la 3G (1,33 millones)”, lo cual indica que en Colombia se está acelerando la inclusión digital al Internet móvil y la disminución de la brecha digital, se puede decir que estando a menos de un año de lo planteado se encuentra a 3 millones de lograr la meta de 27 millones de redes 4G en el país.

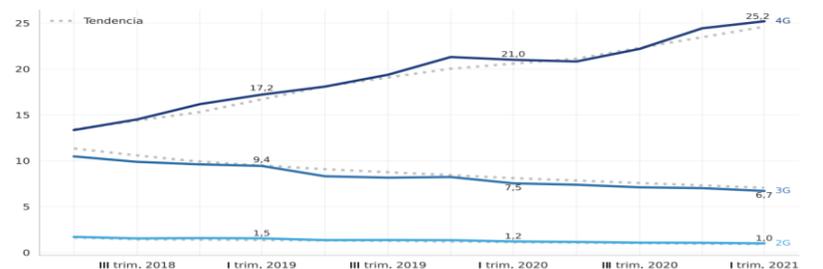
**Figura 14.**  
Crecimiento de las conexiones 4G.



Fuente: Colombia TIC, 2020.

En el boletín trimestral de las TIC publicado en Julio del año 2021 se indica que “al término del primer trimestre de 2021, la principal tecnología de acceso a Internet móvil fue 4G con 25,2 millones de accesos; seguida por la tecnología 3G, con 6,7 millones y la tecnología 2G, con 1,0 millones, como se refleja en la **Figura 15**. Accesos a internet móvil según tecnología”.

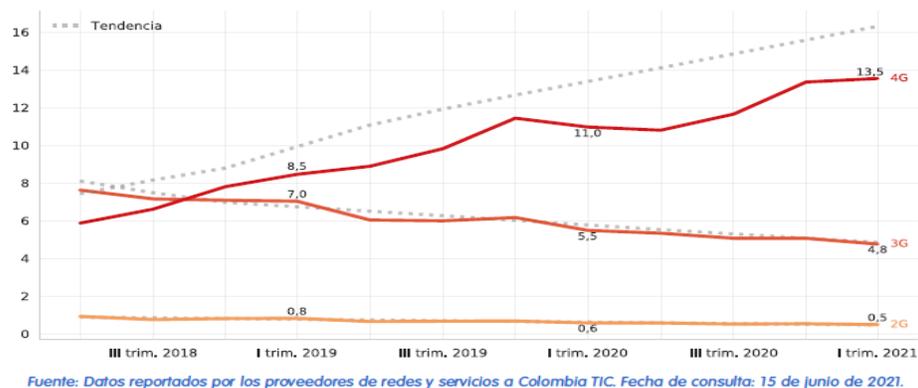
**Figura 15.**  
Accesos a internet móvil según tecnología. Fuente: MinTic (Marzo 2021).



Fuente: Colombia MinTic, 2021.

Cabe resaltar que esta cifra se descompone de dos tipos de servicio, por demanda y suscripción donde cada uno de ellos aportan a las cifras generales de acceso por los diversos tipos de tecnología.

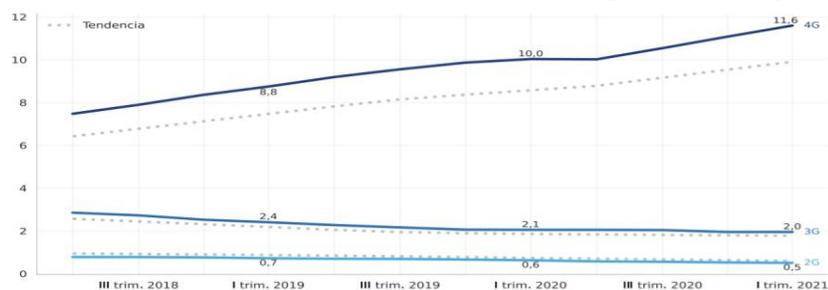
**Figura 16.**  
Accesos por demanda a internet móvil según tecnología.



Fuente: Colombia MinTic, 2021.

En el análisis de accesos por demanda tenemos que la tecnología móvil 4G con 13,5 millones de accesos; luego se encuentra la tecnología 3G, con 4,8 millones de accesos, esto se puede observar en la **Figura 16**. Accesos por demanda a internet móvil según tecnología.

**Figura 17.**  
Accesos por suscripción a Internet móvil según tecnología (millones).



Fuente: Colombia MinTic, 2021.

En la **Figura 17: Accesos por suscripción a Internet móvil según tecnología** (millones). Fuente: MinTic, Para los accesos por suscripción a Internet móvil según el tipo de tecnología se indica que muestra que la principal tecnología de mayor acceso a Internet móvil por suscripción ha sido la 4G, con alrededor de 11,6 millones de accesos, mientras que, por el otro lado las tecnologías 3G y 2G cuentan con 2,0 millones y 500.000 de accesos respectivamente.

### **Estado actual a marzo 2021 de la brecha digital en Colombia**

La tecnología como fuente de progreso y apertura de nuevas oportunidades para todos los colombianos se debe garantizar su acceso y uso, por esto en agosto del 2021 el gobierno nacional sancionó la Ley 2108 que declaró a Internet como servicio público esencial y universal, esto es un avance en alcanzar disminuir la brecha digital en el país y adicional se garantiza que se continúe con el servicio en situaciones de emergencia realizando continuamente mantenimiento, instalación y mejoras por parte de los operadores.

Lo anterior es soportado por lo que indica la ministra TIC Karen Abudinen “Este es un paso histórico en el camino por seguir construyendo la Colombia digital, capaz de reducir la brecha y aumentar las oportunidades de progreso y desarrollo para miles de colombianos que hoy habitan en las zonas rurales más apartadas, acercándonos más rápidamente al 70 por ciento de conectividad antes de agosto de 2022”.

Según cifras del Ministerio, actualmente cerca de 10 millones de usuarios que acceden a Internet móvil lo hacen a través de las dos tecnologías más antiguas y de

peor desempeño comparativo (2G y 3G), lo que "genera una brecha digital que puede aumentar y que tiene un impacto directo en la calidad de vida de los habitantes" (2022).

Según el boletín informativo del portal MINTIC (25 de abril de 2020), "en Colombia hay 11 millones de personas que viven en el área rural, de los cuales 4 millones lo hacen en condición de pobreza. En cuanto al acceso a Internet, solo uno de cada 6 hogares de zonas rurales cuenta con la posibilidad de usar el servicio. Existe una notable brecha entre la conectividad rural y la urbana porque mientras la mayoría de las cabeceras municipales del territorio nacional tienen acceso a 4G, en las zonas rurales no superan el 10% de cobertura.

**Figura 18.**  
Cobertura 4G en Colombia.



Fuente MinTic, 2021.

Como se muestra en la Figura 18. Cobertura 4G en Colombia, se observa que aún existen zonas sin amplia cobertura 4G en departamentos como Vichada, Guainía, Vaupés y Amazonas, generando una brecha digital en estos departamentos del país.

A marzo de 2021 un número aproximado de 34,3 millones de personas en Colombia aún no cuentan con acceso a internet en sus dispositivos móviles y unos 9,5 millones de usuarios quienes cuentan con una conexión móvil estas son en redes de segunda y tercera generación.

### **Objetivos y avances logrados actualmente de acuerdo al plan de transición en Colombia**

Con respecto a los objetivos establecidos en el plan se observan los siguientes resultados:

En cuanto al objetivo general del plan: “Modernizar el ecosistema del servicio móvil en Colombia e incrementar la penetración de la conectividad a Internet móvil de banda ancha de manera que para el año 2022 se alcancen 27 millones de conexiones a Internet móvil 4G”, se detecta que el plan va en buen camino ya que aproximadamente cuenta con 24,3 millones de conexiones a Internet a marzo de 2021 donde aún falta más de 1 año para la terminación del mismo con lo cual se evidencia que están cerca de cumplir con la meta en cuanto a cantidad de conexiones.

En los objetivos específicos se observa que en el aspecto de fomentar la masificación del acceso de la población de bajos ingresos, con énfasis en zonas rurales, a Internet móvil de banda ancha, aun falta mucho ya que la mayor cantidad de nuevas

conexiones se han dado en las zonas urbanas del país y la brecha digital sigue siendo muy amplia en cuanto a conectividad en las zonas rurales y en departamentos alejados como lo son Vichada, Guainía, Vaupés y Amazonas, permaneciendo aún la brecha digital.

De acuerdo con cifras del MinTIC “al primer trimestre de 2019 (1T19) había 8,8 millones de líneas 4G por suscripción, que representan el 74% de esta modalidad de acceso. En el mismo periodo del año anterior (1T18) había 7,1 millones de líneas 4G, para una participación de 66%”(2019).

Esta cifra muestra un avance importante en el camino de lograr una penetración importante de los usuarios hacia redes donde se evidencia que el aumento de cobertura en redes 4G se ha presentado en su mayoría en los territorios urbanos del país y es ahí donde se observa que la brecha digital en cuanto se refiere a las zonas rurales no ha mejorado y las brechas de conexión existentes en aquellos lugares apartados no ha tenido la evolución esperada es allí donde toma más importancia ya que en la actualidad con la demanda de trabajos en casa y educación a distancia se requiere una inclusión mayor para estas zonas y lograr realizar estas labores con tecnologías de mayor seguridad, capacidad y velocidad.

A marzo de 2021 un número aproximado de 34,3 millones de personas en Colombia aún no cuentan con acceso a internet en sus dispositivos móviles y unos 9,5 millones de usuarios quienes cuentan con una conexión móvil estas son en redes de segunda y tercera generación.

El porcentaje de registro promedio en la red 4G fue de 70,9%, lo que representa un crecimiento de 11 puntos porcentuales con respecto a 2019 y 12 puntos porcentuales en relación con 2018.

La información suministrada por la CRC indica que para diciembre de 2020 el país tuvo un avance significativo en la red 4G, sin embargo, algunos países ya están utilizando la red 5G.

En la actualidad, Claro tiene cobertura 4G en 1.088 municipios en los 32 departamentos de Colombia, el doble de su siguiente competidor, y con sus tecnologías móviles está presente en el 99,6% del territorio nacional, completando 8.971 estaciones base en todos los departamentos.

En cuanto a la medición de los servicios prestados, como se evidencia en la figura Experiencia móvil en Colombia (**Figura 19**), la mayor disponibilidad en cobertura 4G hasta el año 2020 la lidera Claro, seguido de Tigo y Movistar respectivamente.

El porcentaje de registro promedio en la red 4G fue de 70,9%, lo que representa un crecimiento de 11 puntos porcentuales con respecto a 2019 y 12 puntos porcentuales en relación con 2018.

La información suministrada por la CRC indica que para diciembre de 2020 el país tuvo un avance significativo en la red 4G, sin embargo, algunos países ya están utilizando la red 5G.

Figura 19.

## Experiencia móvil en Colombia.



Fuente: OpenSignal, Diario LR, 2020

En la actualidad, Claro tiene cobertura 4G en 1.088 municipios en los 32 departamentos de Colombia, el doble de su siguiente competidor, y con sus tecnologías móviles está presente en el 99,6% del territorio nacional, completando 8.971 estaciones base en todos los departamentos.

### Aprendizaje de la red 4G para implementación de 5G

Luego que en el año 2020 se comunicará el Plan Marco de Asignación de Permisos de Uso del Espectro el cual permite que las transformaciones que requiere el

uso de redes de mayor calidad y el uso más eficiente del espectro permita un mejor servicio de red a los usuarios en Colombia.

Simultáneamente se han iniciado acciones para el desarrollo de pruebas técnicas de las redes 5G en Colombia, donde según el informe del MinTic en Enero de 2021 indica que: “se han otorgado permisos a seis empresas que desde julio están realizando pilotos en Bogotá, Medellín, Cali, Barrancabermeja y Tolú, en 42 puntos estratégicos, que permitirán validar e identificar las oportunidades de negocio y emprendimiento con el despliegue de esta tecnología móvil.

De igual manera, en septiembre del 2020 el MinTIC publicó un informe con las manifestaciones de interés de los operadores en adquirir nuevo espectro para el despliegue 5G en Colombia. Las frecuencias de espectro radioeléctrico disponibles y en las que los interesados manifestaron su interés para la provisión de servicios móviles terrestres fueron las bandas de 700, 1900, 2500 y 3500 Megahercios (MHz)”.

Colombia hace esfuerzos para avanzar en esta tecnología ya que hace parte de la llamada cuarta revolución industrial que le permite integrar todos los servicios a una red confiable y con la suficiente autonomía de calidad, seguridad y servicio.

## Conclusiones

La evolución de Colombia en marzo del 2021 muestra que los operadores Claro (82%) y Tigo (80,2%), superaron la marca de 80% en la métrica de disponibilidad de la red 4G, lo que significa que los usuarios en ambas redes pudieron conectarse a los servicios de esta tecnología más de 80%.

En Colombia se encuentra un avance importante en cuanto a disponibilidad, ligado a un mejor servicio ofrecido en experiencia de cobertura, velocidad, servicios de voz, video y *streaming* de mayor calidad en comparación con las redes 2g y 3G pero aún no es suficiente para alcanzar los logros propuestos en el plan de transición el cual es importante recordar sigue en curso, donde se continúan muchas dificultades en diversas regiones alejadas para completar la cobertura esperada.

Teniendo en cuenta que la cobertura de la red 4G se evidencia principalmente en las ciudades principales donde en un gran porcentaje ya cuenta con conexión 4G y se encuentra en proceso el paso a 5G, aunque en los municipios intermedios y alejados de las cabeceras se sigue predominando el uso de la red 3G en mayor porcentaje e inclusive también 2G. Se hace necesario que los esfuerzos se enfoquen en aumentar la infraestructura en las poblaciones intermedias y lejanas que permita que este gran número de personas sin conexión y las que aún no cuentan con servicio 4G se logren sumar a las regiones principales, esto va acompañado con la actualización de los dispositivos por unos de mayor tecnología que soporta la red 4G y donde se pueda disfrutar de los beneficios.

Teniendo en cuenta los eventos presentados con la pandemia del Covid 19 y sus efectos generaron la necesidad de conexiones más estables, con mayor calidad que permitieran soportar servicios de conexión a streaming, videoconferencias y conexiones simultaneas lo que aceleró en cierta medida la adopción y aceptación por parte de los usuarios a migrar a redes 4G y a los operadores a trabajar rápidamente para suplir esta demanda y avanzar en el plan trazado, como la mayor demanda surgía de las ciudades se enfocó en ampliar la cobertura dejando relegadas algunas zona donde la logística e infraestructura se demora un poco más en implementar. Por este, aunque se nota un avance en el porcentaje de uso de tecnología 4G se concentra en su mayoría en zonas principales quedando un trabajo importante en complementar en las zonas rurales apoyado con campañas de conocimiento que integren el conocimiento de las ventajas que se obtiene junto con una disposición de los dispositivos utilizados actualmente en estas poblaciones.

Durante la investigación se refleja que, aunque se ha presentado un aumento en el 2019 identificado como el más alto en toda su historia en nuevas líneas de Internet móvil 4G, con un incremento de 5,22 millones, alcanzando así cerca de 21 millones de líneas en esta tecnología, es decir que para cumplir con la meta de 27 millones al año 2022, faltaría un total de 6 millones de nuevas conexiones es muy poco para la disminución de la brecha del país en cuanto a conexión ya que se ha enfocado en las ciudades y con miras al inicio del desarrollo de la nueva red 5G sin completar de manera satisfactoria el paso a la red 4G.

## Bibliografía

Beltran, Albina. (2012). Análisis de tecnología 4G para su implementación.

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/13885/EG-1229-%20Beltr%C3%A1n%20Quispe%2C%20Albina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Brecha, Cero. (2021). 4G se consolida en Colombia como la tecnología móvil dominante.

<https://brechacero.com/4g-se-consolida-en-colombia-como-la-tecnologia-movil-dominante/>

Claro. (2021). Mapa de cobertura de la señal móvil de Claro en Colombia.

<https://www.claro.com.co/personas/soporte/mapas-de-cobertura/>

Crcom, (2021). Hoja ruta moderniza redes móviles.

[https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/Hoja%20ruta%20moderniza%20redes%20moviles\(2\).pdf](https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/Hoja%20ruta%20moderniza%20redes%20moviles(2).pdf)

Espectador, E. (2021). Listo para comentarios el plan del gobierno para la transición hacia nuevas tecnologías.

<https://www.elespectador.com/economia/listo-para-comentarios-el-plan-del-gobierno-para-la-transicion-hacia-nuevas-tecnologias-article-911067/>

Guevara, Fabian A. Comparativo entre la tecnología de redes 4G y 5G y los beneficios de su implementación en Colombia. (2021).

<https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/189/COMPARATIVO%20ENTRE%20LA%20TECNOLOG%c3%8dA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

La República.S.A.S., E. (2021). Claro y Tigo lideran la experiencia de los usuarios en redes de cuarta generación.

<https://www.larepublica.co/empresas/claro-y-tigo-lideran-la-experiencia-de-los-usuarios-en-redes-de-cuarta-generacion-3032119>

La República. (2021). La transición hacia las redes de tecnología 4G en el país se concretaría hasta 2022.

<https://www.larepublica.co/empresas/la-transicion-hacia-las-redes-de-tecnologia-4g-en-el-pais-se-concretaria-hasta-2022-3022425>

Mintic,Avances en conectividad.(2021).

[https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-135721\\_Informe\\_.pdf](https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-135721_Informe_.pdf)

Mintic. (2021). El nuevo plan de gobierno para conectar a las zonas rurales.

<https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/MinTIC-en-los-Medios/135808:El-nuevo-plan-del-Gobierno-para-conectar-a-las-zonas-rurales>

Mintic. (2021). La transición hacia las redes de tecnología 4G en el país se concretaría hasta 2022.

<https://www.larepublica.co/empresas/la-transicion-hacia-las-redes-de-tecnologia-4g-en-el-pais-se-concretaria-hasta-2022-3022425>

Núñez, S. (2021). Redes 4G Y 5G.

[https://issuu.com/sebastiannunez52/docs/tesis\\_t905ec](https://issuu.com/sebastiannunez52/docs/tesis_t905ec)

Opensignal, Mapa de cobertura de la señal móvil de Claro en Colombia. (2021).

<https://www.claro.com.co/personas/soporte/mapas-de-cobertura/>

Roman, Ignacio. (2019). ¿Cómo está la conectividad 4G en Colombia y cuánto le hace falta al país para adoptar la red 5G?.

<https://revistaempresarial.com/tecnologia/tendencias/como-esta-la-conectividad-4g-en-colombia-y-cuanto-le-hace-falta-al-pais-para-adoptar-la-red-5g/>

Sanchez, F. (2021). Estudio de prospectiva en el uso de la tecnología 5g en colombia al 2025. Usta.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9217/PuertoLorena2017.pdf?sequence=1>

Sepulveda, Sergio. (2021). Posibles Escenarios de Migración de Redes Móviles de 2G y 3G a Cuarta Generación en Colombia

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/13885/EG-1229-%20Beltr%C3%A1n%20Quispe%2C%20Albina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>