



**ESTUDIO SOBRE LAS
CONDICIONES
REGULATORIAS PARA
FAVORECER LA
ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA
5G EN COLOMBIA**

MAYO 2020

ESTUDIO SOBRE LAS CONDICIONES REGULATORIAS PARA FAVORECER LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN COLOMBIA

DIRECTOR EJECUTIVO

Carlos Lugo Silva

EXPERTOS COMISIONADOS DE COMUNICACIONES

Paola Andrea Bonilla

Sergio Martínez Medina

Nicolas Silva Cortés

COORDINADORA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Claudia Ximena Bustamante O.

EQUIPO

Lorena Vivas

Laura Arzayuz

Natalia Quevedo

Mayo 2020

www.crcom.gov.co

CONTENIDO

1. Introducción.....	4
2. Antecedentes.....	5
3. Objetivos	7
3.1. Objetivo general.....	7
3.2. Objetivos específicos.....	8
4. Tecnología móvil 5G	8
4.1. Características técnicas generales	10
4.2. Estructura de red 5G	13
4.2.1. Acceso.....	13
4.2.2. Red de respaldo móvil (backhaul).....	14
4.2.3. Red Core	15
4.3. Servicios y casos de uso de 5G.....	16
5. Implementaciones 5G	20
6. Proyecciones sobre implementación, beneficios económicos y costos del despliegue de 5G en América Latina y Colombia	25
7. Avances internacionales en materia de regulación y 5G	34
7.1. Seguridad digital	34
7.2. Compartición de infraestructura	37
7.3. Despliegue de infraestructura.....	40
7.4. Calidad de servicios.....	41
8. Análisis del marco regulatorio expedido por la CRC frente al despliegue de la red móvil 5G	43
8.1. Sandbox regulatorio.....	43
8.2. Compartición de infraestructura	44
8.3. Seguridad digital	48
8.4. Homologación de equipos terminales móviles.....	51
8.5. Reportes de información sobre redes y servicios móviles	53

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 1 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

8.6. Protección a usuarios	54
8.7. Calidad de servicios TIC	55
9. Conclusiones	56
10. Líneas de acción	57
11. Glosario de términos	58
12. Bibliografía	59

Lista de Tablas

TABLA 1. COMPROMISOS CRC EN EL PLAN 5G DE MINTIC.....	6
TABLA 2. VELOCIDADES Y LATENCIA PROMEDIO POR TIPO DE GENERACIÓN MÓVIL.....	10
TABLA 3. DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS DE RED PARA 5G.....	19
TABLA 4. PAÍSES QUE HAN IMPLEMENTADO 5G COMERCIAL	21
TABLA 5. LICITACIÓN DE ESPECTRO PARA 5G EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA: FECHAS Y BANDAS TENTATIVAS.....	25
TABLA 6. PALANCAS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA PROMOVER EL DESPLIEGUE DE TECNOLOGÍAS MÓVILES AVANZADAS EN AMÉRICA LATINA – KATZ Y CABELLO (2019)	32
TABLA 7. DEBERES DE LOS PRST EN MATERIA DE SEGURIDAD DIGITAL	48

Lista de Gráficos

GRÁFICO 1. 5G EN EL HYPER CICLO DE GARTNER	9
GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN DE REDES MÓVILES A NIVEL MUNDIAL POR GENERACIÓN 2019-2025.....	10
GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS 5G A MARZO DE 2020	18
GRÁFICO 4. PROYECCIONES SOBRE ADOPCIÓN DE 5G EN EL MUNDO.....	26
GRÁFICO 5. PROYECCIONES DE CONEXIONES A INTERNET MÓVIL EN AMÉRICA LATINA SEGÚN TECNOLOGÍA.....	27
GRÁFICO 6. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN REDES MÓVILES AVANZADAS SOBRE EL PIB COLOMBIANO (MILES DE MILLONES DE DÓLARES).....	30
GRÁFICO 7. PROYECCIONES DE COSTOS DE INVERSIÓN EN REDES MÓVILES AVANZADAS PARA COLOMBIA.....	31

GRÁFICO 8. TENDENCIAS Y PROSPECTIVA EN REDES DE RESPALDO MÓVILES (BACKHAUL)..... 38

Lista de Mapas

MAPA 1. PAÍSES EN LOS QUE LOS OPERADORES HAN MANIFESTADO QUERER INVERTIR EN REDES 5G 21

MAPA 2. PAÍSES Y FECHAS DE LANZAMIENTO DE REDES COMERCIALES 5G (FIJAS Y MÓVILES)..... 23

Lista de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. INTEGRACIÓN DE 4G CON 5G NON STAND ALONE (NSA)..... 12

ILUSTRACIÓN 2. 5G STAND ALONE (SA) 12

ILUSTRACIÓN 3. FUNCIONAMIENTO DE LAS CELDAS EN GSM SEGÚN TAMAÑO 14

ILUSTRACIÓN 4. ESQUEMA RED DE BACKHAUL..... 15

ILUSTRACIÓN 5. ESQUEMA RED CORE..... 15

ILUSTRACIÓN 6. EVOLUCIÓN DEL ACCESO INALÁMBRICO A LOS HOGARES 16

ILUSTRACIÓN 7. CASOS DE USO 5G 17

ILUSTRACIÓN 8. CANALES DE TRANSMISIÓN DE LA INVERSIÓN DE REDES MÓVILES AL CRECIMIENTO ECONÓMICO 29

ILUSTRACIÓN 9. PROBLEMAS Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD DIGITAL EN 5G..... 36

ILUSTRACIÓN 10. MEDIDAS DE POLÍTICA PARA LA PROMOCIÓN DE LA COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA 39

ILUSTRACIÓN 11. POLÍTICAS EN DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA ACTUALIZADAS POR LA FCC 41

ILUSTRACIÓN 12. FASES DEL SANDBOX REGULATORIO DE LA CRC 44

ILUSTRACIÓN 13. MODALIDADES DE COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA..... 45

ILUSTRACIÓN 14. CLASES DE INCIDENTES DE SEGURIDAD DIGITAL 49

ILUSTRACIÓN 15. RÉGIMEN DE HOMOLOGACIÓN DE ETM VIGENTE EN LA CRC..... 52

ILUSTRACIÓN 16. RÉGIMEN DE REPORTES DE INFORMACIÓN: PROVEEDORES CON LA OBLIGACIÓN Y OBJETIVOS 53

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 3 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia

1. Introducción

Las tecnologías de comunicaciones móviles han evolucionado velozmente permitiendo a los usuarios acceder a múltiples servicios de comunicaciones, transacciones, trámites y entretenimiento mediante el uso de aplicaciones en sus teléfonos móviles, gracias a la conexión de internet inalámbrico que permiten las redes móviles de tercera y cuarta generación (3G y 4G). Dando un salto revolucionario, la nueva generación de tecnologías móviles 5G ofrece una promesa de valor superior al ser diseñada para expandir enormemente la capacidad de la red y garantizar conexiones masivas e inteligentes no solo entre las personas, sino también entre las cosas.

En efecto, a través de la red 5G se podrán conectar automóviles, redes de servicios públicos, electrodomésticos, dispositivos médicos, maquinaria industrial y agrícola, hogares y ciudades, entre otros. Además, se estima que esta nueva tecnología reducirá la latencia¹ y mejorará la confiabilidad, permitiendo así soluciones de misión crítica² como cirugía remota, autos sin conductor y seguridad pública mejorada, para hacer posibles conexiones seguras con una gran velocidad de transmisión y descarga³.

La tecnología 5G se lanzó comercialmente en el año 2019 en Corea del Sur y en Estados Unidos y mostró un veloz ritmo de implementación durante el primer trimestre del año 2020 en diferentes países del mundo, prometiendo un amplio despliegue a lo largo de este año. Sin embargo, la pandemia del COVID-19 de reciente aparición no solo frenó los avances en instalación de infraestructura y en la generación de soluciones asociadas a la tecnología, sino también los desarrollos a nivel técnico de los estándares que permitirán acelerar el desarrollo de los casos de uso planteados dentro del 3GPP⁴. A nivel anecdótico incluso se ha identificado la generación de noticias falsas que atribuyen al despliegue de la tecnología

¹ Latencia: Se define como la demora entre una instrucción dada y su ejecución. 4G tiene una latencia de aproximadamente 50 ms; 5G reducirá esto a menos de 5 ms en tres años y menos de 1 ms en cuatro años. A modo de comparación, el cerebro humano tarda unos 10 ms en procesar una imagen. O'Halloran, D. (2019). What you need to know about 5G. World Economic Forum. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2019/12/what-you-need-to-know-about-5g>

² Las soluciones de misión crítica se definen como aquellas aplicaciones que al dejar de operar causan un impacto importante donde estén funcionando.

³ Rosenberg, D. (2020). 5G is about to change the world in ways we can't even imagine yet. World Economic Forum. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/5g-is-about-to-change-the-world-in-ways-we-cant-even-imagine-yet/>

⁴ 3GPP Third Generation Partnership Project. The Mobile Broadband Standard (Abril de 2020). 3GPP work taken on-line. Noticia disponible en: <https://www.3gpp.org/news-events/2108-3gpp>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 4 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

5G la afectación evidenciada por la pandemia, con consecuencias extremas como la quema de antenas 5G en el Reino Unido⁵, situación que ha tenido que ser desmentida directamente por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)⁶.

Frente a ese panorama, tanto la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) en el estudio sobre Redes móviles en Colombia: análisis y hoja de ruta regulatoria⁷ y en su Agenda Regulatoria 2020-2021; como el Ministerio de Tecnologías de la Información (MinTIC) en el Plan 5G⁸ identificaron la necesidad de que la Comisión adelantara un estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia en el que se identificaran posibles barreras e incentivos regulatorios para su despliegue.

En atención a lo anterior, se desarrolló el presente estudio que se divide en nueve secciones. La primera sección corresponde a esta introducción; la segunda se enfoca en los antecedentes del estudio; en la tercera se encuentran los objetivos del estudio; en la cuarta sección se incluye la descripción técnica general de las características de la tecnología 5G; en la quinta sección se presentan los avances en implementación a nivel internacional; en la sexta se revisan las proyecciones sobre el despliegue de 5G y sus beneficios para América Latina y Colombia; la séptima sección muestra los avances en cuanto a requerimientos e incentivos regulatorios a nivel internacional; en la octava se desarrolla el análisis del marco regulatorio de la CRC con el fin de identificar las posibles barreras e incentivos para la adopción de la tecnología 5G tanto en la regulación vigente como en los proyectos en curso. En las últimas dos secciones se encuentran las conclusiones y líneas de acción propuestas.

Por último, frente a la reciente declaratoria de la OMS⁹ de la pandemia debido al COVID-19 se vislumbran cambios en el panorama de 5G a nivel mundial asociados a la ralentización del proceso de adopción en algunos países del mundo, a la aceleración de su uso y aprovechamiento en otros, y al incremento en el uso y tráfico de datos resultantes de la mayor demanda de actividades online de educación, trabajo y entretenimiento en casa, lo cual pone en evidencia la creciente necesidad de acceder a conexiones de alta velocidad como las ofrecidas con tecnologías móviles 5G. Por lo tanto, en este estudio se dedica un espacio a la revisión de los efectos estimados de la pandemia sobre el despliegue de la tecnología 5G en las secciones sobre su implementación y sobre las proyecciones para América Latina y Colombia.

2. Antecedentes

Considerando la importancia de la conectividad móvil como palanca para el desarrollo socioeconómico del país, durante el año 2019 la CRC desarrolló el estudio denominado "Redes móviles en Colombia:

⁵ Coronavirus: las teorías conspirativas sobre el 5G y el covid-19 que llevaron a la quema de mástiles de telefonía celular en Reino Unido – BBC Abril 6 de 2020 <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-52182841>

⁶ ITU: No scientific basis between 5G and COVID-19 <https://www.itu.int/en/Pages/COVID-19/5g-covid-19-statement.aspx>
<https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/Documento-Modernizacion-redes-moviles-1.pdf>

⁷ https://micrositios.mintic.gov.co/plan_5g/

⁹ Declaración de pandemia <https://www.who.int/es/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 5 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

análisis y hoja de ruta regulatoria¹⁰, el cual se concentró en el análisis de las condiciones de despliegue y acceso a la red 4G en comparación con las tecnologías móviles de generaciones anteriores operativas en Colombia, y en establecer la hoja de ruta regulatoria que contempla las líneas de acción a ser ejecutadas por la CRC en diferentes proyectos regulatorios y estudios orientadas a promover un mayor despliegue de tecnologías móviles avanzadas, especialmente de la red 4G.

Dentro de las líneas de acción consideradas en la hoja de ruta regulatoria se encuentra el desarrollo de un estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia, con el fin de dar continuidad al objetivo de incentivar el despliegue y uso de redes móviles avanzadas en el país y generar las condiciones para estar a la vanguardia de las nuevas generaciones tecnológicas en infraestructura, soluciones y dispositivos móviles.

A su vez, como se indicó previamente, este estudio también se desarrolla en el marco de los compromisos establecidos por MinTIC en el Plan 5G¹¹ publicado en diciembre de 2019, el cual contempla los lineamientos de política pública y las estrategias para la implementación y despliegue de esta tecnología en el país. Dicho documento también da cumplimiento al compromiso que fue planteado en el CONPES 3975 de 2019 "Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial", asociado al análisis e impulso del despliegue de esta tecnología en Colombia. En general, dicho documento identifica retos y estrategias en materia de espectro radioeléctrico, ejecución de pilotos 5G, el desarrollo de modelos de negocio (aplicaciones y soluciones), aspectos relativos a seguridad digital y barreras regulatorias al despliegue de infraestructura.

Con respecto a este último punto, el MinTIC estableció un conjunto de tareas específicas a ser adelantadas por la CRC, las cuales se resumen en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1. Compromisos CRC en el Plan 5G de MinTIC

No.	Línea del Plan 5G	Actividad
1	Línea de acción 1.3: Identificar barreras para el despliegue y operación de las redes 5G.	Identificar las posibles barreras regulatorias para el despliegue, operación y comercialización de las redes 5G.
2	Línea de acción 2.2: Establecer las características técnicas y de calidad que deben ofrecer los servicios de telecomunicaciones móviles	Elaborar un estudio que genere las bases e insumos para la futura actualización de los regímenes de calidad, protección de usuarios, y demás que considere pertinentes.
3	Línea de acción 1.3: Identificar barreras para el despliegue y operación de las redes 5G	Desarrollar una consulta pública sobre las necesidades de ajustes regulatorios para el despliegue de 5G.
4	Línea de acción 2.4. Actualizar y divulgar las estrategias para remover las barreras al	Revisar y actualizar el código de buenas prácticas para el despliegue de redes de comunicaciones.

¹⁰ <https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/Documento-Modernizacion-redes-moviles-1.pdf>

¹¹ https://micrositios.mintic.gov.co/plan_5g/

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 6 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

	despliegue de la infraestructura para la tecnología 5G	
5	Línea de acción 2.4. Actualizar y divulgar las estrategias para remover las barreras al despliegue de la infraestructura para la tecnología 5G	Adelantar actividades de divulgación y capacitación a los entes territoriales en conjunto con MinTIC y la ANE, en temas relacionados con el funcionamiento de las tecnologías móviles y límites de exposición de personas a campos electromagnéticos.
6	Línea de acción 2.5. Actualización y revisión periódica de la normatividad y la regulación	Incluir dentro todo el ciclo de mejora regulatoria, y de los análisis ex post realizados a la regulación expedida, criterios de evaluación asociados a la remoción de barreras y fomento de las redes 5G.

Fuente: Elaboración propia con base en el Plan 5G de MinTIC.

El presente estudio cumple con los compromisos establecidos en la primera y segunda actividad relacionadas en la Tabla 1, consistente en el desarrollo de un análisis del marco regulatorio expedido por la Comisión con el fin de identificar posibles barreras para el despliegue de la tecnología 5G en Colombia, así como dejar planteados aspectos que puedan ser profundizados en las iniciativas regulatorias que se adelanten en las materias respectivas.

De manera particular, se plantea que la tercera actividad relacionada con la consulta sólo podrá ser llevada a cabo una vez se ejecuten los pilotos de 5G en Colombia, para que de esta manera los agentes directamente involucrados puedan contar con la identificación de necesidades específicas que puedan llegar a ser evaluadas a nivel sectorial. En este sentido, la CRC estará atenta a la ejecución y resultados de dichos pilotos a ser desarrollados en 2020 según los lineamientos que determine el MINTIC.

Las actividades 4 y 5 vienen siendo desarrolladas en paralelo al presente estudio, tal como se amplía más adelante en el presente documento. En cuanto a la actividad seis, se desarrollará de acuerdo con los avances en los pilotos 5G en Colombia, la implementación de la tecnología en el mundo y las condiciones propias del sector TIC dentro de la ejecución de proyectos regulatorios relacionados que hayan sido incorporados en la Agenda Regulatoria de la Entidad.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Identificar las posibles barreras e incentivos regulatorios para el despliegue de las redes 5G dispuestos en el marco regulatorio vigente de la CRC y plantear las recomendaciones que resulten pertinentes según los hallazgos.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 7 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un estado del arte con cierre al primer trimestre de 2020 sobre las características técnicas de la tecnología 5G, su implementación comercial a nivel internacional y las proyecciones para América Latina y Colombia.
- Presentar una revisión sobre los avances regulatorios en materia de 5G a nivel internacional realizados por organizaciones o autoridades del sector.
- Analizar el marco regulatorio de la CRC y los proyectos regulatorios y estudios en curso con el fin de identificar las posibles barreras e incentivos regulatorios para el despliegue de 5G.

4. Tecnología móvil 5G

Como se indicó, el despliegue de la red móvil 5G supone el acceso a una mayor funcionalidad de servicios y a un sustancial incremento en calidad en la conectividad. Se ha estimado que el costo unitario del tráfico de datos será significativamente menor que el registrado en redes 4G con la oportunidad de ofrecer niveles de velocidad y latencia adaptados a aplicaciones y casos de uso particulares, de acuerdo con cada aplicación y segmento de mercado¹². En particular, la nueva generación tecnológica promete revolucionar la industria con un salto considerable en la productividad debido a la automatización de los procesos, la explotación de Big Data y el uso de la inteligencia artificial, entre otros. Frente a esas oportunidades la inquietud fundamental radica en cuándo podrán efectivamente los usuarios, tanto residenciales como corporativos, acceder y beneficiarse de tan prometedora propuesta de valor.

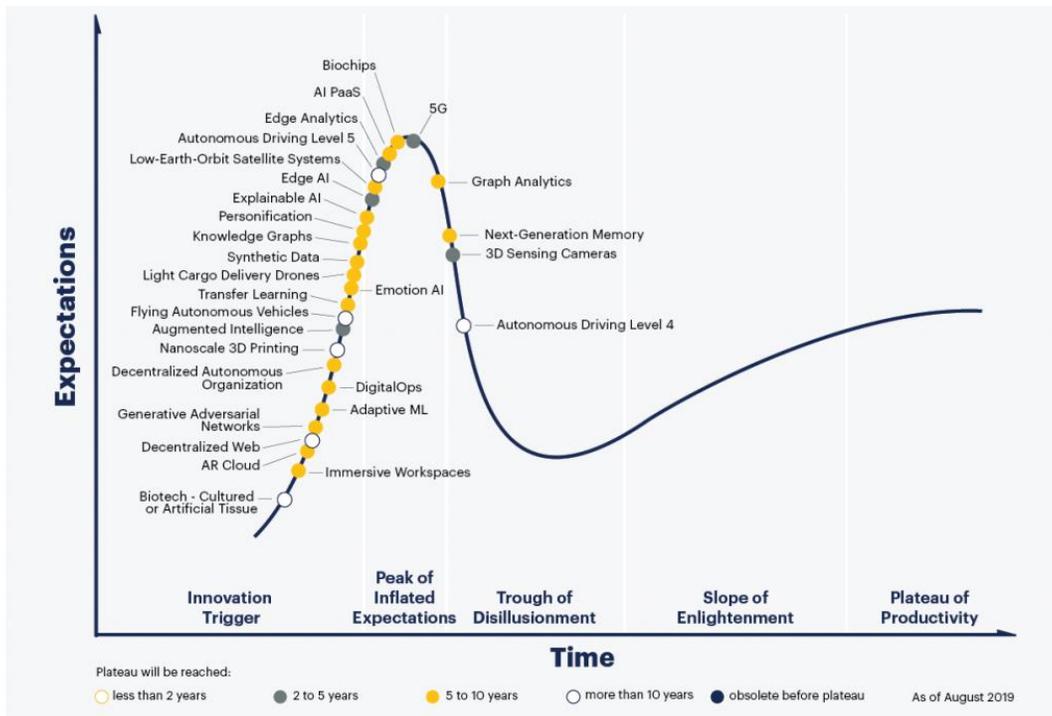
Al respecto, el último Hyper ciclo de Gartner¹³ (Ver Gráfico 1), publicado en agosto de 2019, muestra que el desarrollo y despliegue de la tecnología 5G viene cobrando relevancia debido a que situó los servicios 5G en el pico de las expectativas más altas. Esto quiere decir que la visión sobre esta tecnología es entusiasta y las proyecciones son poco realistas, pues se estima que 5G llegará a su etapa productiva solo hasta dentro de 5 a 10 años.

¹² Katz, R. y Cabello, S. (2019). El valor de la transformación digital a través de la expansión móvil en América Latina. Telecom Advisory Services. p. 14. Disponible en: <http://www.teleadvs.com/wp-content/uploads/Expansive-Mobile-Final-report-SPA-1.pdf>

¹³ El Hyper ciclo es una representación gráfica de la madurez, adopción y aplicación comercial de tecnologías emergentes específicas, permite analizar si la tecnología es viable. Imagen disponible en: <https://cmte.ieee.org/futuredirections/2019/09/13/reality-check-on-5g/>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 8 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Gráfico 1. 5G en el Hyper Ciclo de Gartner



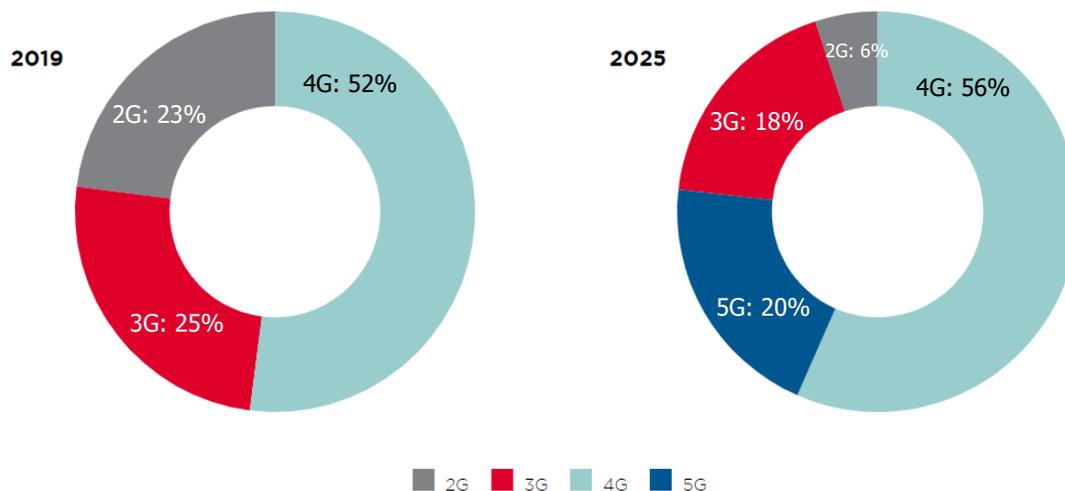
Fuente: Gartner Hyper Cycle Highlights¹³.

En particular, la demora productiva de 5G está dada por los costos del despliegue de infraestructura, obstáculos de cobertura para las ondas milimétricas, incertidumbre con el estándar y que aún no hay un impulsor masivo de esta tecnología; así las cosas, 5G convivirá unos años considerables junto con 4G y 4G+¹⁴ (Ver proyecciones en el Gráfico 2). Sin embargo, hay algunos casos de uso que han acelerado su implementación, como las conexiones fijas inalámbricas y la convergencia con IoT.

¹⁴ Coexistencia de 4G con 5G. Ver: <https://www.gsma.com/mobileeconomy/latam/>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 9 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Gráfico 2. Distribución de redes móviles a nivel mundial por generación 2019-2025



Fuente: GSMA (2019) disponible en <https://www.gsma.com/mobileeconomy/> tablero de control "Technology Migration"

4.1. Características técnicas generales

Las características técnicas de la tecnología 5G, de acuerdo con 3GPP y la GSMA, sitúan esta tecnología en condiciones equiparables a las conexiones cableadas de fibra óptica. Así las cosas, se calcula que la velocidad de descarga alcanzará los 300 Mbps en zonas de alta densidad poblada y 1 Gbps en el interior de edificios, la latencia en zonas de alta densidad sería de 10 ms, mientras ciertas aplicaciones críticas podrían recibir una latencia de 1 ms¹⁵, los usuarios podrán percibir una disponibilidad de red del 99,99%, los operadores podrán reducir en un 90% el gasto de energía para el funcionamiento de la infraestructura y las redes serán fácilmente virtualizables.

A continuación, se presenta un comparativo ente generaciones de tecnologías móviles:

Tabla 2. Velocidades y latencia promedio por tipo de generación móvil

Generación	Velocidad bajada promedio	Velocidad bajada máxima	Velocidad subida promedio	Velocidad subida máxima	Latencia promedio
2G	0.1 Mbps	0.3 Mbps	0.1 Mbps	0.3 Mbps	300 – 1000 ms
3G	5 Mbps	42 Mbps	1.7 Mbps	21 Mbps	100 – 500 ms
4G	15-50 Mbps	3000 Mbps – 1Gbps	2 – 5 Mbps	100 Mbps	< 100 ms
5G	50+ Mmbps	1 – 10 Gbps	50+ Mbps	1.25 Gbps	< 30 ms

Fuente: Elaboración propia de la CRC tomando datos de GSMA 2020, Ixia 2019, Vodafone 2019 y Anexo 1 del estudio Redes móviles en Colombia de la CRC.

¹⁵ Op cit., Katz, R. y Cabello, S. (2019). p. 14.

Estos objetivos de alto rendimiento de 5G dependen en gran medida de la disponibilidad de una red fija de respaldo (backhaul) en fibra óptica¹⁶ y de la implementación de los estándares establecidos por el 3GPP desde el 2016 como 5G New Radio (NR). Al respecto, las primeras pruebas con el estándar en su versión Release 15 para 5G NR se realizaron en el año 2018; este estándar ofrece un mayor aprovechamiento de la infraestructura 4G, es decir, la comunicación entre el celular y la estación base (antena) se realiza mediante protocolos de 5G pero el transporte de los datos se hace en 4G, lo cual es conocido como *Non Stand Alone* (NSA)¹⁵. De acuerdo con lo anterior, la red de 5G no es totalmente autónoma.

Se espera que para el segundo semestre del 2020 se lance la versión 16 del estándar, el cual contará con mejoras en posicionamiento, menor consumo de energía y el uso de múltiples entradas y salidas (MIMO¹⁷); esto gracias a la implantación de redes autónomas en 5G conocidas como *Stand Alone* (SA)¹⁸. Por otra parte, debido a la situación de pandemia por el COVID-19, 3GPP ha informado que se aplaza para finales de 2021 el lanzamiento de la versión 17.¹⁹

La gran mayoría de las redes 5G-NR implementadas comercialmente funcionan en dos bandas de frecuencia entre 3,3 y 4,2 GHz y entre 24,25 y 29,5 GHz. Para extender la cobertura de 5G en zonas desplegadas con 4G los operadores pueden implementar técnicas de *Dynamic Spectrum Sharing* (DSS) o espectro dinámico compartido y *Carrier Aggregation* (CA) o agregación de ondas portadoras dentro de una misma banda, y utilizar la técnica mencionada anteriormente como *Non Stand Alone* (NSA) (ver Ilustración 1). La ventaja del uso de dichas tecnologías de espectro (DSS y CA) está en la mejora en la calidad del servicio y que no se requieren bandas adicionales para 5G; adicionalmente pueden utilizar las bandas de 2G²⁰ y 3G. Sin embargo, en esas condiciones la velocidad sería más cercana a 4G lo que deja en desventaja algunos casos de uso en 5G que requieren anchos de banda mayores y latencias menores a las proporcionadas por 4G.

¹⁶ Libro Blanco: La tecnología 5G necesita software en todas partes, especialmente en la red de conexión por cable. Disponible en <https://www.ciena.com.mx/insights/white-papers/5G-Needs-Software-Everywhere-Especially-on-the-Wireline-Network-es-LA.html>

¹⁷ MIMO describe la función de una antena que puede ejecutar múltiples canales de Comunicación, es decir, representa la utilización de dos o más antenas en el transmisor o receptor.

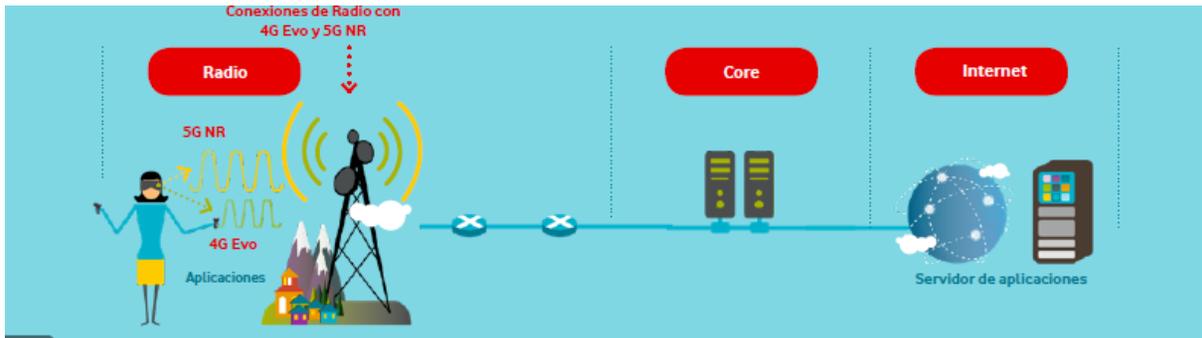
¹⁸ Ericsson Non-standalone and Standalone: two standards-based paths to 5G. Noticia disponible en <https://www.ericsson.com/en/blog/2019/7/standalone-and-non-standalone-5g-nr-two-5g-tracks>

¹⁹ 3GPP Latest news on Release timelines, disponible en <https://www.3gpp.org/specifications/releases>

²⁰ En varios países se espera el apagado de esta tecnología en el 2020 de acuerdo con el Observatorio Nacional de 5G, artículo disponible en <https://on5g.es/espectro-compartido-bandas-agregadas-mayor-cobertura-capacidad-5g/>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 11 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

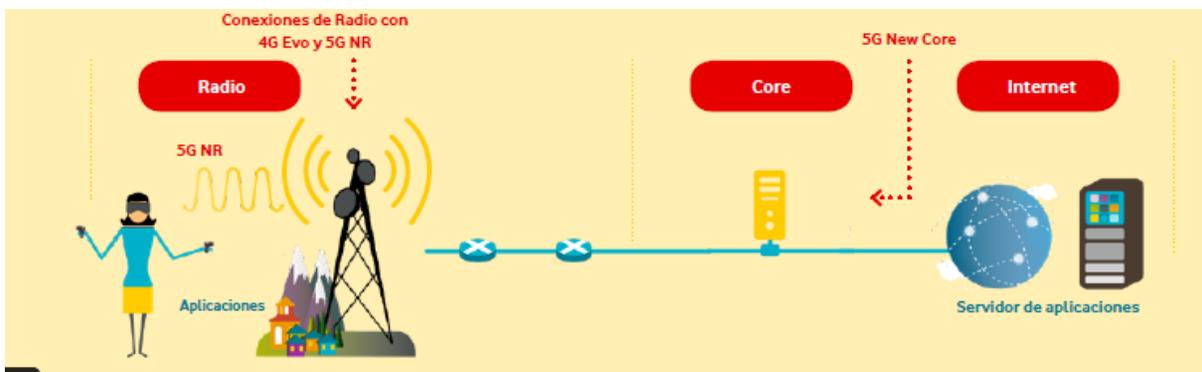
Ilustración 1. Integración de 4G con 5G Non Stand Alone (NSA)



Fuente: Guía de bolsillo sobre 5G-Vodafone²¹

De acuerdo con lo anterior, la Ilustración 2 muestra las diferencias en el segmento de radio y core de una red 5G con técnicas SA frente a una red que utiliza técnicas NSA.

Ilustración 2. 5G Stand Alone (SA)



Fuente: Guía de bolsillo sobre 5G-Vodafone

Continuando con los aspectos del espectro en 5G, recientemente en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR-19) de la UIT se identificó un total de 17,25 GHz de espectro para el despliegue de redes 5G en un 85% armonizado; sin embargo, la gran mayoría de estas bandas son de rangos muy altos de frecuencia (24 y 71 GHz) y requerirán desarrollos por parte de la industria en el mediano plazo.

²¹ Disponible en <https://vodafone.lookbookhq.com/c/5-g-pocket-guide>.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 12 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

4.2. Estructura de red 5G

De manera esquemática, a continuación, se explican las funcionalidades de la etapas de acceso, backhaul y core de las redes 5G:

4.2.1. Acceso

Con respecto a la red de radio acceso (Radio Access Network RAN) de 5G, es importante precisar que su arquitectura varía de acuerdo con las frecuencias de operación y consta de varios tipos de instalaciones que incluyen: celdas de diferentes alcances²², torres, mástiles y sistemas dedicados en el hogar y en edificios que conectan a usuarios móviles y dispositivos inalámbricos con la red principal.

Estas redes de acceso se pueden clasificar en tres grupos de acuerdo con su frecuencia de operación

- Bandas bajas (menores a 1GHz): las celdas permiten un rango de cobertura mayor lo que se traduce en un menor costo de despliegue; sin embargo, la máxima velocidad de estas redes es de 100 Mbps con una latencia baja por obstáculos. Estas redes son ideales para el despliegue de IoT.
- Bandas medias (2 a 4 GHz): las celdas permiten un rango mayor de velocidad (100-400 Mbps) pero el rango de cobertura es menor, lo que conlleva a instalar mayor número de celdas. Estas redes permitirán el acceso a servicios que requieran ultra velocidad.
- Bandas altas o de ondas milimétricas (24 a 72 GHz): mayor velocidad con menor alcance, ideales para zonas densamente pobladas; en consecuencia, muy susceptibles a la latencia por obstáculos. Estas bandas serán usadas en algunos años cuando las bandas medias estén ocupadas.

Teniendo en cuenta los factores mencionados, la inversión destinada para la operación de la red de acceso ya desplegada junto con la densificación asociados al 5G podría casi duplicarse en 2025 respecto a los niveles de 2018²³. Así las cosas, los operadores móviles deberán aumentar considerablemente la inversión en la red, alcanzando un total de 225 mil millones de dólares en todo el mundo entre 2019 y 2025.

²² Micro celdas: celdas con un radio de cobertura característico de hasta 1 km. Se caracterizan por una densidad de tráfico media a alta, soportan servicios de banda estrecha.

Pico celdas: celdas con un radio característico menor de 50 metros, que se encuentran situadas normalmente en el interior de edificios.

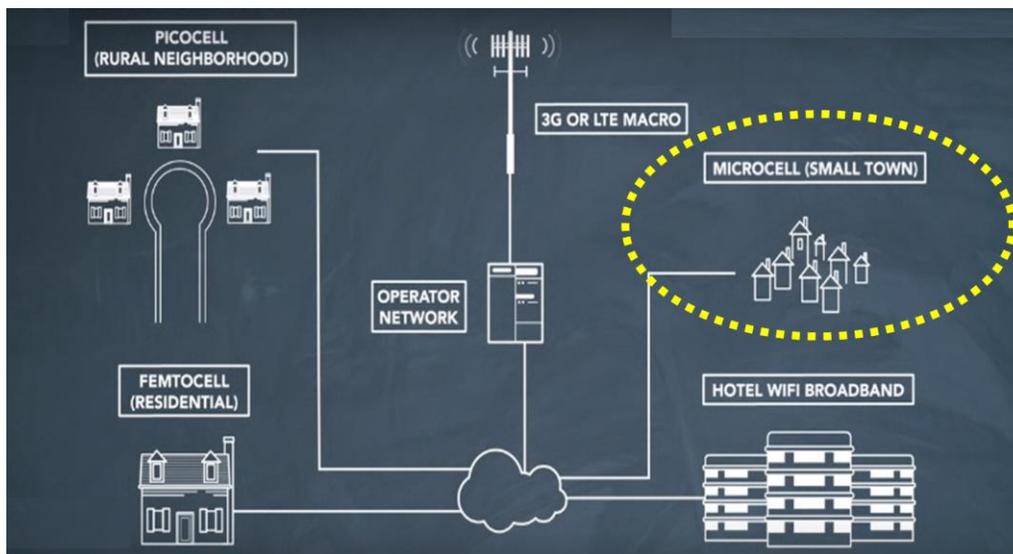
Macro celdas: Celdas con un radio de cobertura de gran tamaño, comúnmente hasta 20 km.

²³ Semana de UIT sobre Política y Economía en las Américas 2019, disponible en <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Documents/Events2019/SantoDomingo/RED/RedSesion2Expositor2.pdf> COMTELCA.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 13 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Continuando con la red de acceso, es relevante mencionar que las micro celdas¹⁹ son un elemento esencial para el despliegue de redes con frecuencia de operación en ondas milimétricas, separadas a más de 10 metros del arreglo de antenas (conocidas como MIMO), permitiendo el acceso masivo a dispositivos en áreas densamente pobladas. Cabe recordar que en las redes GSM las antenas cubren un área de servicio conocida como “celda” y estas están distribuidas como un panal de abejas. Las celdas pueden cubrir varios kilómetros, pero en áreas de mayor tráfico, estas se subdividen en más pequeñas para proporcionar mayor capacidad.

Ilustración 3. Funcionamiento de las celdas en GSM según tamaño



Fuente: CIENA video “Chalk Talk: Small Cell Mobile Backhaul” disponible en <https://bit.ly/2yti9BF>

Para el correcto funcionamiento de las celdas, se requiere de una red de respaldo (backhaul) fija o inalámbrica, para lograr la rapidez de acceso a contenidos multimedia y nuevos casos de uso.

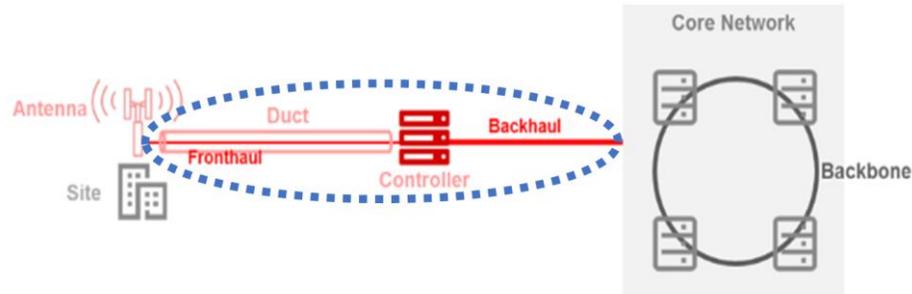
4.2.2. Red de respaldo móvil (backhaul)

Una red de respaldo describe la infraestructura de red entre la red de acceso y de core más conocida como backhaul. Las conexiones suelen ser de fibra óptica, pero también se usa respaldo inalámbrico en ondas milimétricas, las cuales brindan un mayor ancho de banda y una menor latencia frente a otras soluciones inalámbricas.

Se espera que las redes en estándares Release 16 y 17 cuenten con redes más robustas inalámbricas de backhaul para garantizar el acceso a los casos de uso en tiempo real.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 14 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Ilustración 4. Esquema red de backhaul

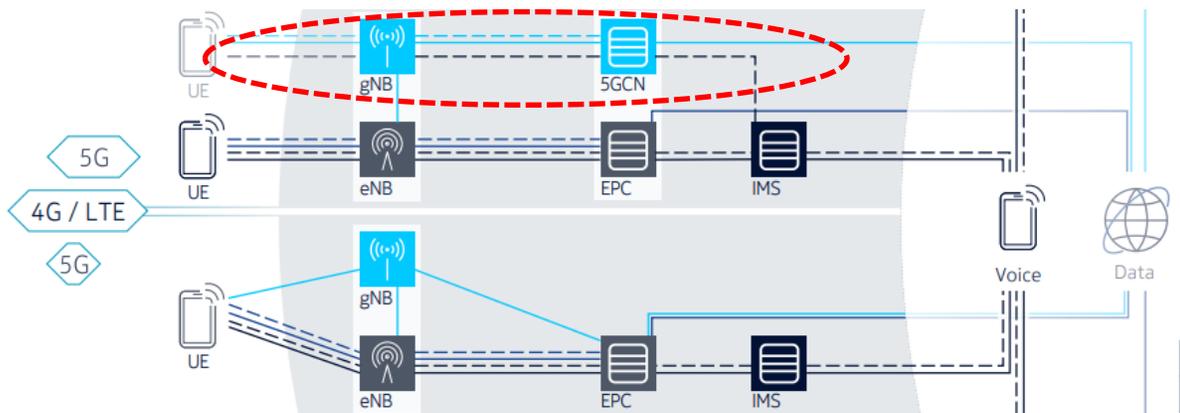


Fuente: GSMA artículo Mobile Backhaul An Overview disponible en <https://bit.ly/2W49zIX>.

4.2.3. Red Core

Finalmente, para complementar la red de 5G se requiere un tramo conocido para esta tecnología como 5G Core (5GC), esta infraestructura es la encargada de administrar todas las conexiones móviles de voz, datos e Internet; incluye servidores distribuidos a lo largo de la red para mejorar los tiempos de respuesta (Ver Ilustración 5).

Ilustración 5. Esquema red core

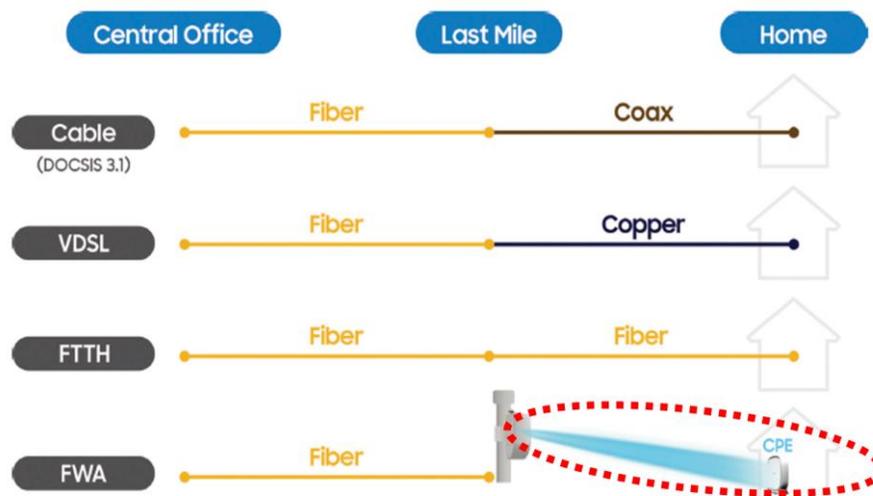


Fuente: Infographic 5G voice support in the VoX core de NOKIA disponible en <https://onestore.nokia.com/asset/207280>

4.3. Servicios y casos de uso de 5G

Entre los servicios que actualmente se están desplegando a nivel comercial se encuentran las redes de acceso inalámbrico fijo (FWA siglas en inglés) que en esencia corresponden a llevar la conectividad fija a través de un enlace inalámbrico en la última milla en 5G.

Ilustración 6. Evolución del acceso inalámbrico a los hogares



Fuente: 5G Fixed wireless access- Samsung.

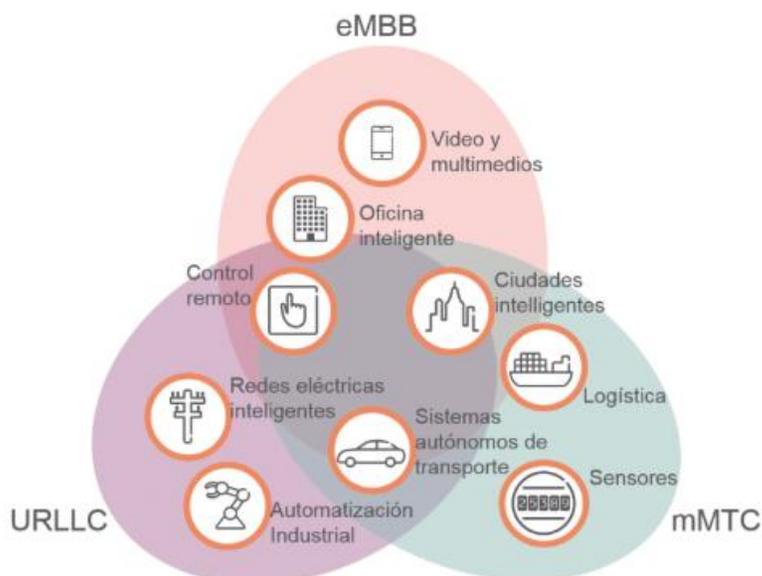
Con la puesta en marcha de los estándares Release 16 y 17 junto con el despliegue de redes 5G-NR SA, se abrirá paso al desarrollo de redes SD-WAN (redes definidas por software de amplio alcance) sobre 5G. Gracias a este avance, según el portal 5G Américas, ciertos servicios industriales como vehículos autónomos, automatización y telesalud, entre otros, mejorarán su rendimiento, alcance y seguridad.

Es importante aclarar que una de las principales características de la tecnología 5G es el *network slicing* ("corte de red"); esta característica asignará porciones de la red física (RAN, Backhaul y CORE) para tráfico de servicios especiales (casos de uso), así como la optimización en la administración de la infraestructura a partir de la virtualización de las funciones de red (sectores lógicos) mediante virtualización de funciones de red (VFN) y redes definidas por software (*software defined network - SDN*).

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 16 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

En la Ilustración 7 se observa como el *network slicing* permitirá a los operadores admitir niveles de servicio diferenciados²⁴ tal como la UIT propone en su estándar para 5G IMT-2020 en su recomendación ITU-T Y.3103²⁵.

Ilustración 7. Casos de uso 5G



Fuente: Publication Evolving LTE TO FIT THE5G future de Ericsson.

- **eMBB:** la banda ancha mejorada (eMBB por sus siglas en inglés) se centra en soportar la transferencia de datos de usuarios finales y la capacidad de los sistemas. Para llegar a dicha mejora la transmisión se realiza en ondas milimétricas y el conjunto de antenas pasa de decenas a centenares. Con estas mejoras se garantizará a nivel de usuarios menor uso de redes WIFI, descarga de información 10 veces más rápida que en 4G y mejor calidad de video²⁶.
- **mMTC:** las comunicaciones de tipo máquina masivas (mMTC por sus siglas en inglés), son utilizadas para servicios que no sean sensibles al retardo en su mayoría para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT).

²⁴ Los servicios diferenciados fueron establecidos para el estándar IMT-2020,

²⁵ Disponible en <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3103-201809-I/es>

²⁶ El uso de eMBB amplía los servicios proporcionados por el estándar de la UIT IMT-Advanced (4G), disponible en <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-adv/Pages/default.aspx>

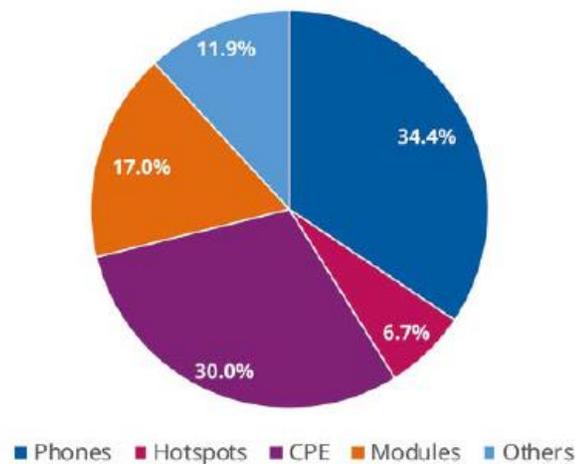
Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 17 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- **uRLLC:** las comunicaciones de baja latencia ultra confiables (uRLLC por sus siglas en inglés), están dirigidas a aplicaciones tales como fabricación industrial, cirugía remota, comunicaciones militares y vehículos autónomos, las cuales no pueden tener un retardo mayor a un milisegundo. Con esta configuración los operadores pueden ofrecer servicios con precios diferenciados.

Las divisiones expuestas en la Ilustración 7 se pueden utilizar para ofrecer una conectividad de banda ancha de nivel empresarial para los empleados que trabajan desde casa de acuerdo con las investigaciones de la firma Global Data. Gracias al *network slicing*, las empresas pueden garantizar el rendimiento y la seguridad de los datos a los que acceden los empleados en forma remota. Así las cosas, en el futuro cercano 5G puede ser una solución para garantizar el trabajo remoto y materializar la transformación digital ya que no se dependerá de la conectividad de los hogares o de los empleados, sino que las empresas proporcionarán la conectividad, velocidad y seguridad a través de redes 5G con SWA, condición óptima para contextos como el de la pandemia por el COVID-19.²⁷

En cuestión de dispositivos y de elementos de red, la Global mobile Suppliers Association (GSA) estima que se están ofreciendo en el mercado cerca de cien (100) dispositivos para 5G²⁸, aun así, menos de dos docenas están disponibles para comercialización.

Gráfico 3. Distribución de equipos 5G a marzo de 2020



Fuente: GSA. 5G Devices Ecosystem: Executive Summary March 2020

Disponible en <https://gsacom.com/paper/5g-devices-ecosystem-executive-summary-march-2020/>

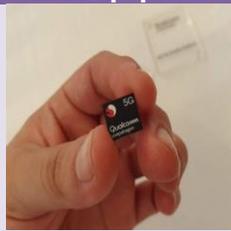
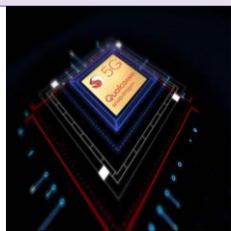
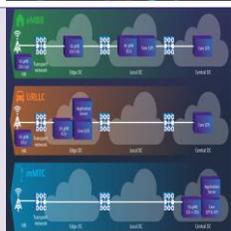
²⁷ 5G: Ensuring Business Continuity in a Future COVID (Pandemic) Situation

²⁸ <https://gsacom.com/paper/5g-devices-ecosystem>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 18 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Entre los dispositivos disponibles se encuentran módulos, hotspots, routers, adaptadores, centrales y smartphones (Ver Gráfico 3). Si bien la GSA ha contabilizado al menos nueve smartphones 5G que pueden ser adquiridos por los usuarios, los precios de dichos dispositivos aún son muy altos para lograr una masificación de la tecnología.

Tabla 3. Dispositivos y elementos de red para 5G

Tipo de elementos	Características	Equipo
Modems	En los equipos que se instalan dichos dispositivos permiten alta velocidad de transmisión, baja latencia, y menor gasto energético.	 29
Procesadores	Los procesadores están diseñados para optimizar el funcionamiento de las estaciones base, el rendimiento de la red y la seguridad extremo a extremo.	 30
Softwares para pruebas	Se cuenta con herramientas que permiten la comparación a nivel del desempeño de los equipos terminales móviles junto con el diseño de red requerido según el caso de uso.	 31

²⁹Imagen disponible en <https://www.xataka.com/celulares-y-smartphones/snapdragon-765-765g-gama-media-alta-qualcomm-gana-potencia-5g-eso-puede-cambiar-mercado>

³⁰ Imagen disponible en <https://www.xataka.com/componentes/qualcomm-snapdragon-855-asi-procesador-7-nanometros-que-expandira-5g-gamas-altas-2019>

³¹ Imagen disponible en <https://www.viavisolutions.com/es-es/pruebas-de-la-tecnologia-5g>

Tipo de elementos	Características	Equipo
Repetidores	Buscan mitigar los obstáculos a las ondas milimétricas.	
Micro celdas	Estaciones base con capacidad multibanda, garantía de acceso a banda ancha y baja latencia. Mejora la cobertura al interior o exterior de edificios con alta densidad poblacional.	
Smart Phones	Se cuenta en el mercado con ochenta y siete modelos, de estos al menos 40 están disponibles comercialmente. Los fabricantes cuentan con dos tipos de dispositivos para 5G (gama alta y gama baja), los principales fabricantes que han lanzado equipos son: Teléfonos Samsung, Huawei, Apple, LG, Motorola Sony, Nokia, OPPO, Xiaomi, Honor, OnePlus.	

Fuente: elaboración propia tomando datos de los informes elaborados por Global Data, GSMA y GSA.

5. Implementaciones 5G

Según la GSA las redes 5G representarán cerca de 1.800 millones de conexiones para 2025. para alcanzar dicha cifra 121 países han manifestado su interés en implementar esta tecnología en sus territorios; bien sea a través de programas de gobierno o con iniciativas de los operadores (Ver Mapa 1).

³² Equipo Legacy 5G smartphone de bajo costo imagen disponible en:
<https://m.dailyhunt.in/news/india/english/the+mobile+indian+english-epaper-mblinden/ces+2020+coolpad+legacy+5g+announced+with+snapdragon+765+dual+rear+cameras-newsid-158028138>

Mapa 1. Países en los que los operadores han manifestado querer invertir en redes 5G



Fuente: GSA evolution from LTE to 5G: Global market status- February 2020.

A nivel comercial, desde sus primeras pruebas en el año 2018 se pronosticó que el despliegue de esta nueva tecnología se realizaría en el 2020; durante el año 2019 diferentes países registraron grandes avances en términos de pruebas, pilotos, despliegue de infraestructura e incluso lanzamientos comerciales de la tecnología 5G. Sin embargo, a causa de la Emergencia Sanitaria Mundial por la pandemia del COVID-19 el despliegue y la fabricación de los elementos de red se encuentran rezagados respecto a las proyecciones³³.

A marzo de 2020, menos del 10%³⁴ de los operadores en el mundo han iniciado el despliegue comercial de sus redes 5G (móviles y fijas). A continuación, se ilustran los casos principales.

Tabla 4. Países que han implementado 5G comercial

País	Lanzamientos 5G ³⁵
Reino Unido	Servicio de acceso a internet móvil en zonas altamente pobladas en 31 ciudades. La cobertura y el servicio los brindan 7 operadores en todo el país, en promedio un plan postpago está en 15 euros ³⁶ .
Estados Unidos	Los operadores principales (T-Mobile US, ATT y Verizon) están ampliando la cobertura de 5G con redes de alta frecuencia en 6 GHz y optimizando con DSS en bandas inferiores a

³³ COVID-19: GlobalData Position on Revising Telecoms and Pay-TV Forecasts, 18 March 2020

³⁴ 63 operadores en 35 países de acuerdo con el informe *LTE & 5G Market Statistics: Global Snapshot* - GSA

³⁵ GSMA Future Networks 5G Global Launch Update <https://www.gsma.com/futurenetworks/digest/5g-global-launch/>

³⁶ Cobertura 5G en el Reino Unido disponible en <https://kenstechtips.com/index.php/5g-network-coverage>

	1 GHz en 50 ciudades. Las ofertas de FWA oscilan entre los \$50 y \$70 dólares ³⁷ . Los operadores esperan implementar pronto redes 5G-SA para ampliar los servicios a los casos de uso industriales.
Corea del Sur	Los tres operadores principales lanzaron sus ofertas comerciales en diciembre de 2018, siendo el primer país en prestar servicios comerciales en 5G-NSA. Actualmente cubren con esta tecnología 85 ciudades en zonas altamente pobladas (el 21% del tráfico de este país se cursa por redes 5G ³⁸), con planes pospago ilimitados para cerca de 4,3 millones de usuarios; lastimosamente, las redes de 5G de este país no han alcanzado los niveles de latencia esperados y el rendimiento de las baterías de los dispositivos es menor que una red LTE ³⁹ .
China	Los tres grandes operadores de esta nación en el 2019 estaban ofreciendo el servicio 5G en 57 ciudades. Con un despliegue de 130.000 estaciones base para 10 millones de suscriptores y 13,8 millones de teléfonos activos. Se está utilizando la red 5G para la detección de temperatura corporal a través de cámaras HD y robots en hospitales para combatir el brote de COVID-19. ³⁰
Sudáfrica	El operador RAIN ⁴⁰ lanzó la red fija en septiembre de 2019 ¹⁸ con cerca de 3.000 estaciones base en dos ciudades, los usuarios pagan aproximadamente \$56 dólares por 200 Mbps, instalación y disponibilidad 24/7. Para el 2025 el continente africano aún tendrá una alta penetración de 3G.
Arabia Saudita	Dos operadores lanzaron soluciones fijas y móviles en el 2019 ⁴¹ actualmente cuentan con cobertura para 27 ciudades en el país ⁴²
Uruguay	Antel ⁴³ fue el primer operador Latinoamericano en lanzar una red 5G comercial en la banda de los 28 GHz. Ofrece estos servicios en una región del país a cerca de 30 usuarios y durante el 2020 busca expandir la red.

Fuente: elaboración propia CRC.

Como se puede apreciar en la Tabla 4 la región más avanzada en 5G es la de Asia-Pacífico, los operadores de esta región están desarrollando pilotos de soluciones empresariales como redes privadas sobre 5G específicamente en el caso de uso uRLLC, este fenómeno se está dando gracias a la buena experiencia de las soluciones comerciales a nivel de usuarios⁴⁴.

La dinámica cambiante que generará la adopción de la tecnología 5G en los mercados de servicios móviles es un tema a analizar, especialmente en cuanto al protagonismo que adquirirán actores no

³⁷ Cullen International: 5G initiatives and pioneer bands

³⁹ CNA Insider- After seven months, here's what South Korea can teach us about 5G

<https://www.channelnewsasia.com/news/cnainsider/what-south-korea-first-country-launch-5g-network-can-teach-us-12056726>

⁴⁰ Operador RAIN <https://www.rain.co.za/fiveg>

⁴¹ GSMA 5G Coverage Map & Statistics disponible en: <https://www.gsma.com/futurenetworks/technology/understanding-5g/5g-innovation/>

⁴² <https://sa.zain.com/en/5g-coverage>

⁴³ Antel <https://www.antel.com.uy/principal>

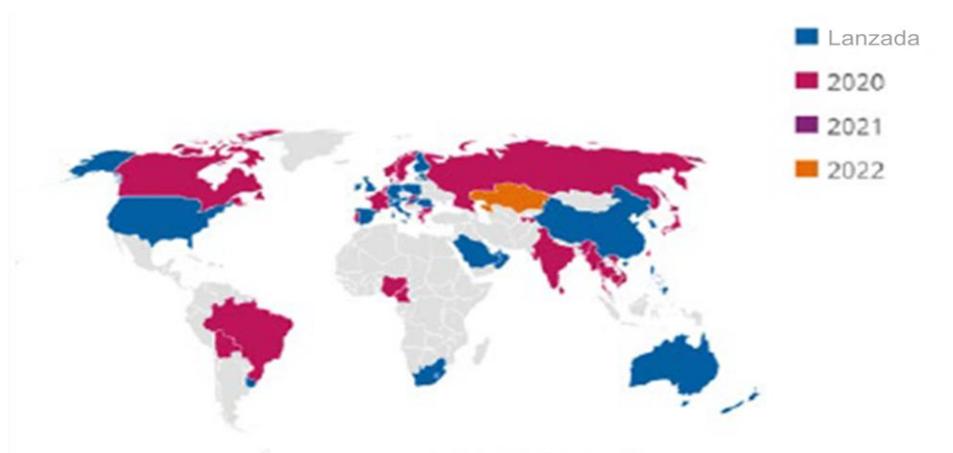
⁴⁴ Informe de GlobalData: 5G Watch Q1 2020 Part 2: Asian Telcos Are Beginning to Make Moves in Enterprise 5G <https://technology.globaldata.com/Analysis/details/5G-Watch-Q1-2020-Part-2-Asian-Telcos-Are-Beginning-to-Make-Moves-in-Enterprise-5G119666>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 22 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

PRST. Por ejemplo, en Japón se le asignó una banda de frecuencias en el rango de ondas milimétricas a un fabricante de equipos para ampliar su red privada sobre 5G y en Malasia el regulador atribuyó un rango para este fin.

En el Mapa 2 se presenta el panorama de países y fechas de lanzamiento de redes comerciales 5G a febrero de 2020, de acuerdo con lo identificado por GSA.

Mapa 2. Países y fechas de lanzamiento de redes comerciales 5G (fijas y móviles)



Fuente: GSA. Evolution from LTE to 5G: Global market status- February 2020.

Sin embargo, al mes de abril de 2020 como resultado de la pandemia del COVID-19 el panorama mundial de despliegue de la tecnología 5G ha cambiado en múltiples aspectos, los cuales se describen a continuación:

- a) En la región europea la pandemia del coronavirus ha retrasado las subastas de frecuencias para las redes 5G. En varios países que estaban comprometidos con haber finalizado la adjudicación de estas frecuencias al final del segundo trimestre de 2020 hay retrasos, algunos de los casos corresponden a España, Austria, Portugal y República Checa⁴⁵. Lo que tendrá un impacto en los planes de implementación de servicios a corto y mediano plazo.
- b) Los principales despliegues de infraestructura relacionados con 5G y otras actualizaciones podrían ralentizarse. El distanciamiento social que refuerza los esquemas de trabajo y educación virtual, hace que los operadores inviertan en la optimización de sus redes actuales y no el despliegue de una nueva red 5G.

⁴⁵ <https://es.euronews.com/2020/04/03/el-coronavirus-deja-en-cuarentena-el-despliegue-del-5g-en-europa>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 23 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- c) El 3GPP anunció que habría un retraso en la finalización de los estándares 5G, que la etapa 3 del Release 16 se congelará en junio de 2020 y la versión 17 de 3GPP se aplaza hasta finales de 2021⁴⁶.
- d) Apple, Samsung y otros fabricantes han confirmado la interrupción de la cadena de suministro, afectando los planes de lanzamiento de dispositivos 5G a corto y mediano plazo⁴⁷.
- e) Reducción de la fabricación de celulares, con una disminución para el mes de febrero en las exportaciones de 56% en China.
- f) Temor por supuestos efectos adversos sobre la salud relacionados con la exposición a la infraestructura 5G y la propagación del COVID-19, genera incertidumbre en los usuarios y temor a la adopción de esta tecnología⁴⁸ provocando protestas e incluso la quema de estaciones base por parte de la población en el Reino Unido.
- g) Imposibilidad de aplicar los principales casos de uso en eventos deportivos masivos que han sido aplazados (Olímpicos, Copas de Fútbol, Baloncesto entre otros) lo que reduce en casi un 25% el crecimiento de 5G a nivel mundial respecto a los pronósticos que tenía la GSMA.⁴⁵

No obstante, la llegada del COVID-19 también aceleró algunos casos de uso como el despliegue de una red interna de 5G en 3 días dentro de un hospital en Wuhan, conectividad con los robots habilitados para diagnosticar posibles pacientes infectados, y control de equipos médicos a distancia. En China se utilizaron sistemas de monitoreo de temperatura corporal a través de imagen térmica 5G en lugares públicos, con el objetivo de detectar a contagiados y de reducir el riesgo de propagación. A su vez, en ese país gracias a la combinación de la red 5G y las ambulancias inteligentes se transformó el modelo de respuesta a emergencias médicas debido a que se digitalizó la logística, incluyendo la movilización del tratamiento, la recopilación de datos y la comunicación en tiempo real, mejorando la eficacia del tratamiento⁴⁹.

Por su parte, el estudio de CEPAL indica que en Corea del Sur la tecnología 5G facilitó la implementación de tecnología de seguimiento de uso de tarjetas bancarias, teléfonos móviles y cámaras de seguridad, para identificar contactos de personas contagiadas e implementar un programa masivo y estratégico de pruebas rápidas de detección del virus. Esa información se hizo pública a través de sitios web del gobierno, mostrando la ubicación de las zonas de infección actualizada para ayudar a la población a

⁴⁶ Global Data (2020). Understand the COVID-19 outbreak, its impact on the global economy, and initial implications for specific sectors. 14 de abril de 2020.

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Covid-19 industry impact: LIVE - Mobile World Live <https://mwl.me/2Vnz93N>

⁴⁹ CEPAL, et al. (2020). Las oportunidades de digitalización en América Latina frente al Covid-19. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45360-opportunidades-la-digitalizacion-america-latina-frente-al-covid-19>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 24 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

evitar esas zonas críticas⁵⁰. Finalmente, el aislamiento social también ha permitido que los usuarios actuales de 5G cuenten con una mejor experiencia para el teletrabajo y el acceso a contenido de entretenimiento comparado con otros usuarios que acceden a estos servicios a través de otras tecnologías.

6. Proyecciones sobre implementación, beneficios económicos y costos del despliegue de 5G en América Latina y Colombia

Con respecto a la implementación de la tecnología 5G en América Latina, la CEPAL (2020) señala que en la región ya existen cinco redes comerciales de 5G: se destaca Uruguay como país pionero en el lanzamiento comercial de esa tecnología que fue realizado en abril de 2019 por las firmas Antel y Nokia⁵¹. Posteriormente, en diciembre de 2019 la tecnología 5G fue lanzada en Puerto Rico, Trinidad y Tobago, Surinam y Aruba.

Es importante mencionar que durante ese mismo año fueron realizados más de 30 test de implementación de 5G y uso de aplicaciones como realidad aumentada, IoT para industria, telesalud y ciudades inteligentes bajo esa tecnología en 12 diferentes países latinoamericanos⁵². A su vez los representantes de las compañías Ericsson y América Móvil en los meses de enero y febrero de 2020, manifestaron su interés en realizar lanzamientos de la tecnología durante 2020-21 en algunos mercados de Latinoamérica como México, Brasil, Chile y Puerto Rico⁵³.

En la Tabla 5 se encuentran las fechas tentativas y las bandas de frecuencia señaladas por algunos de los países de la región para licitar el espectro para 5G:

Tabla 5. Licitación de espectro para 5G en países de América Latina: Fechas y bandas tentativas

País	Fecha tentativa	Bandas de frecuencia tentativas
Argentina	4T 2020 – 1T 2021	3.5 GHz
Brasil	2T 2020	700 MHz, 2.3 GHz, 3.5 GHz, 26 GHz
Colombia	4T 2021	3.5 GHz
México	4T 2020 – 1T 2021	2.3-2.4 GHz, 3.3-3.7 GHz, 26 GHz, 30 GHz, 38 GHz, 40 GHz, 50 GHz, 70 GHz y 80 GHz en la onda de espectro milimétrico.
Perú	2T 2020	3.5 GHz

Fuente: CEPAL (2020)⁵⁴.

⁵⁰ *Ibíd.*

⁵¹ *Ibíd.*

⁵² <https://www.bnamericas.com/en/features/ericsson-to-launch-its-first-latam-5g-networks-in-2020-21>

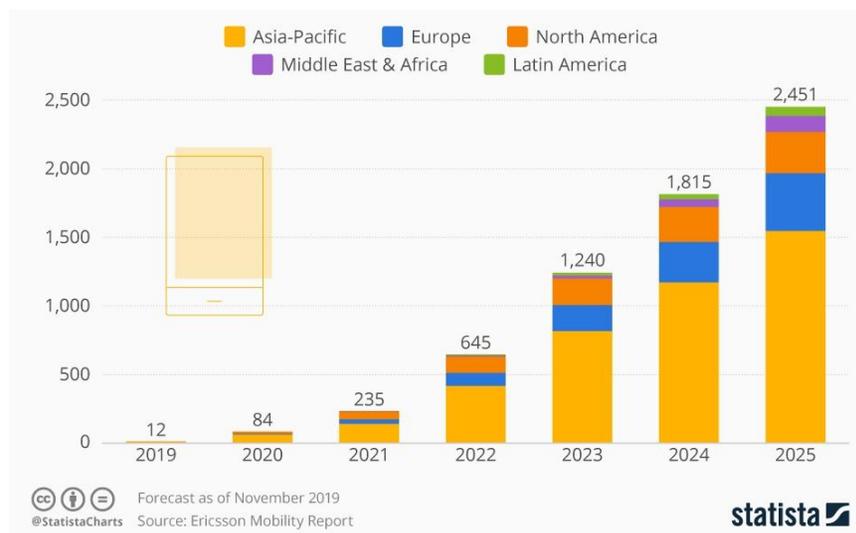
⁵³ <https://www.bnamericas.com/en/features/ericsson-to-launch-its-first-latam-5g-networks-in-2020-21> y

<https://www.rcwireless.com/20200213/5g/america-movil-launch-5g-some-latin-american-markets-this-year>

⁵⁴ *Op cit.*, CEPAL (2020).

A pesar de que se vienen desarrollando múltiples pruebas piloto de 5G en la región, se han programado las subastas de espectro y con ello se han acelerado las posibilidades de lanzamiento comercial de la tecnología en algunos países de América Latina, las proyecciones de Statista sobre la adopción de esa tecnología sugieren rezago en la región latinoamericana. Como se observa en el Gráfico 4, a noviembre 2019 se estimó que la cantidad de suscriptores con *smartphones* 5G se disparará a partir del año 2021 en todas las regiones del mundo, alcanzando 2.451 millones de suscriptores en 2025, también proyecta que la región latinoamericana será la que menor cantidad de suscriptores tendrá en términos relativos.

Gráfico 4. Proyecciones sobre usuarios de 5G en el mundo (suscripciones por región en millones)



Fuente: Statista (2019)⁵⁵.

En la misma línea, GSMA⁵⁶ estima que para el año 2025 la tecnología predominante que utilizarán los latinoamericanos para conectarse a internet móvil será la 4G, mientras que la red 5G solo participaría con el 7% de las conexiones totales. En efecto, de acuerdo con CAF, en la región latinoamericana existe un insuficiente despliegue de la red 4G, la penetración de esa tecnología alcanza solo a la mitad de la población y la brecha geográfica de conectividad móvil al interior de los países sigue siendo amplia, por

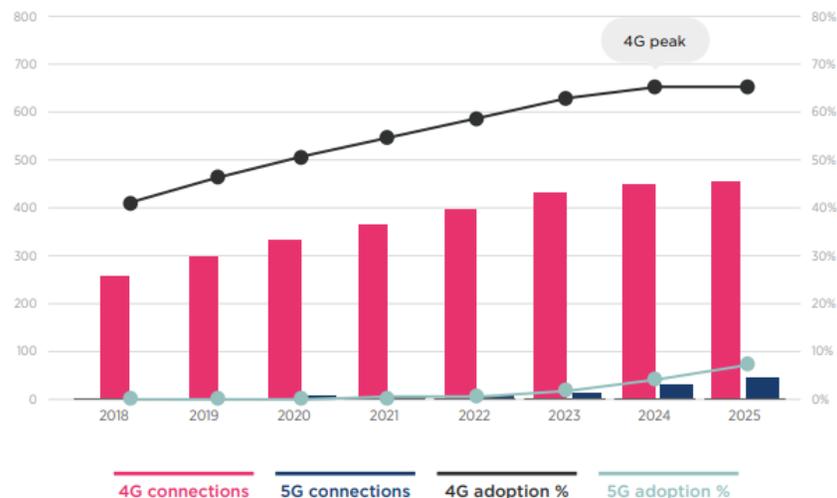
⁵⁵ Statista (2019). Global 5G Adoption to Take Off in 2021. Disponible en: <https://www.statista.com/chart/9604/5g-subscription-forecast/>

⁵⁶ GSMA (2019). The Mobile Economy Latin America. <https://www.gsma.com/mobileeconomy/latam/>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 26 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

lo cual los esfuerzos de los gobiernos se han concentrado en la ejecución de estrategias para promover la implementación y el acceso a la tecnología 4G⁵⁷.

Gráfico 5. Proyecciones de conexiones a internet móvil en América Latina según tecnología.



Fuente: GSMA (2019)⁵⁸.

Frente a ese panorama, algunos de los gobiernos de la región vienen desarrollando estrategias o planes para preparar las condiciones y agilizar el despliegue de la nueva tecnología inalámbrica 5G. Por ejemplo, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) de Chile ha lanzado entre 2019 y 2020 consultas sobre diferentes aspectos relacionados con 5G, incluyendo la propuesta técnica de bandas de espectro y el Plan Nacional de la tecnología⁵⁹. En la misma línea, El Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones (MCTIC) de Brasil sometió a consulta el borrador de la Estrategia de la Red Brasileña 5G y adoptó un Plan Nacional de IoT en 2019⁶⁰. A su vez, El Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) de México lanzó una consulta pública relacionada con las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para 5G en septiembre de 2019⁶¹.

⁵⁷ <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2019/07/cerrar-la-brecha-digital-en-america-latina-y-el-caribe-depende-criticamente-de-la-transformacion-de-los-fondos-de-servicio-universal/> y <https://www.thedialogue.org/analysis/america-latina-y-5g-cinco-cosas-que-debes-saber/?lang=es>

⁵⁸ *Ibíd.*

⁵⁹ <https://www.subtel.gob.cl/participacion-ciudadana/consultas-ciudadanas/>

⁶⁰ <https://digitalpolicylaw.com/brasil-mctic-destaca-5g-plan-iot-nuevo-marco-legal-telecom-y-otros-logros-en-2019/>

⁶¹ <http://www.ift.org.mx/industria/consultas-publicas/consulta-publica-relacionada-con-las-bandas-de-frecuencias-del-espectro-radioelectrico-para-sistemas>

En el caso de Colombia, MinTIC publicó el Plan 5G en diciembre de 2019, el cual contempla los lineamientos de política pública y las estrategias con el fin de preparar al país para el despliegue y masificación de la tecnología 5G. El documento identifica retos, estrategias y líneas de acción en materia de espectro radioeléctrico, pilotos 5G, el desarrollo de modelos de negocio (aplicaciones y soluciones) en 5G, seguridad digital y barreras regulatorias al despliegue de infraestructura.

En cumplimiento del Plan 5G, el 9 de marzo de 2020 MinTIC publicó la Resolución No. 467 por medio de la cual estableció el procedimiento para el otorgamiento de permisos temporales para uso del espectro radioeléctrico destinado a la realización de pruebas técnicas. Y el 1º de abril de 2020 expidió la Resolución No. 638 por medio de la cual dio apertura al proceso para asignar permisos de uso del espectro radioeléctrico para realizar pruebas piloto que usen tecnologías móviles 5G, estableciendo como fecha límite para la entrega de las solicitudes para el otorgamiento de permisos el 29 de mayo de 2020 mediante la Resolución No. 722 del 30 de abril de 2020⁶². De acuerdo con el cronograma vigente del proceso, MinTIC expedirá las resoluciones de otorgamiento de dichos permisos para el uso del espectro radioeléctrico para pruebas técnicas 5G entre el 23 y 30 de junio de 2020.

De acuerdo con Katz y Cabello (2019), los esfuerzos de los gobiernos por facilitar y promover la implementación de tecnologías avanzadas con el fin de revertir la tendencia rezagada de la región latinoamericana en el panorama mundial en materia de innovación tecnológica son importantes, no solo en razón a la necesidad de estar a la vanguardia sino que además se estima que la inversión en estas tecnologías generaría grandes avances en transformación digital, disminución de la brecha digital e incrementos en la productividad de diferentes sectores económicos que se verían reflejados en un crecimiento económico en la región cercano al 5,4%, resultado de la generación un PIB adicional de aproximadamente \$293 miles de millones de dólares en un periodo de 10 años⁶³.

Como se observa en la Ilustración 8, el canal de transmisión de la inversión en infraestructura de redes móviles avanzadas hacia el crecimiento económico, se da a través del desarrollo del ecosistema digital⁶⁴ que involucra el aumento de la conectividad, la transformación digital de los hogares y de la producción, el crecimiento de la industria digital, la ampliación de la capacidad innovadora con la introducción de nuevos servicios y soluciones, y el incremento en la productividad de los sectores que implementen nuevas tecnologías (verticales). En efecto, se estima que sectores productivos como el manufacturero, comercio y agricultura alcanzarán mayores niveles de eficiencia y de productividad a partir de la

⁶² Ver nota: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/135751:MinTIC-amplia-plazo-para-entrega-de-solicitudes-de-participacion-de-la-convocatoria-de-pilotos-5G>

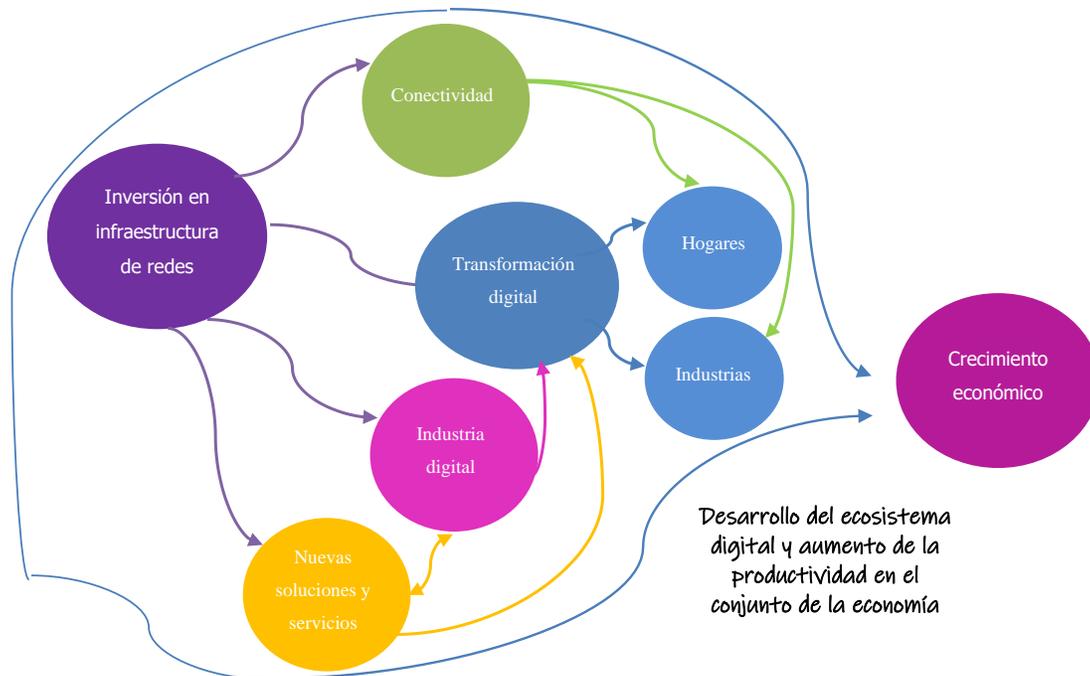
⁶³ Op cit., Katz, R. y Cabello, S. (2019). p. 6. Para establecer el efecto del despliegue de tecnologías móviles avanzadas sobre el crecimiento económico, los autores utilizaron como variable proxy el índice de desarrollo del ecosistema digital (CAF) para medir los efectos del despliegue de infraestructura y estimaron un modelo econométrico a partir del cual determinaron que un aumento del CAF en 1% generaría un incremento del PIB en 0,32%, manteniendo lo demás constante.

⁶⁴ El desarrollo del ecosistema digital es medido por Katz y Cabello (2019) a través de un índice compuesto propuesto por la Corporación Andina de Fomento (CAF). Para conocer la metodología de cálculo del índice ver: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1052>.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 28 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

transformación digital de los sistemas productivos con la introducción de la tecnología 5G y el desarrollo de la automatización, la explotación de Big Data y el uso de la inteligencia artificial, entre otros⁶⁵.

Ilustración 8. Canales de transmisión de la inversión de redes móviles al crecimiento económico



Fuente: Elaboración propia con base en Katz y Cabello (2019).

En particular, como se observa en el Gráfico 6, en el caso de Colombia Katz y Cabello (2019) estimaron que la inversión en el despliegue de infraestructura de tecnologías móviles avanzadas generaría un crecimiento económico acumulado que oscilaría entre 4,3% y 5,4% en un horizonte de tiempo de entre 10 y 12 años a partir del momento de su implementación.

El estudio plantea lo siguientes escenarios:

- (i) Escenario urbano-suburbano: despliegue que se concentra en centros metropolitanos de primer y segundo nivel ofreciendo velocidad simétrica de 50 Mbps;
- (ii) Escenario Nacional I: despliegue en zonas urbanas-suburbanas con velocidad simétrica de 50 Mbps y que se extiende a zonas rurales con velocidad de 2 Mbps;

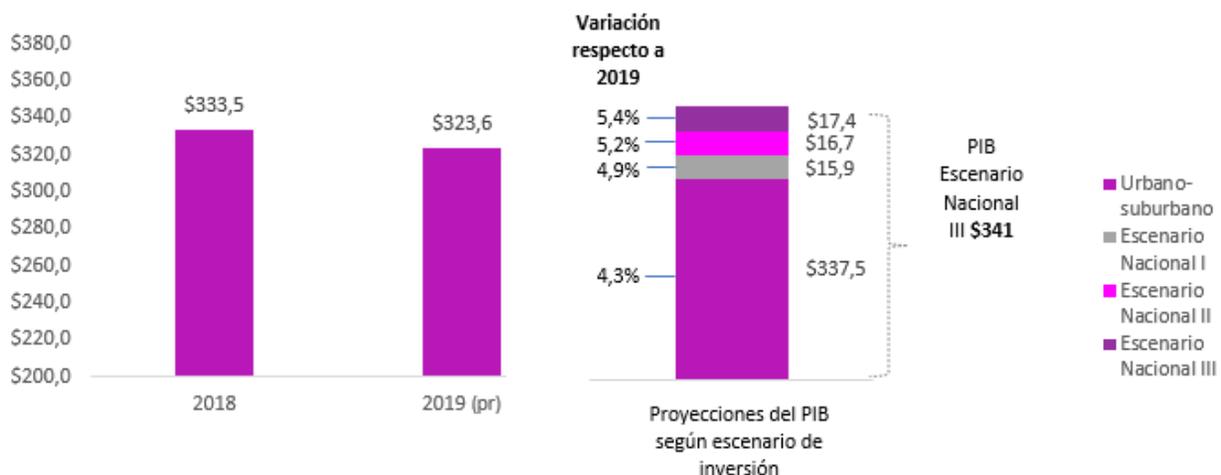
⁶⁵ Op cit., Katz, R. y Cabello, S. (2019). p. 7

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 29 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- (iii) Escenario Nacional II: despliegue en zonas urbanas-suburbanas con velocidad simétrica de 50 Mbps y en zonas rurales con velocidad de 10 Mbps; y
- (iv) Escenario Nacional III: Despliegue en todo el territorio nacional con velocidad simétrica de 50 Mbps.

De acuerdo con las proyecciones de los autores, el PIB colombiano pasaría de \$323,6 miles de millones de dólares a \$337,5 miles de millones si el escenario de despliegue de redes móviles seleccionado por los operadores fuera el Urbano-suburbano. Si el escenario seleccionado fuera el Nacional III con una expansión de la tecnología en todo el territorio colombiano el PIB aumentaría hasta \$341 miles de millones de dólares debido al mayor crecimiento esperado por la expansión de la transformación digital sobre todo el sector productivo.

Gráfico 6. Estimación del impacto de la Inversión en redes móviles avanzadas sobre el PIB Colombiano (miles de millones de dólares)



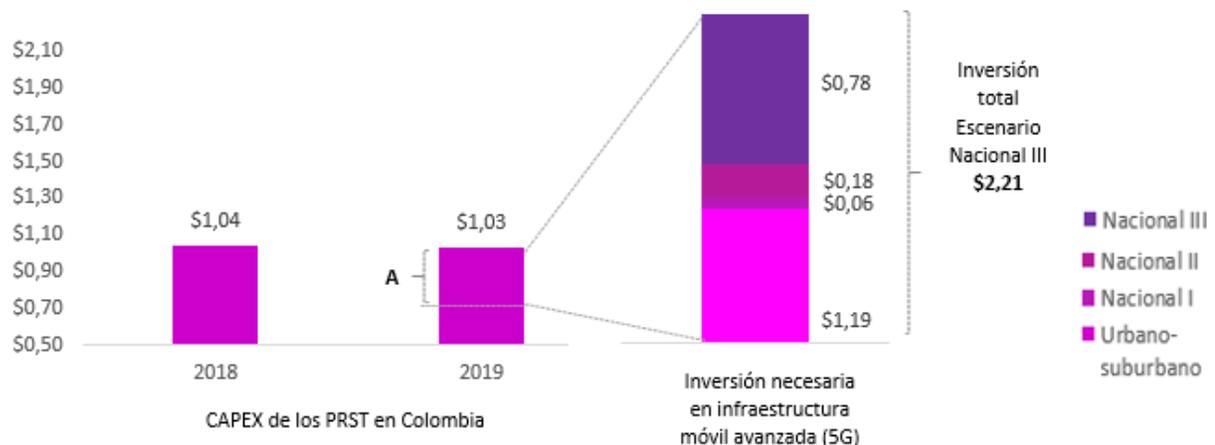
Fuente: Elaboración propia con base en cifras del Banco de la República y proyecciones de Katz y Cabello (2019).

Así las cosas, la proporción y el nivel en el que aumenta el PIB como resultado de la inversión en redes móviles depende del escenario de despliegue desarrollado por los PRST. Los autores evalúan 4 escenarios distintos en función del alcance geográfico y la velocidad de la expansión de las redes (Ver Gráfico 6). El mayor impacto en el crecimiento económico del país se generaría en un escenario ideal como el Nacional III en el cual se supera la brecha digital, ya que supone un despliegue de la infraestructura de red a lo largo del territorio nacional ofreciendo velocidad simétrica. No obstante, las tendencias tanto internacionales como nacionales muestran que la inversión en la expansión de las redes móviles 4G y los planes 5G, en los países desarrollados, inicialmente se han concentrado en las

zonas con mayor densidad poblacional, es decir, los centros metropolitanos de primer y segundo nivel, que corresponden al Escenario Urbano-suburbano evaluado por los autores⁶⁶.

La selección del escenario de despliegue por parte de los PRST en Colombia estaría vinculada, entre otros factores, a los costos de inversión requeridos en cada uno de los escenarios. Como se observa en el Gráfico 7, se estima que el Escenario urbano-suburbano generaría un incremento total de la inversión en redes cercano a 15,5% para los operadores, pasando de \$1,03 miles de millones de dólares a \$1,19 miles de millones; mientras que el Escenario Nacional III que corresponde al ideal ya que permite superar la brecha digital, implicaría un incremento de la inversión en más del doble de la registrada en 2019, puntualmente del 115% en total aproximadamente⁶⁷. Lo anterior es importante debido a que los altos costos de implementación de la nueva tecnología son considerados como uno de los principales desafíos para el despliegue de infraestructura 5G⁶⁸.

Gráfico 7. Proyecciones de costos de inversión en redes móviles avanzadas para Colombia (miles de millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia con base en Katz y Cabello (2019).

Frente a los escenarios de despliegue de redes móviles avanzadas analizados, las necesidades de inversión que estos implican y el impacto que tiene sobre el crecimiento económico, Katz y Cabello

⁶⁶ GSMA (2020). Realizing 5G's full potential: Setting policies for success. Disponible en: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2020/03/Realising_5Gs_full_potential_setting_policies_for_success_MARCH20.pdf

⁶⁷ Op cit., Katz y Cabello (2019).

⁶⁸ García, et al., (2020). 5G The Driver for the Next-Generation Digital Society in Latin America and the Caribbean. BID. Disponible en: https://publications.iadb.org/publications/english/document/5G_The_Driver_for_the_Next-Generation_Digital_Society_in_Latin_America_and_the_Caribbean.pdf

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 31 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

(2019) proponen un conjunto de recomendaciones o palancas de política pública orientadas a promover el despliegue de tecnologías móviles avanzadas para América Latina. Como se observa en la Tabla 6, algunas de las propuestas son el uso de mecanismos alternativos de regulación para promover la innovación como el Sandbox regulatorio, medidas para la reducción de barreras al despliegue y de estructuración financiera, entre otras.

Tabla 6. Palancas de política pública para promover el despliegue de tecnologías móviles avanzadas en América Latina – Katz y Cabello (2019)

Palancas de política pública o regulatoria	Recomendaciones
Sandbox regulatorio	Experimentación en ambientes controlados con flexibilización del marco regulatorio para fomentar la inversión y el desarrollo de nuevos servicios.
Administración del espectro radioeléctrico	Explorar mecanismos alternativos y modos flexibles de asignación, tales como el uso compartido y el mercado secundario para promover el despliegue y la innovación, teniendo en cuenta que es un recurso escaso de alto costo.
Reducir barreras al despliegue de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo o código de buenas prácticas para adopción voluntaria por parte de las administraciones locales que facilite e incentive el despliegue. - Ventanilla única de aprobación automática de la habilitación de instalación de antenas. - Facilitación efectiva y expedita de uso de edificios públicos para instalación de infraestructura. - Provisión de incentivos de compartición y gestión compartida de activos de infraestructura.
Alternativas de estructuración financiera	Cooperación público-privada frente los altos requerimientos en inversión de capital.
Seguridad digital	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de la privacidad y confidencialidad de las transacciones. - Estrategias de ciberseguridad por parte de los PRST.
Plan de desarrollo digital abarcativo	<ul style="list-style-type: none"> - Crear un marco institucional y de coordinación de política pública. - Brindar confianza y reducir costos de transacción. - Monitoreo continuo a través de reportes de información. - Garantizar la continuidad de las políticas independiente de los cambios de gobierno.

Fuente: Elaboración propia con base en Katz y Cabello (2019).

En la misma línea, la GSMA (2020)⁶⁹ propone a los hacedores de política pública y a los reguladores tener en cuenta ocho palancas regulatorias para la promoción del despliegue de infraestructura 5G. En ese conjunto además de las identificadas por Katz y Cabello (2019) resaltan la importancia de otros tres aspectos:

- En primer lugar, la necesidad de facilitar el despliegue de backhaul, extender las redes de fibra de alta capacidad que puedan soportar una vasta cantidad de tráfico de datos, con medidas como la promoción de modelos de colaboración para el desarrollo de este tipo de infraestructura y la reducción de cargas tributarias.
- En segundo lugar, la importancia de armonizar los límites de densidad de potencia, con base en las pruebas y recomendaciones de organismos expertos.
- Por último, proponen flexibilizar el régimen de neutralidad de red, teniendo en cuenta que la tecnología 5G ofrece la posibilidad de segmentar la red permitiendo a los operadores crear productos personalizados en rendimiento, latencia, confiabilidad y optimización de acuerdo con la demanda.

Por último, siguiendo a la OECD⁷⁰, otra de las palancas de política pública, y en específico regulatoria, que tiene la potencialidad de estimular la innovación y la inversión en nuevas tecnologías, incluyendo 5G corresponde a la mejora regulatoria, y en particular la simplificación normativa, debido a que incrementan la transparencia de la regulación y la confianza de los agentes económicos.

Por otro lado, con respecto al efecto del COVID-19 sobre los procesos de lanzamiento comercial de la tecnología 5G en los mercados latinoamericanos, en marzo de 2020 Ericsson⁷¹ manifestó que el momento y los países en los que se ejecutarían los lanzamientos de esta tecnología en la región por parte de la compañía dependerán de la disponibilidad de espectro y de la crisis del coronavirus. Al respecto expuso los siguientes argumentos:

- i. 5G puede no ser la prioridad en este momento para los operadores de telecomunicaciones quienes se han concentrado en reforzar sus redes y sistemas para aumentar el ancho de banda y hacer frente al aumento del tráfico resultante de la creciente demanda por el teletrabajo, la educación, teleconferencias y transmisión de video en línea.
- ii. Es posible que se presenten problemas con el acceso a dispositivos, filtros y pequeños componentes requeridos en la instalación de las estaciones base que solo son producidos en China, aunque las fábricas allí ya empiezan a retomar la producción.

⁶⁹ *Ibíd.*

⁷⁰ OCDE (2014), Estudio de la OCDE sobre la política regulatoria en Colombia: Más allá de la simplificación administrativa, OECD Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201965-es>

⁷¹ <https://www.bnamericas.com/en/news/spectrum-coronavirus-crisis-to-impact-5g-latam-launch>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 33 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- iii. Las subastas de espectro para el lanzamiento comercial de la tecnología pueden verse retrasadas como consecuencia de la difusión del virus y el aislamiento social.

Considerando lo anterior, es relevante mencionar que los retrasos eventuales en el lanzamiento comercial de la tecnología 5G en los países de América Latina, generarían a su vez rezagos en la implementación de los casos de uso y la adopción de la tecnología en los países.

7. Avances internacionales en materia de regulación y 5G

En esta sección se estudian las recomendaciones e instrucciones regulatorias que han sido propuestas por organizaciones internacionales como BEREC⁷², la FCC⁷³ y la UIT frente a algunos retos, problemas y riesgos que se han identificado durante la fase temprana y experimental de despliegue de la tecnología 5G que se ha venido adelantando en diferentes países durante los años 2019 y 2020. Las disposiciones que se presentan a continuación son en materia de seguridad digital, compartición de infraestructura, despliegue y calidad de servicios.

7.1. Seguridad digital

De acuerdo con BEREC (2019) y como se ha mencionado previamente, la tecnología 5G se ha diseñado con características de rendimiento avanzadas, que proporcionarán una conectividad de ancho de banda ultra alta y de baja latencia a diferentes usuarios, permitiendo una gran cantidad de dispositivos conectados; esto permitirá que la red 5G admita una amplia gama de servicios y sectores. Por esto, se espera que el ecosistema 5G involucre a muchos actores y usuarios en diferentes dominios (por ejemplo: ciudades inteligentes, automatización de la industria, salud, logística, etc.) transportando información sensible. Por ello, es necesario el cumplimiento de requisitos de seguridad específicos con el fin de evitar que se explote cualquier vulnerabilidad en las redes 5G, como daños a infraestructuras y servicios cruciales, afectando a las economías y sociedades⁷⁴.

Bajo este contexto, la Comisión Europea (CE) desarrolló la Recomendación sobre Ciberseguridad de las redes 5G⁷⁵ y el 29 de enero de 2020 publicó la Caja de Herramientas de Gestión de Riesgos 5G⁷⁶, la cual

⁷² BEREC por sus siglas en inglés Body of European Regulators for Electronic Communications.

⁷³ FCC por sus siglas en inglés Comisión Federal de Comunicaciones.

⁷⁴ BEREC, 2019, A first assessment base on stakeholder inputs – Report on the impact of 5G on regulation and the role of regulation in enabling the 5G ecosystem.

⁷⁵ (UE) 2019/534 del 26 de marzo de 2019 – <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019H0534>

⁷⁶ Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones - Despliegue seguro de la 5G en la UE - Aplicación de la caja de herramientas de la UE <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/a9099bfd-435d-11ea-b81b-01aa75ed71a1>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 34 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

fue adoptada por los Estados miembros. En ella enumera las medidas para mitigar las amenazas de seguridad asociadas con redes 5G. Las medidas se dividen en 2 categorías:

1. **Categoría Estratégica:** se encarga de desarrollar la competencia de las autoridades en materia de regulación, para supervisar el despliegue de la red 5G.
2. **Categoría de adquisiciones:** aborda los riesgos de interferencia de un país no miembro de la UE en la red 5G. Además, busca evitar la dependencia de un solo fabricante o PRST, para evitar abusos en materia de seguridad de tecnologías, procesos, personas y factores físicos.⁷⁷

Ambas medidas se complementan entre si con acciones de apoyo que mejoran la notificación de incidentes de seguridad, para gestionar de manera más efectiva la mitigación de vulnerabilidades y riesgos. Por ejemplo, la Caja de Herramientas de Gestión de Riesgos 5G recomienda a los miembros de la Unión Europea certificar los productos, servicios y sistemas TIC en 5G como un requisito para la contratación pública.

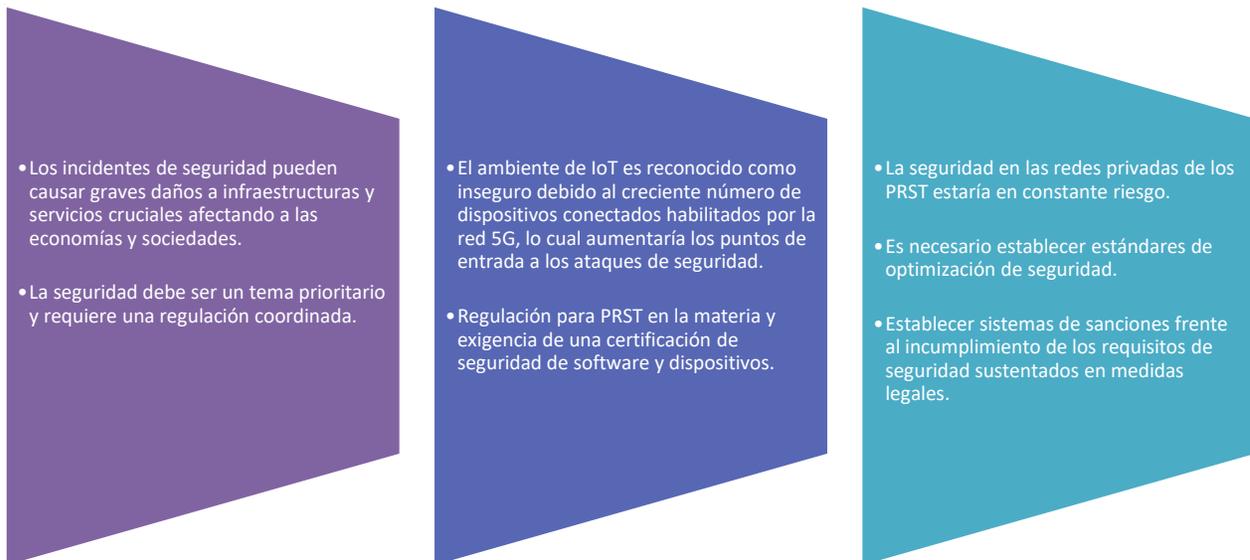
Para el desarrollo de la Caja de Herramientas mencionada, se identificaron las acciones que debía tomar cada país a nivel nacional y las que debían trabajarse coordinadas a nivel de la Unión Europea, con el fin de evaluar los riesgos de ciberseguridad que afectarían a las redes 5G. En este proceso, BEREC actuó como un conducto para compartir información y experiencias sobre el mercado de las comunicaciones y contribuyó en el proceso de desarrollo de la Caja de Herramientas (Preámbulo 24 de la Recomendación). Adicionalmente, la CE buscó conceptos de partes interesadas sobre como los problemas de seguridad podrían afectar a los usuarios finales y la cadena de valor 5G. En este proceso surgieron las recomendaciones referidas en la Ilustración 9 en materia de seguridad⁷⁸:

⁷⁷ Visiola Paula, Cullen International (30 Jan 2020). National 5G security measures.

⁷⁸ BEREC, 2019, A first assessment base on stakeholder inputs – Report on the impact of 5G on regulation and the role of regulation in enabling the 5G ecosystem.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 35 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Ilustración 9. Problemas y recomendaciones de seguridad digital en 5G



Fuente: Elaboración propia con base en BEREC (2019).

Por su parte, en materia de seguridad digital la FCC⁷⁹ en su plan de 5G propuso evitar que los fondos federales se usen para implementar infraestructura proveniente de compañías que puedan representar una amenaza para la seguridad nacional en la integridad de las redes de comunicaciones de 5G, como medida para garantizar la integridad de la cadena de suministro. El Gobierno de Estados Unidos ha enfatizado que esta tecnología es crítica para que el país pueda impulsar industrias, potenciar a largo plazo perspectivas económicas y salvaguardar la seguridad nacional⁸⁰.

En esta línea, en marzo del 2020 se firmó una nueva Ley denominada el *Secure and Trusted Communications Networks Act*⁸¹ que busca garantizar la protección de las redes de las comunicaciones estadounidenses frente a naciones extranjeras que puedan poner en peligro su seguridad nacional, buscando no solo proteger las redes de las comunicaciones, sino que 5G alcance todo su potencial. Entre las disposiciones a resaltar en esta legislación se encuentran⁸²:

⁷⁹ <https://www.fcc.gov/5G>

⁸⁰ <https://www.nytimes.com/2019/04/12/us/politics/trump-5g-network.html>

⁸¹ Public Law 116 <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/4998>

⁸² <https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/president-donald-j-trump-committed-safeguarding-americas-vital-communications-networks-securing-5g-technology/>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 36 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- La creación de un programa de reembolso que retira y reemplaza los equipos fabricados por empresas que representan un riesgo.
- Busca garantizar que el Gobierno Federal pueda compartir información crítica respecto a la seguridad en cadenas de suministro TIC.
- La Creación de la Agencia de Seguridad de Infraestructura y Ciberseguridad, entidad encargada de proteger la infraestructura crítica vital estadounidense.

Como se evidencia en las nuevas pautas estadounidenses, existe una gran preocupación frente a la adquisición de infraestructura proveniente de fabricantes que a su juicio conllevan un riesgo a su ciberseguridad nacional.

En Latinoamérica también se ha evidenciado la importancia de la seguridad en la implementación de la tecnología 5G. Como referencia el gobierno brasileño, estableció requisitos de ciberseguridad para redes 5G mediante la Oficina de Seguridad Institucional para la Presidencia (GSI), la cual el 27 de marzo de 2020 publicó un reglamento señalando requisitos de ciberseguridad para poner en marcha las redes 5G, mencionando que los PRST de una misma área geográfica, para operar deben utilizar equipos elaborados por diferentes fabricantes, de igual forma esos equipos deben estar disponibles para auditorías hechas por el gobierno e informar de manera inmediata los incidentes de seguridad al GSI⁸³.

7.2. Compartición de infraestructura

En materia de compartición de infraestructura para la tecnología 5G, BEREC (2019) indica que la CE ya cuenta con normatividad general que facilita dicho mecanismo. En efecto, mediante la Directiva 2014/61 de la UE⁸⁴ se establecen medidas para reducir el costo de desplegar redes de comunicaciones electrónicas de alta velocidad y de las cargas administrativas por esta operación, facilitando el acceso a infraestructura física de otros operadores de red.

De acuerdo con lo anterior, se puede entender el concepto de compartición como el acceso que le permite un operador a otro a su infraestructura pasiva (por ejemplo, mástiles, torres, edificios, conductos, fibra oscura) y activa (antenas, equipos de red, enlaces). Hacia futuro, con el aumento de la penetración de la tecnología 5G, se hará necesario compartir los recursos lógicos de la red (redes definidas por software-SDN y virtualización de funciones de red-VNF) para la optimización de ciertos servicios que requieren una menor latencia y un mayor ancho de banda. BEREC ya ha alcanzado una posición común sobre la compartición de infraestructura móvil y en su informe (BoR (19) 110)⁸⁵ destaca que para 5G se deben analizar los arreglos de antenas junto con las virtualizaciones de red.

⁸³ Moura A, Brazilian government establishes cybersecurity requirements for 5G networks, Cullen International, 2020.

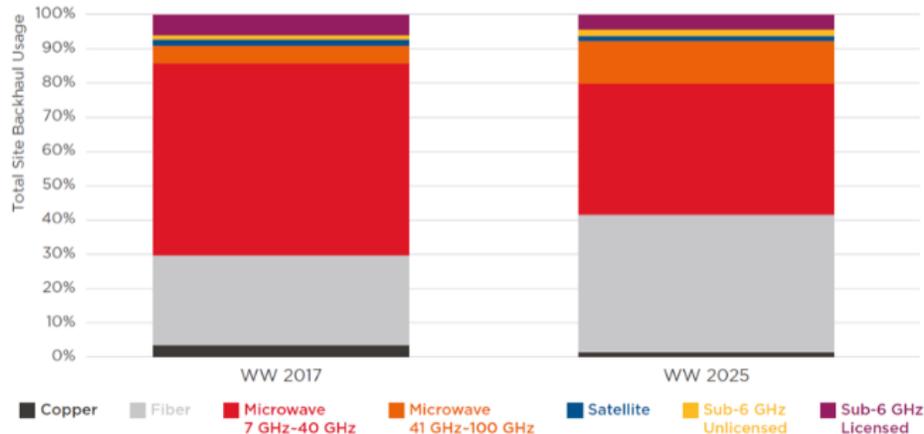
⁸⁴ Directiva disponible en <https://www.boe.es/doue/2014/155/L00001-00014.pdf>

⁸⁵ BEREC, 2019, A first assessment base on stakeholder inputs – Report on the impact of 5G on regulation and the role of regulation in enabling the 5G ecosystem, Pag 9.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 37 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Como tarea adicional, BEREC tenía proyectado realizar un taller en el año 2020 en el que se proponía recopilar y estudiar desde un enfoque regulatorio la información sobre los primeros casos de uso de 5G, las experiencias piloto y actividades de estandarización; especialmente en relación con SDN / NFV⁸⁶.

Gráfico 8. Tendencias y prospectiva en redes de respaldo móviles (Backhaul)



Fuente: GSMA Estudio- Mobile Backhaul: An Overview

Por otra parte, la UIT (2018)⁸⁷ analiza la importancia de compartir redes de backhaul; teniendo en cuenta el gráfico 8, para 2025 las redes de fibra y las inalámbricas en altas frecuencias serán los respaldos más utilizados en las redes móviles.

De acuerdo con lo anterior, contar con redes de backhaul en fibra óptica puede ser a nivel comercial muy costoso; así que se requiere una compartición moderada de los ductos y la reutilización de la red de backhaul para generar ahorros significativos.

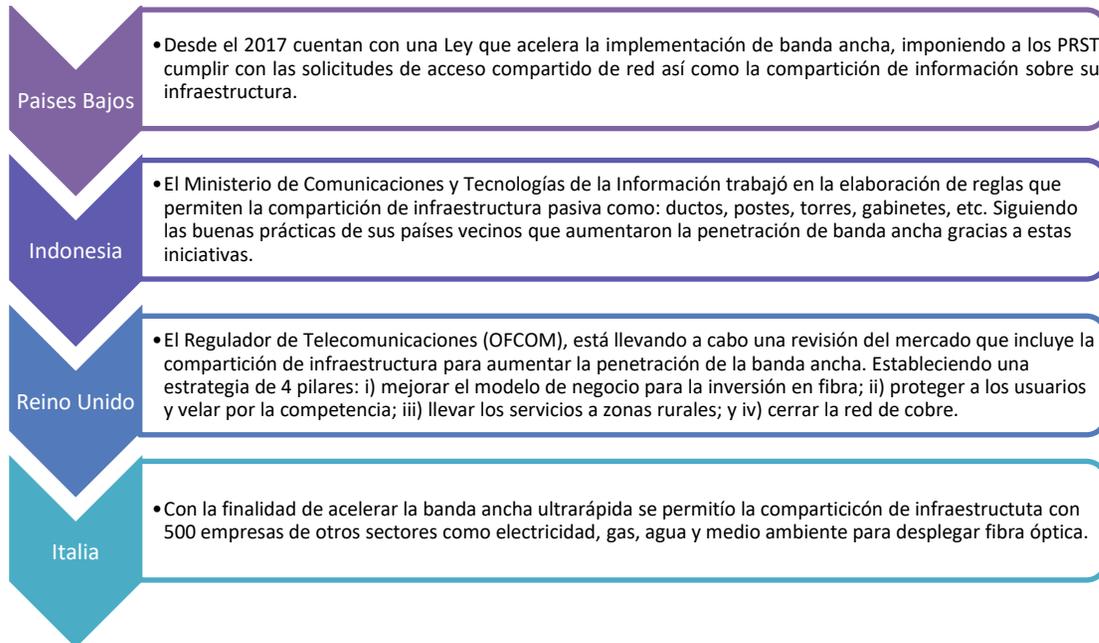
Al igual que la UIT, BEREC (2019) señala que las políticas regulatorias que promueven la compartición de infraestructura pueden ayudar a reducir significativamente los costos de implementación de la red 5G, por ello resulta fundamental estudiar y diseñar propuestas que permitan superar las complejidades de su implementación.

Al respecto, los Países Bajos, Indonesia y el Reino Unido han avanzado en ese tipo de iniciativas regulatorias como se detalla en la Ilustración 10:

⁸⁶ https://berec.europa.eu/eng/events/berec_events_2020/. Aplazado sin determinarse nueva fecha debido a la emergencia ocasionada por el COVID-19.

⁸⁷ Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges, ITU, p. 21. Disponible en: https://www.itu.int/en/ITU-D/Documents/ITU_5G_REPORT-2018.pdf

Ilustración 10. Medidas de política para la promoción de la compartición de infraestructura



Fuente: Elaboración propia con base en ITU (2018)⁸⁸.

Vodafone, a través de WIK Consult⁸⁹, realizó un estudio en el que resalta las mejores prácticas en compartición de infraestructura. En dicho documento señala que las Agencias Nacionales Regulatorias (ANR) en Francia, España y Portugal han implementado un régimen de compartición en el que la intervención burocrática es mínima y se garantiza la máxima transparencia para todas las partes. En contraste, Reino Unido y Alemania obligan el acceso a la infraestructura del operador dominante, pero esto no se cumple por falta de reglas claras y detalladas⁹⁰.

En síntesis, los responsables de formular reglas de compartición pueden considerar continuar con la aplicación de los regímenes actuales para abarcar las redes 5G, lo que ayudaría a reducir el costo de invertir en redes de respaldo fijas en fibra óptica⁹¹.

⁸⁸ Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges, ITU, p. 22.

⁸⁹ Best practice for passive infrastructure access disponible en: <https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/best-practice-passive-infrastructure-access.pdf>

⁹⁰ Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges, ITU, p. 21.

⁹¹ Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges, ITU, pag 23.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 39 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

7.3. Despliegue de infraestructura

BEREC (2019) señala que la introducción de la tecnología 5G y los casos de uso mencionados en las secciones anteriores, requieren el despliegue de nueva infraestructura de red, planificación y compartición. También advierte que la regulación europea cuenta con normas que facilitan el despliegue de redes 5G como el artículo 57 del Código Europeo de Comunicaciones Electrónicas (EECC por sus siglas en inglés), el cual busca eliminar las restricciones de planificación para el despliegue de micro celdas.

El artículo del EECC tiene como objetivo reducir significativamente las barreras administrativas para el despliegue de las micro celdas en redes inalámbricas de área pequeña (SAWAP por sus siglas en inglés). Específicamente, las micro celdas que cumplan con un conjunto de características (físicas y técnicas) estarán exentas de cualquier permiso de planificación urbana u otros permisos individuales anteriores; excepto por razones ambientales, históricas o de seguridad pública.

Aunque BEREC (2019) reconoce que los problemas relacionados con los permisos de despliegue de red se abordan adecuadamente en la UE, parte del trabajo dependerá de la vinculación y efectiva implementación del Artículo 57 del EECC. Por ello, este organismo considera que se debe monitorear de cerca la situación en los Estados miembros con respecto a los permisos de planificación y despliegue para identificar posibles barreras al despliegue de 5G.

Por su parte, la Autoridad Reguladora para Comunicaciones Electrónicas y Correos (ARCEP) de Francia, siguiendo la línea de la Comisión Europea (implementación de 5G en todas las ciudades importantes para 2020⁹²), desarrolló el Plan de Acción 5G el cual proyecta para el 2020 contar con ofertas comerciales de 5G y para 2025 las principales rutas de transporte terrestre con una cobertura 5G ininterrumpida. Adicionalmente, este plan busca apoyar el desarrollo de infraestructura 5G combinando macro celdas con una gran cantidad de micro celdas, dado este arreglo en infraestructura el regulador debe analizar la posibilidad de poner reglas de compartición e incentivos al despliegue. Por ello, esta autoridad se propone implementar medidas regulatorias en busca de simplificar los procedimientos para la construcción de sitios y establecer las pautas para facilitar el despliegue de nuevos elementos de red⁹³.

A su vez, la FCC en busca de facilitar la implementación de la tecnología 5G en Estados Unidos, aplicó una estrategia integral denominada el Plan 5G FAST. Uno de los componentes más significativos para el desarrollo de dicho plan es la actualización de las políticas para el despliegue de infraestructura con el fin de incentivar al sector privado para invertir en ello, las cuales se resumen en la Ilustración 11⁹⁴.

⁹² Noticia disponible en : <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/trending/ZiQIFaN9Tnrf7Dwf6pQmTw2>

⁹³ <https://www.cullen-international.com/product/documents/sections/?section=76bfb31-92ff-4c37-ba2a-a5fc4d23b8ef&orderBy=country&uniqueNumber=B5TEEU20180009>.

⁹⁴ <https://www.fcc.gov/5G>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 40 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Ilustración 11. Políticas en despliegue de infraestructura actualizadas por la FCC



Fuente: CRC a partir de FCC⁹⁵.

7.4. Calidad de servicios

Con respecto a la calidad de los servicios de telecomunicaciones en redes 5G; países como Austria han determinado que los proveedores de redes de comunicaciones públicas deben tomar las medidas técnicas u organizativas adecuadas para garantizar la integridad de la red y la continuidad del servicio⁹⁶.

A su vez, BEREC (2019) considera importante garantizar a los usuarios finales, consumidores y sectores verticales de la industria acceso a la conectividad donde y cuando la necesiten. Además, que cuenten con acceso suficiente a la información sobre el servicio que deberían estar recibiendo. Con el fin de

⁹⁵ <https://www.fcc.gov/5G>

⁹⁶ <https://www.cullen-international.com/product/pdf/CTECEU20200017>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 41 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

contribuir con este objetivo, BEREC invitó a las partes interesadas a proporcionar sus puntos de vista sobre el impacto de la tecnología 5G en los usuarios finales⁹⁷.

Es de resaltar, que a BEREC se le ha encomendado la tarea de emitir directrices sobre la implementación del marco regulatorio de la UE para las comunicaciones electrónicas, en particular sobre los parámetros de calidad de los servicios que los PRST deben tener en cuenta para los servicios 5G.

En cumplimiento de esta facultad, actualmente BEREC está desarrollando una herramienta de código abierto para ayudar a las ANR a proporcionar un instrumento de medición de calidad de los servicios para los usuarios finales y que estos puedan tomar decisiones informadas.

Finalmente, BEREC señala que la tecnología 5G con su capacidad de proporcionar banda ancha móvil mejorada con velocidades de Gbps, permitirá la introducción de nuevos servicios móviles como por ejemplo: secuencias de video UHD, sistemas de video 3D o servicios especialmente diseñados para jugadores. Adicionalmente, la tecnología 5G también permitirá a los operadores diferenciar productos y servicios de formas mucho más complejas.

Es por esto, que para tomar decisiones informadas o cambiar entre operadores, los usuarios finales necesitarán información más detallada sobre las características de los servicios que se ofrecen. Por lo tanto, información sobre la calidad, velocidad y latencia, deberá ser clara y estar disponible para los usuarios. Además, la velocidad y la calidad requeridas para estos servicios pueden no estar disponibles en todas las ubicaciones y en todo momento en una red, por esto la información sobre la cobertura y capacidad de la red 5G será esencial para los usuarios finales.

Por último, en relación con el tema de los mapas de cobertura para 5G, BEREC (2019) señala los siguientes puntos:

- Algunos PRST asocian el desarrollo de mapas de cobertura (internas y externas) con una nueva obligación. No están considerando los beneficios de la disponibilidad de la información de cobertura 5G.
- La información de cobertura 5G, ayudaría a optimizar verticales como soluciones de conectividad. Además de ser una herramienta útil para fines de negociación con los PRST.
- BEREC conoce el proyecto de mapeo de la UE para servicios de banda ancha en Europa. En este aspecto, el grupo de trabajo BEREC (Wireless Network Evolution) está realizando un estudio de viabilidad sobre el desarrollo de información de cobertura para el despliegue de 5G. Algunos de los hallazgos preliminares de ese estudio, sugieren que es demasiado pronto para definir los requisitos de calidad de las verticales.

⁹⁷ Consulta disponible en: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8910-report-on-the-impact-of-5g-on-regulation-and-the-role-of-regulation-in-enabling-the-5g-ecosystem

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 42 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- En relación con el concepto de mapeo volumétrico de cobertura⁹⁸ de 5G (3D), BEREC observa que faltan métricas para desarrollar dichos instrumentos. El aspecto de las métricas es importante para BEREC, ya que está considerando cuáles serían los beneficios potenciales de mapear métricas particulares desde la perspectiva de verticales de negocio.

8. Análisis del marco regulatorio expedido por la CRC frente al despliegue de la red móvil 5G

Teniendo en cuenta las disposiciones en materia regulatoria contempladas por BEREC, la FCC y la UIT y bajo el contexto de un proceso de implementación de la tecnología 5G que se encuentra en una fase temprana y de experimentación en el mundo, se procede a estudiar en esta sección si el marco regulatorio de la CRC vigente y los proyectos regulatorios en curso en la Comisión contemplan medidas que podrían favorecer u obstaculizar el despliegue de las redes 5G en el país.

Los insumos utilizados para el desarrollo de esta sección corresponden al capítulo 7 del estudio “Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria”⁹⁹ publicado por la CRC en diciembre de 2019 y los proyectos regulatorios que se encuentran en curso en la Comisión y que son referenciados en la Agenda Regulatoria 2020-2021¹⁰⁰. Las temáticas regulatorias que se estudian en esta sección son las siguientes:

- Sandbox regulatorio
- Compartición de infraestructura
- Seguridad digital
- Homologación de equipos
- Reportes de información
- Protección de usuarios
- Calidad de servicios

8.1. Sandbox regulatorio

En enero del año 2020 la CRC publicó la propuesta de proyecto regulatorio para la aplicación de mecanismos alternativos de regulación¹⁰¹. Con esta propuesta, la CRC busca estructurar un mecanismo que permita flexibilizar el marco regulatorio u otorgar exenciones regulatorias basadas en la

⁹⁸ Los mapas volumétricos buscan mostrar la cobertura interna y externa de las redes 5G.

⁹⁹ <https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/Documento-Modernizacion-redes-moviles-1.pdf>.

¹⁰⁰ <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/agenda-regulatoria-2020-2021>.

¹⁰¹ CRC. Sandbox Regulatorio para la innovación en servicios de telecomunicaciones. Disponible en: <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/sandbox-regulatorio-innovacion-servicios-telecomunicaciones>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 43 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

experimentación supervisada, permitiendo a las empresas o proyectos poner a prueba nuevos modelos de negocio o tecnologías innovadoras con requisitos regulatorios reducidos temporalmente.

El mecanismo de Sandbox Regulatorio, una vez entre en vigencia, será implementado a través de convocatorias públicas dirigidas a agentes sujetos a la regulación de la CRC que pretendan proponer productos, servicios y soluciones enfocados en la innovación en cualquier aspecto de los servicios que prestan.

De forma preliminar, la CRC ha planteado que el Sandbox regulatorio se desarrollará en cuatro fases, las cuales se identifican a continuación:

Ilustración 12. Fases del Sandbox regulatorio de la CRC



Fuente: CRC (2020)

De acuerdo con lo anterior, una vez se implemente la estrategia de Sandbox Regulatorio por parte de la CRC, se espera que promueva la innovación y la inversión. Y en particular se considera que constituirá una oportunidad para que los agentes sujetos a la regulación de la Comisión, interesados en desarrollar proyectos vinculados con la tecnología 5G, entre otros, bien sea en despliegue de infraestructura o desarrollo de dispositivos, productos y servicios, participen en las convocatorias y busquen acceder a los incentivos dispuestos mediante esta innovadora herramienta.

Por último, es importante mencionar que el Sandbox Regulatorio, como mecanismo alternativo de regulación, es considerado en sí mismo como un criterio de mejora regulatoria y simplificación normativa¹⁰² que contribuye a incrementar la calidad de la regulación, la innovación y la inversión en nuevas tecnologías¹⁰³.

8.2. Compartición de infraestructura

En el estudio sobre las redes móviles en Colombia publicado en diciembre de 2019, la CRC evaluó la medida en la que las obligaciones de compartición de infraestructura expedidas por la CRC¹⁰⁴ podían constituir barreras para el despliegue de tecnologías móviles avanzadas, para ello analizó las dos modalidades de compartición, pasiva y activa, considerando dos aspectos: (i) los efectos de la compartición de infraestructura sobre el despliegue de redes, y (ii) las limitaciones de despliegue

¹⁰² CRC (2020). Proyecto de Resolución Sandbox Regulatorio. <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/sandbox-regulatorio-innovacion-servicios-telecomunicaciones>

¹⁰³ OCDE (2014), Estudio de la OCDE sobre la política regulatoria en Colombia: Más allá de la simplificación administrativa, OECD Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201965-es>

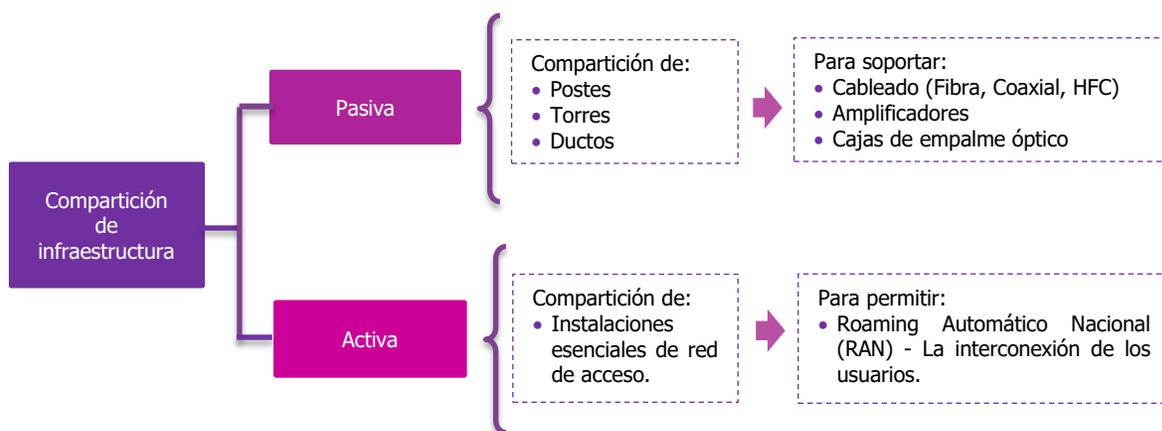
¹⁰⁴ Compilada en el Título IV de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 44 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

asociadas a esquemas de ordenamiento territorial. Estos aspectos se revisan a continuación, incorporando otros elementos relacionados con la tecnología móvil 5G.

Con respecto a los efectos de la compartición de infraestructura sobre el despliegue de redes móviles y la prestación de los servicios, la CRC (2017) identificó que estos esquemas de compartición en lugar de generar barreras incentivan el despliegue de redes móviles avanzadas como la 5G debido a que permiten reducir costos tanto de capital como operativos y generar eficiencias. Además de ello, contribuyen a generar un despliegue eficiente y oportuno de las redes móviles en zonas donde los incentivos de inversión son bajos, por ejemplo, en aquellas donde la densidad poblacional es baja¹⁰⁵.

Ilustración 13. Modalidades de compartición de infraestructura



Fuente: Elaboración propia con base en CRC (2019).

En efecto, bajo el esquema de compartición de infraestructura pasiva, un poste de un operador de telecomunicaciones o eléctrico puede soportar cables de fibra óptica de múltiples operadores, por lo cual no es necesario que cada uno de los operadores instale su propia red de postes, reduciendo así costos para todos los operadores, y generando una mayor eficiencia debido a que no se genera duplicidad de infraestructura instalada¹⁰⁶.

En octubre de 2019 la CRC publicó un documento soporte en el que se desarrolló la "Revisión de las condiciones de compartición de infraestructuras y redes de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones bajo un esquema de costos eficientes" en el cual se analizan las problemáticas

¹⁰⁵ CRC (2017) Revisión de las condiciones de compartición de acceso y uso de elementos pasivos de redes de telecomunicaciones. Y CRC (2012). Condiciones para el despliegue de infraestructura para el acceso a internet a través de redes inalámbricas.

¹⁰⁶ CRC (2019). Redes móviles en Colombia: análisis y hoja de ruta regulatoria para su modernización.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 45 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

actuales en las prácticas de compartición entre el sector eléctrico y TIC, y se propuso la actualización de las tarifas de compartición. Dicho proyecto culminó con la expedición de la Resolución 5890 de enero de 2020¹⁰⁷, en la cual la CRC define una nueva regla de remuneración económica para la compartición de la infraestructura del sector eléctrico y los mecanismos adicionales para contrarrestar la saturación por usos irregulares. Con ello la Comisión buscó promover la remuneración y uso eficiente de la infraestructura eléctrica y con ello el despliegue de la infraestructura de redes de telecomunicaciones y la conectividad en el país. Así mismo, de acuerdo con la Agenda Regulatoria 2020-2021 de la CRC se tiene contemplado dar inicio a una segunda fase del proyecto de revisión de las condiciones de compartición de infraestructura pasiva, en la cual se tiene contemplado analizar aspectos no considerados en la primera revisión.

A su vez, bajo la modalidad de compartición activa, por ejemplo, en el caso de la interconexión generada a través de Roaming Automático Nacional (RAN), los PRSTM comparten con otros proveedores móviles instalaciones consideradas esenciales¹⁰⁸, como la red de acceso ya desplegada, con lo cual es posible aumentar la cobertura y calidad de los servicios, favoreciendo a los usuarios de los servicios móviles y promoviendo tanto la eficiencia como la competencia¹⁰⁹.

En la misma línea, en el año 2017 la CRC actualizó los valores de acceso a RAN, teniendo en cuenta la evolución tecnológica de las redes, el uso de los servicios móviles y las condiciones macroeconómicas del país. Transcurridos 3 años y frente al aumento del tráfico de RAN, la reducción en los cargos asociados y los posibles cambios en las condiciones de mercado, la CRC tiene previsto adelantar la revisión de las condiciones de RAN, especialmente en el servicio de voz móvil, en la vigencia 2020¹¹⁰.

Ahora bien, en lo relacionado con las limitaciones al despliegue de redes móviles a nivel municipal asociadas a los planes de ordenamiento territorial, es relevante mencionar que si el despliegue de redes móviles 5G se da bajo la modalidad de picoceldas y microceldas en interiores no es necesario obtener una licencia de uso del suelo, legalmente ya está habilitada su instalación¹¹¹. Por su parte, en cuanto al despliegue de redes 5G a través de infraestructura externa y macroceldas, se espera que las limitaciones asociadas a la aprobación de licencias de uso del suelo a nivel local disminuyan gradualmente gracias al incentivo generado por el artículo 309 de la Ley 1955 de 2019¹¹², relacionado con los beneficios en términos de instalación de infraestructura y conectividad vinculados a la remoción de limitaciones al despliegue de redes en los planes de ordenamiento territorial.

¹⁰⁷ <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/condiciones-comparticion-infraestructura-pasiva>

¹⁰⁸ Numeral 4.1.5.2.2.5. de la Resolución CRC 5050 de 2016.

¹⁰⁹ Tomado del documento soporte "Revisión y Actualización de condiciones para el Roaming Automático Nacional". CRC 2016. Pág. 60

¹¹⁰ CRC (2019). Agenda regulatoria CRC 2020-2021.

¹¹¹ Parágrafo 3 del artículo 193 de la Ley 1753 de 2015.

¹¹² El artículo 309 de la Ley 1955 de 2019 señala que aquellos municipios que eliminen las barreras injustificadas al despliegue de infraestructura, con verificación de la CRC, serán priorizados en el listado de potenciales candidatos a ser beneficiados con las obligaciones de hacer que en el MinTIC imponga a los PRSTM.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 46 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

En línea con lo anterior, mediante el Decreto Legislativo 540 de 2020¹¹³, se estableció que debido al aumento en el uso de los servicios de comunicaciones como consecuencia de la pandemia del COVID-19 y frente a la necesidad de garantizar su provisión a todos los usuarios hasta que cese la emergencia sanitaria, se hacía necesario disponer de un procedimiento expedito que permita el despliegue oportuno de la infraestructura telecomunicaciones requerida por los PRST para prestar sus servicios. Por lo cual estableció que durante la vigencia de la Emergencia Sanitaria declarada, las solicitudes de licencia para la construcción, conexión, instalación, modificación u operación de cualquier equipamiento para la prestación de servicios de telecomunicaciones, fijas y móviles deben ser resueltas dentro de los diez (10) días siguientes a su presentación, en contraste con el plazo de dos (2) meses aplicable a periodos no excepcionales establecido en el parágrafo 2 del artículo 193 de la Ley 1753 2011. Se espera que esta disposición apoye actividades de despliegue de redes TIC para ampliar cobertura y mejorar los servicios en un entorno de mayor demanda debida a las condiciones de aislamiento obligatorio en Colombia, que han implicado mayor necesidad de trabajo virtual en casa, tele-educación, telesalud y banca electrónica, entre otros.

La implementación de medidas que faciliten el otorgamiento de permisos para la instalación de antenas y el despliegue de infraestructura a nivel local es fundamental, debido a que se estima que para 2030 se van a necesitar tres veces más sitios que los actuales y entre 4 y 5 veces más radiobases, de manera que se logre la densificación necesaria para la prestación de los nuevos servicios móviles¹¹⁴. En la misma línea, Katz y Cabello (2019) advierten sobre la necesidad de generar mecanismos que faciliten de forma efectiva y expedita el uso de edificios públicos para el despliegue de infraestructura y proponen que se establezca un sistema de incentivos a la provisión de todo tipo de incentivos a la compartición y gestión compartida de activos de infraestructura¹¹⁵.

Frente a estas limitaciones de despliegue, asociadas a los esquemas de ordenamiento territorial, resulta fundamental el rol otorgado a la CRC, en términos de la promoción de la eliminación de las barreras al despliegue de infraestructura, así como la revisión, actualización y difusión de Buenas Prácticas para el despliegue de redes de comunicaciones¹¹⁶. Para ello, la CRC ha definido un plan estratégico de actividades que promueven el despliegue en coordinación con otras instituciones como el MINTIC y la ANE, así como con el apoyo de gremios de la industria y de entidades territoriales como Asocapitales y Fedemunicipios; ha desarrollado espacios de divulgación y capacitación a colaboradores de los entes territoriales; y ha adelantado mesas de trabajo con la industria que permiten identificar y actualizar las barreras al despliegue anteriormente evidenciadas y sobre estos insumos procederá a la publicación del Código de Buenas Prácticas para el despliegue de infraestructura de redes de comunicaciones actualizado en el 2T de 2020.

¹¹³ Expedido el 13/04/2020. Disponible para consulta en: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-126555_Decreto_540.pdf

¹¹⁴ Op cit. Katz y Cabello (2019). p. 9.

¹¹⁵ *Ibíd.* p. 9.

¹¹⁶ El código de buenas prácticas para el despliegue de redes de comunicaciones corresponde a una herramienta de apoyo y consulta para las administraciones locales, que busca informar e incentivar el adecuado despliegue de las redes de nuevas generaciones, soportado en las mejores prácticas internacionales en la materia.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 47 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se concluye que la regulación vigente expedida por la CRC sobre compartición de infraestructura pasiva y activa se orienta a incentivar el despliegue de redes móviles avanzadas y en ella no se identifican barreras para el despliegue de la red 5G. No obstante, la CRC en su proceso continuo de mejora regulatoria ha venido revisando y actualizando la regulación de compartición de infraestructura, tanto pasiva como activa. Todo lo cual contribuirá a incentivar el despliegue de redes móviles avanzadas, el aprovechamiento de la infraestructura de red y la expansión de la conectividad.

8.3. Seguridad digital

Mediante lo dispuesto en el Artículo 4 de la Ley 1341 de 2009 modificada por la Ley 1978 del 2019, es función del Estado intervenir en el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), con el fin de promover las condiciones de seguridad en el servicio que será prestado al usuario final, esto teniendo en cuenta que uno de los principales objetivos del sector es velar por la protección de los derechos de los usuarios. Adicionalmente, en el numeral 9 del Artículo 53 de la misma Ley, se establece el régimen jurídico mediante el cual los usuarios tienen derecho a recibir protección en cuanto a su información personal y así mismo se garantiza la inviolabilidad y el secreto de las comunicaciones dentro del marco de la Constitución y la Ley.

En virtud de lo anterior, en el Título V de la Resolución 5050 de 2016 la CRC establece el régimen de calidad para los servicios de comunicaciones, en el que, entre otros, se indican los criterios que deben atender los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST) en los procesos de gestión de seguridad de redes, los cuales, según el Artículo 5.1.2.3 modificado por el Artículo 2 de la Resolución 5669 de 2018 son:

Tabla 7. Deberes de los PRST en materia de seguridad digital

<p>Adoptar una política de seguridad de la información que implemente un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI), que garantice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Confidencialidad - Integridad - Disponibilidad de <ul style="list-style-type: none"> o Servicios o Información almacenada o Información procesada <p>Los proveedores pueden determinar el alcance y condiciones del SGSI según las características propias de su red.</p>
<p>Como mínimo por un año, identificar, almacenar y tener a disposición de las autoridades pertinentes la información sobre los incidentes de seguridad de la información.</p>
<p>Cuando se presenten incidentes de seguridad, los proveedores deben enviar por medios electrónicos, después de la contención del incidente, un reporte al Grupo de Respuesta a Emergencias Cibernéticas de Colombia (colCERT), el envío del reporte no puede exceder de 3 meses contados desde la detección del incidente. Sin embargo, si el incidente se cataloga como serio o muy serio e implica pérdidas graves el reporte al colCERT debe hacerse dentro de las 24 horas hábiles siguientes a la detección del incidente.</p>

Fuente: Elaboración CRC con base en la Resolución 5050 de 2016.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 48 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Con relación a los incidentes de seguridad, según el anexo 5.8 de la Resolución CRC 5050 del 2016, modificada por la Resolución 5569 de 2018, se clasifican en cuatro clases según su severidad, la cual es medida con base en los siguientes criterios¹¹⁷: (i) Importancia del sistema de información, (ii) Pérdida del negocio, y (iii) Impacto social (ver Tabla 7 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Ilustración 14. Clases de incidentes de Seguridad Digital

Pequeños (Clase I)

- Actúan en sistemas de información ordinarios.
- Pérdida del negocio menor o sin pérdidas comerciales.
- Impacto social menor o sin impacto.
- Consecuencias insignificantes o sin consecuencias.

Menos serios (Clase II)

- Actúan en sistemas de información importantes u ordinarios.
- Pérdida del negocio considerable.
- Impacto social considerable.

Serio (Clase III)

- Actúan en sistemas de información especialmente importantes o importantes.
- Pérdida del negocio grave.
- Impacto social importante.

Muy serios (Clase IV)

- Actúan en sistemas de información especialmente importantes.
- Pérdida del negocio especialmente grave.
- Impacto social especialmente importante.

Fuente: Elaboración CRC con base en la Resolución 5050 de 2016.

En síntesis, con la implementación y entrada en funcionamiento de redes 5G en Colombia, uno de los puntos clave a tratar es la ciberseguridad. Esto teniendo en cuenta que este tipo de redes aumenta la cantidad de dispositivos conectados y así mismo los riesgos de presentar incidentes de seguridad, por tanto, es necesario realizar un análisis continuo de las incidencias reportadas por parte de los PRST o de los organismos nacionales tales como COLCERT¹¹⁸, Centro Cibernético de la Policía Nacional (CCP), CSIRT Gobierno¹¹⁹ o CCOC¹²⁰, para identificar si hay lugar a otros tipos de categorías en materia de incidencias. De igual manera, es importante acelerar la recolección de reportes a las entidades correspondientes, para que, a partir de las incidencias adicionales encontradas, los PRST puedan

¹¹⁷ De acuerdo con lo establecido en el estándar ISO/IEC 27035-2 (2016) anexo C y sus versiones posteriores.

¹¹⁸ Grupo de Respuesta a Emergencias Cibernéticas de Colombia, adscrito al Ministerio de Defensa Nacional y encargado de la coordinación de la ciberseguridad y la ciberdefensa. www.colcert.gov.co

¹¹⁹ Equipo de Respuesta a Emergencias Cibernéticas del Gobierno Nacional (CSIRT de Gobierno)

¹²⁰ Comando Conjunto Cibernético www.ccoc.mil.co

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 49 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

adoptar las recomendaciones y medidas necesarias dentro de los Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información -SGSI, y así garantizar la protección de la información tal y como lo dicta la Constitución y la Ley.

En Colombia como en el resto del mundo, las amenazas de ciberseguridad son parte de la cotidianidad, lo que se ha reflejado un crecimiento gradual en el número de incidentes reportados a las autoridades. Por ejemplo, en los canales de la Policía Nacional se registraron 30.410 casos durante el 2019¹²¹.

Por ello, para el desarrollo de una nueva red, como la 5G, se deberán considerar las amenazas para la seguridad digital en el país y el nivel de preparación del sector público y privado para defenderse de ataques en un entorno que se ha vuelto propenso a este tipo de incidentes. En efecto, de acuerdo con el estudio sobre tendencias en gestión de ciber riesgos y seguridad de la información en América Latina y Caribe para el año 2019, de Deloitte, 4 de cada 10 organizaciones sufrieron un incidente de ciber seguridad en los últimos 24 meses¹²². Así mismo, según los resultados de la encuesta sobre el futuro de la ciberseguridad realizada por la misma compañía, el 89% de los consultados asegura que se le asigna una importancia muy alta a la gestión de ciber riesgos debido a que el contexto de los negocios es cada vez más digital y solo el 31% de las empresas consultadas por Deloitte asegura contar con capacidades limitadas de monitoreo de ciber seguridad e inteligencia de amenazas¹²³.

De otro lado, en marzo 2020 se publicó el borrador del nuevo documento CONPES de Confianza y Seguridad Digital para el periodo 2020-2022 el cual busca consolidar y desarrollar una estrategia nacional que favorezca la seguridad digital en Colombia, y dentro de los aspectos que plantea, estarán el diagnóstico y análisis de la adopción de tecnologías emergentes y los eventuales riesgos que presentan, que apoyen en la identificación de futuras necesidades de actualización en materia normativa. En este sentido la CRC, continuará apoyando el desarrollo de dicha estrategia y participando de manera activa en el Comité de Seguridad Digital nacional.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, esta Comisión considera que para la implementación de la red 5G en Colombia, se deben tener en cuenta las medidas base ya implementadas en materia de seguridad cibernética como las que se mencionan a continuación y estar atentos al desarrollo de nuevas disposiciones en el país, en particular aquellas que puedan derivarse de la ejecución del CONPES de confianza y seguridad digital:

1. Medidas organizacionales: que los PRST y las empresas del sector industrial que usen la tecnología 5G, cuenten con un área o personal dedicado a la seguridad digital y de la información.

¹²¹ Centro Cibernético Policial, Tendencias del Crimen Colombia (2019 - 2020). Recuperado de https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/tendencias_ciber crimen_colombia_2019_-_2020_0.pdf

¹²² <https://www2.deloitte.com/ni/es/pages/about-deloitte/press-releases/empresas-de-latinoamerica-dan-relevancia-a-los-ciber-riesgos.html>

¹²³ <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/financial-advisory/articles/future-of-cyber-survey.html>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 50 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

2. Políticas internas y estandarización: implementación y seguimiento de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI) para los procesos críticos del PRST, bajo lineamientos de industria ampliamente aceptados como ISO 27000. Así como también implementar políticas de acceso al sistema o red, por parte de los usuarios, ejemplo, actualización de contraseñas, de concientización sobre los incidentes y los riesgos asociados, etc.
3. Medidas técnicas: monitoreo constante mediante pruebas de vulnerabilidad.

8.4. Homologación de equipos terminales móviles

En esta sección se estudia la medida en la que el régimen de homologación¹²⁴ de ETM establecido por la CRC podría constituir barreras para el despliegue de tecnologías móviles avanzadas como la 5G, para ello se analiza este régimen frente a la potencial masificación de los servicios IoT¹²⁵ y M2M¹²⁶, entre otros. En efecto, se espera que surjan en el mercado decenas de miles de millones de dispositivos IoT y M2M conectados a nivel mundial durante la próxima década, generando miles de millones de dólares de valor agregado en muchos mercados y formando la base de un mundo totalmente interconectado. Al respecto, Gartner estableció que en 2017 había 8.400 millones de dispositivos IoT en uso y proyecta que para 2020 alcanzará más del doble, llegando a los 20.400 millones¹²⁷. Con respecto a los dispositivos M2M, Cisco estima que pasarán de 7.400 millones en 2019 a 14.700 millones en 2022¹²⁸. A su vez, Statista estima que la cantidad de dispositivos Wearables¹²⁹ aumenten de 492 millones en 2017 a 1.100 millones en 2022.

Bajo ese contexto, en el año 2019 la CRC identificó la necesidad de estudiar el régimen de homologación con el fin de conocer si dicho régimen debía actualizarse frente a las nuevas dinámicas de los mercados de ETM y de los servicios de comunicaciones. Al respecto, en el documento de formulación del problema del proyecto regulatorio denominado "Revisión del Régimen de Homologación de equipos terminales" publicado por la CRC en mayo de 2019, se estableció que "la efectividad de la homologación como herramienta regulatoria ha disminuido", debido a que, entre otras razones, el régimen no contempla los criterios y parámetros para la homologación de una amplia gama de nuevos dispositivos ETM que utilizan

¹²⁴ El numeral 8 del artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 19 de la Ley 1978 de 2019, establece en cabeza de la CRC la función de determinar los estándares y certificados de homologación. Las normas, requisitos y estándares del proceso de homologación aplicables a los ETM que fueron establecidos por la CRC en el Capítulo 1 del Título VII de la Resolución 5050 de 2016.

¹²⁵ IoT: *Internet of Things*, por sus siglas en inglés. Se define como la interconexión de varios dispositivos, máquinas o dispositivos que generan datos.

¹²⁶ La tecnología M2M (*Machine to Machine*, por sus siglas en inglés) se refiere a la comunicación máquina a máquina, es decir, las máquinas se conectan entre sí, principalmente a través de una red de comunicaciones móviles sin interacción humana.

¹²⁷ 5G Americas (2019). 5G the future of IoT. Disponible en: https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/5G_Americas_White_Paper_on_5G_IOT_FINAL_7.16.pdf

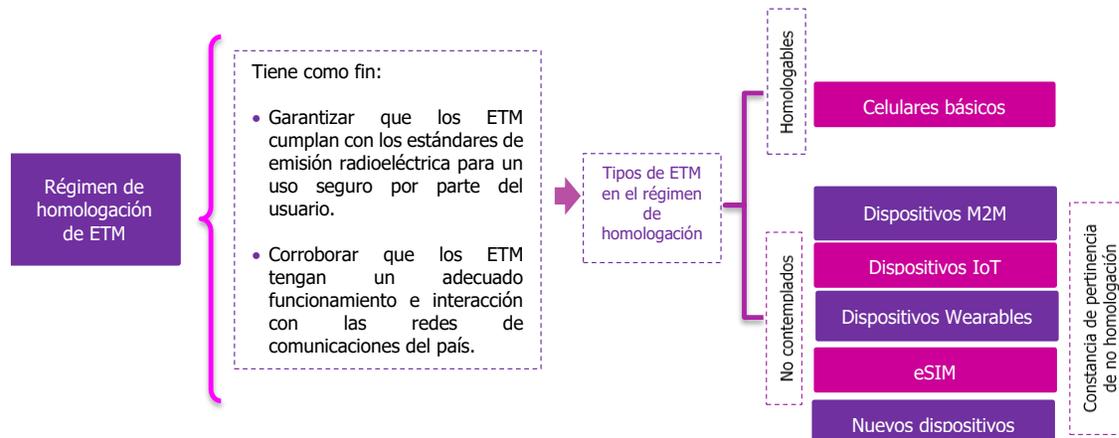
¹²⁸ <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>

¹²⁹ Wearables: dispositivos móviles llevables o vestibles. Contemplan los relojes inteligentes (*Smart Watches*) o *Fitness Trackers*, prendas de vestir que leen y registra datos biométricos del cuerpo, gafas inteligentes y aplicaciones para vehículos, entre otros.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 51 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

las redes móviles, como los asociados a IoT, ecosistemas M2M, tecnologías wearables y eSIM¹³⁰, entre otros, que se vienen ofreciendo en el mercado y que se espera sean masificados más adelante con el despliegue de la tecnología 5G.

Ilustración 15. Régimen de homologación de ETM vigente en la CRC



Fuente: Elaboración propia con base en CRC (2019).

De acuerdo con el documento de formulación en mención, estos nuevos ETM no son contemplados por el actual régimen de homologación, y lo único exigible con relación a esos dispositivos es una constancia de pertinencia de no homologación para el caso en que el dispositivo preste únicamente el servicio de datos a través de redes móviles. Ahora bien, el proyecto de Revisión del Régimen de Homologación analizará la pertinencia de adoptar las normas técnicas (respecto de sus dos principales pilares, emisión radioeléctrica y compatibilidad con las bandas de frecuencia adjudicadas en Colombia), aplicables a las bandas de espectro para IMT que han sido adjudicadas a la fecha a los PRSTM y que no están contempladas en el régimen vigente de homologación, como lo son, las bandas de 700 MHz, 2100 MHz (AWS) y 2500 MHz, bandas utilizadas para el despliegue de redes bajo el estándar IMT Advanced, denominado en la industria como 4G¹³¹.

Por lo tanto, aunque la regulación vigente en materia de homologación de ETM no establece criterios y parámetros para homologar dispositivos de tecnologías avanzadas a la fecha, no constituye un obstáculo para el despliegue de redes móviles avanzadas como la 5G o el uso de dispositivos móviles que operen en esas redes.

¹³⁰ La eSIM se encuentra incorporada en dispositivo, su tamaño es más pequeño que la tradicional tarjeta SIM, puede ser programada remotamente y permite acceder a los servicios de las redes móviles de manera más rápida y sencilla.

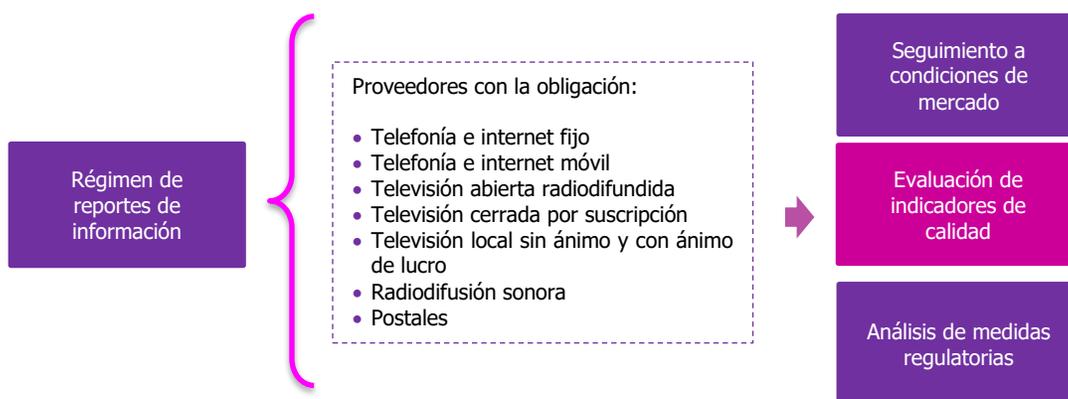
¹³¹ CRC. Proyecto Revisión del Régimen de Homologación de Equipos Terminales Móviles. Disponible en: <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/revision-del-regimen-de-homologacion-de-equipos-terminales>

Por último, cabe mencionar que a la fecha el grupo de estandarización de la UIT (GT IMT-2020 5D¹³²) no ha definido las normas técnicas para la tecnología 5G (IMT 2020), por lo tanto, no es posible que la CRC emita normatividad relativa a la homologación de ETM que haga uso de esta tecnología, y por lo anterior, el análisis de las disposiciones en el marco del proyecto de Revisión del Régimen de Homologación en curso no tendrá un alcance para esta tecnología¹³³.

8.5. Reportes de información sobre redes y servicios móviles

La CRC tiene la facultad¹³⁴ de solicitar información a los proveedores de redes y servicios de comunicaciones, incluyendo los operadores de televisión abierta radiodifundida y las demás modalidades del servicio de televisión, de radiodifusión sonora y de servicios postales. Lo anterior con el objetivo de hacer seguimiento a las condiciones de mercado y de prestación de los servicios, y a las medidas regulatorias que se imponen.

Ilustración 16. Régimen de reportes de información: proveedores con la obligación y objetivos



Fuente: Elaboración propia con base en CRC (2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, la CRC (2019)¹³⁵ evaluó la medida en la que las obligaciones del régimen de reportes de información podían constituir barreras para la modernización de las redes móviles, para

¹³² Grupo Temático de la UIT-T sobre aspectos de redes IMT 2020. <https://www.itu.int/es/ITU-T/focusgroups/imt-2020/Pages/default.aspx>

¹³³ 3GPP Third Generation Partnership Project. 5G in Release 17 – strong radio evolution (Diciembre de 2019). Noticia disponible en: <https://www.3gpp.org/news-events/2019-5g-in-release-17-%E2%80%93-strong-radio-evolution>

¹³⁴ Numeral 19 del artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 19 de la Ley 1978 de 2019, y el numeral 7 del artículo 20 de la Ley 1369 de 2019.

¹³⁵ CRC (2019). Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta Regulatoria.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 53 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

ello analizó el régimen a la luz de dos aspectos: (i) el principio de neutralidad tecnológica; y (ii) los requerimientos explícitos de datos asociados a tecnologías móviles específicas.

Con respecto al principio de neutralidad tecnológica, la CRC (2019) identificó que los formatos y anexos que conforman el régimen van acordes con dicho principio. Con relación al segundo aspecto evaluado, la CRC (2019) encontró que, si bien algunos de los formatos de recolección de información para servicios de telecomunicaciones móviles expresamente hacen requerimientos sobre las tecnologías 2G, 3G y 4G¹³⁶, excluyendo futuras tecnologías como la 5G. Estos formatos y anexos responden a la necesidad de conocer y medir cómo se prestan los servicios móviles en Colombia en la actualidad, por cuanto únicamente se pueden enfocar en las tecnologías de redes móviles efectivamente implementadas y operativas en el territorio nacional.

Se concluye que la regulación vigente sobre esta materia no constituye un obstáculo para el despliegue de redes avanzadas como la 5G debido a que, como se ha mencionado, el régimen de reportes de información va acorde con las tecnologías móviles en funcionamiento y el hecho de no incluir reportes prospectivos de 5G no representaría barreras para su despliegue. Además de ello, la CRC bajo el modelo de mejora regulatoria y simplificación normativa, se encuentra adelantando el proyecto denominado "Revisión del Régimen de Reportes de Información"¹³⁷, cuyo objetivo es actualizar el régimen de reportes de información para determinar qué obligaciones de reporte continúan siendo pertinentes y útiles para el quehacer regulatorio, todo lo cual tendrá en consideración la evolución tecnológica y de los mercados.

8.6. Protección a usuarios

La CRC, en cumplimiento de sus facultades¹³⁸, expidió el régimen de protección de los derechos de los usuarios (RPU) de los servicios de comunicaciones¹³⁹. En el estudio publicado 2019 por la CRC se evaluó la medida en la que las obligaciones del RPU podían constituir barreras para el despliegue de tecnologías móviles avanzadas como la 5G, para ello analizó este régimen a la luz de dos aspectos: (i) los principios de libre elección y de neutralidad tecnológica; y (ii) el crecimiento de servicios móviles IoT y M2M.

Con respecto a los principios de libre elección y de neutralidad tecnológica, la CRC (2019) identificó que si bien estos principios buscan garantizar que los usuarios seleccionen libremente los planes, servicios y equipos de la tecnología móvil que deseen utilizar, el RPU también establece un incentivo para la adquisición de equipos de nuevas tecnologías, como la 5G, consistente en la posibilidad que se da a los operadores de realizar la oferta conjunta del servicio y el ETM cuando se trate de equipos que cuenten con tecnología 4G o alguna superior.

¹³⁶ Los formatos en los que se solicita expresamente remitir información por tipo de tecnología son: acceso a internet, indicadores de calidad, acuerdos de acceso y/o interconexión y Roaming Automático Nacional.

¹³⁷ CRC, Régimen de Reporte de Información Periódica. Árbol del problema y objetivos del proyecto. Recuperado de: https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/20191120-arbol-problema-objetivos-proyecto-RRI_AA_MD.pdf

¹³⁸ Artículo 53 de la Ley 1341 de 2009.

¹³⁹ Título II de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 54 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Con relación al crecimiento de los servicios IoT y M2M, que se masificarían con la introducción de la tecnología 5G, la CRC (2019) concluye que el RPU regula exclusivamente las relaciones entre PRSTM y los usuarios¹⁴⁰, y que este régimen no es aplicable para los usuarios corporativos que comercializan y utilizan el tipo de equipos y servicios IoT y M2M, por lo cual la regulación vigente no constituiría una barrera para el despliegue y uso de dispositivos 5G. No obstante, de acuerdo con el ciclo de evolución y adopción tecnológica a nivel mundial, podría ser necesario más adelante realizar un análisis sobre este tipo de servicios, considerando diferencias entre usuarios residenciales y corporativos, teniendo en cuenta además los riesgos y brechas de apropiación.

De acuerdo con lo expuesto, se concluye que la regulación vigente en materia de protección a usuarios no constituye un obstáculo para el despliegue de redes avanzadas como la 5G y que por el contrario el régimen cuenta con incentivos como la oferta conjunta de servicios y equipos de máxima tecnología.

Adicional a lo anterior, la CRC se encuentra adelantando el proyecto regulatorio denominado "Digitalización del Régimen de Protección a Usuarios"¹⁴¹, mediante el cual se busca promover el uso de las TIC para facilitar el acceso de los usuarios de comunicaciones a los trámites y servicios en canales digitales. Lo que se considera constituye un incentivo para el despliegue de tecnologías móviles avanzadas y para la promoción de la conectividad móvil. Adicionalmente, se considera pertinente que en este proyecto pueda establecerse un trabajo articulado con la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) como autoridad de vigilancia y control del RPU.

8.7. Calidad de servicios TIC

La CRC expidió el régimen de calidad de servicios TIC¹⁴² en virtud de su facultad¹⁴³ para regular de carácter general y particular los parámetros de calidad de los servicios TIC aplicables a todos los PRST. En ese régimen se establece la metodología para realizar las mediciones de calidad y se definen las condiciones para incentivar la mejora de los servicios, entre otros.

En el estudio sobre la modernización de las redes móviles publicado en diciembre de 2019, la CRC determinó que el régimen de calidad de servicios TIC no constituye un obstáculo para el despliegue de redes móviles avanzadas como la 5G. En su lugar, identificó que el régimen contempla medidas que incentivan el despliegue como la flexibilización en el cumplimiento de indicadores y el desarrollo de mecanismos alternativos de regulación.

¹⁴⁰ Cobija a aquellos usuarios que no negocian todas las condiciones de los servicios contratados, pueden ser residenciales o PYMES.

¹⁴¹ CRC, Régimen de Reporte de Información Periódica. Árbol del problema y objetivos del proyecto. Recuperado de: https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/20191120-arbol-problema-objetivos-proyecto-RRI_AA_MD.pdf

¹⁴² Capítulo 1 del Título V de la Resolución CRC 5050 de 2016.

¹⁴³ Numeral 3º del artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 19 de la Ley 1978 de 2019.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 55 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Con respecto al primer incentivo, la CRC (2019) exceptuó el cumplimiento de algunos indicadores de calidad por parte de los PRST en la prestación de los servicios TIC en 876 municipios del territorio nacional clasificados dentro de la categoría de "Política Pública" caracterizados por contar con menor tamaño de la población, mayor distancia a la cabecera municipal, menor penetración del servicio y mayor concentración de mercado¹⁴⁴, con el fin de promover el despliegue de redes y el aumento en la oferta de servicios de telecomunicaciones en esos municipios.

En cuanto a los mecanismos alternativos de regulación, la CRC (2019) viene trabajando en dos proyectos en los cuales se busca identificar posibles mejoras al régimen de calidad, a saber, el proyecto "*Mediciones de calidad como dimensión de la competencia*" y el de "*Sandbox regulatorio*".

Por último, considerando la masificación de dispositivos IoT y M2M que se espera con el despliegue de la tecnología 5G, cabe mencionar que, dado que se estima que su uso será principalmente corporativo y sus condiciones serán libremente pactadas, el régimen de calidad no constituye una barrera para el desarrollo y uso de este tipo de dispositivos y servicios. Aún resulta temprano definir si llegarán a presentarse nuevas necesidades en materia de condiciones mínimas de calidad, por ejemplo, en la conexión de dispositivos de uso personal tales como *wearables*, por lo que se analizará a futuro su evolución, según existan niveles de adopción más altos.

9. Conclusiones

En este apartado se encuentran las conclusiones de cada una de las secciones abordadas en el presente documento relacionadas con la descripción técnica la tecnología 5G, el estado del arte sobre la implementación a nivel internacional, las proyecciones sobre el despliegue de 5G y sus beneficios para América Latina y Colombia, los avances en cuanto a requerimientos e incentivos regulatorios a nivel internacional y el análisis del marco regulatorio de la CRC de cara a la adopción de 5G.

- Las características técnicas de la tecnología 5G indican que en comparación con las tecnologías móviles precedentes, ofrece mayor velocidad, menor latencia, reducción de gasto de energía y de costos, mayor eficiencia y una multiplicidad de casos de uso que involucran conexiones masivas entre personas y entre cosas. La tecnología de quinta generación fue lanzada comercialmente en el año 2019 y se encuentra en fase temprana de implementación. Por lo tanto, se espera que la etapa productiva y de amplio uso y explotación de las bondades de esa tecnología se logre en los próximos 5 a 10 años.
- Con el surgimiento de la emergencia sanitaria y las medidas de aislamiento social resultantes de la pandemia del COVID-19 de reciente aparición, el panorama y proyecciones de 5G cambiaron debido a que las subastas de espectro programadas en diferentes países se aplazaron, el lanzamiento de los estándares se ha retrasado, la producción de equipos de red y de dispositivos se ha ralentizado, los operadores que tenían contemplado realizar despliegue de

¹⁴⁴ Parágrafo del artículo 5.1.1.1 de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 56 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

infraestructura 5G están concentrados en la optimización de sus redes actuales con el fin de garantizar la conectividad en los procesos de teletrabajo, educación y entretenimiento de la población confinada. No obstante, si bien la pandemia produjo estos efectos adversos también permitió reconocer las potencialidades de los servicios de internet móviles debido al incremento en el uso de los medios digitales y del tráfico como consecuencia del trabajo y educación en casa y del aumento de la demanda de servicios de comunicaciones y entretenimiento en línea, todo lo cual será clave para el potencial despliegue de 5G.

- En América Latina, una de las zonas en las que se proyecta la implementación posterior de 5G se viene trabajando para revertir esa tendencia. En efecto, se han realizado múltiples pilotos de implementación de 5G en diferentes países. Uruguay fue pionero en el lanzamiento comercial de la tecnología y se proyecta realizar lanzamientos próximamente en México, Brasil, Chile y Puerto Rico. No obstante, se desconocen los tiempos y lugares en que esto podrá llevarse a cabo debido a las consecuencias de la crisis del COVID-19.
- A nivel internacional autoridades y organizaciones como BEREC, la FCC y la UIT han identificado los retos y riesgos asociados a la implementación de la tecnología 5G durante la fase inicial de despliegue y adopción que se viene desarrollando en diferentes países. Frente a lo cual proponen un conjunto de recomendaciones en materia de seguridad digital, compartición de infraestructura, despliegue y calidad de servicios.
- Con respecto al análisis de las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G, en el presente informe se identificó que los incentivos establecidos en las líneas de acción desarrolladas en la Hoja de Ruta Regulatoria para la Modernización de las Redes Móviles en Colombia publicada en diciembre de 2019 también aplican para el despliegue de la tecnología móvil 5G. Además, de acuerdo con la revisión del marco regulatorio y proyectos en curso no se encontraron barreras regulatorias para la expansión de redes móviles avanzadas como 5G.

10. Líneas de acción

En esta sección se presentan las líneas de acción en las temáticas regulatorias estudiadas en este documento en las que viene trabajando la CRC y que tendrían la potencialidad de incentivar la modernización de redes móviles avanzadas. También se identifican algunas temáticas que sería pertinente estudiar conforme avanza la implementación de la tecnología 5G en el mundo y en Colombia.

- La CRC tiene contemplado hacer seguimiento y velar por el cumplimiento de los compromisos establecidos en los proyectos y estudios identificados en la Hoja de Ruta regulatoria para la modernización de las redes móviles, y en los que se han identificado en este informe, ya que contribuyen desde un enfoque regulatorio, con el despliegue y expansión de las redes móviles avanzadas en el país y con ello, al logro de una mayor conectividad, el cierre de la brecha digital y el desarrollo socioeconómico.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 57 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- En materia de Sandbox Regulatorio, la CRC tiene previsto adoptar la regulación que determine las reglas para su ejecución e incentivar la participación de los operadores en la convocatoria. Esto se hará con el fin de promover iniciativas innovadoras en cualquier aspecto de la prestación de sus servicios, incluyendo la tecnología 5G, y aprovechando el impulso al desarrollo de pilotos dado por MinTIC a través del Plan 5G.
- En relación con la regulación asociada a compartición de infraestructura pasiva y activa, como ha sido establecido en la Agenda Regulatoria 2020-2021, la CRC tiene contemplado desarrollar más adelante la fase II del proyecto de compartición de infraestructura pasiva, y la revisión de las condiciones de RAN en el servicio de voz móvil. Así mismo, la Comisión ha venido trabajando en dar continuidad a las actividades de divulgación y actualización de los lineamientos de buenas prácticas para el despliegue de redes, así como de los beneficios a los municipios por la remoción de barreras normativas al despliegue de redes.
- En materia de seguridad digital la CRC, en desarrollo del próximo CONPES de Confianza y Seguridad Digital 2020-2022, tiene contemplado acompañar la construcción de la hoja de ruta de seguridad digital que se desarrolle a nivel nacional, en lo concerniente a las facultades de la Comisión en la materia.
- A futuro, conforme avance el desarrollo de los pilotos 5G en el país, se realicen las asignaciones de espectro para despliegue comercial futuro y los PRST definan sus esquemas técnicos y comerciales para el lanzamiento de la tecnología, la CRC podrá analizar de la mano de los agentes del sector si surgen nuevas necesidades de ajuste en el marco regulatorio.
- De igual manera, se estima pertinente realizar más adelante un seguimiento a las discusiones y planteamientos en materia de normatividad asociada a la neutralidad de red, considerando las características técnicas de la tecnología 5G y la posibilidad que ofrece de realizar segmentaciones de la red, las cuales a la fecha sólo plantean interrogantes a nivel teórico. En esta misma línea, podrían analizarse a futuro los efectos que llegue a generar la tecnología 5G en los mercados de servicios móviles una vez se implemente en el país, considerando también en particular la interacción con otros actores no son regulados por la Comisión. Bajo ese contexto prospectivo, se observa también recomendable explorar la apertura de espacios de investigación y estudios académicos que contribuyan con la literatura sobre 5G para el caso de Colombia.

11. Glosario de términos

2G, 3G, 4G, 5G: se refiere a diferentes generaciones de estándares móviles.

3GGP: 3rd Generation Partnership Project

5g-NR: estándar para las redes de quinta generación.

Release: versión tecnológica.

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 58 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Stand Alone (SA): se refiere al uso de celdas 5G tanto para la señalización como para la transferencia de información sin depender de una red LTE.

LTE: Long Term Evolution

Non Stand Alone (NSA): se refiere a una opción de implementación de 5G-NR que depende del plano de control de una red LTE

GSMA: Organización que representa los intereses de los operadores móviles a nivel mundial.

GSA: Global mobile Suppliers Association

ARN: Autoridad Reguladora Nacional

BEREC: Organismo de reguladores europeos para las comunicaciones electrónicas

BACKHAUL: red de respaldo

CPRI: Interfaz de radio pública común

RAN: Red de acceso de radio

EMBB: Banda ancha móvil mejorada

UE: Unión Europea

FTTH: Fibra al hogar

TIC: Tecnología de información y comunicaciones

IA: Inteligencia artificial

IMT-2020: Estándares internacionales de telecomunicaciones móviles 2020

IoT: Internet de las Cosas

MIMO: Entrada múltiple, salida múltiple

MMTC: Comunicaciones masivas de tipo máquina

NFV: Virtualización de funciones de red

NR: Nueva Radio

SDN: Redes definidas por software

URLLC: Comunicación ultra confiable y de baja latencia

12. Bibliografía

BEREC, 2019, A first assessment base on stakeholder inputs – Report on the impact of 5G on regulation and the role of regulation in enabling the 5G ecosystem.

(UE) 209/534 del 26 de marzo de 2019 – <https://eur-lex-europa.eu/legal-ontent/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019H0534>

BID, OEA y MinTIC (2017). Impacto de los incidentes de seguridad digital en Colombia. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17294/impacto-de-los-incidentes-de-seguridad-digital-en-colombia-2017>

Centro Cibernético Policial, Tendencias del Crimen Colombia (2019 - 2020). Disponible en: https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/tendencias_ciberdelincuencia_colombia_2019_-_2020_0.pdf

CEPAL, et al. (2020). Las oportunidades de digitalización en América Latina frente al COVID-19. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45360-oportunidades-la-digitalizacion-america-latina-frente-al-covid-19>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 59 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

CIENA. Libro Blanco: La tecnología 5G necesita software en todas partes, especialmente en la red de conexión por cable. Disponible en: https://www.ciena.com.mx/insights/white-papers/5G-Needs-Software-Everywhere-Especially-on-the-Wireline-Network_es_LA.html

CNA Insider- After seven months, here's what South Korea can teach us about 5G. Disponible en: <https://www.channelnewsasia.com/news/cnainsider/what-south-korea-first-country-launch-5g-network-can-teach-us-12056726>

Cullen International. 5G initiatives and pioneer bands.

Economic Forum. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/5g-is-about-to-change-the-world-in-ways-we-cant-even-imagine-yet/>

García, et al., (2020). 5G The Driver for the Next-Generation Digital Society in Latin America and the Caribbean. BID. Disponible en: https://publications.iadb.org/publications/english/document/5G_The_Driver_for_the_Next-Generation_Digital_Society_in_Latin_America_and_the_Caribbean.pdf

GlobalData. COVID-19: Position on Revising Telecoms and Pay-TV Forecasts, 18 March 2020

GSA. 5G devices ecosystems.

Global Data (2020). Understand the COVID-19 outbreak, its impact on the global economy, and initial implications for specific sectors. 14 de abril de 2020.

GSA. Evolution from LTE to 5G: Global market status- February 2020

GSMA. Future Networks 5G Global Launch Update. Disponible en: <https://www.gsma.com/futurenetworks/digest/5g-global-launch/>

GSMA 5G Coverage Map & Statistics disponible en: <https://www.gsma.com/futurenetworks/technology/understanding-5g/5g-innovation/>

GSMA (2020). Realising 5G's full potential: Setting policies for success. Disponible en: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2020/03/Realising_5Gs_full_potential_setting_policies_for_success_MARCH20.pdf

Katz, R. y Cabello, S. (2019). El valor de la transformación digital a través de la expansión móvil en América Latina. Telecom Advisory Services. p. 14. Disponible en: <http://www.teleadvs.com/wp-content/uploads/Expansive-Mobile-Final-report-SPA-1.pdf>

Rosenberg, D. (2020). 5G is about to change the world in ways we can't even imagine yet. World UIT. Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges.

Visiola, P. Cullen International (30 Jan 2020). National 5G security measures.

Moura A, Brazilian government establishes cybersecurity requirements for 5G networks, Cullen International, 2020.

5G Americas (2019). 5G the future of IoT. Disponible en: https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/5G_Americas_White_Paper_on_5G_IOT_FINAL_7.16.pdf
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>

Ilya Grigorik (2013) High Performance Browser Networking. Disponible en: <https://hpbn.co/mobile-networks/>

Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia	Cód. Proyecto: 9000-38-2-2	Página 60 de 60	
CRC	Actualizado: 13/05/2020	Revisado por: Coordinación de Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			