

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES**

**TESIS DE GRADO**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS DE MERCADO PARA LA PROVISIÓN DE SERVICIOS LTE EN  
EL ECUADOR”**

**CEVALLOS CALDERÓN**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MASTER EN REDES DE COMUNICACIONES**

Quito – 2015

## **DECLARACIÓN**

Yo, Verónica Fernanda Cevallos Calderón, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador – PUCE, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente

Verónica Fernanda Cevallos Calderón

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios quien ha sido y será siempre fuente de mi inspiración en cada día y oportunidad que tengo en la vida. A pesar de que no se encuentre físicamente, me acompaña y me cuida cada día desde que amanece.

También le dedico este trabajo a mi madre, como agradecimiento a todo lo que ha hecho por mí, especialmente porque gracias a ella he podido realizar esta maestría y gracias a ella he podido crecer profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios que me ha permitido tener la suficiente fuerza de voluntad y cariño para seguir esta maestría, porque aunque físicamente no lo pueda ver, siento que EL siempre está conmigo y me acompaña en los mejores y peores momentos incondicionalmente.

También agradezco a mis padres, quienes con su amor, comprensión y tolerancia han sido mi soporte y apoyo incondicional en los mejores y peores momentos.

Agradezco especialmente a mi madre, ya que gracias a ella he tenido la oportunidad de salir adelante y crecer profesionalmente, con su apoyo, ayuda y tolerancia diaria he tenido la oportunidad de realizar este trabajo y esta maestría.

Finalmente, quiero agradecer al Ing. Francisco Balarezo, que con su conocimiento y sabiduría supo guiarme en este trabajo, y también supo incentivarme para desarrollar esta investigación.

# ÍNDICE

## Contenido

DECLARACIÓN.....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
RESUMEN.....	15
ABSTRACT .....	16
CAPÍTULO 1 .....	17
MARCO TEÓRICO .....	17
1.1. Antecedentes del Mercado de LTE en el Ecuador. ....	17
1.2. Consecuencias .....	22
1.3. Introducción.....	22
1.4. Objetivos.....	25
Objetivo General: .....	25
Objetivos Específicos: .....	25
1.5. Justificación.....	26
1.6. Estudio del Estado del Arte de LTE .....	28
1.6.1. Introducción del Sistema LTE. ....	32
1.6.2. Frecuencias para el sistema LTE asignadas de CNT. ....	45
1.6.3. Frecuencias para otros operadores. ....	48
1.7. Comparación de los proveedores de servicios de tráfico de datos móviles en el Ecuador y su posición en el mercado.....	51
1.8. Estudios estadísticos de los estratos sociales en el Ecuador para conocer el poder adquisitivo. ....	60
1.9. Estadísticas del número de usuarios que acceden a la red de Internet mediante smartphones.....	75
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA .....	85
2.1. Principio de LTE. ....	85
Fundamentos de OFDM.....	86

Fundamentos de SC-FDMA .....	90
2.1.1. Arquitectura de Red del Sistema LTE.....	92
2.1.2. Requerimientos de LTE.....	97
2.1.3. Características y Funcionamiento del sistema. ....	99
2.2. Interfaces del Sistema LTE.....	105
Interfaz de Radio .....	110
2.2.1. Confiabilidad de la red en un Sistema LTE.....	112
2.2.2. Calidad de servicio en una red LTE .....	113
2.2.3. Mecanismo de detección de errores .....	117
2.2.4. Seguridad .....	120
2.3. Proveedores de la tecnología LTE .....	124
2.3.1. Huawei Technologies .....	125
2.3.2. Alcatel-Lucent .....	127
2.4. Proveedores locales del servicio. ....	129
CAPÍTULO 4 .....	195
4.1 Conclusiones.....	195
4.2 Recomendaciones .....	197
BIBLIOGRAFÍA:.....	199
[11] Diario la Hora, Ecuador , CNT desplegará LTE con tecnología de Huawei, 17 de Mayo del 2013. Obtenida de: <a href="http://www.signalstelecomnews.com/index.php/mercados/77-inicio/7203-ecuador-cnt-desplegara-lte-con-tecnologia-de-huawei">http://www.signalstelecomnews.com/index.php/mercados/77-inicio/7203-ecuador-cnt-desplegara-lte-con-tecnologia-de-huawei</a> .....	200
[13] Revista electrónica On Digital Magazine, Alcatel-Lucent y la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT). Obtenida de: <a href="http://www.ondigitalmagazine.com/2013/09/alcatel-lucent-y-cnt-despliegan-la-primera-red-4g-lte-de-ultra-banda-ancha-en-ecuador/">http://www.ondigitalmagazine.com/2013/09/alcatel-lucent-y-cnt-despliegan-la-primera-red-4g-lte-de-ultra-banda-ancha-en-ecuador/</a> .....	200
[14] EF el Ciudadano, La tecnología 4g LTE llegará para los ecuatorianos, 08 de Agosto del 2013. Obtenida de: <a href="http://www.elciudadano.gob.ec/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=44472:la-tecnologia-4g-lte-llegara-para-los-ecuatorianos&amp;catid=4:social&amp;Itemid=45">http://www.elciudadano.gob.ec/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=44472:la-tecnologia-4g-lte-llegara-para-los-ecuatorianos&amp;catid=4:social&amp;Itemid=45</a>	201
GLOSARIO DE TERMINOS.....	206

ANEXO ..... 211

## ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfica 1 Evolución de las tecnologías de comunicaciones móviles[1] .....	31
Gráfica 2 Solución de Red de GSM a LTE[28].....	34
Gráfica 3 OFDMA y SC-FDMA[28].....	36
Gráfica 4 Demanda LTE a nivel mundial[6] .....	42
Gráfica 5 Número de usuarios LTE a nivel mundial[6].....	44
Gráfica 6 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2008).....	51
Gráfica 7 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2009).....	53
Gráfica 8 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2010).....	54
Gráfica 9 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2011).....	55
Gráfica 10 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2012).....	56
Gráfica 11 Participación de las operadoras en el Mercado Ecuatoriano[34].....	59
Gráfica 12 Bienes adquiridos en Tecnología Nivel A .....	63
Gráfica 13 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel B.....	65
Gráfica 14 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel C+ .....	67
Gráfica 15 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel C- .....	69
Gráfica 16 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel D .....	70
Gráfica 17 Estratificación del Nivel Socioeconómico en el Ecuador.....	74
Gráfica 18 Modelo del TSUNAMI de Datos[6].....	75
Gráfica 19 Proveedores de Internet Móvil en el Ecuador .....	82
Gráfica 20 Principio LTE (OFDM)[36].....	86
Gráfica 21 Eficiencia espectral mejorada .....	87

Gráfica 22 Reducción del impacto por Interferencia Intersimbólica (ISI) .....	88
Gráfica 23 .....	88
Gráfica 24 Protección mejorada contra el desvanecimiento de frecuencia .....	89
Gráfica 25 Fundamentos SC-FDMA .....	91
Gráfica 26 Arquitectura de Red del Sistema LTE .....	92
Gráfica 27 Arquitectura LTE[38] .....	96
Gráfica 28 servicios portadores radio y S1 a través de la interfaz S1-MME[43].....	107
Gráfica 29 Interfaz X2[44].....	109
Gráfica 30 Mecanismos de transferencia de información en la interfaz de radio[43].....	112
Gráfica 31 Dominios de Seguridad (3GPP TS 33.401)[43].....	122
Gráfica 32 Logo de Huawei Technologies .....	125
Gráfica 33 LOGO de la empresa Europea Alcatel-Lucent.....	127
Gráfica 34 Logo de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.....	129
Gráfica 35 Situación del Mercado Actual LTE en el Ecuador .....	138
Gráfica 36 Resultado de la pregunta 2 ¿Con qué frecuencia utiliza en su smartphone la red de datos? .....	148
Gráfica 37 Resultado de la pregunta 3¿Contrataría el servicio LTE con MIFI incluido cuyo precio mensual es de \$29 e incluye 2GB? .....	150
Gráfica 38 Resultado Pregunta 4 ¿Cambiaría su servicio actual por uno que le ofrezca mayor velocidad a tiempo real con un precio mensual de \$140 que incluye MIFI y 15 GB Mensuales? .....	153
Gráfica 39 Resultado pregunta 5 ¿Cambiaría su smartphone por uno que soporte la tecnología 4G y que su precio este desde \$700 hasta \$1000 o más?.....	155

Gráfica 40 Resultado Pregunta 6 ¿Cuán frecuente utiliza aplicaciones para jugar en línea a tiempo real desde su smartphone o ipad? .....	158
Gráfica 41 Respuesta pregunta 10 ¿Tiene usted contratado un plan de datos para su smartphone? .....	161
Gráfica 42 Proveedores de Internet Móvil en el Ecuador .....	165
Gráfica 43 Resultado Pregunta 7 De las siguientes aplicaciones descritas a continuación, escoja cual utiliza por lo menos una vez por semana .....	167
Gráfica 44 Respuesta pregunta 9 ¿Cuántas personas en su familia acceden a aplicaciones multimedia que requieran el uso de datos desde su smartphone?.....	170
Gráfica 45 Países que lanzaron al Mercado las redes 4G en el año 2013.....	175
Gráfica 46 Evolución del internet móvil en el Mercado Local .....	183
Gráfica 47 Tasa de incremento de usuarios anual en Claro .....	184
Gráfica 48 Tasa de incremento de usuarios anual en Movistar .....	185
Gráfica 49 Tasa de incremento de usuarios anual en CNT E.P.....	186
Gráfica 50 Densidad de Internet Móvil en el Ecuador .....	187
Gráfica 51 Usuarios que adquirirían el servicio LTE .....	188
Gráfica 52 Usuarios que adquirirían un terminal LTE .....	189
Gráfica 53 Planes de datos y los usuarios que lo adquieren .....	191
Gráfica 54 Estimación del número de usuarios que accederán a la red LTE en la CNT E.P. en 5 años .....	194

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 LTE Vs 3G[6] .....	33
Tabla 2 Ejemplo del tráfico de Datos a nivel Mundial[6] .....	38
Tabla 3 Demanda de LTE [6] .....	40
Tabla 4 LTE en marcha a nivel mundial .....	40
Tabla 5 Número de usuarios LTE a nivel mundial .....	43
Tabla 6 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2008)[32] .....	51
Tabla 7 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2009)[32] .....	53
Tabla 8 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2010)[32] .....	53
Tabla 9 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2011)[32] .....	54
Tabla 10 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2012)[32] .....	55
Tabla 11 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel A.....	62
Tabla 12 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel B.....	64
Tabla 13 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel C+ .....	66
Tabla 14 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel C- .....	68
Tabla 15 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel D .....	70
Tabla 16 Estratificación del Nivel Socioeconómico en el Ecuador .....	73
Tabla 17 Tráfico de datos en el 2011 .....	76
Tabla 18 Tráfico de datos en el 2012 .....	78
Tabla 19 Tráfico de datos en el 2017 .....	80
Tabla 20 Número de usuarios desde el 2009 hasta el 2013 para todas las operadoras ...	83

Tabla 21 Valores de QCI Estandarizados[43] .....	114
Tabla 22 Tarifas de Planes Postpago[39] .....	132
Tabla 23 Tarifas de Planes Prepago [40].....	135
Tabla 24 Situación Actual del Mercado LTE en el Ecuador .....	138
Tabla 25 Significado de los elementos de la fórmula del muestreo estadístico.....	140
Tabla 26 Resultado de la pregunta 2 ¿Con qué frecuencia utiliza en su smartphone la red de datos? .....	147
Tabla 27 Resultado de la pregunta 3¿Contrataría el servicio LTE con MIFI incluido cuyo precio mensual es de \$29 e incluye 2GB?.....	149
Tabla 28 Resultado Pregunta 4 ¿Cambiaría su servicio actual por uno que le ofrezca mayor velocidad a tiempo real con un precio mensual de \$140 que incluye MIFI y 15 GB Mensuales? .....	152
Tabla 29 Resultado pregunta 5 ¿Cambiaría su smartophone por uno que soporte la tecnología 4G y que su precio este desde \$700 hasta \$1000 o más?.....	154
Tabla 30 Resultado Pregunta 6 ¿Cuán frecuente utiliza aplicaciones para jugar en línea a tiempo real desde su smartphone o ipad?.....	157
Tabla 31 Respuesta pregunta 10 ¿Tiene usted contratado un plan de datos para su smartphone? .....	160
Tabla 32 Número de usuarios desde el 2009 hasta el 2014 para todas las operadoras .	164
Tabla 33 Resultado Pregunta 7 De las siguientes aplicaciones descritas a continuación, escoja cual utiliza por lo menos una vez por semana.....	166
Tabla 34 Respuesta pregunta 9 ¿Cuántas personas en su familia acceden a aplicaciones multimedia que requieran el uso de datos desde su smartphone?.....	169

Tabla 35 Grupo etario por edad con mayor uso de smartphone.....	172
Tabla 36 Países que lanzaron al Mercado las redes 4G en el año 2013 [47].....	174
Tabla 37 Número de usuarios que acceden al internet móvil en el 2013 .....	178
Tabla 38 Evolución del internet Móvil en el Mercado Local[53].....	182
Tabla 39 Tasa de incremento de usuarios anual en Claro.....	183
Tabla 40 Tasa de incremento de usuarios anual en Movistar .....	184
Tabla 41 Tasa de incremento de usuarios anual en CNT E.P. ....	185
Tabla 42 Densidad de Internet Móvil .....	187
Tabla 43 Usuarios que adquirirían el servicio LTE .....	188
Tabla 44 Usuarios que adquirirían un terminal LTE .....	189
Tabla 45 Planes de datos y los usuarios que lo adquieren.....	190
Tabla 46 Media del número de usuarios inscritos en la red de internet móvil de CNT E.P. en los últimos 3 años .....	193
Tabla 47 Estimación del número de usuarios desde el año 2015 hasta el 2019.....	194

## RESUMEN

Esta investigación presenta el análisis del mercado para la provisión de servicios LTE en el Ecuador, el cual está constituido por varias fases de estudios, que ha permitido determinar el estado actual del mercado LTE en el Ecuador y las proyecciones del mercado en 5 años.

Mediante el marco teórico, se obtiene la base del fundamento para realizar el estudio del mercado LTE, análisis y las proyecciones que nos permitirán conocer el crecimiento de la tecnología LTE en el mercado de las telecomunicaciones dentro del país.

El estudio de mercado se realizó en base a la investigación de los niveles socioeconómicos del país, evolución del internet móvil dentro del mercado ecuatoriano y mediante encuestas realizadas a los usuarios, que ha permitido conocer la capacidad adquisitiva de los mismos para la tecnología 4G, y la acogida que tiene el mercado.

## **ABSTRACT**

This paper presents the analysis of the Market for the provision of LTE services in Ecuador, which consists of several phases of studies and analysis, that permits to determine the current status of the LTE Market in Ecuador and the projection of the Market in Ecuador in the next five years.

However, using all the theory and the framework, it could be obtained the base of the fundamentals of LTE Market and the projections that will allow to know the growth of the technology LTE in the telecommunications market in Ecuador.

The study for the LTE market in Ecuador was based on the investigation of the socioeconomic levels in the country, the evolution of the Movil Internet in Ecuadorian Market and using surveys to users, that revealed the purchasing power of users to 4G technology, and the acceptance that this has on the market.

# **CAPÍTULO 1**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes del Mercado de LTE en el Ecuador.**

En los últimos años, la evolución de las telecomunicaciones ha contribuido a un cambio social y económico a nivel mundial, habilitando la comunicación entre los distintos pueblos y proporcionando la facilidad de intercambiar información, contribuyendo así al desarrollo de las culturas y sociedades en todo el mundo.

Hoy en día, la inminente caída de los ingresos por concepto de llamadas en la industria de las telecomunicaciones está haciendo cambiar los servicios proporcionados por las operadoras móviles.

A nivel mundial, los usuarios utilizan alto tráfico de datos mediante sus dispositivos móviles, por esta razón la tecnología móvil esta evolucionado a 4G, este sistema permite mezclar mayor velocidad y menor latencia en su servicio de internet móvil , brindado así más oportunidades para desarrollar nuevos servicios personalizados para el usuario, razón por la cual, se requiere

conocer la acogida que tendrá este nuevo sistema de comunicaciones en el país según las aplicaciones que cada consumidor requiera.

En América Latina, aproximadamente una de cada tres personas que se conectan a la red de Internet de alta velocidad lo hace desde un dispositivo móvil. La empresa Alcatel-Lucent indica que con la tendencia de las comunicaciones móviles en la actualidad, las mismas evolucionarán por completo en el año 2014 superando a las fijas con las cuales hoy en día es posible navegar en la red de Internet desde una empresa o casa.[12]

Según el estudio de Alcatel-Lucent, el LTE (Long Term Evolution) es hasta 10 veces más rápido que la red 3 G y permite velocidades de bajada de hasta 100 Mbps y entre 40-60 Mbps de subida, con unas cifras de latencia de 20 a 25 milisegundos[12]. Es decir, cuando se mezcla mayor velocidad y menor latencia, es posible crear nuevos servicios de banda móvil con facilidades personalizadas para aplicaciones como video bajo demanda, videoconferencia, juegos móviles, aplicaciones de Internet móvil y aplicaciones de 'cloud computing'.

Según estimaciones para el año 2016, los ingresos generados por el servicio de voz habrán caído un 5% hasta los 628 billones de dólares, mientras que el llamado "tsunami de datos" sigue su inexorable avance. José Arias, socio y

vicepresidente de Booz& Company en España, explica que “los datos sobre redes móviles seguirán creciendo a un ritmo de casi un 80% anual y del 28% en las redes fijas. Un crecimiento que provocará que el volumen de tráfico de datos se duplique cada dos años y medio en todo el mundo. Ello surge en paralelo al desarrollo de oportunidades de negocio vinculadas a nuevos desarrolladores y comercializadores de aplicaciones y servicios”[6].

La evolución de las telecomunicaciones hacia el sistema LTE, se ha desarrollado debido a la saturación en las infraestructuras actuales a nivel global que obliga a llevar a cabo fuertes inversiones en capacidad y en mejoras tecnológicas para garantizar una gestión eficiente. Los smartphones y las tablets, con un potencial de crecimiento extraordinario, son las claves del desarrollo de los fabricantes de terminales. Se prevé un aumento de usuarios de smartphones de 1.300 millones en los próximos tres años en los ocho principales mercados.[7]

La presión existente sobre los altos niveles de ingresos y los requerimientos de inversión para desarrollar nuevas redes, ha acelerado la tendencia de consolidación del mercado de tráfico de datos mediante dispositivos móviles, lo cual es un factor de estabilización de ingresos y márgenes a largo plazo.

En lo referente al análisis de mercado de LTE en el país, con respecto al tráfico de datos, se puede mencionar que en el Ecuador al momento la introducción del sistema LTE lo proveerá la CNT por primera vez en el Ecuador, desplegando esta tecnología en dispositivos inteligentes. Esto es posible debido a que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resolvió autorizar el uso de 30 Mhz en la banda de 700 Mhz y de 40 Mhz más en la banda de 1700-2100 que tiene concesionada. [7]

De acuerdo a una publicación del diario LA HORA, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones desplegará LTE con tecnología de Huawei para la región Sierra del País. Esta publicación fue realizada el viernes 17 de mayo del 2013 en la cual se indica que Huawei Technologies es uno de los proveedores de la tecnología e infraestructura LTE para el despliegue del operador estatal CNT. Además, la CNT anunció que a mediados del año 2013 desarrollará la tecnología 4G en el Ecuador, una vez que el CONATEL ha asignado las frecuencias de operación para CNT. [11]

Jacinto Bonilla, de la firma china Huawei, informa que para los equipos Huawei, solo es necesario ingresar una tarjeta a la radio base instalada a escala Nacional y los módulos de radio frecuencia. Por otro lado, indica que “el Ecuador no puede definir el espectro de banda de forma aislada, tiene que adherirse a los países de la región, pues solo con eso se puede garantizar una

economía de escala en la evolución de redes y dispositivos móviles; ningún fabricante va a desarrollar una infraestructura de red ni terminales que trabajen solamente en Ecuador”[12].

La Revista Digital OnDigital informa que la CNT implantará el sistema LTE mediante la tecnología de Alcatel-Lucent para la zona del Pacífico, ofreciendo servicios móviles convergentes mejorados como streaming de video de alta definición a sus clientes ecuatorianos.

En adición, El gerente general de la CNT afirmó que “la empresa pública demuestra su liderazgo en el despliegue de 4G LTE, así como la integración de servicios fijos, móviles y convergentes. La CNT está comprometida con seguir mejorando su cobertura y la calidad de la conectividad, brindando los más altos estándares de servicio, con inversiones en nuevas plataformas tecnológicas y ampliando sus redes de telecomunicaciones. Llevar banda ancha móvil de gran velocidad a nuestros clientes es parte de ese compromiso”[13].

Carlos Peña, líder de la región Andina de Alcatel-Lucent precisó que el acuerdo con la CNT “es un claro ejemplo de la manera en que las soluciones de Alcatel-Lucent responden a las necesidades de nuestros clientes. CNT confió en nosotros para ayudarles a ser el primer proveedor de servicios en Ecuador en ofrecer servicios de 4G LTE, proveyendo conectividad súper rápida y una

amplia gama de aplicaciones en todo el país, particularmente en zonas con limitada cobertura”[13].

## **1.2. Consecuencias**

- Comunicación para la carga y descarga de datos con alta velocidad a menor latencia.
- Innovación de la tecnología de las telecomunicaciones a nivel nacional.
- El crecimiento de las telecomunicaciones en el país permite que el mismo crezca a nivel económico.

## **1.3. Introducción**

Este trabajo presenta un análisis de mercado para la provisión de servicios LTE en el Ecuador. El fin principal de esta investigación es estudiar las tendencias locales del mercado de la telefonía celular específicamente en la transmisión de datos a través de smartphones en el país, mediante estadísticas actuales y encuestas identificando los beneficios que proporciona este nuevo sistema al usuario final.

Por otro lado, este análisis permitirá conocer la recepción de la nueva tecnología en el Ecuador, para esto es indispensable conocer las características, beneficios y funcionalidades que nos ofrece la tecnología 4G, por lo cual se requiere realizar un estudio del Arte del nuevo sistema que se introducirá en el mercado de las telecomunicaciones del Ecuador.

Actualmente, en el Ecuador existen tres operadores de telefonía móvil que ofrecen los servicios de transmisión de datos mediante la tecnología 3G, por lo cual se requiere realizar un análisis de mercado comparativo de los mismos, mediante estadísticas para determinar que operador tiene más tráfico de datos y conocer la posición de cada uno en el mercado,.

Además, es necesario realizar un estudio de la introducción de la tecnología LTE para conocer en qué posición se encuentra el Ecuador a nivel regional en cuanto a la evolución de las telecomunicaciones.

A nivel mundial, los usuarios utilizan alto tráfico de datos mediante sus dispositivos móviles, por esta razón la tecnología móvil a evolucionado a 4G, este sistema permite mezclar mayor velocidad y menor latencia en su servicio de internet móvil brindado así más oportunidades para desarrollar nuevos servicios personalizados para el usuario, razón por la cual, se requiere conocer

la acogida que tendrá este nuevo sistema de comunicaciones en el país según las aplicaciones que cada consumidor requiera.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo General:**

Realizar un análisis de mercado para la provisión de servicios LTE en el Ecuador

### **Objetivos Específicos:**

1. Analizar el estado del arte respecto al sistema LTE, arquitectura de red, confiabilidad y calidad de servicio de la red.
2. Determinar los antecedentes de Mercado locales y globales en cuanto a la transmisión de datos.
3. Identificar el mercado local para los servicios LTE en función de las aplicaciones utilizadas para el usuario.
4. Realizar un análisis regional sobre el mercado LTE.
5. Identificar el tamaño de mercado ecuatoriano para el servicio de la tecnología LTE.

## **1.5. Justificación**

Hoy en día estamos experimentando la alta penetración de la Internet a nivel mundial, debido al consumo elevado de datos a través de dispositivos móviles. El tráfico de datos móviles aumenta agresivamente debido a la adopción de smartphones, tablets y al alto interés por el uso de aplicaciones que requieren de un gran ancho de banda. Frente al escenario mencionado anteriormente, LTE ha sido adoptado como la próxima tecnología por la mayor parte de los operadores celulares del mundo.

La evolución de las telecomunicaciones hacia el sistema LTE o 4G, se ha desarrollado debido a la saturación en las infraestructuras actuales a nivel global que obliga a llevar a cabo fuertes inversiones en capacidad y en mejoras tecnológicas para garantizar una gestión eficiente. Los smartphones y las tablets, con un potencial de crecimiento extraordinario, son las claves del desarrollo de los fabricantes de terminales. Se prevé un aumento de usuarios de smartphones de 1.300 millones en los próximos tres años en los ocho principales mercados.[7]

Según ABI Research, el número de suscriptores LTE fue de aproximadamente 58 millones al final de 2012. En el tercer trimestre del año 2012, según 4G

Americas, había 43,7 millones de accesos 4G (LTE) en el mundo, siendo 22,3 millones (51%) en los EUA y Canadá, un 45% en la región de Asia Pacífico y un 4% en Europa.

Finalmente, En Enero del 2013, había 154 redes de LTE en operación comercial en el mundo en 68 países.[5]

Actualmente, la tecnología LTE está ingresando al país, ofreciendo mayor velocidad y menor latencia para los dispositivos inteligentes, lo cual le permite al usuario final navegar en la Internet con mayor ancho de banda y disfrutar de las aplicaciones de entretenimiento y servicios como videoconferencias, tv interactiva y cloud computing sin retrasos en la conexión [4].

Debido a que nos encontramos viviendo en la era de la evolución de la tecnología y las telecomunicaciones para dispositivos móviles, surge la idea de realizar un estudio de mercado que nos permita conocer la recepción de esta nueva tecnología en el país y las tendencias locales del mercado de LTE en el Ecuador, a pesar de las limitaciones económicas y restricciones en la importación de tecnología inteligente existente.

La importancia de este proyecto radica en el impacto que tendrá en el Ecuador la introducción de la tecnología LTE y la acogida que tendrá en el país, teniendo en cuenta que los primeros en proporcionar este servicio será la CNT a quienes el CONATEL les ha concesionado las frecuencias de operación para ser los

primeros en poner en desplegar el nuevo sistema. Este avance tecnológico de CNT, que será masificado en dispositivos inteligentes a bajo costo en el marco del programa gubernamental de inclusión digital.

Hay incipientes estudios realizados con respecto al análisis de mercado de LTE en el Ecuador.

#### **1.6. Estudio del Estado del Arte de LTE**

La tecnología LTE, es un sistema de telefonía móvil de banda ancha basado en su totalidad en IP. La tecnología de cuarta generación está estandarizada por la Release 8 del 3rd Generation Partnership Project (3GPP) y es una evolución mejorada de GSM y WCDMA/HSPA y una parte integral del concepto de movilidad del 3GPP.

GSM también conocido como Sistema Global para Comunicaciones Móviles es una tecnología inalámbrica de segunda generación (2G) que presta servicios de voz de servicios de datos conmutados por circuitos en la banda de 850, 900, 1800 y 1900MHz. Esta tecnología permite que más de dos usuarios compartan un mismo canal de radio mediante TDM, el cual divide un canal en seis ranuras de tiempo, para la transmisión se asigna a cada llamada una ranura de

tiempo para que múltiples llamadas compartan un mismo canal sin que obstruya a las demás llamadas.

WCDMA se basa en CDMA conocido como acceso múltiple por separación de código, permitiendo que todos los usuarios transmitan simultáneamente, sin que exista separación en el tiempo mediante TDMA, y el mismo ancho de banda ya que no existe separación en la frecuencia mediante FDMA, con lo cual los usuarios son discriminados mediante un código que los identifica de forma única. WCDMA proporciona mayores tasas binarias hasta de 2Mbps y una gran flexibilidad para transportar diferentes servicios de acceso como voz y datos.

La principal diferencia del sistema LTE con los anteriores es que en esta nueva tecnología la velocidad de acceso es de 100Mbps en descarga de datos, 50 Mbps (en promedio) en carga, y 1Gbps en reposo.

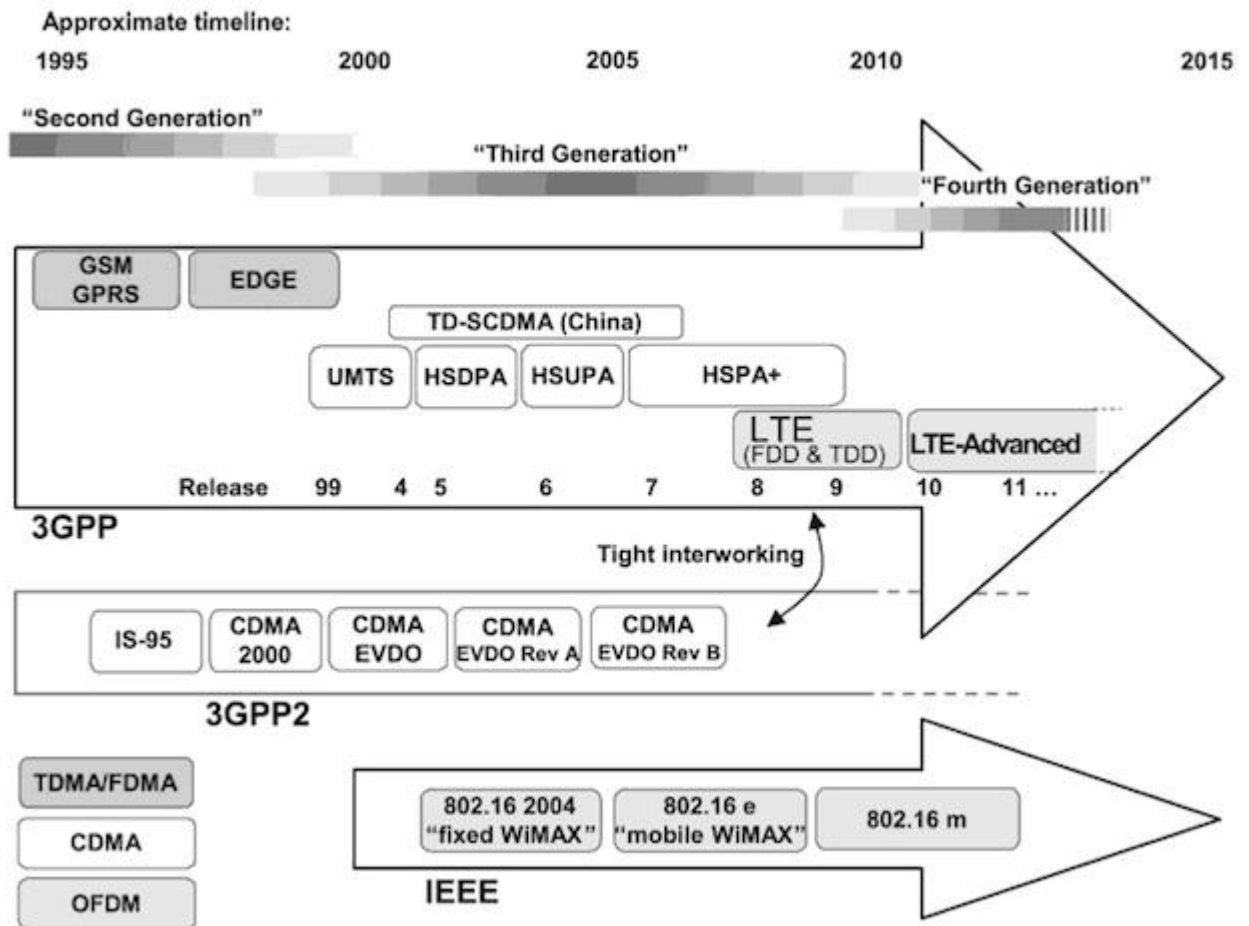
Por otro lado, este sistema ofrece el servicio de convergencia entre las redes alámbricas e inalámbricas brindando el máximo rendimiento en procesamiento, manteniendo la calidad de servicio, y permite a los usuarios acceder a servicios de cualquier clase a tiempo real, en cualquier lugar que se desee.

LTE conocido como la evolución de radio y núcleo de red, está definida por la Release 8 de la 3GPP, la misma que en diciembre del 2008 ha dado las bases

y especificaciones para la introducción de esta tecnología al mercado, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Necesidad de asegurar la continuidad de competitividad del sistema 3G para el futuro.
- Demanda del usuario para descarga de datos y calidad de servicio.
- Sistema de conmutación de paquetes optimizado.
- Demanda continua de reducción de costos
- Baja complejidad
- Evitar la fragmentación innecesaria de tecnologías pareadas

A pesar de las mejoras realizadas, en el 2008 la ITU (Unión Internacional de Telecomunicación) asignó el término IMT-Advanced para identificar sistemas con capacidad superior a aquellas de IMT-2000. Estas tecnologías son UMTS/WCDMA, CDMA 20001xRTT/1xEV-DO, y TD-SCDMA, así como WiMAX y LTE. El requisito de IMT-Advanced para tasa de datos es de 100 Mbps para alta movilidad y de 1 Gbps para baja movilidad, razón por la cual que LTE (tal y como está definido en 3GPP Release 8) no es realmente un sistema verdaderamente 4G[19].



**Gráfica 1 Evolución de las tecnologías de comunicaciones móviles** ¡Error! No

se encuentra el origen de la referencia.

LTE se ha anunciado como una tecnología 4G porque usa OFDM como método de acceso. Pero, a pesar de que un cambio en la tecnología de acceso típicamente significa un cambio de generación de tecnología móvil como por ejemplo 2G usa TDMA/FDMA y 3G usa CDMA, LTE no es oficialmente una

tecnología 4G. Puede ser visto como los últimos pasos hacia ella, y por esta razón cada vez se habla más de LTE como 3.9G[19].

LTE es una red de fácil despliegue gracias a que utiliza el sistema de conmutación de paquetes optimizado, el cual opera con el protocolo IP, lo que permite utilizar los servicios de VoIP, cloudcomputing, y navegar en la red de internet a alta velocidad con baja latencia. Adicionalmente, cabe recalcar, que este no puede gestionar SMS o conmutación de circuitos, es decir esta tecnología seguirá a cargo de GSM.

La empresa NTT DoCoMo en Japón, fue la primera en realizar experimentos con las tecnologías de cuarta generación, alcanzando 100 Mbps en un vehículo a 200 km/h. La firma lanzó los primeros servicios 4G basados en tecnología LTE en diciembre de 2010 en Tokyo, Nagoya y Osaka. En el resto del mundo se espera una implantación sobre el año 2020.[18]

#### **1.6.1. Introducción del Sistema LTE.**

UMTS introdujo el sistema 3G con una velocidad teórica de 2Mbps, el cual fue el primer estándar de banda ancha móvil proporcionado por las operadoras a nivel mundial. Los nuevos estándares de HSUPA y HSUPA+ dieron origen a 3,5

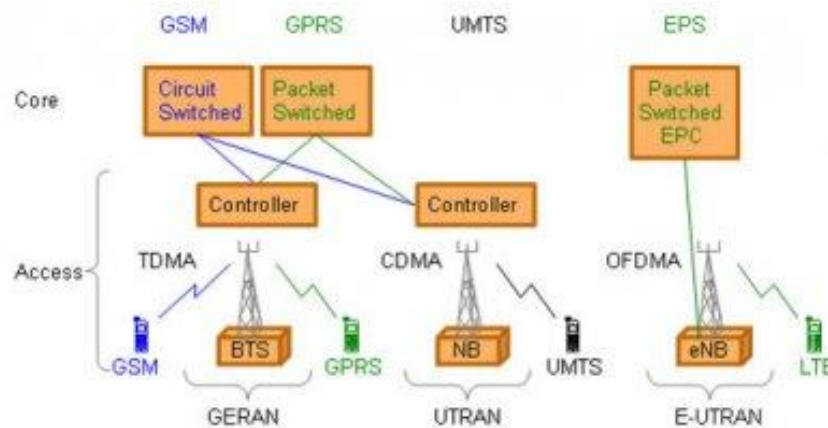
G con una velocidad de 14,4 Mbps. Actualmente, LTE, el nuevo sistema que se está introduciendo al Ecuador, proporciona una velocidad de hasta 100 Mbps.

## LTE Vs 3G

Tabla 1 LTE Vs 3G[6]

<b>LTE es una tecnología superior vs 3G</b>	
Velocidad	x 7
Latencia <sup>2</sup>	0,05
Eficiencia del Espectro	x2

E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Access Network) o LTE es también conocida como el sistema de acceso evolucionado de conmutación paquetes (EPS). Los requerimientos principales para el nuevo acceso de red son la alta eficiencia espectral, picos de datos altos, flexibilidad de frecuencia, baja latencia y alta velocidad.



**Gráfica 2 Solución de Red de GSM a LTE[28]**

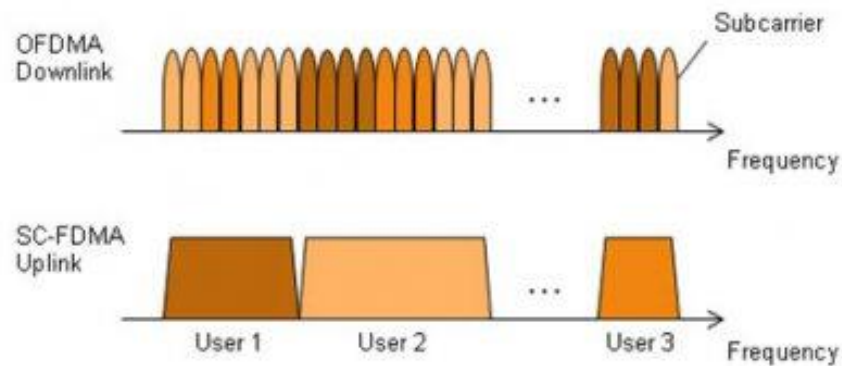
En la figura anterior, se puede observar el medio de acceso para cada tecnología, según la 3GPP, en donde cada User Equipment (UE) también conocido como terminal móvil accede a una red según la radio base que se encuentre más cercana. Es decir, para el primer caso un UE que se encuentre cerca de una BTS, enganchará en la red por el medio de acceso TDMA, por lo tanto el UE accede a la tecnología GSM el núcleo de la red también conocido como CORE utiliza la conmutación de circuitos para voz, mientras que para datos utiliza la conmutación de paquetes.

El UE que se encuentre cerca de un Nodo B (NB), enganchará a la red por el medio de acceso CDMA o WCDMA (para equipos Huawei), de este modo el UE accede a la tecnología UMTS, el núcleo de la red también conocido como CORE utiliza la conmutación de circuitos para voz, mientras que para datos utiliza la conmutación de paquetes.

Finalmente, si un UE se encuentra cerca de un eNB (eNode B), enanchará a la red por el medio de acceso OFDM, de este modo e UE accede al sistema LTE. Los servicios a tiempo real son transportados mediante IP, esto se debe a que el sistema LTE es basado en IP. La dirección IP se asigna cuando el móvil está encendido y se libera cuando se desconectan.[28]

Para facilitar la comunicación a tiempo real, y alcanzar altos rangos de datos, la nueva solución de acceso se convirtió en lo que ahora conocemos como LTE, que está basado en OFDM también conocido como La División Ortogonal de Frecuencia de Acceso Múltiple. OFDM ofrece un alto índice de modulación que comprende una mayor a la de 64 QAM, un gran ancho de banda superior a los 20 MHz, y la transmisión MIMO en descarga de datos (sobre los 4x4), además esta también es parte de la solución. Teóricamente, el rango de datos más alto comprende los 170 Mbps en uplink y con MIMO el rango puede ser mayor a los 300 Mbps en downlink.[28]

OFDM y SC-FDMA es una tecnología multiportadora, que subdivide el ancho de banda disponible en una multitud de subportadoras ortogonales de banda estrecha, las cuales se pueden compartir entre varios usuarios, por lo cual mediante procesadores rápidos es posible realizar la explotación de dominios de frecuencia y tiempo.



**Gráfica 3 OFDMA y SC-FDMA[28]**

**TENDENCIA EN EL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES DEL  
ACCESO A TRÁFICO DE DATOS MEDIANTE SMART PHONES A NIVEL  
MUNDIAL**

La caída de ingresos por voz ha sido inminente en la industria de las telecomunicaciones gracias al “tsunami de datos”, que ha definido su crecimiento en el año 2012 y ha explotado su máximo potencial en el año 2013, superando el número de terminales a la población humana.[6]

Según José Arias, socio y vicepresidente de Booz& Company en España, indica que “las infraestructuras actuales están llegando a un punto de saturación en todas las regiones del mundo, lo que obliga a inminentes inversiones agresivas

tanto en aumentos de capacidad como en mejoras tecnológicas para posibilitar la gestión eficiente del tráfico esperado. Aunque sin un modelo de monetización claro y demostrable todavía.”[6]

## Ejemplos del Crecimiento de Tráfico Móvil en el Año 2012 a nivel mundial

Tabla 2 Ejemplo del tráfico de Datos a nivel Mundial[6]

Región	Tráfico Móvil
<b>Korea</b>	Según lo ha reportado el regulador de Korea KCC, el tráfico móvil en 2G, 3G, y 4G ha incrementado aproximadamente un 80% entre Enero y Noviembre del 2012
<b>China</b>	El tráfico de datos ha crecido un 77% desde mediados del 2011 hasta mediados del 2012 en Mobile China. Mientras en enUnicom el tráfico de datos ha crecido 112% desde mediados del 2011 hasta mediados del 2012
<b>Japón</b>	Según el reporte realizado por regulador japonés MIC, el tráfico de datos móviles ha crecido un 113% desde septiembre del 2011 hasta septiembre del 2012
<b>Australia</b>	Según el reporte realizado por el regulador australiano ACMA, el tráfico de datos móviles ha crecido UN 40% desde mediados del año 2011 hasta mediados del año 2012

<b>Italia</b>	Según el reporte realizado por el regulador italiano AGCOM, el tráfico de datos móviles ha crecido un 32% año tras año
<b>Global</b>	En la compañía TELEFÓNICA año tras año el crecimiento de tráfico móvil es de 35%
	En Vodafone, año tras año el crecimiento de tráfico móvil es de 34%

## DEMANDA DE LTE

Tabla 3 Demanda de LTE [6]

LTE responde a una demanda real	
Demanda de Datos	+180% año tras año
dispositivos LTE	666 (x1,5 vs 2012)

## REDES LTE EN MARCHA EN TODO EL MUNDO

A continuación se describe la demanda anual del servicio LTE a nivel mundial

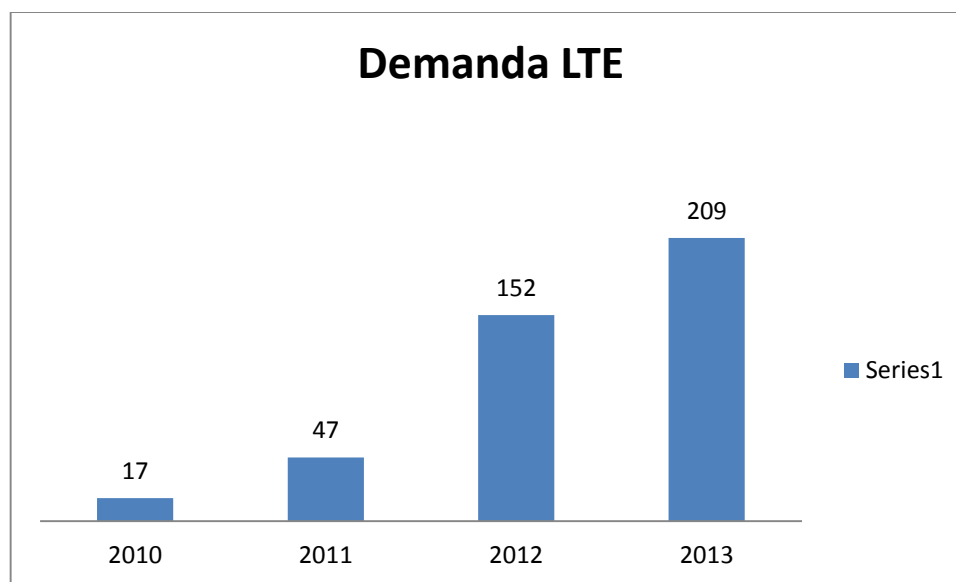
Tabla 4 LTE en marcha a nivel mundial

LTE responde a una demanda real	
Año	LTE en marcha a nivel mundial
2010	17
2011	47
2012	152

2013

209

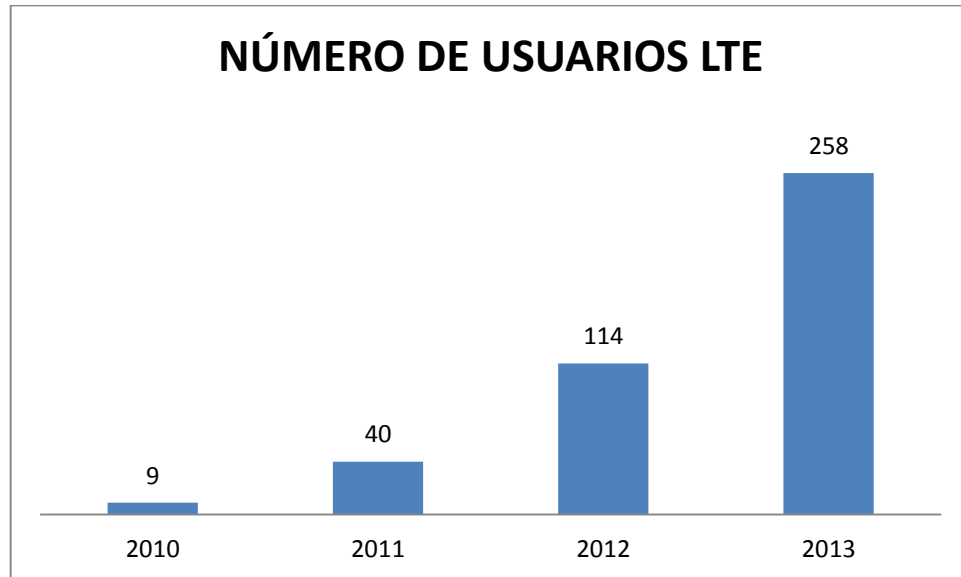
**Gráfica 4 Demanda LTE a nivel mundial[6]**



Actualmente, existen millones de usuarios que quieren acceder a la red LTE, a continuación se encuentra un resumen anual de los usuarios que acceden a la red LTE desde el año 2010 a nivel mundial según las estadísticas realizadas por Booz& Company

**Tabla 5 Número de usuarios LTE a nivel mundial**

<b>LTE responde a una demanda real</b>	
<b>Año</b>	<b>Número de usuarios</b>
2010	9
2011	40
2012	114
2013	258



**Gráfica 5 Número de usuarios LTE a nivel mundial[6]**

### **1.6.2. Frecuencias para el sistema LTE asignadas de CNT.**

La red de cuarta generación permite a sus usuarios descargarse 10 canciones de 50 MB en 20 segundos, de lo que en la red 3G tomaba 6.7 minutos, adicionalmente los usuarios pueden descargarse una película en alta definición en 13 minutos, con la red 3G esto era posible en 3 horas[52], esto se debe a que LTE permite realizar una descarga de datos y menor latencia puesto que los datos viajarán a 100 Mbps.

Las principales barreras de LTE incluyen la habilidad de los operadores de garantizar la disponibilidad del espectro radioeléctrico, ya que al momento existe cierta restricción en cuanto a la banda de frecuencia en la cual podrá desarrollarse este sistema a nivel mundial.

Para satisfacer las LTE demanda una gran cantidad recursos para su desarrollo, actualmente, se está abriendo un nuevo espectro sobre la banda de 2,6 GHz en Europa y la banda de 700 MHz en Estados Unidos. En Europa, Suecia fue el primero en subastar su espectro; los ganadores incluyen TeliaSonera, Telenor, Tele2 y Hi3G. Otros países que planean subastar la banda de 2.6 GHz son Italia, Austria, Inglaterra y los Países Bajos.[28]

A nivel mundial otra de las limitantes para el desarrollo del sistema de cuarta generación es el poder adquisitivo de smartphones de la sociedad. Puesto que los nuevos terminales que poseen la tecnología LTE, son de precio elevado debido a las prestaciones que ofrecen.

Además, para que LTE sobresalga en el mercado, es necesario que las operadoras a nivel mundial verifiquen que las aplicaciones para el usuario final permitan el despliegue de esta nueva tecnología.

En el Ecuador, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P. (Empresa Pública) ofrece servicios de telefonía fija y móvil eliminando las barreras entre fronteras y mejorando la infraestructura de sus equipos ofreciendo mejores prestaciones a sus usuarios finales.

Actualmente, la CNT está implementando la red móvil LTE, para sus usuarios a nivel nacional, esta implementación permite a los usuarios finales navegar en la red de internet con una velocidad de hasta 100Mbps y utilizar aplicaciones a tiempo real como VoIP y videoconferencias a bajo costo masificando así el uso de terminales inteligentes.

El creciente uso de tráfico de datos móviles y la innovación de aplicaciones y servicios como MM0G (Juegos Masivos Multijugador en línea), tv móvil, flujo de

datos contenidos, web 2.0, entre otros han originado el desarrollo de esta tecnología.

En el Ecuador la CNT E.P. es la primera empresa en telecomunicaciones que introducirá la tecnología LTE al país facilitando el acceso a tráfico de datos móviles mediante smartphones, con velocidades 10 veces más rápidas que las actuales.

El ente regulador de las telecomunicaciones en el Ecuador conocido como CONATEL, ha otorgado al operador estatal CNT la autorización para ofrecer servicios 4G mediante el sistema LTE en el país, razón por la cual asignó 30 MHz de espectro en la banda de 700 MHz, y 40 MHz de espectro en la banda de 1700 – 2100 MHz (AWS, Advanced Wireless Service) para el despliegue de esta tecnología.[14]

La adjudicación de frecuencias para LTE realizadas en el Ecuador se originó sin que participen otras operadoras privadas, razón por la cual el Ministerio de Telecomunicaciones ha indicado que la concesión de frecuencia a CNT está fundamenta en el principio que los servicios públicos de telecomunicaciones que le corresponden al Estado proporcionar, por lo que la asignación es directa y preferente.

Además, el Espectro radioeléctrico es considerado por la Constitución de la República como parte del sector estratégico, por tanto, el Estado se reserva el derecho de su administración, regulación, control y gestión. Dentro de este contexto, la legislación ecuatoriana de telecomunicaciones define como un recurso natural limitado, perteneciente al dominio público del Estado, inalienable e imprescriptible.[29]

La CNT por el momento es el único operador en el mercado ecuatoriano con licencia y espectro para introducir el sistema LTE al país, se espera que en los próximos meses se adjudique espectro para otros operadores para el despliegue de redes LTE.

### **1.6.3. Frecuencias para otros operadores.**

Al momento en el país, el CONATEL ha asignado el espectro radioeléctrico solamente a la CNT para que pueda despegar el sistema de cuarta generación. Por otro lado, según varios informes del MINTEL, se indica que, una vez que las otras operadoras cumplan con los requisitos, también pueden incrementar su cuota.[15]

Una de las razones, para que la CONATEL haya realizado la asignación de frecuencias de forma aislada se refiere al artículo 47 de la ley del Reglamento General mencionado a continuación:

En conformidad al artículo 47 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, señala: "El Espectro radioeléctrico es un recurso natural ilimitado perteneciente al dominio público del Estado, en consecuencia es inalienable e imprescriptible. " La planificación, administración y control de su uso corresponde al Estado a través del CONATEL, La Secretaría y la Superintendencia en los términos de la Ley Especial de Telecomunicaciones, sus reformas y este reglamento y observando las normas y recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.[30]

Razón por la cual los fabricantes de equipos como Huawei Technologies y Alcatel-Lucent están a la expectativa de la concesión de frecuencias a los operadores para realizar la prestación de sus servicios a las mismas

Salvador Alvarado, director técnico de Claro, indica que para que la operadora pueda adoptar esta nueva tecnología, se requiere adaptar los elementos y la arquitectura de red a nivel del 'core', transmisión, plataformas y estaciones celulares para que todas estas puedan soportar los requerimientos tecnológicos de LTE.

El gerente de Planificación e Ingeniería de Red de Movistar, indica que para que la operadora Movistar pueda introducir el sistema LTE en el mercado ecuatoriano, se requiere cambiar el núcleo de red y el acceso mientras que los usuarios deben adquirir nuevas terminales porque las existentes en el mercado ecuatoriano no soportan LTE.

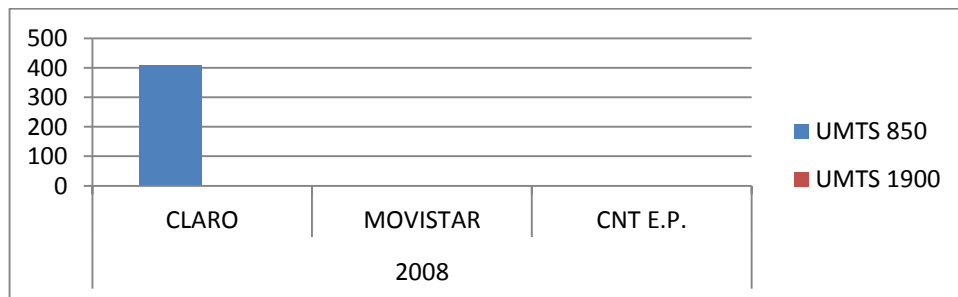
**1.7. Comparación de los proveedores de servicios de tráfico de datos móviles en el Ecuador y su posición en el mercado**

**Implementación de Radio Bases, para la tecnología 3G, para servicio SMA en el Ecuador**

En el Año 2008, los únicos proveedores que implementaron Radio bases para la tecnología 3G es CLARO, con un total de 409 radio bases a nivel nacional.

**Tabla 6 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2008)[32]**

TECNOLOGÍA	2008		
	CLARO	MOVISTAR	CNT E.P.
UMTS 850	409	0	0
UMTS 1900	0	0	0

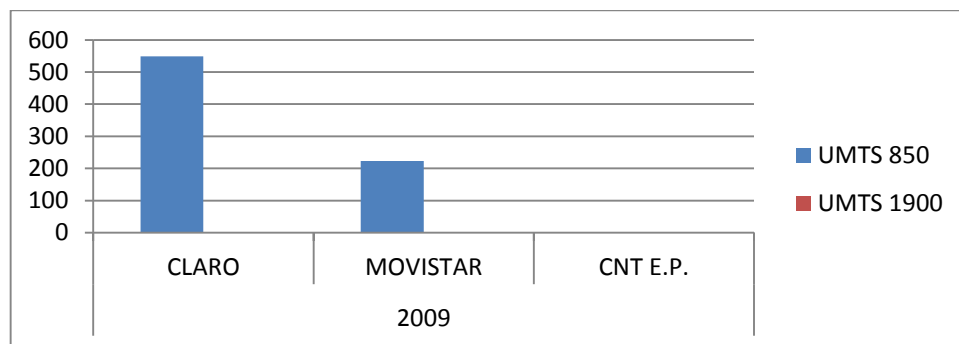


**Gráfica 6 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2008)**

Para el año 2009, Telefónica empieza a innovar la tecnología 3G instalando 223 radio bases a nivel nacional, mientras CLARO llevaba ya instaladas 549.

**Tabla 7 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2009)[32]**

TECNOLOGÍA	2009		
	CLARO	MOVISTAR	CNT E.P.
<b>UMTS 850</b>	549	223	0
<b>UMTS 1900</b>	0	0	0



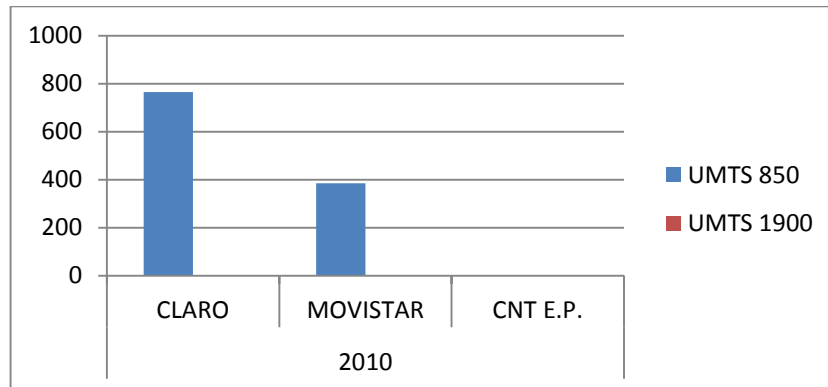
**Gráfica 7 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2009)**

En el año 2010, CLARO aún lleva ventaja en el mercado con la instalación de 765 radio bases a nivel nacional, mientras telefónica había instalado solamente 385 radio bases.

**Tabla 8 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2010)[32]**

TECNOLOGÍA	2010		
	CLARO	MOVISTAR	CNT E.P.
<b>UMTS 850</b>	765	385	0

<b>UMTS 1900</b>	0	0	0
------------------	---	---	---

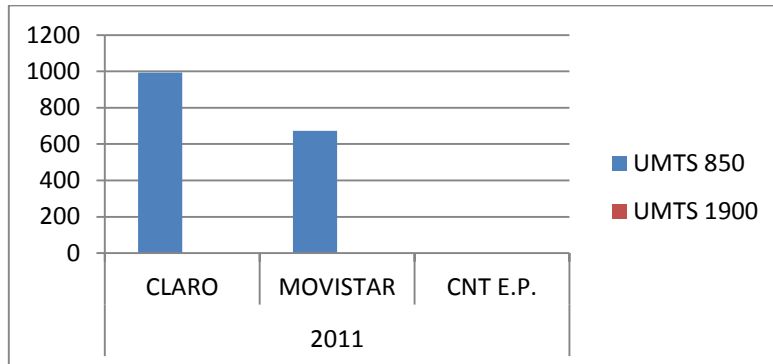


**Gráfica 8 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2010)**

En el año 2011, CLARO se encuentra posicionado en el mercado como número 1 con la instalación de 993 radio bases, mientras MOVISTAR instaló 672.

**Tabla 9 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2011)[32]**

TECNOLOGÍA	2011		
	CLARO	MOVISTAR	CNT E.P.
<b>UMTS 850</b>	993	672	0
<b>UMTS 1900</b>	0	0	0

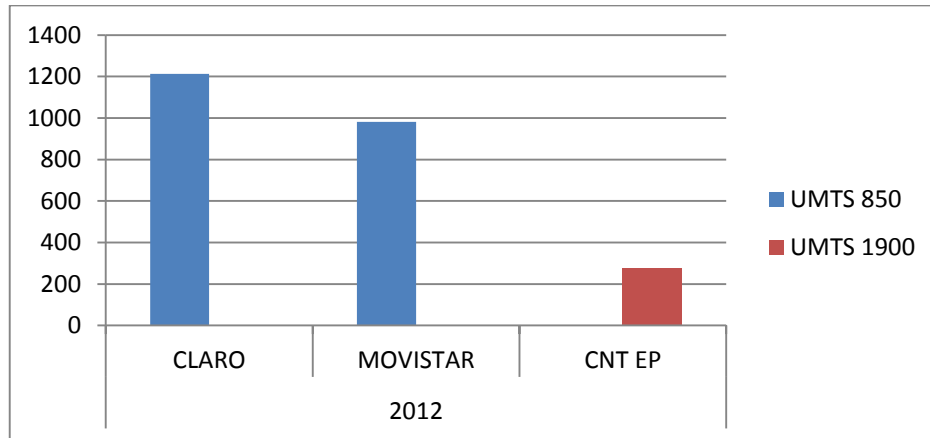


**Gráfica 9 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2011)**

CLARO ha sido el pionero en instalaciones con un número de 1213 radio bases para la tecnología 3G, y Movistar 982 radio bases. En el 2012 por primera vez CNT empieza a realizar la instalación de 275 radio bases para la tecnología 3G a nivel nacional.

**Tabla 10 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2012)[32]**

TECNOLOGÍA	2012		
	CLARO	MOVISTAR	CNT EP
<b>UMTS 850</b>	1213	982	0
<b>UMTS 1900</b>	0	0	275



**Gráfica 10 Implementación de radio bases Tecnología 3G (2012)**

A partir del año 2013, la CNT empieza a instalar radio bases para la tecnología LTE en el país a nivel nacional, mientras que CLARO y Movistar aún no han instalado ningún material para la implementación de esta tecnología ya que al momento la CONATEL no les ha asignado el espectro radioeléctrico correspondiente para la operación de este servicio.

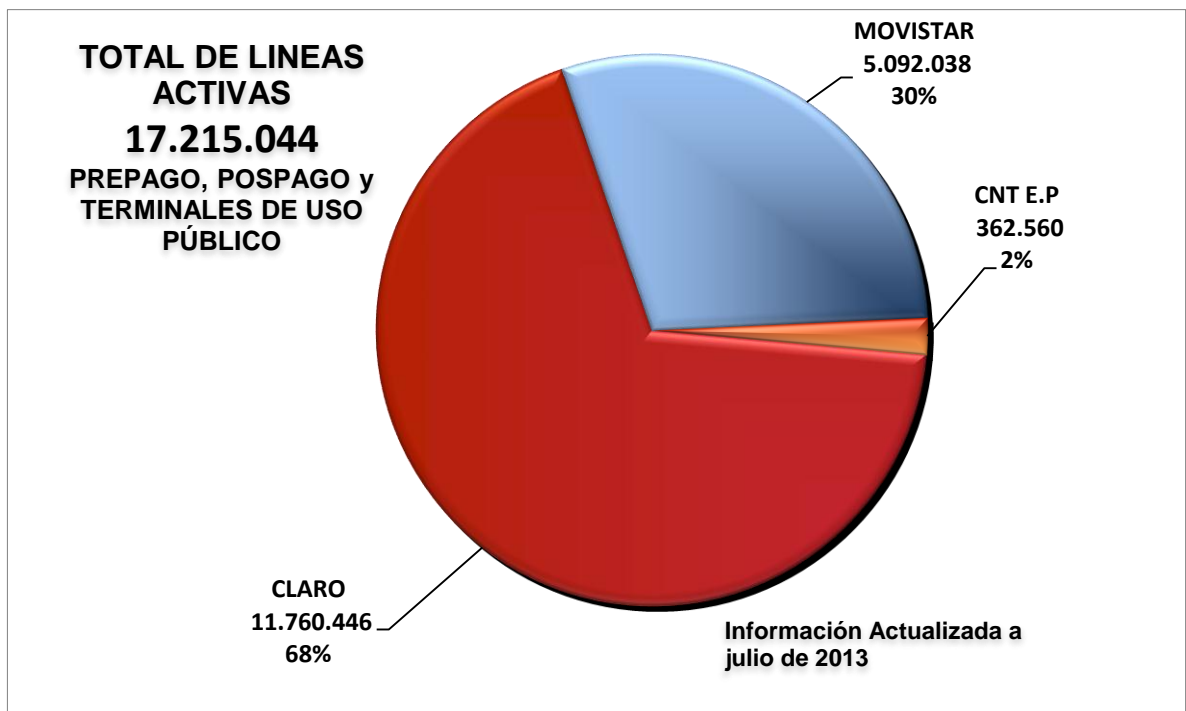
Por el lado del medio ambiente, La secretaría de ambiente y los municipioshan elaborado y puesto en vigencia ordenanzas municipales que permiten preservar el medio ambiente y la salud de sus habitantes. Como ejemplo se cita para la provincia de Pichincha, las operadoras de telefonía móvil celular se rigen estrictamente a la ordenanza municipal 404 en la que se indica entre los aspectos más relevantes lo siguiente:

Que, la Organización Mundial de la Salud mediante nota descriptiva No 304 de Mayo de 2006, determinó que: “(...)Considerando los niveles muy bajos de exposición y los resultados de las investigaciones obtenidas a la fecha, no existen pruebas científicas convincentes que las débiles señales de radiofrecuencias emitidas por estaciones base de redes inalámbricas causan efectos adversos a la salud(...)”;[31]

Que, mediante oficio No. 3570 de 23 de abril de 2013, la Secretaría de Ambiente remite el informe de las mediciones de radiaciones noionizantes realizadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL), entidad que determina que los niveles de emisiones de tales radiaciones se encuentran dentro de los límites aceptables establecidos en el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante Generadas por el Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, emitido por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).[31]



**Participación en el Mercado de las Operadoras en el Ecuador (servicio:  
tráfico de datos)**



**Gráfica 11 Participación de las operadoras en el Mercado Ecuatoriano[34]**

Desde sus inicios, la Compañía CLARO se ha colocado en primer lugar con mayor número de usuarios, con respecto a los otros proveedores ya que el servicio que proporcionan ofrece cobertura a nivel nacional disponible en todo momento y en todo lugar inclusive en la Amazonía ecuatoriana, razón por la cual ocupa el puesto número uno como proveedor de servicio móvil avanzado

en el Ecuador, con un número de 11.760.446 usuarios en el país a julio de 2013, según el organismo de control.

En segundo lugar se encuentra la Compañía Telefónica, con un número de 5.092.038 usuarios en el país y ofrece servicios SMA a nivel nacional.

En último lugar, ocupando el tercer puesto, con un número de 362.560 usuarios en el país, se encuentra la compañía estatal, CNT que ofrece el servicio de telefonía móvil desde el año 2003 a sus usuarios.

### **1.8. Estudios estadísticos de los estratos sociales en el Ecuador para conocer el poder adquisitivo.**

De acuerdo a las estadísticas realizadas por el INEC a nivel nacional, se han obtenido 5 niveles para clasificar a los estratos sociales en el Ecuador, con lo cual se ha basado esta investigación para conocer el poder adquisitivo de los usuarios.

A continuación se encuentran clasificados los niveles socioeconómicos con sus características correspondientes

#### **Caracterización por estratos**

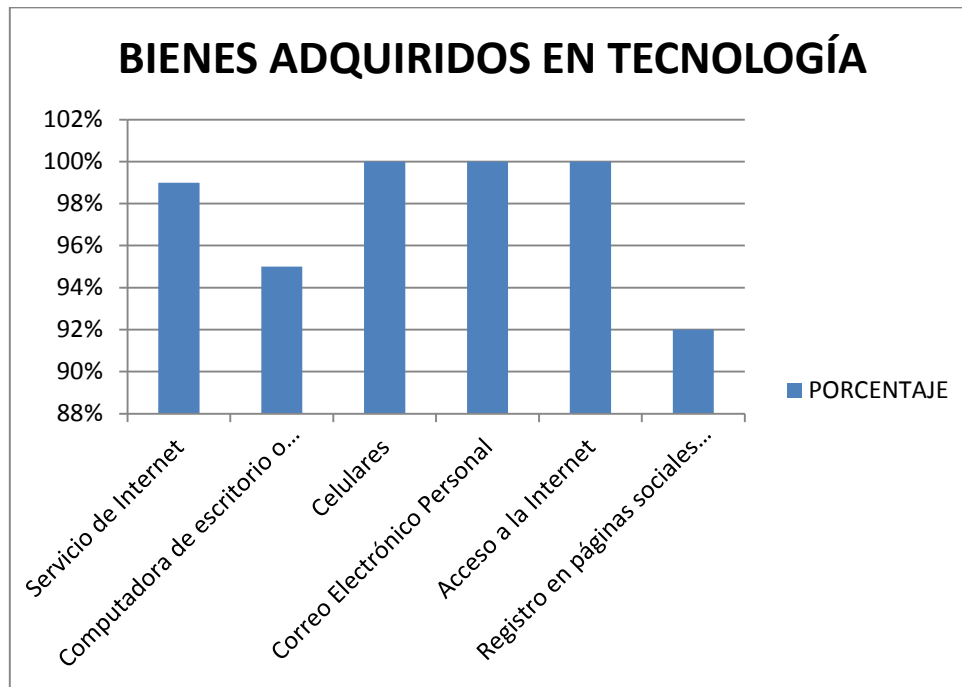
##### **Nivel A**

El nivel A corresponde al 1,9% de la población. A continuación se describe detalladamente las características en cuanto a tecnología, vivienda, vestimenta, educación y economía de este nivel.

## Tecnología

Tabla 11 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel A

<b>BIEN ADQUIRIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Servicio de Internet	99% de los hogares
Computadora de escritorio o portatil	95% de los hogares
Celulares	100% de los hogares
Correo Electrónico Personal	100% de los hogares
Acceso a la Internet	100% de los hogares
Registro en páginas sociales de la Internet	92 % de los hogares



**Gráfica 12 Bienes adquiridos en Tecnología Nivel A**

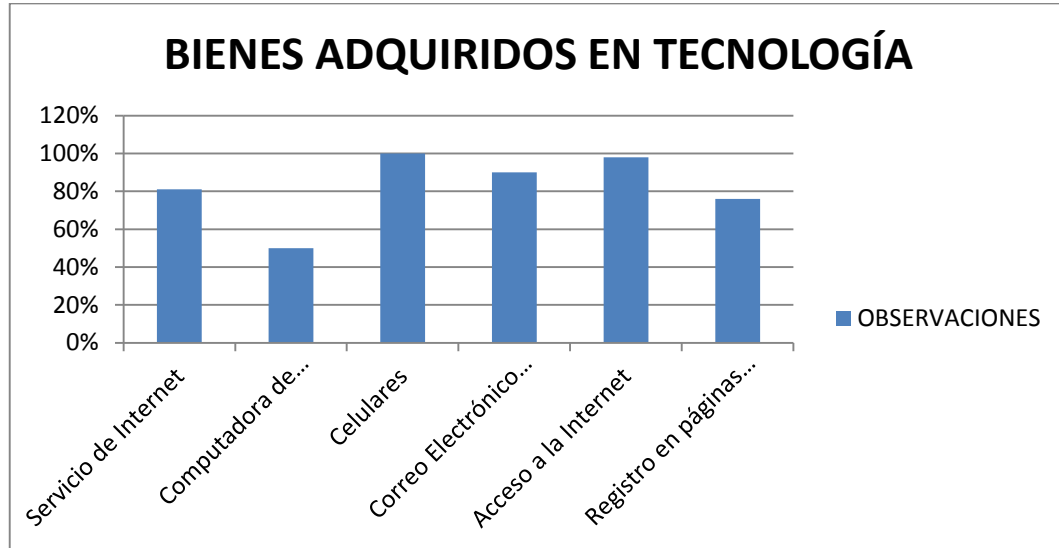
## **Nivel B**

El nivel B corresponde al 11,2% de la población. A continuación se describe detalladamente las características en cuanto a tecnología, vivienda, y educación de este nivel.

### **Tecnología**

**Tabla 12 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel B**

<b>BIEN ADQUIRIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Servicio de Internet	81% de los hogares
Computadora de escritorio o portátil	50% de los hogares
Celulares	100% de los hogares
Correo Electrónico Personal	90% de los hogares
Acceso a la Internet	98% de los hogares
Registro en páginas sociales de la Internet	76 % de los hogares



**Gráfica 13 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel B**

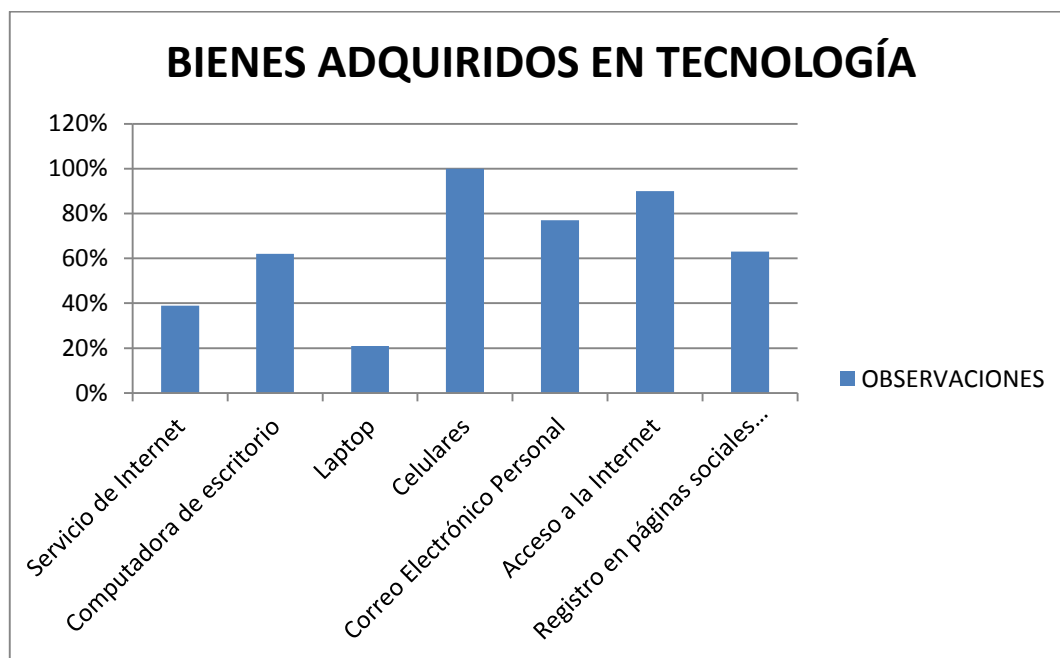
## Nivel C+

El nivel C+ corresponde al 22,8% de la población. A continuación se describe detalladamente las características en cuanto a tecnología, vivienda, y educación de este nivel.

### Tecnología

**Tabla 13 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel C+**

<b>BIEN ADQUIRIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Servicio de Internet	39% de los hogares
Computadora de escritorio	62% de los hogares
Laptop	21% de los hogares
Celulares	100% de los hogares
Correo Electrónico Personal	77% de los hogares
Acceso a la Internet	90% de los hogares
Registro en páginas sociales de la Internet	63 % de los hogares



**Gráfica 14 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel C+**

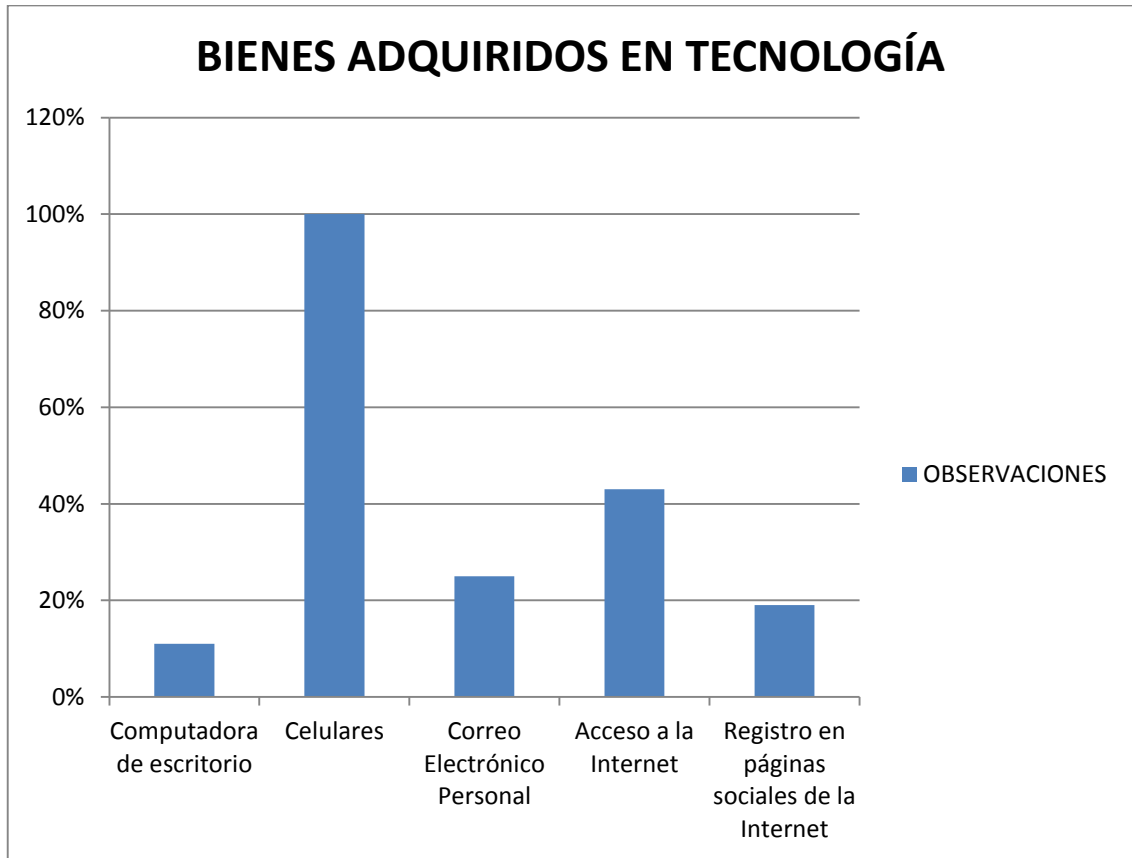
### **Nivel C-**

El nivel C- corresponde al 49,3% de la población. A continuación se describe detalladamente las características en cuanto a tecnología, vivienda, y educación de este nivel.

## Tecnología

Tabla 14 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel C-

<b>BIEN ADQUIRIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Computadora de escritorio	11% de los hogares
Celulares	100% de los hogares
Correo Electrónico Personal	25% de los hogares
Acceso a la Internet	43% de los hogares
Registro en páginas sociales de la Internet	19 % de los hogares



**Gráfica 15 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel C-**

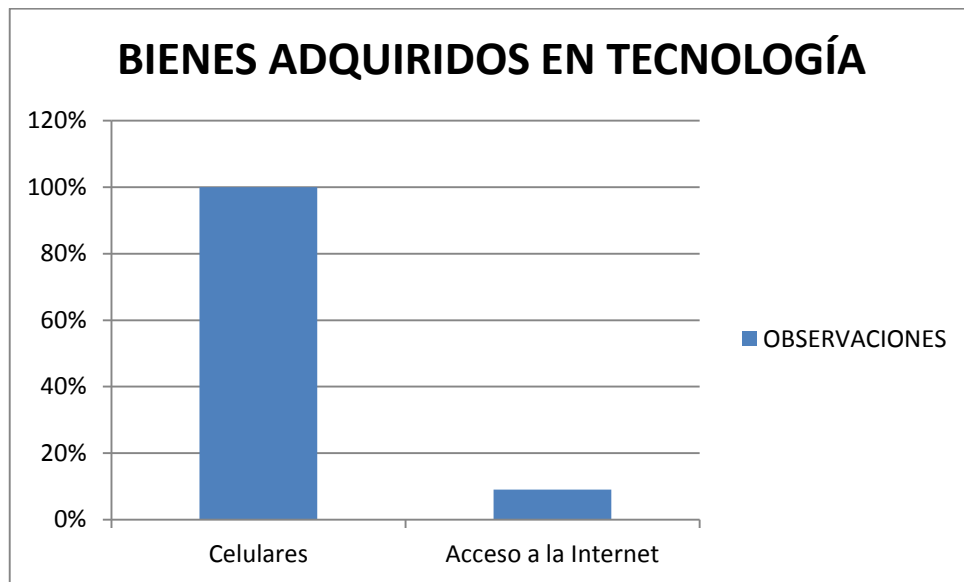
## Nivel D

El nivel D corresponde al 14,9% de la población. A continuación se describe detalladamente las características en cuanto a tecnología, vivienda, y educación de este nivel.

## Tecnología

Tabla 15 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel D

BIEN ADQUIRIDO	OBSERVACIONES
Celulares	100% de los hogares
Acceso a la Internet	9% de los hogares



Gráfica 16 Bienes Adquiridos en Tecnología Nivel D

## **Estratificación del Nivel Socioeconómico en el Ecuador**

De acuerdo a un estudio de estadísticas realizado por el INEC, existen 5 niveles socioeconómicos en el país:

- El nivel A se considera como clase alta que tiene acceso a todos los servicios debido a sus posibilidades económicas.
  - El 100% de los hogares de este nivel acceden al servicio de Internet.
  - El 99% de los hogares de este nivel tienen contratado el servicio de Internet.
  - En promedio por hogar disponen de 4 celulares.
  
- El nivel B conocido como media alta y tienen acceso a todos los servicios debido a sus posibilidades económicas.
  - El 100% de los hogares de este nivel acceden al servicio de Internet.
  - El 81% de los hogares de este nivel tienen contratado el servicio de Internet.
  - En promedio por hogar disponen de 3 celulares.

- El nivel C+ considerado como medio que tienen acceso a todos los recursos sin lujos.
- - El 90% de los hogares de este nivel acceden al servicio de Internet.
  - El 39% de los hogares de este nivel tienen contratado el servicio de Internet.
  - En promedio por hogar disponen de 2 celulares.
- El nivel C- considerado como medio, tiene acceso limitado a todos los recursos y servicios sin lujos.
  - El 43% de los hogares de este nivel acceden al servicio de Internet.
  - En promedio por hogar disponen de 2 celulares.
- El nivel D considerado como bajo, tiene escasos recursos por lo cual tiene acceso limitado a ciertos servicios.
  - El 9% de los hogares de este nivel acceden al servicio de Internet.

- En promedio por hogar disponen de 1 celulares.

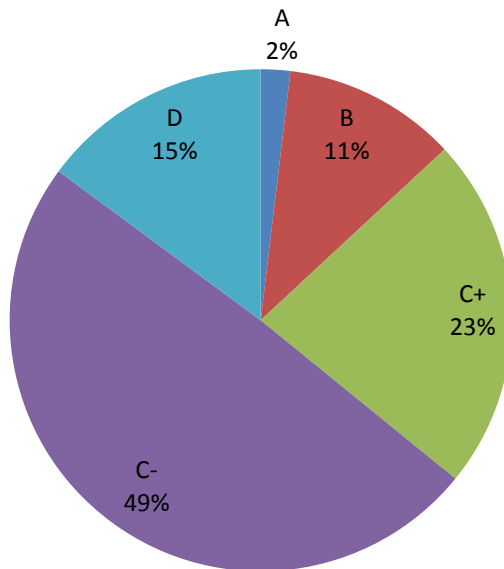
De acuerdo al análisis desarrollado anteriormente, se puede recalcar que solamente el porcentaje de la población de los niveles A y B tendrá la capacidad económica de adquirir smartphones para utilizar los servicios que proporciona la tecnología LTE debido a sus ingresos económicos.

En cuanto al porcentaje de la población que corresponde a los niveles C+, C- y D no tendrían la capacidad económica de adquirir dispositivos que funcionen en la tecnología LTE mucho menos podrían acceder a sus servicios debido a los precios de los mismos.

**Tabla 16 Estratificación del Nivel Socioeconómico en el Ecuador**

<b>NIVEL SOCIOECONOMICO</b>	<b>PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN</b>
A	1,90%
B	11,20%
C+	22,80%
C-	49,30%
D	14,90%

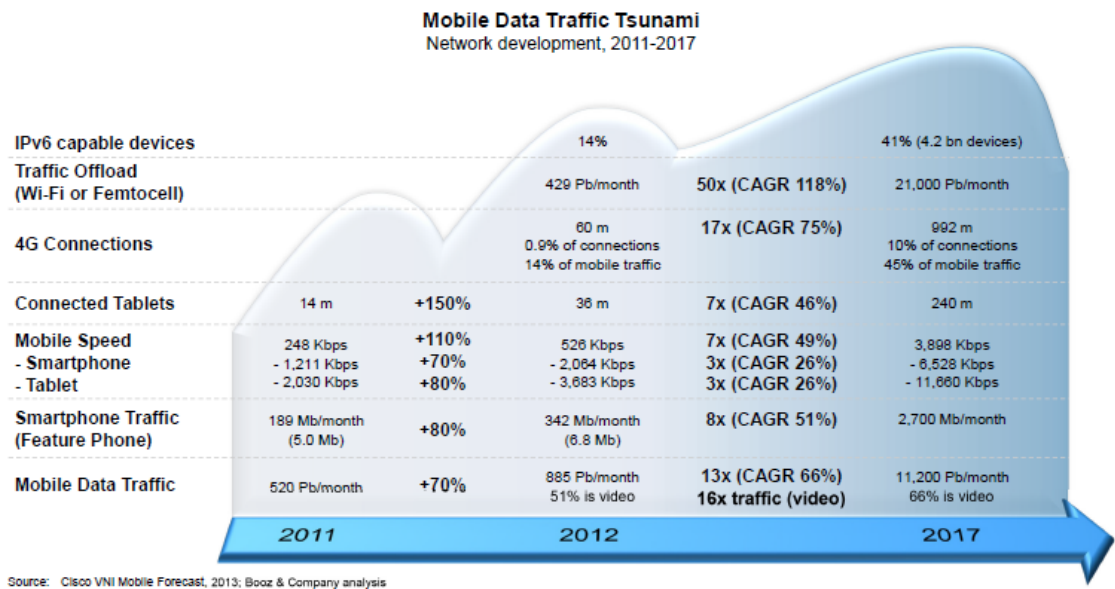
## Estratificación del Nivel Socioeconómico en el Ecuador



Gráfica 17 Estratificación del Nivel Socioeconómico en el Ecuador

**1.9. Estadísticas del número de usuarios que acceden a la red de Internet mediante smartphones.**

**Modelo del TSUNAMI DE DATOS a Nivel Mundial**



**Gráfica 18 Modelo del TSUNAMI de Datos[6]**

## Tráfico de Datos en el 2011

Tabla 17 Tráfico de datos en el 2011

TSUNAMI DE TRAFICO DE DATOS (2011)	
CONEXIONES	TRÁFICO DE DATOS
Dispositivos que soportan IPV6	0%
Tráfico de datos con Wi-Fi o Femtoceldas	0
Conexiones 4G	0
Velocidad de dispositivos Móviles	248 Kbp/s
Velocidad de Smartphone	-1211 Kbp/s
Velocidad de Tablets	-2030 Kbp/s
Tráfico de datos de Smartphones	
Característica del teléfono (5 Mb)	189 Mb/mes
Trafico de datos móviles	520 Pb/mes

### Análisis:

Mediante las estadísticas realizadas por Booz& Company, en el año 2011 no se encontraban disponibles dispositivos que soporten IPV6, por lo cual el tráfico de

datos en esta tecnología era nulo, además, el tráfico de datos para la tecnología 4G y mediante Wi-Fi o Femtoceldas era nulo.

En este mismo año los dispositivos móviles, tenían acceso a la red de Internet con una velocidad de 248 Kbps, alcanzando un tráfico de datos mensual de 520 Pb/mes.

Adicionalmente, los smartphones tenían acceso a la red de datos con una velocidad menos de 1211 Kbps, alcanzando un tráfico de datos mensual de 189 Mb/mes, tomando en cuenta que la característica del teléfono soporta 6,8 Mb.

## Tráfico de Datos en el 2012

Tabla 18 Tráfico de datos en el 2012

<b>TSUNAMI DE TRAFICO DE DATOS (2012)</b>	
<b>CONEXIONES</b>	<b>TRÁFICO DE DATOS</b>
Dispositivos que soportan IPV6	14%
Tráfico de datos con Wi-Fi o Femtoceldas	429 Pb/mes
Conexiones 4G	0,9% conexiones 14% tráfico móvil
Velocidad de dispositivos Móviles	526 Kbp/s
Velocidad de Smartphone	-2064 Kbp/s
Velocidad de Tablets	-3683 Kbp/s
Tráfico de datos de Smartphones Característica del teléfono (6,8 Mb)	342 Mb/mes
Tráfico de datos móviles	855 Mb/mes 51% video

**Análisis:**

De acuerdo a las estadísticas obtenidas por Booz& Company, en el año 2012, el 14% de tráfico de datos corresponde a los usuarios que acceden a la red mediante dispositivos que soportan IPV6.

Por otro lado, la carga de tráfico mediante Wi-Fi y Femtoceldas es de 429 Pb/mes. Sin embargo, el 0,9 % de las conexiones hacia la red de datos por el sistema 4G corresponde al 14% de tráfico móvil.

La velocidad del acceso a la red de datos mediante dispositivos móviles aumenta un 110% en relación al año 2011 con una velocidad de 526 Kbps, y el tráfico de datos móviles aumenta un 70% en relación al año 2011 con 885 Pb/mes, tomando en cuenta que el 51% del tráfico corresponde solamente a video.

Además, la velocidad del acceso a la red de datos mediante smartphones aumenta un 70% en relación al año 2011 con una velocidad menos de 2064 Kbps, y el tráfico de datos móviles aumenta un 80% en relación al año 2011 con 342 Mb/mes, tomando en cuenta que la característica del teléfono soporta 6,8 Mb.

## Tráfico de Datos en el 2017

Tabla 19 Tráfico de datos en el 2017

<b>TSUNAMI DE TRAFICO DE DATOS (2017)</b>	
<b>CONEXIONES</b>	<b>TRÁFICO DE DATOS</b>
Dispositivos que soportan IPV6	41%
Tráfico de datos con Wi-Fi o Femtoceldas	21000 Pb/mes
Conexiones 4G	10% conexiones 45% tráfico móvil
Velocidad de dispositivos Móviles	3898 Kbp/s
Velocidad de Smartphone	-6528 Kbp/s
Velocidad de Tablets	-11660 Kbp/s
Tráfico de datos de Smartphones	2700 Mb/mes
Tráfico de datos móviles	11200 Pb/mes 66% video

## **Análisis:**

De acuerdo a las proyecciones de Booz& Company, para el año 2017, el 41% de tráfico de datos corresponde a los usuarios que acceden a la red mediante dispositivos que soportan IPV6.

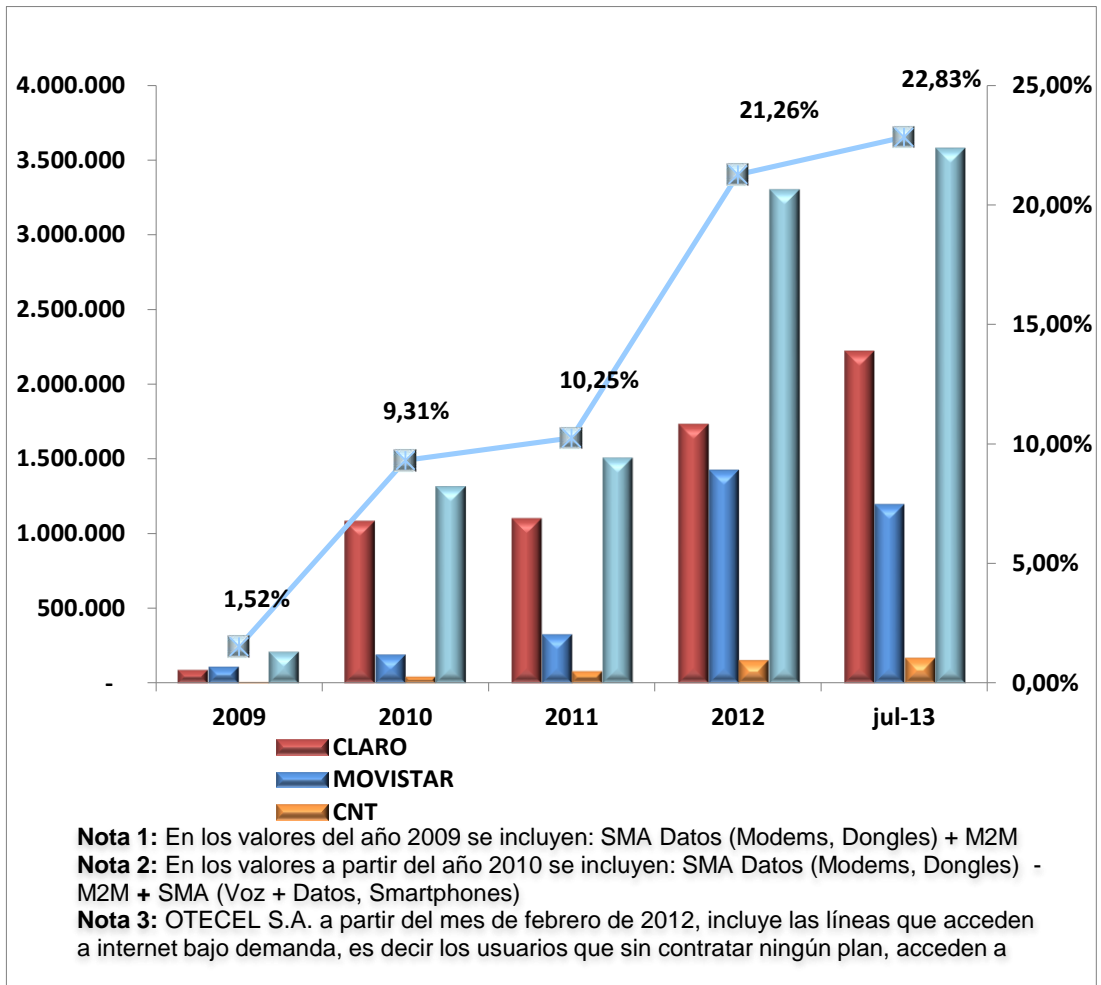
Por otro lado, la carga de tráfico mediante Wi-Fi y Femtoceldas aumenta un 50x118% con 21000 Pb/mes.

Además, en el año 2017, la velocidad del acceso a la red de datos mediante el sistema 4G aumenta un 7x46% con respecto al año 2013 con un 10% de conexiones y 45% de tráfico móvil.

La velocidad del acceso a la red de datos mediante dispositivos móviles aumenta un 7x48%% en relación al año 2013 con una velocidad de 3898 Kbps, y el tráfico de datos móviles aumenta 13x66% en relación al año 2013 con 11200 Pb/mes, tomando en cuenta que el 66% del tráfico corresponde solamente a video.

También, la velocidad del acceso a la red de datos mediante smartphones aumenta 3x26% en relación al año 2013 con una velocidad menos de 6528 Kbps/mes, y el tráfico de datos móviles aumenta 8x51% en relación al año 2013 con 2700 Mb/mes.

## Proveedores de Internet Móvil en el Ecuador



Gráfica 19 Proveedores de Internet Móvil en el Ecuador

**Tabla 20 Número de usuarios desde el 2009 hasta el 2013 para todas las operadoras**

<b>AÑO</b>	<b>CLARO</b>	<b>MOVISTAR</b>	<b>CNT</b>	<b>TOTAL LÍNEAS ACTIVAS DE INTERNET MÓVIL</b>	<b>DENSIDAD INTERNET MÓVIL</b>
2009	90.019	112.303	10.520	<b>212.842</b>	<b>1,52%</b>
2010	1.086.567	193.357	42.930	<b>1.322.854</b>	<b>9,31%</b>
2011	1.104.845	329.576	78.686	<b>1.513.107</b>	<b>10,25%</b>
2012	1.731.966	1.420.528	147.986	<b>3.300.480</b>	<b>21,26%</b>
jul-13	2.219.240	1.193.847	164.375	<b>3.577.462</b>	<b>22,83%</b>

Según las estadísticas obtenidas por la SENATEL, en el año 2009 hasta el año 2013 CLARO y MOVISTAR han sido los proveedores con mayor número de usuarios proporcionando servicio de Internet Móvil en el Ecuador, sin embargo, la CNT ha empezado a implementar la tecnología 3G y LTE a nivel nacional proporcionando a los usuarios un servicio mejorado en cuanto a Internet Móvil.

Al momento, existen 3.577.462 usuarios que acceden a la Red de Internet mediante smartphones, es decir al momento el porcentaje de la población que accede al tráfico de datos móvil mediante sus terminales inteligentes es el 22,83% de la población.

Adicionalmente, de acuerdo a las estadísticas realizadas por la SENATEL, se puede observar que CLARO es el pionero en ofrecer servicios de datos móviles con un número de usuarios de 2.219.240, ocupando el primer lugar en el mercado ecuatoriano, mientras que Telefónica se encuentra en segundo lugar con 1.193.847, y en último lugar se encuentra la CNT con 164.375 usuarios.

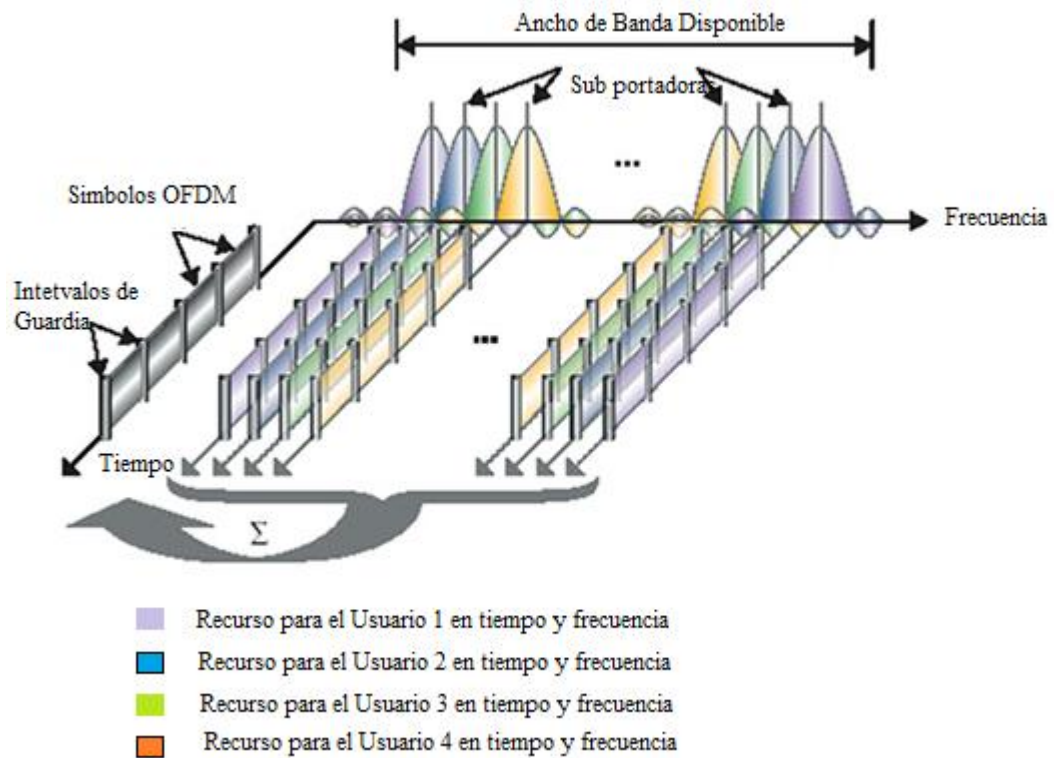
## **CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA**

### **2.1. Principio de LTE.**

Para su funcionamiento, LTE emplea OFDM, también conocida como Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, para la descarga de datos y una portadora simple FDMA (SC-FDMA) para transmisión de datos en uplink.

OFDM constituye el elemento de transmisión multi-portadora que se encarga de multiplexar un conjunto de símbolos sobre un conjunto de subportadoras. Por las propiedades de ortogonalidad con las que trabajan las subportadoras de OFDM, se produce la transmisión simultánea de los símbolos y se mantiene la capacidad de separar los mismos en la recepción.

Los sistemas LTE trabajan en dos dominios separados, conocidos como tiempo y frecuencia como se puede observar en la gráfica 20.



Gráfica 20 Principio LTE (OFDM)[36]

## Fundamentos de OFDM

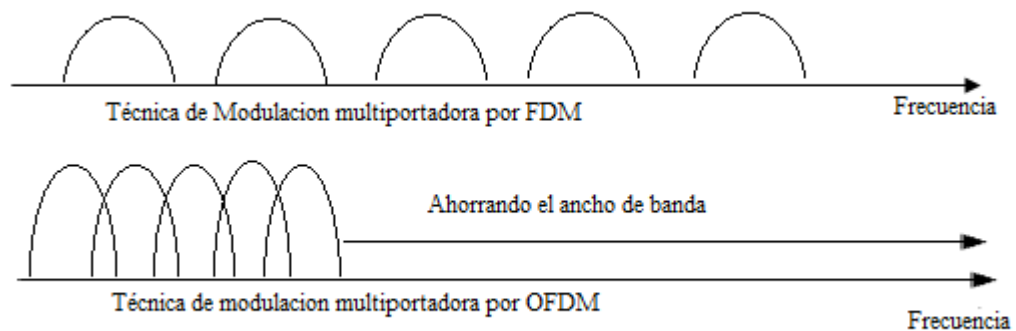
OFDM fue seleccionado para la descarga de datos debido a que tiene la posibilidad de:

- Mejorar la eficiencia del espectro radioeléctrico.
- Reducir el efecto ISI (Interferencia Intersimbólica) por multi-trayecto.

- Proveer una mejor protección contra el desvanecimiento selectivo de frecuencia.[37]

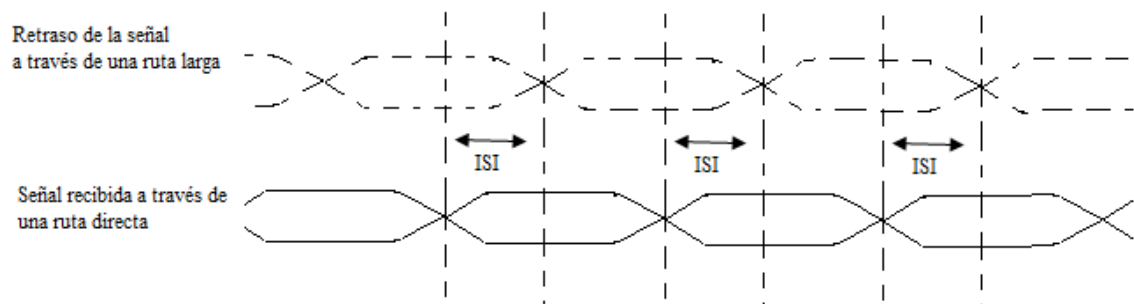
OFDM es un esquema que ofrece resistencia contra multi-trayecto, debido a que mitiga el multi-trayecto producido por el ancho de banda wireless. Este puede ser extendido hacia el esquema multi -acceso conocido como ODFM, donde a cada usuario se le asigna un conjunto diferente de subportadoras.

OFDM incrementa la eficiencia espectral incorporando multipotadoras en el mismo espacio de frecuencia como una sola portadora.

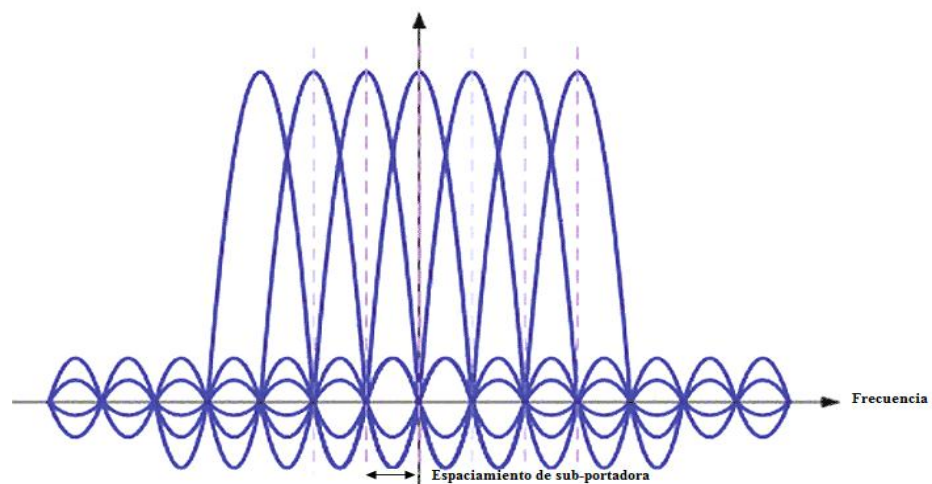


**Gráfica 21** Eficiencia espectral mejorada

La mejora de la eficiencia espectral, requiere la reducción de la interferencia intersimbólica también conocida como ISI, esto se consigue ajustando la atenuación de la frecuencia y los picos nulos entre las diferentes frecuencias.

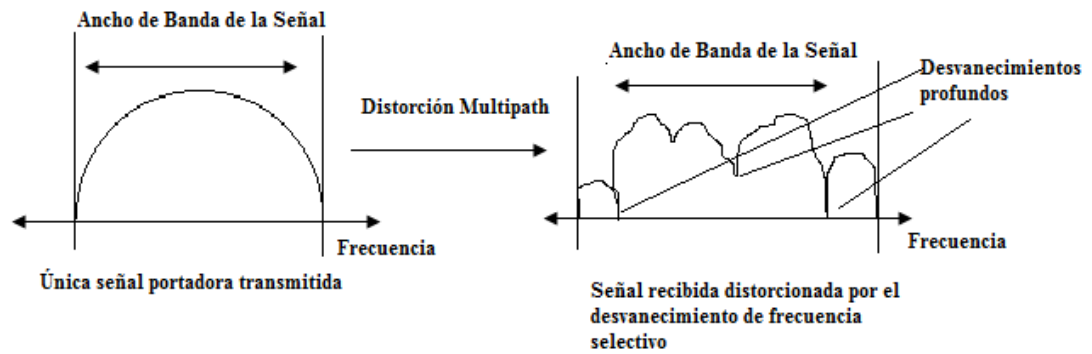


**Gráfica 22 Reducción del impacto por Interferencia Intersimbólica (ISI)**



**Gráfica 23**

Una subportadora pequeña y un bloque de recursos de ancho de banda aumentan la robustez contra de la frecuencia de desvanecimiento.



**Gráfica 24 Protección mejorada contra el desvanecimiento de frecuencia**

## **Fundamentos de SC-FDMA**

SC-FDMA es un sistema en el cual la señal del usuario es pre codificada por una transformada discreta de Fourier (DTF).

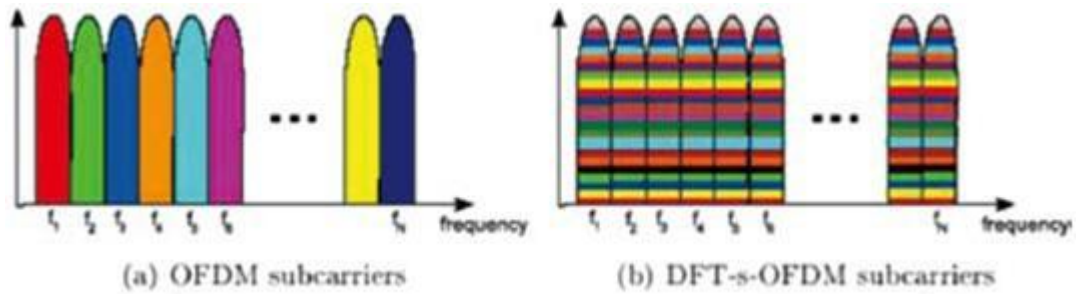
Una de las ventajas de SC-DFMA sobre OFDM es el bajo PAPR (peak – to averagepower ratio) en la transmisiónde onda para bajas modulaciones como QPSK, y BPSK en las cuales beneficia a los usuarios móviles con el tiempo de vida de batería y eficiencia de potencia.

El dominio del tiempo en una señal multiportadora es la suma de muchas señales de banda angosta. En algunas instancias, la suma es tan larga y en otras corta, lo que significa que el valor pico de la señal es sustancialmente larga en relación a un valor promedio.

El valor PAPR es uno de los más importantes en los cambios de implementación que enfrenta OFDM, porque reduce la eficiencia por lo tanto incrementa el costo para la amplificación de potencia RF, el cual es uno de los componentes de radio más caros.

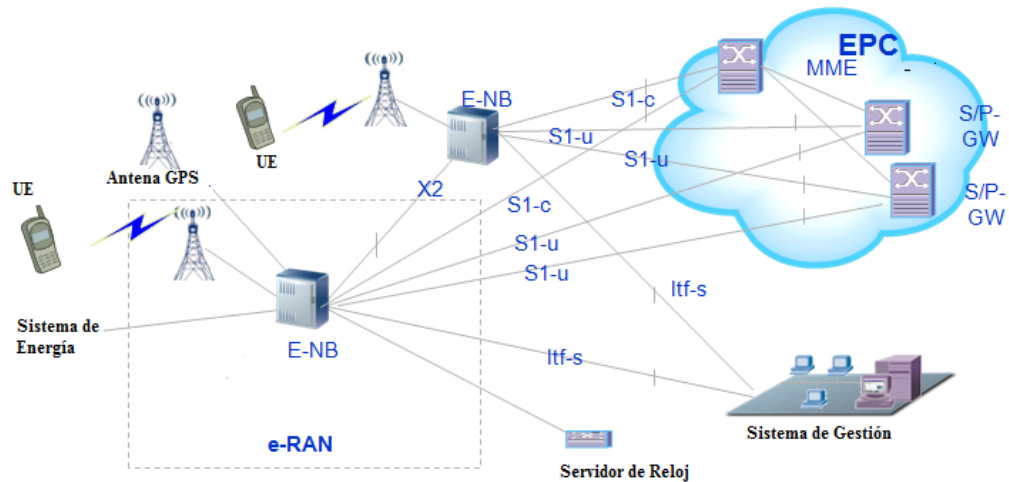
La mayor diferencia entre el esquema de downlink y uplink es que cada subportadora en uplink lleva información sobre cada símbolo transmitido de modulación como se muestra en la figura, mientras en downlink cada subportadora lleva solamente la información relacionada a un símbolo de

modulación específico. Como resultado de ello, también es necesario incrementar en un 2~3 dB para compensar el ruido adicional debido a una mayor difusión al nivel de potencia de enlace ascendente debido a la SC-FDMA.[37]



**Gráfica 25 Fundamentos SC-FDMA**

### 2.1.1. Arquitectura de Red del Sistema LTE.



Gráfica 26 Arquitectura de Red del Sistema LTE

LTE se dedica a la evolución de E-UTRAN, al realizar mejoras de la tecnología 2G y 3G a LTE, debido a que:

- Tiene la característica de ser una arquitectura más simplificada representada en interfaces y nodos B mejorados llamados e NodeB.
- La interfaz S1 se encargan del enrutamiento.
- Las interfaces X2 se desempeñan como gestores de movilidad.

- Para E-UTRAN se utiliza TDD porque presenta mayor disponibilidad y optimización del espectro.
- El esquema de transmisión en UTRAN es OFDM en downlink y SC-FDMA para enlace de subida que mejora en rendimiento del UE
- Al converger las tecnologías 2G y 3G a LTE, el funcionamiento de los nodos B cambia, ya que en las tecnologías 2G y 3G el UE y la estación base solamente se comunican entre sí, mientras que en LTE, los Nodos B evolucionados tienen la función de movilidad, interconexión, prevención de interferencia, control de conexión móvil, disminución de latencia, entre otras funciones.
- En la red Central, los elementos de la arquitectura de red 2G y 3G son reemplazados en LTE para cumplir funciones de gestión de movilidad en el plano de usuario, conectividad del UE a las redes externas de paquetes de datos, identificación y autenticación del UE, medidas de seguridad, entre otras funciones.
- En el Datacenter, están presentes los elementos de la arquitectura de 2G y 3G pero las funciones principales son ejecutadas por el SGW y el MME.

LTE funciona en conjunto con una red central llamada SAE estas dos centrales conforman el sistema evolucionado de paquetes EPS (EvolvedPaquetSystem)

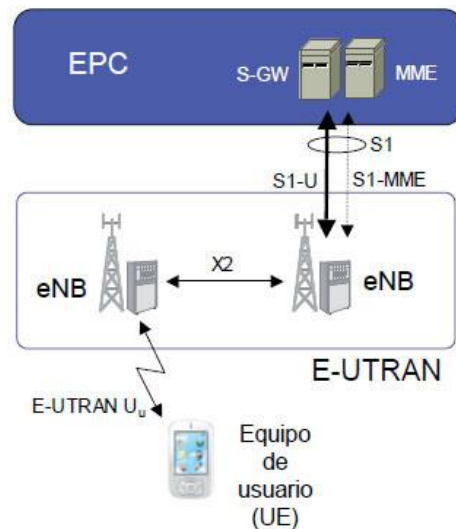
SAE se dedica a la evolución del CORE por medio de la arquitectura EPC.

- **EPC** :Evolved Paquet core ofrece la optimización de Handover entre las diferentes tecnologías de acceso. Handover es la gestión que se debe ejecutar cuando un móvil pasa de una celda a otra. Está compuesto por 3 componentes
  - MEE :Mobility Management Entity que actúa como el nodo de control, gestiona la movilidad, señalización, ejecuta la identificación y la autenticación del UE.
  - PND GATEWAY: El gateway PND conecta el equipo de usuario con las redes de paquetes externos por medio de Internet y asigna direcciones IP al UE.
  - SGW: Service Gateway sirve como frontera entre la red principal y la red de radio de acceso por lo tanto enruta y reenvía paquetes de datos de usuario.

## **Proceso de Conectividad de un UE a la red de Internet**

A continuación se presenta un escenario para una red de acceso E-UTRAN, la cual consta de los siguientes elementos:

- UE: User Equipment.
  
- eNode B: Evolved Node B
  
- Evolved Packet Core
  - MME : Mobility Management Entity
  - PDN GATEWAY: El gateway PDN
  - SGW: Service Gateway



[38]

**Gráfica 27 Arquitectura LTE[38]**

En el escenario de la gráfica 27 se encuentra descrito el proceso de conectividad desde un UE hacia una red LTE.

Para que el UE (User Equipment) tenga acceso a la red de Internet, debe conectarse con el eNodeB más cercano, el mismo que se encarga de realizar todas las funciones necesarias para enviar datos y controlar la operativa de la interfaz E-UTRAN Uu.

La interfaz Uu, también conocida como LTE Uu, es una interfaz de radio que permite realizar la transferencia de información mediante un canal de radio entre el eNode B y los usuarios.

Posteriormente, el eNode B se conecta con la red troncal EPC mediante la interfaz S1, la cual se encuentra dividida en dos interfaces:

- S1-MME: Utilizada para el plano de control
- S1-U: Utilizada como soporte de Usuario.

Una vez que el UE se ha conectado con el Core de Datos, mediante la interfaz S1-MME, el MME gestiona la señalización del móvil, identifica y autentica al UE.

Posteriormente, el PDN Gateway se encarga de asignar al UE una dirección IP permitiéndole la conexión hacia la red de Internet para que el UE pueda navegar.

Finalmente, El UE se conectará hacia el SGW, mediante la interfaz S1-U, para que los paquetes que envía y recibe sean enrutados por el SGW.

### **2.1.2. Requerimientos de LTE.**

Los requisitos de la 3GPP Release 8 sobre la tecnología de LTE, son los siguientes:

- Si se desea que los usuarios de la tecnología LTE tengan comunicación con los usuarios de 3G y 2G, la 3GPP recomienda que el plano de

control de la tecnología LTE posea métodos de localización de provisión LCS.

- Se requiere que la arquitectura EPS conste de sólo dos nodos en el plano de usuario: una estación base y una red básica de Gateway (GW).

El nodo que realice la funcionalidad en el plano de control (MME) se separa desde el nodo que realiza la funcionalidad portador plano (GW), con una interfaz abierta bien definida entre ellos (S11), y mediante el uso de la interfaz opcional S5 la pasarela (GW) se puede dividir en dos nodos separados (Servinggateway y el PDN gateway).

El proceso descrito anteriormente, permite una ampliación independiente y el crecimiento de tráfico de procesamiento y control de procesamiento de señal.

Además, permite a los operadores elegir las ubicaciones topológicas optimizadas de nodos dentro de la red con el fin de optimizar la red en diferentes aspectos.

- Los eNode B deben cumplir Funciones para la Gestión de Recursos Radio.

- Los eNode B deben realizar la compresión de cabecera IP y el cifrado del flujo de datos de usuario.
- Los eNode B deben seleccionar un MME en unión del UE cuando no hay encaminamiento a una MME puede determinarse a partir de la información proporcionada por el UE.
- Si el usuario requiere utilizar servicios que requieran enviar más información deben disponer de más subportadoras asignadas durante más tiempo.

### **2.1.3. Características y Funcionamiento del sistema.**

La meta principal del sistema LTE es proveer a los usuarios un sistema que proporcione las siguientes características:

- Alto rendimiento de procesamiento en sus equipos
  - 100 Mbits/s para downlink, y 50 Mbit/s para uplink.

- 1 G para LTE Advanced.
- Alto rendimiento por celda.
- Latencia reducida. Bajo retardo en la transferencia de datos, baja latencia al realizar hand-over y mínimo tiempo de interrupción que permita una mejor experiencia del usuario.
- Soporte en varios anchos de banda como 1,4,5,19 y 15 MHz.
- Compatibilidad con las redes existentes de 3G.
  - Trabaja con los sistemas GSM, EDGE y UMTS.
  - Utiliza el espectro existente de 2G, 3G y nuevo espectro.
  - Soporta hand-over y roaming para redes móviles existentes.
- Soporta QoS (Calidad de Servicio) a tiempo completo y soporte
- Amplias aplicaciones
  - Modos de espectro TDD (no pareadas), y FDD (pareadas).
  - Movilidad sobre los 450 km/h.
  - Alto rango de terminales (Teléfonos y computadoras para cámara).

- LTE tienen una arquitectura E-UTRAN, trabaja con el sistema de Paquetes evolucionado conocido como EPS, que se encarga de soportar sistemas que admitan tráfico conversacional a tiempo real.
- Facilidades de interfuncionamiento.
- Facilidades de Migración.
- En LTE se encuentran normalizados los siguientes anchos de banda: 1,4 MHz; 3 MHz; 5 MHz; 10 MHz; 15 MHz; 20 MHz.
- El plano de usuario y de control se encuentran separados.
- El recurso físico básico es bidimensional: tiempo y frecuencia.

### **Funcionamiento:**

A continuación se describen las funciones contempladas por el sistema LTE

### **Control de Admisión de Radio**

Esta función es la encargada de gestionar el acceso de nuevas peticiones de servicio al sistema, de tal forma que cuando se acepten dichas peticiones, se mantenga la calidad de los servicios portadores de radio establecidos.

Esta metodología, realiza la gestión de acceso comprobando que los requerimientos de calidad de servicio garanticen la QoS de la nueva conexión y de conexiones establecidas.

Si no se cumple esto, se rechaza la nueva petición de servicio, ya que caso contrario se produce una degradación de servicio ya que no existen recursos suficientes para admitir la petición.

### **Control de servicios portadores de radio**

Esta función se encarga del establecimiento, mantenimiento, y liberación de los servicios portadores de radio. Para esto se toma en cuenta los requerimientos de QoS para el nuevo servicio.

En esta función, se debe seleccionar las soluciones que permitan la continuidad del servicio en la mayor parte de las conexiones, a pesar de que esto implique que otras conexiones se degraden.

Este tipo de función es útil para liberar recursos de los servicios de menor prioridad, cuando se requieren realizar llamadas de emergencia.

### **Scheduling de Paquetes**

Esta función se encarga de asignar los recursos de radio de forma dinámica para que puedan realizar transmisiones de paquetes en forma ordenada.

Esta característica permite realizar varias tareas a la vez como por ejemplo, seleccionar que usuarios van a transmitir, los recursos de interfaz de radio, formato de modulación y codificación.

### **Inter-Cell Interference Coordination**

Esta funcionalidad se encarga de asegurar la ortogonalidad entre las transmisiones de usuarios de una misma celda, para que no exista interferencia mutua.

Si son usuarios que pertenecen a distintas celdas, esta funcionalidad no gestiona la interferencia entre usuarios.

### **Control de Movilidad**

El objetivo principal de esta función es asegurar que los terminales se encuentren en las mejores condiciones (en cuanto a calidad de señal) para comunicarse con el sistema.

Este mecanismo permite al usuario acceder al servicio y recibirlo desde cualquier ubicación geográfica donde el UE disponga de cobertura.

Esta funcionalidad depende de las políticas a las que el usuario este sujeto por el operador.

## **Balanceo de Carga**

Esta funcionalidad gestiona las distribuciones no uniformes de carga de tráfico entre celdas para ajustar la demanda de recursos de radio a la disponibilidad de estos.

Para realizar el balanceo de carga, se requiere que los parámetros asociados a los procedimientos de movilidad cambien de celda servidora para balancear la carga soportada por cada celda.

Este mecanismo se fundamenta en el envío de prioridades mediante el RAT y bandas de frecuencia, de tal manera que el operador dirige a los usuarios hacia una determinada banda de frecuencia y RAT.

## **Control de Potencia**

Esta función gestiona la potencia de transmisión del UE y del eNode B, asegurando la correcta recepción de la señal desde los puntos de la zona de cobertura de un eNode B.

Para el control de potencia de los UE, el objetivo principal es minimizar la potencia transmitida para conseguir alargar la vida de la batería del teléfono celular LTE.

## **Recepción Discontinua**

Esta función desactiva la circuitería de recepción durante un tiempo determinado para ahorrar la energía del celular LTE y alargar el tiempo de vida de la batería.

Este mecanismo permite ahorrar energía de forma sensible, pero a su vez el tener al terminal apagado durante esos periodos de silencio se produce latencia en la transmisión de paquetes en la red.

## **2.2. Interfaces del Sistema LTE**

### **Interfaz S1**

El plano de usuario de esta interfaz, conocida como S1 UserPlane, se basa en el protocolo UDP.

En esta interfaz se proporciona un servicio de transferencia de datos de usuario no confiable entre el eNode B y el SGW, es decir no ofrece garantías de entrega.

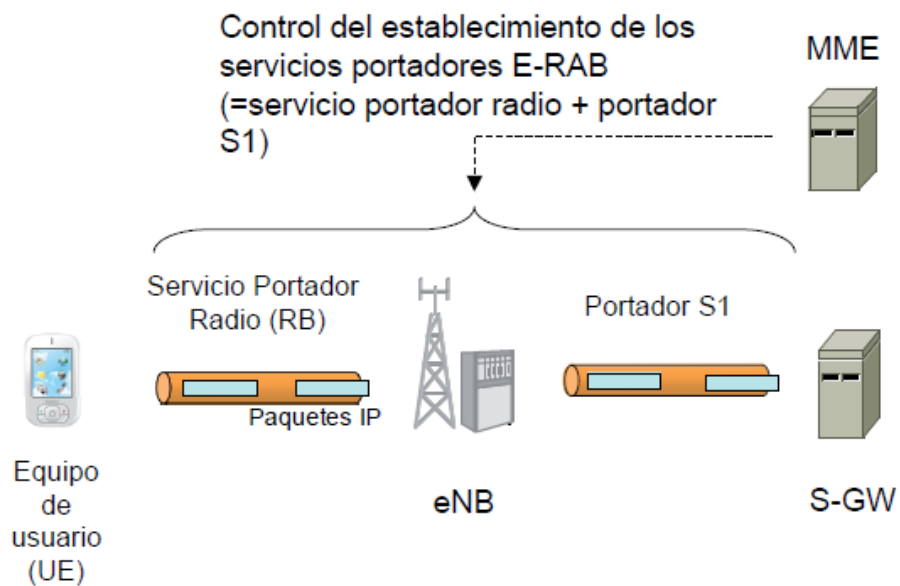
El plano de control de esta interfaz, conocida como S1-MME o S1-C, soporta las siguientes funciones de control entre el eNode B y la entidad MME de la red troncal:

- Procedimiento de establecimiento, modificación y liberación de recursos de servicios portadores tanto en la interfaz de radio como en la interfaz S1. En el plano de usuario, la entidad de los servicios portadores para la transferencia de tráfico IP se maneja desde la red troncal, en particular desde la red MME. En LTE el eNode B o el UE no pueden inicial el establecimiento portador de radio.
- Procedimiento de Handover entre eNode Bs: Si la red U-TRAN decide que un UE debe cambiar de celda y no existe interfaz X2 entre los eNode Bs, la interfaz S1-MME se utiliza para emitir el proceso de handover.

De esta manera, la entidad MME, forma el contexto en el eNodeB destino a través de la interfaz S1 MME, con la información relativa a la configuración de los servicios portadores que tiene establecidos el usuario así como las claves de seguridad. Es decir, el proceso de handover es más rápido ya que no se ejecuta nuevamente los mecanismos de establecimiento de los servicios portadores en la interfaz de radio, ni los mecanismos de seguridad.

- Procedimiento de aviso (Paging): La localización de los equipos permite conocer en que eNode B se encuentra el usuario en modo idle.

Si el MME quiere forzar que un usuario en modo idle pase a activo a través de la interfaz S1-MME se inicia la búsqueda en los eNode Bs para encontrar al terminal.



**Gráfica 28 servicios portadores radio y S1 a través de la interfaz S1-MME[43]**

La interfaz S1 permite que un eNode B esté conectado simultáneamente a múltiples equipos de la red (múltiples MME o SGW), esta característica presenta las siguientes ventajas:

- Una red robusta a fallos de los nodos de la red troncal: El funcionamiento del eNode B no está sujeto a un único nodo de la red, lo cual permite que cuando uno se vea afectado, otros sigan ofreciendo los servicios a través de la red.
- Mediante el control de la capacidad de procesamiento de los eNode Bs como la de los enlaces de red de transporte E-UTRAN y la EPC, se ofrece el balanceo de carga entre E-UTRAN
- Permite acceso a los nodos de redes troncales de diferentes operadoras que comparten la red de acceso.

## **Interfaz X2**

La interfaz X2 proporciona un servicio de transferencia de datos sin garantías de entrega ni soporte de mecanismo de control de errores o de control de flujo, es decir no es confiable.

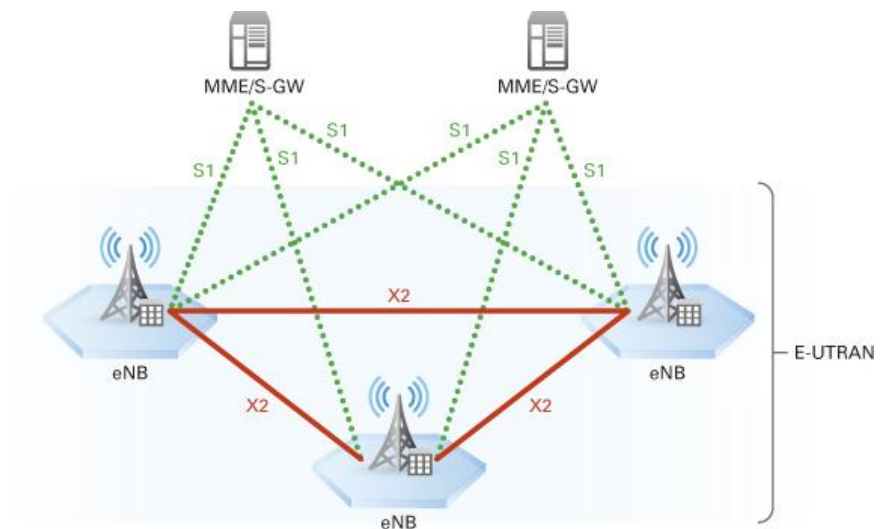
La transferencia de datos de usuario se realiza únicamente cuando existe handover en los paquetes de usuario almacenados en el eNode B antiguo hacia el nuevo.

En el plano de control, las funciones más importantes de la interfaz X2 son:

- Soporte del mecanismo de handover entre eNode Bs: Mediante el plano de control se transfiere el contexto de un usuario de un eNode B antiguo al nuevo, y se controla el método de transferencia de paquetes IP en el plano de usuario de X2.

El contexto de usuario contiene claves de seguridad y datos sobre la capacidad del terminal.

- Indicación del estado de carga del eNode B: Los eNode Bs con celdas vecinas pueden gestionar los recursos de radio como coordinación de interferencias entre celdas que operen en el mismo canal.



**Gráfica 29 Interfaz X2[44]**

## **Interfaz de Radio**

Esta interfaz mantiene los siguientes mecanismos de transferencia de información a través de un canal de radio:

### **Difusión (Broadcast)**

Permite que los equipos de usuario puedan descubrir la presencia de un eNode B, sus parámetros de operación en una celda, y la identidad de los operadores de red a los cuales pueden acceder.

Por otro lado, la función de difusión, permite que un usuario que no tenga conexión de control establecida con el eNode B, inicie el acceso a la red mediante la propagación de señalización de control, esta función también es conocida como aviso o paging.

### **Transferencia de paquetes IP a través del canal de radio**

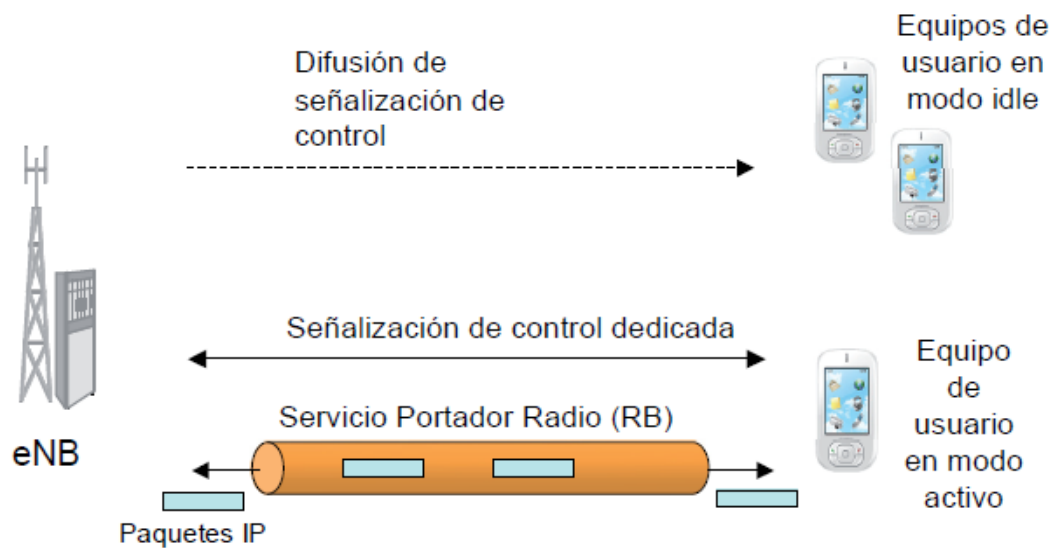
Esta función permite la inclusión de servicios portadores con funciones de compresión de cabeceras de paquetes IP, los cuales reducen el número de bytes enviados por la interfaz de radio, y contienen un gran número de parámetros idénticos como dirección origen y destino, por lo que no es necesario enviar todos los bytes de la cabecera IP en cada uno de los paquetes.

## **Transferencia de Señalización de control dedicada entre el eNode B y un UE**

A través de este protocolo se gestiona el establecimiento, modificación y liberación de los servicios portadores de radio entre el eNode B y el UE.

Además, este protocolo se encarga de controlar y enviar las medidas de radio desde los terminales hacia el eNode B, lo cual le permite al usuario que realice el cambio de celda manteniendo activa la conexión de control como los posibles portadores de radio que esté utilizando, este proceso es conocido como handover.

Cuando los terminales tienen una conexión de control con E-UTRAN, estas se encuentran en modo activo, mientras que un terminal se encuentra en estado idle cuando no tiene conexión RRC y se encuentra monitorizando la información de control difundida por la red.



**Gráfica 30 Mecanismos de transferencia de información en la interfaz de radio[43]**

La información enviada por la interfaz de radio se protege mediante los algoritmos de cifrado que proporcionan integridad y confidencialidad, los cuales permiten que la información sea enviada de tal manera que ningún otro equipo pueda decodificarla. El servicio de integridad impide que la información enviada pueda ser alterada en el camino entre el eNode B y el UE.

### **2.2.1. Confiabilidad de la red en un Sistema LTE**

Una red LTE es confiable si cumple las siguientes características:

- Redundancia de sistemas (en distintas localidades)
- Redundancia de componentes hardware del sistema y bases de datos, tanto para CORE de datos como para la RAN (Radio Access Network)
- Códigos de corrección de errores en protocolos.
- Aseguramiento de la integridad de datos.
- Backups.
- Estándares.
- Aseguramiento de calidad basado en pruebas, estableciendo estrategias de verificación, como en diseño.
- Revisiones e Inspecciones.
- Listas de chequeo.
- Análisis de riesgo y causas de error.

### **2.2.2. Calidad de servicio en una red LTE**

En LTE, el modelo de calidad de Servicio que se utiliza para definir el comportamiento de un servicio portador EPS y se fundamenta en la especificación de parámetros mencionados a continuación:

### **QCI (QoSClassIdentifier): Clase identificadora de Calidad de Servicio**

Este parámetro determina el comportamiento del plano de usuario del servicio portador EPS.

El valor de QCI es un puntero a una determinada clase de servicio portador EPS que implica la utilización de una serie de parámetros de los nodos que procesan el plano de usuario. Dichos parámetros pueden ser configurados previamente en el equipo por el fabricante o por el operador de red.

Debido a la flexibilidad de este esquema, la 3GPP ha especificado el comportamiento para un conjunto QCI de forma que este pueda ser usado como guía en la configuración de mecanismos que afectan a la calidad de Servicio en cada nodo.

La finalidad de la estandarización, de QCI es facilitar la consecuencia de un determinado comportamiento en redes con equipos de distintos fabricantes. A continuación, se proporciona los detalles de algunos valores de QCI estandarizados, estos son aplicables a cualquier red de acceso.

**Tabla 21 Valores de QCI Estandarizados[43]**

<b>QCI</b>	<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Retardo Paquete</b>	<b>Tasa de pérdida de paquetes</b>	<b>Ejemplo de Servicio</b>
1	GRB	2	100 ms	$10^{-2}$	Voz

2	GRB	4	159 ms	$10^{-3}$	Videoconferencia
5	Non- BRB	1	199 ms	$10^{-6}$	Señalización IMS
6	Non- BRB	6	399 ms	$10^{-6}$	Videostreaming

El valor de prioridad puede ser utilizado para ordenar la asignación de recursos en un conjunto de servicios portadores de radio, como por ejemplo cuando existe congestión y no se puede satisfacer el retardo fijado en ninguno de dichos servicios portadores.

**ARP(Allocation and retentionPriority): Ubicación y prioridad de retención**

Este parámetro determina el comportamiento operativo del plano de control, y se utiliza como un indicador de prioridad en los procesos de establecimiento, modificación, desactivación de un servicio portador.

**GRB (Guaranteed Bit Rate): Taza de bits garantizada**

El parámetro GBR indica la tasa en bits/s que debe proporcionar el servicio portador.

**MBR(Maximum Bit Rate): Máxima tasa de bits**

El parámetro MBR limita su tasa máxima de tal manera que, mediante un mecanismo de control de tasa (rate control), el volumen de tráfico que exceda al valor de MBR sea descartado.

Una de las principales características de los servicios de tasa garantizada es que siempre debe someterse al control de admisión, ya que su activación soporta la reserva de un determinado volumen de recursos de transmisión para poder garantizar dicha tasa.

Por el contrario, en el caso de los servicios portadores sin tasa garantizada, no se requiere que los servicios pasen por el control de admisión, es decir en un servicio sin tasa garantizada se puede presentar pérdida de paquetes cuando existe congestión.

Además de estos 4 parámetros, el modelo de calidad de servicio se complementa con dos parámetros adicionales asociados a la subscripción del usuario conocidos como servicio portador EPS de tasa no garantizada (Non-GRB Bearers), que se encuentran mencionados a continuación:

- UE-AMBR (User Equipment Aggregated Maximum Bit Rate): Máxima tasa de bits agregadas por usuario.
- APN-AMBR (APN Aggregated Maximum Bit Rate): Máxima tasa de bits agregados por APN.

Los parámetros mencionados anteriormente, indican la tasa máxima de transferencia en bits/s que pueden experimentar el conjunto de servicios portadores EPS que tenga activados un usuario sin tasa garantizada.

El parámetro UE – AMBR limita la tasa máxima del equipo de usuario, mientras que el parámetro APN-AMBR limita la tasa máxima agregada del equipo de usuario con una determinada red externa (asociada a dicho APN). Estos dos parámetros son parte del perfil de subscripción del usuario y a través de ellos, el operador de la red plantea diferentes estrategias de negocio basadas en la tasa máxima de transferencia ofrecida a los usuarios.

### **2.2.3. Mecanismo de detección de errores**

En el plano de usuario el envío de paquetes IP entre el UE y el eNodeB a través de la interfaz de usuario, se basa en un conjunto de protocolos que trabajan nivel de capa 2. Estos protocolos tienen como función principal definir

el formato de los paquetes de datos, que se intercambian en diferentes entidades, y se clasifican en las siguientes subcapas:

- Packet Data Convergence Protocol (PDCP): En esta subcapa, se agrega un número de secuencia a la cabecera, la cual identifica al paquete IP enviado, y permite realizar una entrega de paquetes ordenada en el extremo receptor, lo que le permite detectar posibles paquetes duplicados (ocasionados por handover). La función principal de esta capa es la compresión de cabeceras de los paquetes IP y el cifrado de la información que garantiza su confidencialidad e integridad.
- Radio Link Control (RLC): Permite enviar de forma confiable los paquetes PDCP entre el eNodeB y el UE, mediante el mecanismo de corrección de errores ARQ (AutomaticRepeatReQuest), que se encarga de concatenar, segmentar y re-ensamblar la entrega ordenada de paquetes PDCP a capas superiores a excepción del handover.
- Medium Access Control (MAC): Se encarga de controlar el acceso al canal de radio, para esto, soporta funciones de scheduling dinámico entre equipos de usuario atendiendo prioridades, además, multiplexa paquetes RLC de diferentes servicios portadores de radio en los canales de transporte.

- Capa física: Se encarga de la transmisión de datos a través del canal de radio.

Esta capa incluye funciones de:

- Codificación.
- Modulación
- Mapeo de la señal.

Los protocolos de nivel de red a nivel del plano de control son:

- Radio Resource Control (RRC): Esta capa establece el control entre el eNode B y un UE (User Equipment), mediante el establecimiento de señalización, liberación y modificación de los portadores de radio, soporte de movilidad, difusión (broadcast), y funciones de aviso de terminales que no tienen conexión RRC.
- Señalización de los protocolos NAS: Su función principal es la de autenticar, autorizar, gestionar la movilidad de los UE que no tienen conexión RRC y gestionar los servicios portadores de la red EPS.

#### **2.2.4. Seguridad**

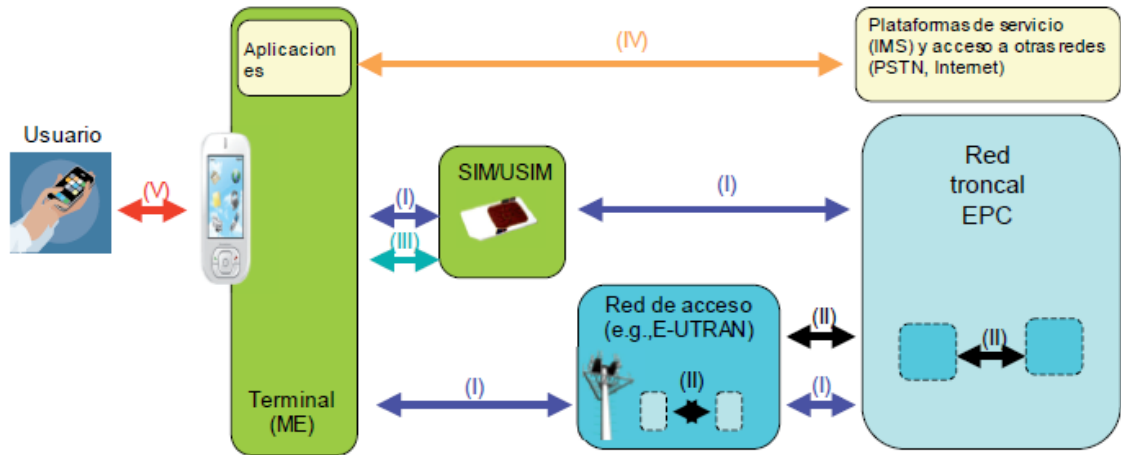
A continuación se describen las principales mecanismos de seguridad que ofrece la tecnología LTE:

- **Autenticación:** Este servicio contrasta la identidad de los usuarios que se conectan al sistema, además, permite que los usuarios tengan la seguridad que están accediendo a la red correcta, es decir existe un proceso de autenticación mutua entre los usuarios y la red.
- **Control de Acceso:** Este servicio se encarga de prevenir el acceso no autorizado a los recursos, y condiciona la activación de los servicios de comunicación a los derechos de acceso del usuario.
- **Confidencialidad:** Este servicio ofrece la protección de los datos que transporta el sistema frente a usuarios no autorizados. Además, este servicio evita que cualquiera pueda entender la información transmitida por un usuario. La confidencialidad se aplica tanto para la información propia de los servicios que los usuarios estén utilizando, como para la señalización propia relacionada con la operativa del sistema.

Para el sistema LTE la confidencialidad se la determina como privacidad, ya que se limita el número máximo de transmisión de identificadores universales de los usuarios en la interfaz de radio, como por ejemplo informationelement o IMSI.

- Integridad: Este servicio garantiza que los datos recibidos no sufran ninguna alteración desde su emisión. Este servicio evita que se realicen ataques al sistema mediante la alteración de información causando comportamientos no deseados.
- No repudio: Este servicio le permite identificar el origen de los datos, frente a una posible negación del emisor de los datos, como origen de los mismos. El emisor de los datos puede también disponer de pruebas para constatar que sus datos hayan sido recibidos por un destinatario y ante una posible negación del recipiente sobre la recepción de la información. Los servicios de no repudio se basan principalmente en el uso de mecanismos de la firma electrónica.[43]

A continuación se presenta el esquema de seguridad para una red LTE diseñado por la 3GPP:



**Gráfica 31 Dominios de Seguridad (3GPP TS 33.401)[43]**

A continuación se detallan los dominios de seguridad identificados

- Seguridad de acceso a la red (I): Esta función permite la autenticación mutua del usuario a la red, mediante la confidencialidad, privacidad e integridad.
- Seguridad en el dominio de red (II): En estas funciones de seguridad ocurren los intercambios de información entre los equipos de la red de un operador así como entre diferentes operadores, los cuales deben estar adecuadamente protegidos.
- Seguridad del equipo de usuario (III): Esta función establece un marco de operación seguro entre el terminal LTE, la tarjeta SIM /USIM y el propio

usuario del sistema. Como por ejemplo el número secreto PIN que se requiere para operar una tarjeta SIM/USIM en un terminal.

- Seguridad en nivel de aplicación de servicios (IV): Estas funciones de seguridad utilizadas entre diferentes aplicaciones a las que tiene acceso el usuario, aplican directamente entre el UE y los servidores de las plataformas de servicios o entidades remotas con las que se intercambian información.
- Visibilidad y configuración: Estas funciones están destinadas a proporcionar al usuario una visión clara de los servicios de seguridad que se encuentran operativos en la red.

### **Seguridad de Acceso a la Red:**

Los métodos que componen la seguridad de acceso a la red son los siguientes:

- Autenticación mutua: Este procedimiento permite que el usuario y la red se autenticuen mutuamente mediante la gestión de claves denominada EPS Authentication and Key Agreement (AKA).

- Determinación de claves secretas: Utilización de algoritmos de cifrado para proveer diferentes servicios de confidencialidad e integridad.
- Servicios de confidencialidad e integridad: Estos servicios permiten la transferencia de Señalización NAS entre el UE y la entidad MME de la red EPC.
- Servicio de confidencialidad: Permite la transferencia de información del equipo de usuario y el eNode B a través del plano de usuario.

### **2.3. Proveedores de la tecnología LTE**

A continuación se mencionan y se describen las empresas que son proveedoras de tecnología LTE en el Ecuador.

- Huawei-Technologies.
- Alcatel – Lucent.

### 2.3.1. Huawei Technologies



**Gráfica 32 Logo de Huawei Technologies**

Huawei, es una empresa China líder en tecnologías de la información global y la comunicación, y se encarga de la provisión de soluciones tecnológicas a nivel mundial.

Para la tecnología LTE, Huawei trabaja con el concepto de No –Edge Network que permite la mejor experiencia para los usuarios en cuanto a la descarga de datos de banda ancha móvil.

Para probar la eficiencia de descarga de datos, Huawei Technologies realizó pruebas de campo conocidas como CoMP, en las cuales se observó que el enlace ascendente puede alcanzar velocidades de datos con una eficiencia doble en los bordes de las celdas para un solo usuario, la mejora de rendimiento de la red en cuanto a cobertura y la eficiencia del espectro y rendimiento del mismo.

El presidente de Huawei Ying Weim inidica que el hito clave para la industria LTE y LTE Advanced, se enfoca en el desarrollo de redes de banda ancha móvil eficientes, sostenibles y rentables que dan a la gente una experiencia de servicio mejorada.

Hasta la fecha, la empresa china Huawei ha consolidado más de 100 contratos de LTE / EPC comerciales y ha puesto en marcha 45 redes comerciales LTE con operadores líderes a nivel mundial, más que cualquier otro proveedor de infraestructura de red.

Con una huella global de negocios en los cinco continentes, Huawei está impulsando el desarrollo y la comercialización de LTE en todo el mundo.

En el Ecuador, Huawei es uno de los proveedores de la infraestructura de LTE utilizada por CNT, la cual está constituida por los eNodes B o estaciones celulares LTE desplegadas a lo largo del país para las ciudades de Quito, Esmeraldas, Ibarra, Latacunga y Machala. Además, Huawei es también el proveedor de infraestructura de Core Network, la cual interconecta a los usuarios finales con la red de Internet y entre si independientemente si su tecnología es 2Go 3G.

Desde el año 2002 Huawei, se ha constituido como la principal empresa dedicada a la implementación y provisión de soluciones de telecomunicaciones y tecnologías de la información en Ecuador.

### 2.3.2. Alcatel-Lucent



**Gráfica 33 LOGO de la empresa Europea Alcatel-Lucent**

Alcatel-Lucent es una empresa Europea que se encarga de proveer la infraestructura para tecnologías de la información a nivel mundial. Los últimos proyectos que han tenido mayor acogida y éxito mundialmente son convergencia de la red, IMS, triple play, IPTV, aplicaciones multimedia fijas y móviles o comunicaciones corporativas.

Alcatel Lucent ha diseñado plataformas para introducir la tecnología LTE, para esto los expertos han desarrollado en sus equipos interfaces, protocolos y procedimientos de gestión de movilidad utilizados en EPC que permiten al usuario una experiencia inolvidable en la navegación de Internet.

Alcatel-Lucent está presente en el Ecuador desde los años 50 e inició con el nombre de Telenorma Ecuador, era una empresa encargada de realizar tendidos de cable telefónico e implantación de postes.

Años más tarde, se transformó en ISEL del Ecuador que, a su vez, formaba parte de la compañía extranjera IT, la cual fue comprada por Alcatel (Francia).

En el año 2006, frente a una industria con una intensa competencia y con los operadores de telecomunicaciones consolidándose, Alcatel y Lucent Technologies anuncian su fusión constituyéndose como Alcatel-Lucent, a partir del 1 de diciembre de 2006.[42]

En el Ecuador, la empresa Alcatel- Lucent trabaja actualmente como proveedor de tecnología para las operadoras como telefónica, Claro y CNT; ofreciéndoles soluciones tecnológicas de vanguardia que les permite evolucionar y ser más eficientes.

Para la tecnología LTE, al momento Alcatel –Lucent solo proporciona sus servicios a la empresa del estado CNT, conectando a los usuarios de la zona del pacífico con infraestructura propia de la empresa.

Contractualmente, Alcatel Lucent es responsable de la instalación de eNodes B en la zona del Pacífico como en Guayaquil, Cuenca, Machala y Loja.

## 2.4. Proveedores locales del servicio.

En el Ecuador actualmente solo la CNT es la única operadora autorizada para proveer el servicio de la tecnología LTE.



**Gráfica 34 Logo de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones**

Se presentan detalles de los planes comerciales con información obtenida de su web site [www.cnt.gob.ec](http://www.cnt.gob.ec)

El plan comercial postpago de LTE en CNT contiene los siguientes beneficios:

### **Descripción[40]:**

- Plan postpago controlado.
- Contrato a 24 meses.
- Acceso a recargar para seguir navegando.

- Costo Mega adicional \$0,10 + IVA.
- No existe rollover de megas en ningún plan.
- Financiamiento de equipo de acuerdo al CBM.
- Modem huawei HSPA+ E173 o E303 incluido en el plan de \$10, \$15 y \$19 dólares.
- Modem MIFI LTE E5776S , incluido en planes desde \$29.
- Velocidad HSPA+ de hasta 10 Mbps de bajada y 2 Mbps de subida.
- Velocidad LTE de hasta 20 Mbps de bajada y 4 Mbps de subida.
- Permite cambios de plan.
- Se los puede activar con equipo propio CNT o aportado. [39]

**Beneficios:**

- Velocidad máxima de hasta 20 Mbps de bajada y 4 Mbps de subida (aplica cobertura LTE).

- Mejor calidad en conectividad.
- Compartición con más usuarios.
- Movilidad [39]

## Tarifas

Tabla 22 Tarifas de Planes Postpago[39]

Tarifa	Red	GB	
		Incluidos	Equipo
\$ 10.00	HSPA+	500 MB	Módem incluido
\$ 15.00	HSPA+	700 MB	Módem incluido
\$ 19.00	HSPA+	1 GB	Módem incluido
\$ 29.00	LTE	2 GB	MIFI Incluido
\$ 39.00	LTE	3 GB	MIFI Incluido
\$ 49.00	LTE	5 GB	MIFI Incluido
\$ 95.00	LTE	10 GB	MIFI Incluido
\$ 140.00	LTE	15 GB	MIFI Incluido

## Condiciones

- Planes disponibles sólo para chip de datos.
- Acceso a contratar paquetes 1 GB y 2GB o a navegar por demanda a USD 0,10 + impuestos el mega.

- Navegación y servicio LTE aplican en zonas de cobertura LTE, en zonas donde no exista cobertura LTE podrá navegar en HSPA+.
- Para consulta de GB disponibles desde un móvil CNT llamar al \*611 opción 2 y desde cualquier fijo al 100 opción 1-1-4, el cliente debe conocer el número del servicio.[39]

El plan comercial prepago de LTE en CNT se describe a continuación:

**Descripción:**

- Velocidad hasta 20 Mbps de bajada y 4 Mbps de subida.
- Si posee rollover.
- El primero de cada mes el sistema otorga 1 GB durante 18 meses.
- Es un prepago pre activado que el cliente lo activa automáticamente llamando al \*411 al momento de la venta similar a lo que existe actualmente con líneas prepago móviles pre activadas.
- Incluye equipo MIFI LTE E5776S.
- Para consulta de GB disponibles desde un móvil CNT llamar al \*611 opción 2 y desde cualquier fijo al 100 opción 1-1-4, el cliente debe conocer el número del servicio.[40]

## Beneficios:

- Velocidad máxima de hasta 20 Mbps de bajada y 4 Mbps de subida.
- Mejor calidad en conectividad.
- Compartición con más usuarios.
- Movilidad. [40]

## Tarifas

**Tabla 23 Tarifas de Planes Prepago [40]**

Plan	Precio	Precio con imp.	GB Incluidos	Equipo
LTE Prepago 4G	\$399.00	\$466.88	1 GB x mes durante 18 meses	Incluido

## Condiciones

- Condiciones del plan
- El valor del plan prepago \$399,00 más impuestos lo puede cancelar en efectivo o con cualquier tarjeta de crédito a 3 y 6 meses sin intereses y hasta 24 meses con intereses.
- Acceso a contratar paquetes 1 GB y 2GB o a navegar por demanda a USD 0,10 + impuestos el mega.
- Navegación y servicio LTE aplican en zonas de cobertura LTE, en zonas donde no exista cobertura LTE podrá navegar en HSPA+.
- El plan no puede ser activado con modem virtual o equipo aportado.
- Aplica restricciones. [40]

### **3. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE MERCADO DEL SISTEMA LTE**

#### **3.1 Situación actual del Mercado LTE en el Ecuador**

En la actualidad, CNT E.P ha realizado la adquisición de equipos y software para el servicio de LTE, estimando la tendencia del mercado 4G hasta el año 2017, con la empresa multinacional Huawei Technologies.

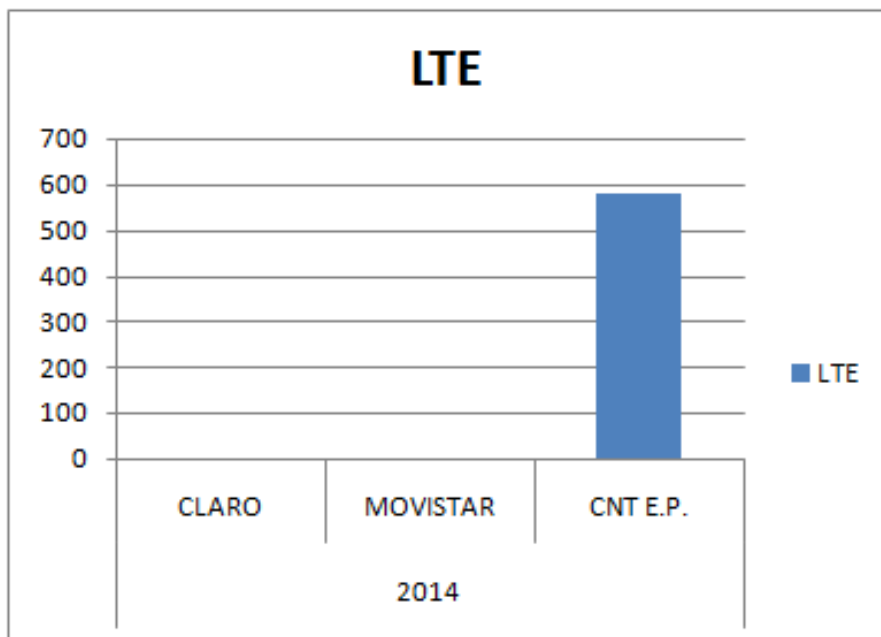
En el mercado, se observa que actualmente se encuentran alrededor de 4973 [48]usuarios enganchados al CORE de datos correspondiente a la tecnología LTE, hasta el 26 de agosto del 2014.

Como se conoce, actualmente en el Ecuador solo a CNT E.P. se le ha otorgado la concesión de la frecuencia para LTE por lo cual las demás operadoras que ofrecen servicios de telecomunicación en el país no están autorizadas para proveer el servicio de 4G.

Aproximadamente, la situación del mercado LTE en el Ecuador es el siguiente

**Tabla 24 Situación Actual del Mercado LTE en el Ecuador**

TECNOLOGÍA	2014		
	CLARO	MOVISTAR	CNT E.P.
LTE	0	0	580



**Gráfica 35 Situación del Mercado Actual LTE en el Ecuador**

### **3.1.1 Encuestas a los usuarios de datos móviles para identificar el potencial de mercado en el Ecuador**

Para las encuestas realizadas a los usuarios, se ha tomado en cuenta a los usuarios que cuentan con smartphones

De acuerdo a la información proporcionada por la SENATEL, actualmente el número de usuarios que tiene contratados servicios de datos es de 3.577.462.

### **Muestra**

Para realizar el estudio de mercado de LTE en el Ecuador, se realiza el muestreo estadístico a partir del número de usuarios que actualmente tienen smartphone y que constan en el reporte del Órgano Regulador con acceso a internet Móvil, esto nos permitirá conocer aproximadamente cuantos usuarios estarían potencialmente interesados en el servicio de LTE.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

### **Fórmula 1 Muestreo estadístico[45]**

A continuación se describen los valores de cada uno de los elementos de la fórmula del muestreo estadístico, tomando en cuenta que el nivel de confianza es del 95% .

**Tabla 25 Significado de los elementos de la fórmula del muestreo estadístico**

<b>Elemento</b>	<b>Significado del Elemento</b>	<b>Valor</b>
$Z_{\alpha}$	Nivel de confianza	1,96
<b>N</b>	Tamaño de la población	3.577.462
<b>p</b>	Porcentaje de aceptación	0.75
<b>q</b>	Proporción de rechazos	0.25
<b>e</b>	Error	0.05

### Cálculos:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$
$$n = \frac{3.577.462 * (1.96)^2 * 0,25 * 0,75}{(0.05)^2 * (3.577.462 - 1) + (1.96)^2 * 0,25 * 0,75}$$
$$n = \frac{2576845,8786}{8944,3728}$$
$$n = 288,0968$$
$$n = 288$$

### Fase Descriptiva:

Para la realización de las encuestas, la muestra de la población que se ha tomado en cuenta ha sido las personas que poseen un smartphone

El modelo de encuestas que se utilizara es el siguiente

1. ¿Con qué frecuencia utiliza en su smartphone la red de datos?

- Siempre
- una vez a la semana
- una vez al mes

una vez al año

Me conecto siempre a la red de internet mediante Wifi

2. ¿Contrataría el servicio LTE con MIFI incluido cuyo precio mensual es de \$29 e incluye 2 GB?

Si

No

3. ¿Cambiaría su servicio actual por uno que le ofrezca mayor velocidad a tiempo real con un precio mensual de \$140 que incluye MIFI y 15 GB Mensuales?

Si

No

4. ¿Cambiaría su smartophone por uno que soporte la tecnología 4G y que su precio este desde \$700 hasta \$1000 o más?

si

no

5. ¿Cuán frecuente utiliza aplicaciones para jugar en línea a tiempo real desde su smartphone o ipad?

siempre

una vez al mes

- me conecto con Wifi para utilizar estas aplicaciones
- una vez por semana
- nunca

6. De las siguientes aplicaciones descritas a continuación, escoja ¿cuál utiliza por lo menos una vez por semana?

- No me conecto a ninguna aplicación
- Skype
- Line
- Whatsapp
- Juegos en línea a tiempo real
- Radio on Line
- TV on Line
- Cloud Computing

7. Cuantas personas en su familia tienen smartphones que soporten la tecnología 4G?

- Una
- Más de una
- Más de 5

- más de 10
- Nadie
- No lo se

8. Cuando usted viaja ¿Realiza la contratación de roaming de datos?

- Si
- No

9. ¿Cuántas personas en su familia acceden a aplicaciones multimedia que requieran el uso de datos desde su smartphone?

- una
- más de una
- mas de 5
- mas de 10
- utilizamos Wifi en lugar de datos
- ninguna
- no lo se

10. ¿Tiene usted contratado un plan de datos para su smartphone?

- no tengo plan de datos
- Si es de \$10 mensuales

- si es de \$20 mensuales
- si es de \$30 mensuales
- si es de \$40 mensuales
- si es de más de \$41 dólares mensuales

### **3.1.2 Tendencias actuales del mercado LTE en el Ecuador**

Para conocer las tendencias actuales del mercado LTE se ha realizado una encuesta a 288 usuarios lo cual nos permitió conocer que aproximadamente el 57% de los usuarios accederían a la red LTE con un plan de \$29 mensuales que incluya MIFI y 2GB mensuales.

Pero, en cuanto a un plan celular, solo lo adquirirían siempre y cuando no tengan que cambiar su smartphone y con un plan de hasta \$20 mensuales.

Además, que la mayoría de usuarios no estuvo de acuerdo en cambiar su terminal con uno que soporte mayor velocidad. Los resultados se muestran a continuación.

### **3.2 Análisis de Mercado**

El estudio del Análisis de Mercado para la provisión de servicios LTE en el Ecuador ha sido realizado con el fin de identificar si el servicio ofertado tiene aceptación por los usuarios a nivel nacional, de tal manera que se pueda analizar el crecimiento que el mismo tendrá a futuro.

#### **Trabajo de Campo**

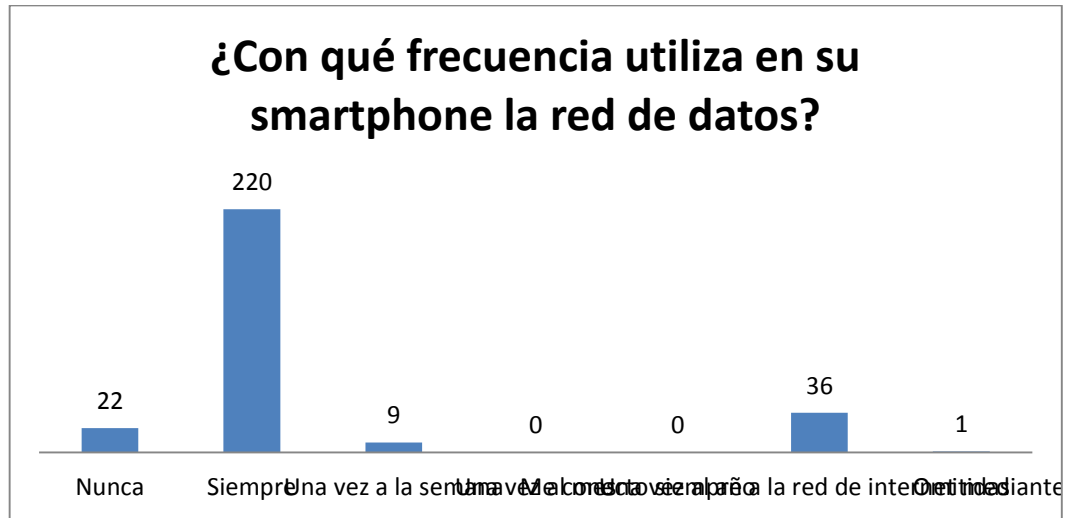
Las encuestas fueron enviadas mediante correo electrónico y facebook a los usuarios que se encuentran dentro del segmento de muestreo. El tiempo promedio para responder dicha encuesta ha sido de 3 minutos aproximadamente

#### **Análisis e interpretación**

**Pregunta 2: ¿Con qué frecuencia utiliza en su smartphone la red de datos?**

**Tabla 26 Resultado de la pregunta 2 ¿Con qué frecuencia utiliza en su smartphone la red de datos?**

<b>¿Con qué frecuencia utiliza en su smartphone la red de datos?</b>		
<b>Opciones de respuesta</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Nunca	22	7,64%
Siempre	220	76,39%
Una vez a la semana	9	3,13%
Una vez al mes	0	0,00%
Una vez al año	0	0,00%
Me conecto siempre a la red de internet mediante Wifi	36	12,50%
Omitidas	1	0,35%
<b>Total</b>	<b>288</b>	



**Gráfica 36 Resultado de la pregunta 2 ¿Con qué frecuencia utiliza en su smartphone la red de datos?**

### Análisis

De acuerdo a las respuestas obtenidas de 288 personas, el 76,39% se conectan a la red de datos mediante su smartphone siempre, el 12,50% de usuarios se conectan a la red de datos mediante Wifi, el 3,13% se conectan a la red de datos mediante su smartphone una vez por semana, ningún usuario indico que se conecta una vez al año o una vez al mes. De esta encuesta tan solo una respuesta fue omitida.

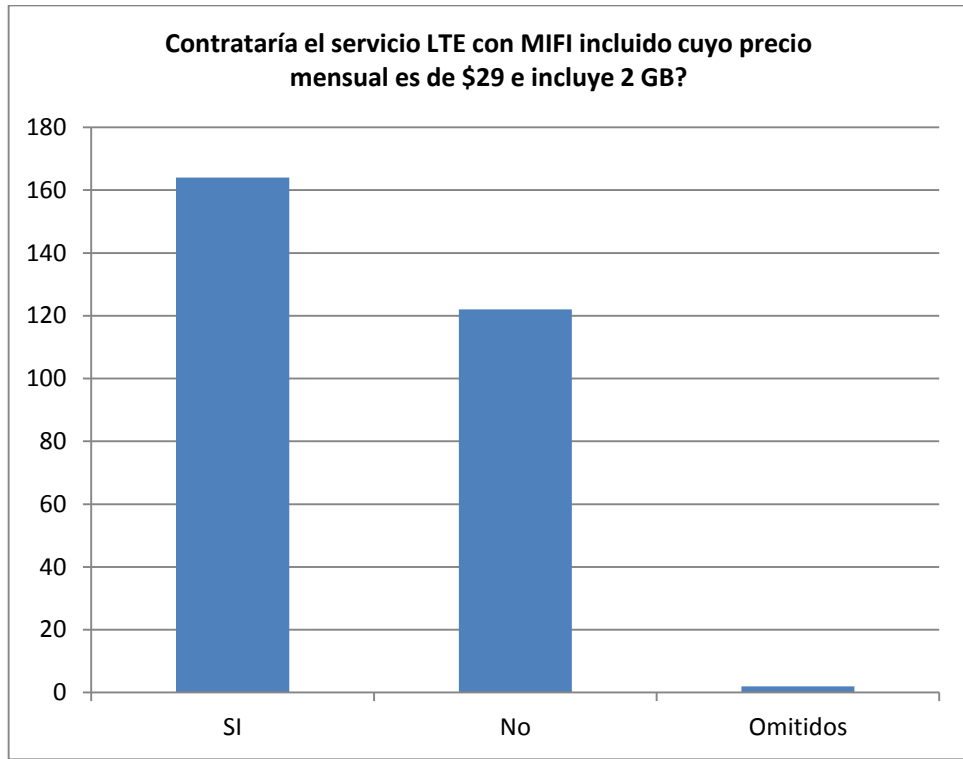
## Interpretación

A pesar de que la mayoría de usuarios acceden a la red de datos mediante su smartphone, aún existen usuarios que prefieren acceder a la red de internet mediante wifi desde su smartphone.

**Pregunta 3: ¿Contrataría el servicio LTE con MIFI Incluido cuyo precio mensual es de \$29 e incluye 2 GB?**

**Tabla 27 Resultado de la pregunta 3 ¿Contrataría el servicio LTE con MIFI incluido cuyo precio mensual es de \$29 e incluye 2GB?**

<b>Contrataría el servicio LTE con MIFI incluido cuyo precio mensual es de \$29 e incluye 2 GB?</b>		
<b>Opciones de respuesta</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
SI	164	56,94%
No	122	42,36%
Omitidos	2	0,69%
<b>Total</b>	<b>288</b>	



**Gráfica 37 Resultado de la pregunta 3¿Contrataría el servicio LTE con MIFI incluido cuyo precio mensual es de \$29 e incluye 2GB?**

## **Análisis**

De acuerdo a las respuestas obtenidas de 288 personas, el 56,94% de los usuarios si contratarían el servicio LTE con MIFI Incluido cuyo precio mensual es de \$29 e incluye 2 GB, mientras que el 42,36% el porcentaje restante no contestó.

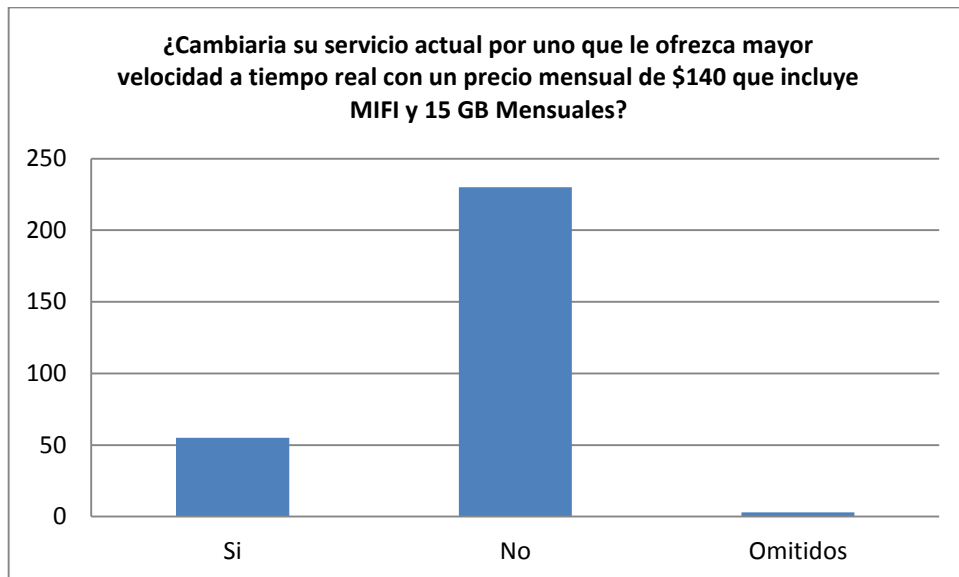
## **Interpretación**

La mayoría de usuarios contratarían el plan LTE con MIFI incluido 2 GB por \$29 mensuales, porque es económico, mientras que otros usuarios no contratarían este servicio.

**Pregunta 4: ¿Contrataría el servicio LTE con MIFI Incluido cuyo precio mensual es de \$29 e incluye 2 GB?**

**Tabla 28 Resultado Pregunta 4 ¿Cambiaría su servicio actual por uno que le ofrezca mayor velocidad a tiempo real con un precio mensual de \$140 que incluye MIFI y 15 GB Mensuales?**

<b>¿Cambiaría su servicio actual por uno que le ofrezca mayor velocidad a tiempo real con un precio mensual de \$140 que incluye MIFI y 15 GB Mensuales?</b>		
Si	55	19,10%
No	230	79,86%
Omitidos	3	1,04%
<b>Total</b>	<b>288</b>	



**Gráfica 38 Resultado Pregunta 4 ¿Cambiaría su servicio actual por uno que le ofrezca mayor velocidad a tiempo real con un precio mensual de \$140 que incluye MIFI y 15 GB Mensuales?**

### **Análisis**

De acuerdo a las respuestas obtenidas de 288 personas, el 19,10% Si cambiaría su servicio actual por uno que le ofrezca mayor velocidad a tiempo real con un precio mensual de \$140 que incluye MIFI y 15 GB Mensuales, el 79,86% no se cambiará de servicio y el porcentaje restante no contestó.

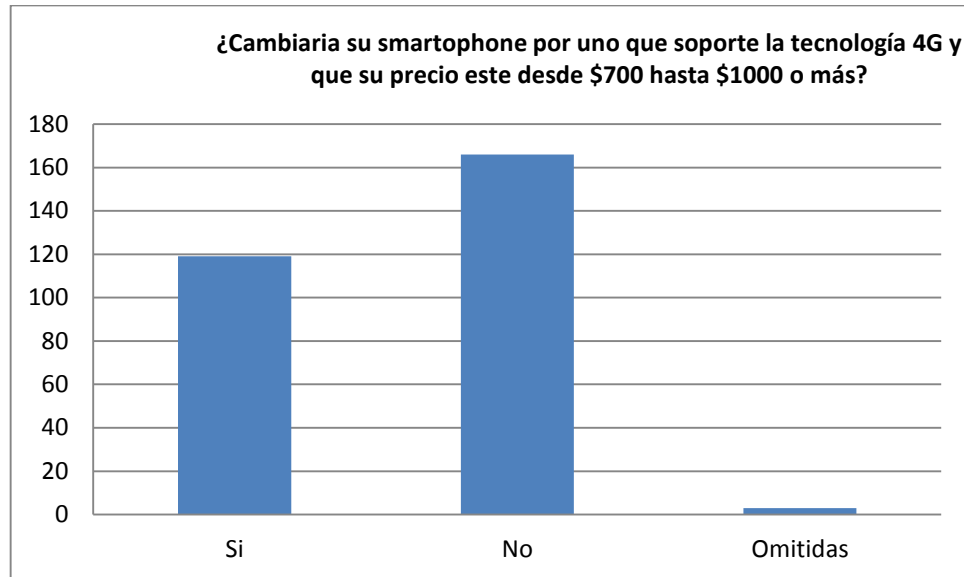
## Interpretación

La mayoría de usuarios no contratarían este servicio debido al costo elevado del servicio, mientras que un bajo porcentaje de usuarios si lo contratarían por el servicio que el mismo ofrece.

**Pregunta 5: ¿Cambiaría su smartophone por uno que soporte la tecnología 4G y que su precio este desde \$700 hasta \$1000 o más?**

**Tabla 29 Resultado pregunta 5 ¿Cambiaría su smartophone por uno que soporte la tecnología 4G y que su precio este desde \$700 hasta \$1000 o más?**

<b>¿Cambiaría su smartophone por uno que soporte la tecnología 4G y que su precio este desde \$700 hasta \$1000 o más?</b>		
<b>Opciones de Respuesta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	119	41,32%
No	166	57,64%
Omitidas	3	1,04%
<b>Total</b>	<b>288</b>	



**Gráfica 39** Resultado pregunta 5 ¿Cambiaría su smartphone por uno que soporte la tecnología 4G y que su precio este desde \$700 hasta \$1000 o más?

### **Análisis**

De acuerdo a las respuestas obtenidas de 288 personas, el 35,07% de los usuarios cambiarían su smartphone por uno que soporte la tecnología 4G y que su precio este desde \$700 hasta \$1000, mientras que el 64,24% de las personas no cambiarían su terminal. El porcentaje restante no contestó.

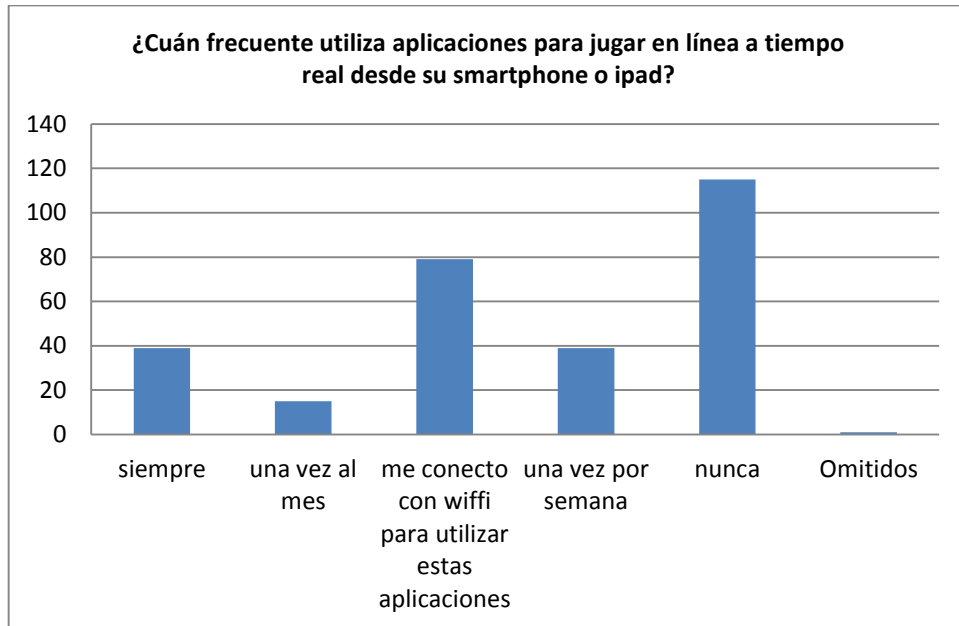
## **Interpretación**

La mayoría de usuarios no cambiarían su smartphone debido al costo del terminal LTE, a pesar de esto, un porcentaje minoritario si tendría la capacidad financiera y económica de adquirir un terminal LTE.

**Pregunta 6: ¿Cuán frecuente utiliza aplicaciones para jugar en línea a tiempo real desde su smartphone o ipad?**

**Tabla 30 Resultado Pregunta 6 ¿Cuán frecuente utiliza aplicaciones para jugar en línea a tiempo real desde su smartphone o ipad?**

<b>¿Cuán frecuente utiliza aplicaciones para jugar en línea a tiempo real desde su smartphone o ipad?</b>		
<b>Opciones de Respuesta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Porcentaje</b>
siempre	39	13,54%
una vez al mes	15	5,21%
me conecto con Wifi para utilizar estas aplicaciones	79	27,43%
una vez por semana	39	13,54%
nunca	115	39,93%
Omitidos	1	0,35%
<b>Total</b>	<b>288</b>	



**Gráfica 40 Resultado Pregunta 6 ¿Cuán frecuente utiliza aplicaciones para jugar en línea a tiempo real desde su smartphone o ipad?**

## **Análisis**

De acuerdo a las respuestas obtenidas de 288 personas, el 39,93% no se conectan nunca a esta aplicación, el 27,43% de los usuarios se conectan con Wifi para utilizar esta aplicación, el 13,54% se conectan siempre a la red de internet desde su smartphone para jugar en línea a tiempo real, el 13,54% se conectan una vez por semana, mientras que el 5,21% lo utiliza una vez al mes, y el porcentaje restante no respondió a esta pregunta.

## **Interpretación**

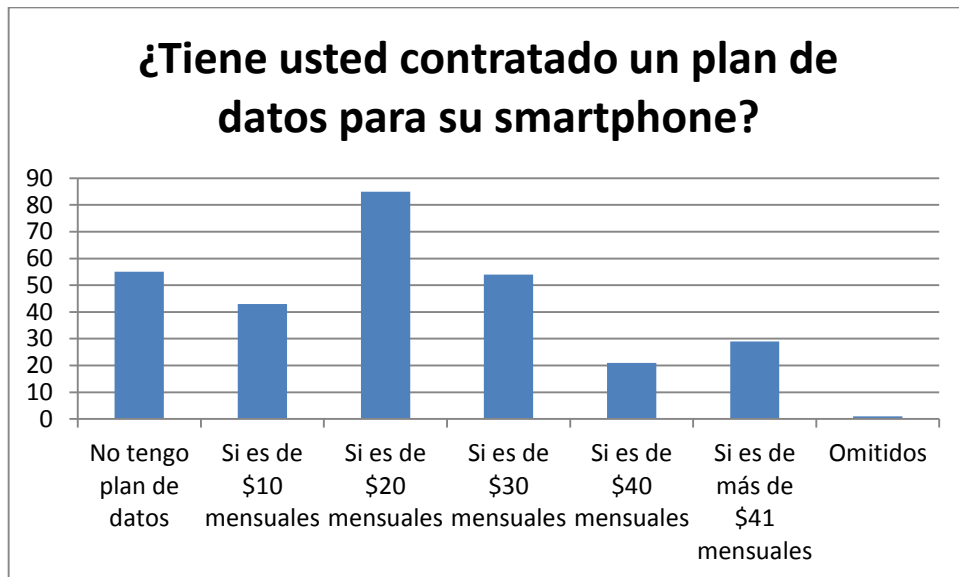
La mayoría de usuarios no utilizan aplicaciones para jugar a tiempo real desde su smartphone, mientras que, en un porcentaje mejor los usuarios prefieren utilizar Wifi para este tipo de aplicaciones, finalmente, y en su minoría los usuarios se conectan mediante la red de datos a estas aplicaciones.

Esto se debe a que las aplicaciones para jugar a tiempo real consumen un alto ancho de banda y la mayoría del plan de datos, por lo cual es más conveniente y económico utilizar Wifi.

**Pregunta 10: ¿Tiene usted contratado un plan de datos para su smartphone?**

**Tabla 31 Respuesta pregunta 10 ¿Tiene usted contratado un plan de datos para su smartphone?**

<b>¿Tiene usted contratado un plan de datos para su smartphone?</b>		
<b>Opciones de Respuesta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Porcentaje</b>
No tengo plan de datos	55	19,10%
Si es de \$10 mensuales	43	14,93%
Si es de \$20 mensuales	85	29,51%
Si es de \$30 mensuales	54	18,75%
Si es de \$40 mensuales	21	7,29%
Si es de más de \$41 mensuales	29	10,07%
Omitidos	1	0,35%
<b>Total</b>	<b>288</b>	



**Gráfica 41 Respuesta pregunta 10 ¿Tiene usted contratado un plan de datos para su smartphone?**

### **Análisis**

De acuerdo a las respuestas obtenidas de 288 personas, el 29,51% tiene contratado un plan de \$20 mensuales, el 19,10% no tiene contratado el servicio de plan de datos, el 18,75% tiene contratado un servicio de \$30 mensuales el 14,93% tiene contratado un servicio de \$10 mensuales, el 10,07% tiene contratado un plan de más de \$41 mensuales y el 7,29% tiene

contratado un plan de \$40 mensuales. Solamente una respuesta ha sido omitida en esta pregunta.

### **Interpretación**

En primer lugar, y en un porcentaje mayoritario, los usuarios tienen contratados un plan de \$20 mensuales.

Sin embargo, existen otros usuarios que debido a sus posibilidades económicas prefieren no contratar un plan de datos y utilizar Wifi para acceder a las aplicaciones multimedia, otros, no tienen smartphone y no tienen la necesidad de contratar este servicio.

El siguiente nivel, indica que los usuarios tienen la capacidad financiera para pagar \$30 mensuales por un plan de datos, y otros pueden pagar hasta \$10 mensuales por este servicio.

Finalmente, un porcentaje minoritario de usuarios pagan por el servicio de datos desde \$40 mensuales o más.

Es decir, de acuerdo al análisis realizado, la tendencia para el Mercado LTE en el Ecuador indica que la mayoría de usuarios pueden solventar un gasto mensual de \$20 mensuales por mes para acceder al servicio de datos móviles en su smartphone, es decir que la mayoría no tiene la capacidad económica para acceder a los planes LTE que se encuentran actualmente

en el mercado. Mientras que un porcentaje mínimo puede solventar un gasto desde \$40 en adelante para este servicio. Lo cual indica, que muy pocos usuarios podrán contratar el plan para MIFFI LTE propuesto por CNT, ya que en el Ecuador la mayoría de personas no pueden solventar un gasto tan alto mensual para este tipo de servicios.

### **3.2.1 Estadísticas actuales de los proveedores de datos móviles en el Ecuador.**

De acuerdo a las estadísticas sobre el servicio SMA (Servicio Móvil Avanzado) realizado por la CONATEL, en el año 2001 hasta el año 2002, los únicos proveedores del servicio móvil avanzado eran MOVISTAR Y CLARO quienes han competido un largo tiempo entre ellas por la concesión de frecuencias y adquisición de sitios en donde se requiere colocar radio bases para mejorar la cobertura de su señal, y así conquistar el mercado en el Ecuador.

Pero desde el año 2003 hasta el presente año la Empresa Estatal mejor conocida como CNT ha empezado a innovar sus servicios con tecnología de punta de los proveedores ALCATEL-LUCENT y Huawei Technologies.

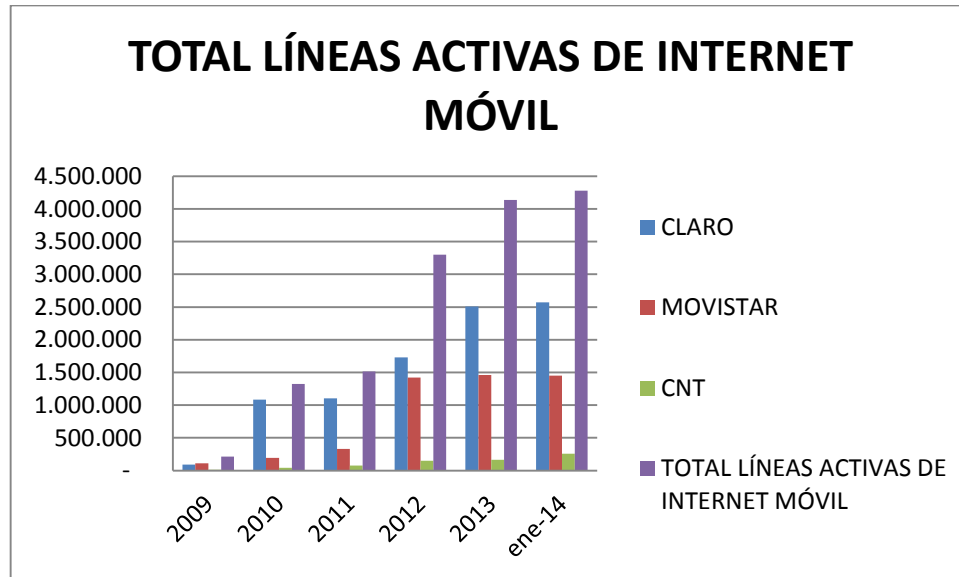
La Corporación Nacional de Telecomunicaciones ha implementado nuevas torres, torretas, monopolos y radio bases mediante estudios de cobertura realizados para mejorar la emisión y recepción de su señal nivel nacional. Además, han mejorado su CORE de Red y sus sistemas de gestión para

ofrecer un servicio sin caídas y disponible las 24 horas del día por los 365 días del año.

### Proveedores de Internet Móvil en el Ecuador

**Tabla 32 Número de usuarios desde el 2009 hasta el 2014 para todas las operadoras**

<b>AÑO</b>	<b>CLARO</b>	<b>MOVISTAR</b>	<b>CNT</b>	<b>TOTAL LÍNEAS ACTIVAS DE INTERNET MÓVIL</b>	<b>DENSIDAD INTERNET MÓVIL</b>
2009	90.019	112.303	10.520	<b>212.842</b>	<b>1,52%</b>
2010	1.086.567	193.357	42.930	<b>1.322.854</b>	<b>9,31%</b>
2011	1.104.845	329.576	78.686	<b>1.513.107</b>	<b>10,25%</b>
2012	1.731.966	1.420.528	147.986	<b>3.300.480</b>	<b>21,26%</b>
2013	2.508.554	1.461.812	164.375	<b>4.134.741</b>	<b>26,21%</b>
ene-14	2.570.208	1.450.067	256.970	<b>4.277.245</b>	<b>27,08%</b>



**Gráfica 42 Proveedores de Internet Móvil en el Ecuador**

De acuerdo a las estadísticas realizadas por la SENATEL, se puede observar en el Ecuador un total de 4.277.245 usuarios tienen contratado el servicio de datos móviles en sus dispositivos.

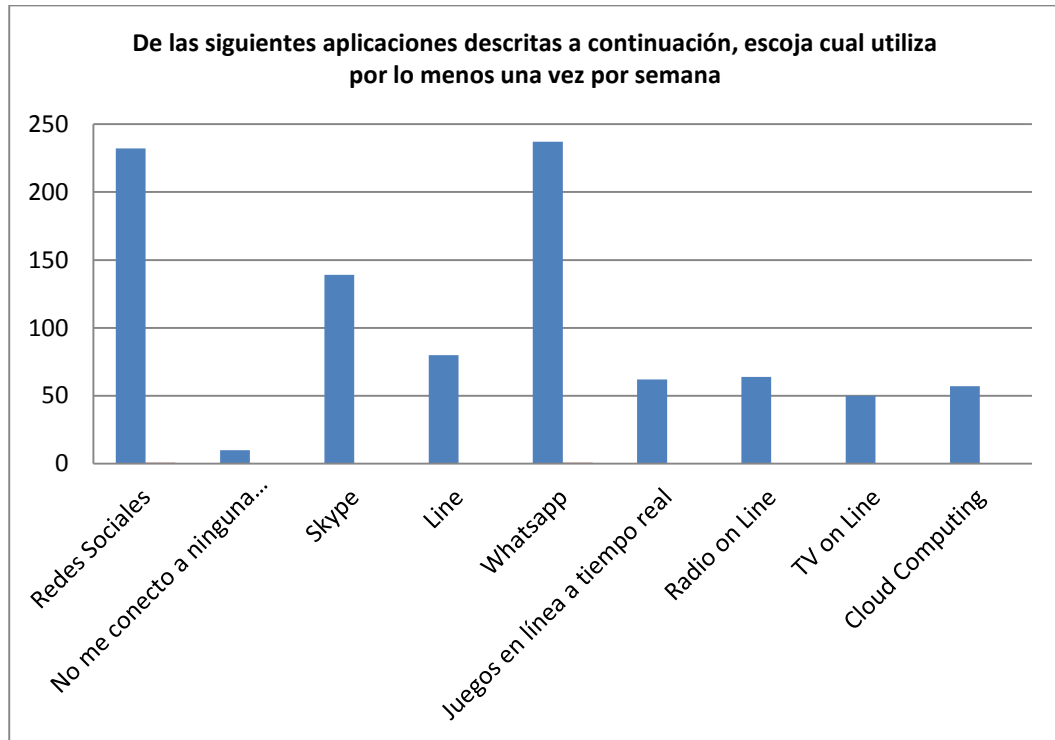
### 3.2.2 Estadísticas locales actuales Multimedia

Para obtener datos aproximados sobre las aplicaciones multimedia a las cuales acceden las personas en el Ecuador, se ha realizado dos preguntas base en la encuesta que nos permite conocer qué tipo de aplicaciones multimedia utilizan los usuarios en su smartphone.

**Pregunta 7: De las siguientes aplicaciones descritas a continuación, escoja cual utiliza por lo menos una vez por semana**

**Tabla 33 Resultado Pregunta 7 De las siguientes aplicaciones descritas a continuación, escoja cual utiliza por lo menos una vez por semana**

<b>De las siguientes aplicaciones descritas a continuación, escoja cual utiliza por lo menos una vez por semana</b>		
<b>Opciones de Respuesta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Porcentaje</b>
Redes Sociales	232	80,56%
No me conecto a ninguna aplicación	10	3,47%
Skype	139	48,26%
Line	80	27,78%
Whatsapp	237	82,29%
Juegos en línea a tiempo real	62	21,53%
Radio on Line	64	22,22%
TV on Line	50	17,36%
Cloud Computing	57	19,79%



**Gráfica 43 Resultado Pregunta 7 De las siguientes aplicaciones descritas a continuación, escoja cual utiliza por lo menos una vez por semana**

### **Análisis**

De acuerdo a las respuestas obtenidas de 288 personas, el 82,29% utiliza su smartphone para la aplicación Whatsapp, el 80,56% utiliza su smartphone para conectarse a las redes sociales, el 48,26% lo utiliza para skype, el 27,78% lo utiliza para Line que es una aplicación para mensajería instantánea orientada a datos, el 22,22% lo utiliza para radio on line, el 21,53% lo utiliza para juegos en línea a tiempo real, el 19,79% lo usa para

cloudcomputing, el 17,36% lo utiliza para TV on Line, y finalmente tan solo el 3,47% no se conecta a ninguna aplicación. En esta pregunta, ninguna respuesta fue omitida

### **Interpretación**

En primer lugar, la mayoría de usuarios utilizan su smartphone para aplicaciones de mensajería instantánea como Whatsapp, para comunicarse a nivel nacional e internacional.

En segundo lugar, también se observa que la mayoría de usuarios usan su smartphone para conectarse a las redes sociales, lo cual indica que este tipo de aplicaciones se han convertido en el principal medio de comunicación y entretenimiento del usuario.

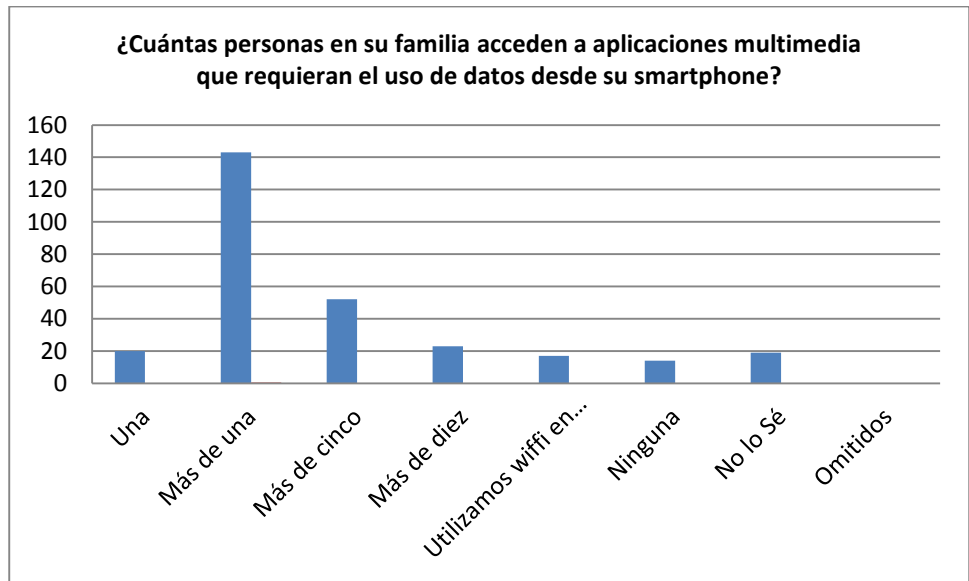
Sin embargo, las aplicaciones para realizar llamadas a tiempo real, ocupan un tercer lugar para los usuarios, como Line y Skype.

En último lugar, y por minoría, las aplicaciones menos utilizadas son Cloud computing, radio on line y TV on line, esto se debe a que muchas de estas aplicaciones tienen costo, o que muchos usuarios no tienen conocimiento de este tipo de aplicaciones.

**Pregunta 9: ¿Cuántas personas en su familia acceden a aplicaciones multimedia que requieran el uso de datos desde su smartphone?**

**Tabla 34 Respuesta pregunta 9 ¿Cuántas personas en su familia acceden a aplicaciones multimedia que requieran el uso de datos desde su smartphone?**

<b>¿Cuántas personas en su familia acceden a aplicaciones multimedia que requieran el uso de datos desde su smartphone?</b>		
<b>Opciones de Respuesta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Porcentaje</b>
Una	20	6,94%
Más de una	143	49,65%
Más de cinco	52	18,06%
Más de diez	23	7,99%
Utilizamos Wifi en lugar d datos	17	5,90%
Ninguna	14	4,86%
No lo Sé	19	6,60%
Omitidos	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>288</b>	



**Gráfica 44 Respuesta pregunta 9 ¿Cuántas personas en su familia acceden a aplicaciones multimedia que requieran el uso de datos desde su smartphone?**

### **Análisis**

De acuerdo a las respuestas obtenidas de 288 personas, el 49,65% de los usuarios indicaron que más de una persona en su familia acceden a aplicaciones multimedia que requieren el uso de datos desde su smartphone, el 18,06% dice que más de 5 personas se conectan a

aplicaciones multimedia mediante su smartphone y utilizan el plan de datos, el 7,99% muestra que más de 10 personas, el 6,94% revela que una persona, el 6,60 % indica que lo desconoce, el 5,90% demuestra que utilizan Wifi para conectarse a estas aplicaciones, el 4,86% enseña que ninguna persona. En esta pregunta, ninguna respuesta fue omitida.

### **Interpretación**

En primer lugar, la mayoría de usuarios indican que al menos una persona de su familia se conecta a la red de datos para acceder aplicaciones multimedia mediante su smartphone.

Sin embargo, un porcentaje mínimo utiliza el Wifi para conectarse a estas aplicaciones, puesto que muchas de estas requieren un alto ancho de banda lo que implica que el plan de datos podría consumirse de inmediato.

Finalmente, un mínimo porcentaje indica que no se conecta ninguna aplicación mediante su smartphone, esto puede ser porque no tienen smartphone o a su vez desconocen qué tipo de aplicaciones pueden utilizar.

### 3.2.3 Estadísticas locales actuales del número de smartphones existentes actualmente.

De acuerdo a un resumen estadístico presentado por el INEC, el 16,9% o 1'261.944 de personas de cinco años en adelante poseen un smartphone.

Según las edades, el grupo de usuarios con mayor uso de smartphone se detalla a continuación.

**Tabla 35 Grupo etario por edad con mayor uso de smartphone**

<b>EDAD</b>	<b>Porcentaje de uso de smartphone de acuerdo a la edad</b>
25-34 AÑOS	76,50%
35-44 AÑOS	76%

En la provincia de Pichincha se encuentra el mayor número de usuarios que tiene activado un teléfono celular con un 60,79%, mientras que en Chimborazo se encuentra el menor número de usuarios con un 37,4%.

“Mientras la Encuesta de Ingresos y Gastos en Hogares (ENIGHUR 2011-2012) refleja que los hogares ecuatorianos gastaron mensualmente \$118.37 dólares en promedio en TIC, este monto incluye: Gastos en equipos celulares, alquiler

de internet, Tarjetas de prepago para servicio celular e internet, recargas electrónicas a celular, planes de celular y de internet.”[46]

### **3.2.4 Proyecciones que estimadas para la comercialización de servicios LTE por CNT.**

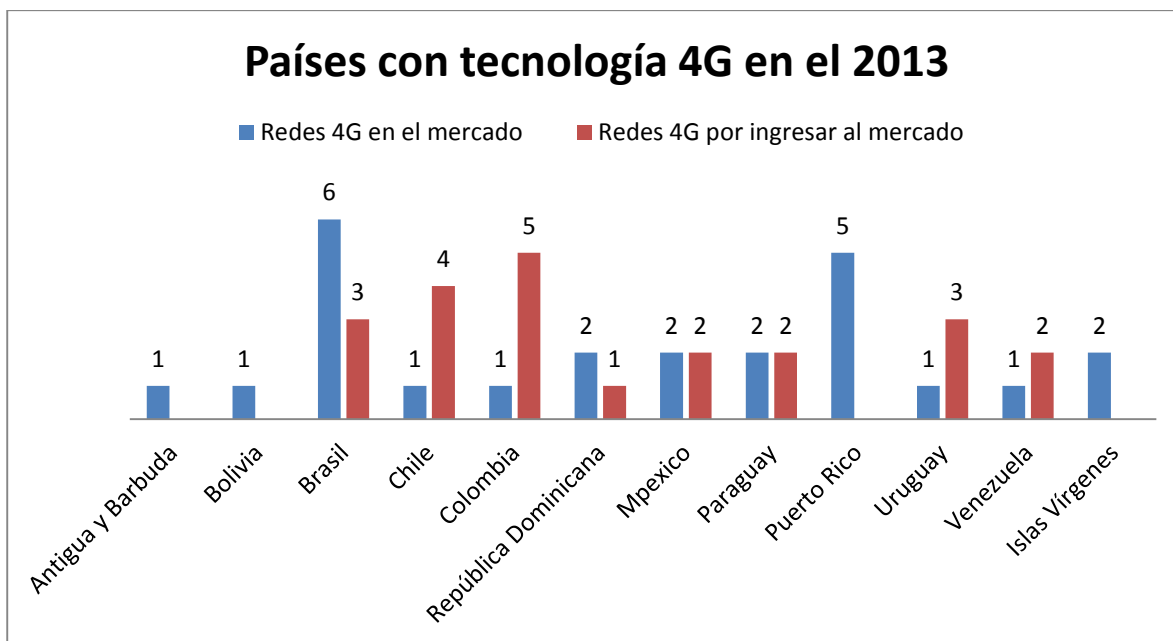
El lanzamiento de las redes 4G a nivel regional ha sido uno de los avances tecnológicos más significativos de esta era, puesto que permite que un usuario tenga una experiencia de navegación 10 veces superior a la actual.

Según varios estudios de las empresas de telecomunicaciones a nivel mundial, se estima que para el año 2018 el 60% [47]de la población mundial tendrá la posibilidad de acceder al internet mediante la tecnología LTE.

A continuación se presentan los países que lanzaron las redes 4G en el año 2013

**Tabla 36 Países que lanzaron al Mercado las redes 4G en el año 2013 [47]**

<b>Países</b>	<b>Redes 4G en el mercado</b>	<b>Redes 4G por ingresar al mercado</b>
Antigua y Barbuda	1	0
Bolivia	1	0
Brasil	6	3
Chile	1	4
Colombia	1	5
República Dominicana	2	1
México	2	2
Paraguay	2	2
Puerto Rico	5	0
Uruguay	1	3
Venezuela	1	2
Islas Vírgenes	2	0
Ecuador	1	2



**Gráfica 45 Países que lanzaron al Mercado las redes 4G en el año 2013**

Los países de la región latinoamericana que lanzaron la tecnología 4G a finales del año 2013 y el año 2014 son[47]:

- Ecuador
- Argentina
- Bahamas
- Barbados

- Costa Rica
- Jamaica
- Antillas
- Nicaragua
- Panamá
- Perú.

#### **Acceso de suscriptores al internet Móvil en un país Latinoamericano [54]**

Al ser Chile uno de los primeros países que adoptó la tecnología 4G, se hace mención a la evolución de LTE dentro de este país a manera de introducción.

Actualmente, en Chile el 1,8% de la población accede al Internet Móvil, lo cual significa más de 10,2 millones de usuarios. El 73,2% de estos usuarios accedían al internet Móvil mediante la tecnología 3G, y solamente el 25% a 2G.

Movistar, que es el principal operador de Internet Móvil en Chile, cuenta con 4.106.790 accesos, de los cuales 91.000 son LTE.

El segundo operador en Chile tiene 3.992.417 accesos, de los cuales cuenta con 76.607 para LTE.

En tercer lugar se encuentra la operadora Claro con 1.889.200 accesos de los cuales 14.787 son para LTE.

Y Chile, estima que la tecnología 4G seguirá creciendo, puesto que actualmente existen 1,3 millones de equipos 4G circulando en el país según un estudio presentado por IDC, quiere decir, que existen un 5,4% de celulares compatibles con la tecnología 4G en Chile.

### **Acceso de los suscriptores ecuatorianos al internet Móvil**

En el Ecuador, CNT lanzó al mercado el nuevo servicio conocido como LTE en Diciembre del 2013, con una inversión inicial de 36 millones de dólares, según dato del diario el Universo, indica que *“Es la inversión inicial que realizará la CNT-EP en el despliegue de la tecnología 4G.”*[50]

El acceso a esta tecnología puede ser o bien por un smatphone, o por un equipo inalámbrico al cual pueden acceder hasta 10 dispositivos ya sean computadores o smartphones. Los planes para acceder a esta tecnología van desde \$32 solo el servicio y \$44 que incluye el equipo y el plan, estos precios varían según de los GB contratados, que van desde 2 hasta 15 GB.

Hasta el año 2013, la densidad de internet Móvil era de 22,83%, lo cual indica 3.577.462 usuarios accedían a la red de internet mediante sus smartphones o tablets.

**Tabla 37 Número de usuarios que acceden al internet móvil en el 2013**

<b>AÑO</b>	<b>CLARO</b>	<b>MOVISTAR</b>	<b>CNT</b>	<b>TOTAL LÍNEAS ACTIVAS DE INTERNET MÓVIL</b>	<b>DENSIDAD INTERNET MÓVIL</b>
jul-13	2.219.240	1.193.847	164.375	<b>3.577.462</b>	<b>22,83%</b>

Tomando en cuenta que en el Ecuador existen 15.74 millones de habitantes aproximadamente, y que desde diciembre del 2013 hasta agosto del 2014 han accedido 4973 usuarios a la red LTE.

Otro punto muy importante para conocer la proyección que se estima para el Mercado LTE en el Ecuador, es la importación de teléfonos celulares la cual este año ha reducido al 41% en comparación al año 2013, según estadísticas de 33 empresas autorizadas para ingresar celulares al país .[49]

De los celulares que han podido ingresar al país 480000 pasaron a las listas positivas ya que cumplen con los requisitos que exige el país, mientras que el

resto de terminales han pasado a listas negativas porque no cumplen con los requisitos.

Desde el 12 de marzo del 2014, día en que empezó a regir la medida, hasta mediados de agosto, se han bloqueado 1,6 millones de equipos de procedencia irregular. [49]

#### **3.2.4.1 Estimaciones para CNT sobre el producto y generalización del mercado LTE.**

Por razones de confidencialidad de la información de la empresa pública CNT, no es posible obtener información oficial, por lo que se realiza una estimación de lo que podría realizar este operador sobre sus productos utilizando tecnología LTE.

Las nuevas campañas publicitarias sobre el servicio LTE han revolucionado su mercado, al ofrecer gratis el acceso hacia redes sociales como Facebook y Whatsapp en cualquier plan.

De acuerdo a un artículo del comercio [48], se encuentran inscritos en la red de CNT E.P. 4973 usuarios a la red LTE.

Lo cual implica que en aproximadamente un año 4973 usuarios han optado por cambiarse a la tecnología LTE tanto en el servicio como en su smartphone.

La CNT se encuentra ampliando el mercado de telecomunicaciones en 4G al ampliar a nivel nacional la infraestructura LTE [48].

La expectativa de CNT se basa en la inversión que está realizando al instalar a nivel nacional eNodesB que le permita tener cobertura a nivel nacional para que los usuarios opten por cambiarse de operadora y de servicio.

### **3.2.5 Identificación de la situación del mercado actual**

Según información de carácter público se asume que aproximadamente 5000 usuarios se encuentran en la red LTE de CNT.

De acuerdo al análisis socioeconómico, realizado en el capítulo 1.8, se observó que el 13.10% de la población, es decir clase A y clase B, tiene la capacidad económica de adquirir un terminal LTE y su servicio.

Sin embargo, se ha identificado que a pesar de que la mayoría de los hogares de diferentes tipos de clases sociales cuentan con un celular, no todos tienen acceso a la red de internet, lo cual, nos indica que a pesar de que la mayoría de usuarios tengan un smartphone o un celular no todos tienen contratado un plan con datos.

Adicionalmente, en las encuestas, se determinó que la tendencia para el Mercado LTE en el Ecuador indica que la mayoría de usuarios pueden solventar un gasto mensual de \$20 por mes para acceder al servicio de datos móviles en su smartphone.

Mientras que un porcentaje mínimo puede solventar un gasto desde \$40 en adelante para el servicio LTE, lo que indica, que muy pocos usuarios podrían contratar el plan para MIFFI LTE propuesto actualmente en el mercado.

A pesar de que en estos momentos un smartphone es muy útil debido a todas las aplicaciones y beneficios que presenta, no todos tienen la misma posibilidad económica de adquirirlo ni mucho menos de contratar planes de internet.

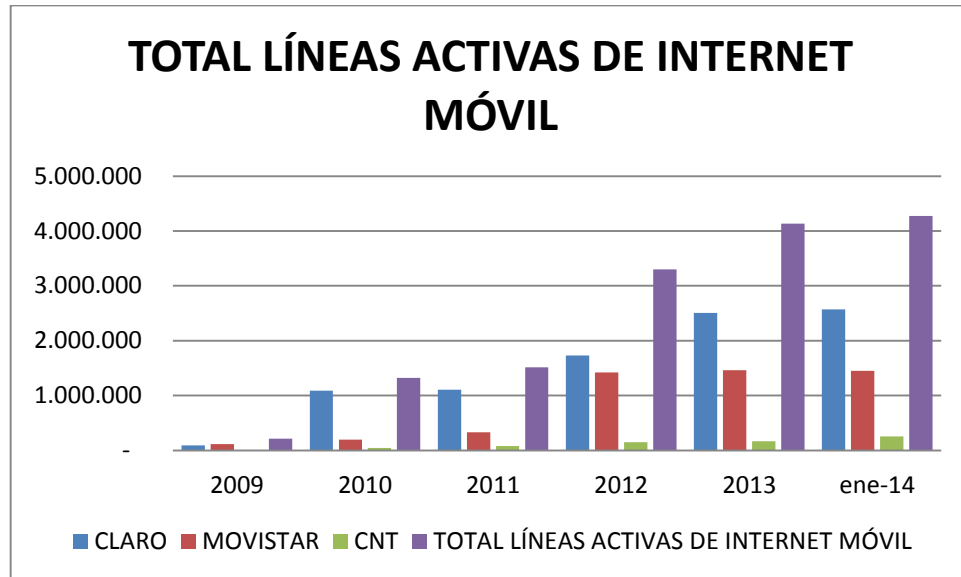
A pesar de que la mayoría de usuarios en el Ecuador han optado por adquirir celulares, cabe recalcar que no todos son smartphones, y que en muchos casos, de acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas, las personas prefieren acceder a la red Wifi por su costo y velocidad en lugar de contratar un plan de datos que supere su costo el presupuesto familiar, esta tendencia podría dar lugar a que las redes wifi que se están desarrollando actúen como sustituto de acceso a internet para velocidades superiores a 10 Mbps.

### 3.3 Estimación de la tendencia del mercado local de LTE en 5 años.

Al desarrollar la investigación de la evolución que ha tenido el internet móvil en el mercado del Ecuador se obtuvo la siguiente información

**Tabla 38 Evolución del internet Móvil en el Mercado Local[53]**

<b>AÑO</b>	<b>CLARO</b>	<b>MOVISTAR</b>	<b>CNT</b>	<b>TOTAL LÍNEAS ACTIVAS DE INTERNET MÓVIL</b>
2009	90.019	112.303	10.520	<b>212.842</b>
2010	1.086.567	193.357	42.930	<b>1.322.854</b>
2011	1.104.845	329.576	78.686	<b>1.513.107</b>
2012	1.731.966	1.420.528	147.986	<b>3.300.480</b>
2013	2.508.554	1.461.812	164.375	<b>4.134.741</b>
ene-14	2.570.208	1.450.067	256.970	<b>4.277.245</b>

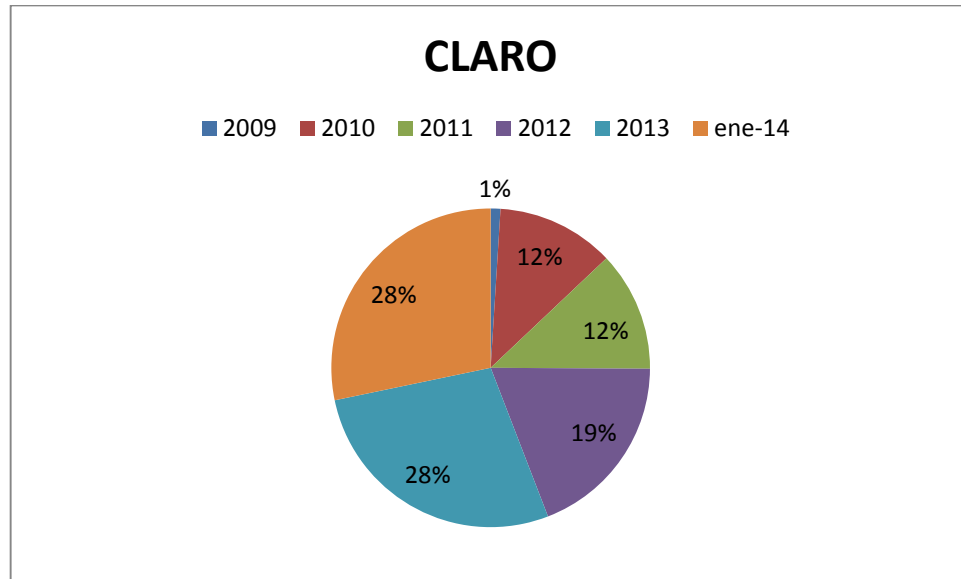


**Gráfica 46 Evolución del internet móvil en el Mercado Local**

### Tasa de incremento de usuarios anual al internet móvil en Claro

**Tabla 39 Tasa de incremento de usuarios anual en Claro**

AÑO	Tasa de incremento de usuarios
2009	1%
2010	12%
2011	19%
2012	19%
2013	28%
ene-14	28%

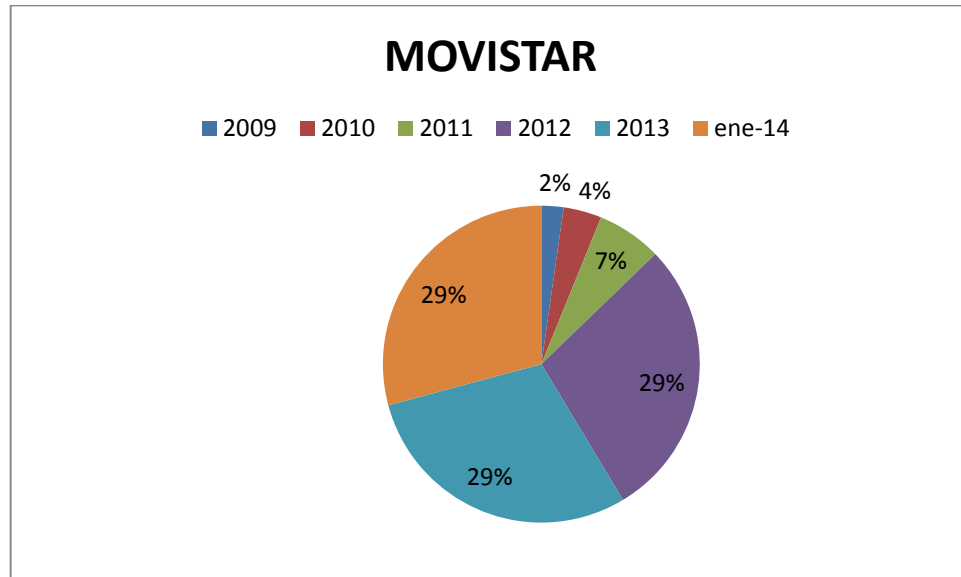


Gráfica 47 Tasa de incremento de usuarios anual en Claro

### Tasa de incremento de usuarios anual al internet móvil en MOVISTAR

Tabla 40 Tasa de incremento de usuarios anual en Movistar

AÑO	Tasa de incremento de usuarios
2009	1%
2010	12%
2011	19%
2012	19%
2013	28%
ene-14	28%

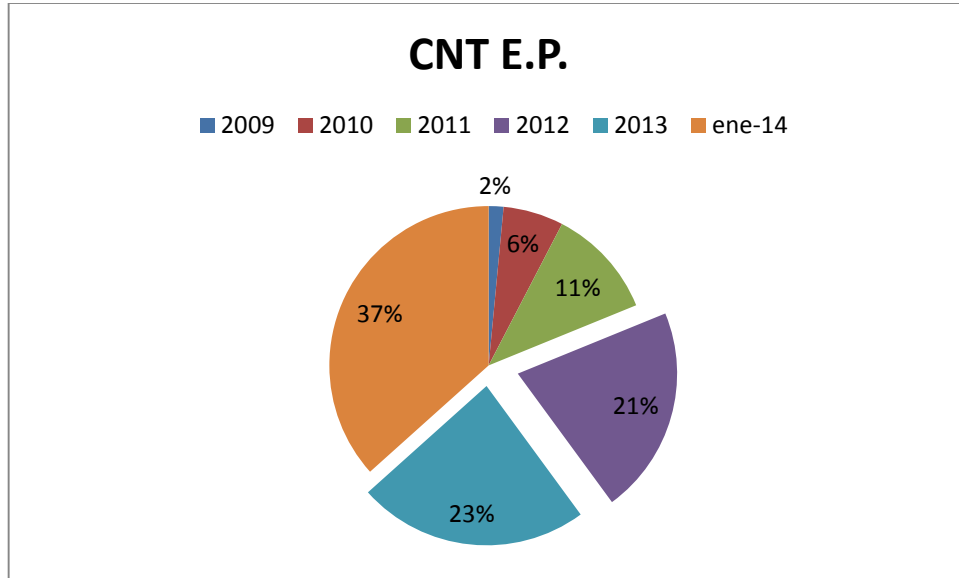


Gráfica 48 Tasa de incremento de usuarios anual en Movistar

### Tasa de incremento de usuarios anual al internet móvil en CNT E.P.

Tabla 41 Tasa de incremento de usuarios anual en CNT E.P.

AÑO	Tasa de incremento de usuarios
2009	1%
2010	12%
2011	19%
2012	19%
2013	28%
ene-14	28%

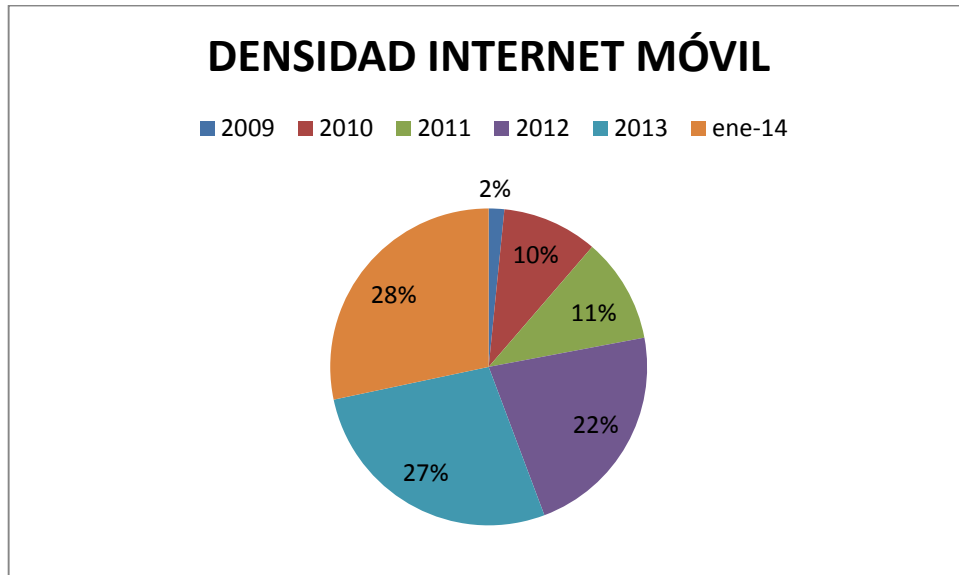


Gráfica 49 Tasa de incremento de usuarios anual en CNT E.P.

De acuerdo a la información obtenida sobre la tasa de incremento de usuarios anual, se observa a continuación el porcentaje de la densidad de Internet Móvil anual.

Tabla 42 Densidad de Internet Móvil

AÑO	DENSIDAD INTERNET MÓVIL
2009	1,52%
2010	9,31%
2011	10,25%
2012	21,26%
2013	26,21%
ene-14	27,08%

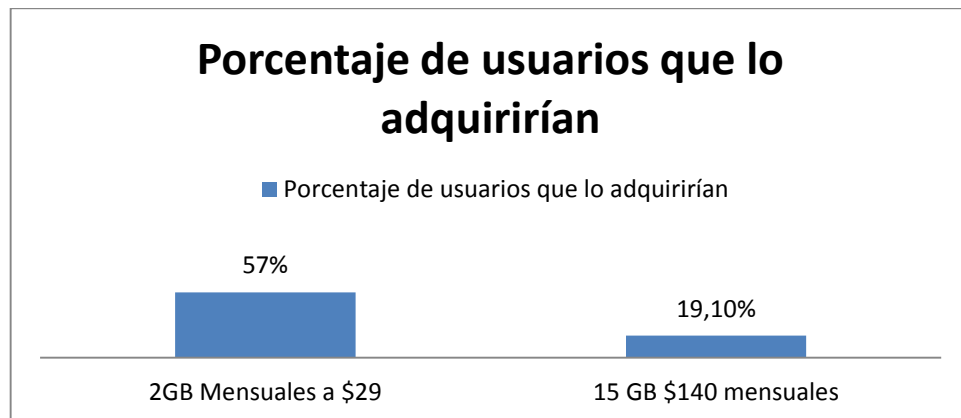


Gráfica 50 Densidad de Internet Móvil en el Ecuador

Finalmente, de acuerdo a las encuestas realizadas, se obtiene el siguiente resultado

**Tabla 43 Usuarios que adquirirían el servicio LTE**

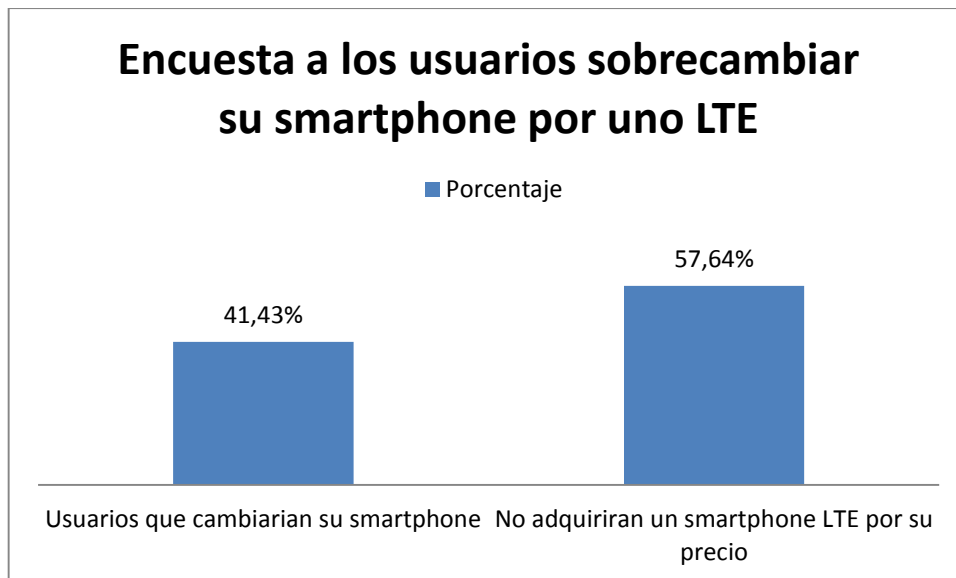
<b>Planes LTE CNT E.P.</b>	<b>Porcentaje de usuarios que lo adquirirían</b>
2GB Mensuales a \$29	57%
15 GB \$140 mensuales	19,10%



**Gráfica 51 Usuarios que adquirirían el servicio LTE**

**Tabla 44 Usuarios que adquirirían un terminal LTE**

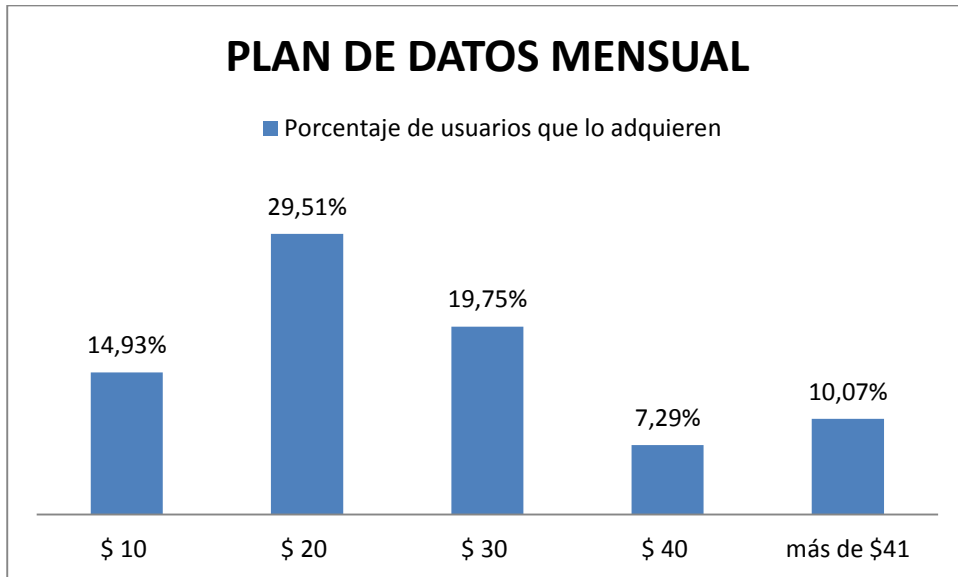
<b>Encuesta a los usuarios sobrecambiar su smartphone por uno LTE</b>	<b>Porcentaje</b>
Usuarios que cambiarían su smartphone	41,43%
No adquirirán un smartphone LTE por su precio	57,64%



**Gráfica 52 Usuarios que adquirirían un terminal LTE**

**Tabla 45 Planes de datos y los usuarios que lo adquieren**

<b>Precio de un plan de datos mensual</b>	<b>Porcentaje de usuarios que lo adquieren</b>
\$ 10	14,93%
\$ 20	29,51%
\$ 30	19,75%
\$ 40	7,29%
más de \$41	10,07%



**Gráfica 53 Planes de datos y los usuarios que lo adquieren**

## Análisis

- Solamente el 57% de los usuarios tienen la capacidad económica de adquirir un plan de \$29 mensuales con 2 GB de velocidad.
- El 19,1% contrataría un plan de \$140 mensuales incluido MIFI con 15 GB mensuales debido a su alto precio.
- El 41,43% de las personas encuestadas cambiarían su smartphone por uno que tenga la tecnología LTE.
- El 57,64% de las personas encuestadas no cambiarían su smartphone por uno que tenga la tecnología LTE.

- El 37,11% de las personas encuestadas tienen la capacidad económica de pagar un plan de \$29 en adelante.

En conclusión, solamente el 37,11% de 288 personas tienen la capacidad económica de adquirir el plan LTE más barato de \$29 del servicio LTE que ofrece la CNT.

#### **Estimación:**

La estimación sobre la tendencia del mercado LTE en el Ecuador se ha realizado en base a la información obtenida de la densidad de internet móvil en el Ecuador, y de acuerdo a las encuestas realizadas.

Según un artículo del comercio publicado el 26 de agosto del 2014, 4973 usuarios formaban parte de la red LTE, de lo cual se puede estimar que a fin de año aproximadamente 10.000 usuarios se encontrarán registrados en la red 4G.

Para el año 2015, la CNT E.P. deberá incrementar la publicidad sobre los servicios ofertados para la tecnología 4G, para incentivar a las personas que utilizan internet móvil, que aproximadamente son de 256.970 usuarios, a cambiarse al servicio LTE. De acuerdo a las encuestas realizadas, solamente el

37% de los usuarios tienen la capacidad económica de adquirir un plan LTE que se encuentra actualmente en el mercado, con lo cual se estima, que al menos el 37% de 256.970 usuarios, pueden adquirir un plan de Internet Móvil mediante LTE. Es decir, que al final del año 2015 se encontrarán aproximadamente 70.217 en la red LTE de CNT E.P.

Para estimar la tendencia del mercado LTE desde el año 2016 hasta el 2019, se tomará como referencia una media entre los usuarios que forman parte de la red de Internet Móvil de CNT E.P. en los 3 últimos años, como se puede observar en la tabla 46.

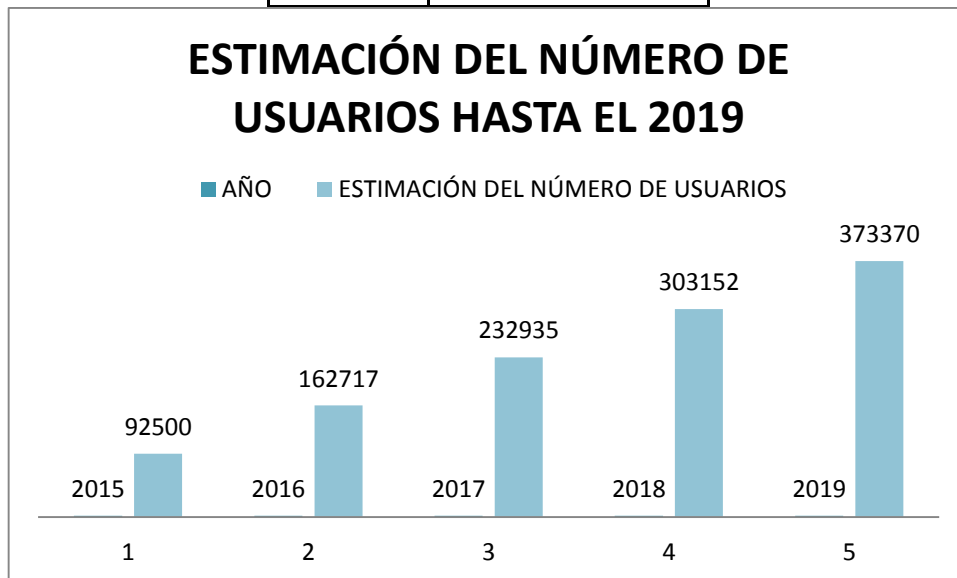
**Tabla 46 Media del número de usuarios inscritos en la red de internet móvil de CNT E.P. en los últimos 3 años**

<b>Año</b>	<b>Usuarios en la red de internet móvil de CNT E.P.</b>
2012	147986
2013	164375
ene-14	256970
<b>MEDIA</b>	189777
<b>MEDIA *37% de acuerdo a las encuestas</b>	70217

En la tabla 47 se puede observar la estimación del número de usuarios que accederán a la red LTE hasta el año 2019.

**Tabla 47 Estimación del número de usuarios desde el año 2015 hasta el 2019**

Año	ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS
2015	92500
2016	162717
2017	232935
2018	303152
2019	373370



**Gráfica 54 Estimación del número de usuarios que accederán a la red LTE en la CNT E.P. en 5 años**

## **CAPÍTULO 4**

### **4.1 Conclusiones**

El tema del análisis de mercado para la provisión de servicios LTE en el Ecuador, se escogió a través del estudio de la capacidad adquisitiva de los usuarios para obtener la tecnología 4G, y la acogida que esta tendrá por los usuarios en el país.

Para poder conocer la situación actual del mercado LTE en el Ecuador, se realizó un estudio sobre los niveles socioeconómicos a nivel nacional, con lo cual se pudo realizar una estimación del porcentaje de habitantes que tienen la capacidad económica de solventar el gasto que implica adquirir la tecnología 4G. De acuerdo a los estudios realizados, todos los habitantes tienen un teléfono celular, pero solamente el 13,10% de la población tiene la capacidad económica de solventar un plan de internet.

El desarrollo de esta investigación cuya importancia es el proceso de aprendizaje, fue enfocada directamente hacia la acogida que tendrá la tecnología LTE dentro del mercado de las telecomunicaciones en el Ecuador, esta información fue obtenida mediante las encuestas realizadas al cliente, las cuales permitieron identificar el estado actual del mercado LTE y la receptividad

que tendrá por el usuario en el mercado ecuatoriano, lo cual que permitió cumplir con el objetivo propuesto.

Actualmente, el mercado ecuatoriano de telecomunicaciones, cuenta solamente con una operadora que ofrece los servicios LTE a los usuarios, conocida como CNT E.P. la misma que hasta el 26 de agosto del 2014 tenía 4973 usuarios registrados en la red LTE.

En análisis de los costos de la prestación de servicios LTE indica que a nivel nacional, solamente el 13,10% tiene la capacidad económica de solventar un plan de datos móviles mensual, mientras que de acuerdo a las encuestas realizadas a 288 personas, se observa que el 37,11% de personas tienen la capacidad económica de adquirir el plan LTE más barato de \$29 del servicio LTE que ofrece la CNT. Adicionalmente, se observó que el 57,64% de personas no tendrían la capacidad económica de adquirir un terminal que soporte LTE debido a su alto precio. Esto se debe a que, cuando un usuario quiere acceder a la tecnología 4G, debe asegurarse de que su smartphone sea compatible con esta, caso contrario deberá adquirir un terminal para 4G cuyo precio varía entre \$700 hasta \$1000. Sin embargo el 57% de personas es capaz de adquirir el servicio LTE que incluya un MIFI y 2GB mensuales a \$29 mensuales. Finalmente se el 19,10% tienen la capacidad económica de adquirir un plan de \$140 mensuales incluido MIF y 15 GB, debido al elevado costo del plan.

Al completar el análisis y la tabulación de los datos obtenidos en las encuestas, se observó que el 76,39% tiene contratado un plan de datos, pero solamente el 37,11% de las personas encuestadas tienen la capacidad económica de pagar un plan de \$29 en adelante.

De acuerdo al análisis realizado de la evolución del mercado del Internet Móvil en el Ecuador, se pudo observar que aproximadamente en 5 años existirán alrededor de 373.370 usuarios que accedan a la red 4G.

## **4.2 Recomendaciones**

Para que exista mayor acogida de la tecnología 4G a nivel nacional, CNT E.P. debería realizar planes corporativos postpago y prepago cuyo valor sea menor a los \$20, para que los usuarios de diferentes condiciones económicas sean capaces de adquirir el servicio y un terminal para tener acceso a esta nueva tecnología.

Al ser la CNT E.P. la pionera y única operadora que provee el servicio LTE en el país, tiene la posibilidad de incrementar su mercado en base a planes de 15 GB mensuales en adelante que incluyan los terminales LTE desde \$10 mensuales, esto le permitirá incrementar su mercado a nivel nacional.

Para poder innovar la tecnología LTE en el país, se requiere disminuir el valor de la importación de los celulares, de tal manera que permita a los usuarios adquirir un terminal 4G y el servicio de datos móviles requeridos de tal manera que permitan que el mercado de LTE crezca en el Ecuador.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- [1] Redacción tecnológica, Sociedad el comercio. Obtenido de <http://edicionimpresa.elcomercio.com/es/ec0708201201704>
- [2] Canal Tecnológico Actualidad Digital, Resumen 2012 de avances en telecomunicaciones en Ecuador ,2 de Enero del 2013. Obtenido de: [http://www.canal-tecnologico.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1481:resumen-2012-de-avances-en-telecomunicaciones-en-ecuador&catid=30:telecomunicaciones&Itemid=125](http://www.canal-tecnologico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1481:resumen-2012-de-avances-en-telecomunicaciones-en-ecuador&catid=30:telecomunicaciones&Itemid=125)
- [3] Jaime Freire, Conectividad LTE disponible para último trimestre del año en Ecuador y exclusiva de CNT, 27 de Marzo 2013. Obtenido de:<http://www.doortecno.com/noticia/conectividad-lte-disponible-para-ultimo-trimestre-del-ano-ecuador-exclusiva-cnt>
- [4] El Norte Edición Impresa, La CNT implementa en Ecuador la red móvil 4G LTE para móviles, 23 de septiembre del 2013. Obtenido de:<http://www.elnorte.ec/ecuador/39897-la-cnt-implementa-en-ecuador-la-red-m%C3%B3vil-4g-lte-para-m%C3%B3viles.html>
- [5] TELECO, 4G en el Mundo, 4 de Febrero del 2013. Obtenido de:[http://www.teleco.com.br/es/es\\_lte.asp](http://www.teleco.com.br/es/es_lte.asp)
- [6] Boozcompany, Tendencias en el sector de las comunicaciones 2013. Obtenido de: <http://www.booz.com/es/home/prensa/prensa-estudios/50005051/51860696>

- [7] ITU Comprometida para conectar al mundo, Seminario Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT. Obtenida de <http://www.itu.int/net/pressoffice/>
- [8] ITU Comprometida para conectar al mundo, El seminario Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT se centra en las tecnologías de comunicaciones del futuro. Obtenido de:[http://www.itu.int/net/pressoffice/press\\_releases/2010/48-es.aspx#.UkDY3n9jG50](http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2010/48-es.aspx#.UkDY3n9jG50)
- [9] Telefónica Ecuador. Movistar implementa la velocidad 4G en el Ecuador. Obtenida de:<http://telefonica.com.ec/blog/2011/07/19/movistar-implementa-la-velocidad-4g-en-ecuador/>
- [10] La cuarta generación llega a paso lento al Ecuador. Obtenida de: [http://www.elcomercio.com.ec/tecnologia/Cuarta-generacion-llega-lento-Ecuador\\_0\\_732526842.html](http://www.elcomercio.com.ec/tecnologia/Cuarta-generacion-llega-lento-Ecuador_0_732526842.html)
- [11] Diario la Hora, Ecuador , CNT desplegará LTE con tecnología de Huawei, 17 de Mayo del 2013. Obtenida de:<http://www.signalstelecomnews.com/index.php/mercados/77-inicio/7203-ecuador-cnt-desplegara-lte-con-tecnologia-de-huawei>
- [12] Redacción el Comercio, La Cuarta generación llega a paso lento al Ecuador, ,<http://edicionimpresa.elcomercio.com/es/ec0708201201704>
- [13] Revista electrónica On Digital Magazine, Alcatel-Lucent y la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT). Obtenida de:

<http://www.ondigitalmagazine.com/2013/09/alcatel-lucent-y-cnt-despliegan-la-primera-red-4g-lte-de-ultra-banda-ancha-en-ecuador/>

- [14] EF el Ciudadano, La tecnología 4g LTE llegará para los ecuatorianos, 08 de Agosto del 2013. Obtenida de:  
[http://www.elciudadano.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44472:la-tecnologia-4g-lte-llegara-para-los-ecuatorianos&catid=4:social&Itemid=45](http://www.elciudadano.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=44472:la-tecnologia-4g-lte-llegara-para-los-ecuatorianos&catid=4:social&Itemid=45)
- [15] Karla Pesantez, 4G con Luz Verde, 01 de Julio del 2013.  
Obtenida de:<http://www.vistazo.com/webpages/tecnologia/?id=25143>
- [16] Conatel asignó 70 MHz de espectro en 700 MHz y AWS a la CNT para LTE, 13 de Diciembre del 2012. Obtenida de:  
<http://www.telesemana.com/blog/2012/12/13/conatel-asigno-70-mhz-de-espectro-en-700-mhz-y-aws-a-la-cnt-para-4g-lte/>
- [17] RamonAgusti Comes, Francisco Bernardo Alvarez, “LTE: Nuevas tendencias en comunicaciones móviles”, Editorial: Fundacion Vodafone Espana, 2010.
- [18] 4G Experimental Blast off In Japan, 10 de octubre del 2002.  
Obtenida de: <http://www.3g.co.uk/PR/October2002/4210.htm>
- [19] LTE (Long Term Evolution) El siguiente nivel, Rohde&Schwarz España, cedido por el departamento de instrumentación de Rohde&Schwarz España

- [20] PÉREZ, Escuela Técnica Superior de Ingeniería-ICAI. Universidad Pontificia Comillas.
- [21] Asignatura: Comunicaciones Industriales Avanzadas. Curso 2009-2010.
- [22] Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Skold, Per Beming “3G Evolution HSPA and LTE for
- [23] Mobile Broadband” Editorial: Academic Press, 2008.
- [24] [StefaniaSesia, IssamToufik, Matthew Baker, “LTE-The UMTS Long Term Evolution-Fromtheory to practice” Editorial: Wiley & Sons, 2009.
- [25] HarriHolma, AnttiToskala, “LTE for UMTS – OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access”Editorial: Wiley & Sons, 2009,
- [26] Xataka Apasionados por la tecnología, 22 de Febrero del 2012. Obtenida de: <http://www.xataka.com/moviles/que-es-lte>
- [27] LTE, el salto del 3G al 4G. O casi, Xataka Apasionados por la tecnología, 22 de Febrero del 2012. Obtenida de: <http://www.xataka.com/moviles/lte-el-salto-del-3g-al-4g-o-casi>
- [28] LTE, 3GPP, <http://www.3gpp.org/LTE>, Wimax y LTE, Semana de la ciencia y la innovación Obtenida de: [http://angel0790.blogspot.com/2012/09/semana-de-la-ciencia-y-la-innovacion\\_22.html](http://angel0790.blogspot.com/2012/09/semana-de-la-ciencia-y-la-innovacion_22.html) , Conferencia 6 de septiembre

- [29] Senatel, Espectro Radioeléctrico en el Ecuador, , Obtenida de:  
[http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/frecuencias\\_senatel/](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/frecuencias_senatel/)
- [30] Resolución- TEL-804-29-CONATEL-2012, CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CONATEL
- [31] Ordenanza 404, Secretaría de Medio Ambiente, Quito Verde.  
Obtenida de:  
[http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=133%3Aordenanza-404&lang=es](http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&id=133%3Aordenanza-404&lang=es)
- [32] Estadísticas Infraestructura del Sector, Radio Bases por tecnología y por operador, CONATEL. Obtenida de:  
<http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/biblioteca/>
- [33] Estadísticas Cobertura del SMA, CONATEL. Obtenida de:  
<http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/biblioteca/>
- [34] Estadísticas Tráfico de datos 2013, CONATEL. Obtenida de:  
<http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/biblioteca/>
- [35] Ordenanza , M.I. Municipalidad de Guayaquil.
- [36] Gráficas OFDM. Obtenida de:  
[http://sg.renesas.com/edge\\_ol/technology/03/index.jsp](http://sg.renesas.com/edge_ol/technology/03/index.jsp)
- [37] Fundamentos de OFDM y SC-FDMA. Obtenida de:  
<http://www.teletopix.org/4g-lte/ofdm-and-sc-fdma-fundamental/>

- [38] Arquitectura LTE. Obtenida de:  
<http://pricipiatechnologica.wordpress.com/2013/11/01/cual-es-la-arquitectura-lte/>
- [39] Internet Movil CNT E.P. Obtenida de:  
[http://www.cnt.gob.ec/cntwebregistro/04\\_cntglobal/productos\\_detalle.php?txtCodiSegm=1&txtCodiLine=5&txtCodiProd=143&txtCodiTipoMovi=0](http://www.cnt.gob.ec/cntwebregistro/04_cntglobal/productos_detalle.php?txtCodiSegm=1&txtCodiLine=5&txtCodiProd=143&txtCodiTipoMovi=0)
- [40] Plan Banda Ancha Movil LTE CNT E.P. Obtenida de:  
[http://www.cnt.gob.ec/cntwebregistro/04\\_cntglobal/productos\\_detalle.php?txtCodiSegm=1&txtCodiLine=5&txtCodiProd=144&txtCodiTipoMovi=0](http://www.cnt.gob.ec/cntwebregistro/04_cntglobal/productos_detalle.php?txtCodiSegm=1&txtCodiLine=5&txtCodiProd=144&txtCodiTipoMovi=0)
- [41] Huawei Completes World's First LTE-A Uplink CoMP Trial on Multiple Commercial LTE Networks. Obtenida de:  
<http://pr.huawei.com/en/news/hw-193932-complte.htm>
- [42] Alcatel Lucent en Ecuador. Obtenido de: [http://www3.alcatel-lucent.com/wps/portal/CountryContact?LMSG\\_CABINET=Corporate&LMSG\\_CONTENT\\_FILE=Global\\_Map\\_and\\_Contacts/Ecuador\\_Contact.xml](http://www3.alcatel-lucent.com/wps/portal/CountryContact?LMSG_CABINET=Corporate&LMSG_CONTENT_FILE=Global_Map_and_Contacts/Ecuador_Contact.xml)
- [43] RamonAgusti Comes, Francisco Bernardo Álvarez, Fernando Casadevall Palacio, RamonFerrús Ferre, Jordi Pérez Romero, Oriol Sallent Roig, LTE: Nuevas Tendencias en Comunicaciones Móviles,
- [44] Arquitectura ETRAN. Obtenida de:  
[http://www.artizanetworks.com/lte\\_tut\\_eut\\_arc.html](http://www.artizanetworks.com/lte_tut_eut_arc.html), ETRAN Architecture

- [45] Escobar, C. (s.f.). Diccionario matemático. Obtenido de <http://diccio-mates.blogspot.com/2011/05/intervalo-de-confianza-nivel-de.html>
- [46] Noticias 1,2 millones de ecuatorianos tienen un teléfono inteligente, obtenida de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/12-millones-de-ecuatorianos-tienen-un-telefono-inteligente-smartphone/>
- [47] Una mirada a las redes 4G en América Latina ¿Cómo vamos?, Obtenida de <http://blog.avantel.co/una-mirada-a-las-redes-4g-de-america-latina-como-vamos/>
- [48] Ecuador registra 4973 usuarios de tecnología 4G, obtenida de <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-registra-973-usuarios-tecnologia.html>
- [49] La importación de teléfonos celulares se redujo al 41% este año, obtenido de <http://m.elcomercio.com/mobile/nota/273815874>
- [50] Tecnología 4G se vende y se prueba en primera fase, obtenido de <http://www.eluniverso.com/noticias/2013/12/19/nota/1934706/tecnologia-4g-se-vende-se-prueba-primera-fase>
- [51] \$36 millones para 4G invierte la operadora estatal, obtenida de <http://www.eluniverso.com/noticias/2014/08/28/nota/3574956/36-millones-4g-invierte-operadora-estatal>
- [52] ¿Cuál es la diferencia entre 3G y 4G LTE?, obtenido de [http://sitioalterno.movistar.co/4GLTE/que\\_es.html](http://sitioalterno.movistar.co/4GLTE/que_es.html)

- [53] Resumen Gráficas CONATEL. Obtenida de:  
<http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/biblioteca/>
- [54] Convergencia Latina, Hay 182.000 suscripciones a LTE, Obtenida de: [http://www.convergencialatina.com/Nota-Desarrollo/133769-3-45-Hay\\_182\\_000\\_suscripciones\\_a\\_LTE](http://www.convergencialatina.com/Nota-Desarrollo/133769-3-45-Hay_182_000_suscripciones_a_LTE)

## **GLOSARIO DE TERMINOS**

2G	Tecnología Móvil de Segunda Generación Third Generation Mobile Telecommunication (Telefonia Movil de Tercera Generación)
3G	Third Generation Partnership Project (Proyecto Asociación de Tercera Generación)
3GPP	Third Generation Partnership Project (Proyecto Asociación de Tercera Generación)
Backbone	Estructura de transmisión de la red de datos
BTS	Las estaciones base de telefonía móvil en GSM
CDMA	Code División Multiple Access (Acceso Múltiple por división de código)
CORE	
NETWORK	Parte central de la red Domain Name Server

DNS

eNodeB Las estaciones base de telefonía móvil para LTE

Ethernet Diseño de red IEEE 802.3

FDMA Frequency Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Frecuencia)

GPRS General Packet Radio Services ( Paquete general de Servicios de Radio)

GSM Group Special Mobile o Global System for Mobile Communications (Grupo Móvil especial o Sistema global para telecomunicaciones móviles)

HSDPA High Speed Downlink Packet Access

HTTP Hiper Text Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Hipertexto)

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

IETF Internet Engineering Task Force

IMEI Identidad internacional de equipo de estacion movil

Conjunto de redes que se interconectan entre sí, y utilizan el protocolo

	TCP/IP
Internet	
IP	Internet Protocol (Protocolo Internet)
ITU	International Telecommunications Union. (Unión Internacional de Telecomunicaciones)
LAN	Local Area Network (Red de Area Local)
Latencia	Retardo en la transmisión
LCP	Link Control Protocol. (Protocolo de Control de Enlace)
LTE	Long Term Evolution
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions. (Extensiones Multi propósito de Correo Internet)
MIMO	Multiple Input Multiple Output (Múltiple Entrada, múltiple salida)
MPLS	Multiprotocol Label Switching (Conmutación de etiquetas multiprotocolo)
MT	Mobile Terminate (Movil destino)

NAT	Network Address Transfer (Traducción de direcciones de red)
NodeB	Las estaciones base de telefonía móvil para 3G
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales)
Smartphone	Teléfono inteligente que se comunica a través de Wi-Fi, bluetooth, conexión al internet, envío de mensajería, e-mails.
SMS	(Short Message System)
TDMA	Time division multiple access (Acceso Múltiple por división de tiempo)
TMC	Telefonía Móvil Celular
UE	User Equipment
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VoIP	Voice over IP (Voz sobre IP)

WAP	Wireless Application Protocol
WIFI	Local Wireless Area Technology
WMA	Formato de archivo para audio

## ANEXO



Encuestas.rar