



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“DISEÑO DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE LA FUTURA TECNOLOGÍA 5G
EN EL ECUADOR”**

INFORME DE MATERIA INTEGRADORA

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**DIANA ALEXANDRA JÁCOME RODRÍGUEZ
LISSETTE ALEXANDRA QUIMIS ZAMBRANO**

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme llenado de bendiciones, vida y salud que me han permitido llegar hasta aquí, además de darme una grandiosa familia y unos padres maravillosos que con su apoyo, consejos y esfuerzo me han ayudado a seguir adelante y me han enseñado que en esta vida nada es imposible. También tengo que agradecer a mi prima Yessenia Chávez que en todo este tiempo me ha dado consejos que me han ayudado a continuar.

Agradezco a todos los amigos que fui conociendo en el transcurso de mi carrera, por compartir esos días de estudio, momentos de alegría y tristeza que me han dado y me han hecho valorar una amistad que espero continúe muchos años más. Por último agradezco a mi mejor amiga y compañera de tesis Lissette Quimis que junto a ella he culminado una etapa más en la vida. Una amistad que no se perderá con el tiempo.

Diana Alexandra Jácome Rodríguez

Agradezco a Dios por guiarme y permitirme culminar con éxito una de mis metas como lo es este proyecto de titulación. A mis padres Hortencia y Segundo por brindarme su amor y apoyo incondicional e inculcarme grandes valores que me han permitido desarrollar en todos los aspectos de mi vida. A mi hermana Ingrid por motivarme a que siga adelante y no me rinda. A Daniel por apoyarme incondicionalmente dentro y fuera de la universidad. A mis amigos y profesores que fueron parte fundamental en proceso universitario que con sus experiencias y conocimientos ayudaron a formar en mí una profesional. Por último, agradezco a mi compañera, amiga y hermana Diana por el esfuerzo y compromiso que hicimos en el desarrollo de este trabajo.

Lissette Alexandra Quimis Zambrano.

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi familia, amigos y en especial a mis padres David Jácome Vaca y Laura Rodríguez Ávila que son mi inspiración para crecer en la vida. También a mi primo Mauricio Rodríguez que desde el cielo está cuidándome. Ustedes son lo más importante que tengo para seguir adelante.

Diana Alexandra Jácome Rodríguez

Dedico este proyecto de titulación principalmente a mis padres y hermana Segundo Quimis Macías, Hortencia Zambrano Zambrano e Ingrid Quimis Zambrano por brindarme su apoyo y depositar su confianza en mí, en todo momento y en el transcurso de mi carrera profesional. También dedico este trabajo a mis amigos y seres queridos por brindarme su apoyo incondicional.

Lisette Alexandra Quimis Zambrano.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

.....
Freddy Villao Quezada, Ph.D.

PROFESOR EVALUADOR

.....
Vladimir Sánchez Padilla, MSc.

PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....
Diana Alexandra Jácome Rodríguez

.....
Lisette Alexandra Quimis Zambrano

RESUMEN

En el transcurso de los años en Ecuador ha existido un continuo desfase tecnológico al momento de implementar nuevas tecnologías ocasionando que la brecha digital en el país sea persistente, por lo tanto el desarrollo económico y social se ve afectado. Cabe recalcar que el crecimiento tecnológico influye cada vez más en el desarrollo de un país, siendo esta una de las razones para planificar la implementación de 5G en Ecuador sin retardos.

Con respecto a lo anterior se propone un Plan de Acción formado por tres etapas que son: investigación, promoción y planificación. La etapa de “Investigación” es la etapa en donde se recopila toda la información técnica disponible sobre 5G a nivel mundial, incluyendo el análisis del espectro de frecuencias más idóneo para el uso de esta tecnología. La etapa de “Promoción” plantea promover la información de la futura tecnología 5G al sector de las telecomunicaciones con el fin de incentivar a la creación de grupos de trabajos para realizar pruebas oportunamente. En la etapa de “Planificación” se propone estrategias que permita al Ecuador implementar 5G con el fin de mejorar el sector de las telecomunicaciones una vez que esta tecnología se encuentre liberada en el mercado internacional.

Como resultado de este Plan de Acción se espera que en el Ecuador disminuya el desfase tecnológico, reduzca la brecha digital, provea mayor acceso universal a las TIC, incremente el ancho de banda y mejore la calidad de vida las personas en el país.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
CAPÍTULO 1	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	1
1.1 Descripción del Problema	2
1.2 Tecnología 5G.....	2
1.2.1 Marco Regulatorio Internacional para 5G.....	6
1.2.2 Tecnologías Antecesoras a 5G.	7
1.2.3 Diferencia de la tecnología 5G con la 4G.....	8
1.2.4 Países e Industrias con mejores prácticas en pruebas de 5G.....	10
1.2.5 Frecuencias para 5G.....	13
1.2.6 Arquitectura de la tecnología 5G.	14
1.2.6.1 Requerimientos claves de 5G.....	14
1.2.6.2 Arquitectura Física.....	16
1.3 Comisión de la Banda Ancha de la ONU	18
1.4 Agenda Conectar 2020.	20
1.4.1 Meta-1: Permitir y fomentar el acceso a las telecomunicaciones/TIC y aumentar su utilización.....	22
1.4.2 Meta-2: Reducir la brecha digital y lograr el acceso universal a la banda ancha.....	23

1.4.3	Meta-3: Resolver las dificultades que plantee el desarrollo de las telecomunicaciones/TIC.....	25
1.4.4	Meta-4: Dirigir, mejorar y adaptarse a los cambios del entorno de las telecomunicaciones/TIC.	26
1.5	Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021.	26
1.5.1	Macro-Objetivo 1: Completar y fomentar el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones.	27
1.5.2	Macro-Objetivo 2: Aumentar la penetración de servicios TIC en la población.	28
1.5.3	Macro-Objetivo 3: Asegurar el uso de las TIC para el desarrollo económico y social del país.	29
1.5.4	Macro-Objetivo 4: Establecer las bases para el desarrollo de una industria de TI a largo plazo.	30
1.6	Objetivos	31
1.6.1	Objetivo General	31
1.6.2	Objetivos Específicos	32
1.7	Metodología	32
1.8	Justificación.....	33
CAPÍTULO 2.....		35
2. PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA FUTURA TECNOLOGÍA 5G EN EL ECUADOR.....		35
2.1	Entorno del Plan de Acción para la implementación de la futura tecnología 5G en el Ecuador.....	35
2.2	Diseño del Plan de Acción para la implementación de la futura tecnología 5G en el Ecuador.....	36
2.2.1	Etapa1: Investigación.....	36
2.2.1.1	Recopilación de información de la futura tecnología 5G a nivel mundial.....	37
2.2.1.2	Análisis del uso de la banda de frecuencias...38	

2.2.1.3	Factibilidad de la aplicación en Ecuador.....	39
2.2.2	Etapa 2: Promoción.....	41
2.2.2.1	Fomentar información sobre 5G hacia el sector de las telecomunicaciones en Ecuador.....	41
2.2.2.2	Creación de grupos de trabajos para la implementación de la futura tecnología 5G.....	42
2.2.2.3	Revisión de los avances de los grupos de trabajo.....	42
2.2.3	Etapa 3: Planificación.....	43
2.2.3.1	Modificación de los objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016 – 2021 del MINTEL con respecto a la Agenda Conectar 2020.....	43
2.2.3.2	Permitir la concesión de frecuencias a las operadoras existentes o la entrada de nuevas....	44
2.2.3.3	Plan de la solución para la implementación de la futura tecnología 5G en Ecuador.....	44
CAPÍTULO 3.....		47
3.	RESULTADOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA FUTURA 5G EN EL ECUADOR.	47
3.1	Disminuir del desfase tecnológico	47
3.2	Disminuir de la brecha digital.....	48
3.3	Aumentar el ancho de banda.....	49
3.4	Convertir las ciudades en digitales.	50
3.5	Fomentar el gobierno electrónico	50
3.6	Mejorar la calidad de vida.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		52
BIBLIOGRAFÍA.....		54
ANEXOS.....		58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Aplicaciones de la Tecnología 5G	3
Figura 1.2: Internet de las cosas	4
Figura 1.3: Cronograma propuesto por la UIT	7
Figura 1.4: Evolución de la tecnología 5G	8
Figura 1.5: Diferencia de descarga de película HD entre 4G y 5G	9
Figura 1.6: Mejoras de la tecnología 5G con respecto a 4G	10
Figura 1.7: Ecosistema de 5G.	15
Figura 1.8: Arquitectura física de una red convergente fijo-móvil para 5G ..	17
Figura 1.9: Acceso a las TIC según el estado de desarrollo, 2015	22
Figura 1.10:Proyección de hogares y personas que utilizan internet, 2005- 2020	23
Figura 1.11:Población con cobertura de red 3G, zonas urbanas y rurales en el año 2015	24
Figura 1.12:Emisiones mundiales generadas por las TIC	26
Figura 2.1: Problemática de la implementación de la futura tecnología 5G en Ecuador	35
Figura 2.2: Esquema del Plan de Acción para la implementación de la futura tecnología 5G en Ecuador	36
Figura 2.3: Actividades de la etapa de Investigación	37
Figura 2.4: Cobertura móvil en el Ecuador	40
Figura 2.5: Cobertura móvil 4G en el Ecuador.....	40
Figura 2.6: Actividades de la etapa de Promoción.....	41
Figura 2.7: Actividades de la etapa de Planificación.....	43
Figura 2.8: Cronograma de la futura tecnología 5G en el Ecuador.....	45
Figura 3.1: Contribución al PIB por diferentes industrias (2013).....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Objetivos de Banda Ancha para el 2015	19
Tabla 2: Principales Conclusiones - Estado de la Banda Ancha 2015.....	20
Tabla 3: Objetivos y metas de la Agenda Conectar 2020	22
Tabla 4: Objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021	27

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad, los seres humanos se han visto influenciados por el crecimiento tecnológico, sobre todo en el servicio de telefonía móvil, en donde, ya es imperativo el uso de dispositivos inteligentes que permitan comunicarse entre sí, así como tener acceso a las TIC. Esto implica que cada vez, se vayan desarrollando nuevas tecnologías que permitan realizar una comunicación de forma ágil, rápida y segura.

La tecnología 4G-LTE, es la última tecnología que ha sido incorporado en el Ecuador, el cual ha registrado más de un millón de líneas activas hasta enero del 2016 en SMA (Servicio Móvil Avanzado), permitiéndoles a los usuarios alcanzar una velocidad de 15Mbps, sin embargo, en el país aún se está realizando el despliegue de esta red móvil, invirtiendo cada vez más, para subir la cobertura y de esta forma disminuir la brecha digital que existe entre las poblaciones del país [1].

Según la base de datos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), en la encuesta ENEMDU-TIC 2013, muestra que un 51.3% (7'941.627) de la población mayores a 5 años poseen un teléfono inteligente/Smartphone, que en comparación con el año 2011 fue de un 46.6%, se vio un aumento del 8.5% de personas que utilizan estos dispositivos, lo cual genera una oportunidad del mercado para seguir creciendo y especialmente con políticas inclusivas que permitan a los quintiles 1 y 2 (población con menor ingreso) acceder al servicio de telefonía móvil [2].

En el año 2020 la tecnología que se piensa implementar a nivel mundial es la 5G, con la masificación de dispositivos electrónicos como teléfonos inteligentes permitirán que más usuarios puedan beneficiarse de las redes móviles. Esta tecnología mejorará la actual generación móvil (4G) en aspectos como el entretenimiento, la productividad y el desarrollo social, pero para esto es necesario plantear una nueva arquitectura que involucre nuevas interfaces de radio, redes de transporte, dispositivos y tecnología de acceso múltiple al espectro disponible [3].

Países como España están realizando pruebas con la tecnología 5G de la mano de la compañía Ericsson alcanzando velocidades hasta 25Gbps, mientras que investigadores de la Universidad de Surrey, en Reino Unido, han logrado un record

de 1Tbps de bajada; esta prueba se realizó en un entorno aislado con una transmisión de 100 metros de distancia. En 2018 el primer ensayo a gran escala sería en Corea del Sur, con los Juegos Olímpicos de Invierno, y en 2020 lo repetirían en Japón durante los Juegos Olímpicos en Tokio. Se espera que para el 2022 la tecnología 5G se despliegue en América Latina en países como México, Brasil y Chile [4].

1.1 Descripción del Problema

En Ecuador uno de los problemas que existe es el desfase que tiene con los demás países al momento de implementar nuevas tecnologías, tomando como referencia que fue uno de los últimos países de la región (América del Sur), en implementar 4G- LTE.

Se debe recalcar que Ecuador debe superar varios obstáculos como: permitir y fomentar el acceso a las telecomunicaciones, aumentar su utilización; reducir la brecha digital y lograr el acceso universal a la banda ancha; dirigir, mejorar y adaptarse a los cambios del entorno de las telecomunicaciones que son los principales objetivos de las TIC (Tecnología de Información y la Comunicación) que se tiene planeado mejorar para el 2020 en cuanto a la Sociedad de Información respecta.

Por esta razón se pretende realizar un análisis sobre la tecnología 5G y las ventajas que esta tendría para el uso del servicio móvil avanzado en el Ecuador y que este no se quede atrás con las innovaciones que día tras día se realizan en los países desarrollados.

1.2 Tecnología 5G

La tecnología 5G de telefonía móvil es la evolución de la tecnología 4G, cuyo objetivo es revolucionar la manera en que nosotros vivimos mediante el uso de nuevas redes, que serán necesarias para alimentar el internet de las cosas (IoT) incluyendo coches inteligentes, domótica, banda ancha móvil, ver canales de streaming en calidad 4K y otros servicios que demandan gran cantidad de ancho de banda. Entre las mejoras que tendrá la tecnología 5G será dar soporte para las velocidades de datos de hasta 20 gigabits por segundo, pudiendo ser más rápido que el Wi-Fi de su ordenador, esto permitirá que una cantidad masiva de dispositivos se conecten a una red pequeña y se reducirá el consumo de energía.

Según Theodore Rappaport la tecnología 5G será como “la fibra óptica en el aire” [5].

En la figura 1.1 muestra algunas de las aplicaciones que se encuentran incluidas en la mejora de la sociedad al implementar la tecnología 5G como: las ciudades, casas y edificios inteligentes; carros que conducen por sí mismos, industrias automatizadas, realidad aumentada, pantallas UHD para ver videos en 3D, entre otros.

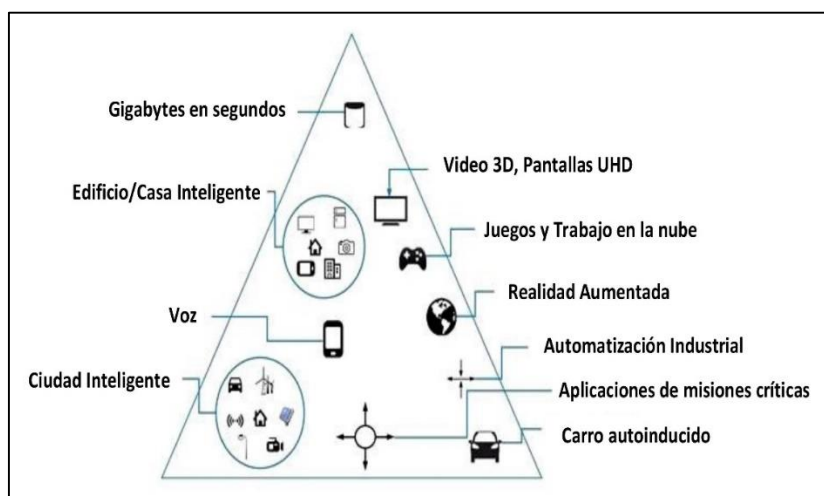


Figura 1.1: Aplicaciones de la Tecnología 5G [6]

Unas de las tecnologías propuestas para el 5G será el espectro milimétrico de la longitud de onda, los ingenieros han demostrado que se podrá tener velocidades superiores a 1 gigabit por segundo en las frecuencias de ondas milimétricas (30 a 300 GHz), que a diferencia de 4G-LTE, que se encuentran implementadas en la mayoría de países, estas trabajan a frecuencias desde 800MHz hasta 2.5GHz. Debido al uso de frecuencias altas, 5G podrá trabajar a una velocidad de transmisión de datos unas 10 veces mayor a la que se encuentran hoy en día usando, sin embargo el alcance de la señal será menor debido a la atenuación de la señal, por lo que se necesitará más radio bases para que la conexión no se pierda y de esta forma poder navegar por internet permitiendo realizar descargas en solo cuestión de segundos. Una forma de utilizar la longitud de onda milimétrica es a través del sistema MIMO masiva que utiliza varias antenas para dirigir y enfocar el haz de radio para golpear el receptor [5].

Como se mencionó anteriormente, 5G va a tener mayor capacidad de red que permitirá un servicio más rápido y con menos latencia facilitando que más cantidad de dispositivos se conecten de cualquier lugar del planeta impulsando el Internet de las cosas (IoT).

IoT es un término que ha estado ganando bastante popularidad en los últimos años, sobre todo es mencionado cuando se habla de la tecnología del futuro “5G” puesto que, para tener varios dispositivos u objetos provistos de identificadores y conectados inalámbricamente entre sí, para la transferencia de datos entre ellos a través de la red se va a necesitar que haya suficiente capacidad para el soporte de los mismos, de tal forma que tanto las personas como objetos puedan conectarse a Internet en cualquier lugar y cualquier momento, para ello, ha sido necesaria tres fenómenos que posibilitan el empleo de IoT por los usuarios que son: la miniaturización por la cual los componentes de los ordenadores son cada vez más pequeños, lo que facilita que se pueda conectar prácticamente cualquier cosa, desde cualquier sitio, en cualquier momento; la superación de la limitación de la infraestructura de telefonía móvil y la proliferación de las aplicaciones y los servicios que ponen en uso la gran cantidad de información creada a partir del IoT [5].

La figura 1.2 muestra dispositivos y objetos que complementan la interconexión de los mismos haciendo uso del término “Internet de las cosas”.

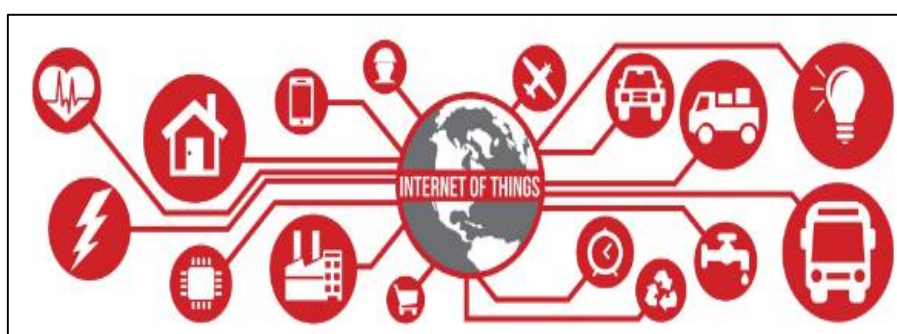


Figura 1.2: Internet de las cosas [7]

Se mencionan ejemplos del internet de las cosas que no solo mejora a la sociedad sino también la forma en que vivimos.

- Frigorífico que avisa automáticamente al supermercado las cosas que necesites y te las lleven a casa [7].
- Pulseras que cuando salgas a correr nos informen de nuestras constantes vitales [7].
- Lámparas inteligentes que se encienden solas cuando hace falta iluminación [7].
- Un tenedor que nos da los datos de la velocidad a la que comemos con el fin de mejorar nuestra forma de comer [7].
- Un cepillo que te avisa de caries y pide consulta al dentista automáticamente [7].
- Control de infraestructura urbana como el control de semáforos, puentes, vías de tren, cámaras que permiten monitorear el funcionamiento de las estructuras [7].

Está claro que el Internet De Las Cosas constituye un avance con gran impacto sobre la sociedad y los negocios, debido que en la actualidad la mayoría de la población tiene acceso a internet tanto en la vida social como en la laboral proporcionando grandes ventajas al usuario para realizar una comunicación de más rápida y sencilla [6].

Uno de los impulsos innovadores que ya se está dando en Ecuador es tener hogares inteligentes, que mediante uso de domótica se puede obtener sistemas de audios, control de accesos, luces, alarmas inteligentes, entre otros que puedan ser controlados de forma remota ofreciendo comodidad e incluso podrá proporcionar mayor seguridad a las personas. También se encuentra disponible la tecnología “*wearable*” que permite la interacción del usuario con un dispositivo incorporado a alguna parte del cuerpo con la finalidad de cumplir una función específica, como ejemplo tenemos los smartWatches que funciona de forma similar a un teléfono celular.

La televisión es un dispositivo que es utilizado por gran parte de la población, por lo que día tras día se realizan avances en cuanto a televisión digital terrestre respecta. El estándar DVB-T2 requiere de un gran incremento de ancho de banda en las emisiones hasta 40Mbps, siendo esta una actualización del actual sistema

DVB-T con ventajas como: una mayor robustez, flexibilidad y según información oficial, al menos un 50% más eficiente. De esta forma se puede llegar a soportar calidades SD, HD y TV móvil así como cualquier combinación de ambas. Sin embargo es un estándar que no es utilizado en Ecuador, pero sería buena opción mencionarlo debido a que es una actualización que se prevé para un futuro, además de que en el país el apagón analógico se tiene previsto para el 31 de diciembre del 2016. Innovando a que se haga uso de televisión digital [8].

1.2.1 Marco Regulatorio Internacional para 5G.

El organismo encargado para la normalización y desarrollo de las redes '5G' es la UIT-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones), bajo el estándar de IMT- 2020 (Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2020); las IMT-2020 fue creado en mayo del 2015 para analizar cómo interactuarán las tecnologías 5G emergentes en las redes futuras y entre sus tareas se encuentran:

1. Explorar demostraciones o prototipos con otros grupos, en particular la comunidad de la fuente abierta [9].
2. Mejorar aspectos de la informatización de redes y la conexión en red centrada en la información [9].
3. Seguir perfeccionando y desarrollando la arquitectura de red IMT-2020.
4. Seguir estudiando la convergencia fijo-móvil [9].
5. Seguir estudiando la segmentación de red para enlaces de conexión al núcleo de red y conexiones frontales [9].
6. Seguir definiendo nuevos modelos de tráfico y aspectos asociados de QoS y operaciones, administración y gestión (OAM) aplicable a las redes IMT-2020 [9].

El cronograma propuesto por la UIT para el desarrollo de las IMT-2020 se puede observar en la figura 1.3.

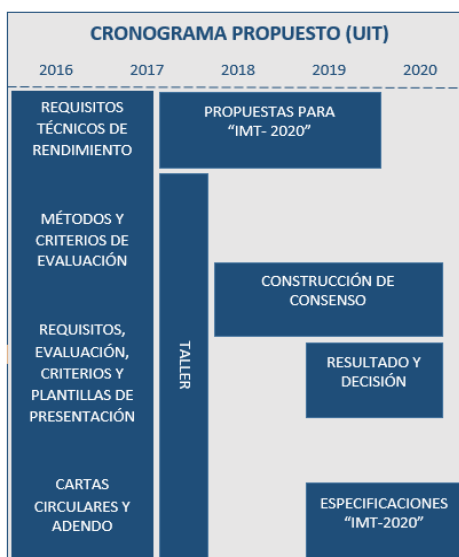


Figura 1.3: Cronograma propuesto por la UIT [3]

1.2.2 Tecnologías Antecesoras a 5G

La primera generación (1G) de los teléfonos celulares nació a finales de los años setenta y principios de los ochenta; caracterizada principalmente por ser analógica en la cual solo se podía realizar una comunicación por voz y los dispositivos eran menos pesados y costosos que dispositivos anteriores; los estándares que se usaron fueron: AMPS (Sistema Telefónico Móvil Avanzado), Sistema de Comunicación de Acceso Total (TACS) y Telefonía Móvil Nórdica (NMT) [10].

La segunda generación (2G), el proceso de la transmisión dejó de ser analógico y paso a la digitalización. Además que se creó el servicio de mensajes de texto, fax y buzón de voz, fue en esta generación que existió una fase intermedia el cual se comenzó a utilizar el estándar GPRS que permitía a los usuarios enviar imágenes; los teléfonos tuvieron un gran cambio dado que su tamaño era más pequeño comparado a los de 1G, por lo que se podría decir que fue en esta generación que los teléfonos celulares tuvieron un gran crecimiento y popularidad para la comunicación entre usuarios y se vio la importancia del desarrollo del internet y los protocolos IP, pues la red EDGE comenzó a implementarse [10].

La tercera generación (3G) de teléfonos celulares permitió el uso de aplicaciones de imágenes, audio y video. Puede ofrecer velocidades hasta 2Mbps y los servicios que brindan los celulares es UMTS que se lo utiliza para aplicaciones en Internet y el roaming global siendo compatible con una amplia variedad de dispositivos móviles. Según ha pasado el tiempo se ha hecho modificaciones como la actualización de la tecnología UMTS conocida como High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) que alcanza velocidades de hasta 14Mbps [10].

La cuarta generación (4G) se refiere a redes de alta velocidad; cabe mencionar que es la última tecnología incorporada en el país. 4G provee velocidades de acceso de dispositivos en movimiento de 100Mbps y 1 GHz en reposo por lo que ofrece servicios en cualquier momento, en cualquier lugar con el mínimo costo. Con la tecnología LTE es posible realizar videollamadas de alta calidad, compartir datos multimedia, jugar en red, televisión HD y tener mayor velocidad para la transferencia de datos, entre otros beneficios [10].

En la figura 1.4 se muestra acerca de la evolución que ha tenido la tecnología de telefonía móvil.

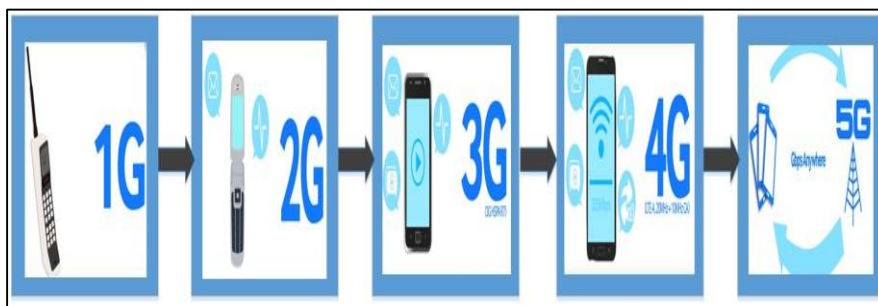


Figura 1.4: Evolución de la tecnología 5G

1.2.3 Diferencia de la tecnología 5G con la 4G

Como se dijo anteriormente, la tecnología 5G es una evolución de la tecnología 4G la cual nos promete un importante avance tecnológico, sobre todo con la velocidad de la transferencia de datos. 5G será unas doscientas veces más rápido que las conexiones de 4G. En pruebas

realizadas a un usuario con acceso a Internet en movimiento la velocidad de envío de datos variaba entre 1GHz a 10GHz. Si se considera el punto de acceso y receptor parados, entonces la conexión de banda ancha se multiplica logrando conexiones de hasta 50GHz que permitirán descargar archivos multimedia de unos 800MB en apenas un segundo mientras que con 4G se habla de una media de 30 segundos. A continuación en la figura 1.5 se muestra la velocidad máxima de descarga del archivo multimedia mencionado y la diferencia que hay en usar 4G y 5G [12].

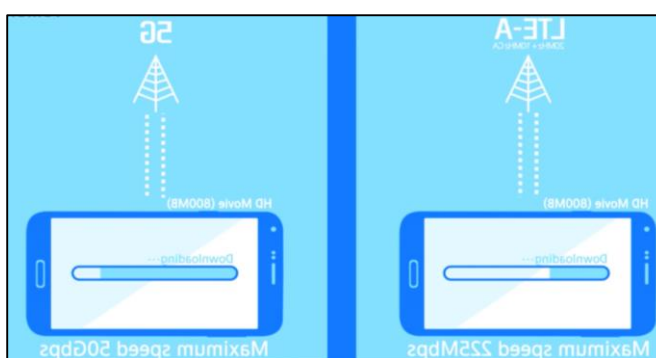


Figura 1.5: Diferencia de descarga de película HD entre 4G y 5G [13]

Es importante recalcar que 5G es parte del plan de acción 2020, donde se espera escenarios con mayor densidad móvil, volumen de tráfico y necesidad de menor latencia como se muestra en la figura 1.6. Estos aspectos son los principales cambios que se verá entre 4G y 5G que como ya mencionó la velocidad de transmisión de datos será más rápida de tal forma que la latencia disminuya, además que al haber mayor densidad de teléfonos celulares habrá mayor cantidad de conexiones y el volumen del tráfico incrementará, siendo estas las mejoras de la tecnología 5G.

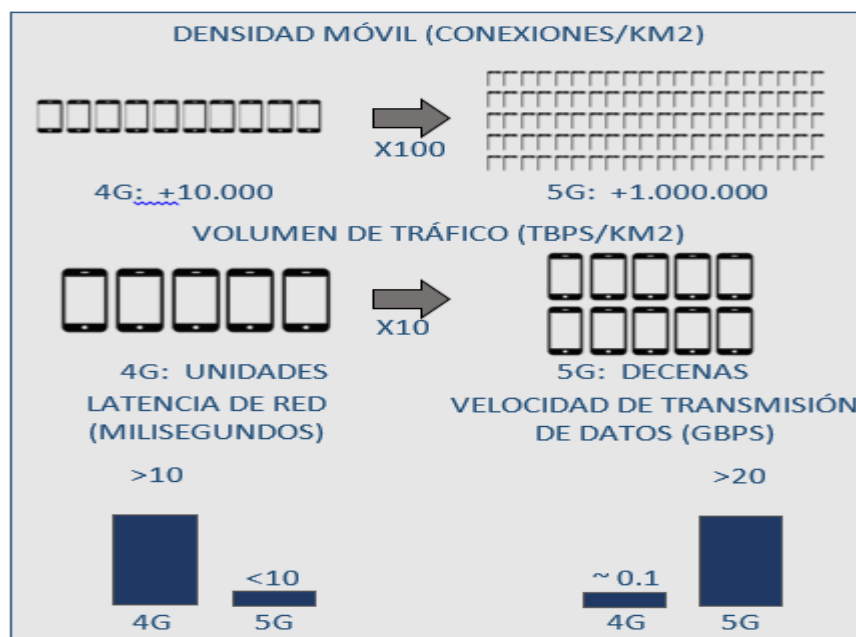


Figura 1.6: Mejoras de la tecnología 5G con respecto a 4G [2]

En la actualidad la evolución de las tecnologías es un elemento esencial para la sociedad y sobre todo en telefonía móvil ya que muchos de los avances que se prevén para la 5G también serán incorporados en los próximos años en la evolución de las tecnologías de 4G. Los saltos entre generaciones móviles no ocurren de manera espontánea y se nutren de la mejora de las tecnologías disponibles. En el caso de la 5G, la optimización de LTE y LTE-Advanced será un factor que dará forma a las bases de esta nueva arquitectura de las redes inalámbricas [3].

1.2.4 Países e Industrias con mejores prácticas en pruebas de 5G

Algunos proveedores de servicios de telecomunicaciones como Ericsson, Nokia, SK Telecom, Huawei, entre otros, ya se encuentran realizando proyectos de investigación y pruebas de campo sobre la tecnología 5G logrando resultados, en cuanto a velocidad respecta, mucho más rápida que la tecnología 4G que actualmente se encuentra implementada a nivel mundial.

De acuerdo a investigaciones y pruebas realizadas por Ericsson, el dispositivo móvil se conecta a más de una celda 5G al mismo tiempo,

además proporciona capacidad para asegurar que el dispositivo mantenga una conexión de alta calidad con la red 5G mientras se encuentre en movimiento. También permite la transmisión de varias señales de datos para el dispositivo móvil a través de la misma banda de frecuencia de tal forma que aumenta el rendimiento de la transmisión y debido a que se está transmitiendo en la misma banda de frecuencia se hace un uso eficiente del espectro disponible. Las redes de prueba incluyen dispositivos móviles 5G y las estaciones de radio base 5G y se están llevando a cabo en Texas y en Estocolmo [14].

La empresa T-Mobile junto a Ericsson afirman que se logró alcanzar inalámbricamente velocidades de transmisión de datos a 12Gbps con una latencia de 2 milisegundos usando banda de 28GHz de frecuencia, además se llevó a cabo una llamada de voz entre redes 4G y 5G y se pudo transmitir cuatro flujos de datos 4K a través de la red al mismo tiempo usando configuración MIMO [15].

Después de años de investigación, Huawei ha desarrollado con éxito una arquitectura adaptable e interfaz aérea definida por software, que utiliza tecnologías que mejoran la eficiencia del espectro al menos tres veces y al mismo tiempo permite mayor cantidad de conexiones y logra reducir la latencia, lo que facilita el despliegue de escenarios personalizados aplicados a la Internet de las Cosas (IoT) y para altos escenarios de consumo de banda ancha como la realidad virtual [16].

Huawei junto al operador británico Vodafone realizaron pruebas de 5G de ondas milimétricas en Reino Unido alcanzando 20Gbps de tasa pico para un solo usuario y alcanzando flujo de datos de 10Gbps a múltiples usuarios con una alta eficiencia del espectro haciendo uso de una frecuencia de 70GHz [17].

Huawei también se ha probado con éxito la conectividad móvil 5G alcanzando una distancia de 1.5 kilómetros de cobertura de la celda en la parte baja de la banda C (3.7 – 4.2 GHz) y 5Gbps de rendimiento básico para un único usuario en la banda alta (5.9 – 6.4GHz) [18].

Huawei ha confirmado que utilizando la nueva interfaz de aire se ha realizado pruebas proporcionando hasta el doble de rendimiento con respecto al LTE. Las pruebas multiusuarios han llegado a dar apoyo a 24 de ellos ofreciéndoles 3.6Gbps a través de una celda de ancho de banda de 100MHz, esto se debe a que su interfaz está compuesta por tres tecnologías: Multiplicación por división de frecuencia ortogonal filtrada (F-OFDM), acceso múltiple por código dispersos (SCMA) y código polar utilizadas para que se adapte a distintos escenarios de 5G [19].

Nokia y Verizon realizaron una prueba pre-comercial de 5G en una zona residencial de Dallas- Fort Worth siendo esta la primera prueba que se lleva a cabo en exteriores y en un ambiente residencial. La solución de banda ancha móvil inalámbrica obtuvo de manera exitosa un video de ultra alta definición en varios dispositivos con una velocidad y rendimiento superior usando un ancho de espectro de 1GHz y una latencia unidireccional menor a un milisegundo pudiendo notar que 5G es una alternativa a la fibra al hogar [20].

Samsung y la compañía surcoreana proveedora de servicios integrador de telecomunicaciones KT realizaron un experimento en Suwon, Corea del Sur en el que se logró conectar varios dispositivos de una red inalámbrica 5G con éxito, donde cada dispositivo conectado a internet tenía asignado una dirección IP y se aplicaron protocolos de seguridad para verificar que la red no se perdiera. Para esta prueba se utilizó un espectro de 28GHz [21].

El centro de Innovación 5G de la Universidad de Surrey, Reino Unido, está dedicada a investigar la tecnología 5G y las pruebas que han realizado incluso llegaron a superar la marca que tenía Samsung cerca de 7.5 Gbps de velocidad de transmisión. En comparación, esta velocidad es menos del 1% que el 5G de 1 Tbps. Se trata de una tasa equiparable a las que se logran con los cables de fibra óptica de forma experimental, sino que en este caso los datos se transmiten a través del aire. Las pruebas realizadas en el laboratorio se practicaron con una distancia de 100

metros. Los investigadores tienen previsto hacer una demostración pública de la tecnología en 2018 [22].

Ericsson se ha asociado con los operadores SK Telecom (Corea del Sur) y Deutsche Telekom (Alemania) para desplegar la primera red de pruebas de 5G transcontinental del mundo en ambos países con las tecnologías claves de 5G como Virtualización de funciones de red (NFV), infraestructura definida por software, cloud distribuida y network slicing. Este anuncio se lo realizó en el Mobile World Congress de Shanghai con el objetivo de lograr un alcance global y colaborando en el desarrollo del ecosistema de 5G [22].

1.2.5 Frecuencias para 5G

Para el 2020 la implementación de la tecnología 5G a nivel mundial se dará y una de las necesidades que hay que tener es el uso de nuevo espectro. En la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2015 (CMR- 15), que se celebró en Ginebra, Suiza, uno de los temas a tratar fue, el uso de frecuencias para casos de estudios para la IMT-2020, quien es la encargada del desarrollo de la tecnología 5G a nivel mundial, la cual se asignó mediante la Resolución COM6/20 las frecuencias comprendidas en el rango de 24.25 a 86GHz. Las bandas de frecuencias que se atribuyó a título primario son: 24,25-27,5 GHz⁴ , 37-40,5 GHz, 42,5-43,5 GHz, 45,5-47 GHz, 47,2-50,2 GHz, 50,4-52,6 GHz, 66-76 GHz y 81-86 GHz; mientras que las bandas de frecuencias 31,8-33,4 GHz, 40,5-42,5 GHz y 47-47,2 GHz puede requerir una atribución adicional al servicio móvil a título primario [23].

Según el Plan Nacional de Frecuencias del Ecuador, las frecuencias entre el rango de 24.25 a 86GHz, se encuentran atribuidas para prestar los siguientes servicios: Aficionados por satélite, radionavegación, radiolocalización por satélite, fijo por satélite, fijo, móvil, radioastronomía, investigación espacial, ayudas a la meteorología y móvil por satélite. [24]

Se puede concluir que en el futuro el Ecuador puede prestar servicio móvil avanzado para 5G debido a que las frecuencias asignadas por la UIT para

el desarrollo de 5G entran en el rango del Plan Nacional de Frecuencias del Ecuador para dar servicio móvil.

1.2.6 Arquitectura de la tecnología 5G.

La red 5G es una tecnología de vanguardia, que aun cuando se encuentra en desarrollo, se espera que permita lanzar de manera eficiente y sustentable, muchos servicios nuevos (que con las tecnologías existentes no se podía), con la finalidad de crear un ecosistema de innovación técnica y de negocios. Es importante recalcar que, dentro de la infraestructura de 5G, se proveerá soluciones especializadas para dar soporte a mercados verticales, tales como, energético, comida y agricultura, salud, entre otros [25].

1.2.6.1 Requerimientos claves de 5G

Dentro de lo que pretende abarcar con 5G existe una necesidad latente de poder acelerar la prestación de servicios para todos los sectores (mercados) interesados, ya que, dicha necesidad de apoyar a todos estos mercados verticales podrá simplificar la provisión que estos demandan en lo que concierne a marcos arquitectónicos avanzados para el correcto procesamiento y posterior transporte de la información que se maneje. Este tipo de soluciones que pretenden darse con 5G representan una clara evolución frente a las tecnologías antecesoras, puesto que, estas requieren no solo mejoras en la red sino que también requieren una compleja integración de cómputo e infraestructura de almacenamiento. En la figura 1.7 se observa como se constituye el ecosistema de una topología de red 5G y como son integrados los diferentes servicios para las diferentes capas de funcionamiento que la red presenta. También se presenta un esquema de como se comunica el servidor hacia la capa de servicios y como se constituye su infraestructura. [26]

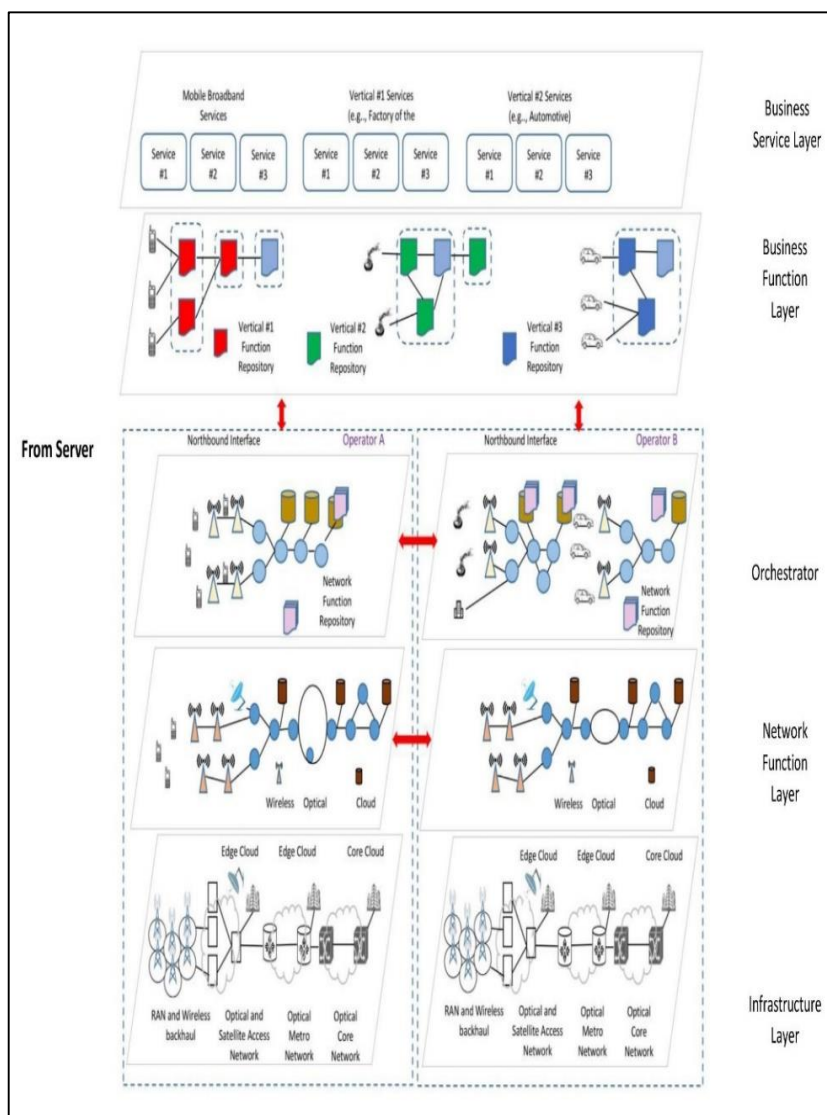


Figura 1.7: Ecosistema de 5G. [27]

Para poder cubrir todos los procesos que ocurren dentro de este ecosistema tan diverso, los operadores de telecomunicaciones deberán desplegar funciones de Orquestador, el cual, tendrá como funciones principales, asignar recursos de red y computaciones acordes a los servicios dirigidos para las diversas redes lógicas o dedicadas que sean impulsadas dentro de este mercado. [25]

Por otra parte las redes lógicas (capa de función de red de la figura 1.7), tendrán funciones especializadas de networking y de cómputo que cumplan con los indicadores claves de desempeño (KPI) que requieren los proveedores de servicios. Entonces, suponiendo que en el caso de que un proveedor único de infraestructura no sea capaz de soportar los requerimientos de un proveedor de servicios, las redes con tecnología 5G podrán soportar la orquestación entre diferentes dominios de servicios y recursos, permitiendo de esta manera, esquemas de distribución flexibles para el proveedor, dado que, la implementación de estos esquemas también requerirá del interfuncionamiento entre operadores en la capa de función de red. Por ejemplo, la configuración de las reglas de redes definidas por software (SDN) [25].

1.2.6.2 Arquitectura Física

Un desafío importante en las redes móviles 5G es la integración eficiente de celdas pequeñas (small cells) en las redes de macroceldas, a esta integración se la denomina "Redes Heterogéneas" que se integra utilizando Ethernet como una plataforma de transporte común [25].

En 5G, la red de acceso fijo conecta el enlace de radio con la red principal. Estos incluyen enlaces fijos como: fibras dedicadas, coaxial y fibras ópticas de plástico, junto con alternativas inalámbricas tales como enlaces de micro ondas y ondas milimétricas. El satélite también podría considerarse como tecnología de *backhaul*, teniendo en cuenta su uso reducido debido al aumento de la latencia [25].

Es intuitivo que 5G apunte a la integración perfecta de usuarios fijos y móviles a través de tecnologías convergentes fijo-inalámbricas como se puede observar en la figura 1.8.

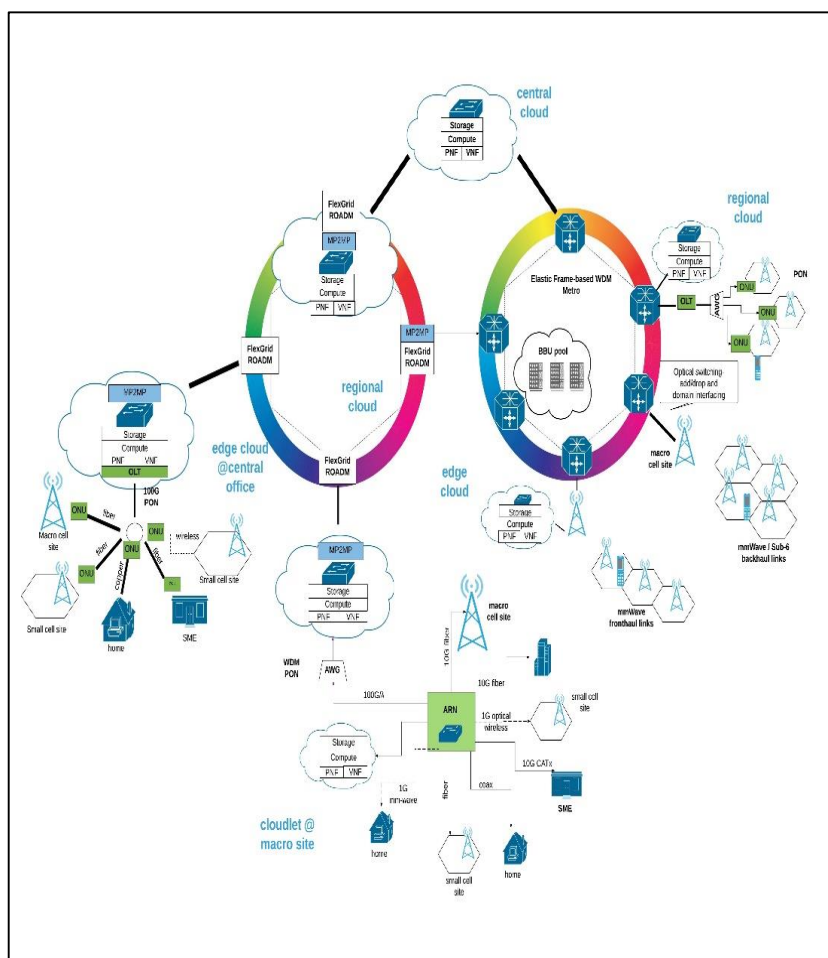


Figura 1.8: Arquitectura física de una red convergente fijo-móvil para 5G. [25]

El ancho de banda de 20 GHz, la adaptación del enlace de frecuencia selectiva y la multiplexación de polarización son ideas actuales para alcanzar más de 100 Gbit / s por longitud de onda en un futuro. El reto principal es proporcionar las múltiples velocidades de datos de 100 Gbit / s requeridas para 5G a un coste suficientemente bajo alrededor de 10-20 km. Esto ya se está observando en las investigaciones recientes, aprovechando los recientes desarrollos para las interconexiones dentro de los centros de datos y extendiendo su alcance [25].

1.3 Comisión de la Banda Ancha de la ONU

La Comisión de la Banda ancha, creada en 2010, es un organismo dedicado a la promoción de la banda ancha como acelerador del desarrollo en todo en el mundo [26].

La Comisión no define explícitamente la expresión “banda ancha” en términos de determinadas velocidades de transmisión mínimas, porque los países difieren en sus definiciones. Reconociendo que la banda ancha a veces también se define en términos de un conjunto específico de tecnologías, muchos miembros de la Comisión consideraron adecuado referirse a la banda ancha como una “infraestructura de red fiable, capaz de ofrecer diversos servicios convergentes a través de un acceso de alta capacidad con una combinación de tecnologías”. Por lo tanto, el informe de la Comisión se centra en la banda ancha como un conjunto de conceptos, como servicio siempre disponible (que no necesita que el usuario establezca una nueva conexión a un servidor cada vez), y de alta capacidad, es decir, que puede transportar una gran cantidad de datos por segundo, más que a una velocidad determinada. [26]

A juicio del Dr. Touré, Secretario General de la UIT, “la banda ancha es el próximo hito, la próxima tecnología capaz de transformar la sociedad, generar puestos de trabajo, impulsar el crecimiento y la productividad, y sustentar la competitividad económica a largo plazo. Es también el instrumento más poderoso que tenemos a disposición en nuestra carrera por alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio, para cuyo logro la fecha fijada sólo dista cinco años del día de hoy (2020)”. [27]

Objetivos definidos en el 2011:

En la tabla 1 se puede observar los objetivos planteados por la Comisión de la Banda Ancha en el 2011. [28]

Objetivos de Banda Ancha para el 2015

Objetivo 1: Hacer universal la política de banda ancha. Para 2015, todos los países deberían tener un plan nacional de banda ancha o estrategia o incluir la banda ancha en sus definiciones de acceso universal / servicio.

Objetivo 2: Hacer la banda ancha asequible. Para 2015, los países en desarrollo deberían tener los servicios de banda ancha mediante una reglamentación adecuada y las fuerzas del mercado (5% del ingreso promedio mensual).

Objetivo 3: Conexión de hogares a la banda ancha. Para 2015, el 40% de los hogares de los países deben tener acceso a internet.

Objetivo 4: Llevar a la gente a la red. En 2015, la penetración de usuarios de internet debería alcanzar el 60% en todos los países en desarrollo y un 15% en los PMA.

Tabla 1: Objetivos de Banda Ancha para el 2015 [28]

En la tabla 2 se puede observar la situación de los objetivos de la Banda Ancha al 2015.

Objetivo 1
<ul style="list-style-type: none"> • Todavía queda cierto margen de crecimiento del número de países que tienen planes nacionales de banda ancha, con 148 países que habían adoptado un Plan o una estrategia nacional a mediados de 2015, y otros seis países que proyectaban adoptar un Plan. Quedan en total 42 países que todavía no tienen ningún Plan de ningún tipo. • Se ha observado un crecimiento satisfactorio del número de países con un Plan, pero un número considerable de Planes (de los cuales muchos fueron introducidos en torno a 2010) se aproximan al final en 2015 (p. ej., Belarús, Bélgica, Croacia, Finlandia, Mongolia, Paraguay y Singapur). La 'estrategia de sucesión' de muchos de esos Planes no está clara.
Objetivo 2
<ul style="list-style-type: none"> • La banda ancha es cada vez más asequible: durante los cinco años transcurridos desde la creación de la Comisión de la Banda Ancha en 2010, los precios de la banda ancha fija con respecto a la RNB per cápita han disminuido una media de 65% en todo el mundo. • En 2014 la mayoría de los países habían alcanzado el objetivo de la Comisión de un servicio básico de banda ancha fija por menos de 5% de la RNB mensual per cápita, pero en muchos de los países más pobres del mundo, precisamente donde la banda ancha podría ofrecer las mayores ventajas en cuanto a la reducción de las brechas del desarrollo, incluso el servicio de banda ancha básico sigue siendo prohibitivo. También quedan grandes diferencias de asequibilidad entre los países, incluso en aquellos en los que se ha alcanzado el objetivo de 5%, donde a menudo quedan partes del país o comunidades en las cuales la banda ancha todavía no es asequible, especialmente en zonas rurales y apartadas.
Objetivo 3
<ul style="list-style-type: none"> • El crecimiento de la banda ancha no es el mismo en todas las regiones y tecnologías. Por ejemplo, en Europa, los ingresos de algunas empresas de telecomunicaciones establecidas disminuyen, mientras que los operadores de cable y 'altnets' pueden contar con el crecimiento de los ingresos generados por la TV (por cable) o con modelos de actividad comercial más ágiles gracias a su tamaño reducido (altnets).

<ul style="list-style-type: none"> • Para cada persona que se conecte a Internet durante los próximos cinco años, se conectarán 10 veces más dispositivos. De hecho, algunos observadores del sector temen que la Internet de las Cosas pueda abrir una nueva brecha digital en el acceso y la utilización de dispositivos conectados.
Objetivo 4
<ul style="list-style-type: none"> • La penetración de Internet se aproxima a la saturación en los países desarrollados, donde 82,2% de la población está en línea, pero es improbable que el objetivo mundial de 60% fijado en 2011 por la Comisión de la Banda Ancha para 2015, se alcance en el mejor de los casos antes de 2021. • Las cifras de conectividad de los hogares revelan grandes disparidades: menos de 7% de los hogares en los PMA tienen acceso, y en el África subsahariana sólo un hogar de cada nueve está conectado. Según Point Topic, Asia tiene el mayor número total de hogares conectados a la banda ancha, con casi tantos en total como Europa y las Américas juntas. • Es improbable que la penetración de usuarios de Internet en los países en desarrollo alcance el objetivo de 50% fijado por la Comisión de la Banda Ancha para antes de 2020. A finales de 2015, 57% de la población mundial, es decir 4000 millones de personas, seguirá sin estar en línea.

Tabla 2: Principales Conclusiones - Estado de la Banda Ancha 2015 [28]

El aumento del ancho de banda es uno de los principales objetivos de la Comisión de la Banda Ancha debido a que con el aumento permite un crecimiento considerable del PIB en los países y de las TIC. Una de las tecnologías que hará posible esto será la Tecnología 5G con el aumento en su ancho de banda.

1.4 Agenda Conectar 2020

En Busan, Corea el 6 de noviembre del año 2014 tuvo lugar la Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT, la cual adoptó la Agenda Conectar 2020 al reconocer la necesidad de supervisar, abordar y reducir la brecha digital que hay entre los países y dentro de ellos. Esta comprende cuatro metas que contienen 17 objetivos con el fin de supervisar y estimular el desarrollo del sector de las TIC entre 2015 y 2020. Estos objetivos que se muestran en la tabla 3 han sido creados para ayudar a la comunidad internacional a supervisar a las TIC, y cubren las esferas de crecimiento, integración, sostenibilidad y enfocado hacia actividades que propicien la innovación y asociación en lo que respecta a estas tecnologías de tal forma que sientan la base para que puedan contribuir plenamente a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible [29].

META 1 Crecimiento	Permitir y fomentar el acceso a las telecomunicaciones/TIC y aumentar su utilización
	<ul style="list-style-type: none"> • Mundial, que el 55% de los hogares tengan acceso a internet en 2020. • Mundial, que el 60% de las personas físicas puedan usar internet en 2020. • Mundial, que las telecomunicaciones/ TIC sean el 40% más asequibles en 2020.
META 2 Integración	Reducir la brecha digital y lograr el acceso universal a la banda ancha
	<ul style="list-style-type: none"> • En los países en desarrollo, que el 50% de los hogares tengan acceso a Internet en 2020. • En los países menos adelantados, que el 15% de los hogares tengan acceso a Internet en 2020. • En los países en desarrollo, que el 50% de las personas físicas utilicen Internet en 2020. • En los países menos adelantados, que el 20% de las personas físicas utilicen Internet en 2020. • Que la brecha de la asequibilidad entre países desarrollados y en desarrollo se haya reducido un 40% en 2020. • Que los servicios de la banda ancha no cuesten más de 5% del ingreso mensual medio en los países en desarrollo en 2020. • Mundial, que el 90% de la población rural tenga cobertura de servicios de banda ancha en 2020. • Que se haya alcanzado la igualdad de género entre los usuarios de Internet en 2020. • Que en 2020 existan entornos propicios que garanticen unas telecomunicaciones/TIC accesibles para las personas con discapacidad en todos los países.
META 3 Sostenibilidad	Resolver las dificultades que plantea el desarrollo de las telecomunicaciones/TIC
	<ul style="list-style-type: none"> • Que en 2020 la preparación para la ciberseguridad haya mejorado un 40%. • Que en 2020 el volumen de residuos electrónicos sobrantes se haya reducido en 50%. • Que en 2020 las emisiones de gases de efecto invernadero generados por el sector de las telecomunicaciones/TIC se haya reducido en un 30% por dispositivo.
META 4 Innovación y asociación	Dirigir, mejorar y adaptarse a los cambios del entorno de las telecomunicaciones/TIC
	<ul style="list-style-type: none"> • Entorno de las telecomunicaciones/TIC propicio a la innovación.

- Asociaciones efectivas de interesados en el entorno de las telecomunicaciones/TIC.

Tabla 3: Objetivos y metas de la Agenda Conectar 2020 [29]

En la figura 1.9 se muestra que existen diferencias notables en el acceso de la telefonía móvil, banda ancha móvil, telefonía fija. Se puede notar que los países en desarrollo aún están en retaguardia de los países desarrollados en lo que se refiere al acceso a las TIC mientras que los países menos adelantados se encuentran en una situación de especial desventaja observándose que existe brecha digital entre países [29].

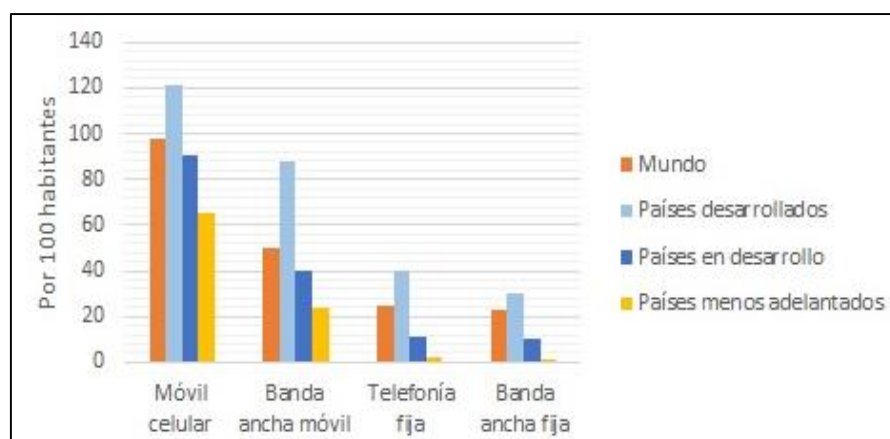


Figura 1.9: Acceso a las TIC según el estado de desarrollo, 2015 [29]

1.4.1 Meta-1: Permitir y fomentar el acceso a las telecomunicaciones/TIC y aumentar su utilización

La Agenda Conectar 2020 propone lograr que el 55% de los hogares de todo el mundo tengan acceso a Internet para el 2020, en relación con el 46.4% estimado en 2015. Además se debe asegurar que al menos el 60% de las personas físicas en todo el mundo utilicen internet en el año 2020 conociendo que en el año 2015 está conectado el 43.4% de usuarios en el mundo y que la UIT ha proyectado que el 53% de las personas para 2020 ya se encontraran utilizando internet, por lo que serán necesarias iniciativas políticas para promover una mayor penetración de esa tecnología como la mejora de infraestructura de telecomunicaciones, a fin de alcanzar los objetivos de esta meta. En la figura 1.10 se muestra lo

descrito anteriormente de tal forma que se da a conocer de forma gráfica el crecimiento del uso de internet en las personas físicas como en los hogares [29].

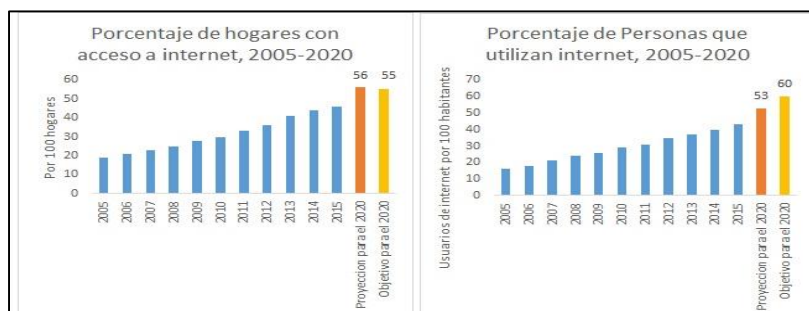


Figura 1.10: Proyección de hogares y personas que utilizan internet, 2005-2020 [29]

1.4.2 Meta-2: Reducir la brecha digital y lograr el acceso universal a la banda ancha

La Agenda Conectar 2020 propone una reducción de la brecha digital por lo que se debe abordar con prioridad la cuestión que hay entre los países desarrollados y en desarrollo, conociendo que en la actualidad el acceso a Internet y su avance tecnológico son mucho mayores que los segundos, teniendo en cuenta que los países menos adelantados se están quedando en la retaguardia. Por esta razón uno de los objetivos que se plantea es de que al menos el 50% de las personas y de los hogares en los países en desarrollo y por lo menos el 20% de las personas y 15% de los hogares de los países menos desarrollados utilicen y tengan acceso a internet para 2020, sin embargo la UIT ha estimado valores por debajo de los objetivos que la agenda se plantea lograr por lo que es necesario que se adopten nuevas medidas para asegurar que se integren plenamente en la sociedad de la información logrando mejoras en la tecnología y asequibilidad de servicios de acceso de banda ancha [29].

La UIT ha estimado que las TIC sean un 40% más asequibles que en 2012 y que la brecha entre los países se reduzca un 4%, además de que el costo por los servicios como telefonía y la banda ancha fija y móvil no

llegue a superar el 5% del ingreso mensual medio que en base a precios que se tiene en 22 países representan todavía más del 20% indicando que se ha logrado mejorar la asequibilidad, aunque las entidades reguladoras deben asegurarse una reducción continua de los precios que permita alcanzar los objetivos de integración sobre todo en los países en desarrollo [29].

Un objetivo además de los mencionados es que el 90% de la población rural a nivel mundial tenga cobertura de banda ancha para el 2020, sin embargo en el año 2015 apenas el 29% estaba cubierta por una red 3G. La mayoría de países tienen prioridad a favorecer las zonas urbanas debido a que tienen mayor demanda y un retorno más rápido de la inversión, pero esto no es excusa puesto que la UIT estima que el 95% está cubierta actualmente por una señal móvil celular aunque hay que tener en cuenta que entre 2011 y 2015 la cobertura de la población mundial por la red 3G creció de 45% a 69% siendo estas inexistentes en muchas zonas rurales de los países de bajos ingresos [29].



Figura 1.11: Población con cobertura de red 3G, zonas urbanas y rurales en el año 2015[29]

Existe una importante disparidad entre hombres y mujeres en cuanto al acceso y utilización de las TIC respecta como los ingresos, educación y otras desigualdades estructurales que hay entre los géneros en muchas economías y sociedades, esto se da en los países en desarrollo y menos adelantados, sin embargo la Agenda Conectar 2020 se propuesto en uno de sus objetivos lograr la igualdad de género entre los usuarios de internet para 2020. También se considera a las personas con discapacidad ya que

representan un 15% de la población mundial y estas se encuentran desfavorecidas en el acceso y utilización de las TIC por lo que para el 2020 se apunta establecer normas y prácticas propicias para las telecomunicaciones con el fin de que les garanticen una mayor accesibilidad [29].

1.4.3 Meta-3: Resolver las dificultades que plantee el desarrollo de las telecomunicaciones/TIC

Las amenazas a la ciberseguridad y el impacto de las TIC en el medio ambiente plantean importantes retos que se deben abordar en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible por lo que se tiene por objetivo en la Agenda Conectar 2020 garantizar la mejora de un 40% en la preparación de ciberseguridad [29].

La Agenda Conectar 2020 también tiene como objetivo en la sostenibilidad de las TIC mitigar los problemas ambientales mediante un uso más eficiente de la energía y los recursos naturales puesto que en el 2014 se generaron 42 millones de toneladas de desechos electrónicos a nivel mundial, de las cuales 6 de ellas estaban relacionadas con las TIC y estas pueden agravar los problemas ambientales en particular al generar desechos y emisiones de gases de efecto invernadero por lo que se plantea reducirlos un 50%. La UIT colabora con otros organismos que permitan medir el progreso hacia este objetivo. [29]

El sector TIC también trabaja para reducir un 30% por dispositivo los gases de efecto invernadero que se generan de la fabricación y la utilización de dispositivos, la transmisión de datos y la creciente importancia que han cobrado los centros de datos como se muestra en la figura 1.12. [29]

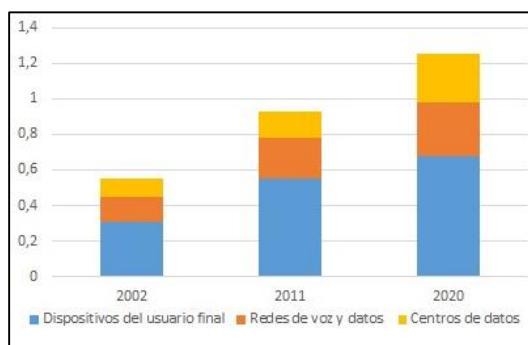


Figura 1.12: Emisiones mundiales generadas por las TIC [29]

1.4.4 Meta-4: Dirigir, mejorar y adaptarse a los cambios del entorno de las telecomunicaciones/TIC

La Agenda Conectar 2020 procura desarrollar un entorno para las telecomunicaciones y las TIC que sea propicio a apoyar asociaciones eficaces entre las partes interesadas y a la innovación siendo está muy eficaz para impulsar el desarrollo. La creación de las condiciones propicias para la inversión y la innovación ha sido decisiva para el rápido crecimiento del sector de las TIC durante muchos años [29].

Las TIC son muy importantes para el desarrollo de una sociedad de la información integradora y orientada al desarrollo centrado en las personas y para el logro de los objetivos de desarrollo sostenible [29].

Se puede concluir que con la implementación de la tecnología 5G a nivel mundial en el año 2020 ayudaría a cumplir con la Meta-2 de la Agenda Conectar 2020.

1.5 Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021

Este plan contiene programas y proyectos que permitirán alcanzar los objetivos que se definirán para el sector, cuya visión es la de ubicar al Ecuador en el año 2021 como un referente regional en conectividad, acceso y producción de los servicios TIC, mediante indicadores que demuestran el desarrollo económico y social del país [30].

Con la finalidad de promover el desarrollo de los factores de mejora del país y también generar vías de desarrollo del sector impulsados por la incorporación de

mejores prácticas internacionales, se plantean cuatro macro objetivos con sus respectivos objetivos específicos que son mostrados en la tabla 4 [30].

Completar y fomentar el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la cobertura poblacional de 3G y 2G. • Aumentar la cobertura poblacional de 4G. • Aumentar el porcentaje de hogares que se encuentran a menos de 1.5 km de la red de fibra.
Aumentar la penetración de servicios TIC en la población.
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la penetración de banda ancha fija en el Ecuador. • Aumentar la penetración de banda ancha móvil. • Aumentar la penetración de telefonía móvil en hogares. • Aumentar la penetración de computadores en hogares. • Aumentar la penetración de smartphones en la población.
Asegurar el uso de las TIC para el desarrollo económico y social del país.
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el uso de TIC en PyMEs y microempresas. • Potenciar el desempeño de los procesos digitalizados del sector público de alto impacto social (educación, salud, justicia y seguridad). • Aumentar el uso de servicios de gobierno electrónico por parte de ciudadano y empresas. • Aumentar número de personas capacitadas en TIC. • Asegurar la conectividad e infraestructura en Infocentros y escuelas.
Establecer las bases para el desarrollo de una industria de TI a largo plazo.
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la calidad y cantidad del talento humano requerido para la industria de TI. • Mejorar la facilidad para el financiamiento tanto local como internacional. • Mejorar el ambiente de negocios en el país.

Tabla 4: Objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021 [30]

1.5.1 Macro-Objetivo 1: Completar y fomentar el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones.

El Plan Nacional de Telecomunicaciones propone lograr el aumento de cobertura 2G, 3G y 4G, dado que en el año 2015 que se realizó este estudio la cobertura móvil que abarca las tecnologías 2G y 3G en el país fue de 96% mientras que la de 4G se encontraba en un 32%, por lo que

basándose en estos datos es necesario generar acciones que aseguren un despliegue eficiente de infraestructura de telefonía móvil sobretodo 4G asegurando que la tecnología pueda llegar a zonas rurales del país. Por esta razón se definió una meta que propone lograr que para el 2021 incremente a 98% la cobertura poblacional de 2G y 3G y el 80% de 4G [30].

Cabe destacar que en este macro-objetivo también se encuentra el despliegue de infraestructura de banda ancha fija en el país particularmente en hogares que utilicen tecnología de fibra, cobre y cable disponible. Este objetivo abordará el aumento del porcentaje de hogares que se encuentran a menos de 1.5 km de la red de fibra con el fin de obtener mayores velocidades de conexión [30].

1.5.2 Macro-Objetivo 2: Aumentar la penetración de servicios TIC en la población.

Este macro-objetivo tiene mucha relación con el anterior debido a que para ofrecer conectividad a la población, es necesario asegurar que los hogares y empresas puedan hacer uso de la red desplegada. Cabe mencionar que la penetración de banda ancha en el Ecuador debe ir a la mano del aumento de dispositivos por parte de la población como el incremento de la penetración de computadores en los hogares habiendo en el 2015 un 37% del uso de este servicio; o de smartphones haciendo uso del despliegue de infraestructura conociendo que la penetración es del 18% de la población [30].

Debido al impacto del despliegue y la masificación del acceso a la banda ancha sobre la economía del país es necesario el aumento de la penetración de banda ancha fija ya que nos ayuda a mejorar la competitividad de los individuos del hogar al momento de enfrentar el mercado laboral y al aumento de productividad de las empresas conociéndose que en el 2015 se tiene un 59% de penetración. El aumento de la banda ancha móvil es muy importante para el país que como ya se mencionó en la problemática del proyecto, ayuda al incremento del PIB

que basados en estudios realizados, en diciembre de 2014 Ecuador tenía una penetración de banda ancha móvil del 31% y a abril de 2015 era de 32% indicando que si hay posibilidades de la mejora del PIB y el aumento de productividad del país [30].

El porcentaje de hogares con al menos una suscripción a telefonía móvil es del 82% por lo que es necesario considerar que el aumento en los hogares es importante puesto que aumenta la conectividad entre las diferentes industrias mejorando la calidad y rapidez de interacciones entre participantes, además de que ayuda a la mejora de la economía del país [30].

Las metas definidas para el 2021 en cuanto al aumento de la penetración de servicios TIC en la población respecta son: [30]

- 59% de penetración de banda ancha fija. [30]
- 64% de penetración de banda ancha móvil. [30]
- 91% de penetración de telefonía móvil en los hogares. [30]
- 62% de penetración de computadores. [30]
- 42% de penetración de smartphones. [30]

1.5.3 Macro-Objetivo 3: Asegurar el uso de las TIC para el desarrollo económico y social del país

El Plan Nacional de Telecomunicaciones nos garantiza que la conectividad y la infraestructura en el país tengan impacto en el desarrollo económico y social del país [30].

Este objetivo abarca más que todo en que el uso de las TIC juega un papel muy importante en los procesos empresariales, debido a que influye bastante en su competitividad y el fortalecimiento del desarrollo en el mercado globalizado mejorando a un futuro los servicios de las TIC, de tal forma que se vea incrementando el uso de comercio electrónico en las pequeñas y medianas empresas incentivando el mejoramiento de pagos y cobros de líneas en Ecuador que en la actualidad son incipientes y dificultan su desarrollo. En cuanto al aumento del uso de servicios de

gobierno electrónico como servicios transaccionales, los sitios web gubernamentales y la realización de trámites como declaración de impuestos y solicitud de certificados online por parte de los ciudadanos y empresas es importante debido a que mejora la eficiencia de los servicios que se brindan [30].

Los sectores públicos de salud, educación y justicia están directamente relacionados al bienestar de las personas donde la digitalización de procesos les permite alcanzar un mayor grado de eficiencia, ampliar su cobertura y mejorar sus sistemas de comunicación, fomenta el desarrollo de conocimiento y disminuye el impacto negativo sobre el medio ambiente [30].

1.5.4 Macro-Objetivo 4: Establecer las bases para el desarrollo de una industria de TI a largo plazo

El desarrollo de las industrias requiere la presencia de habilitadores clave como la existencia de talento humano lo que implica que es vital generar buenos profesionales en carreras acreditadas y con habilidades para interactuar con el mundo y estos podrían ser los egresados que hay cada año de carreras de computación que para el 2021 se esperan sean 2400 comparado para el 2015 que son de 2200, otro habilitador importante es el acceso al financiamiento ya que propicia el primer paso en el desarrollo de emprendimientos locales y foráneos. Al mejorar el ambiente de negocios es importante considerarse, que el éxito o fracaso de un país está en los pilares que sostiene a la economía según menciona el reporte Doing Business [30].

Se puede concluir que el macro-objetivo 1 del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021 ayudaría al aumento de la cobertura poblacional de 4G de tal forma que para el 2020 cuando se dé la implementación de la tecnología 5G a nivel mundial, en Ecuador sea posible que 5G sea utilizada en los centros de la ciudad y 4G beneficie a zonas rurales como la isla Puna que en la actualidad, aún utilizan 2G/3G. Además también se ve implicado el macro-objetivo 2 sobre el aumento

de la banda ancha tanto fija como móvil puesto que al incrementar la cobertura de las diferentes tecnologías para el uso de servicio móvil que ofrece el país, también incrementa la velocidad de transmisión lo que produciría un aumento en la penetración de banda ancha.

Al realizarse un estudio de la Agenda Conectar 2020 con sus respectivas metas y objetivos para la reducción de la brecha digital a nivel mundial, se procedió a realizar una comparación con el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021 con el fin de conocer la situación actual y futura del país en cuanto a avances de las TIC's respecta.

Se puede concluir que en Ecuador existe un desfase tecnológico en comparación con países desarrollados como Japón, Corea, El Reino Unido. La principal razón por la que se llegó a esta conclusión fue a que, en Ecuador aún se considera seguir con la implementación de 2G para el 2021 cuando ya se debería de dejar de utilizar esta tecnología de tal forma que el país siga avanzando en la implementación de nuevas herramientas tecnológicas como es 5G, aunque el país tiene planeado que para el 2021 aumente la cobertura de 4G a un 80%. A nivel mundial para ese año igualmente seguiría en desfase porque para el 2020, 5G será la nueva generación de telefonía móvil con mayor rapidez y mejores servicios para la población. En cuanto al aumento de la penetración de la banda ancha en el país se tiene planeado que incremente a un 60% la fija y la móvil, considerándose que los lugares en donde se implemente este servicio sea en las principales ciudades mas no en las zonas rurales y es aquí donde se notará el desfase del país debido a que la Agenda Conectar 2020 plantea que para ese año en estas zonas con poca cobertura ya deben tener implementado banda ancha en un 90% a nivel mundial.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Diseñar un Plan de Acción para implementar la futura tecnología 5G como un medio para aumentar la banda ancha móvil con el fin de mejorar la prestación del servicio móvil avanzado en el Ecuador.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Analizar las ventajas de la tecnología 5G como una mejora de los servicios de telecomunicaciones anticipando el impacto que tendría al implementarse en el Ecuador.
- Investigar el desarrollo de la tecnología 5G utilizando los estudios que actualmente se encuentran realizando los proveedores de servicios de telecomunicaciones.
- Analizar la factibilidad de implementar la tecnología 5G en el Ecuador como una mejora viable en lo que al servicio móvil avanzado respecta.
- Comparar el desfase de la nueva tecnología 5G en el Ecuador tomando como referencia el despliegue de las tecnologías anteriores que se encuentran vigentes en el país y a nivel mundial.
- Comparar las metas y objetivos de la Agenda Conectar 2020 y El Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021 a fin de establecer el desfase que existe en lo que respecta a proyecciones para mejorar la implementación de la Sociedad de la Información.
- Diseñar un Plan de Acción haciendo uso de los estudios de la Agenda Conectar 2020, el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021, con el fin de permitir la implementación de la tecnología 5G en el Ecuador sin desfases significativos como ocurrió con la tecnología 4G.

1.7 Metodología

Con la finalidad de cumplir el objetivo general, se plantea realizar un estudio a fondo sobre la tecnología 5G de tal forma que se pueda conocer el impacto que tendría en el país. Además, se prevé hacer uso de la información de las pruebas realizadas por las principales operadoras móviles en el mundo que ya cuentan con un enfoque hacia esta nueva generación de tecnología de telefonía móvil para conocer lo innovador que sería en el Ecuador.

Posteriormente, se tomará en cuenta cual es el alcance que se tiene hasta ahora en Ecuador con la tecnología 4G (tecnología en desarrollo), para poder tener una idea concisa de cuál es la proyección en cuestión de calidad de servicio y mejoras con respecto a su tecnología antecesora, para luego, en base a los antecedentes que se tengan actualmente de 4G y comparando las metas y objetivos de la Agenda Conectar 2020 y El Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021, prever el tiempo que le llevaría al país contar con la infraestructura necesaria para implementar 5G a nivel nacional y los beneficios que esta tendría frente a sus antecesoras.

Finalmente diseñar un Plan de Acción haciendo uso de los estudios de la Agenda Conectar 2020, el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información del Ecuador 2016-2021 con el fin de permitir la implementación de la tecnología 5G en el Ecuador.

1.8 Justificación

Como se ha mencionado en la problemática uno de los problemas que tiene el Ecuador es el desfase o retraso al momento de implementar una nueva tecnología en el país, esto se hizo evidente cuando incursionó la tecnología 4G en el 2013 mientras que desde el 2009 ya algunos países la tenían implementada, esto se puede atribuir en cierta parte al retraso en la adjudicación del espectro a las operadoras por parte de los gobiernos y las políticas de importación de dispositivos.

Los motivos que nos llevaron a realizar este estudio se debe a que el Ecuador se encuentra registrado como miembro de la UIT, por ende deberá cumplir con las metas propuestas en la Agenda Conectar 2020 en una de ellas propone que más del 90% de la población rural tenga cobertura de servicios de banda ancha en 2020 a nivel mundial. Por esta razón es importante analizar la implementación Tecnología 5G en el Ecuador dado a que una de las ventajas es el aumento del ancho de banda para obtener grandes velocidades de transmisión llegando a mejorar el Producto Interno Bruto (PIB) en el Ecuador.

Con el retraso que se pueda dar en el Ecuador esto involucraría que se margine a la población ya que permite que el país no se desarrolle y no tenga acceso a

nuevas tecnologías ocasionando un aumento en la brecha digital irrumpiendo los parámetros que se han propuesto en la Agenda Conectar 2020. Por esta razón se propone un plan de acción para la implementación de la tecnología 5G, con el fin de contribuir a que el país no se quede desfasado en cuanto tecnología respecta. Por otro lado la implementación de 5G nos ayuda a cumplir la meta 2 de la Agenda Conectar 2020, así como también de la Meta 1 y 2 del Plan Nacional de Telecomunicaciones y de la Tecnología de Información logrando disminuir la brecha de población en el país.

CAPÍTULO 2

2. PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA FUTURA TECNOLOGÍA 5G EN EL ECUADOR.

2.1 Entorno del Plan de Acción para la implementación de la futura tecnología 5G en el Ecuador

Tal como se analizó en el capítulo anterior, Ecuador ha sufrido desfases tecnológicos al momento de implementar nuevas tecnologías, como consecuencia ha incrementado la brecha digital entre poblaciones, debido a la falta de cobertura sobre todo en zonas rurales, así mismo a la falta de infraestructura que tiene el país, ocasionando que se encuentre desfasado a otros países en lo que al sector de las telecomunicaciones respecta.

La agenda conectar 2020 impone grandes desafíos a la comunidad de los países para implementar los sistemas de banda ancha con metas muy ambiciosas para el 2020, al mismo tiempo lograr el crecimiento de las TIC puesto que su aumento permite la mejora en los sectores sociales y económicos contribuyendo al desarrollo en el sector de las telecomunicaciones a nivel mundial y una eficaz implementación de la Sociedad de la Información.

En la figura 2.1 se muestra el entorno correspondiente de la problemática planteada para el presente proyecto.

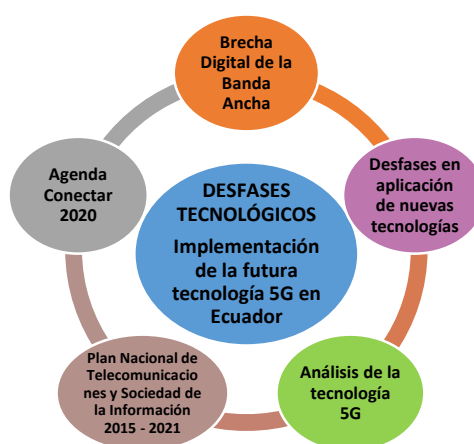


Figura 2.1: Problemática de la implementación de la futura tecnología 5G en Ecuador

2.2 Diseño del Plan de Acción para la implementación de la futura tecnología 5G en el Ecuador

Para el diseño del Plan de Acción se estudiará: la Agenda Conectar 2020, el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información del Ecuador 2016-2021, estadísticas proporcionadas por la ARCOTEL sobre la cobertura a nivel nacional y las investigaciones del avance de 5G a nivel mundial realizadas por los grupos de trabajo y la industria de telecomunicaciones.

El Plan de Acción que se propone en esta tesis con respecto a la implementación de la futura tecnología 5G en Ecuador se compone de tres etapas: investigación, preparación y planificación mostradas en la figura 2.2.



Figura 2.2: Esquema del Plan de Acción para la implementación de la futura tecnología 5G en Ecuador

2.2.1 Etapa 1: Investigación

En la figura 2.3 se muestra las fases o actividades de la etapa de investigación, en la que se recopilará toda la información necesaria sobre la futura tecnología 5G tanto a nivel mundial como nacional. Además se

realizará un análisis del espectro de frecuencias y se estudiará las que se encuentren atribuidas en el Ecuador para la implementación futura de 5G.

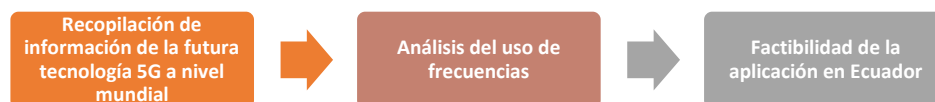


Figura 2.3: Actividades de la etapa de Investigación

2.2.1.1 Recopilación de información de la futura tecnología 5G a nivel mundial

- Identificar las investigaciones y pruebas realizadas en países como Japón, Corea del Sur, Reino Unido, Alemania y Estados Unidos acerca de la implementación de la tecnología 5G y los posibles estándares que se encuentre en estudio mediante el uso de White Papers, artículos, entrevistas y registros de las pruebas que se han realizado, de esta forma conocer los diferentes equipos, protocolos, frecuencias, entre otras características principales que hace que 5G sea una tecnología de innovación.
- Investigar diferentes planes de acción a nivel mundial que nos sirva de guía para que se implemente de forma eficiente la tecnología 5G en el Ecuador.
- Continuar con el seguimiento de las pruebas realizadas por Huawei en vista de que en el año 2016 su primera prueba de campo realizada en Yokohama, Japón, en la banda de 4.5GHz con 200MHz de ancho de banda alcanzó una velocidad de transmisión de 11.29GHz con un retraso de 0.5 milisegundos. El éxito que se tuvo con los resultados trajo a toda la industria a estar un paso más cerca de la comercialización de 5G para el 2020.

- Revisar las pruebas de 5G realizadas por Ericsson en Estocolmo, la cual dieron como resultados que un dispositivo móvil se conecte a más de una celda 5G al mismo tiempo manteniendo una conexión de alta calidad en la red mientras se encontraba en movimiento. Además permite la transmisión de varias señales de datos para el dispositivo a través de la misma banda de frecuencia aumentando su rendimiento y haciendo uso eficiente del espectro disponible. Por otra parte junto a la empresa T-Mobile se logró alcanzar velocidades de transmisión de datos hasta 12Gbps con una latencia de 2 milisegundos haciendo uso de la banda de 28GHz.
- Análisis del proyecto Flex5gware de IMDEA Networks, el cual influye en la estandarización de 5G puesto que centra su trabajo en proporcionar pruebas de la plataforma 5G como: las antenas, módulos RF y aspectos del hardware y software digital.

2.2.1.2 Análisis del uso de la banda de frecuencias

- Estudiar las frecuencias que están siendo utilizadas en las pruebas de 5G a nivel internacional con el propósito de que sirva de referencia al Ecuador cuando se implemente esta nueva tecnología. Como se mencionó en el Capítulo 1 la CMR-15 asignó el rango de frecuencia de 24.25 a 86GHz para los estudios de la futura tecnología 5G y considerando el anuncio de este organismo, la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) adoptó las primeras frecuencias para 5G en los Estados Unidos que son 28GHz, 37GHz y 39GHz.
- En vista al rango de frecuencias asignadas por la CMR-15 para el estudio de 5G, la CITELE propuso que

frecuencias menores a 30GHz sean utilizadas en la Región 2.

- Considerar la frecuencia de 28GHz para los estudios que se realicen a futuro por los grupos de trabajo en el Ecuador. Cabe recalcar que esta frecuencia es la más común entre las pruebas que se realizan en la Región 2 y Región 3.
- Analizar el Plan Nacional de Frecuencias del Ecuador para confirmar que las frecuencias que la UIT asignó para 5G estén atribuidas en el Ecuador para brindar dicho servicio.

2.2.1.3 Factibilidad de la aplicación en Ecuador

Analizar la cobertura móvil (2G, 3G y 4G) que actualmente tiene Ecuador mediante las estadísticas que ofrece la ARCOTEL y de esta forma cambiar los objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016 - 2021 elaborado por el MINTEL, el cual menciona que para el 2021 se siga implementando 2G en las zonas rurales del Ecuador, ajustándose a los objetivos de la Agenda Conectar 2020.

Considerar el implementarse a futuro las redes 3G y 4G en las zonas rurales con poco acceso a internet y 5G en zonas urbanas.

En la figura 2.4 se observa que en el año 2014 existe un porcentaje significativo de cobertura 2G siendo este de 96.58% frente a los 87.9% de 3G y existiendo zonas en donde aún no llega cobertura por lo que se propone que en estas zonas se comience a implementar la tecnología 3G directamente para evitar que se siga implementando 2G.

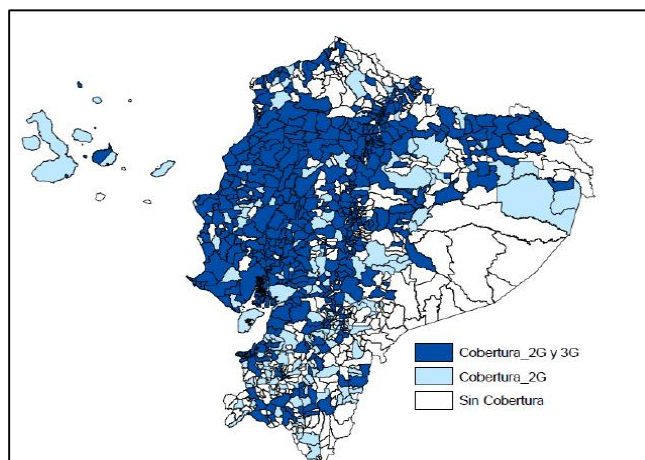


Figura 2.4: Cobertura móvil en el Ecuador [29]

Como se puede observar en la figura 2.5 la cobertura de la tecnología 4G en el Ecuador apenas es el 15%, según las estadísticas proporcionadas por el ARCOTEL en noviembre del 2016. Se espera que para el año 2021 el porcentaje de cobertura aumente.

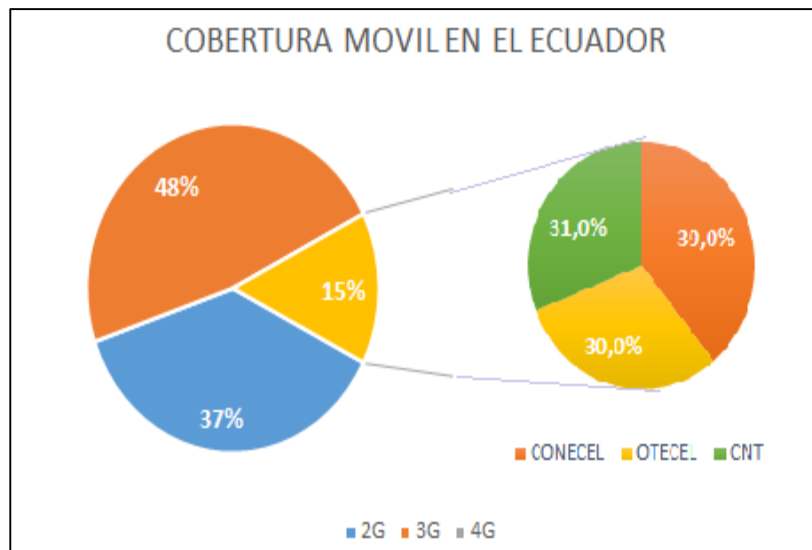


Figura 2.5: Cobertura móvil 4G en el Ecuador

Sin embargo las estadísticas de cobertura nacional proporcionadas por la ARCOTEL muestra que 4G tiene un 15% hasta noviembre del 2016, frente al 32% que menciona el Plan

Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información 2016-2021 emitido en agosto del 2016.

2.2.2 Etapa 2: Promoción

En la figura 2.6 se muestra las fases o actividades de la etapa de promoción, el cual propone promover información sobre la importancia de la implementación de la futura tecnología 5G al sector de las telecomunicaciones con el fin de incentivar a empresas o instituciones a la creación de grupos de estudios para que se enfoquen a realizar investigaciones dirigidas a 5G.

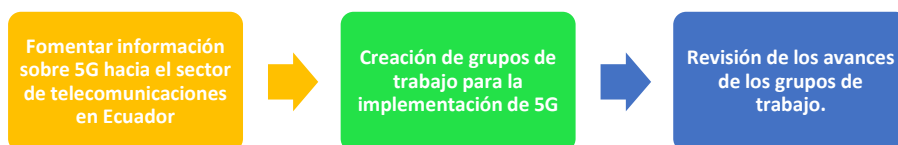


Figura 2.6: Actividades de la etapa de Promoción

2.2.2.1 Fomentar información sobre 5G hacia el sector de las telecomunicaciones en Ecuador

- Realizar entrevistas y encuestas a los ciudadanos con preguntas que ayude a conocer su criterio sobre la tecnología 5G y de esta forma proceder con la capacitación necesaria que los ayude a entender la importancia e impacto que tendría su implementación en el Ecuador.
- Fabricantes de Servicios de telecomunicaciones ofrezcan conferencias a instituciones para que los estudiantes y docentes se informen sobre los diferentes avances tecnológicos sobre la implementación de 5G en otros países y de esta forma se incorpore estas tecnologías en el país.
- El MINTEL deberá desarrollar una sección en su sitio Web exclusivamente para la promoción de información de la

implementación de 5G en Ecuador a fin de que la ciudadanía comprenda la importancia no solo en el sector de las telecomunicaciones sino el económico y el de las TIC.

- El Colegio Regional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Litoral (CRIEEL) y academias regionales y locales como CISCO realicen seminarios, cursos y charlas informativas en las Universidades que tengan carreras de Electrónica y Telecomunicaciones que incentiven la investigación de futuras tecnologías, en nuestro caso 5G, para que se implemente de forma oportuna en el Ecuador y disminuya el desfase tecnológico que tiene con otros países.

2.2.2.2 Creación de grupos de trabajos para la implementación de la futura tecnología 5G

- Realizar proyectos de investigación en Universidades para que los estudiantes y docentes se enfoquen en la implementación de 5G en Ecuador o incluso se pueda estudiar e innovar las interfaces que se están utilizando en las pruebas internacionales para 5G.
- El MINTEL deberá incentivar la formación de grupos de trabajos encargados de la investigación de la futura tecnología 5G en el país, su implementación, protocolos, equipos, espectro de frecuencia e incluso se puedan realizar pruebas tal como se está realizando en países como Corea, Japón, Alemania, entre otros.

2.2.2.3 Revisión de los avances de los grupos de trabajo

- Analizar qué propuesta se ajusta más al objetivo a alcanzar con 5G revisando aspectos técnicos, económicos y sociales para su futura aprobación.

- Revisar los avances que se vayan desarrollando de acuerdo a lo propuesto por el grupo de trabajo de la UIT para 5G, de esta forma asegurar que se esté cumpliendo con las especificaciones establecidas.
- Creación de un departamento en el observatorio de las TIC por parte del MINTEL con el objetivo de analizar la factibilidad que tiene Ecuador para la implementación de la futura tecnología 5G y revisar de los futuros avances que realicen los grupos de trabajo.

2.2.3 Etapa 3: Planificación

En la figura 2.7 se muestra las fases o actividades de la etapa de planificación, la cual propone estrategias que permita al Ecuador implementar la futura tecnología 5G con el fin de tener una mejora en el sector de las telecomunicaciones y de esta forma disminuya el desfase que tiene con los países desarrollados.

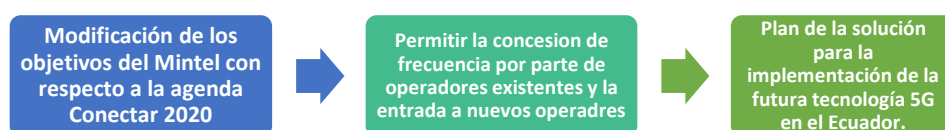


Figura 2.7: Actividades de la etapa de Planificación

2.2.3.1 Modificación de los objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016 – 2021 del MINTEL con respecto a la Agenda Conectar 2020

- Modificar algunos objetivos de la meta 1 del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016 – 2021 para que se acople a los objetivos que impone la Agenda Conectar 2020 a nivel mundial para que la tecnología 2G sea reemplazada con tecnologías superiores y se la deje de usar.

2.2.3.2 Permitir la concesión de frecuencias a las operadoras existentes o la entrada de nuevas

- Planificar una estrategia para la atribución de frecuencias de 5G por parte de la ARCOTEL, con el fin de incentivar el desarrollo de la tecnología 5G en las operadoras existentes del mercado de las Telecomunicaciones en el Ecuador.
- Permitir el ingreso de nuevos operadores públicos o privados en el Ecuador para que se promueva la inversión, la innovación y la competencia en el campo de las telecomunicaciones, y al ser nuevos operadores puedan ingresar a operar con nuevas tecnologías como 5G.

2.2.3.3 Plan de la solución para la implementación de la futura tecnología 5G en Ecuador

En la figura 2.8 se propone un cronograma para la implementación de 5G en el Ecuador tomando en cuenta los objetivos propuestos por la UIT para 5G, la Agenda Conectar 2020 y el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016 – 2021.

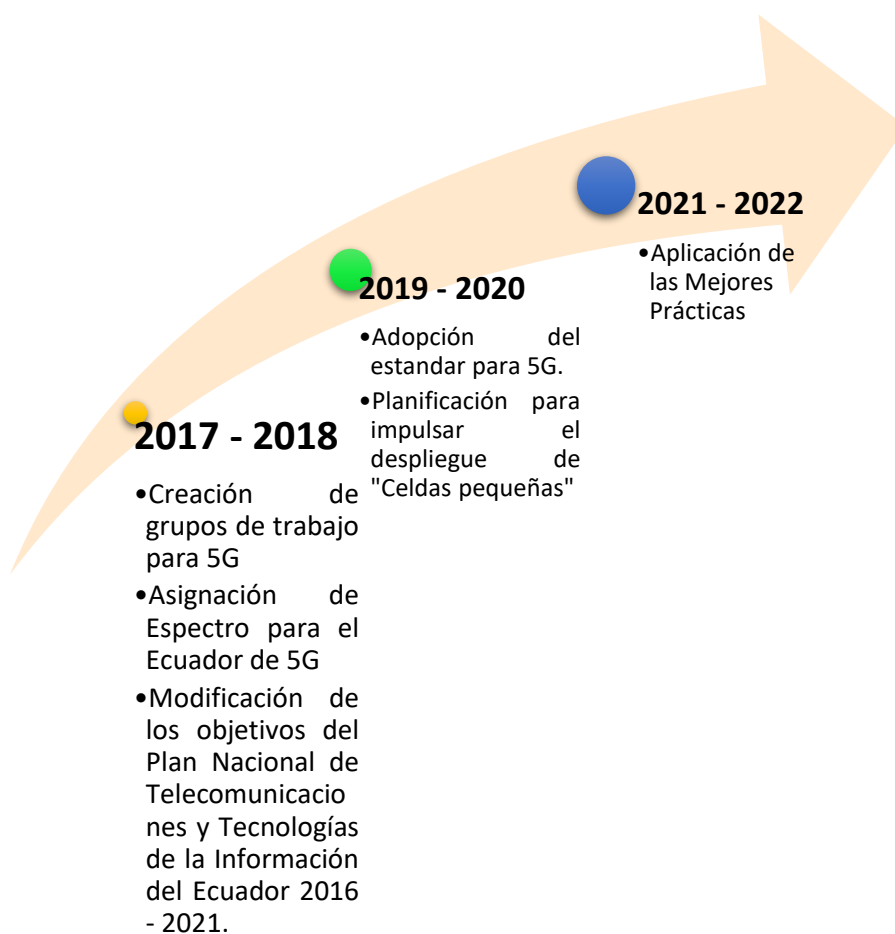


Figura 2.8: Cronograma de la futura tecnología 5G en el Ecuador

- Para el **2017-2018**, MINTEL deberá crear grupos de trabajos en el Observatorio de las TIC del Ecuador con el objetivo de estudiar la futura tecnología 5G; entre sus objetivos se encuentra el estudio de la arquitectura, frecuencias, estándar que otros países se encuentran desarrollando. Al mismo tiempo la ARCOTEL deberá asignar espectro disponible para las futuras pruebas que realicen los grupos de trabajo para 5G en el Ecuador. Además deberá modificarse los objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016 – 2021 para que se ajuste

con los objetivos de la Agenda Conectar 2020 y de esta forma asegurar un aumento en el desarrollo tecnológico del país.

- Para el **2019-2020** el Ecuador deberá adoptar el estándar que los grupos de trabajo de la UIT hayan desarrollado para el despliegue de la futura tecnología 5G. Así mismo se hará uso de celdas pequeñas que en vista de que pueden empaquetar mayor cantidad de datos sin que interfieran entre ellas. Su propósito para 5G será contrarrestar el tráfico que se da por el aumento de la demanda de ancho de banda y la cantidad de dispositivos conectados a la red.
- Para el **2021-2022** con el despliegue de la tecnología 5G a nivel mundial, el Ecuador podrá realizar pruebas en las ciudades más pobladas del país como Guayaquil, Quito y Cuenca, las cuales se han tomado como referencia debido a que fueron las primeras en implementarse 4G en el año 2014.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS DEL PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA FUTURA TECNOLOGÍA 5G EN EL ECUADOR.

En el Capítulo 1 se analizó la importancia de la implementación de la futura tecnología 5G a nivel mundial y el impacto que tendría en Ecuador si se implementa de forma oportuna sin desfases significativos con respecto a otros países. Así mismo se estudió la Agenda Conectar 2020 que propone que a nivel mundial se reduzca la brecha digital, además de lograr el acceso universal a la banda ancha para el año 2020 y el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016-2021 elaborado por el MINTEL, que propuso objetivos que permitirán reducir la brecha digital en el país. Por este motivo se diseñó un Plan de Acción que tendrá como resultados grandes beneficios a la sociedad, los cuales se detallan a continuación:

- Disminuir del desfase tecnológico.
- Disminuir de la brecha digital.
- Aumentar el ancho de banda.
- Convertir las ciudades en digitales.
- Promover el gobierno electrónico
- Mejorar la calidad de vida.

3.1 Disminuir del desfase tecnológico

Con la implementación de este Plan de Acción se logrará ajustar el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del MINTEL con la Agenda Conectar 2020 disminuyendo así, el desfase tecnológico que ha tenido el Ecuador en los últimos años, logrando un incremento económico y desarrollo social en el país.

La implementación de la futura tecnología 5G permitirá disminuir este desfase con respecto a países desarrollados y en desarrollo en cuestiones tecnológicas,

además de, mejorar las relaciones económicas y de inversión extranjera en lo que respecta a las TIC y específicamente en la competencia de nuevas operadoras móviles, no solo las operadoras móviles con red sino también, las operadoras móviles virtuales.

3.2 Disminuir de la brecha digital

La brecha digital es el fenómeno en el cual existe una desigualdad entre la población para acceder a los recursos de las TIC disponibles. La implementación de la tecnología 5G ayudará a reducir la brecha digital en el país y a continuación se detallan mejoras que ayudan a la disminución de la brecha digital:

- ✓ Al implementarse la tecnología 5G en el país, incrementará la penetración en el uso de las TIC asegurando el desarrollo económico y social del país. Además se tendrá una reducción de la brecha digital debido a que habrá un desarrollo de infraestructura tecnológica que beneficiará a la población.
- ✓ Con la implementación de este Plan de Acción se reducirá la brecha de la banda ancha lo que facilitará la conectividad entre dispositivos móviles que, junto al despliegue de las redes de telefonía celular que hay actualmente en el país y la implementación de la futura tecnología 5G, se garantizará el acceso a este servicio a las regiones del país.
- ✓ Otro aspecto que ayudará a reducir la brecha digital en el país es la habilidad que tienen las personas en utilizar una tecnología. El diseño de este Plan de Acción promueve a la realización de conferencias y seminarios que brindará información sobre la futura tecnología 5G que a su vez, la capacitación que brindan, ayudará a disminuir el analfabetismo digital.
- ✓ El aumento de cobertura genera la disminución de la brecha digital que existe entre las poblaciones del país, por esta razón con la implementación de este Plan de Acción permitirá que las redes 3G y 4G emigren a zonas donde no haya cobertura y que 5G se implemente en ciudades con mayor cantidad de abonados SMA.

3.3 Aumentar el ancho de banda

Con la implementación de 5G para el año 2020 habrá un aumento en el ancho de banda lo que implicaría el incremento del PIB en Ecuador debido a la fuerte correlación que existe entre ellos. Es por esto que en base a los estudios realizados por 4G Américas se conoce que, al doblar la velocidad de banda ancha, se incrementa el PIB en un 0.3%.

En función a lo mencionado y conociendo que 5G tiene una razón de velocidad de ancho de banda con respecto a 4G de 10 veces más (debido a que se espera una velocidad promedio de 10 Gb/s para 5G frente a los 100Mb/s de 4G), el aumento del PIB será más significativo.

Por otra parte, los estudios realizados por Deloitte & Cisco en el 2012 muestran las siguientes estadísticas:

- ✓ La sustitución del 10% de los suscriptores de 2G por 3G aumenta el crecimiento del PIB per cápita en 0.15% por lo tanto, se deduce que el cambio de una tecnología inferior por una superior aumentará el PIB en el Ecuador dependiendo de la velocidad de ancho de banda que se proporcione y la infraestructura que esta nueva tecnología tenga.
- ✓ Al duplicar el uso de datos móviles aumenta el crecimiento del PIB per cápita en 0.5%, por lo tanto, con la implementación de 5G y las mejoras que trae consigo se deduce que el PIB incrementará considerablemente.

En la Fig. 3.1 se observa que la contribución al producto interno bruto del país por parte del correo y la industria de las telecomunicaciones en el año 2013 fue del 2.1%. Con la implementación de 5G en el Ecuador, este aporte al PIB puede aumentar lo que implicaría que las contribuciones de la industria de las telecomunicaciones estén por encima incluso de la industria del transporte y de los servicios financieros.

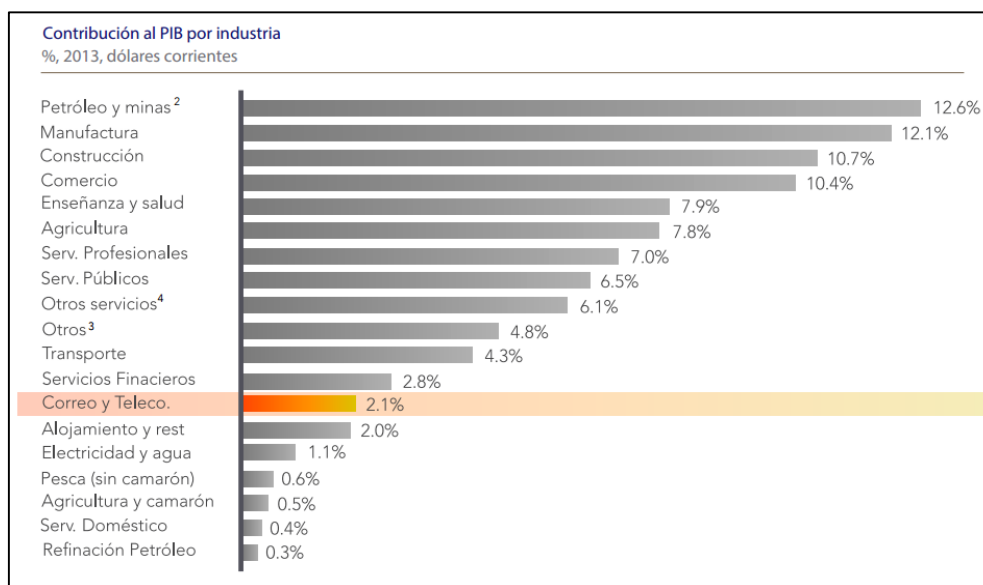


Figura 3.1: Contribución al PIB por diferentes industrias (2013) [29].

3.4 Convertir las ciudades en digitales

En casi todas las ciudades del país el acceso a la tecnología es una realidad latente para muchos habitantes, tanto en manejo de equipos de computación como otros dispositivos electrónicos relacionados con las TIC. La nueva tecnología como 5G permitirá mejorar la calidad de vida de una ciudad con la mejora diferentes servicios a los ciudadanos como:

- La seguridad mejorará en las ciudades, se podrá incorporar la seguridad en línea que permita a las personas denunciar de manera no presencial y de forma rápida, eficaz y segura.
- El transporte público mejorará, con la creación de dispositivos que reporten a tiempo real el estado de las carreteras y las zonas congestionadas, con la finalidad de que esta información esté al alcance de los ciudadanos.

3.5 Fomentar el gobierno Electrónico

Se prevé que para el 2020, año en que la tecnología 5G será desplegada a nivel mundial, el país cuente con la mayoría de aplicativos electrónicos, no solo para trámites personales, sino también para los servicios de gobierno. La implementación de esta futura tecnología fomentará el uso del gobierno

electrónico y uno de los beneficios de este servicio será realizar trámites de forma rápida, eficiente y segura.

3.6 Mejorar la calidad de vida

Con la implementación de este Plan de Acción mejorará la vida de las personas debido a que existe una relación con el uso de las TIC, además la población podrá beneficiarse de los siguientes servicios:

- ✓ La salud con la telemedicina, se espera que con el avance tecnológico y precisamente con la implementación de la tecnología 5G, la telemedicina sea una ciencia constituida que permita el monitoreo domiciliario continuo de las personas que lo necesiten, y que, en base a la infraestructura celular, estas puedan estar en permanente vigilancia por parte del personal de salud más cercano geográficamente.
- ✓ La educación con la teleeducación, la tecnología 5G aumentará el uso de las TIC y estas pueden ayudar a la educación facilitando el intercambio de la información dentro de la comunidad educativa, donde los alumnos pueden revisar sus tareas y evaluaciones desde su casa y los padres pueden contar con esta información de manera más simple para tener un control de lo que hacen sus hijos.
- ✓ Este plan de acción beneficiará a los sectores marginales que no posean cobertura, debido a que propone que tecnologías como 3G y 4G migren o siga con su implementación en estos sectores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se diseñó un Plan de Acción para la implementación de la futura tecnología 5G en Ecuador, que permitirá un mayor desarrollo social y acceso a nuevas tecnologías ocasionando la disminución de la brecha digital y reducción de la brecha digital ajustándose a los objetivos de la Agenda Conectar 2020.
2. En la etapa de investigación del Plan de Acción se obtuvo que el total de radio bases implementadas con tecnología 4G es de un 15% cubriendo un total de 32% de cobertura en el país según datos de la ARCOTEL y El Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016 – 2021.
3. En el Plan de Acción para implementación de futura tecnología 5G en la etapa de Promoción en la sección Creación de Grupos de Trabajos se concluye que con la creación oportuna de estos grupos en Ecuador, el país logrará una disminución en el desfase tecnológico.
4. El Ecuador puede prestar servicio móvil avanzado para 5G debido a que las frecuencias asignadas por la UIT, para el desarrollo de esta tecnología, estén atribuidas en el Plan Nacional de Frecuencias del Ecuador para brindar servicio móvil.
5. El aumento de la velocidad del ancho de banda es uno de los principales objetivos de la Comisión de la Banda Ancha debido a que, con su aumento, permitirá un crecimiento considerable del PIB en los países. Una de las tecnologías que hará posible esto será 5G.
6. Con la implementación de la tecnología 5G a nivel mundial en el año 2020, ayudaría a cumplir con la Meta-2 de la Agenda Conectar 2020, que permitirá reducir la brecha digital y lograr el acceso universal a la banda ancha.
7. Existe un desfase entre la Agenda Conectar 2020 y el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016 – 2021 debido a que en Ecuador aún se considera implementar la tecnología 2G para el 2021 cuando se debería apostar por una renovación de la plataforma de servicio móvil a una más actual como 4G o 5G.

8. La Agenda Conectar 2020 plantea que para el año 2020 se tenga implementado banda ancha en un 90% en zonas rurales a nivel mundial, mientras que en Ecuador se tiene planeado incrementar para el 2021 un 60% tanto la banda ancha fija como la móvil.

Recomendaciones

1. Será conveniente que el MINTEL como el ente rector de las telecomunicaciones en el país, adopte este Plan de Acción para que mediante su página web informe a los ciudadanos acerca de la futura tecnología 5G y los beneficios que tiene en la mejora de la calidad de vida, además de mantener informada a la sociedad de la posterior y oportuna implementación de dicha tecnología en el país.
2. Sería importante que las instituciones de nivel superior y específicamente la Escuela Superior Politécnica del Litoral, cree grupos de investigación de acuerdo a este Plan de Acción involucrándose en el estudio de la tecnología 5G, no solo desde su parte técnica, sino también del impacto social y económico que esta represente al país.
3. Será conveniente utilizar la frecuencia de 28GHz para las futuras pruebas de 5G en Ecuador, puesto que, la propagación de la señal en dicha frecuencia es más viable para entornos de multicamino y pueden utilizarse para comunicaciones que no estén al alcance visual, además, es una frecuencia que está en el rango (menores a 30GHz) que la CITEL recomendó para que se utilice en la Región 2 para la tecnología 5G.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]"The State of LTE February 2016", Opensignal.com, 2017. [Online]. Available: <https://opensignal.com/reports/2016/02/state-of-lte-q4-2015/>. [Accessed: 18- Apr- 2017].
- [2] INEC. (2013). Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's) [Online]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf
- [3] 4G Americas. (2015, Octubre 26). Infografía|IMT-2020:5G [Online]. Disponible en: <http://telconomia.com/infografia-imt-2020-5g>
- [4] 5G.CO.UK. "What is 5G" [Online]. Disponible en: <https://5g.co.uk/guides/what-is-5g/>
- [5] Lauren J. Young. (2015, Octubre 6). Telecom Experts Plot a Path to 5G [Online]. Disponible en: <http://spectrum.ieee.org/telecom/wireless/telecom-experts-plot-a-path-to-5g>
- [6] Chris Pearson, Reza Arefi y Anders Svensson. (2015, Septiembre 2). "4G Americas' Vision for the Americas: 5G Spectrum Recommendations" [Online]. Disponible en: http://www.5gamerica.org/files/5414/4242/6422/DAY_ONE_FINAL-5G_Spectrum_Req_9.2.2015x.pdf
- [7] Eva López Suárez, Cynthia Gregsamer y Javier Corsini Ramírez. El Internet de las Cosas: En un mundo conectado de objetos inteligentes. España: Fundación de la Innovación Bankinter, 2011.
- [8]"Internet De Las Cosas Qué Es Ejemplos Aplicaciones Ventajas Desventajas Consecuencias", *Areatecnologia.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.areatecnologia.com/nuevas-tecnologias/internet-de-las-cosas.html>. [Accessed: 31- Oct- 2016].
- [9] Pedro Santamaria. (2013, Septiembre 28). DVB-T2, el Nuevo estándar para la emisión de la TDT [Online]. Disponible en: <http://www.xatakahome.com/televisores/dvb-t2-el-nuevo-estandar-para-la-emision-de-la-tdt>.

- [10] "Focus Group on IMT-2020", *ITU*, 2016. [Online]. Available: <http://www.itu.int/es/ITU-T/focusgroups/imt-2020/Pages/default.aspx>. [Accessed: 09-Nov- 2016].
- [11] Gustavo Valverde. (2011, Mayo 7). Evolución de la Tecnología Móvil:1G, 2G, 3G y 4G [Online]. Disponible en: <http://linkea.do/evolucion-de-la-tecnologia-movil-1g-2g-3g-4g/>
- [12]"Características y ventajas de la red 4G", *www.ahoranoticias.cl*, 2016. [Online]. Available: <http://www.ahoranoticias.cl/noticias/tecnologia/caracteristicas-y-ventajas-de-la-red-4g.html>. [Accessed: 31- Oct- 2016].
- [13] Victor Rodríguez. (2015, Diciembre 25). Todas las diferencias entre el 5G y el 4G [Online]. Disponible en: <https://www.movilzona.es/2015/12/25/prestaciones-de-las-futuras-conexiones-5g-y-diferencias-respecto-al-4g/>
- [14] ERICSSON. (2015, Mayo 28). 5G:Innovación que impulsará la velocidad de datos móviles [Online]. Disponible en: https://www.ericsson.com/res/region_RLAM/press-release/2015/2015-05-28-5g-es.pdf
- [15] Jesús J. Nieves. (2016, Septiembre 22). T-Mobile anuncia resultados de sus primeras del 5G [Online]. Disponible en: <http://www.esmandau.com/2016/09/t-mobile-anuncia-resultados-de-sus-primeras-pruebas-del-5g/>
- [16] Ken Hu. "Huawei Presentó sus Avances en Tecnologías 5G". Huawei. Barcelona, 03-03-2015
- [17] Mobile World Live. (2016, Julio 19). "Vodafone, Huawei reach 20Gb/s speed in 5G trial [Online]. Disponible en: <https://www.mobileworldlive.com/featured-content/top-three/vodafone-huawei-reach-20gbps-speed-in-5g-trial/>
- [18] J.P.Tomás. (2016, Octubre 17). Huawei, Vodafone test 5G connectivity in high-and low-frequency bands [Online]. Disponible en: <http://industrialiot5g.com/20161017/5g/huawei-vodafone-test-5g-tag23>
- [19] R. Adeva. (2016, Mayo 27). Huawei finaliza la primera fase de pruebas de la que será la nueva interfaz de aire para 5G [Online]. Disponible en:

<https://www.adslzone.net/2016/05/27/huawei-finaliza-la-primera-fase-pruebas-la-sera-la-nueva-interfaz-aire-5g/>

[20] A. Marín. (2016, Febrero 28). Nokia y Verizon llevan a cabo prueba pre-comercial de 5G en zona residencial de Dallas-Fort Worth #MWC16 [Online]. Disponible en: <http://www.estamosenlinea.com/2016/02/28/nokia-y-verizon-llevan-a-cabo-prueba-pre-comercial-de-5g-en-zona-residencial-de-dallas-fort-worth-mwc16/>

[21] S. Avendaño. (2016, Octubre 27). Samsung logra la primera conexión a una red 5G [Online]. Disponible en: <https://www.unocero.com/2016/10/27/samsung-logra-la-primera-conexion-a-red-5g/>

[22] P.G. Bejerano. (2015, Marzo 3). Test experimentales con 5G alcanzan tasas de 1 Tbps [Online]. Disponible en: <http://blogthinkbig.com/test-experimentales-de-velocidad-5g-de-1-tbps/>

[23] UIT, "Actas finales provisionales: Conferencia mundial de radiocomunicaciones (CMR-15)", Ginebra, Resolución COM6/20 (CMR-15), Noviembre 27 del 2015.

[24] CONATEL, "Plan Nacional de Frecuencias", Ecuador, 2012, pp.101-115.

[25] Views on 5G Architecture, Version 1. 5G PPP Architecture Working Group, 2016.

[26] Comisión de la banda ancha. (2015, Septiembre 21). Principales conclusiones- Estado de la banda ancha 2015: La banda ancha, fundamento del desarrollo sostenible [Online]. Disponible en: <http://www.broadbandcommission.org/Documents/publications/bb-annualreport2015-highlights-es.pdf>

[27] ITU. (2010, Octubre). La Comisión de la banda ancha para el desarrollo digital [Online]. Disponible en: <https://www.itu.int/net/itunews/issues/2010/08/11-es.aspx>

[28] ITU.2015. Broadband Targets for 2015 [Online]. Disponible en: http://www.broadbandcommission.org/Documents/publications/Broadband_Targets.pdf

[29] ITU, 2015. Informe sobre Medición de la Sociedad de la Información [Online]. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2015/MISR2015-ES-S.pdf>

[30] MINTEL, (2016, Agosto 30). Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016-2021 [Online]. Disponible en: http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Libro_plan_tti_REGISTRO-OFICIAL_30_AGOSTO.pdf

ANEXOS

Lista de abreviaturas

AMPS:	Sistema Telefónico Móvil Avanzado.
ARCOTEL:	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.
CITEL:	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones.
CMR-15:	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2015.
CRIEEL:	Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Litoral.
DVB-T:	Difusión de Video Digital Terrestre.
EDGE:	Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución del GSM.
FCC:	Comisión Federal de Comunicaciones.
F-OFDM:	OFDM filtrado.
GPRS:	Servicio General de Paquetes Vía Radio.
HSDPA:	Acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad.
IoT:	Internet of Things (Internet de las cosas). Conexión de cualquier dispositivo u objeto a internet.
INEC:	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos.
IMT-2020:	Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2020.
IP:	Protocolo de Internet.
KPI:	Indicador clave de rendimiento.
LTE:	Evolución a Largo Plazo.
MIMO:	Múltiples entradas múltiples salidas.
MINTEL:	Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información.
NFV:	Virtualización de funciones de red
NMT:	Telefonía Móvil Nórdica.

OFDM:	Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales.
PIB:	Producto Interno Bruto.
PMA:	Países menos adelantados.
PyMEs:	Pequeñas y medianas empresas.
SDN:	Redes definidas por software.
SCMA:	Acceso múltiple por código dispersos
SMA:	Servicio Móvil Avanzado, Servicio final de telecomunicaciones del servicio móvil terrestre.
TACS:	Sistema de Comunicación de Acceso Total.
TIC:	Tecnología de Información y la Comunicación.
UIT:	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
UIT-T:	Las Comisiones de Estudio del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT.
UMTS:	Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles.