



*La tecnología 5G en el Ecuador. Un análisis desde los requerimientos 5G*

*Technology in Ecuador. An analysis from the requirements Technologic 5G*

*Tecnología 5G no Ecuador. Uma análise dos requisitos 5G*

Jorge Wilfrido Anchundia-Morales <sup>I</sup>  
[janchundia01@hotmail.com](mailto:janchundia01@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-7371-6059>

Juan Carlos Anchundia-Morales <sup>II</sup>  
[anchundiamjc27@gmail.com](mailto:anchundiamjc27@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-7607-9363>

Byron Fernando Chere-Quiñonez <sup>III</sup>  
[cherokyfernando@hotmail.com](mailto:cherokyfernando@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-1886-6147>

**Correspondencia:** [janchundia01@hotmail.com](mailto:janchundia01@hotmail.com)

Ciencias de técnicas y aplicadas  
Artículo de investigación

\***Recibido:** 19 de diciembre de 2019 \***Aceptado:** 14 de enero de 2020 \* **Publicado:** 03 de febrero de 2020

- I. Técnico Superior en Informática, Tecnólogo en Informática, Investigador Independiente, Jefe de Mantenimiento de Hardware y Software en el Centro de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Quito, Ecuador.
- II. Ingeniero Eléctrico, Investigador Independiente, Gerente de la Empresa JUANK. AM, Esmeraldas, Ecuador
- III. Ingeniero Eléctrico, Docente de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

## Resumen

El presente ensayo tiene como propósito realizar un análisis producto de la revisión de antecedentes científicos sobre la implementación de la tecnología 5G en el Ecuador. Para ello se tomaron en consideración artículos científicos, tesis de ingeniería, de maestría, Planes nacionales, artículos publicados en periódicos de circulación en el Ecuador entre otros. En tal sentido se encontró que en el Ecuador las demandas por una tecnología han venido creciendo exponencialmente, según reseñan fuentes oficiales, (ARCOTEL). Sumado a este crecimiento se encuentra que el gobierno ha avanzado en la promulgación de leyes que impulsan, gestionan y regulan las telecomunicaciones en el país y que comparten otros países como Paraguay, Chile y Argentina. Los investigadores han sugerido en sus investigaciones que para que pueda consolidarse la tecnología 5G han de tenerse en cuenta: una gestión eficaz, la planificación del desarrollo de servicios radioeléctricos, una estrategia nacional del espectro. Así como también la adecuada gestión para bandas de frecuencia menores a 1 GHz, y de 1 a 6 GHz o el de bandas milimétricas, el uso masivo de tecnología MIMO y FD-MIMO para lograr coberturas más grandes y de mayor capacidad, un mejoramiento en modulación y multiplexación de las ondas de radio; se debe evolucionar el acceso por radio a la red RAN. Por último, para alcanzar la conectividad masiva, se debe buscar el mejoramiento de la RAT, permitirá a la red avanzar hasta la capa física L1 que alivianará los protocolos para soportar una conectividad masiva.

**Palabras claves:** Red; telecomunicaciones; Ecuador.

## Abstract

The purpose of this essay was to carry out an analysis resulting from the review of scientific antecedents on the implementation of 5G technology in Ecuador. For this, scientific articles, engineering thesis, master's degrees, national plans, articles published in circulation newspapers in Ecuador, among others, were taken into consideration. In this sense, it was found that in Ecuador the demands for a technology have been growing exponentially, according to official sources (ARCOTEL). In addition to this growth, it is found that the government has made progress in the enactment of laws that promote, manage and regulate telecommunications in the country and that are shared by other countries such as Paraguay, Chile and Argentina. Researchers have suggested in their research that in order for 5G technology to be consolidated,

account must be taken of: effective management, planning of the development of radio services, a national spectrum strategy. As well as adequate management for frequency bands less than 1 GHz, and 1 to 6 GHz or that of millimeter bands, the massive use of MIMO and FD-MIMO technology to achieve larger and higher capacity coverage, an improvement in modulation and multiplexing of radio waves; radio access to the RAN network must be evolved. Finally, to achieve mass connectivity, the improvement of the RAT must be sought, it will allow the network to advance to the physical layer L1, which will alleviate the protocols to support massive connectivity.

**Keywords:** Network; telecommunications; Ecuador.

### **Resumo**

O objetivo deste ensaio foi realizar uma análise resultante da revisão de antecedentes científicos sobre a implementação da tecnologia 5G no Equador. Para isso, foram levados em consideração artigos científicos, teses de engenharia, mestrados, planos nacionais, artigos publicados em jornais de circulação no Equador, entre outros. Nesse sentido, verificou-se que no Equador as demandas por uma tecnologia vêm crescendo exponencialmente, segundo fontes oficiais (ARCOTEL). Além desse crescimento, verifica-se que o governo avançou na promulgação de leis que promovem, gerenciam e regulam as telecomunicações no país e que são compartilhadas por outros países como Paraguai, Chile e Argentina. Os pesquisadores sugeriram em suas pesquisas que, para que a tecnologia 5G seja consolidada, eles devem ser levados em consideração: gerenciamento eficaz, planejamento do desenvolvimento de serviços de rádio, uma estratégia nacional do espectro. Além de gerenciamento adequado para faixas de frequência inferiores a 1 GHz e 1 a 6 GHz ou faixas milimétricas, o uso massivo da tecnologia MIMO e FD-MIMO para obter maior e maior capacidade de cobertura, uma melhoria na modulação e multiplexação de ondas de rádio; o acesso de rádio à rede RAN deve ser evoluído. Por fim, para obter conectividade em massa, é necessário buscar a melhoria do RAT, permitindo que a rede avance para a camada física L1, o que aliviará os protocolos para oferecer suporte à conectividade massiva.

**Palavras-chave:** Rede; telecomunicações; Equador.

## Introducción

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha tenido el interés de comunicarse y para ello ha venido innovando en la creación de nuevas tecnologías según el momento histórico donde se encuentre. Es decir, la comunicación es un componente indispensable en la vida de los seres humano y por tanto, su interés por comunicarse a través de diferentes mecanismos, a cortas y grandes distancias es una de sus prioridades.; para ello se ha valido de la ciencia y de la técnica como herramientas fundamentales en la búsqueda de la innovación científica y tecnológica.

Este interés por la comunicación ha venido cambiando de acuerdo a las necesidades de la población, lo que ha exigido por parte de los especialistas la innovación tanto del hardware como del software de los componentes que intervienen en este tipo de tecnologías destinadas a la comunicación. En tal sentido, autores como Singh (2015) ha señalado que las redes de comunicación móviles han sido el sector más creciente en los últimos años y han cobrado relevancia debido a la demanda de servicios de usuarios cada vez más exigentes donde las personas desean estar conectadas a la red inalámbrica, tener acceso en cualquier lugar donde se encuentren y navegar de forma más rápida.

Ampliando el análisis del impacto, se puede considerar que es tanto el interés por comunicarse, que este hecho ha trascendido a gran escala alcanzando las empresas e incluso a nivel gubernamental, lo que ha permitido considerar que los sistemas y servicios de telecomunicaciones se han convertido en un factor clave para el desarrollo social y económico de un país, y han llevado a las telecomunicaciones a ser consideradas como un servicio público de primordial importancia.

En un rápido paseo por la evolución de las formas de comunicación empleadas por el hombre mediadas por la tecnología, autores como A. 5GPPP (2015) señala que las bases de los sistemas existentes en la actualidad empleados como forma de comunicación fueron en un inicio el telégrafo y el teléfono; posteriormente la necesidad de una comunicación inalámbrica, conllevó la utilización de ondas de radio para la primera transmisión telegráfica inalámbrica en el año(1901); estos antecedentes tenían la debilidad de la limitada cobertura y lentitud.

Entre los años 1940 y 1950 apareció el primer sistema que ofrecía servicio de telefonía móvil, el radio teléfono. Durante la década de los años 70, según Pereira (2013) aparecieron a nivel comercial las comunicaciones móviles con su primera generación. Estas redes, conocidas como sistemas celulares, dieron un salto cualitativo en cuanto de capacidad movilidad. Los equipos

fueron más pequeños y livianos, pero siguieron transmitiendo únicamente información analógica de voz. La necesidad de mejorar la calidad de transmisión, la capacidad del sistema y la cobertura alcanzada hasta ese momento, llevó al desarrollo de los sistemas móviles de segunda generación y con ello se hizo posible las transmisiones digitales. Aunque aún dominaban las transmisiones de voz; las demandas de otros servicios como fax, mensajería y transmisiones de datos, fueron incrementándose a la par de esta nueva generación.

Estos sistemas creados hasta el momento según Monserrat y col (20015) ofrecían voz digital a velocidades relativamente bajas y el poco ancho de banda restante para datos. A finales de los 90 se introdujo lo que se denominó 2.5G, una generación que alcanzó características intermedias entre la 2G y la 3G, mejorando la capacidad de transmisión de datos gracias al paso de la tecnología de conmutación de circuitos a la de conmutación de paquetes. Este cambio se da gracias al Internet, el cual trabaja con paquetes en lugar de circuitos, como las comunicaciones de voz de los sistemas 1G y 2G.

En la línea de las ideas anteriores se tiene que en el ámbito de las comunicaciones, se pretendía alcanzar un estándar unificador de la tecnología en todo el mundo, con lo cual se impulsó la llegada de la tercera generación. Esta tenía como ventaja el que los equipos soportarían altas velocidades de hasta 2 Mbps pero solo en interiores y en modo fijo, sin embargo, con alta movilidad, la velocidad tendía a decaer a 144 Kbps. Es importante señalar que, además de lo anterior, la tecnología 3G agregó facilidades de multimedia permitiendo aplicaciones de audio, video y gráficos al estilo de Internet; así como podría soportar transmisiones de datos por conmutación de circuitos y por conmutación de paquetes para garantizar la compatibilidad con otros sistemas móviles.

Como paso previo al despliegue completo de la cuarta generación de sistemas móviles, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2014) en estos últimos años han aparecido algunas mejoras de la tercera generación denominadas 3.5G y 3.75G. La generación 3.5 fue básicamente la 3G potenciada, es decir, diseñada para un mejor desempeño, esta generación permitió alcanzar velocidades de transmisión descendente de hasta 14 Mbps teóricamente y fue creada para ofrecer servicios multimedia utilizando la conmutación de paquetes. Una mejora posterior a esta generación fue la 3.75G, también conocida como 3.9G, la cual presentó mayores velocidades en el enlace ascendente, de hasta 5.8 Mbps.

Ahora bien, la demanda de mayor velocidad de transmisión, especialmente cuando se tiene alta movilidad, ha venido experimentado un crecimiento junto con la evolución de las tecnologías móviles y el crecimiento de los operadores que proveen el servicio. La velocidad que se ha conseguido hasta la tercera generación fue insuficiente, por lo que una cuarta generación fue creada para acompañar la evolución de los sistemas móviles.

A partir de lo anterior, los autores señalados refieren que el surgimiento de la 4G se basó totalmente en IP, el protocolo de Internet; además las velocidades de acceso o descarga es de 1 Gbps en reposo, de 100 Mbps en movimiento y hasta 50 Mbps para subida. Además soporta QoS (Quality of Service, Calidad de Servicio) esto permite garantizar servicio en cualquier momento y lugar con un costo menor. La QoS prioriza el tráfico de datos dependiendo del tipo de aplicación que esté utilizando el ancho de banda, ajustando las necesidades a las circunstancias. Entre las aplicaciones se incluyen el acceso móvil a la Web, telefonía IP, servicios de juegos, TV móvil de alta definición, videoconferencias y televisión 3D.

En la actualidad, los diferentes operadores de telecomunicaciones, fabricantes de equipos, grupos de investigación entre otros, han venido realizando investigaciones, pruebas y prototipos para el desarrollo de estas redes 5G y uno de los objetivos es disminuir el consumo de energía, brindar mayor seguridad a los datos transmitidos y la fabricación de dispositivos que soporten tanto el almacenamiento masivo como los servicios que ofrece 5G. Sin embargo, surgen otros desafíos como el uso de ondas milimétricas (Riofrio, 2016)

Todo lo antes expuesto permite que se analice la situación en el Ecuador, el cual es uno de los países que debe estar preparado para 5G y así evitar estar desfase o retraso que comúnmente experimenta, teniendo en cuenta la base para el diseño o implementación de 5G, se necesita realizar adecuaciones a corto plazo. En este sentido, uno de los requerimientos es la asignación de nuevos espectros, la cual depende únicamente de Estado Ecuatoriano, así lo dictan los siguientes artículos: Art. 314 de la Constitución de la República del Ecuador, el Art. 2 de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, Art. 13 y 48 de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada siendo las más importantes a conocer. Considerando estos artículos, el Estado deberá promover el espectro necesario o recomendable para que las operadoras trabajen en 5G.

También se hace necesario señalar que debido a lo establecido en el artículo 48 de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada literal e, las operadoras ya sean públicas o privadas no pueden cambiar el uso de los espectros para las cuales fueron asignadas; sin decir que a su vez



no se puede dar de baja la tecnología 4G LTE para los usuarios; es decir ambas generaciones deberán por un tiempo determinado convivir en la banda ancha establecida para el Ecuador.

Lo antes señalado da pie para señalar que el propósito de este ensayo es realizar un análisis producto de la revisión de antecedentes científicos sobre la implementación de la tecnología 5G en el Ecuador, desde la incursión de la primera generación y el estado actual para la implementación de esta tecnología señalando sus fortalezas y debilidades.

## **Desarrollo**

Desde el punto de vista general puede describirse que, en la actualidad, el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han tenido un crecimiento exponencial, que han generado un incremento en el número de accesos y la demanda de los usuarios por mejoras en la velocidad y calidad de servicio. Estos factores, sumado a la adopción de políticas de gobiernos de la región para la implementación de sus planes de desarrollo de banda ancha, han propiciado un escenario que aceleró la introducción e implementación de la tecnología 5G en Sudamérica.

De acuerdo a Andrews (2014), para al 2017, se estimaba que el número de dispositivos inalámbricos llegaría a ser mil veces la población mundial y la capacidad de las redes en ese momento no podría soportar debido a la escasez del espectro.

La importancia de conocer las últimas tendencias en esta temática radica en que la gestión y uso del espectro es uno de los mayores retos que actualmente enfrenta la tecnología 5G debido a que es un recurso finito y que actualmente presenta alta ocupación y esta aumentará a medida que aumenten los dispositivos conectados a través de redes inalámbricas.

En el caso del Ecuador, según Angulo (2017) en un diario de circulación nacional “El Comercio” se refiere que el “Acceso a la red 4G o LTE en Ecuador se duplicó del 2016 al 2017” el cual relata que en Ecuador en 2017 se registró 2.7 millones de conexiones 4G en dispositivos móviles, como teléfonos celulares, tabletas, módems y otros equipos que se conectan en internet, pero también permite comparar que solo hace un año atrás este país contaba con 1.2 millones de dispositivos según ARCOTEL. A su vez GSMA proyecta para el 2020 más de 6 millones de ecuatorianos que ya contarán con 4G. Esta demanda de dispositivos con la generación 4G es un indicador de lo que podría esperarse para ser país cuando se trata de la tecnología 5G, en el presente y a futuro.

Esta demanda en telecomunicaciones, desde el punto de vista normativo, está contemplada en el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021, el cual tiene como macro-objetivo completar y fomentar el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, entre otros objetivos.

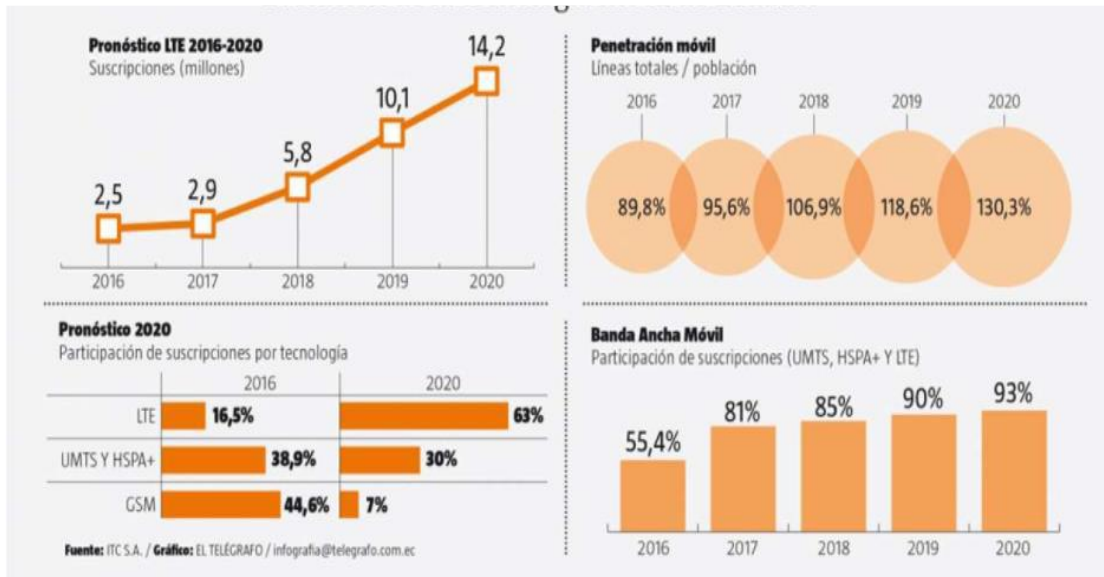
Del mismo modo señala el Plan Nacional del Ecuador, que otro de los objetivos es aumentar la penetración de servicios TICs en la población, a través del aumento de banda ancha móvil, telefonía móvil en el hogar, computadores en los hogares y Smartphone en la población, esto requiere que las tecnologías de comunicación puedan soportar este gran desafío en el aumento de dispositivos o usuarios conectados sin perder la calidad de servicio (QoS) que a su vez requerirán mayor ancho de banda para el envío de mayor cantidad de datos.

Estas normativas establecidas en el Ecuador la comparten varios países de la región tales como: Paraguay, Chile, Argentina. En las Leyes de Telecomunicaciones, en algunos casos ya expedidos, se actualizó principalmente temas de neutralidad de la red, convergencia, derechos de los abonados, interconexión y temas de competencia de mercado.

A pesar del interés internacional de avanzar hacia la construcción de una quinta generación en telecomunicaciones y, que ya varios países como Corea del Sur, Japón y Singapur, y Estados Unidos y sus operadoras: en Corea KT Telecom, Estados Unidos con AT&T y Verizon, en Japón NTT Do Como y KDD han hecho lanzamientos prueba de esta plataforma, según Riofrío (2016): aún no se tiene un documento oficial de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) que señale las especificaciones de las redes móviles 5G; sin embargo, según la misma autora, se están haciendo actividades por parte de esta organización para definir características tales como: soporte para disponibilidad masiva de dispositivos y la disminución energética que significará únicamente con los cambios de la tecnología de radio acceso (RAT). Aspectos como la posibilidad de realizar transmisiones full dúplex usando la misma frecuencia y canal, mayor velocidad de datos entre 1-10 Gbps, con un roaming entre diferentes tecnologías y comunicaciones seguras, entre otros aspectos.

En Ecuador, según García y Tigrero (2017) consideran que “se busca un modelo ideal que vaya de acuerdo a su infraestructura actual, que se acople a la topología sin sufrir cambios abruptos”. En tal sentido, en una publicación del periódico El Telégrafo publicada el 12 de junio del 2017 muestra el siguiente pronóstico de la evolución en Ecuador en la tecnología móvil. (Ver ilustración 1).





**Ilustración 1:** Evolución de la tecnología móvil de Ecuador

El Telégrafo publicada el 12 de junio del 2017

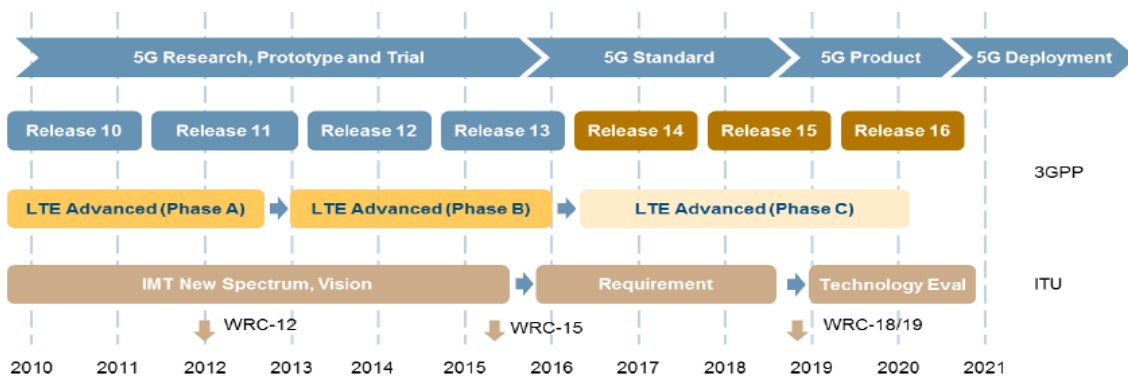
Es importante considerar el acceso para 5G se basa en el espectro y el estado en que se encuentren las redes, referente éste será un factor determinante para la implementación de esta tecnología. En tal sentido, el espectro es un recurso finito pero reutilizable, que los Estados suelen emplear para el desarrollo económico y de las comunicaciones. Para que una administración pueda sacar el mayor provecho posible, el espectro radioeléctrico se ha de gestionar de manera eficaz, a través de la planificación del desarrollo de servicios radioeléctricos antes de que se necesiten, en el caso de la utilización de la 5G ha de pensar a futuro, tomar en cuenta las demandas de los usuarios y la disponibilidad de estructura disponible. Se considera que este tipo de planificación del espectro está relacionada con la elaboración de una estrategia nacional del espectro, que normalmente abarca un periodo de 5 a 10 años (UIT, 2014).

En cuanto a este aspecto, se maneja tres bandas de frecuencia (inferior a 1GHz, de 1GHz a 6 GHz, y por encima de 6 GHz) las cuales son claves para tener una mayor cobertura. En tal sentido, la necesidad de una gran cantidad de espectro, nuevo y armonizado para soportar estos servicios móviles es esencial para que los servicios 5G cumplan con las expectativas, y así materializar el potencial completo de esta tecnología 5G.

Uno de los entes reguladores a nivel internacional, como se ha señalado en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y en ella, se encuentra específicamente el departamento de

Radiocomunicaciones, el cual tiene como atribución garantizar el uso racional, equitativo, eficiente y económico del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

En este mismo orden de ideas y en atención a la tecnología 5G, la IMT 2020 trata de un conjunto de recomendaciones que define el marco y los objetivos generales del futuro desarrollo de las telecomunicaciones móviles internacionales tanto para el 2020(Ver ilustración 2) como a futuro, para así poder desarrollar los estándares y protocolos e implementarlos en la tecnología 5G (UIT, 2015).



**Ilustración 2:** Calendario IMT 2020

**Fuente:** Murillo, 2016.

En el caso del Ecuador, según la 5G Américas (2016) se maneja la denominada “Banda de Oro” por sus características de propagación, está comprendida en el rango entre 698 – 806 MHz. Mediante Resolución No TEL-804-29 en el año 2012 por parte de CONATEL (actualmente ARCOTEL) se procedió a brindar nuevas frecuencias en las bandas de 700 MHz, AWS (1700 /2100 MHz) y 2.5 GHz para brindar tecnología 4G, canalizando en bloques de 5 MHz y 10 MHz. La única operadora en obtener espectro en la banda de 700 MHz fue CNT E.P. En el caso de CNT opera en los bloques G-G’, H-H’ y I-I’ que equivalen a 30 MHz quedando libres los bloques A-A’, B-B’, C-C’, D-D’, E-E’, F-F’, que equivalen a 60 MHz disponibles en esta banda. En cuanto a la Banda 850 MHz, está atribuida y completamente asignada para el uso de sistemas IMT por las operadoras CONECEL S.A. (Claro) y OTECEL S.A. (Movistar). Ésta banda es utilizada desde 1993, estableciendo una concesión por el uso de estas frecuencias por 15 años en dos ocasiones, es decir en 2008 se renovó nuevamente hasta 2023.

En relación a la banda 900 MHz, mediante Resolución No. 03-02-ARCOTEL.2016 del 24 de febrero del 2016 y recalcando que la banda de 900 MHz está establecida internacionalmente en el rango de 880-915 MHz y 925-960 MHz, se destina el rango superior de la banda de 900 MHz para el uso de servicios IMT, ya que la parte inferior de esta banda se sobrepone a la banda de 800 MHz.

La banda AWS (1700/2100 MHz) adopta la canalización en bloques de 5 MHz mediante Resolución N° TEL-804-29, en donde se asigna a la empresa pública CNT E.P. los bloques A-A', B-B', C-C', D-D'. Los siguientes bloques E-E', F-F', G-G', H-H' son asignados a CONECEL S.A. Ambas firmas ofrecen la tecnología 4G en estas bandas. Del mismo modo, la banda 1900 MHz, tiene un rango de esta banda está en 1850 -1910 MHz (UPLINK) y 1930 -1990 MHz (DOWNLINK). Por otra parte, la banda 2.5 GHz adopta la canalización en bloques de 10 MHz y su rango va desde 2500- 2690 MHz, todos sus bloques están actualmente disponibles.

Algunas operadoras ya trabajan en ciertas bandas con otras tecnologías, esta utilización del espectro indica que es mejor trabajar en el rango medio o a partir de 2.5 GHz, ya que son bandas que se encuentran disponibles para el uso de la tecnología que caracteriza a 5G. Cabe mencionar que no se puede dejar atrás las redes de 4G LTE ya que la mayoría de las tecnologías soportan este sistema y por tanto se debe pensar en los usuarios de este sistema.

Por otra parte, la IMT 2020 en cuanto a la tecnología 5G, señalan que la tendencia es hacia lo que se denomina el Internet de las cosas (IoT), lo que a su vez implica requerimientos de espectro radioeléctrico superiores a los que se tienen en cuenta en la actualidad para la tecnología de cuarta generación, que es el de mayor frecuencia en el Ecuador. Si bien esto podría superarse en gran parte con la adecuada gestión para bandas de frecuencia menores a 1 GHz, y de 1 a 6 GHz planteada en párrafos anteriores; así como la reorganización producto de dicha gestión y los posibles desplazamientos de servicio, la eliminación de restricciones y otras técnicas asociadas que deben realizarse, generalmente ameritan una planificación de entre cinco a diez años; pero que además no generarían una ganancia de ancho de banda suficiente para 5G y sí implicaría un costo demasiado alto, lo que además – de poderse ejecutar- podría ocasionar un atraso en la entrada en vigencia de la quinta generación de redes móviles, ya que según las diferentes planeaciones, esta estará vigente en un periodo no mayor a tres años.

La investigación realizada por Álvarez y Loaiza, (2017) señala que como alternativa a esta dificultad se ha venido investigando sobre el uso de bandas milimétricas, opción que toma cada

vez más fuerza y muchas investigaciones y desarrollos se enfocan en la posibilidad de usar esa porción del espectro radioeléctrico para el despliegue de la tecnología 5G, sobre todo si se tiene en cuenta que estas bandas presentan poco uso y alta disponibilidad.

Según Barreno, Tenecora, Barrión (2016) se hace necesario en el Ecuador mejorar eficiencia espectral.- Se requiere el uso masivo de tecnología MIMO y FD-MIMO (Full Dimension-Multiple Input Multiple Output) para lograr coberturas más grandes y de mayor capacidad. También es importante un mejoramiento en modulación y multiplexación de las ondas de radio.

En relación a este aspecto la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones del Ecuador, en este país funcionan 3 operadoras OTECEL S.A con el nombre comercial MOVISTAR, CONECEL S.A con su nombre comercial CLARO y CNT con su nombre comercial CNT E.P; en este sentido, esta misma agencia señala que es CONECEL el que se encuentra liderando el mercado de las comunicaciones en Ecuador con el 54.33% seguido por OTECEL con el 31.05% y en tercer lugar CNT con el 14.62 %.

Del mismo modo, los autores señalados refieren que se hace necesaria la búsqueda de la Densificación, en tal sentido, sugieren que se debe evolucionar el acceso por radio a la red RAN (Radio Access Network), con la construcción de celdas pequeñas, lo cual no es escalable hasta cierto punto. Además es necesario la introducción de nuevos conceptos como planos de control y datos, nuevo sistema de arquitectura son requeridos para alcanzar redes ultra densas. Sin embargo, autores como García y Tigrero (2017) señalan que para la implementación de las 5G, es necesaria “una separación del plano de control y plano de usuario al trabajar las pequeñas celdas con las macro-celdas con una baja y alta frecuencia, sin olvidar que las pequeñas celdas es ideal para el sistema M2M propuesto”

El tercer componente a trabajar según los mencionados autores es la conectividad masiva, es decir, el mejoramiento de la RAT, que permitirá a la red avanzar hasta la capa física L1 que alivianará los protocolos para soportar una conectividad masiva. También se requiere mejoras energéticas y en la cobertura.

Del mismo modo se hace necesario, según lo considera Rappaport, Roh y Cheun (2014) trabajar sobre la latencia, la cual se comprende como la diferencia entre el momento que ocurre la información y el momento en el que se procesa esta misma. En el caso de 5G, se debe en el Ecuador disminuir la latencia puesto que es un factor clave. En el LTE a pesar de buscar vías a través de investigación y desarrollo para mejorar en cuanto a cobertura, tasa de datos y

conectividad con técnicas como, MIMO, small cells, Coordinated Multi-Point (CoMP) transmisión, Het Nets y múltiples antenas; es poco probable que satisfaga la exigente demanda a largo plazo que se ha previsto para que entre en uso este tipo de tecnología.

Otro de los componentes necesarios de evaluar para la implementación de la tecnología 5G es la transmisión de multi-antennaya que desempeña un papel importante para las generaciones actuales de comunicaciones móviles y jugará un rol aún más importante en la era 5G. Especialmente para operar a frecuencias más altas, el uso de múltiples antenas para formación de haz en el transmisor y/o sitio receptor es un componente crítico para contrarrestar las peores condiciones de propagación a frecuencias más altas. En otras palabras, la transmisión de múltiples antenas o nodos, servirán como base sólida con el objetivo de aumentar el volumen de los datos 1000 veces en comparación a los actuales, así como el número de dispositivos conectados en las redes.

## **Conclusión**

Después de realizar una revisión sistemática de la literatura reciente en relación a la tecnología 5G se considera que el Ecuador, al igual que el resto del mundo tiene una tendencia hacia la exigencia de mejores formas de comunicación. Estas exigencias podrán ser cubiertas con la implementación de la tecnología 5G que le promete a los usuarios velocidad, cobertura, menor consumo de energía, ente otras. Aun cuando en la época actual muchos usuarios no cuentan o disfrutan de la tecnología 4G LTE, estas entidades están buscando la forma de hacer este proyecto una realidad para el 2020.

En el Ecuador, la atención debe ser orientada a permitir el acceso desde cualquier lugar a cualquier persona o cosa, en cuyo caso los proveedores de comunicaciones deberán ofrecer planes más flexibles y tentadores para los usuarios y se deberá trabajar en retos como ciudades y casas inteligentes, mejorando drásticamente la eficiencia energética con conexiones para todas las cosas que un usuario desee

Históricamente las generaciones han venido ocupando las mismas bandas de frecuencias que las anteriores, sin embargo para la tecnología 5G se empleará las bandas desocupadas; es decir la banda C y las milimétricas, sin embargo, debido a las pérdidas la cobertura es menor. En tal sentido, es indispensable que los proveedores de comunicaciones preparen y dispongan su presupuesto, para asumir los costos de inversión en el despliegue de nueva infraestructura,



organizando mesas de trabajo estratégicas dirigidas hacia la investigación y el desarrollo, que permitan contar con equipos que soporten tecnología MIMO, rediseños y adecuaciones de fibra óptica con tecnología de transporte PONs y ARNs y diseños de redes heterogéneas.

## Referencias

1. 5G Américas, (2016) LTE Latín América, Artículo Publicado por la UIT y disponible en <https://www.itu.int/en/wtpf->
2. A.5GPPP, (2015) “View on 5G Architecture,” Architecture Working Group, Unión Europea.
3. Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, “Densidad de líneas activas y participación de mercado”, Enero 2018 [En línea]. Available: [www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/](http://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/)
4. Álvarez, M. y Loaiza, A. Torres (2017) Uso del espectro radioeléctrico en redes móviles 5G. Universidad de Sucre Facultad de Ingeniería Tecnología en Electrónica Industria
5. Angulo, S. (2017) “Acceso a la red 4G o LTE en Ecuador se duplicó del 2016 al 2017”. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/acceso-red-4g-tecnologia-ecuador.html>.
6. Barreno, D. y Carrión, D. y Tenecora, I.M (2016): “Evolución de la tecnología móvil. Camino a 5G” Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (octubre diciembre 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/cccsc/2016/04/5G.html>
7. García , J. y Tigrero R. 2017 “5g en el ecuador: análisis y diseño de la infraestructura para dar soporte al ecosistema de 5g en el ecuador” Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
8. Ministerio de telecomunicaciones y la sociedad de la información, “Plan de Telecomunicaciones y tecnología de información del Ecuador 2016-2021,” [En línea].Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Plan-de-Telecomunicaciones-y-TI..pdf>.
9. Monserrat, G. Mange, V. Braun, H. Tullberg, G. Zimmermann, O. Bulakci. (2015). “METIS Research Advances towards the 5G Mobile and Wireless System Definition”



- [Documento en línea]. Disponible en: <http://jwcn.eurasipjournals.springeropen.com/articles/10.1186/s13638-015-0302-9>.
10. Murillo, D. (2016). Propuesta de utilización de las ondas milimétricas en la interfaz radio de la quinta generación móvil. Universidad politécnica de Madrid. Obtenido de <http://oa.upm.es/43241/>
  11. Pereira, J. (2013) “Small Cell Deployment Evaluation on LTE” M. S. Thesis, Técnico Lisboa, Portugal.
  12. Rappaport, T. Roh, W. y Cheun, K. “Wireless engineers long considered high frequencies worthless for cellular systems. They couldn’t be more wrong,” IEEE Spectr., vol. 51, no. 9, pp. 34–58, Sep. 2014
  13. Riofrio, A. (2016). Análisis del estado del arte e innovación en las tecnologías de sistemas de comunicaciones inalámbricas 5G. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12401>
  14. Singh, G. (2015) “Future Prospects of Wireless Generations in Mobile Communication,” Asian Journal of Computer Science and Technology, Khanna, India
  15. Unión Internacional de Telecomunicaciones (2014) Tendencias en las reformas de las telecomunicaciones, Edición Especial, Reglamento 4° Generación: A la vanguardia de las comunicaciones digitales.

## References

1. 5G Americas, (2016) LTE Latin America, Article Published by the ITU and available at <https://www.itu.int/en/wtpf->
2. A.5GPPP, (2015) “View on 5G Architecture,” Architecture Working Group, European Union.
3. Telecommunications Regulation and Control Agency, “Density of active lines and market share”, January 2018 [Online]. Available: [www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/](http://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/)
4. Álvarez, M. and Loaiza, A. Torres (2017) Use of the radio spectrum in 5G mobile networks. University of Sucre Faculty of Engineering Technology in Electronics Industry

5. Angulo, S. (2017) "Access to the 4G or LTE network in Ecuador doubled from 2016 to 2017". [Online document]. Available at: <http://www.elcomercio.com/actualidad/acceso-red-4g-tecnologia-ecuador.html>.
6. Barreno, D. and Carrión, D. and Tenecora, I.M (2016): "Evolution of mobile technology. Road to 5G" Contributions to Social Sciences Magazine, (October December 2016). Online: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2016/04/5G.html>
7. García, J. and Tigrero R. 2017 "5g in the equator: analysis and design of the infrastructure to support the 5g ecosystem in the equator" Polytechnic Superior School of the Coast School of Electrical and Computer Engineering
8. Ministry of telecommunications and the information society, "Plan of Telecommunications and Information Technology of Ecuador 2016-2021," [Online]. Available at: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Plan-de-Telecomunicaciones-y-TI.pdf>.
9. Monserrat, G. Mange, V. Braun, H. Tullberg, G. Zimmermann, O. Bulakci. (2015). "METIS Research Advances towards the 5G Mobile and Wireless System Definition" [Online Document]. Available at: <http://jwcn.eurasipjournals.springeropen.com/articles/10.1186/s13638-015-0302-9>.
10. Murillo, D. (2016). Proposal for the use of millimeter waves in the fifth generation mobile radio interface. Polytechnic University of Madrid. Retrieved from <http://oa.upm.es/43241/>
11. Pereira, J. (2013) "Small Cell Deployment Evaluation on LTE" M. S. Thesis, Technician Lisbon, Portugal.
12. Rappaport, T. Roh, W. and Cheun, K. "Wireless engineers long considered high frequencies worthless for cellular systems. They couldn't be more wrong," IEEE Spectr., Vol. 51, no. 9, pp. 34–58, Sep. 2014
13. Riofrio, A. (2016). Analysis of the state of the art and innovation in the technologies of 5G wireless communications systems. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12401>
14. Singh, G. (2015) "Future Prospects of Wireless Generations in Mobile Communication," Asian Journal of Computer Science and Technology, Khanna, India
15. International Telecommunications Union (2014) Trends in telecommunications reforms, Special Edition, 4th Generation Regulation: At the forefront of digital communications.

## Referências

1. 5G Americas, (2016) LTE Latin America, artigo publicado pela UIT e disponível em <https://www.itu.int/en/wtpf->
2. A.5GPPP, (2015) “View on 5G Architecture”, Grupo de Trabalho em Arquitetura, União Europeia.
3. Agência de Controle e Regulação de Telecomunicações, “Densidade de linhas ativas e participação de mercado”, janeiro de 2018 [Online]. Disponível: [www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/](http://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/)
4. Álvarez, M. e Loaiza, A. Torres (2017) Uso do espectro de rádio em redes móveis 5G. Universidade de Sucre Faculdade de Engenharia de Tecnologia na Indústria Eletrônica
5. Angulo, S. (2017) “O acesso à rede 4G ou LTE no Equador dobrou de 2016 para 2017”. [Documento online]. Disponível em: <http://www.elcomercio.com/actualidad/acceso-red-4g-tecnologia-ecuador.html>.
6. Barreno, D. e Carrión, D. e Tenecora, I.M (2016): “Evolução da tecnologia móvel. Road to 5G ”Contribuições para a Social Sciences Magazine, (outubro de 2016). Online: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2016/04/5G.html>
7. García, J. e Tigrero R. 2017 “5g no equador: análise e projeto da infraestrutura para apoiar o ecossistema 5g no equador” Escola Superior Politécnica da Costa Escola de Engenharia Elétrica e de Computação
8. Ministério das telecomunicações e sociedade da informação, “Plano de telecomunicações e tecnologia da informação do Equador 2016-2021”, [Online]. Disponível em: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Plan-de-Telecomunicaciones-y-TI..pdf>.
9. Monserrat, G. Mange, V. Braun, H. Tullberg, G. Zimmermann, O. Bulakci. (2015) "A pesquisa do MeTIS avança na definição do sistema móvel e sem fio 5G" [documento online]. Disponível em: <http://jwcn.eurasipjournals.springeropen.com/articles/10.1186/s13638-015-0302->
10. Murillo, D. (2016). Proposta para o uso de ondas milimétricas na interface de rádio do celular de quinta geração. Universidade Politécnica de Madrid. Recuperado de <http://oa.upm.es/43241/>

11. Pereira, J. (2013) "Avaliação da implantação de pequenas células em LTE" M. S. Tese, Técnico Lisboa, Portugal.
12. Rappaport, T. Roh, W. e Cheun, K. "Os engenheiros sem fio há muito consideram as altas frequências sem valor para os sistemas celulares. Eles não poderiam estar mais errados ", IEEE Spectr., Vol. 51, n. 9, pp. 34–58, setembro de 2014
13. Riofrio, A. (2016). Análise do estado da arte e inovação nas tecnologias de sistemas de comunicações sem fio 5G. Recuperado em <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12401>
14. Singh, G. (2015) "Perspectivas futuras das gerações sem fio na comunicação móvel", Jornal Asiático de Ciência e Tecnologia da Computação, Khanna, Índia
15. União Internacional das Telecomunicações (2014) Tendências nas reformas das telecomunicações, Edição Especial, Regulamento da 4ª Geração: Na vanguarda das comunicações digitais.

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).