



# Plan 5G



El futuro digital es de todos

*Junio de 2019*



## Tabla de Contenido

1.	Introducción.....	4
2.	Contexto.....	6
2.1.	Ventajas .....	6
2.2.	Importancia.....	7
2.3.	Demanda/Oferta .....	8
2.3.1.	Ecosistema Digital.....	8
2.3.2.	Hogares con acceso a Internet y velocidades .....	9
2.3.3.	Ecosistema de terminales móviles.....	11
3.	Antecedentes.....	18
3.1.	Análisis Nacional marco normativo .....	18
3.1.1.	Sector TIC .....	18
3.1.2.	Protección de los usuarios.....	19
3.1.3.	Despliegue de Infraestructura.....	20
3.2.	Tendencias Internacionales Planes 5G .....	21
3.2.1.	Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT.....	21
3.2.2.	Organización para la cooperación y el desarrollo económicos – OCDE.....	22
3.2.3.	Unión Europea .....	23
3.2.4.	Reino Unido .....	24
3.2.5.	España .....	26
3.2.6.	Alemania .....	27
3.2.7.	Estados unidos .....	29
3.2.8.	Brasil.....	30
3.2.9.	Chile.....	31
3.2.10.	México.....	31
3.3.	Espectro 5G .....	33
3.3.1.	Bandas inferiores a 1 GHz.....	33
3.3.2.	Bandas entre 1 GHz y 6 GHz .....	34
3.3.3.	Bandas por encima de 6 GHz.....	34



3.3.4.	Subastas realizadas de espectro para servicios 5G .....	35
3.4.	Seguridad y privacidad .....	36
3.4.1.	Colombia .....	36
3.4.2.	Unión Europea .....	37
3.5.	Riesgos y amenazas desde el punto de vista del servicio .....	37
4.	¿Transición 4G-5G? .....	38
5.	Tecnologías emergentes .....	41
5.1.	Big Data e IoT .....	41
5.2.	Inteligencia artificial (Machine learning) y ciudades inteligentes (Smart cities) .....	43
6.	Identificación de retos .....	46
7.	Definición del Plan 5G .....	48
7.1.	Objetivo General .....	48
7.2.	Objetivos Específicos .....	48
7.3.	Plan de Acción .....	48
7.3.1.	Identificar los retos que requieran posibles medidas regulatorias, normativas o técnicas vinculadas al despliegue de 5G .....	48
7.3.2.	Promover el despliegue de redes 5G para asumir la demanda y características de nuevos servicios .....	49
7.3.3.	Promover la actualización y simplificación del marco normativo y regulatorio para el adecuado despliegue de 5G. ....	51
7.3.4.	Identificar los lineamientos de seguridad digital para los nuevos servicios 5G .....	51
7.3.5.	Pilotos 5G .....	52
7.3.6.	Cronograma – Grandes Hitos .....	54
	Bibliografía .....	55
	Anexo 1. ....	58



## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Evolución tecnológica servicios móviles .....	6
Gráfica 2. Principales características de las redes 5G .....	7
Gráfica 3. Ecosistema Digital .....	9
Gráfica 4 Porcentaje de Hogares - Tenencia de Internet, Teléfono Celular .....	10
Gráfica 5 Evolución de tráfico, conexiones y dispositivos .....	10
Gráfica 6 Suscriptores Telefonía Móvil y Conexiones SIM .....	11
Gráfica 7 Evolución Equipos terminales .....	12
Gráfica 8. Suscriptores 5G en el Mundo .....	13
Gráfica 9 Suscriptores 5G en Latinoamérica .....	13
Gráfica 10 Accesos internet móvil 3G y 4G .....	14
Gráfica 11 Conexiones por Tecnología .....	14
Gráfica 12 Conexiones de internet de banda ancha y participación por tipo de acceso .....	15
Gráfica 13 Total Equipos Terminales Móviles Homologados por bandas certificadas .....	15
Gráfica 14. Ranking Global de venta de Smartphones.....	16
Gráfica 15 Porcentaje Mercado Global 2017-2018.....	17
Gráfica 16 Principales fabricantes 5G .....	17
Gráfica 17 . Relación cobertura - Capacidad - Bandas de frecuencias 5G .....	33
Gráfica 18. Densificación de celdas 5G. ....	40
Gráfica 19. Conexiones en Latinoamérica por tecnología.....	41
Gráfica 20. Requerimientos de ancho de banda y latencia para múltiples aplicaciones .....	44
Gráfica 21. Retos 5G.....	46
Gráfica 22 . Cronograma Plan 5G.....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Velocidades requeridas para uso de servicios tecnológicos .....	11
Tabla 2. Resumen de tendencias internacionales planes 5G .....	32
Tabla 3. Subastas realizadas .....	35



## 1. Introducción

La Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT ha destacado las redes 5G y la inteligencia artificial (IA) como campos de innovación imprescindibles para la creación de sociedades más inteligentes. 5G integra la próxima generación de normas móviles y trae consigo la promesa de mejorar la experiencia de los usuarios finales, ofreciéndoles nuevas aplicaciones y servicios capaces de alcanzar velocidades de varios gigabits, así como de incrementar significativamente la calidad de funcionamiento y la fiabilidad. Cabe prever una mejora de las redes 5G a través de la IA, que dará sentido a los datos, gestionará y orquestará los recursos de red y dotará de inteligencia a los sistemas conectados y autónomos.

A tal efecto, la UIT está desarrollando las "IMT para 2020 y años posteriores", sentando así las bases para una serie de trabajos de investigación en 5G emprendidos a escala mundial. La UIT también ha creado el Grupo Temático sobre aprendizaje automático para redes futuras, incluyendo 5G (FG ML5G)<sup>1</sup>, cuyo mandato consiste en estudiar casos de uso, servicios, requisitos, interfaces, protocolos, algoritmos, arquitecturas de red conscientes del aprendizaje automático y formatos de datos. (UIT, 2018)

El presente documento se estructura como sigue:

- En la sección 2 se examina el contexto existente detrás de 5G, las ventajas, la importancia de su despliegue, así como la demanda y oferta tanto de servicios como del ecosistema de terminales.
- En la sección 3 se hace una revisión de los antecedentes, teniendo en cuenta el marco normativo actual, tanto del sector TIC como de protección de usuarios, así como del despliegue de infraestructura. Asimismo, se hace una revisión de las tendencias internacionales en la expedición de planes 5G en las diferentes regiones, al igual que en seguridad y privacidad digital. En esta misma sección se hace un recuento del espectro nuevo y armonizado para servicios móviles, el cual es esencial para asegurar que los servicios 5G puedan cumplir con las expectativas y materializar el potencial completo de esta tecnología a futuro.
- En la sección 4 se analizan las estrategias de una posible transición de las redes de 4G a 5G.
- En la sección 5 se realiza una descripción de las tecnologías emergentes y casos de uso, que gracias a las características que trae consigo 5G, pueden ser explotadas en su máximo potencial.
- En la sección 6, se describen los principales retos identificados al despliegue de redes 5G en Colombia, en términos de Regulación, Política y de Gestión de Espectro.
- En la sección 7 se establece el objetivo general así como los objetivos específicos, los cuales fueron identificados al utilizar el método del árbol del problema. Adicionalmente, se establecen las estrategias y las líneas de acción necesarias para la implementación de 5G en Colombia, haciendo énfasis especial en la descripción general del piloto relacionado en la línea acción 1.1.

---

<sup>1</sup> Véase: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ml5g/Pages/default.aspx>.

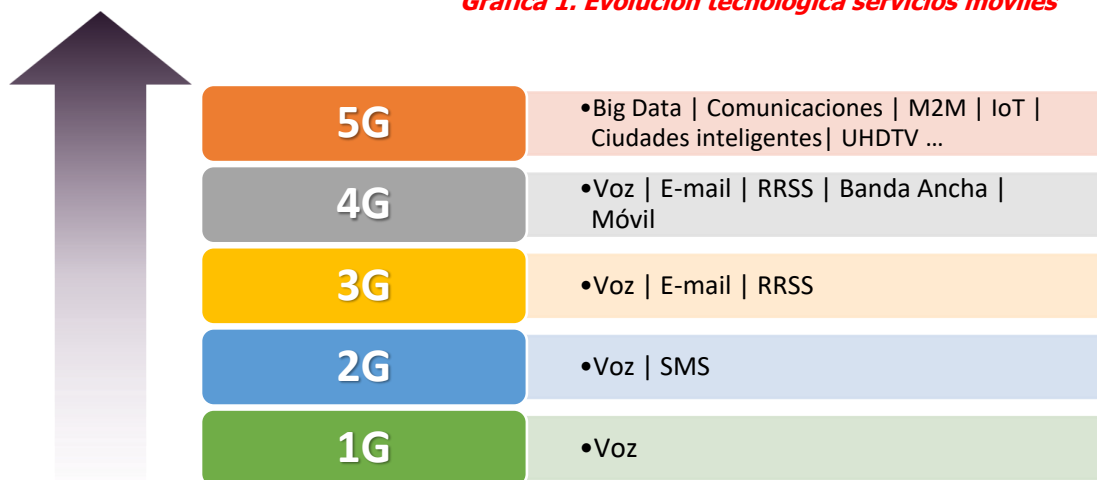


se cierra el capítulo con una descripción gráfica del cronograma propuesto para la implementación y ejecución del presente plan.

## 2. Contexto

Para empezar a hablar de 5G, primero hay que resaltar que éste es un proceso evolutivo de generaciones de redes móviles 1G, 2G, 3G y 4G, que busca como en las anteriores generaciones una oportunidad de ampliar las capacidades de las redes, maximizar la conectividad, hacer realidad la automatización inteligente, entre otras funcionalidades. Lo anterior, enfocado en los usuarios, proporcionando altas velocidades y mejor calidad de servicio. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa un ejemplo gráfico de la evolución de la tecnología móvil.

**Gráfica 1. Evolución tecnológica servicios móviles**



Fuente: Elaboración propia.

Alineado con lo anterior se resalta que los organismos internacionales referentes en esta materia, continúan adelantando los estudios para definir los estándares que soportarán 5G. La Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT considera que los estándares definitivos solo se acordarán hasta finales de 2019 y se espera que el despliegue comercial de redes comience en el 2020.

Es así que para este capítulo se desarrollan las ventajas y la importancia que desde la literatura se espera que el despliegue de 5G brinde a las administraciones que le apuesten a proveer e impulsar esta tecnología entre sus ciudadanos.

### 2.1. Ventajas

Frente al estándar 5G, se pueden plantear beneficios en términos de velocidades de conexión a internet con máximos teóricos de hasta 20 Gbps en bajada y 10 Gbps en subida, reduciendo los tiempos de descarga hasta en un 80% en comparación con redes 4G LTE, y una expansión del

número de conexiones, soportadas a una mayor densidad de dispositivos conectados por kilómetro cuadrado. (UIT, 2018)

**Gráfica 2. Principales características de las redes 5G**



Fuente: Elaboración propia.

Una de las características más esperadas de las redes 5G, es la *baja latencia* (tiempos de reacción más rápidos), *alta disponibilidad* (capacidad del sistema para ofrecer un servicio activo durante un alto porcentaje de un tiempo definido) y *fiabilidad* en las comunicaciones (la probabilidad que un equipo o sistema opere sin fallos durante un tiempo determinado). Es así que, con 5G se facilitará la implementación y el aprovechamiento de tecnologías emergentes como el Internet de las cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA), y se facilitará el desarrollo de proyectos de ciudades inteligentes, vehículos autónomos, entre otros.

De los estudios realizados en esta materia se ha evidenciado que 5G, más que ventajas para el sector de las telecomunicaciones, traerá beneficios a todos los sectores que involucran las actividades cotidianas del ser humano, permitiendo que nuevos productos se democratizen y surja una nueva gama de servicios y aplicaciones en sectores relacionados con la energía, el transporte, la seguridad y defensa, etc.

De igual forma, 5G permitirá la innovación y el despliegue con sensores de precisión que beneficiaran la agricultura, la salud y sanidad (con lo cual se podrá llevar a cabo cirugías remotas), los servicios financieros, las aplicaciones para el entretenimiento y el sector turístico.

## 2.2. Importancia

5G será el componente tecnológico vital en la transformación digital de la sociedad y de la economía de los países durante los próximos años. El potencial de 5G es tan disruptivo, al punto que algunas personas lo han llamado la cuarta revolución industrial. Por ello, para el éxito en la introducción de esta nueva tecnología, no solo es necesario la propia evolución de las infraestructuras y las redes de telecomunicaciones, sino que debe desarrollarse todo un ecosistema de plataformas, servicios y contenidos 5G a través de la innovación y el emprendimiento.





Por esta razón, es tan importante que Colombia tenga un sector TIC fortalecido y dinámico que llegue a todos sus habitantes. Así vamos cumpliendo cada uno de los 3 ejes de la política de Gobierno en términos de Legalidad, Equidad y Emprendimiento.

El Departamento Nacional de Planeación, realizó un análisis del impacto que podrían tener incrementos en la penetración de Internet, con una adecuada calidad del servicio (es decir, con velocidades mínimas de descarga de 10 Mbps), sobre la desigualdad de ingresos en Colombia, medido con el índice GINI. (DNP, 2018)

Una de las más importantes conclusiones del estudio del DNP, es que el incremento de 50 puntos porcentuales en la penetración de Internet para los quintiles de ingresos 1 y 2, puede generar reducciones en el índice GINI entre 0,30% y 1,26%. Estos valores son bajos, pero significativos pues se traduce en una disminución de la desigualdad de ingresos y lo cual contribuye a cerrar las brechas sociales.

Es pertinente resaltar que la calidad del servicio a la que pueden tener acceso los hogares de menores ingresos usualmente es de menor velocidad que aquellos de estratos altos. ¿Qué ocurre entonces? La penetración a Internet tiene altos efectos para disminuir la desigualdad de ingresos, en especial si son saltos grandes de cobertura, pero estos efectos pueden ser borrados si la velocidad y los servicios a los que esta permite acceder siguen siendo desiguales por nivel socioeconómico. Esto implica un doble reto: masificar acceso y la calidad.

Con una Colombia conectada a 5G, se podrá mejorar la competitividad y la productividad de las regiones, y generar más empleo. Esto tendrá impactos importantes en la reactivación de la economía, en la reducción de la desigualdad y dejará al país con unas bases sólidas para el adecuado desarrollo de la Cuarta Revolución Industrial.

## 2.3. Demanda/Oferta

### 2.3.1. Ecosistema Digital

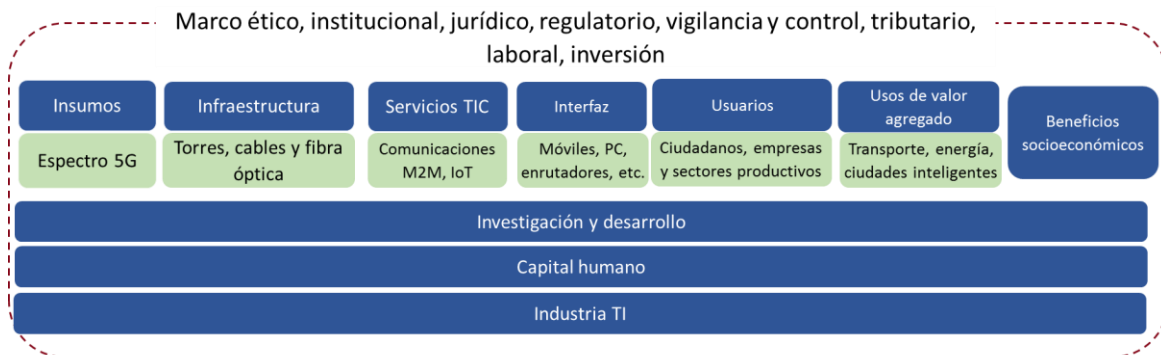
Haciendo una analogía de la cadena de valor de la tecnología 5G en el ecosistema digital (Gráfica 3), se puede encontrar dentro de cada componente a modo de ejemplo lo siguiente:

- **Insumos:** Dentro de los insumos más importante para prestar servicios de 5G está el espectro radioeléctrico, tema que se detalla en la sección 3.3 de este documento.
- **Infraestructura:** Componentes físicos de las redes a través de los cuales se soportan los servicios que permiten 5G, esto incluye, torres, cables y fibra óptica, entre otros.
- **Servicios TIC:** Servicios prestados a través de infraestructura de 5G, donde por una parte estará la convergencia de servicios fijos, y por otra permitirá la incursión de servicios como Big Data, comunicaciones M2M, IoT, que requieran alta disponibilidad y baja latencia como vehículos autónomos, etc.



- **Interfaz:** Aparatos y dispositivos mediante los cuales los usuarios acceden a los diferentes servicios que sobre las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones se pueden ofrecer.

**Gráfica 3. Ecosistema Digital**



Fuente: DNP (2018)

A continuación en la cadena de valor se encuentran los usuarios que pueden ser personas o entidades que acceden a los servicios que permitirá desplegar la tecnología 5G. En donde encontramos que no solo ciudadanos, sino también a empresas y sectores productivos.

Por usos de valor agregado se entienden aquellos usos de los servicios 5G que generan un valor económico adicional al esperado. Estos usos son formas novedosas de utilizar los servicios 5G para mejorar procesos y facilitar actividades que, de no hacerse con el componente digital, serían menos eficientes, tales como el transporte, distribución de energía, ciudades inteligentes etc.

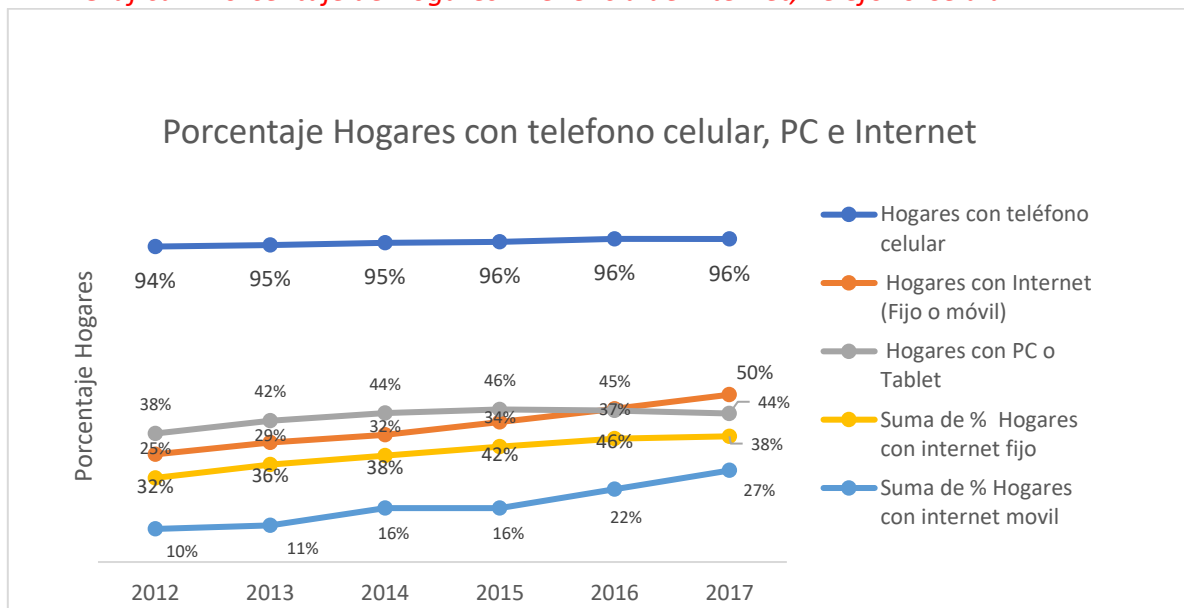
Como último eslabón de la cadena se encuentran los beneficios socioeconómicos derivados de la activación de toda la cadena de valor del ecosistema digital. Si bien, los beneficios económicos reales de 5G para cada país variarán según sus necesidades, estructura del mercado, avance de la infraestructura digital existente y la disponibilidad económica para infraestructura (UIT, 2018), la Comisión Europea (CE) estima beneficios de 113,1 mil millones de euros anuales derivados de la introducción de capacidades 5G, y la creación de 2,3 millones de empleos. De igual forma, espera que la mayoría de los beneficios se generen en áreas urbanas, ya que solo el 8% de los beneficios (EUR 10 mil millones por año) se realizarán en áreas rurales. (European Commission, 2016)

### 2.3.2. Hogares con acceso a Internet y velocidades

El 50% de los hogares colombianos cuentan con acceso a internet (fijo y/o móvil), con una tasa de crecimiento del 78 % entre los años 2012 y 2017. Por su parte, la tenencia de dispositivos móviles ha incrementado un 17% en los últimos cinco años. En cuanto a los computadores y tablets la tenencia ha incrementado un 13%. En donde a 2017, el 96 % de los hogares colombianos tiene teléfono móvil y 44% contaba con un computador o Tablet. (Gráfica 4)



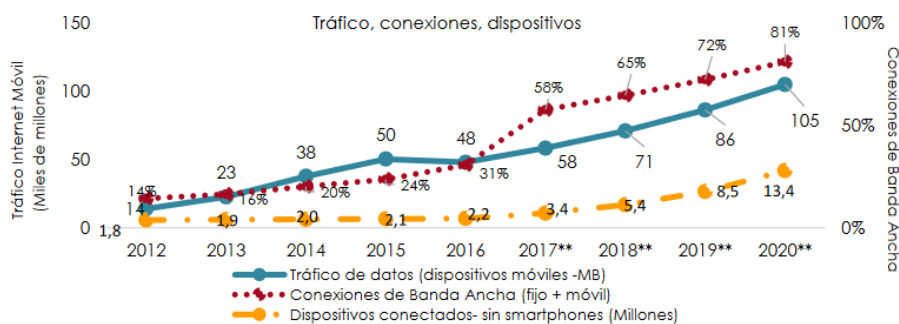
Gráfica 4 Porcentaje de Hogares - Tenencia de Internet, Teléfono Celular



Fuente: Elaboración propia con datos del DANE

Por su parte las perspectivas de crecimiento de tráfico, conexiones y dispositivos conectados en Colombia (Gráfica 5) están aumentando y con un gran potencial de crecimiento llegarán a valores significativos en 2020.

Gráfica 5 Evolución de tráfico, conexiones y dispositivos



Fuente : MinTIC, DNP, OCDE

No obstante, es importante señalar, que 5G cambiará la forma en que usamos internet, al brindarnos conexión de múltiples dispositivos, necesitando para esto mayores velocidades (Tabla 1) lo que implica un desafío importante en cuanto a la implementación de 5G en el país.

**Tabla 1. Velocidades requeridas para uso de servicios tecnológicos**

Usos	Ancho de banda requerido (Mbps)
Manufactura avanzada	Entre 38 y 74
Preparación para emergencias y seguridad	Entre 6 y 18
Educación y capacitación	Entre 38 y 74
Tecnologías de la salud	Entre 38 y 74
Redes limpias de energía y transporte	Entre 2 y 3
Monitoreo de clima y aviones	Entre 38 y 74
Uso de video interactivo en 3D	Entre 77 y 148

Fuente: Elaboración propia con datos de (CEPAL, 2016)

Es así como el despliegue de 5G potenciará nuevos campos de aplicación y requisitos además de las aplicaciones de la banda ancha móvil existentes para mejorar la calidad de funcionamiento y permitir que el usuario tenga una experiencia homogénea. (UIT, 2015)

### 2.3.3. Ecosistema de terminales móviles

En el mundo las conexiones de equipos terminales móviles superaron los 5.000 millones en 2018, representando el 67% de la población global, además el número de SIM activadas superaron los 7.900 millones, excluyendo IoT, según el último reporte de economía móvil de la GSMA (Gráfica 6). (GSMA, 2019)

**Gráfica 6 Suscriptores Telefonía Móvil y Conexiones SIM**



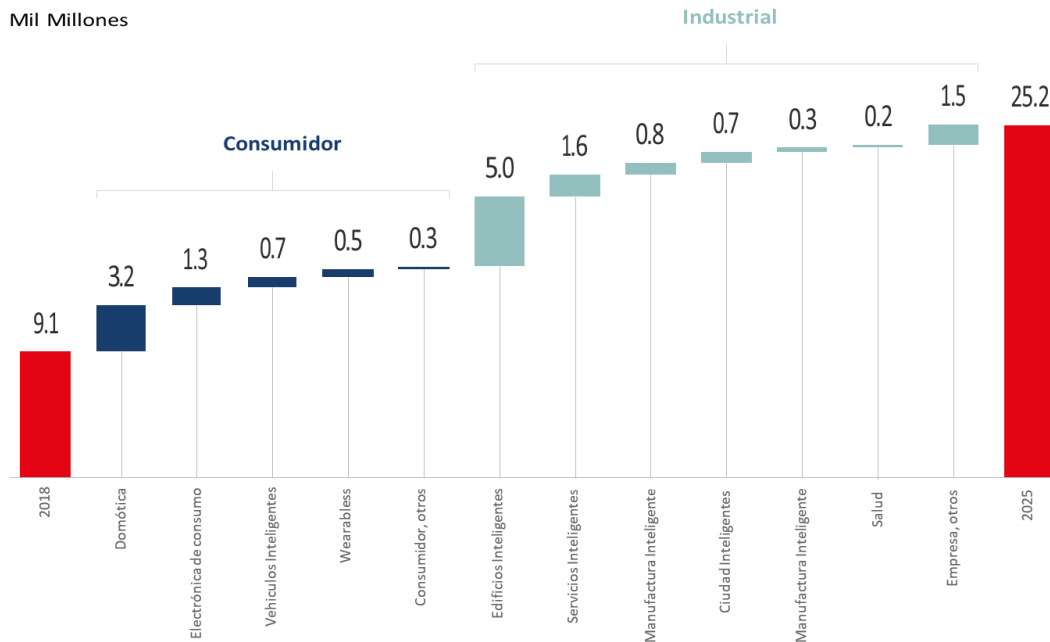
Fuente: The Mobile Economy 2019 - GSMA

Entre las proyecciones de la GSMA, se estima que para 2025 el número de suscriptores a nivel mundial alcance los 5800 millones y el número de SIM conectadas llegue a superar los 9.200 millones, una penetración del 112%. El alto número de SIM usadas se estima debido a que varios equipos terminales móviles podrán incluir 2 o más SIM para conectarse a la red móvil. (GSMA, 2019)



Respecto a los equipos terminales para IoT, el reporte señala que existen 9.100 millones de conexiones en 2018 con una proyección de 25.200 millones para 2025. Entre los cuales se percibirá un crecimiento aproximado de 10.000 millones en sectores industriales y un aproximado de 6.000 millones conexiones para sectores de consumidores finales (Gráfica 7). (GSMA, 2019)

**Gráfica 7 Evolución Equipos terminales**



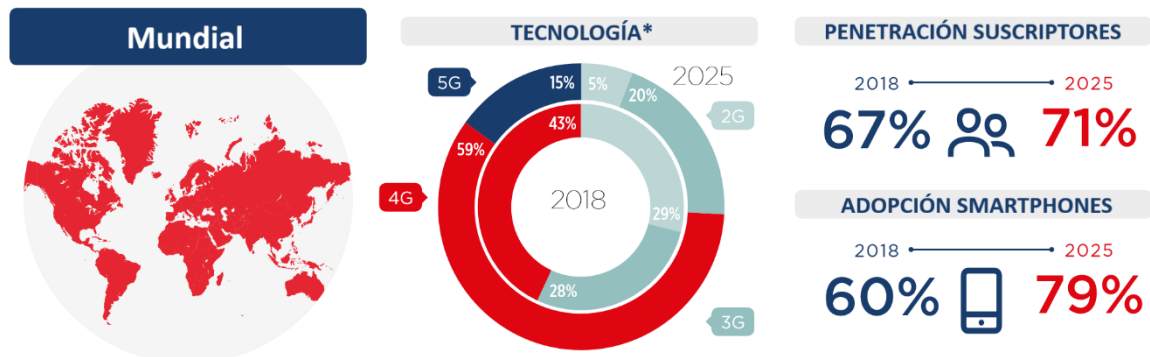
Fuente: The Mobile Economy 2019 - GSMA

El crecimiento de smartphone en el mundo, con tecnología 4G, ha permitido que la conexión de servicios en 4G represente el 43% de las conexiones totales a nivel global. Consolidándose como la tecnología dominante, superando a las conexiones de servicios 2G y 3G, que a 2018 representan un 29% y 28% respectivamente de las conexiones totales. Para tecnología 5G solo hasta abril de 2019 se hicieron los primeros lanzamientos en el mundo, que fueron en Corea del Sur y EEUU, por lo que conexiones de este tipo de servicios aún no se ven reflejados, pero si se estima que su crecimiento sea exponencial, debido a que se prevé abarque en gran número conexiones para IoT. (GSMA, 2019)

Las proyecciones de GSMA para 2025 de tecnologías (excluyendo celular IoT), incluyen una moderada disminución de conexiones 3G de 28% a 20% y una marcada caída de conexiones 2G, respecto a las conexiones de 4G, se estima que este por encima del 59% y que 5G alcance el 15% de conexiones global. (GSMA, 2019)



Gráfica 8. Suscriptores 5G en el Mundo

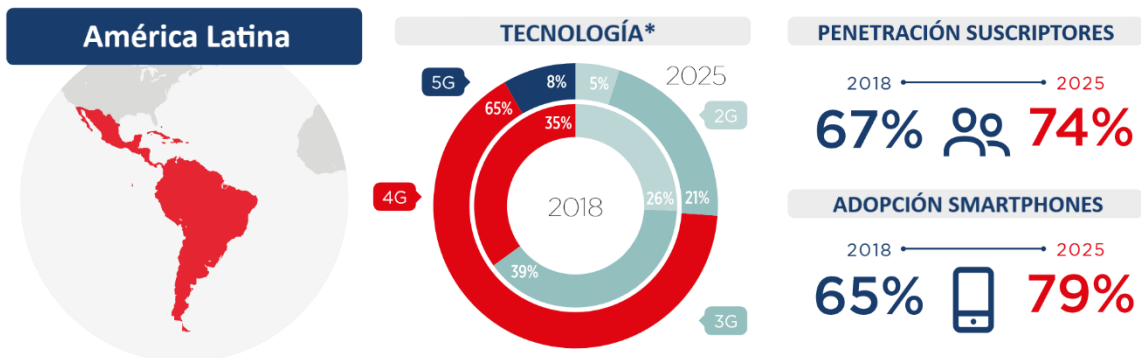


\*% de conexiones móviles excluyendo IoT celular licenciado

Fuente: The Mobile Economy 2019 – GSMA

En Latino América y el Caribe, el dominante, a diferencia del reporte global, son las conexiones 3G con un 39%, pero 4G está muy cerca con 35% de las conexiones, así como 2G con 26%. Se espera que las conexiones 4G alcancen un nivel dominante para 2025, casi que duplicando el porcentaje de 2018. En la misma línea, se estima que la penetración de conexiones de 5G sea baja alrededor del 8%, y exista una disminución significativa de las conexiones 2G como es la tendencia global. Por lo que se espera que la migración se de 2G y 3G a conexiones 4G.

Gráfica 9 Suscriptores 5G en Latinoamérica

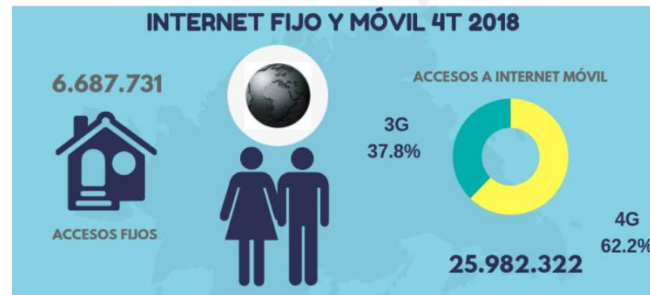


\*% de conexiones móviles excluyendo IoT celular licenciado

Fuente: The Mobile Economy 2019 – GSMA

En Colombia, según el reporte del cuarto trimestre del año 2018 del Boletín del sector TIC publicado por MinTIC, existen alrededor de 26 millones de abonados de internet móvil 3G y 4G por suscripción y demanda, con un 62,2% de conexiones 4G y 37,8% de conexiones 3G. Adicional a lo anterior, Colombia cuenta con 64 millones de líneas de telefonía móvil activas a finales 2018, lo que deriva en un índice de penetración de telefonía móvil de 129,5%. (MinTIC, 2018)

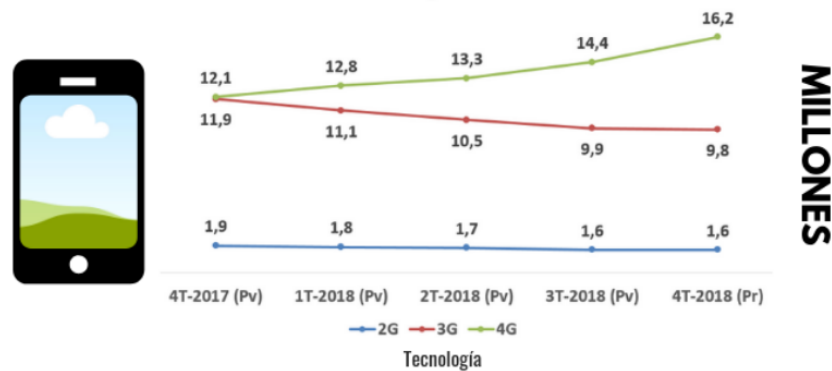
**Gráfica 10 Accesos internet móvil 3G y 4G**



Fuente: Boletín trimestral del sector TIC - MinTIC

En la Gráfica 11, se observa en mayor detalle el número de accesos por tecnología (alrededor de los 28 millones contando los accesos 2G) para los trimestres de 2017 y 2018, se evidencia que el comportamiento en Colombia sigue a la tendencia mundial en cuanto a la disminución de conexiones 3G y un aumento de 4G, pero respecto a conexiones 2G estas se mantienen estables a diferencia de la tendencia a la baja del promedio mundial. En este sentido, 4G cuenta con el 59% de conexiones a comparación del 6 % y 36% de conexiones en 2G y 3G respectivamente.

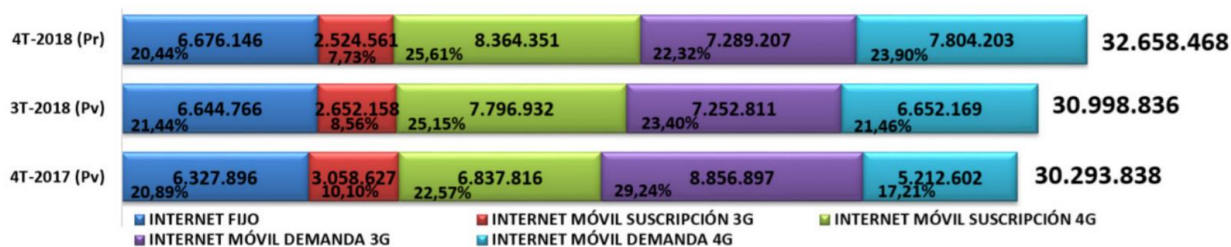
**Gráfica 11 Conexiones por Tecnología**



Fuente: Boletín trimestral del sector TIC - MinTIC

En la Gráfica 12. Se presenta el número de conexiones de internet de banda ancha y participación por tipo de acceso, en donde acceso por suscripción, corresponde al acceso a Internet móvil a través de la contratación de un plan con cargo fijo que se paga de forma periódica, y acceso por demanda, corresponde al acceso a internet móvil sin que medie la contratación de un plan para tal fin. (CRC, 2016)

Gráfica 12 Conexiones de internet de banda ancha y participación por tipo de acceso



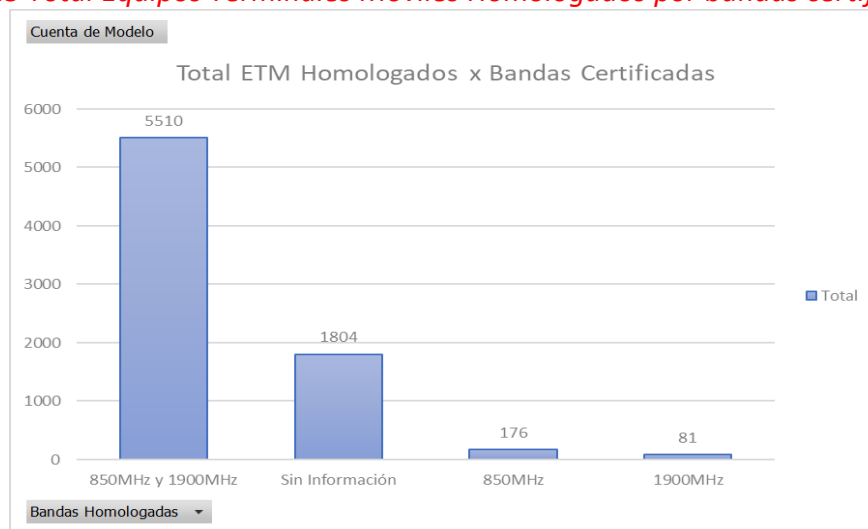
Fuente: Boletín trimestral del sector TIC – MinTIC

### 2.3.3.1. Homologación de equipos Terminales Móviles

Actualmente, en Colombia, la Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC, regula el trámite de homologación de Equipos Terminales Móviles (ETM) para permitir su acceso a la red móvil para el uso de voz, por el cual se certifica en estándar FCC partes 22H y 25E, para las frecuencias 850 MHz y 1900 MHz. Es de aclarar que por el momento no se certifican ni se revisan las bandas LTE (Bandas 4 y 7), tampoco se revisa el uso de datos, solamente de voz.

A partir de los datos publicados en el listado de equipos homologados por la CRC, se puede estimar una cantidad aproximada de los modelos de equipos terminales que funcionan en estas frecuencias actualmente en Colombia, aunque se debe resaltar que dentro de ese número que están certificados para las dos bandas, existen equipos con tecnología 4G. En la Gráfica 13 se observa el número aproximado de modelos de equipos terminales según verificación respecto al funcionamiento en las bandas de frecuencia:

Gráfica 13 Total Equipos Terminales Móviles Homologados por bandas certificadas



Fuente: Elaboración propia basado en información listado de equipos homologados CRC.

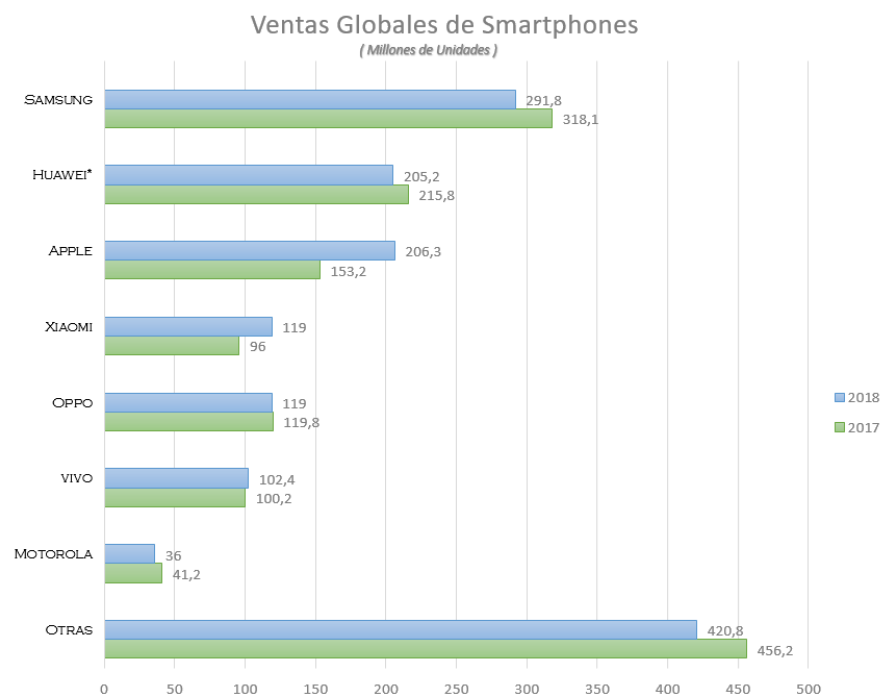




Como se evidencia en la Gráfica 13, 176 modelos (de un modelo se pueden fabricar miles o millones de equipos terminales) solo tendrían la capacidad de conectarse redes (GSM/UMTS/HSDP) en la banda de 850MHz, de igual manera en la banda 1900MHz existe un total de 81 modelos que usarían estas redes (GSM/UMTS/HSDPA). Para los modelos de equipos terminales a los cuales se les certifico el correcto para las 2 Bandas, a través del trámite de homologación, existe un total de 5510 modelos (MinTIC, 2019). En aproximación, si se relacionara en porcentaje de acceso móvil de 4G en Colombia, el número de modelos estaría alrededor de 59% que soporten acceso a 4G de los 7571 modelos certificados.

En el mercado global, según un estudio de Counterpoint Research (Counter Point Research, 2019), se vendieron en 2018 un número aproximado de 1.500 millones de smartphome en el mundo (en equivalencia un 19% de la población mundial), en el que 5 marcas (Samsung, Apple, Huawei, Xiaomi, Oppo) abarcan el 63% del mercado, como se puede evidenciar en el gráfico a continuación (Gráfica 14):

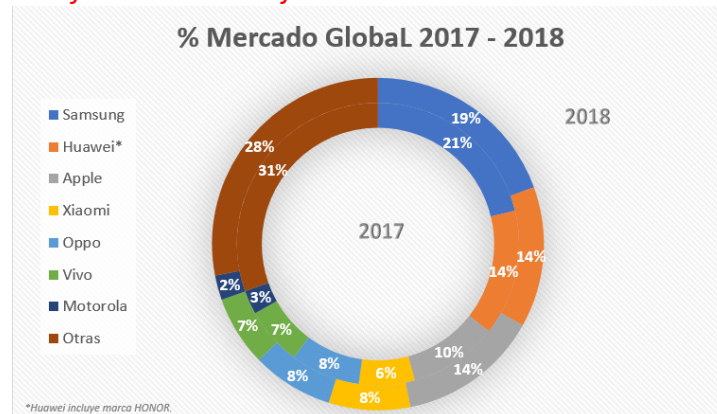
**Gráfica 14. Ranking Global de venta de Smartphones**



\*Huawei incluye marca HONOR.

Fuente: Elaboración Propia / Datos Counterpoint Research

**Gráfica 15 Porcentaje Mercado Global 2017-2018**



Fuente: Elaboración Propia / Datos Counterpoint Research

Samsung con el 19% del mercado y total de 291,8 millones de ventas de smartphone predomina el mercado, seguido por Apple y Huawei con el 14% respectivamente y ventas alrededor de los 200 millones de equipos. (Gráfica 15) (Portafolio, 2018). Un gran porcentaje de nuevos lanzamientos son smartphone con tecnologías 4G, pero ya se han hecho anuncios respecto a lanzamientos de smartphone capaces de soportar tecnologías 5G.

Respecto al mercado de celulares en Colombia, a octubre de 2018, la marca Samsung representaba el 29% del mercado, seguido por Huawei (17,3%), Alcatel (11,6%) LG (4,3%), Nokia (3%), ZTE (2,2%), Apple (2%), y Lenovo (1,6%). (Portafolio, 2018)

A continuación, se relaciona las principales marcas de fabricantes de smartphone respecto a equipos con tecnología 5G (Gráfico 17):

**Gráfica 16 Principales fabricantes 5G**

Fabricante	Equipos 5G	Fabricante	Equipos 5G
SAMSUNG	Samsung Galaxy S10 5G	vivo	No ha anunciado
	No ha anunciado	LG	LG V50 ThinQ 5G
HUAWEI	Huawei Mate X		Moto Z3 con accesorio Moto Mod
XIAOMI	Xiaomi Mi Mix 3 5G	NOKIA	No ha anunciado
	Reno 5G Reno 10X	ZTE	ZTE Axon 10 5G

Fuente: Elaboración Propia

El comportamiento del tráfico mundial evidencia un crecimiento de conexiones 4G, el cual se proyecta que a 2025 sea la tecnología dominante en conexiones móviles, como también se refleja



la disminución significativa de conexiones 2G en gran parte por la migración de tecnología y apagones en varios países. Asimismo, se proyecta que las conexiones de 5G crezcan en una medida moderada con un 15% del total mundial, esto en consecuencia del crecimiento de equipos y conexiones IoT, y por el cual es necesario la expansión 5G para su desarrollo. Contrario al promedio mundial, se estima que para la región de Latino América el avance de 5G sea más lento.

### 3. Antecedentes

En esta sección se identifica el marco normativo, las tendencias internacionales en planes y políticas, así como la gestión del espectro para la implementación y despliegue de 5G.

#### 3.1. Análisis Nacional marco normativo

##### 3.1.1. Sector TIC

En la Ley 1955 de 2019 “Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”, las TIC se incluyen de manera transversal, dentro del Pacto por la transformación digital de Colombia: Gobierno, empresas y hogares conectados con la era del conocimiento.

En el artículo 310 de la Ley 1955 de 2019, el cual modificó el artículo 194 de la Ley 1753 de 2015, señala entre otros, que el MinTIC, priorizará las iniciativas de acceso público a Internet, en beneficio de la población pobre y vulnerable, o en zonas apartadas; Asimismo, podrá adelantar iniciativas de masificación del acceso a Internet con participación del sector privado.

De igual forma, promoverá, que las entidades públicas e instituciones educativas del orden nacional y territorial financien sus necesidades de conectividad a Internet, e implementará iniciativas de estímulo a la oferta y a la demanda de servicios de telecomunicaciones en beneficio de la población pobre y vulnerable, incluyendo el fomento al despliegue de redes de acceso y expansión de cobertura, así como subsidios o subvenciones para la prestación de los servicios o el suministro de terminales, entre otros.

Adicionalmente, podrá establecer obligaciones de hacer como forma de pago de la contraprestación económica por el otorgamiento o renovación de los permisos de uso del espectro radioeléctrico, para ampliar la calidad, capacidad y cobertura del servicio, que beneficie a la población pobre y vulnerable, o en zonas apartadas, en escuelas públicas ubicadas en zonas rurales y otras instituciones oficiales como centros de salud, bibliotecas públicas e instituciones educativas, así como prestar redes de emergencias.

En cuanto a la transformación digital pública, toma partida para las entidades del orden nacional en el PND 2018-2022 donde dichas entidades deberán incorporar los componentes asociados a tecnologías emergentes, como de desintermediación, DLT (Distributed Ledger Technology), análisis



masivo de datos (Big data), inteligencia artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Robótica y similares, definidos como aquellos de la Cuarta Revolución Industrial, que faciliten la prestación de servicios del Estado a través de nuevos modelos. En cuanto las entidades territoriales, podrán definir estrategias de ciudades y territorios inteligentes.

Asimismo, el Gobierno nacional a través del MinTIC lidera la política de Gobierno Digital, como política de gestión y desempeño institucional, la cual contemplará como acciones prioritarias el cumplimiento de los lineamientos y estándares para la integración de trámites al Portal Único del Estado Colombiano, la publicación y el aprovechamiento de datos públicos, la adopción del modelo de territorios y ciudades inteligentes, la optimización de compras públicas de tecnologías de la información, la oferta y uso de software público, el aprovechamiento de tecnologías emergentes en el sector público, incremento de la confianza y la seguridad digital y el fomento a la participación y la democracia por medios digitales.

Por otro lado, la Ley 1341 de 2009 en materia del sector de TIC, en su artículo 2, inciso 2° determinó que *“Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones deben servir al interés general y es deber del Estado promover su acceso eficiente y en igualdad de oportunidades, a todos los habitantes del territorio nacional”* Igualmente, en sus numerales 2 y 8 del artículo 4 de la citada Ley se determinó que en desarrollo de los principios de intervención contenidos en la Constitución Política, el Estado intervendrá en el sector las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para lograr entre otros los siguientes fines: 1). Promover el acceso a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, teniendo como fin último el servicio universal. 2). Promover la ampliación de la cobertura del servicio.

El numeral 6 del artículo 2 de la Ley 1341 de 2009, adoptó el principio de "neutralidad tecnológica", en el cual el Estado garantizará, teniendo en cuenta recomendaciones, conceptos y normativas de los organismos internacionales competentes e idóneos en la materia, la libre adopción de tecnologías que permitan fomentar la libre y leal competencia, y la eficiente prestación de servicios, contenidos y aplicaciones que usen TIC, de manera armónica con el desarrollo ambiental sostenible.

Así mismo, el artículo 56 de la Ley 1450 de 2011 adoptó el principio de “neutralidad en internet”, de acuerdo con el cual, entre otras medidas, no se podrá bloquear, interferir, discriminar, ni restringir el derecho de cualquier usuario de Internet, para utilizar, enviar, recibir u ofrecer cualquier contenido, aplicación o servicio lícito a través de Internet, debiendo ofrecer a cada usuario un servicio de acceso a Internet o de conectividad que no distinga arbitrariamente contenidos, aplicaciones o servicios, basados en la fuente de origen o propiedad de estos.

### 3.1.2. Protección de los usuarios

Mediante la Resolución CRC 5161 de 2017 *“mediante la cual se establece la definición y condiciones regulatorias de banda ancha en el país, y se dictan otras disposiciones”* la cual, entró en vigor el primero de enero de 2019 y se encuentra compilada en la Resolución CRC 5050 de 2016, Colombia tiene una nueva definición de Banda Ancha, con velocidades mínimas de 25 Mbps de bajada y 5 Mbps de subida. Del mismo modo, definió las conexiones identificadas como “Ultra Banda Ancha” con velocidades mínimas de 50 Mbps bajada y de 20 Mbps subida.



Con la tecnología 5G, se vienen grandes retos en la revisión y actualización de las medidas para la protección de los derechos de los usuarios y el régimen de calidad, los cuales se encuentran establecidos en:

La Resolución CRC 5050 de 2016 “Por la cual se compilan las Resoluciones de Carácter General vigentes expedidas por la Comisión de Regulación Comunicaciones”.

Resolución CRC 5111 de 2017 “Por la cual se establece el Régimen de Protección de los Derechos de los Usuarios de Servicios de Comunicaciones, se modifica el capítulo 1 del Título II de la Resolución CRC 5050 de 2016 y se dictan otras disposiciones.”

Así como, en el reporte de información, reglamentado en la Resolución CRC 5079 de 2017 “Por la cual se modifica la SECCIÓN 2 del CAPÍTULO 2 del TÍTULO REPORTES DE INFORMACIÓN de la Resolución CRC 5050 de 2016”

### **3.1.3. Despliegue de Infraestructura**

Frente al despliegue de infraestructura, el Estado colombiano mediante la Ley 388 de 1997 establece entre sus objetivos<sup>2</sup>, “promover la armoniosa concurrencia de la Nación, las entidades territoriales, las autoridades ambientales y las instancias y autoridades administrativas y de planificación, en el cumplimiento de las obligaciones constitucionales y legales que prescriben al Estado el ordenamiento del territorio, para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes”.

Por su parte el Decreto 2201 del 5 de agosto de 2003, por el cual se reglamentó el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, en el artículo 2 establece que “los planes, planes básicos o esquemas de ordenamiento territorial de los municipios y distritos en ningún caso serán oponibles a la ejecución de proyectos, obras o actividades declarados de utilidad pública e interés social”.

No obstante, y con el fin de impulsar el despliegue de infraestructura, el párrafo 3 del artículo 193 de la Ley 1753 de 2015, señala que los elementos de transmisión y recepción que hacen parte de la infraestructura de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, tales como picoceldas o microceldas, que por sus características en dimensión y peso puedan ser instaladas sin la necesidad de obra civil para su soporte estarán autorizadas para ser instaladas sin mediar licencia de autorización de uso de suelo, siempre y cuando cumplan con las condiciones reglamentadas en el Código de Buenas Prácticas para el despliegue de infraestructura adoptado mediante Circular 121 de 2016, el cual fue expedido por la Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC y la Agencia Nacional del espectro - ANE.

Asimismo, la Agencia Nacional del Espectro en línea con las funciones otorgadas por la Ley 1753 de 2015, reglamentó las condiciones que deben cumplir las estaciones radioeléctricas, con el objeto de

---

<sup>2</sup> Ley 388 de 1997 artículo 1, numeral 4



controlar los niveles de exposición de las personas a los campos electromagnéticos y dictó disposiciones relacionadas con el despliegue de antenas de radiocomunicaciones.

Por otro lado, el artículo 309 del PND 2018-2022, modificó el párrafo primero del artículo 193 de la Ley 1753 de 2015, indicando que “los alcaldes podrán promover las acciones necesarias para implementar la modificación de los planes de ordenamiento territorial y demás normas distritales o municipales que contengan barreras al despliegue de infraestructura para la prestación de servicios de telecomunicaciones.

Para lo cual el MINTIC priorizará a aquellas entidades territoriales que hayan levantado tales barreras, incluyéndolas en el listado de potenciales candidatos a ser beneficiados con las obligaciones de hacer que el Ministerio puede imponer a los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles, como mecanismo de ampliación de cobertura de servicios de telecomunicaciones.

Para constatar la inexistencia y remoción de las barreras en mención, el alcalde deberá solicitar a la Comisión de Regulación de Comunicaciones constate si las barreras ya fueron levantadas. Una vez la Comisión de Regulación de Comunicaciones acredite que la respectiva entidad territorial no presenta barreras al despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, el MINTIC incluirá al municipio en el listado antes mencionado.”

## **3.2. Tendencias Internacionales Planes 5G**

### **3.2.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT.**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas, fundada en 1865 para facilitar la conectividad internacional de las redes de comunicaciones, atribuye en el plano mundial el espectro de frecuencias radioeléctricas y las órbitas de satélite, elabora las normas técnicas (Resoluciones y recomendaciones) que garantizan la interconexión armoniosa de redes y tecnologías, con el fin de mejorar el acceso a las TIC para las comunidades insuficientemente atendidas del mundo entero. La UIT cuenta con tres ámbitos de actividad principales, organizados en "Sectores" que desarrollan su labor a través de conferencias y reuniones con la activa participación de los países miembros. Cada uno de estos sectores lleva a cabo gran parte de sus trabajos en Comisiones de Estudio, integradas por distintos tipos de expertos. Cada Comisión de Estudio trata un grupo de temas específicos, y sus participantes colaboran para definir los marcos que garantizarán un funcionamiento óptimo de todos los servicios, existentes y futuros. El principal resultado de las Comisiones de Estudio es el establecimiento de normas técnicas o directrices (Recomendaciones).

Es por ello que, en mayo de 2015, fue creado el Grupo Temático sobre aspectos de red de las IMT 2020 para analizar cómo interactuarán las tecnologías 5G emergentes en las redes futuras, como estudio preliminar sobre las innovaciones de red necesarias para soportar el desarrollo de sistemas 5G.



De esta manera en septiembre de 2016 fue publicada la Recomendación UIT-R M.2083-0 (UIT, 2015) “Concepción de las IMT – Marco y objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante”, el objetivo de esta Recomendación es conceptualizar las IMT para 2020 y en adelante, mediante la descripción de las posibles tendencias en el usuario y las aplicaciones, del crecimiento del tráfico, de las tendencias tecnológicas y de la incidencia en el espectro.

Por su parte, en el 2018 fue publicado el Reporte “Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos” (UIT, 2018), el cual describe las oportunidades y los retos que la tecnología 5G trae consigo para los operadores de redes, así como para los reguladores.

Dentro de los retos que enfrentan los reguladores para permitir un fácil despliegue de esta tecnología se encuentran:

- Despliegue de redes más ágil (infraestructura)
- Gestión y planificación del espectro radioeléctrico (Bandas bajas, medias y altas)
- Una regulación orientada a la seguridad y privacidad de servicios y aplicaciones.
- Calidad de servicio y derechos de usuario.
- Redes de fibra óptica.
- Desarrollo de marco jurídico para incentivar y facilitar inversiones

### **3.2.2. Organización para la cooperación y el desarrollo económicos – OCDE.**

Fundada en 1961, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) agrupa a 36 países miembros y su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo.

La OCDE ofrece un foro donde los gobiernos puedan trabajar conjuntamente para compartir experiencias y buscar soluciones a los problemas comunes. Trabaja para entender que es lo que conduce al cambio económico, social y ambiental. Mide la productividad y los flujos globales del comercio e inversión. Analizan y comparan datos para realizar pronósticos de tendencias. Fijan estándares internacionales dentro de un amplio rango de temas de políticas públicas. (OECD, 2019)

Bajo esta premisa, en octubre de 2018 fue publicado el documento “The Road to 5G Networks Experience to Date and Future Developments” (OECD, 2018), el cual ofrece una descripción general de los desarrollos 5G, una discusión inicial de las implicaciones para la infraestructura, además de considerar los problemas regulatorios que pueden surgir en el futuro. Se enfoca principalmente en las experiencias en países con respecto a las "Estrategias Nacionales 5G", así como en las pruebas tecnológicas actuales.

En este informe se establecieron los siguientes problemas regulatorios que pueden surgir en el desarrollo de esta tecnología:

- Despliegue de redes más ágil (infraestructura)



- Gestión y planificación del espectro radioeléctrico (Bandas bajas, medias y altas)
- Una regulación orientada a la seguridad y privacidad de servicios y aplicaciones.
- Calidad de servicio y derechos de usuario.

### 3.2.3. Unión Europea

La UE se esfuerza por lograr un mercado único de bienes y servicios en todo su territorio. El mercado único digital pretende hacer lo mismo en el ámbito digital, mediante la eliminación de las barreras reglamentarias. Más allá de los actuales 28 mercados nacionales de la UE, se trata de un espacio europeo armonizado e integrado, sin barreras que obstaculicen el uso de servicios y tecnologías digitales y en línea. El mercado único digital, un sector que abarca el marketing digital, el comercio electrónico y las telecomunicaciones, es un área sin fronteras donde las personas y las empresas pueden llevar a cabo actividades comerciales, innovar e interactuar de forma legal, segura y a un coste asequible, haciendo sus vidas más fáciles. Significa que las empresas pueden hacer pleno uso de las nuevas tecnologías; y las pequeñas empresas, en particular, pueden atravesar la UE con «un solo clic». Los estudios demuestran que esta libertad podría aportar 415.000 millones de euros al año a la economía europea y crear cientos de miles de nuevos puestos de trabajo.

De esta forma, existe la necesidad de garantizar que los datos no personales pueden circular libremente para ayudar a los automóviles conectados y los servicios de salud electrónica. Ofrecer informática de alto rendimiento junto con mano de obra digitalmente cualificada ayudará a la UE a sacar el máximo partido de la economía de datos. Todos estos ámbitos son esenciales de cara al futuro digital de Europa.

Dentro de la hoja de ruta para el mercado único digital, se encuentra que para el 2020, los estados miembros de la UE coordinarán por primera vez el uso de la banda de 700 MHz de alta calidad, esto permitirá las redes 5G y la introducción de nuevos servicios como los coches conectados, la atención sanitaria a distancia, las ciudades inteligentes o la transmisión de vídeo en movimiento y a través de las fronteras.

Asimismo, la estrategia de la Comisión para el Mercado Único Digital (estrategia DSM) y la Conectividad de Comunicación para un Mercado Único Digital Competitivo: Hacia una Sociedad Europea de Gigabits, subrayan la importancia de las redes de muy alta capacidad como 5G como un activo clave para que Europa compita en el mercado global. Los ingresos mundiales de 5G deberían alcanzar el equivalente a 225.000 millones de euros en 2025. Otra fuente indica que los beneficios de la introducción de 5G en cuatro sectores industriales clave pueden alcanzar los 114.000 millones de euros / año.

Dada la importancia que trae para la economía mundial el despliegue de redes 5G, la Comisión Europea, presentó al Parlamento en el año 2016 el documento “5G para Europa: Un plan de Acción” (European Commission, 2016), en el cual se desarrolla una línea de tiempo ambiciosa para la introducción de 5G, la cual es fundamental para que Europa tenga una posición de liderazgo y





aproveche las nuevas oportunidades de mercado que ofrece 5G, no solo en el sector de las telecomunicaciones, sino en toda la economía y la sociedad.

La Comisión ha identificado los siguientes elementos clave para el plan:

1. Alinear las hojas de ruta y las prioridades para un despliegue coordinado de 5G en todos los Estados miembros de la UE, apuntando a la introducción temprana de la red para 2018, e ir avanzando hacia la introducción comercial a gran escala para finales de 2020.
2. Tener bandas de espectro provisionales disponibles para 5G antes de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 (CMR-19), las cuales se complementarán con bandas adicionales lo más rápido posible, y trabajar hacia un enfoque recomendado para la autorización de las bandas de espectro específicas de 5G superiores a 6 GHz.
3. Promover el despliegue temprano en las principales áreas urbanas y en las rutas de transporte principales.
4. Promover pruebas (pilotos) paneuropeas de múltiples partes interesadas como catalizadores para convertir la innovación tecnológica en soluciones empresariales completas.
5. Facilitar la implementación de un fondo de riesgo liderado por la industria en apoyo de la innovación basada en 5G.
6. Unir a los principales actores en el trabajo hacia la promoción de estándares globales.
7. Establecer objetivos de despliegue y calidad para el monitoreo del progreso de los escenarios clave de despliegue de fibra óptica y celdas.

### 3.2.4. Reino Unido

El Reino Unido tiene la clara ambición de ser un líder mundial en la próxima generación de tecnología móvil 5G, para aprovechar su potencial impulsando la productividad y creando una economía digital líder en el mundo que funcione para todos, y mejore la vida cotidiana de las personas, conectándolos con amigos, familiares y colegas.

De igual manera, tiene un gran compromiso de tener en cuenta a todas las partes interesadas en el desarrollo de 5G, como entidades públicas, la industria y la academia, es por ello que a finales de 2016 y a principios de 2017, recibió dos informes importantes, uno de la Comisión Nacional de Infraestructura (NIC), el cual indicó sus recomendaciones sobre los pasos que el Reino Unido debe tomar para convertirse en un líder mundial en el despliegue de redes de telecomunicaciones 5G; y



el otro del Future Communications Challenge Group (FCCG), el cual indica como el Reino Unido podría convertirse en un líder mundial en el desarrollo de redes de telecomunicaciones 5G.

Con el fin de estar a la vanguardia de los esfuerzos globales para desarrollar 5G, el Reino Unido publicó en marzo de 2017 el documento “Next Generation Mobile Technologies: A 5G Strategy for the UK” (Department for Culture, Media & Sport, 2017), con el cual busca la oportunidad de configurar su desarrollo de una manera que maximice los beneficios potenciales para su economía y ciudadanos.

Con esta estrategia planteada por el Reino Unido, busca crear las mejores condiciones para que el mercado desarrolle y despliegue 5G tan rápido y eficiente como sea posible, apoyándose en un enfoque coordinado, en el cual el gobierno debe desempeñar un papel activo y facilitador.

La estrategia describe los siguientes temas clave que determinarán el progreso del Reino Unido hacia 5G:

**1. Construcción de casos de negocio:**

El Reino Unido a través del programa de pruebas y bancos de pruebas 5G, podrá evaluar los casos de uso en áreas rurales y urbanas; lo que ayudará a mejorar la comprensión de los aspectos económicos de la implementación de la infraestructura en diferentes escenarios y ubicaciones, y cómo se puede implementar la infraestructura de una manera rentable.

**2. Ajuste de las regulaciones:**

Por medio del programa de pruebas y bancos de pruebas 5G, se busca mejorar la comprensión de los diferentes regímenes regulatorios en los que funcionarán las aplicaciones y servicios 5G, y se establecerá si se necesitan más cambios en el sistema de planificación y regulación para enfrentar los desafíos únicos de la implementación de infraestructura 5G.

**3. Áreas locales - gobierno y capacidad:**

El Gobierno creó un grupo de trabajo de áreas locales, departamentos gubernamentales, terratenientes e industrias con el objetivo de proporcionar una imagen precisa de los requisitos del área local para el despliegue de redes 5G.

**4. Cobertura y capacidad - convergencia y el camino a 5G:**

Se debe analizar cómo se puede asegurar que las redes 4G se desplieguen a una escala y calidad que satisfagan los requerimientos de cobertura, al mismo tiempo que respalden las inversiones que permitan las futuras redes 5G. Esto significará que las redes móviles deberán ir más allá de los requisitos de las obligaciones enmarcadas en las licencias, tanto en términos de cobertura como de calidad.

**5. Garantizar un despliegue seguro de 5G:**



Para el Reino Unido es una prioridad un despliegue seguro de 5G, para lo cual el programa de pruebas y bancos de pruebas 5G trabaja con organizaciones como el Centro Nacional de Seguridad Cibernética, para apoyar el desarrollo de nuevas arquitecturas de seguridad que satisfagan las expectativas de los clientes y las necesidades de los servicios y aplicaciones 5G.

**6. Espectro:**

El Gobierno garantiza que el espectro 5G esté disponible de la manera más adecuada y oportuna.

**7. Tecnología y estándares:**

El Gobierno colaborará con las Organizaciones de Desarrollo de Estándares (SDO, por sus siglas en inglés) apropiadas para respaldar la adopción de las ideas y necesidades del Reino Unido en los estándares de 5G emergentes, y supervisará los desarrollos en seguridad y a los proveedores.

### 3.2.5. España

La Unión Europea adoptó en abril de 2016 el Plan de Acción de 5G para Europa. El objetivo es favorecer la coordinación entre los Estados Miembros para mejorar la competitividad europea en el desarrollo de esta tecnología emergente. En el mismo se plantean objetivos a corto plazo que deberían realizarse antes de 2020, y un enfoque más amplio con vistas a 2025. En concreto, anima a los Estados miembros a desarrollar, a finales de 2017, planes de trabajo nacionales para el despliegue de 5G como parte de los planes nacionales de banda ancha. En dichos planes, señala que han de ser de especial relevancia los pilotos de red y de aplicaciones.

Por tal razón, fue presentado en el año 2017, el documento “Plan Nacional 5G 2018-2020” (MINETAD, 2017), el cual contribuye, consecuentemente, al cumplimiento de los objetivos comunitarios. De un lado, se desarrolla el Plan de manera compatible con los plazos previstos en la estrategia de la Unión. De otro lado, se prevé en el Plan ejecutar proyectos piloto que permitan el desarrollo de ecosistemas donde operadores, suministradores de equipos y servicios, desarrolladores de aplicaciones, empresas de los distintos sectores verticales, Administraciones Públicas y usuarios en general obtengan la experiencia necesaria para beneficiarse de las nuevas redes y servicios.

Para la elaboración del Plan Nacional 5G de España, se tuvo en cuenta los comentarios y conclusiones de la consulta pública al respecto realizada en junio de 2017 (MINETAD, 2017), además se tuvo en consideración los objetivos comunes de los Estados miembros de la Unión Europea, las medidas a desarrollar dentro del Plan Nacional se han estructurado en los siguientes ejes de actuación:



### **1. Gestión y planificación del espectro radioeléctrico.**

Acciones dedicadas a garantizar la disponibilidad en los plazos adecuados de las diferentes bandas de frecuencias necesarias para la prestación de los servicios de comunicaciones sobre redes 5G.

### **2. Impulso a la tecnología 5G, Pilotos de red y servicios y Actividades I+D+i.**

Experiencias piloto y casos de uso impulsados por la Administración destinados a facilitar a operadores, suministradores, fabricantes de equipos e industria en general experimentar con la nueva tecnología que permita desarrollar ecosistemas 5G y asegure una prestación futura adecuada de los servicios 5G e identificar nuevos modelos de negocio. También se incluyen acciones de promoción del emprendimiento, la investigación y el desarrollo de servicios innovadores que faciliten la creación de un ecosistema de provisión de servicios, contenidos aplicaciones y plataformas 5G.

### **3. Aspectos Regulatorios.**

Identificación y desarrollo de instrumentos legales, adicionales a los relacionados con la gestión del espectro radioeléctrico, que sean necesarios para proporcionar un marco jurídico adecuado y flexible que proporcione la seguridad jurídica imprescindible para incentivar y facilitar las inversiones necesarias para el despliegue de la infraestructura y tecnología 5G. Tales como seguridad y privacidad de servicios y aplicaciones 5G, derechos de usuarios y calidad del servicio, despliegue de infraestructura.

### **4. Coordinación del Plan y cooperación internacional.**

Desarrollo de infraestructuras de gobernanza y coordinación de las medidas incluidas en el plan y acciones de cooperación internacional, apoyo y seguimiento de los trabajos de estandarización de la 5G.

## **3.2.6. Alemania**

El Gobierno Federal de Alemania, en cabeza del Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital ('Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur', BMVI), lanzó en otoño de 2016 su iniciativa 5G para Alemania "5G Strategy for Germany" (BMVI, 2017), lo cual representó un marco de referencia para apoyar el despliegue de redes 5G y el desarrollo de aplicaciones en una etapa temprana. Esta estrategia describe el contexto y los campos de acción con respecto al despliegue de las redes 5G en Alemania para el 2025, con el objetivo de hacer de Alemania un mercado líder para las aplicaciones 5G.

Asimismo, esta estrategia cuenta con una combinación de medidas, las cuales se mencionan a continuación:

### **1. Acelerar el despliegue de red.**



Con esta estrategia se busca, crear un marco de referencia que atraiga inversiones para el despliegue operativo de redes. Esto incluye, en particular, la expansión de las redes de fibra óptica para conectar estaciones base y la disponibilidad de sitios de antena para la necesaria densificación de las redes.

## **2. Tener disponibilidad de frecuencias necesarias en función de la demanda.**

El espectro de frecuencias que se utilizará internacionalmente para las comunicaciones móviles 5G se analizará en el marco de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT en 2019. Como resultado de los esfuerzos en los principales organismos europeos, se acordaron tres bandas pioneras en Europa: la banda de 700 MHz, la banda de 3.4-3.8 GHz (banda de 3.5 GHz) y la banda de 24.25-27.5 GHz (banda de 26 GHz). La CEPT está desarrollando actualmente las condiciones técnicas y reglamentarias para una armonización técnica de la banda de 3.5 GHz y la banda de 26 GHz en la Unión Europea, y Alemania está contribuyendo intensamente a estos esfuerzos. Se promoverá el uso de las frecuencias de 700 MHz que ya se han puesto a disposición en Alemania para las comunicaciones móviles en toda Europa.

## **3. Promover la cooperación entre los usuarios y la industria de telecomunicaciones.**

En varias industrias usuarias, ya se han establecido consorcios internacionales para integrar los intereses de las industrias en el proceso de estandarización y desarrollo de 5G.

En Alemania, la introducción de la tecnología 5G está respaldada en todas las industrias por el "Focus Group 5G" de la Cumbre digital nacional (anteriormente: Cumbre de TI). La Cumbre digital nacional y su proceso durante todo el año forman la plataforma importante para la cooperación entre el gobierno, la industria, el mundo académico y la sociedad para dar forma al cambio digital.

## **4. Investigación dirigida y coordinada.**

A nivel europeo, la investigación 5G se lleva a cabo principalmente en el marco del Programa de Asociación Público-Privada 5G (5G PPP). El 5G PPP se basa en una iniciativa de la Comisión Europea, la industria manufacturera, los operadores de telecomunicaciones, los proveedores de servicios, las pequeñas y medianas empresas y los institutos de investigación. Entre otras cosas, el objetivo es coordinar las actividades de investigación y desarrollo en toda Europa. En la primera fase, que se lanzó en julio de 2015, se seleccionaron y financiaron 19 proyectos diferentes cuyos resultados de investigación se incluirán en el proceso de estandarización de 5G. La fase 2 comenzó en junio de 2017 con un total de 21 proyectos nuevos.

A nivel nacional, la investigación financiada con fondos públicos sobre 5G se lleva a cabo tanto en los fundamentos como en las aplicaciones de las tecnologías 5G. El objetivo es fortalecer las actividades locales de investigación 5G e intensificar su coordinación.

## **5. Iniciar un despliegue temprano en pueblos y ciudades.**



5G proporciona a los municipios una variedad de soluciones para los desafíos de la sociedad, como el desarrollo de la gestión energética sostenible, la configuración de la movilidad sostenible para aliviar la carga de la infraestructura de transporte, la mitigación de los impactos del cambio demográfico o el mantenimiento de condiciones de vida similares en áreas rurales. En términos concretos, esto significa: con la ayuda de 5G, las ciudades y los municipios podrán implementar servicios de suministro y servicios administrativos de manera más eficaz y eficiente. 5G puede proporcionar una solución a muchos de los desafíos actuales, ya sea para la administración de espacios de estacionamiento, transporte público, administración de tráfico, atención médica, administración de electricidad descentralizada o eliminación de residuos municipales. Lo importante es que las oportunidades y desafíos del uso de esta tecnología deben evaluarse en función de los objetivos de desarrollo urbano integrado y sostenible.

### 3.2.7. Estados Unidos

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC por sus siglas en inglés) sigue una estrategia integral para facilitar la superioridad de los Estados Unidos en tecnología 5G, esta estrategia fue denominada “Plan 5G FAST” (FCC, 2018). Esta estrategia incluye tres componentes clave:

#### 1. Introducir más espectro en el mercado.

La FCC está tomando medidas para hacer que el espectro adicional esté disponible para los servicios 5G. Tales como bandas bajas 600 MHz, 800 MHz, y 900 MHz, bandas medias 2,5 GHz, 3,5 GHz, y 3,7 – 4,2 GHz, y bandas altas 24 GHz, 26 GHz, 28 GHz, 37 GHz, 39 GHz, 42 GHz y 47 GHz

Alineado con lo anterior, la FCC está encaminando sus esfuerzos para realizar los procesos de asignación de las bandas antes descritas, para lo cual en 2018 subastó 850 MHz en la banda de 28 GHz y 2019 subastó 700 MHz en la banda 24 GHz.

#### 2. Actualización de la política de infraestructura.

La FCC está actualizando la política de infraestructura y alentando al sector privado a invertir en redes 5G, esta actualización consta de la revisión federal de instalación de celdas pequeñas, para así eliminar impedimentos regulatorios para desplegar dicha infraestructura necesaria para 5G. Lo anterior con el fin de expandir el alcance de 5G para un servicio inalámbrico más rápido y confiable.

#### 3. Modernizar las regulaciones obsoletas.

La FCC está modernizando las reglamentaciones obsoletas para promover el despliegue de backhaul para 5G, para que todos los ciudadanos puedan aprovechar la oportunidad digital que trae consigo esta tecnología.



### 3.2.8. Brasil

Frente a la tecnología de 5G el gobierno de Brasil tiene un mapa de ruta regulatorio enfocado en la revisión de los siguientes puntos (ANATEL, 2018):

- Espectro
- Nuevo marco regulatorio
- Compartición de infraestructura, Plan General de Objetivos de Competencia (PGMC), Reglamento de calidad de los servicios de telecomunicaciones (RQUAL), Plan estructural de redes de telecomunicaciones (PERT)
- 3.5 GHz: primeras subastas nuevas de frecuencia 5G armonizada: 2019/2020
- Ondas milimétricas (26 GHz) - CMR-19
- Concesión al Modelo de Autorización

Así mismo, tiene un acuerdo de cooperación para el desarrollo tecnológico de 5G, con la Unión Europea, Estados Unidos, Corea del Sur, Japón y China, desde el 2017, con el fin de ser participe desde la investigación, hasta la estandarización e implementación de esta tecnología en el país.

Del mismo modo, estableció el proyecto 5G Brasil para fomentar el desarrollo del ecosistema 5G en el país, con la participación de 22 asociados, incluidos operadores, fabricantes, institutos de investigación, universidades y asociaciones de empresas. Las actividades de este proyecto están a cargo de un comité directivo y de cinco comisiones temáticas: i) investigación y casos de uso, ii) normas previas, iii) infraestructura de backhaul, iv) bandas de frecuencias futuras, v) acciones regulatorias verticales y vi) acciones de mercado.

En cuanto consultas públicas de temas concernientes a 5G, en el 2018, este Gobierno por medio de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones - Anatel, realizó consultas relacionadas con:

- El Reglamento sobre condiciones de uso de la banda de 3.5 GHz.
- Aspectos técnicos y económicos sobre 2,3 GHz y 3,5 GHz.
- La Reducción de las barreras reglamentarias para la expansión de Internet de las cosas (IoT) y las comunicaciones de máquina a máquina (M2M).

Así mismo, presentó un estudio que demuestra la posibilidad técnica para hacer uso de la banda de 26 GHz (que cuenta con la extensión 24,25 GHz a 27,5 GHz) para 5G, incluso antes de la decisión de la UIT en la conferencia mundial 2019 (WRC-19) sobre el espectro utilizado para 5G, ya que desea llevar a consulta las bandas de 26 GHz y 40 GHz, modificando su canalización.

Finalmente, espera para el primer trimestre de 2020 realizar la subasta de frecuencias para la tecnología de 5G en el país.



### 3.2.9. Chile

El programa de gobierno 2018-2022 del Presidente Sr. Sebastián Piñera tiene como uno de sus objetivos centrales “el sentar las bases para transformar a Chile en una sociedad de innovadores y emprendedores basados en el uso de nuevas tecnologías, creando las condiciones para que Chile pueda insertarse exitosamente en la cuarta revolución industrial, a partir del desarrollo de nuevos modelos de producción basados en la economía del conocimiento, dar un fuerte salto en materia de ciencia y digitalizar la economía como fuente de mayor productividad y de mejor calidad de vida para los ciudadanos”.

Con base en lo anterior, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), bajo el alero del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones consideró prioritario impulsar el despliegue de redes y servicios 5G en Chile, ya que a nivel mundial existe amplio consenso que su materialización generará beneficios sociales y económicos significativos. Es por ello que se estimó necesaria la realización de una consulta, cuyo objetivo es recopilar propuestas e información relevante de los aspectos claves del desarrollo 5G (SUBTEL, 2018). Su participación considera las contribuciones de ciudadanos, empresas, academia, organizaciones de consumidores, ONG, sector público y la sociedad en general.

El contenido de la consulta se estructura en los siguientes capítulos:

1. Ejes y objetivos prioritarios del Plan 5G de Chile.
2. Potenciales servicios y aplicaciones 5G.
3. Gestión eficiente del espectro radioeléctrico.
4. Principios regulatorios.
5. Derechos de los usuarios (Normativa General, Calidad de Servicio y Neutralidad de Red).
6. Seguridad de la Red (Ciberseguridad).

### 3.2.10. México

Al momento de realización de este documento, no se encontró ningún plan establecido para el desarrollo y despliegue de 5G en México, no obstante, se pudo evidenciar el trabajo que ha venido realizando el Instituto Federal de Telecomunicaciones – IFT, relacionado con el estudio de las bandas de frecuencias para el despliegue de las redes 5G. (IFT, 2019)

Dicho estudio muestra el panorama de las bandas de frecuencias que considera factibles para el despliegue de sistemas móviles 5G en México, con el objeto de proveer información anticipada a la industria, inversionistas, academia y público en general, acerca de la perspectiva de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico que se pudieran utilizar para el desarrollo de 5G en nuestro país en una primera etapa, con base en las recomendaciones y tendencias de organizaciones internacionales especializadas en la materia; las mejores prácticas internacionales; la planeación del





espectro radioeléctrico que se sigue en México, así como la relevancia del espectro radioeléctrico para el despliegue de nuevos servicios y el desarrollo de nuevas tecnologías.

Es así como, el Instituto Federal de Telecomunicaciones - IFT realiza una serie de acciones de forma permanente, tendientes a incrementar la cantidad actual de espectro asignado para las IMT, con el fin de contar con espectro radioeléctrico suficiente para satisfacer la creciente demanda de este recurso a corto, mediano y largo plazo, para el despliegue de redes de última generación.

De esta manera, algunas aplicaciones 5G requerirán un desempeño altamente robusto a lo largo de una amplia zona de cobertura, otras aplicaciones necesitarían una velocidad de transmisión muy alta y latencias muy bajas en áreas geográficas específicas, y algunas otras necesitarán la combinación de ambas propiedades. En este sentido, el espectro idóneo para sistemas 5G se puede dividir en tres grandes rangos de frecuencias de manera general:

- 1. Frecuencias bajas (inferiores a 1 GHz)** brindan mayor cobertura y capacidad limitada. Las bandas de frecuencias que tiene identificadas México son 600 MHz y 700 MHz.
- 2. Frecuencias medias (entre 1 y 6 GHz)** la cobertura se reduce y la capacidad aumenta, en comparación con las frecuencias bajas. Las bandas de frecuencias que tiene identificadas México son 2.5 GHz, 3,3 GHz, 3,4 GHz.
- 3. Frecuencias altas (superiores a 6 GHz)** brindan corto alcance con muy alta capacidad y muy baja latencia. Las bandas de frecuencias que tiene identificadas México son 26 GHz, 38 GHz, 40/50 GHz.

*Tabla 2. Resumen de tendencias internacionales planes 5G*

Actividades realizadas	UE	Reino Unido	España	Alemania	USA	Brasil	Chile	México*	Recomendaciones UIT**	OCDE***
Consulta Pública Plan 5G			●			●	●			
Despliegue de redes mas ágil (Infraestructura)					●	●	●		●	●
Piloto 5G	●	●	●				●			
Potenciar la economía 5G (Estimular emprendimiento, Formación especializada 5G, acompañamiento al ecosistema 5G, potenciar demanda de servicios 5G)	●	●	●	●	●	●	●			
Gestión y planificación del espectro radioeléctrico (bandas bajas, medias y altas)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Regulación orientada a Seguridad y privacidad de servicios y aplicaciones		●	●		●	●	●		●	●
Calidad de servicio y derechos de usuario			●		●		●		●	●
Desarrollo de marco jurídico para incentivar y facilitar inversiones	●	●	●	●	●	●			●	
Ampliación cobertura redes de fibra óptica	●	●		●	●		●		●	
Despliegue comercial esperado 5G		2020	2020		2019/20	2020	2021/22			2020

\* México no tiene un plan establecido, no obstante se encuentra estudiando las bandas de frecuencias para el despliegue de redes 5G.

\*\* Tomado de Reporte "ITU\_5G\_REPORT-2018".

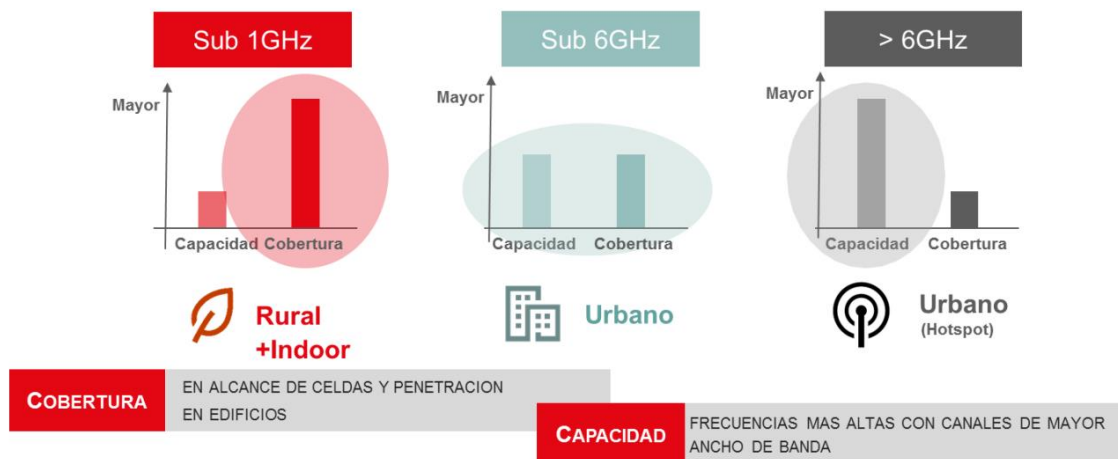
\*\*\* Tomado de reporte OCDE "The Road to 5G Networks", 2018.

### 3.3. Espectro 5G

De acuerdo con el informe “Espectro 5G: Posición de la GSMA sobre políticas públicas” (GSMA, 2016), se necesita una gran cantidad de espectro nuevo y armonizado para servicios móviles, el cual es esencial para asegurar que los servicios 5G puedan cumplir con las expectativas y materializar el potencial completo de esta tecnología a futuro.

La tecnología 5G necesita espectro en tres bandas de frecuencia clave para brindar mayor cobertura e incluir todos los casos de uso. Las tres bandas son: inferiores a 1 GHz, de 1-6 GHz y por encima de 6 GHz.

*Gráfica 17. Relación cobertura - Capacidad - Bandas de frecuencias 5G*



Fuente: GSMA, 2018.

#### 3.3.1. Bandas inferiores a 1 GHz

El espectro inferior a 1 GHz será utilizado para extender la cobertura de la banda ancha móvil 5G de alta velocidad a zonas urbanas, suburbanas y rurales para así contribuir al sustento de los servicios de Internet de las Cosas: la expansión de los servicios 5G, más allá de los centros urbanos y dentro de los edificios, no será fácil sin este tipo de espectro radioeléctrico.

En la actualidad, hay espectro móvil en este rango que podría ser utilizado para algunos casos en el futuro. Por ejemplo, la Comisión Europea ya ha expresado su deseo de utilizar la banda de 700 MHz para los servicios 5G en Europa. Del mismo modo, la FCC ha indicado que podría utilizar la banda de 600 MHz para impulsar los servicios 5G en Estados Unidos, así como otros países, los cuales durante la CMR-15 también estuvieron de acuerdo en utilizar estas frecuencias para banda ancha móvil.



Por otro lado, la UIT también está considerando la posibilidad de identificar espectro adicional de 470-694/8 MHz para banda ancha móvil en el 2023, lo cual podría ser oportuno para los servicios 5G, especialmente si los países ya están listos para utilizarlo en forma inmediata, luego de que se logre el acuerdo internacional

### 3.3.2. Bandas entre 1 GHz y 6 GHz

El espectro de 1 a 6 GHz ofrece una combinación razonable de cobertura y capacidad para servicios 5G: existe hoy una cantidad razonable de espectro de banda ancha móvil, ya identificado dentro de esta gama, que podría ser utilizado para impulsar la primera ola de implementaciones 5G. Es así que hay un creciente interés en el mundo entero de utilizar el espectro que se encuentra en el rango de 3,3-3,8 GHz como base para los primeros servicios comerciales de 5G. El rango de 3,4-3,6 GHz está casi totalmente armonizado a nivel global y podría llegar a ser el impulsor de las economías de escala necesarias para los dispositivos de bajo costo.

Ahora bien, son varios los países que están explorando la posibilidad de utilizar una parte de bandas tales como la de 3,8-4,2 GHz y el espectro en el rango de 4-5 GHz, específicamente entre 4,8 -4,99 GHz. Asimismo, existen otras bandas móviles en el rango de 1 a 6 GHz, utilizadas en la actualidad para los servicios 3G y 4G, que podrían ser redistribuidas gradualmente para ser utilizadas para 5G.

### 3.3.3. Bandas por encima de 6 GHz

El espectro que está por encima de los 6 GHz es necesario para sustentar la velocidad ultra rápida de banda ancha móvil contemplada para la tecnología 5G: se ha reconocido a nivel mundial que estas altas frecuencias son el elemento clave para alcanzar la mayor rapidez en los servicios 5G. Sin ellas, la tecnología 5G no será capaz de ofrecer velocidades de datos significativamente más rápidas o sustentar el extenso crecimiento de tráfico móvil que se ha proyectado. Se espera que el espectro por encima de los 6 GHz incluya una combinación de bandas móviles con y sin licencia.

Las bandas de frecuencia para servicios móviles 5G deben ser acordadas en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2019 (CMR-19), bajo el punto 1.13 del orden del día, en la cual se encuentran bajo consideración las siguientes bandas para 5G: 24,25 - 27,5 GHz, 31,8 - 33,4 GHz, 37 - 43,5 GHz, 45,5 - 50,2 GHz, 50,4 - 52,6 GHz, 66 - 76 GHz y 81 - 86 GHz.

No obstante, algunos países están analizando otras bandas de servicios móviles adicionales, por encima de los 6 GHz, que no han sido incluidas en los puntos de agenda de la CMR-19. Un ejemplo de esto es la banda de 28 GHz que es de particular interés ya que su uso para 5G ha sido permitido en los Estados Unidos y está siendo examinada en detalle por Japón y Corea.










La banda de 28 GHz complementaria la banda de 24 GHz, la cual sí está bajo estudio de la CMR-19, y es apoyada por la Unión Europea, ya que un mismo dispositivo podría fácilmente operar en ambas bandas, ayudando así a reducir el costo de los mismos.

### 3.3.4. Subastas realizadas de espectro para servicios 5G

La razón principal por la cual se cobra un precio por el espectro radioeléctrico (como cargo inicial, canon anual o ambos) es para promover el uso eficiente del mismo. El precio es una forma objetiva de diferenciar las diversas solicitudes de licencias de espectro. De esta manera, una subasta bien diseñada adjudicará el espectro a aquellos que más lo valoren y que, en consecuencia, le darán el uso más eficiente. Cobrar por el espectro también proporciona dinero para el Estado y, cuando la demanda es alta, los montos pueden ser significativos. (GSMA, 2017).

Con base en lo anterior, se realizó un análisis de las subastas realizadas en el mundo, declaradas para ser utilizadas en servicios 5G, encontrando como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**Tabla 3 que la banda de 3.6 GHz es de las bandas más subastada

*Tabla 3. Subastas de espectro 5G*

País	Bandas Subastadas	Bloques de Frecuencias	Valor Espectro
US 	24 GHz 28 GHz	24.25–24.45 GHz 24.75–25.25 GHz 27.500–27.925 GHz; 27.925–28.350 GHz	US\$2.000 M US\$702.57 M
ES 	3.6 - 3.8 GHz	-40 bloques de 5 MHz	€ \$437,6 M*
DE 	2 GHz 3.6 GHz	-41 bloques	€ \$6.549 M
IT 	700 MHz 3.7 GHz 26 GHz	-3 bloques de 20 MHz -200 MHz -5 bloques de 200 MHz	€ \$2.040 M € \$4.347 M € \$163.7 M
FI 	3.4-3.8 GHz	-3 bloques de 130 MHz	€ \$77.6 M
SW 	700 MHz 1500 MHz 2.6 GHz 3.5-3.8 GHz	-6 bloques de 10 MHz y 3 bloques de 5 MHz -18 bloques de 5 MHz -1 bloque de 10 MHz -15 bloques de 20 MHz	€ \$334 M
JP 	3.6-4.1 GHz 4.5-4.6 GHz 27-28.2 GHz 29.1 - 29,5 GHz		€ \$ 0 M**

\*A los ingresos por la adquisición de las licencias indicadas en la tabla, habrá que sumar 104,6 millones de intereses y otros 868,5 millones de euros por la tasa por reserva de espectro radioeléctrico, lo que hace un total de \$1.410,7 millones de euros.

\*\*Japón entregó las licencias de forma gratuita a NTT DoCoMo, KDDI, SoftBank y Rakuten, gran empresa de retail de ese mercado y MVNO en la red de NTT DoCoMo. Estas cuatro empresas se han comprometido a invertir unos \$13,300 millones de euros en la construcción de sus redes 5G en los próximos cinco años.

## 3.4. Seguridad y privacidad

Sin duda uno de los temores más crecientes con el advenimiento de nuevas tecnologías y nueva infraestructura que se instalan para proveer los nuevos servicios, es el aumento de vulnerabilidad de la información que afecta la privacidad de las comunicaciones como principio universal de los derechos humanos y como riesgo estratégico de las naciones.

Esto se acentúa aún más con el inminente ingreso de una tecnología como la de 5G que va a inundar las ciudades de pequeñas radio bases y va a permitir el tránsito de enormes cantidades de datos, provenientes de un gran conjunto de terminales concentrados con una inmensa velocidad de carga y descarga con poco retraso. Por esta razón algunos gobiernos donde empieza a emplazarse esta tecnología están tomando medidas para enfrentar tales amenazas y mitigar los riesgos inherentes.

### 3.4.1. Colombia

En Colombia desde hace algunos años se ha tornado importante el asunto de la ciberseguridad enfocado en las tecnologías y en los sistemas de información más que en la infraestructura de redes de los proveedores de servicios. Y es allí donde se encuentra una oportunidad semejante a la que están aplicando en Europa y Estados Unidos con el advenimiento de 5G.

Inicialmente en julio de 2011 se emitió el documento 3701 del CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) denominado Lineamientos de Política para Ciberseguridad y Ciberdefensa (CONPES, 2011), cuyo objeto fue generar lineamientos de política en ciberseguridad y ciberdefensa orientados a desarrollar una estrategia nacional que contrarreste el incremento de las amenazas informáticas que afectan significativamente al país.

Asimismo, en abril de 2016 fue aprobado el documento CONPES 3854 denominado “Política Nacional de Seguridad Digital” el cual busca fortalecer las capacidades de las múltiples partes interesadas para identificar, gestionar, tratar y mitigar los riesgos de seguridad digital en sus actividades socioeconómicas en el entorno digital, en un marco de cooperación, colaboración y asistencia. Lo anterior, con el fin de contribuir al crecimiento de la economía digital nacional, lo que a su vez impulsará una mayor prosperidad económica y social en el país. (CONPES, 2016)

Bajo estos lineamientos el Ministerio de TIC, como ente rector de las industrias TIC en el país, promulgó el Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información, que contempla un ciclo de operación de cuatro (4) fases (Planificación, Implementación, Evaluación de Desempeño y Mejoramiento Continuo), las cuales permiten que las entidades puedan gestionar y mantener adecuadamente la seguridad y privacidad de sus activos de información, permitiéndoles determinar las medidas y controles que se deben aplicar para realizar un aseguramiento apropiado de las plataformas así como de los diferentes medios donde se gestione la información, basado en un enfoque de gestión del riesgo. El Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información junto a las 21 guías de apoyo se encuentra disponible en el siguiente link: <https://www.mintic.gov.co/gestionti/615/w3-propertyvalue-7275.html>



### 3.4.2. Unión Europea

La Unión Europea UE por su parte ha establecido un plan para enfrentar tal desafío. Los 28 estados miembros deberán realizar una valoración de los riesgos en un corto plazo sobre los problemas potenciales para la red de infraestructuras de 5G. Este análisis será acompañado por la agencia europea de ciberseguridad (ENISA = European Network and Information Security Agency). En paralelo, los gobiernos deberán cooperar en un grupo técnico. La meta es que este doble ejercicio sirva para definir en 2019 una caja de herramientas (toolbox) con medidas para mitigar riesgos que podría incluir certificaciones, exámenes, chequeos y la identificación de productos o proveedores de infraestructura y/o terminales no seguros. (El Periódico, 2019)

Por su parte, los europeos han tenido en cuenta para su plan la ley adoptada por el gobierno chino en 2017 que obligaría a las empresas de tecnología china a cooperar técnicamente con los servicios de inteligencia chinos. (El Periódico, 2019)

En todo caso, en la Unión Europea los requisitos de seguridad no son específicos de las redes 5G ya que las medidas de seguridad existentes y la notificación de incidentes de seguridad se aplican a todas las redes y servicios de telecomunicaciones disponibles públicamente. (CULLEN, 2019)

### 3.5. Riesgos y amenazas desde el punto de vista del servicio

Con la llegada de la tecnología 5G y de los nuevos servicios que surgirán, los proveedores necesitarán enfrentar y combatir la evolución del malware que podría venir junto con la nueva infraestructura 5G, e implementar la prevención de amenazas y soluciones que entreguen seguridad incluyendo tecnologías emergentes como el aprendizaje automatizado, para lidiar el significativo incremento de la capacidad de la red 5G.

Como lo expone Tony Ascombe del sitio web welivesecurity: *“La inteligencia de las amenazas y las medidas de seguridad proactivas son componentes esenciales para cualquier dispositivo o servicio desarrollado para utilizar 5G y diseñado para ser seguro. Es importante recordar que comprender la psicología y mentalidad de los cibercriminales es muy importante, y para lograrlo es clave la realización de investigaciones profundas a manos de expertos en el campo de la seguridad, ya que ayudarán a la industria a predecir dónde podrían ver los delincuentes una nueva oportunidad. Por lo tanto, mientras que la tecnología 5G se moverá hacia nosotros rápidamente, el beneficio de una mayor velocidad tendrá un costo que significará la necesidad crucial de mantener la tecnología segura.”* (Welivesecurity, 2018)

De esta manera es evidente que en las redes de 5G los riesgos y amenazas a la seguridad y privacidad serán un punto de crucial importancia a considerar tanto en la planificación, el alistamiento, al aprovisionamiento como en el aseguramiento de los servicios, tanto más por cuanto sus especiales características permitirán un inmenso flujo de intercambio de datos, no solo entre usuarios sino entre cosas (IoT), entre los cuales podrían estar inmersos aquellos de tipo malicioso o los de acceso malintencionado o los utilizados para extracción fraudulenta de datos. Por ello van a tomar especial



importancia aquellas técnicas de protección y seguridad de análisis profundo de datos o las denominadas de inspección profunda de paquetes (DPI = Deep Packet Inspection) que han tenido un vasto auge y rápida evolución luego de los atentados a las Torres Gemelas en Estados Unidos.

## 4. ¿Transición 4G-5G?

Si bien resulta clave precisar que 5G aún se encuentra en su etapa temprana de despliegue y adopción, motivo por el cual no hay suficiente evidencia alrededor de una transición completa, hay algunos fenómenos claves que se relacionan directamente con la transición y que sirven de insumo para prever y entender cómo se ha dado la evolución que conduce a dicha dinámica tecnológica.

La evolución en los sistemas de comunicaciones móviles ha presentado características de transición particulares según la evolución de cada tecnología de red. Es así como en el momento en que se dio la transición de las primeras redes móviles (1G) no había como tal un modelo de comunicación digital inalámbrico, por eso cuando llegó la segunda generación (2G), el sector sufrió una primera transformación radical no sólo en cuanto a su estructura tecnológica sino en la generación de valor asociada al servicio de comunicación digital o de datos.

Como consecuencia, la transición entre las siguientes dos generaciones, tercera y cuarta generación- 3G & 4G respectivamente-, se dio ya no debido a una única necesidad de prestación del servicio de llamadas de voz sino también debido a la creciente influencia de los servicios basados en el uso de datos, un hecho contrastante frente a la concepción inicial de las primeras generaciones de redes móviles. Dicho contraste se vio reflejado principalmente en las tendencias de uso masivo de datos basadas en el crecimiento exponencial de productos y servicios digitales.

Como es de esperarse, la transición entre las redes 4G y 5G implica una dinámica muy distinta a la evidenciada en las tecnologías antecesoras, toda vez que tanto la red de soporte como los terminales y el uso de la interfaz de aire ha cambiado drásticamente bajo la influencia del mercado y el avance de la tecnología.

En este sentido, las condiciones de mercado y tecnología dentro de las cuales se llevará a cabo la transición de redes 4G a 5G se enfrenta a un paradigma que ha sufrido serias transformaciones.

Por una parte, las primeras generaciones de comunicaciones móviles estuvieron diseñadas en la comunicación humano-a-humano (HTC, o Human Type Communication por sus siglas en inglés). En este tipo de comunicación ambos extremos de la comunicación involucraban la acción humana, desde la iniciación o terminación de la llamada hasta la interpretación del mensaje transmitido.

Contrario a esto, las nuevas redes de comunicaciones están siendo diseñadas para permitir no sólo la comunicación humano-a-humano sino también entre objetos, lo que de manera simplificada ha sido denominado como Internet de las Cosas (IoT). Dicha dinámica ha transformado por completo el antiguo paradigma de comunicación inclinando el sector hacia un horizonte nuevo donde la comunicación a través de las redes móviles no sólo sea iniciada, terminada o interpretada por humanos sino por objetos o cosas, los cuales pueden estar embebidos en verticales específicos de la sociedad tales como la industria o las ciudades inteligentes.



Es debido a fenómenos como este que la transición de redes 4G y 5G se lleva a cabo de una manera distinta a como se han dado otras transiciones tecnológicas. Elementos puntuales como el medio de acceso a las redes, el manejo que se da al recurso espectral, o las consideraciones para el despliegue de infraestructura, entre otros, siguen los patrones básicos usados en tecnologías antecesoras, pero también sufren de complejidades añadidas.

En cuanto al uso de espectro se espera que debido a la actual coexistencia entre 4G y 5G, se empleen técnicas de compartición de espectro dinámicas en la cuales la eficiencia espectral no se vea afectada y, por el contrario, favorezcan el incremento progresivo en usuarios 5G a través de un manejo de turnos de acceso donde los usuarios 4G vayan cediendo antes los de 5G. En estados Unidos ya se está empezando a implementar lo denominado como DSS, o Dynamic Spectrum Sharing por sus siglas en inglés, a través de los operadores AT&T y Verizon (*Red Chalk Group Analysis, 2018*).

En este sentido, el manejo del espectro es casi transparente de cara al usuario, operando en función de divisiones de tiempo la cuales permiten un manejo dinámico de las solicitudes de acceso, pasando de los turnos de 10ms en 4G a turnos de 1 ms en 5G, de ahí parte de la eficiencia espectral estimada. Dicho manejo contrasta con lo sucedido en las transiciones de 2G y 3G en las cuales se perdían segmentos de espectro debido a la diferencia de capacidad tecnológica, así como a los diferentes mecanismos de acceso, los cuales no siempre fueron diseñados en función del tiempo.

En lo relacionado con la arquitectura de red, se espera que durante el tiempo de coexistencia entre 4G y 5G las relaciones de interoperabilidad estén fundamentadas en un entorno todo-IP (IPv6) en donde características tales como la Definición de Redes por Software (SDN, Software Defined Networks, por sus siglas en inglés) o la Virtualización de Funciones de Red (NFV, Network Function Virtualization, por sus siglas en inglés) puedan manejar sin inconvenientes fuertes incrementos en tráfico o una cantidad masiva de abonados derivada de comunicaciones IoT, sumado con una descentralización de las operaciones lo cual redundaría en un fortalecimiento de la red núcleo.

De igual modo, frente a los usuarios uno de los cambios más inmediatos será el de los terminales de acceso, los cuales potencialmente tendrán compatibilidad regresiva, es decir, podrán operar con redes 4G y seguramente 3G, con una clara tendencia a favorecer las conexiones 5G.

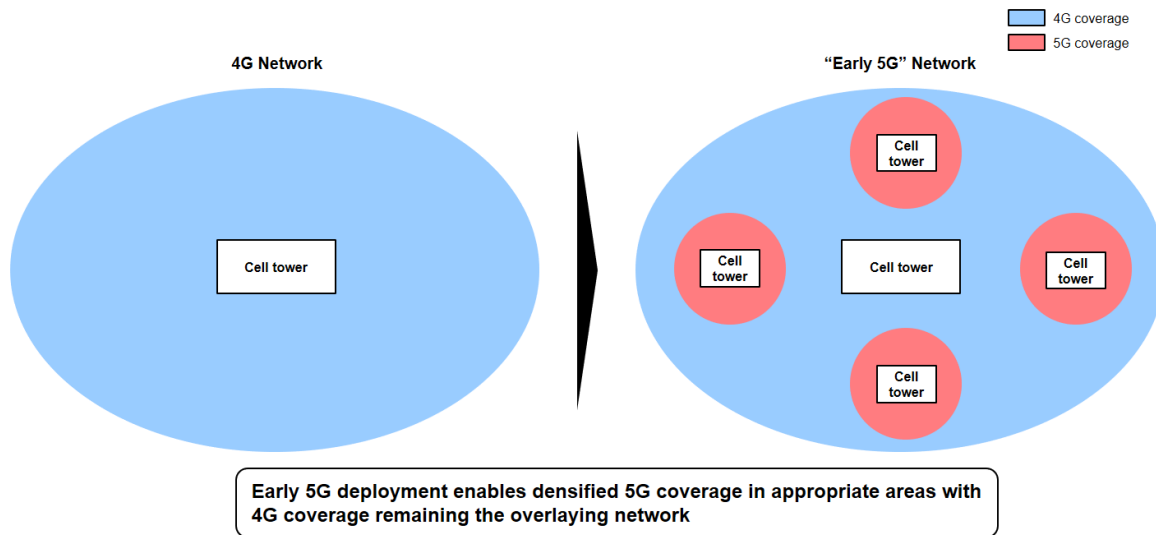
Frente a esto, las condiciones de despliegue de infraestructura 4G podrían beneficiar el despliegue de 5G toda vez que tanto el patrón de uso del servicio móvil como algunos elementos de red podrían coincidir, al menos inicialmente, mientras la tecnología se masifica debido a economías de escala, teniendo una compartición de cobertura en la etapa temprana de operación de 5G.



## Gráfica 18. Densificación de celdas 5G.

CONFIDENTIAL

### Exhibit 1



Source(s): Red Chalk Group Analysis; Qualcomm; BetaKit; 3GPP;

1

Fuente: Red Chalk Group Analysis, Qualcomm BetaKit, 3GPP.

A nivel de comportamiento de usuarios 4G favorece la transición a 5G en cuanto a que la demanda de tráfico y la prestación de servicios móviles no cambiaría de la manera drástica que ya se dio en las generaciones anteriores y, por el contrario, impulsaría el incremento en el tráfico y la posible generación de valor derivado de nuevos tipos de comunicación IoT, como lo ha mencionado GSMA en su Mobile Economy Report para el año 2017.

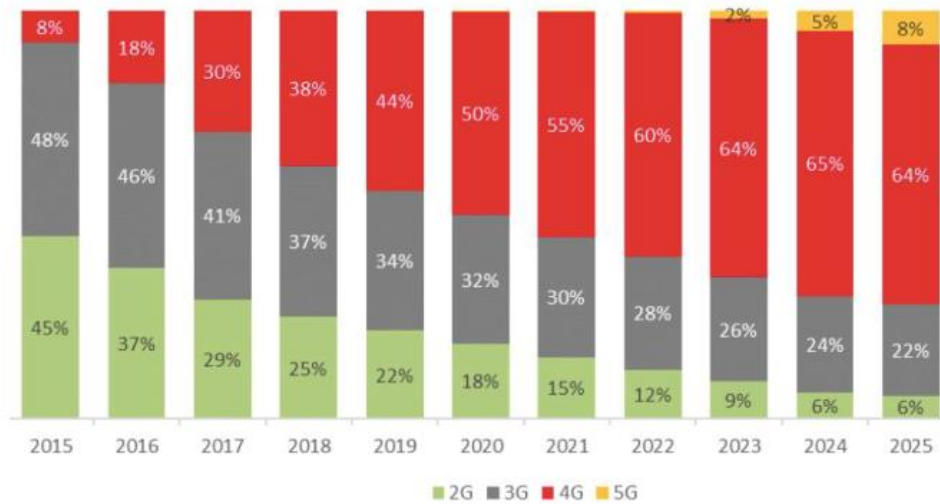
Similarmente, 4G presenta la oportunidad de usar los mismos mecanismos de *billing management* para el usuario primerizo de 5G, con la salvedad de que la discriminación del tráfico cambiaría drásticamente frente al modelo actual, en función de nuevos servicios y nuevos tipos de usuarios.

Otro aspecto por considerar es el relacionado con el uso del espectro radioeléctrico. A diferencia de 4G, la tecnología 5G pretende dedicar frecuencias en bandas distantes entre sí, buscando una mejor complementariedad entre las velocidades de transmisión y la cobertura. En este sentido, las frecuencias de 4G típicamente se ubican en unos rangos de frecuencias no muy distantes entre sí y por debajo de los 8 GHz, mientras que 5G considera el uso de frecuencias por encima de los 10 GHz, tal y como lo ha plasmado la Comisión Europea en su política de conectividad Gigabit Society 2025. Esto influye drásticamente en el diseño de las redes móviles toda vez que los parámetros de densidad y capacidad se pueden suplir bajo el uso de distintos mecanismos, incluyendo la innovación incremental en las tecnologías de antenas.



Muchas de las verdaderas implicaciones de la transición 4G a 5G en el mundo están aún por verse y las redes que emplean la tecnología 4G todavía tienen un significativo tiempo de vida por delante.

*Gráfica 19. Conexiones en Latinoamérica por tecnología.*



Fuente: GSMA Intelligence, 2017

Finalmente, como se puede concluir de la gráfica anterior, las conexiones 4G van a continuar creciendo y no serán reemplazadas en el corto tiempo por las conexiones 5G, por lo que 5G tendrá un rol complementario a los servicios ofrecidos por las redes 4G.

## 5. Tecnologías emergentes

El uso y apropiación de las TIC está permeando todas las actividades económicas y está cambiando la forma en la que se producen y consumen los bienes y servicios. Así mismo, han surgido nuevas tecnologías como Big Data, IoT, inteligencia artificial, entre otras, las cuales constituyen herramientas y métodos disruptivos que tendrían un gran potencial de crecimiento a través de la tecnología 5G. Por tanto, en este capítulo se realiza un análisis del potencial del 5G para apalancar el uso de algunas tecnologías emergentes.

### 5.1. Big Data e IoT

Como es conocido en el mundo conectado de hoy se estima que el conocimiento se duplica cada vez en un periodo más corto de tiempo. Según Buckminster Fuller hasta el año 1900 el conocimiento humano se duplicaba cada siglo; tras la Segunda Guerra Mundial, cada 25 años; en tanto, en la actualidad, el promedio es de 13 meses. Con el Internet de las cosas (IoT) significaría en algunas



áreas la duplicación de ese conocimiento en 12 horas, todo gracias a la inmensa cantidad de datos e información que se transporta por las redes de telecomunicaciones. (La Nación, 2016)

Cuando analizamos lo que va a suceder con las redes 5G en un mundo mucho más conectado, constituyéndose la *conectividad inteligente* como llama GSMA<sup>3</sup> a la hiperconectividad que se va a lograr con 5G, vemos como las técnicas de *Big Data* van a constituirse en tecnologías cruciales para que la inmensa cantidad de datos que van a transitar por la red tengan valor y utilidad no solo a los extremos de la comunicación sino a quienes van a asegurar y utilizar tales datos para fines lícitos enfrentando las amenazas y los riesgos de seguridad ya mencionados.

Con 5G no podremos ya hablar de conexión entre personas (telefonía – 2G – 3G) ni de conexión de datos (Internet – 4G) sino de conexión de todo con todo, habilitando la inteligencia de red. De esa manera la conectividad de las personas ya no será totalmente consciente, sino que podrá contar con varios dispositivos que le acompañen y estén conectados a multitud de plataformas para habilitarle infinidad de servicios, facilidades y protecciones. Ya cada individuo contará con una red de área personal (PAN = Personal Area Network) conectada a una red de área amplia o global (WAN = Wide Area Network o GAN = Global Area Network) todo facilitado por la infinidad de direcciones IP que promete IPv6. Esto facilitará que cada individuo sea una fuente inagotable de datos (Big Data) que le den más libertad o le ocasionen más dependencia.

Por su parte, el análisis de datos (Data Analytics y Data Mining) encuentra su sabor al aprovechar al máximo las características de la red 5G, como el alto ancho de banda, la baja latencia y la computación perimetral móvil (MEC = Mobile Edge Computation) con sus riesgos. La capacidad de 5G para soportar la conectividad masiva a través de diversos dispositivos (sensores/gateways/controladores), respaldados por las arquitecturas de computación distribuidas, crea la capacidad de traducir el Big Data en reposo y los datos en movimiento, en información de tiempo real con inteligencia procesable para muchos fines tanto lícitos como ilícitos.

De esta manera los desafíos técnicos frente al Big Data e IoT en 5G que será preciso tener en cuenta, los podemos resumir así: (IEEE, 2018)

- Datos en movimiento de alta velocidad: IoT industrial a gran escala, ciudades inteligentes y automóviles autónomos podrían generar zettabytes de datos en tan solo unos minutos. La conectividad 5G y la transmisión de baja latencia se suman a este rendimiento de datos. Por tanto, se necesitará soporte avanzado de infraestructura para admitir la lectura/escritura ultrarrápida con arquitecturas robustas de almacenamiento y procesamiento de baja latencia en la nube.
- Soporte para inteligencia de aplicaciones y de red: La red 5G va a ser mucho más que una tubería para Big Data ya que las arquitecturas 5G deberán definirse y construirse de tal manera que Big Data esté inmerso en el soporte para el análisis y operatividad de los casos de uso que existirán provenientes de la inteligencia de aplicaciones y de las redes distribuidas.
- Seguridad de extremo a extremo: Big Data plantea numerosas preguntas de seguridad como con cualquier aplicación actual. Por lo tanto, se torna en un elemento crucial para

---

<sup>3</sup> <https://www.gsma.com/IC/report/>



salvaguardar la privacidad del usuario o los datos de la empresa sin ningún tipo de afectación. La construcción de una sólida infraestructura segura desde los sistemas hasta las aplicaciones va a ser fundamental en el diseño y la arquitectura 5G.

- Información procesable en tiempo real: Si bien la muy baja latencia es una característica clave de las redes 5G, se convierte en un requisito fundamental para que 5G admita transferencias de datos rápidas en la nube, análisis de borde y en tiempo real, y transporte los datos con ultra bajas latencias para tomar acciones en tiempo real particularmente en aplicaciones de misión crítica, en la visualización, en seguridad pública, atención de emergencia y vigilancia, entre otros.

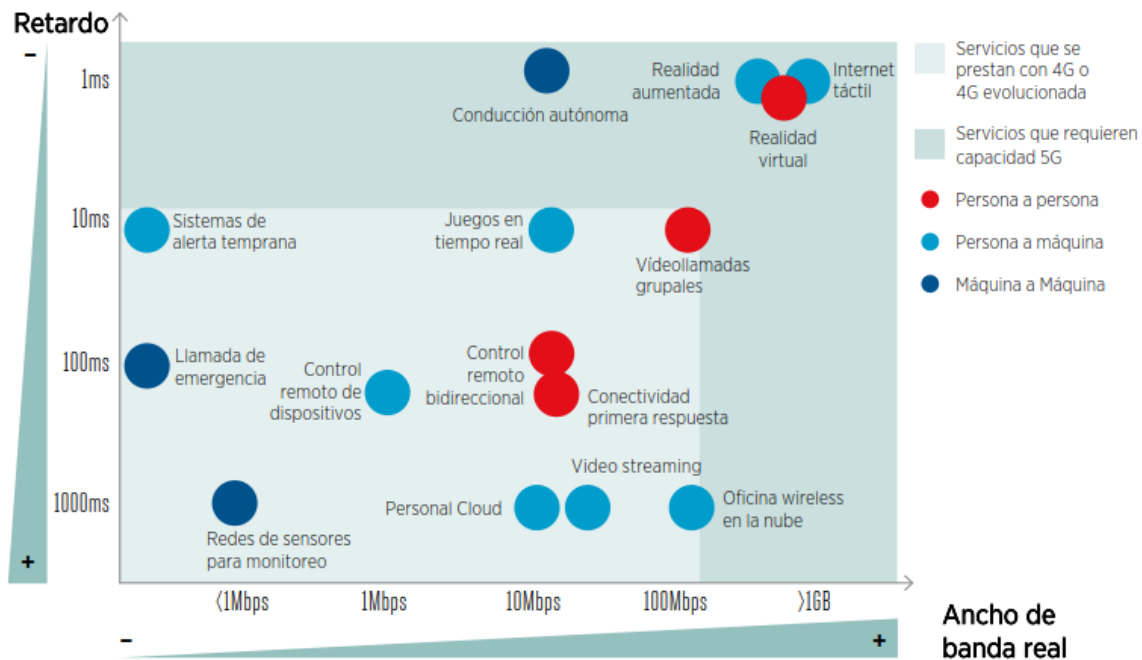
De esta manera 5G parece que será tan potente que hará crucial la analítica de Big Data en el cumplimiento de las funcionalidades y recursos que tendrá. Gartner predice que, en el año 2020, el 3% de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles (PRSTM) lanzarán redes 5G comercialmente, que de los años 2018 a 2022 las organizaciones utilizarán en su mayor parte las redes y servicios de 5G para soportar las masivas comunicaciones de IoT y que la tecnología 5G será una facilitadora clave que permitirá la inteligencia artificial en todas partes. (FORBES, 2017)

## 5.2. Inteligencia artificial (Machine learning) y ciudades inteligentes (Smart cities)

El espectro de aplicaciones 5G es muy amplio, incluyendo soluciones de inteligencia artificial para hogares y ciudades inteligentes, automóviles autónomos, gestión inteligente de la movilidad en las congestionadas ciudades, mayor automatización de la industria, atención oportuna de emergencias de salud y de tránsito y ágil reconocimiento facial para combatir la delincuencia.

Se prevé que IoT con la cuarta revolución industrial van a ser los motivadores más importantes para aplicaciones 5G. Por lo tanto, los artefactos con conciencia de contexto (inteligencia artificial) serán parte integral de la infraestructura de 5G para hacer que las redes sean conscientes del contexto subyacente y lo suficientemente inteligentes como para proporcionar experiencias para un suscriptor individual en la red proporcionándole mejor flujo de datos e información clave para toma de decisiones. En la Gráfica 20 se puede apreciar la gran variedad de servicios y aplicaciones que se podrán lograr con la irrupción de las redes 5G con sus características excepcionales de muy alto ancho de banda y muy baja latencia.

Gráfica 20. Requerimientos de ancho de banda y latencia para múltiples aplicaciones



Fuente: (GSMA, 2014)

Por su parte los sistemas de soporte de operación y negocio (OSS/BSS = Operation Support Systems / Business Support Systems) de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles - PRSTM tendrán análisis integrados y nativos en su conjunto de herramientas a diferencia de los sistemas tradicionales donde la analítica ha sido una idea tardía hasta el día de hoy. Las redes 5G serán tan complejas que contendrán múltiples capas de funciones virtuales, activos fijos virtuales y físicos, uso óptimo del espectro, nodos informáticos distribuidos y basados en conceptos SDN/NFV<sup>4</sup>.

La planificación y optimización de redes (NPO = Network Planning & Optimization) para decidir dónde escalar funciones de red específicas y servicios de aplicaciones se basará en sistemas de aprendizaje automático que analizarán el uso de la red y los patrones de tráfico de datos más estrechamente. De esta manera, los sistemas de soporte de operaciones y negocio (OSS/BSS) tendrán análisis integrados e incrustados en su conjunto de herramientas a diferencia de los sistemas tradicionales donde la analítica ha sido una idea no muy aprovechada hasta el día de hoy.

Por lo general los Proveedores de Redes y servicios de Telecomunicaciones Móviles actuales han estado utilizando los datos de sus sistemas de gestión para mejorar la calidad del servicio y la experiencia del cliente. Sin embargo, con las muchas posibilidades de los servicios 5G combinados con IoT & AI, explorarán nuevos modelos de negocio de monetización, como los servicios de aplicaciones empresariales inteligentes. Para los PRSTM las oportunidades de negocio no solo se

<sup>4</sup> SDN = Software Defined Networks, NFV = Network Functions Virtualization



encuentran en monetizar datos, sino en el valor entregado a las empresas a través de capas de inteligencia de red y aplicaciones.

El mantenimiento predictivo es una de las aplicaciones destacadas de la industria 4.0. Según un informe de investigación de mercados (IoT Analytics, 2017) el mantenimiento predictivo será una enorme oportunidad de mercado en los próximos años. El mantenimiento predictivo ayuda a predecir los errores antes de que ocurran aprovechando la inteligencia artificial – IA que se verá altamente fortalecida con la entrada en servicio de las redes 5G ya que permitirá que ésta desempeñe un papel cada vez más importante y se integre rápidamente en muchos aspectos de las telecomunicaciones, las aplicaciones, el contenido y el comercio.

El análisis cognitivo en 5G se transformará a machine learning / deep learning en lugar de los análisis descriptivos tradicionales con informes básicos de inteligencia de negocios (BI = Business Intelligence). Los análisis en 5G evolucionarán hasta un punto que aprende desde el contexto, predice lo que sucederá a continuación, prescribe el siguiente mejor paso, aprende de los patrones de comportamiento pasados para tomar la decisión óptima, y para aplicaciones completamente autónomas con las cuales se logra automatizar la siguiente acción o mejor, se llega a un nivel de decisión hecha por las máquinas. La información generada por los análisis puede impulsar cada vez más la toma de decisiones y, con la velocidad de la 5G, se recopilarán y procesarán datos más rápido que nunca para tener aplicaciones de inteligencia cognitiva.

## 6. Identificación de retos

En este capítulo se exploran los retos que desde los aspectos regulatorios, de gestión de espectro y de política pública enfrenta la administración para la implementación de 5G en el país ( Gráfica 21) Lo anterior, teniendo en cuenta los análisis internacionales que desde la experiencia de las administraciones constituyen las mejores prácticas que pueden servir de referencia para la construcción del presente plan.

Gráfica 21. Retos 5G



A partir de las recomendaciones de políticas de la UIT, algunos países están acogiendo prácticas similares para el despliegue de las redes y servicios 5G, considerando que ésta tiene un alto costo de infraestructura y altas posibilidades de generar un aumento en la brecha digital al concentrar su despliegue en zonas densamente pobladas. Aunque es posible ver elementos comunes, como el seguimiento de un plan de acción, la adaptación de las subastas de espectro, el fomento al despliegue de infraestructura, y los aportes para una mayor cobertura, cada país o bloque analizado tiene distintas estrategias: la Unión Europea desarrolla un plan pensado en el aprovechamiento ciudadano de las nuevas tecnologías; el gobierno de Estados Unidos de Norteamérica impulsa la desregulación de las telecomunicaciones con reservas de seguridad respecto a tecnología de origen chino; en Corea del Sur trabajan en conjunto el gobierno y las empresas para sacar adelante iniciativas gana-gana.

Es importante destacar que la Comisión Europea, dentro de su “Plan de Acción a la Transición Digital” (European Commission, 2018), está trabajando desde 2017 en el desarrollo de 15 acciones, una de las cuales (la 14) es mejorar la regulación para permitir el desarrollo de micro operadores de redes en ciudades pequeñas y áreas geográficas apartadas con baja densidad de población, lo que permitiría aumentar la conectividad y la cantidad de servicios basados en 5G.

En esencia todos los países que visualizan una gran acogida de las redes y servicios 5G deberán propender en sus políticas, normatividad y regulación por aprovechar las virtudes de esta tecnología mitigando los riesgos de reducción de la brecha digital con la toma en consideración de los siguientes aspectos (UIT, 2018):



- Procurar proteger los derechos de usuarios
- Velar porque se incremente la ciberseguridad
- Generar condiciones competitivas para que haya más oferta y mejores tarifas
- Estimular el incremento de la calidad del servicio
- Planificar otorgamiento de permisos para uso eficiente del espectro
- Respalda la provisión de una cobertura inalámbrica asequible (por ejemplo, a través de bandas inferiores a 1 GHz) para reducir la brecha digital como soluciones de última milla en zonas de concentración en lugares poco poblados y de difícil acceso
- Ofrecer incentivos comerciales y tributarios para estimular la inversión en redes 5G
- Evaluación y apoyo para reducir los altos costos en tiempo, dinero y esfuerzo (permisos) para despliegue y puesta en servicio de nueva infraestructura, tanto de antenas como de fibra óptica
- Continuar potenciando los servicios y cobertura de 4G dada su madurez y costos razonables dadas las economías de escala logradas con esta tecnología
- Armonizar el espectro disponible para 5G con la posible consideración de la compartición de espectro entre operadores
- Estimular y facilitar la realización de pruebas piloto que promuevan el desarrollo de hojas de ruta que ayuden en el despliegue de la 5G.

Otro de los desafíos no menos importante, se centra en las dificultades para la obtención de los permisos para el despliegue de infraestructura especialmente en las ciudades. Es un problema que viene con la expansión de infraestructuras tanto de 3G como de 4G por los temores de los gobiernos locales de contaminación visual y radioeléctrica. En el caso de infraestructura 5G este problema se va a incrementar por la necesidad de instalar mayor cantidad de radiobases más cercanas entre sí (en el caso de utilizar las bandas de frecuencia muy altas atribuidas a 5G), pero afortunadamente y por lo general, de menor tamaño.

Pero si se combinan las necesidades de los gobiernos locales de mejorar la seguridad ciudadana, reducir la congestión vehicular y el control medioambiental, con la de los operadores para desplegar infraestructura que les permita ofrecer los servicios 5G, encontramos una valiosa oportunidad de otorgar tales permisos en conjunto con las licencias de espectro en la que el operador opere y provea el servicio de conectividad a las cámaras, alarmas y sensores que se necesitarán. Es decir, que haya armonización entre las necesidades de seguridad pública, medición de condiciones ambientales, sensores de congestión vehicular y emisión de alarmas, con la provisión de servicios de telecomunicaciones fiables de banda ancha y cobertura, donde todos los actores ganan incluida la ciudadanía.

Es así como para el plan planteado se tendrán en cuenta las mejores prácticas internacionales que desde el marco normativo actual permita que los beneficios que conlleva la implementación de 5G, sean una realidad que maximice el bienestar de los ciudadanos así como la disminución de las cargas administrativas que los retos antes identificados puedan tener.





## 7. Definición del Plan 5G

Con el fin de plantear los lineamientos para la implementación y despliegue de 5G en el país, se define este Plan estableciendo los objetivos y estrategias de política a desarrollarse en el cuatrienio. Partiendo de los insumos generados del análisis realizado en los capítulos anteriores, a continuación se presentan el objetivo general, los objetivos específicos y las principales acciones que permitirán el despliegue de 5G en el país.

### 7.1. Objetivo General

Establecer lineamientos de políticas y estrategias para el despliegue de 5G en el país que facilite el uso de nuevas tecnologías, transformando la vida de los colombianos.

### 7.2. Objetivos Específicos

- 7.2.1. Identificar los retos que requieran posibles medidas regulatorias, normativas o técnicas vinculadas al despliegue de 5G.
- 7.2.2. Promover el despliegue de redes 5G para asumir la demanda y características de nuevos servicios.
- 7.2.3. Promover la actualización y simplificación del marco normativo y regulatorio para el adecuado despliegue de 5G.

### 7.3. Plan de Acción

#### 7.3.1. Identificar los retos que requieran posibles medidas regulatorias, normativas o técnicas vinculadas al despliegue de 5G

A continuación, se presentan las estrategias para que el país reconozca los retos que vienen de la mano con el despliegue de 5G. Para esto, se propone la realización de pilotos con lo cual se busca encontrar información de primera mano, lo que permitirá mejorar el conocimiento para el diseño de algunas de las estrategias orientadas a su desarrollo. De igual forma, se busca realizar un



diagnóstico de las necesidades tanto regulatorias, normativas y técnicas vinculadas al despliegue de 5G.

#### **Línea de acción 1.1. Realizar un piloto de la tecnología 5G**

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones desarrollará pilotos de la mano de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones de la tecnología 5G. Esto, con el fin de incentivar un camino claro para el despliegue exitoso y oportuno de 5G, así como para validar los beneficios de 5G para sectores verticales, incluidos el sector público, las empresas y los consumidores en el país. Estos pilotos deberán iniciarse en el segundo semestre de 2019.

#### **Línea de acción 1.2. Realizar un diagnóstico de las medidas regulatorias, normativas o técnicas, para el despliegue de 5G.**

La Agencia Nacional del Espectro elaborará un diagnóstico de la atribución actual de las bandas de frecuencias clave para el despliegue de 5G para brindar mayor cobertura y que incluyan todos los casos de uso (bandas inferiores a 1 GHz, de 1-6 GHz y por encima de 6 GHz), asimismo diseñará y presentará al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones un plan de liberación de las bandas de frecuencias que hayan sido identificadas en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019. Esto, con el fin de determinar las condiciones técnicas de utilización de las mismas con carácter previo a su futura asignación. El diagnóstico deberá estar terminado antes del 30 de septiembre de 2019 y el plan de liberación de bandas de frecuencias, deberá estar terminado antes del 31 de marzo de 2020.

La Agencia Nacional del Espectro elaborará una recomendación en materia de topes de espectro. Esto con el fin que el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones determine la viabilidad de aumentar los topes máximos establecidos actualmente por proveedor de redes y servicios móviles terrestres, en virtud de las condiciones actuales del mercado, las proyecciones de crecimiento de la demanda de servicios y las bandas de espectro disponibles. Esta recomendación deberá estar terminada antes del 31 de diciembre de 2019.

La Comisión de Regulación de Comunicaciones revisará el Código de Buenas Prácticas para el despliegue de redes de comunicaciones del 2016, con el fin que éste, sea una herramienta de apoyo y consulta para las administraciones locales, y que incentive el adecuado despliegue de infraestructura para el despliegue de 5G en Colombia, acogiendo las mejores prácticas internacionales. Esta revisión deberá estar terminada al finalizar el cuarto trimestre de 2019.

### **7.3.2. Promover el despliegue de redes 5G para asumir la demanda y características de nuevos servicios.**

A continuación, se presentan las estrategias que permitirán promover el despliegue de redes 5G teniendo en cuenta la demanda y los nuevos servicios que el mercado ofrece. Para esto,



se realizará la identificación de la demanda de espectro radioeléctrico necesaria para suplir todos los servicios y bondades que 5G ofrece. De igual forma, se evaluarán nuevos modelos de administración de espectro. Asimismo, se definirán las características técnicas que deben ser ofrecidos por los servicios 5G.

#### **Línea de acción 2.1. Identificar la demanda Espectro para los servicios 5G.**

La Agencia Nacional del Espectro identificará la demanda de espectro necesaria en las tres bandas de frecuencia clave para incluir las necesidades de todos los casos de uso, para lo cual tendrá en cuenta las bandas de frecuencias mencionadas en el capítulo “3.3. Espectro 5G” (Las tres bandas son: inferiores a 1 GHz, de 1-6 GHz y por encima de 6 GHz.). Asimismo, realizará la planeación detallada de estas bandas, para satisfacer las necesidades de espectro identificadas en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones, con el fin de asegurar la disponibilidad de las mismas en el despliegue de 5G. Esta acción deberá ser finalizada al 31 de enero de 2020.

#### **Línea de acción 2.2. Definir un nuevo modelo de administración de espectro para 5G**

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones con la asesoría técnica de la Agencia Nacional del Espectro, definirá y evaluará nuevos modelos de administración de espectro, para la asignación del espectro radioeléctrico asociado a servicios 5G. Lo anterior, con el fin de responder, no solo a los avances técnicos y tecnológicos, sino también a la gran demanda de este recurso que trae consigo las redes 5G. Esta acción deberá ser finalizada el segundo trimestre de 2020.

#### **Línea de acción 2.3. Establecer las características técnicas y de calidad que deben ofrecer los servicios de telecomunicaciones que usan el espectro radioeléctrico.**

La Comisión de Regulación de Comunicaciones elaborará un estudio que genere las bases e insumos para revisiones de regímenes de calidad, régimen de usuarios, así como los posibles mercados relevantes en el futuro. Esto, con el fin de determinar las variaciones de la concepción de usuario que desarrollará 5G (M2M<sup>5</sup>, V2V<sup>6</sup>, IoT<sup>7</sup>), y los nuevos mercados emergentes. Este estudio deberá estar terminado antes del 31 de diciembre de 2019.

---

<sup>5</sup> M2M: Comunicaciones Máquina a Máquina.

<sup>6</sup> V2V: Comunicaciones Vehículo a Vehículo.

<sup>7</sup> IoT: Internet de las Cosas.



### 7.3.3. Promover la actualización y simplificación del marco normativo y regulatorio para el adecuado despliegue de 5G.

A continuación, se presentan las estrategias para promover la actualización y simplificación del marco normativo y regulatorio para el despliegue de redes 5G teniendo en cuenta las tendencias internacionales.

#### **Línea de acción 3.1. Revisión periódica normativa y regulatoria**

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones realizará la revisión periódica de la normatividad asociada a la gestión del espectro radioeléctrico, para la tecnología 5G con el fin de mantener actualizada la normatividad conforme a las tendencias, experiencias internacionales y necesidades de los usuarios. Para evaluar esta acción periódica, se realizarán cortes semestrales al 30 de junio y 31 de diciembre de cada año.

La Comisión de Regulación de Comunicaciones incluirá dentro su planeación estratégica una revisión regulatoria de acuerdo con las características técnicas de 5G, especialmente frente a los temas de calidad, protección a usuarios, homologación de equipos y despliegue de infraestructura. Lo anterior con el fin de contar con regímenes actualizados y de acuerdo a las tendencias internacionales. Para esta acción se llevaran a cabo cortes anuales al 31 de diciembre de cada año.

La Agencia Nacional del Espectro, revisara si se requiere actualizaciones normativas frente a las estaciones radioeléctricas utilizadas para ofrecer servicios 5G sobre los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos. Lo anterior con el fin de definir técnicas, procedimientos y parámetros para la supervisión y evaluación del cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos generados por el despliegue de estaciones 5G.

#### **Línea de acción 3.2. Evaluación de los efectos de las disposiciones relacionadas con 5G tanto normativas como regulatorias a nivel internacional.**

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones con el apoyo de las entidades del sector monitoreará los efectos de disposiciones o normas utilizadas por otros países que hayan impulsado o frenado el despliegue de 5G. Lo anterior, con el fin de implementar las mejores prácticas en el despliegue de 5 G y así evitar las barreras u obstáculos que se hayan presentado internacionalmente en el despliegue.

### 7.3.4. Identificar los lineamientos de seguridad digital para los nuevos servicios 5G

De acuerdo con las medidas internacionales en seguridad digital, se hace necesario realizar un diagnóstico en esta materia, vinculado al despliegue de los servicios que permitirá la tecnología



5G. Es muy importante realizar un análisis de vulnerabilidades, que den una integridad en el tráfico, el terminal, el almacenamiento y procesamiento de la información.

**Línea de acción 4.1.** Por definir a cargo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones con el apoyo del Ministerio de Defensa.

### 7.3.5. Pilotos 5G

Si bien en la región países como Argentina, Chile, Brasil, México, Uruguay, Canadá y Estados Unidos y diferentes países en Europa han realizado pruebas y pilotos de 5G (ver anexo 1) con el fin de probar las características técnicas y bondades de la tecnología 5G, los países más avanzados en pruebas y pilotos de 5G en el mundo son Estados Unidos, China, Japón y Sur Corea.

Es así como el estado Colombiano, con el fin de plantear un camino claro para el despliegue exitoso y oportuno de 5G, así como para validar los beneficios de 5G en sectores verticales, incluidos el sector público, las empresas y los consumidores en el país, desarrollará pilotos de 5G que permitan, en un ambiente controlado, obtener la información insumo necesaria que facilite el diseño de estrategias y normas que garanticen la seguridad jurídica y de las inversiones.

Para desplegar estos pilotos de manera ordenada, temporal, libre de interferencias y viable jurídicamente, se plantean las siguientes actividades:

- I. Establecer soporte jurídico para realizar piloto 5G
- II. Definir necesidades y objetivos del piloto (espectro, infraestructura, tecnologías emergentes, etc.)
- III. Establecer listado de criterios mínimos a medir en el piloto de 5G
- IV. Definir posibles lugares para piloto de 5G
- V. Establecer condiciones de participación en piloto de 5G
- VI. Publicar convocatoria para interesados
- VII. Resultados convocatoria
- VIII. Actos administrativos para pruebas
- IX. Ejecución piloto 5G
- X. Entregar resultados de piloto 5G
- XI. Elaborar conclusiones y propuesta de pasos a seguir

Lo anterior no solo permitirá dar certeza a los fabricantes, proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, academia e interesados de los componentes tecnológicos, funcionalidad, gestión y rendimiento de la tecnología 5G en el país. Sino que se podrá contar con una implementación pre-comercial con clientes reales y con dispositivos comerciales contando con un sistema completo, donde se podrá contar la percepción y evaluación de los usuarios.

Las medidas contenidas en el Plan 5G permitirán que Colombia se prepare para recibir los beneficios que trae esta tecnología, dichas medidas serán evaluadas periódicamente durante el desarrollo del



Plan. Los hitos principales se muestran en el siguiente cronograma con las acciones clave a desarrollar.

### 7.3.6. Cronograma – Grandes Hitos

Gráfica 22 . Cronograma Plan 5G





## Bibliografía

- ANATEL. (2018). *Regulatory Roadmap for 5G in Brazil*. Brasilia.
- AP. (2019, Febrero 11). *AP Explica: La gran promesa de 5G... y los riesgos*. Retrieved from <https://www.apnews.com/>:  
<https://www.apnews.com/e237945c4520455d89c03d688355f483>
- BMVI. (2017). *5G Strategy for Germany: A scheme to promote the development of Germany to become*. Berlin. Retrieved from [https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile)
- CEPAL. (2016). *Estado de la Banda Ancha en América Latina y el Caribe 2016. Naciones Unidas con el apoyo de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ)*.
- CONPES. (2011). *LINEAMIENTOS DE POLÍTICA PARA CIBERSEGURIDAD Y CIBERDEFENSA*. Bogotá. Retrieved Marzo 21, 2019, from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3701.pdf>
- CONPES. (2016). *POLÍTICA NACIONAL DE SEGURIDAD DIGITAL*. Bogotá. Retrieved Marzo 29, 2019, from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3854.pdf>
- Counter Point Research. (2019). *CounterPoint*. Retrieved from CounterPoint: <https://www.counterpointresearch.com/global-smartphone-share>
- CRC. (2016). *Resolución 5076*.
- CULLEN. (2019). *Telecoms 5G cybersecurity*. Retrieved from <https://www.cullen-international.com/product/documents/TRECEU20190003>
- Department for Culture, Media & Sport. (2017). *Next Generation Mobile Technologies: A 5G strategy for the UK*. HM Treasury, London.
- DNP. (2018). *Colombia productiva y sostenible. Un propósito de todos*. Bogotá: DNP.
- El Periódico. (2019, Marzo 26). Bruselas lanza un plan para redoblar la seguridad del 5G. Bruselas. Retrieved from <https://www.elperiodico.com/es/economia/20190326/bruselas-lanza-un-plan-para-redoblar-la-seguridad-del-5g-7375299>
- European Commission. (2016). *5G for Europe: An Action Plan*. Brussels.
- European Commission. (2016). *Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe*. European Union.
- European Commission. (2018). *Digital Transition*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/futurium/en/digital-transition/better-regulation-action-14-development-5g-regulation-enable-local-micro>
- FCC. (2018). *The FCC's 5G FAST Plan*. Washington.





- FORBES. (2017, Agosto 15). Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017 Adds 5G And Deep Learning For First Time. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/08/15/gartners-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017-adds-5g-and-deep-learning-for-first-time/#24bb757a5043>
- GSMA. (2014). *Understanding 5G: Perspectives on future technological advancements in mobile*. Londres: GSMA. Retrieved from <https://www.gsma.com/futurenetworks/volte/understanding-5g-perspectives-on-future-technological-advancements-in-mobile-gsmair-report-3/>
- GSMA. (2016). *Espectro 5G: Posición de la GSMA sobre políticas públicas*. London. Retrieved from <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2017/02/Espectro-5G-Posici%C3%B3n-de-la-GSMA-sobre-pol%C3%ADticas-p%C3%BAblicas.pdf>
- GSMA. (2017). *Espectro Radioeléctrico: Precios eficientes para una mejor calidad y mayor asequibilidad de los servicios móviles*. LONDRES: GSMA. Retrieved from <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2018/12/Effective-Spectrum-Pricing-Summary-Spanish-Web.pdf>
- GSMA. (2019). *The Mobile Economy*. London, UK.
- IEEE. (2018). *Big Data Analytics in 5G*. IEEE. Retrieved from <https://futurenetworks.ieee.org/images/files/pdf/applications/Data-Analytics-in-5G-Applications030518.pdf>
- IFT. (2019). *Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación*. Retrieved from <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/panoramadespectroradioelectricoenmexicopara5g.pdf>
- IoT Analytics. (2017, Marzo 21). New Report Indicates US\$11 Billion Predictive Maintenance Market By 2022, Driven By IoT Technology And New Services. Hamburgo, Alemania. Retrieved from <https://iot-analytics.com/report-us11-billion-predictive-maintenance-market-by-2022/>
- La Nación. (2016, Febrero 7). *Educación e innovación*. Retrieved Marzo 8, 2019, from <https://www.nacion.com/>: <https://www.nacion.com/opinion/columnistas/educacion-e-innovacion/HCJGTVMWSZCOHDS7E6IAAT7TXQ/story/>
- La República. (2019). *La República*. Retrieved from La República: <https://www.larepublica.co/internet-economy/samsung-apple-y-huawei-las-marcas-de-celulares-mas-vendidas-2822540>
- MINETAD. (2017). *Consulta pública sobre el Plan Nacional de 5G*. Madrid. Retrieved from <https://avancedigital.gob.es/es-ES/Participacion/Paginas/Cerradas/plan-nacional-5G.aspx>



- MINETAD. (2017). *Plan Nacional 5G: 2018-2020*. MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL, Madrid. Retrieved from [https://avancedigital.gob.es/5G/Documents/plan\\_nacional\\_5g.pdf](https://avancedigital.gob.es/5G/Documents/plan_nacional_5g.pdf)
- MinTIC. (2018, mayo). *Colombia TIC*. Retrieved from <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-100444.html>: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-100444.html>
- MinTIC. (2019, Junio). <http://www.siust.gov.co/>. Retrieved from <http://www.siust.gov.co/>: <http://www.siust.gov.co/siic/publico/terminal-homologada>
- OECD. (2018). *The Road to 5G Networks Experience to Date and Future Developments*. COMMITTEE ON DIGITAL ECONOMY POLICY .
- OECD. (2019). <https://www.oecd.org>. Retrieved from <https://www.oecd.org>: <https://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- Portafolio. (2018). *Portafolio*. Retrieved from Portafolio: <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/asi-se-reparte-la-torta-en-el-mercado-de-celulares-en-colombia-521967>
- SUBTEL. (2018). *Consulta Publica Plan 5G*. Santiago. Retrieved from [https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2018/07/Consulta\\_Publica\\_Plan\\_5G.pdf](https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2018/07/Consulta_Publica_Plan_5G.pdf)
- UIT. (2015). *Recomendación UIT-R M.2083-0. Concepción de las IMT – Marco y objetivos generales del futuro desarrollo de*. Ginebra.
- UIT. (2018). *Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos*. Ginebra. Retrieved from [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.5G\\_01-2018-PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.5G_01-2018-PDF-S.pdf)
- Welivesecurity. (2018, Marzo 6). *Tecnología 5G: la próxima generación en conectividad móvil*. Retrieved from <https://www.welivesecurity.com>: <https://www.welivesecurity.com/las/2018/03/06/mobile-world-congress-introduciendo-el-5g/>

## Anexo 1.

### Pilotos 5G – América Latina (Fuente: Cullen International)

País	Ejemplos relevantes de Pruebas
Argentina	Ericsson and Movistar 5G trial: place: Buenos Aires city spectrum used: 28 GHz solution used: mmWave 28 GHz 5G test bed solution broadband speed: 20 Gbps
Brasil	Vivo and Claro, in partnership with Ericsson
Canadá	Bell and Nokia 5G trials in 2016 Telus and Huawei 5G trials in 2016 Bell and Huawei 5G trials in 2018 Rogers and Ericsson 5G trials in 2018 Shaw and Nokia, CableLabs and Rohde & Schwarz trials in 2018 Federal government and governments of Ontario and Quebec announced an investment of CAD 0.20bn (US\$0.15bn) for public-private partnership 5G research projects (ENCQOR).
Chile	In Dec. 2017 Claro Chile and Nokia have reportedly made the first 5G demonstration in Latin America using the 27 GHz band (downlink: 9 Gbps) Entel and Telefonica Chile have partnered with Ericsson to prepare their networks for 5G services
Colombia	Huawei and Tigo-UNE 5G trial (press release): solution used: massive MIMO & beamforming broadband speed: 640 Mbps (indoor) Nokia and Claro 5G trial (press release): broadband speed: 10 Gbps Telefónica announced launch of a 4.5G network in 129 cities. Movistar Colombia and Ericsson 5G trial, reaching speeds between 27 and 31 Gbps (press release).
Costa Rica	Some operators, like Claro, announced pilots since 2019
México	America Movil has reportedly been carrying out 5G tests in Mexico since 2016. No further details available.
United States	Since 2017 the largest operators have been testing high bandwidth spectrum for 5G. Several tests also in the 3.5 GHz band by T-Mobile, US cellular (pending FCC approval), Google and others. Some operators also acquired millimetre wave spectrum through companies' acquisitions, and/or the 28 GHz spectrum auction (Flash). Early commercial deployments are ongoing.

### Pilotos 5G Europa (Fuente: Observatorio 5G -Europa)

País	Fecha de Anuncio	Operadores	Fabricante	Frecuencias	Vertical	Stakeholder adicionales	Funcionalidades Pruebas 5G
Austria	February 2018	T-Mobile	Huawei	3.4 - 3.8 GHz			
Austria	December 2016	3	ZTE				
Austria	July 2018	3	ZTE				
Belgium	April 2018	Proximus	Huawei	3.5 GHz			
Belgium	June 2017	Telenet	ZTE				



Belgium	November 2016	Proximus	Huawei	70 - 80 GHz	Automotive and Road Transport Media and Entertainment		Broadcast and Streaming Functions
Belgium	September 2018	Orange	Nokia	3.5 GHz			
Bulgaria	February 2018	Mtel			Media and Entertainment Virtual Reality		
Croatia	November 2017	VIPnet		3.4 - 3.8 GHz		City of Jastrebarsko	
Croatia	July 2018	VIPnet		3.4 - 3.8 GHz		HAKOM	
Denmark	may-18	TDC	Huawei	3.4 - 3.8 GHz			
Denmark	August 2018	Telia					
Denmark	December 2018	Telia	Ericsson				
Estonia	September 2017	Telia	Ericsson Intel		Smart Cities Transport		Tallinn port / city
Estonia	October 2016	Telia	Ericsson	15 GHz	eHealth Industry 4.0		Broadcast and Streaming Functions
Estonia	August 2016	Tele2	Nokia				
Estonia	March 2018	Elisa	Huawei	3.4 - 3.8 GHz			
Estonia	September 2018	Telia	Ericsson			Taltech University	
Finland	April 2018	Telia	Nokia	28 GHz	Industry 4.0	Intel	
Finland	February 2018	Elisa	Huawei	3.5 GHz	Media and Entertainment		
Finland	September 2017	DNA	Omnitele				
Finland	April 2017	Elisa	Nokia	3.4 - 3.8 GHz	Media and Entertainment		
Finland	March 2017		Nokia			Spirent	Targeted Virtual Networks, Cloud and Edge computing functions
Finland	September 2016	Sonera	Nokia	4.5 GHz			Broadcast and Streaming Functions



Finland	August 2016	Elisa	Nokia		Automotive and Road Transport eHealth Industry 4.0 Media and Entertainment		
Finland	September 2018	Telia	Nokia	3.5 GHz			
Finland	July 2018	Elisa		28 GHz 3.4 - 3.8 GHz			
Finland	September 2018	Telia	Nokia				
France	July 2018	Bouygues Telecom		3.4 - 3.8 GHz			
France	may-18	SFR	Nokia	3.4 - 3.8 GHz			
France	February 2018	Bouygues Telecom	Huawei	3.5 GHz			
France	February 2018	Orange	Ericsson				
France	October 2017			3.4 - 3.8 GHz			
France	March 2017	Bouygues Telecom	Ericsson				
France	February 2017	Orange	Huawei				Cloud and Edge computing functions, Targeted Virtual Networks
France	January 2017	Orange	Ericsson Qualcomm		Automotive and Road Transport	PSA	Targeted Virtual Networks
France	January 2017	Orange	Nokia		Automotive and Road Transport eHealth Industry 4.0 Smart Cities		Targeted Virtual Networks, Cloud and Edge computing functions, IoT Enabler Functions, Broadcast and Streaming Functions
France	October 2016	Orange	Ericsson				
France	July 2018	Orange	Nokia	3.4 - 3.8 GHz			
France	July 2018	SFR		3.4 - 3.8 GHz			
France	September 2018		Nokia		Media and Entertainment	France TV	
France	October 2018	Orange	Ericsson	3.4 - 3.8 GHz			



France	November 2018	Bouygues Telecom Orange		3.5 GHz			
France	October 2018	SFR		3.5 GHz			
France	December 2018	Orange	Nokia				
France	January 2019	Bouygues Telecom	Ericsson Qualcomm	3.4 - 3.8 GHz			
France	February 2019	Orange	Samsung				
Germany	may-18	Deutsche Telekom	Huawei	3.6 - 3.8 GHz			
Germany	February 2018	Deutsche Telekom	University of Dresden		Energy		
Germany	January 2018	Deutsche Telekom	Huawei			Intel	
Germany	October 2017	Deutsche Telekom	Huawei	3.4 - 3.8 GHz	Media and Entertainment		Broadcast and Streaming Functions
Germany	February 2017	Telefónica	Huawei	3.4 - 3.8 GHz		Deutsche Telekom	Broadcast and Streaming Functions
Germany	February 2017		Huawei		Automotive and Road Transport		
Germany	February 2017	Deutsche Telekom	Ericsson			SK Telecom	Targeted Virtual Networks
Germany	December 2016		Ericsson		Media and Entertainment Transport	Airbus, KTH, Create-Net	Targeted Virtual Networks, Cloud and Edge computing functions, IoT Enabler Functions, Broadcast and Streaming Functions
Germany	December 2016	Deutsche Telekom	Huawei		Industry 4.0		Targeted Virtual Networks, Cloud and Edge computing functions, IoT Enabler Functions, Broadcast and Streaming Functions
Germany	October 2016	Vodafone	Huawei	3.4 - 3.8 GHz	Media and Entertainment		
Germany	July 2016	Deutsche Telekom	Nokia		Media and Entertainment	Senate Department for Economics, Technology	



						and Research, Germany	
Germany	April 2016	Telefónica	Ceragon Ericsson Huawei NEC SIAE Tech Mahindra Wipro			Deutsche Telekom, AT&T	Programmability of wireless transport networks through standard information models (1st PoC)
Germany	February 2015		Huawei		eHealth		
Germany	September 2018	Telefónica	Samsung	26 GHz			
Germany	October 2018	Telefónica	Samsung	26 GHz			
Germany	November 2018	Vodafone	Ericsson Intel				
Greece	June 2018	Cosmote	Nokia	3.4 - 3.8 GHz		EETT	
Greece	October 2017	Cosmote	Nokia	3.4 - 3.8 GHz	Media and Entertainment		
Greece	January 2019	Deutsche Telekom	Ericsson	70 - 80 GHz			
Hungary	October 2017	Magyar Telekom	Ericsson	15 GHz			
Hungary	June 2017	Magyar Telekom			Automotive and Road Transport		
Hungary	September 2018	Vodafone		3.5 GHz			
Ireland	February 2018	Vodafone	Ericsson	3.4 - 3.8 GHz 3.6 - 3.8 GHz			
Ireland	November 2018	Vodafone	Ericsson				
Italy	March 2018	TIM	Ericsson				
Italy	may-18	TIM	Huawei	3.6 - 3.8 GHz	Automotive and Road Transport eHealth Industry 4.0 Media and Entertainment Public Safety Smart Cities Transport Virtual Reality	Fastweb	



Italy	June 2018	TIM	Nokia	28 GHz 3.4 - 3.8 GHz			
Italy	March 2018	TIM	Huawei	3.4 - 3.8 GHz		Fastweb	
Italy	February 2018	Fastweb	Ericsson	3.6 - 3.8 GHz	Transport	City Council of Rome	
Italy	February 2018	TIM	Ericsson				
Italy	December 2017	TIM	Ericsson	28 GHz	Media and Entertainment		Broadcast and Streaming Functions
Italy	November 2017	Vodafone	Huawei	3.4 - 3.8 GHz			
Italy	October 2017	Wind Tre	Open Fiber	3.4 - 3.8 GHz	Smart Cities	Enel, ZTE, Estra, local universities and research centres	
Italy	September 2017	TIM	Huawei			Fastweb	
Italy	January 2016	TIM			Smart Cities		Municipality of Turin
Italy	December 2016	TIM	Altiostar				Targeted Virtual Networks, Cloud and Edge computing functions
Italy	June 2016	TIM	Ericsson				
Italy	may-18	TIM	Nokia Qualcomm				
Italy	November 2018	Wind Tre	ZTE				
Italy	January 2019	Fastweb	Huawei		eHealth Industry 4.0 Public Safety Smart Utilities Transport		
Italy	December 2018	TIM	Qualcomm		Automotive and Road Transport Industry 4.0 Media and Entertainment Transport Virtual Reality		
Latvia	December 2017	Tele2	Nokia	700 MHz			
Latvia	October 2017	Tele2	Nokia				
Latvia	March 2017	Latvijas Mobilais Telefons	Nokia			Local universities	





Lithuania	August 2016	Tele2	Nokia		Automotive and Road Transport eHealth Energy Industry 4.0 Media and Entertainment Smart Cities		Broadcast and Streaming Functions
Netherlands	August 2018	VodafoneZiggo					
Netherlands	August 2018	VodafoneZiggo	Nokia				
Netherlands	November 2018	KPN	Huawei	2.3 GHz 3.5 GHz 700 MHz	Industrie 4.0	Shell, ExRobotics, ABB, Accenture	
Netherlands	April 2018	KPN	Huawei Nokia ZTE	3.5 GHz	Agriculture Automotive and Road Transport		
Netherlands	January 2017	KPN Vodafone	Ericsson Huawei		Agriculture eHealth Energy Smart Buildings Transport	TNO, SURF	
Netherlands	December 2018	KPN	Nokia	3.5 GHz	Media and Entertainment Smart Cities		
Netherlands	April 2019	VodafoneZiggo	Ericsson	3.5 GHz			
Norway	November 2017	Telenor			Transport	Kongsberg local government, Applied Autonomy (automated transport company) and Kongsberg Innovation	Application Specific Functions
Norway	September 2017	Ice	Nokia				
Norway	March 2017	Telenor	Huawei	70 - 80 GHz	Media and Entertainment		Broadcast and Streaming Functions
Norway	March 2017	Telenor	Huawei				
Norway	November 2018	Telenor					
Poland	March 2018	Orange		3.5 GHz			
Poland	September 2018	Orange	Huawei	3.4 - 3.6 GHz			
Portugal	October 2017	Vodafone	Ericsson				



Portugal	December 2018		Huawei			Altice	
Portugal	June 2018	MEO	Huawei	3.6 GHz			
Portugal	July 2018	MEO	Huawei	3.6 GHz			
Portugal	November 2018	MEO	Ericsson				
Romania	June 2018	Orange	Cisco Samsung	26 GHz			
Romania	may-18	RCS&RDS (Digi)	Ericsson		Media and Entertainment		
Romania	February 2018	Orange	Samsung	28 GHz		Cisco	
Romania	December 2017	Orange	Huawei	3.4 - 3.8 GHz			
Romania	June 2017	Telekom Romania	Ericsson		Smart Cities		Targeted Virtual Networks, Cloud and Edge computing functions
Russia	March 2018	MegaFon	Qualcomm	28 GHz			
Russia	February 2018	Rostelecom	Tattelecom			Megafon	
Russia	November 2017	Rostelecom	Ericsson	3.4 - 3.8 GHz			
Russia	November 2017	Rostelecom		3.4 - 3.8 GHz		Megafon	
Russia	October 2017	Rostelecom	Nokia				
Russia	June 2017	MegaFon	Huawei	70 - 80 GHz			Broadcast and Streaming Functions
Russia	April 2017	MTS	Ericsson	15 GHz	Media and Entertainment		Broadcast and Streaming Functions, IoT Enabler Functions
Russia	January 2017	VimpelCom	Huawei				
Russia	September 2016	Tele2	Nokia		Automotive and Road Transport eHealth Smart Cities		Broadcast and Streaming Functions
Russia	September 2016	MTS	Nokia		Media and Entertainment		Broadcast and Streaming Functions
Russia	September 2016	MTS	Samsung				Broadcast and Streaming Functions
Russia	September 2018	MegaFon Rostelecom		26 GHz			
San Marino	July 2017	TIM					



Spain	July 2018	Telefónica	Ericsson Nokia	28 GHz			
Spain	April 2018	Telefónica	Ericsson	3.4 - 3.8 GHz	Automotive and Road Transport		
Spain	February 2018	Vodafone	Huawei	3.7 GHz			
Spain	February 2018	Orange		3.5 GHz			
Spain	February 2018	Telefónica	Huawei		Media and Entertainment		
Spain	February 2018	Telefónica	Huawei		Automotive and Road Transport		
Spain	January 2018	Telefónica	Nokia			Ericsson	
Spain	December 2017	Telefónica	Ericsson		Media and Entertainment	FITUR, IFEMA	Cloud and Edge computing functions
Spain	November 2017	Telefónica			Automotive and Road Transport Industry 4.0	ASTI, 5TONIC	Application Specific Functions
Spain	October 2017	Telefónica	ZTE				
Spain	September 2017	Orange	Ericsson	28 GHz			Broadcast and Streaming Functions, IoT Enabler Functions
Spain	September 2017	Telefónica	InterDigital	70 - 80 GHz			
Spain	January 2017		Cisco Ericsson HPE Huawei Lenovo			Canonical, Rift.io, RedHat, ADVA, Mahindra Comviva, Fortinet, F5, A10 Networks, etc.	Targeted Virtual Networks, Cloud and Edge computing functions, IoT Enabler Functions, Broadcast and Streaming Functions
Spain	February 2016	Telefónica	Nokia				Heterogeneous NW Access
Spain	December 2016	Telefónica	ZTE				Heterogeneous NW Access
Spain	November 2016	Telefónica	Huawei				Broadcast and Streaming Functions
Spain	November 2015		Ceragon Coriant Ericsson Huawei NEC SIAE				Programmability of wireless transport networks through standard information models (1st PoC)



Spain	July 2018	Vodafone	Huawei	3.4 - 3.8 GHz			
Spain	September 2018	Vodafone	Huawei	3.7 GHz			
Spain	October 2018	Orange			Automotive and Road Transport Industry 4.0 Transport Virtual Reality		
Spain	November 2018	Telefónica	Nokia Teldat		Media and Entertainment Transport	Avanza, the city of Segovia	
Spain	February 2019	Vodafone	Huawei	3.4 - 3.8 GHz			
Spain	April 2019	Orange	ZTE				
Spain	may-19	Vodafone	Ericsson Huawei		Agriculture eHealth Smart Cities Tourism		agriculture, health, smart cities, security and defense, economy and digital culture, digital transformation, and tourism
Spain	may-19	Telefónica	Ericsson Nokia Telnet		Automotive and Road Transport Drones eHealth Fixed Wireless Access		drones, connected cars, fixed wireless access (FWA) and health
Sweden	March 2018	Telia	Intel		Media and Entertainment	Ericsson	
Sweden	October 2018		Ericsson Qualcomm	3.5 GHz			
Switzerland	March 2018	Swisscom	Ypsomed		Industry 4.0		
Switzerland	January 2018	Salt	Nokia	3.4 - 3.8 GHz	Media and Entertainment		Broadcast and Streaming Functions
Switzerland	December 2017		Huawei	3.4 - 3.8 GHz	Media and Entertainment		Broadcast and Streaming Functions
Switzerland	July 2017	Swisscom	Ericsson				
Switzerland	September 2018	Swisscom	Ericsson	3.4 - 3.8 GHz	Media and Entertainment		
Switzerland	November 2018	Swisscom	Ericsson Qualcomm	3.5 GHz			



Turkey	February 2018	Turkcell	Samsung				
Turkey	June 2017	Turkcell	Huawei	70 - 80 GHz			
Turkey	March 2017	Turkcell	ZTE				
Turkey	March 2017	Turk Telekom	Nokia		Energy Media and Entertainment Smart Buildings Smart Cities		Broadcast and Streaming Functions
Turkey	March 2017	Turk Telekom	Huawei				
Turkey	January 2017	Turkcell	Ericsson	15 GHz			
Turkey	October 2016	Vodafone		70 - 80 GHz			
Turkey	August 2015		Huawei				
Turkey	November 2018	Turk Telekom Turkcell Vodafone				BTK	
United Kingdom	June 2018	Vodafone					
United Kingdom	June 2018	EE		3.5 GHz			
United Kingdom	December 2017	Vodafone	Ericsson	3.4 - 3.8 GHz		King's College London	
United Kingdom	November 2017	EE	Huawei	3.4 - 3.8 GHz			
United Kingdom	July 2017	Arqiva	Samsung	28 GHz			Targeted Virtual Networks
United Kingdom	February 2017	Vodafone	Ericsson Qualcomm		Media and Entertainment	Qualcomm	Broadcast and Streaming Functions
United Kingdom	February 2016	EE	Huawei				IoT Enabler Functions, Enhanced Privacy and Security Techniques, Targeted Virtual Networks, Broadcast and Streaming Functions
United Kingdom	October 2016	Vodafone			Automotive and Road Transport		Localization Techniques, IoT Enabler Functions
United Kingdom	August 2016	EE	Nokia		Automotive and Road Transport eHealth Media and Entertainment		Broadcast and Streaming Functions



United Kingdom	July 2016	Vodafone	Huawei	70 - 80 GHz	Automotive and Road Transport Media and Entertainment		
United Kingdom	September 2018	Vodafone			Media and Entertainment		
United Kingdom	November 2018	EE					
United Kingdom	December 2018	Telefónica	Huawei				
United Kingdom	April 2019	Vodafone					