



**Análisis de servicio de las operadoras celulares en el Campus Belisario Quevedo de la  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - sede Latacunga**

Granja Muñoz, Alejandro Mateo

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones


Carrera en Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior de  
Redes y  
Telecomunicaciones

Ing. Chanataxi Nacimba, Bryan Javier

Latacunga

29 de septiembre de 2023



**Plagiarism and AI Content Detection Report**

**TrabajoFinal\_Granja.pdf**

---

**Scan details**

Scanned:	Total Pages:	Total Words:
February 29th, 2024 at 17:38 UTC	182	25308

**Plagiarism Detection**

**8.2%**

Types of plagiarism	Words
Identical	1.3% 338
Minor Changes	1% 260
Paraphrased	5.7% 1441
Omitted Words	1.8% 457

**AI Content Detection**

**0%**

Text coverage	Words
AI text	0% 0
Human text	100% 24899

[View Details](#)

---

**Plagiarism Results: (52)**

**RADIOBASES** 0.8%

[https://www.ansel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/Boletim-estadistica-juris-2018\\_1.pdf](https://www.ansel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/Boletim-estadistica-juris-2018_1.pdf)

ESTRELLA PEREZ DANIELA ALEJANDRA

SERVICIO MÓVIL AVANZADO Línea activa Participación Tráfico Espectro Radioeléctrico Gestión Regulatoria MAYO 2018 CONTENIDO INTRODUCC...

---

**Network Cell Info Lite: Una aplicación para ver las estadísticas de tu red ...** 0.7%

<https://www.netel.com.mx/2017/07/28/network-cell-info-lite-una-aplicacion-para-ver-las-estadisticas-de-tu-red/>

Sergio De Luz

Menú ADSL-QWAP-4RM Ordenar por E...

---

**UDLA-EC-TIERI-2016-07.pdf** 0.7%

<https://idp.uce.udla.edu.ec/bitstream/123456789/11644/1/udla-ec-tieri-2016-07.pdf>

E.E.

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN IBS DE TECNOLOGÍA LIMES EN EL CAMPUS UDLAPARK DE LA UNIVERSIDAD DE...

---

**(PDF) UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO...servicio de ra...** 0.6%

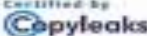
<https://biblioteca.uspsa/tesis/tesis/universidad-politecnica-saleSIana-sede-quito-servicio-de-radio-comunicacion-h...>

Ushinov

...

---


Certified by




About this report

<https://copyleaks.com>

[copyleaks.com](https://copyleaks.com)



Firma:



.....

**Ing. Chanataxi Nacimba, Bryan Javier**

**Director**



**Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**

**Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones**

### **Certificación**

Certifico que el Trabajo de Integración Curricular: "Análisis de servicio de las operadoras celulares en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- sede Latacunga." fue realizado por la Sr. Granja Muñoz Alejandro Mateo, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 1 marzo de 2024

Firma:

**Ing. Chanataxi Nacimba, Bryan Javier**

C. C: 1722071055



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones  
Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

### Responsabilidad de Autoría

Yo **Granja Muñoz Alejandro Mateo**, con cédula de ciudadanía n° 172764159-7 declaro que el contenido, ideas y criterios del Trabajo de Integración Curricular: **Análisis de servicio de las operadoras celulares en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- sede Latacunga**, es de autoría y responsabilidad propia, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 1 marzo de 2024

Firma

Granja Muñoz, Alejandro Mateo

C.C. 172764159-7



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

#### Autorización de Publicación

Yo **Granja Muñoz Alejandro Mateo** con cédula de ciudadanía n° 172764159-7, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el Trabajo de Integración Curricular: **Análisis de servicio de las operadoras celulares en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- sede Latacunga** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 1 marzo de 2024

Firma

  
.....  
**Granja Muñoz, Alejandro Mateo**  
C.C. 172764159-7

### **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado a toda mi familia, especialmente a las personas que nunca dejaron de apoyarme en todo momento y sobre todo aquellas que nunca dejaron de creer en mí. A mi Madre quien ha sido y seguirá siendo mi pilar de avance para nunca decaer, su fortaleza para seguir adelante. A mi hermana quien a su corta edad sabe cómo no dejar de rendirse lo que me da valor para prepare dentro del ámbito estudiantil y profesional. A mi Padrastro quien con su preparación profesional hace que nunca deje de seguir alimentándome de conocimientos.

Este trabajo también está dirigido a todas las personas que, con sus sanos consejos, y sabias palabras han motivado a terminar cada etapa de estudio, a mis tíos quienes con una sola palabra motivan a seguir siendo un gran hijo. A mis abuelitos, especialmente a mi mamita Rosa quien ha sabido criarme y sobre todo aconsejarme para que la vida no vaya cuesta abajo. A cada persona que dentro del proceso de estudio ha tenido la paciencia de escucharme, ayudarme y tener el tiempo de aconsejarme cuando en momentos he pensado en dejar todo aún lado.

El proyecto está basado en los resultados de cada sacrificio, frustraciones, donde por poco y desertó de la vida profesional, pero el aliento de las personas dentro de mi círculo familiar, social hicieron que permanezca hasta este punto de mi vida. Agradecido con Dios y la vida por darme la oportunidad de ejercer la carrera dentro de la vida profesional.

**“Todo camino tiene cuestas y malos tramos, pero solo el caminante sabe cómo llegar al final de todo ese camino”.**

**Granja Muñoz, Alejandro Mateo**

### **Agradecimiento**

Agradezco eternamente a mi madre por su comprensión dentro de todo ese transcurso educativo, quien no dejo de apoyarme en todo el sentido, que el sacrificio se vea reflejado en este trabajo, que sus valores inculcados en casa queden plasmados en todo el proceso de preparación universitaria. Las dificultades se hicieron presente pero quedo agradecido con Dios por iluminarme para no agachar la cabeza y rendirme.

Las personas que me han acompañado, han hecho posible el resultado de este trabajo, y la culminación de la vida universitaria, mis amigos, mi hermana, mis tíos, mis tías, abuelitos, y mis padres que cada consejo tuvieron fruto dentro de este ciclo tan importante para mi vida.

A los ingenieros que estuvieron presentes en todo este proceso de preparación académica, que mediante sus conocimientos permitieron que crezca el interese por cada una de las materias impartidas. Al ingeniero Bryan Chanataxi, que estuvo presente en este proceso de titulación, corrigiendo errores, impartiendo conocimientos y por la confianza de presentar este tema.

Tambien, quedo agradecido con mis compañeros que estuvieron en el ciclo universitario pese a que una enfermedad obligo a empezar de manera a distancia, en los dos últimos semestres fueron quienes cambiaron todo para que la universidad no sea solo noches de no dormir, si no que tambien de buscarle un lado diferente pero siempre teniendo la responsabilidad que cada uno debe tener en todo momento.

**Granja Muñoz, Alejandro Mateo**

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>Carátula .....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de Verificación de Contenido .....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de Autoría .....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de Publicación .....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de Contenido .....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>14</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>17</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>20</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo I: El Problema .....</b>	<b>22</b>
<b>Tema .....</b>	<b>22</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>22</b>
<b>Planteamiento del Problema.....</b>	<b>23</b>
<b>Justificación e Importancia.....</b>	<b>24</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>25</b>
<b><i>Objetivo General</i> .....</b>	<b>25</b>



<i>Objetivos Específicos</i> .....	25
Alcance.....	25
Capítulo II:Marco Metodológico.....	27
Servicio de Telefonía Móvil (STM).....	27
Funcionamiento del Servicio Móvil.....	27
Evolución de los Sistemas Móviles .....	28
<i>Primera Generación</i> .....	28
<i>Segunda Generación</i> .....	29
<i>Tercera Generación 3G</i> .....	30
<i>3GPP</i> ... ..	32
<i>Generación 3.5G</i> .....	35
<i>Cuarta Generación 4G</i> .....	35
<i>HSPA</i> .....	39
Telefonía Móvil en el Ecuador. ....	40
Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador.....	41
<i>Radio base SMA</i> .....	42
<i>Infraestructura del Servicio Móvil Avanzado Ecuador</i> .....	43
<i>Asignación de Espectro SMA</i> .....	43
<i>Modalidad de prestación de servicio SMA</i> . ....	43
Organismos de Regulación y Control en el Ecuador. ....	44
<i>CONATEL</i> .....	45

	10
<b>SENATEL</b> .....	<b>46</b>
<b>SUPERTEL</b> .....	<b>46</b>
<b>MINTEL</b> .....	<b>46</b>
<b>ARCOTEL</b> .....	<b>47</b>
<b>Marco de Regulación en el Ecuador</b> .....	<b>47</b>
<i>La Constitución</i> .....	<b>49</b>
<i>Las Leyes</i> .....	<b>49</b>
<b>Aspectos de Regulación de SMA en el Ecuador</b> .....	<b>50</b>
<i>Título Habilitante</i> .....	<b>50</b>
<i>Espectro Radioeléctrico</i> .....	<b>50</b>
<b>Operadoras Celulares en el Ecuador</b> .....	<b>51</b>
<i>Claro (CONECEL S.A)</i> .....	<b>51</b>
<i>Movistar (OTECCEL S.A)</i> .....	<b>55</b>
<i>CNT EP</i> .....	<b>57</b>
<b>Mercado del Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador</b> .....	<b>62</b>
<i>Análisis del Servicio Móvil Avanzado Periodo 2008-2019</i> .....	<b>62</b>
<i>Análisis del Servicio Móvil Avanzado Periodo 2019-2023</i> .....	<b>68</b>
<b>Organización Internacional para la Estandarización</b> .....	<b>74</b>
<i>Norma ISO 9000</i> .....	<b>74</b>
<b>Definición de Calidad</b> .....	<b>75</b>
<b>Calidad de Servicio (QoS) de Telecomunicaciones</b> .....	<b>75</b>

	11
<i>Punto de vista desde la Red</i> .....	76
<i>Punto de vista desde el Cliente</i> .....	77
<i>Satisfacción del Usuario</i> .....	77
<i>Parámetros de Servicio</i> .....	77
<i>Parámetros no técnicos</i> .....	78
<i>Parámetros Técnicos</i> .....	79
<b>Modelo SERQUAL</b> .....	79
<b>Aplicación Network Cell Info</b> .....	80
<i>RSSNR (Reference Signal Signal to Noise Ratio)</i> .....	81
<i>RSRP (Reference Signal Received Power)</i> .....	82
<i>RSRQ (Metrical Signal Received Quality)</i> .....	82
<i>Tasa de Datos</i> .....	83
<i>Latencia</i> .....	83
<i>Jitter</i> .....	83
<i>Número de Banda</i> .....	84
<b>Capítulo III: Metodología y Desarrollo</b> .....	89
<b>Metodología</b> .....	89
<b>Desarrollo</b> .....	90
<i>Materiales</i> .....	90
<i>Lugares estratégicos para la recolección de datos</i> .....	91
<i>Toma de Datos</i> .....	93

	12
<i>Recolección de Datos en los Lugares Seleccionados.....</i>	<b>95</b>
<i>Edificio Central (Escenario de Prueba 1).....</i>	<b>96</b>
<i>Laboratorio de Petroquímica (Escenario Prueba 2). ....</i>	<b>97</b>
<i>Laboratorio de Aeronáutica (Escenario Prueba 3).....</i>	<b>98</b>
<i>Patio Central (Escenario de Prueba 4). ....</i>	<b>99</b>
<i>Laboratorio de E.E.T. (Escenario de Prueba 5). ....</i>	<b>100</b>
<i>Garita / Puerta Principal (Escenario de Prueba 6). ....</i>	<b>101</b>
<b>Capítulo IV:Análisis de Resultados .....</b>	<b>102</b>
<b>Descripción.....</b>	<b>102</b>
<i>Escenario de Prueba 1 (Edificio Central).....</i>	<b>104</b>
<i>Escenario de Prueba 2 (Lab Petroquímica).....</i>	<b>108</b>
<i>Escenario de Prueba 3 (Laboratorio de Aeronáutica).....</i>	<b>112</b>
<i>Escenario de Prueba 4 (Patio Central).....</i>	<b>116</b>
<i>Escenario de Prueba 5 (Lab de E.E.T).....</i>	<b>120</b>
<i>Escenario de Prueba 6 (Entrada Principal/ Garita).....</i>	<b>125</b>
<b>Escrito del resumen de análisis de la calidad de servicio con App. ....</b>	<b>129</b>
<b>Análisis mediante Mapas de Cobertura .....</b>	<b>131</b>
<b>Encuestas de QoS.....</b>	<b>134</b>
<b>Escrito de los resultados obtenidos mediante encuesta.....</b>	<b>145</b>
<b>Fortalezas y Debilidades de cada operadora. ....</b>	<b>146</b>
<b>Capítulo V:Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>153</b>

	13
<b>Conclusiones.....</b>	<b>153</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>154</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>155</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>156</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>168</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Sistema celular en telefonía móvil</i> .....	27
<b>Figura 2</b>	<i>Elementos de un sistema de telefonía móvil.</i> .....	28
<b>Figura 3</b>	<i>Elementos de una arquitectura GSM.</i> .....	30
<b>Figura 4</b>	<i>Interfaces radioeléctricas terrenas IMT-2000</i> .....	31
<b>Figura 5</b>	<i>Arquitectura UMTS a nivel general.</i> .....	33
<b>Figura 6</b>	<i>Esquema de UTRAN con partes diferenciadas.</i> .....	34
<b>Figura 7</b>	<i>Situación de usuarios sin el nuevo espectro.</i> .....	36
<b>Figura 8</b>	<i>Situación de los usuarios con el nuevo espectro.</i> .....	37
<b>Figura 9</b>	<i>Componentes de arquitectura LTE</i> .....	39
<b>Figura 10</b>	<i>Evolución del servicio de telefonía móvil en el Ecuador</i> .....	41
<b>Figura 11</b>	<i>Funcionamiento final de una red celular.</i> .....	43
<b>Figura 12</b>	<i>Pirámide de Kelsen</i> .....	49
<b>Figura 13</b>	<i>Ancho de banda concesionado</i> .....	61
<b>Figura 14</b>	<i>Densidad anual de SMA 2019</i> .....	63
<b>Figura 15</b>	<i>Porcentaje modalidad prepago 2019</i> .....	64
<b>Figura 16</b>	<i>Porcentaje modalidad pospago 2019</i> .....	64
<b>Figura 17</b>	<i>Líneas de servicio 2008/2019</i> .....	65
<b>Figura 18</b>	<i>Reporte de participación en el mercado periodo 2008/2019</i> .....	66
<b>Figura 19</b>	<i>Radiobases implementadas en el período 2008/2019</i> .....	67
<b>Figura 20</b>	<i>Líneas activas y densidad periodo Dic-2019/Nov-2023</i> .....	68
<b>Figura 21</b>	<i>Líneas activas por modalidad nov-2023.</i> .....	69
<b>Figura 22</b>	<i>Líneas activas por modalidad período dic-19/nov-23.</i> .....	70
<b>Figura 23</b>	<i>Líneas activas por tipo de Servicio Dic-19/Nov-23.</i> .....	71
<b>Figura 24</b>	<i>Participación de mercado Nov-23.</i> .....	72

	15
<b>Figura 25</b> <i>Porcentaje de RBS implementadas Nov-23</i> .....	73
<b>Figura 26</b> <i>Porcentaje de números receptados por operadora histórico</i> .....	74
<b>Figura 27</b> <i>App Network Cell Info</i> .....	80
<b>Figura 28</b> <i>Interfaz principal de la aplicación</i> .....	81
<b>Figura 29</b> <i>Segunda interfaz de la aplicación</i> .....	84
<b>Figura 30</b> <i>Tercera interfaz de aplicación</i> .....	85
<b>Figura 31</b> <i>Cuarta interfaz de aplicación</i> .....	86
<b>Figura 32</b> <i>Quinta interfaz de aplicación</i> .....	86
<b>Figura 33</b> <i>Penúltima interfaz de aplicación</i> .....	87
<b>Figura 34</b> <i>Ultima interfaz de aplicación</i> .....	88
<b>Figura 35</b> <i>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Belisario Quevedo</i> .....	92
<b>Figura 36</b> <i>Interfaz de la toma de datos con SIM Claro</i> .....	94
<b>Figura 37</b> <i>Interfaz de la toma de datos con SIM Movistar</i> .....	94
<b>Figura 38</b> <i>Interfaz de la toma de datos con SIM CNT</i> .....	95
<b>Figura 39</b> <i>Edificio Central del Campus</i> .....	96
<b>Figura 40</b> <i>Datos KPI de Edificio Central</i> .....	96
<b>Figura 41</b> <i>Edificio de Laboratorio de Petroquímica del Campus</i> .....	97
<b>Figura 42</b> <i>Datos KPI de Laboratorio de Petroquímica</i> .....	97
<b>Figura 43</b> <i>Edificio de Laboratorio de Aeronáutica del Campus</i> .....	98
<b>Figura 44</b> <i>Datos KPI de Laboratorio de Aeronáutica</i> .....	98
<b>Figura 45</b> <i>Patio Central del Campus</i> .....	99
<b>Figura 46</b> <i>Datos KPI de Patio Central</i> .....	99
<b>Figura 47</b> <i>Edificio de Laboratorio de E.E.T dentro del Campus</i> .....	100
<b>Figura 48</b> <i>Datos KPI de Lab. Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones</i> .....	100
<b>Figura 49</b> <i>Puerta Principal del Campus</i> .....	101

<b>Figura 50</b>	<i>Datos KPI de Puerta Principal.....</i>	101
<b>Figura 51</b>	<i>Resumen de Análisis de Calidad de Servicio.....</i>	130
<b>Figura 52</b>	<i>Mapa de Cobertura CNT.....</i>	132
<b>Figura 53</b>	<i>Mapa de Cobertura MOVISTAR.....</i>	132
<b>Figura 54</b>	<i>Mapa cobertura CLARO.....</i>	133
<b>Figura 55</b>	<i>Función dentro de la Universidad.....</i>	135
<b>Figura 56</b>	<i>Operadora que utiliza.....</i>	135
<b>Figura 57</b>	<i>Inconvenientes dentro del Campus.....</i>	136
<b>Figura 58</b>	<i>Frecuencia de inconvenientes de llamadas móviles.....</i>	137
<b>Figura 59</b>	<i>Sectores estratégicos donde se presenta problemas de servicio celular.....</i>	138
<b>Figura 60</b>	<i>Modalidad de servicio.....</i>	139
<b>Figura 61</b>	<i>Tiempo de Servicio Pospago.....</i>	139
<b>Figura 62</b>	<i>Problemas de servicio pospago.....</i>	140
<b>Figura 63</b>	<i>Tiempo de emisión de factura.....</i>	141
<b>Figura 64</b>	<i>Modalidad de reclamos.....</i>	141
<b>Figura 65</b>	<i>Aspectos en los centros de atención.....</i>	142
<b>Figura 66</b>	<i>Solución de problemas.....</i>	143
<b>Figura 67</b>	<i>Tiempo de solución de inquietudes.....</i>	143
<b>Figura 68</b>	<i>Desconexión del servicio.....</i>	144
<b>Figura 69</b>	<i>Rango de satisfacción.....</i>	145



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Concesión 2008 CONECEL S.A.</i> .....	52
<b>Tabla 2</b>	<i>Canalización de Bandas de 850 MHz.</i> .....	53
<b>Tabla 3</b>	<i>Canalización de Bandas de 1900 MHz</i> .....	53
<b>Tabla 4</b>	<i>Canalización de Bandas de AWS 1700/2100 MHz.</i> .....	54
<b>Tabla 5</b>	<i>Concesión 2008 OTECEL S.A.</i> .....	56
<b>Tabla 6</b>	<i>Canalización de Bandas de 850 MHz.</i> .....	57
<b>Tabla 7</b>	<i>Canalización de Bandas de 1900 MHz</i> .....	57
<b>Tabla 8</b>	<i>Concesión 2011 de CNT E.P.</i> .....	59
<b>Tabla 9</b>	<i>Canalización de Bandas en 700 MHz.</i> .....	60
<b>Tabla 10</b>	<i>Canalización de Bandas de 1900 MHz</i> .....	60
<b>Tabla 11</b>	<i>Canalización de Bandas de AWS 1700/2100 MHz.</i> .....	61
<b>Tabla 12</b>	<i>Rangos KPIs normativa SMA-Qos-9.</i> .....	102
<b>Tabla 13</b>	<i>Condiciones RF LTE.</i> .....	103
<b>Tabla 14</b>	<i>Condiciones de Ping en LTE</i> .....	103
<b>Tabla 15</b>	<i>Condiciones de Jitter en LTE.</i> .....	103
<b>Tabla 16</b>	<i>Condiciones de velocidad de transmisión en LTE</i> .....	104
<b>Tabla 17</b>	<i>Resultados de intensidad de señal o potencia.</i> .....	105
<b>Tabla 18</b>	<i>Resultados de calidad de señal recibida.</i> .....	105
<b>Tabla 19</b>	<i>Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido.</i> .....	106
<b>Tabla 20</b>	<i>Resultados de Ping.</i> .....	106
<b>Tabla 21</b>	<i>Resultados de Jitter</i> .....	107
<b>Tabla 22</b>	<i>Análisis de Velocidad de transmisión.</i> .....	108
<b>Tabla 23</b>	<i>Resultados de intensidad de señal o potencia.</i> .....	109
<b>Tabla 24</b>	<i>Resultados de calidad de señal recibida.</i> .....	109

<b>Tabla 25</b>	<i>Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido.....</i>	110
<b>Tabla 26</b>	<i>Resultados de Ping.....</i>	111
<b>Tabla 27</b>	<i>Resultados de Jitter .....</i>	111
<b>Tabla 28</b>	<i>Análisis de Velocidad de transmisión.....</i>	112
<b>Tabla 29</b>	<i>Resultados de intensidad de señal o potencia.....</i>	113
<b>Tabla 30</b>	<i>Resultados de calidad de señal recibida .....</i>	113
<b>Tabla 31</b>	<i>Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido.....</i>	114
<b>Tabla 32</b>	<i>Resultados de Ping.....</i>	115
<b>Tabla 33</b>	<i>Resultados de Jitter .....</i>	115
<b>Tabla 34</b>	<i>Análisis de Velocidad de transmisión.....</i>	116
<b>Tabla 35</b>	<i>Resultados de intensidad de señal o potencia.....</i>	117
<b>Tabla 36</b>	<i>Resultados de calidad de señal recibida .....</i>	117
<b>Tabla 37</b>	<i>Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido.....</i>	118
<b>Tabla 38</b>	<i>Resultados de Ping.....</i>	119
<b>Tabla 39</b>	<i>Resultados de Jitter .....</i>	119
<b>Tabla 40</b>	<i>Análisis de Velocidad de transmisión.....</i>	120
<b>Tabla 41</b>	<i>Resultados de intensidad de señal o potencia.....</i>	121
<b>Tabla 42</b>	<i>Resultados de calidad de señal recibida .....</i>	122
<b>Tabla 43</b>	<i>Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido.....</i>	122
<b>Tabla 44</b>	<i>Resultados de Ping.....</i>	123
<b>Tabla 45</b>	<i>Resultados de Jitter .....</i>	124
<b>Tabla 46</b>	<i>Análisis de Velocidad de transmisión.....</i>	124
<b>Tabla 47</b>	<i>Resultados de intensidad de señal o potencia.....</i>	125
<b>Tabla 48</b>	<i>Resultados de calidad de señal recibida .....</i>	126
<b>Tabla 49</b>	<i>Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido.....</i>	127

<b>Tabla 50</b>	<i>Resultados de Ping</i> .....	127
<b>Tabla 51</b>	<i>Resultados de Jitter</i> .....	128
<b>Tabla 52</b>	<i>Análisis de Velocidad de transmisión</i> .....	129
<b>Tabla 53</b>	<i>Valor de condición</i> .....	129
<b>Tabla 54</b>	<i>Nivel de señal RSRP</i> .....	131
<b>Tabla 55</b>	<i>Fortalezas y debilidades de CLARO</i> .....	147
<b>Tabla 56</b>	<i>Fortalezas y debilidades MOVISTAR</i> .....	148
<b>Tabla 57</b>	<i>Cuadro comparativo con las principales características</i> .....	150

## Resumen

En la actualidad, el uso de la telefonía móvil es importante debido a la necesidad del usuario e incremento de personas abonadas a una línea celular para mantenerse conectados a través de servicios de voz y datos. Este incremento ha ocasionado que se cuestione a las operadoras celulares, poniendo en duda si el servicio proporcionado, corresponde al mismo por el que se está pagando. El presente trabajo tiene como objetivo principal en analizar el servicio de las operadoras celulares en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - sede Latacunga ya que existe una gran población que diariamente expresa su inconformidad con respecto al servicio de telefonía celular, por lo que es importante conocer los parámetros técnicos y la satisfacción que tienen las personas al utilizar el servicio. Dentro del Campus no se tiene ningún análisis que remarque la calidad de las operadoras. La investigación de campo mediante el Drive Test, y la opinión cualitativa de estudiantes, docentes y personal administrativo, permitirá que la recolección de datos sea fundamental para dejar un análisis con datos reales de la calidad y el servicio de las operadoras. Se incluye también en la investigación las entidades que regulan las operadoras a nivel nacional, junto con las tecnologías que las operadoras han ido implementado a través de los años. Se pudo identificar que la calidad que se presta dentro del Campus Universitario tiene una gran relevancia ya que es un sitio estratégico y las empresas de telefonía deben cumplir con los parámetros establecidos por los entes de regulación.

*Palabras Clave:* servicio de telefonía móvil, cobertura de red móvil, operadoras móviles, calidad del servicio al cliente, entidades de regulación.

### **Abstract**

Currently, the use of mobile telephony is important due to the user's need and increase in people subscribed to a cell line to stay connected through voice and data services. This increase has caused cellular operators to be questioned, questioning whether the service provided corresponds to the same one for which they are paying. The main objective of this work is to analyze the service of cellular operators at the Belisario Quevedo Campus of the University of the Armed Forces ESPE - Latacunga headquarters since there is a large population that daily expresses its dissatisfaction with respect to the cell phone service. Therefore, it is important to know the technical parameters and the satisfaction that people have when using the service. Within the Campus there is no analysis that highlights the quality of the operators. Field research through the Drive Test, and the qualitative opinion of students, teachers and administrative staff, will allow data collection to be essential to leave an analysis with real data on the quality and service of the operators. The entities that regulate operators at the national level are also included in the investigation, along with the technologies that operators have been implementing over the years. It was possible to identify that the quality provided within the University Campus has great relevance since it is a strategic site and telephone companies must comply with the parameters established by regulatory entities.

*Keywords:* mobile telephone service, mobile network coverage, mobile operators, quality of customer service, regulatory entities.

## Capítulo I

### El Problema

#### Tema

Análisis de servicio de las operadoras celulares en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - sede Latacunga

#### Antecedentes

Las telecomunicaciones se establecieron en el Ecuador como sector estratégico ya que es considerado excepcional, esto debido al gran aporte en la economía, la socialización, política y ambiental del país ya que hoy por hoy existen a nivel nacional entidades de operación que ofrecen este servicio, el cual se ha convertido en un sistema vital.

La Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones ha conseguido avanzar paulatinamente en la conexión, ciberseguridad, eficiencia e innovación lanzando programas para la población, pero debido a la situación de la pandemia estos proyectos se obstruyeron para el periodo 2021.

El Servicio Móvil Avanzado cuenta con operadoras en el Ecuador como CONECEL S.A (CLARO), OTECEL S.A (MOVISTAR) y CNT E.P, que ofrece planes de telefonía móvil tanto de voz como datos para la navegación los cuales diariamente se los puede encontrar en anuncios publicitarios, televisivos; a pesar de ello, aquellos que utilizan el servicio están desinformados con el nivel de calidad del servicio que obtienen al contratar dichos planes (ARCOTEL, 2020).

Ante esta realidad las entidades que ofrecen el Servicio Móvil Avanzado deben considerar el nivel de población que utilizan sus diferentes prestaciones y solventar un beneficio garantizado con el objetivo principal de que ni la empresa e incluso el público salga afectado en los servicios, las comunicaciones e intermitencias seguido por cortes de servicio, facturación, etc.

## Planteamiento del Problema

La “Calidad de Conservación” de telefonía móvil es un parámetro que efectuó ARCOTEL a nivel nacional en tecnologías 2G como en 3G, el objetivo por parte de operadoras del Servicio Móvil Avanzado es estricto, presentando así problemas en un 51,47% en dichas zonas medida a nivel nacional. Para el año de 2017, los usuarios presentaron a las operadoras reclamos en el servicio de las telecomunicaciones, la mayor parte dirigidas al SMA

“La ARCOTEL recomienda a los usuarios reportar los inconvenientes que tuvieren en el uso de los servicios de telecomunicaciones a su empresa operadora o concesionaria” (EC ARCOTEL , 2017).

Las entidades de servicio móvil avanzado cuentan con ciertos reclamos por prestaciones específicamente la baja cobertura al momento de utilizar datos móviles e incluso al realizar llamadas, además de incidentes con la facturación, ya que engloba distintos tipos de problemas como cobros excesivos por servicios no proporcionados, cobro de valores diferentes a los acordados, acumulación de saldos, etc.

El lugar estratégico donde se realizará el estudio se encuentra en la parroquia de Belisario Quevedo específicamente el Campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – extensión Latacunga donde estudiantes, docentes y autoridades día a día presentan problemas del servicio que estas operadoras prestan.

El campus se encuentra ubicado en la ex hacienda San Martín, barrio el Forastero, a 1.5Km de distancia de la vía principal. En el año 2015 la Universidad fue considerada como un proyecto de inversión provincial, en donde solo se ofertaba dos carreras técnicas y contando con una población estudiantil de aproximadamente 5.000 estudiantes, para el año 2022 se reactivaron las clases presenciales iniciando el marcado cambio que se preveía hace 7 años, despertó el tema del comercio, incrementó evidentemente el flujo de personas y el aumento de la plusvalía de los terrenos aledaños.

Siendo ahora sitio importante para estudiantes que comparten la mayor parte de su tiempo cerca del Campus, esta población también utiliza el servicio de telefonía móvil diariamente, quienes sin lugar a duda tienen problemas con la prestación del servicio, cobertura, facturación y conectividad.

Por ello, es necesario un análisis del servicio de las operadoras celulares, ya que no existe ningún tipo de investigación que determine la condición de las operadoras celulares dentro del Campus.

### **Justificación e Importancia.**

En la actualidad los estudios que se realizan a nivel de ciudades en el Ecuador relacionados a la calidad que ofrecen las diferentes operadoras celulares a nivel de telecomunicaciones es fundamental para mejorar cada uno de sus servicios de operación.

El teléfono móvil es la herramienta más utilizada por la población, la misma que tiene varios fines que supera todas las barreras, esta tecnología va en constante evolución, permite la comunicación sin importar la distancia. Este dispositivo está presente en todo lugar como, por ejemplo, trabajo, domicilio, entidades educativas, etc. Ofreciendo así nuevas versiones de software un mayor rendimiento y superando la transmisión de datos, video, música e incluso fotografías.

A medida que las tecnologías avanzan principalmente en la transmisión de datos, voz, audio y video es fundamental que compañías que operan en la parroquia de Belisario Quevedo brinden un óptimo servicio tanto a la capacidad de respuesta, fiabilidad, cobertura, atención al cliente y precio.

Por lo expuesto, es importante que se realice un análisis del servicio de telefonía celular, las pruebas de medición y los parámetros de cobertura, calidad y servicio de voz que prestan las operadoras (CONECEL, OTECEL, y CNT S.A) en el Campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – sede Latacunga, se detallaran con la finalidad de que las



entidades intervengan y los usuarios puedan beneficiarse del servicio de calidad. Una vez obtenido los resultados pertinentes se conocerá que operadora posee mayor calidad de operación, así como sus fortalezas y debilidades.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Analizar el servicio de las operadoras celulares en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - sede Latacunga.

### ***Objetivos Específicos***

- Investigar los diferentes métodos para verificar la calidad de operadoras celulares en la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” ext-Latacunga.
- Establecer la calidad de servicio de las operadoras principales que actúan en la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” ext-Latacunga.
- Realizar un cuadro comparativo el cual represente la calidad de servicio de las operadoras principales que funciones en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” sede-Latacunga.

## **Alcance**

El presente trabajo de titulación tiene como propósito estudiar el nivel de servicio de operación móvil en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – sede Latacunga, esto con la finalidad de determinar los parámetros de calidad que las entidades ofrecen en anuncios, servicio al cliente y páginas web. Existen parámetros técnicos y no técnicos que se pueden identificar como: La relación con el usuario, reclamos generales, tiempo promedio de resolución de reclamos, porcentaje de reclamos de facturación y cobro. Se busca, realizar un estudio para que la población conozca el nivel de servicio que las operadoras ofrecen y que las entidades intervengan dentro del sector para lograr que la comunicación como eje principal sea optimo cumpliendo con los parámetros principales.

Este seguimiento también contará con encuestas que permitirán la recolección de datos, donde se plantearán preguntas claves, La presencia de la población será importante teniendo en cuenta que la opinión personal será un respaldo para el análisis de los resultados que ayudarán a determinar el nivel de servicio de telefonía móvil y se dejará un análisis estudiado que estará en el repositorio de Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE".

Dejando así, un escrito el cual resuma el servicio de las operadoras y la población tenga como referencia la entidad que satisface las necesidades y los parámetros a los usuarios



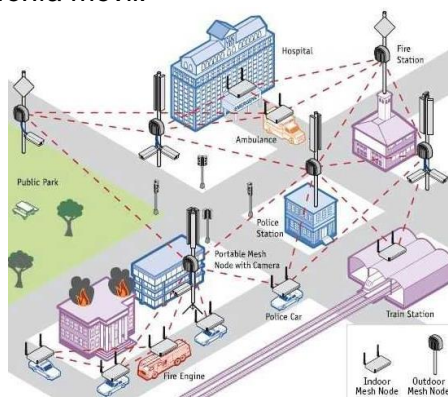
- **Las unidades de abonado:** Teléfonos celulares.
- **Las estaciones de radio base (RBS):** Son quienes dan servicio a cada celda.
- **Los centros de conmutación de móviles (CCM):** A través de los cuales se establecen las conexiones de las Radio Bases entre sí y con la red telefónica convencional (Rodríguez et al., 2005).

La operadora designa principalmente el área de cobertura en distintos espacios, llamados celdas o células con forma de hexagonales esta forma geométrica permite ocupar todo el espacio físico.

Dentro de cada celda existe una antena que tiene su respectiva amplitud emite la señal para que esa célula la reciba, el canal es por donde se emite la llamada telefónica y puede emitir varias llamadas diferentes de manera simultaneas (Estupiñan, 2019).

## Figura 2

*Elementos de un sistema de telefonía móvil.*



*Nota.* La figura muestra el proceso de la telefonía móvil. Tomado de *Areatecnología, s. f.*

## Evolución de los Sistemas Móviles

### **Primera Generación.**

La primera generación, entró al mercado a finales de los años 70, con una expansión moderada empezó por prestar la telefonía de manera analógica y solo se utilizaba para comunicaciones por medio de voz. Con su tecnología **AMPS (Advanced Mobile Phone**

**System**), que paso a convertirse pionero en los estándares de telefonía móvil (Master Móviles UA, 2018).

Esta generación al tener una gran acogida por las personas y al ser el pionero dentro de este gran avance de la tecnología contaba con una buena tasa de transferencia, cada terminal tenía libertad para los usuarios, el importante uso de las redes analógicas para que puedan operar, esta primera generación permitía realizar llamadas de manera inalámbrica (Estupiñan, 2019).

### **Segunda Generación**

El desarrollo de la segunda generación o 2G, se presentó a principios de los años 90 que busco en introducir el sistema de telefonía digital mediante ciertos protocolos, simultáneos que podían ser utilizados en un mismo ancho de banda, y paso al gran avance del envío de mensajes de texto (Short Message Service) SMS.

De igual manera, inicialmente se desarrollaron varios estándares:

- GSM (Global System for Mobile Communications)
- TDMA (generalmente conocido como TIA/EIA136 o ANSI-136)
- D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone System) (Master Móviles UA, 2018).
  
- **Distintivo de tecnología GSM.**

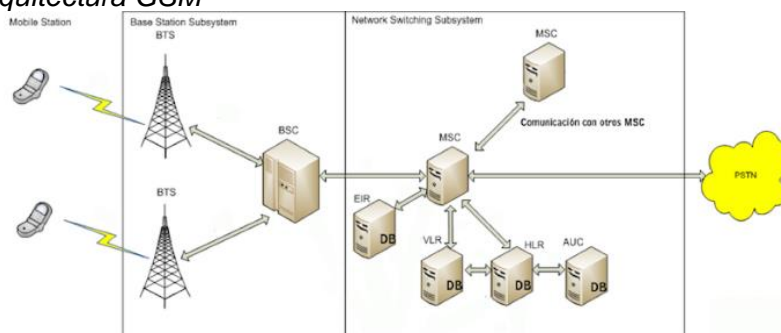
La tecnología GSM se estandarizó a nivel mundial, este sistema de telefonía totalmente digital que soporta voz, mensajes de texto, datos y roaming, Este sistema es aplicado en las comunicaciones entre los teléfonos móviles. Permitía el acceso a internet para interactuar por e-mail, fax, etc. Tenía el estándar de segunda generación debido a su velocidad y características (ETSIST, 2011).

**Arquitectura GSM.** Su arquitectura se forma de tres elementos: MS Mobile Station; BSS Base Station Sysbstem; NSS Network & Switching Subsystem.

La arquitectura GSM tiene como base el reparto del espectro disponible que está limitado por el rango de las frecuencias. A cada compañía se le asigna cierto ancho de banda con frecuencias delimitadas, para un mejor ancho de banda se coloca una antena en sitios estratégicos y así puede ser separados de los rangos de cada terminal para prevenir interferencias entre usuarios (Guerrero, 2007).

### Figura 3

#### Elementos de una arquitectura GSM



*Nota.* En la figura se muestra la arquitectura del sistema GSM con cada elemento detallado anteriormente. Tomado de *Master Móviles UA, 2018*.

### Tercera Generación 3G

La tercera generación se destaca por la presencia de voz y datos junto con el acceso a internet que permite la navegación a altas velocidades mediante aplicaciones multimedia. Los servicios mediante los protocolos IP, permiten una conexión a internet rápida y óptima (Chimbo, 2012).

El acceso múltiple es una técnica para el sistema móvil, ya que la gran cantidad de usuarios tienden a compartir los canales por lo que, una gran cantidad de usuarios compiten por los canales disponibles (Camacho, 2009).

Permite una mayor resistencia en las interferencias, ya que el uso simultaneo de conexiones de voz y datos presentan un ancho de banda de UMTS, por lo que, los usuarios se encuentran conectados en una misma base y la calidad de conexión dependen de las interferencias que se presenten (Avance digital, s,f).

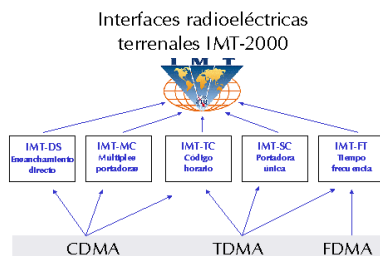
**Norma IMT-2000.** La especificación IMT-2000 es una iniciativa formada de la UIT, establecida como norma elaborada mundialmente que encamina a ofrecer el acceso inalámbrico para las infraestructuras de tercera generación, todo esto con vinculando a los sistemas satélites, móviles y fijo (Gomez & Liñan, 2004).

Como muestra la Figura 4, existen tres técnicas para el acceso al medio normadas por la IMT-2000.

- **CDMA (Acceso Múltiple por División de Código):** Los usuarios transmiten al mismo tiempo utilizando la misma frecuencia o banda.
- **TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo):** Los usuarios utilizan el mismo el mismo canal de frecuencia de forma secuencial.
- **FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia):** A cada uno de los usuarios se le asigna una única frecuencia.

#### Figura 4

##### *Interfaces radioeléctricas terrenas IMT-2000*



*Nota.* En la figura, se muestra el conjunto de especificaciones de la interfaz radioeléctrica de la norma IMT-2000. Obtenido de ITU, 1999.

### **3GPP**

El proyecto tuvo su financiamiento a finales de los años 90, y permitió el estándar para la especificación del desarrollo de un sistema de red de tercera generación, en base a la evolución al GSM.

En la actualidad siete son las organizaciones de desarrollo con estándares de telecomunicaciones que han trabajado y se han reunido regularmente, este proyecto cubre tecnologías de telecomunicaciones celulares, incluido el acceso por radio, red central y capacidades de servicio (RugGear, s,f).

3GPP inicio los estudios relacionados con la evolución de la red 3G hacia la Cuarta Generación Móvil. Y para cubrir las necesidades del mercado 3GPP evolucionó el sistema UMTS, con la implementación de las mejoras a las variantes del estándar HSPA que es una fusión de las tecnologías HSDPA, HSUPA y para el año 2008 se lanzó el estándar HSPA+ con más mejoras que permitía llegar a velocidades de datos bastante altas, todas se caracterizan por el incremento de la capacidad de transmisión (Chimbo, 2012).

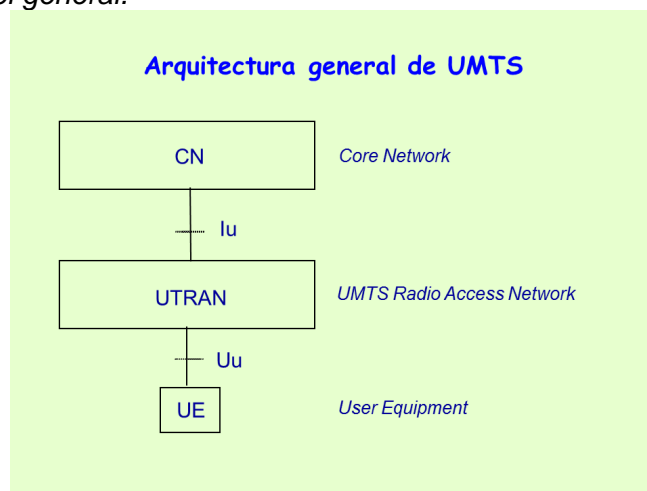
**Arquitectura UMTS.** UMTS conecta con otras redes de telecomunicaciones, de forma que se pueda realizar la comunicación no solo entre usuario móviles de UMTS, sino también con los que se encuentran conectados a otras redes (Camacho, 2009).

En esta arquitectura se describen tres elementos principales: UE (Equipo de Usuario); UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) y la red central. La arquitectura general se puede visualizar en la Figura 5.



## Figura 5

*Arquitectura UMTS a nivel general.*



*Nota.* En la figura, se muestra la estructura de forma general de la tecnología UMTS, junto con sus respectivas interfaces. Tomado de monografías.com, s, f.p,3.

### **Red de Acceso Radio (UTRAN).**

UTRAN permite a los equipos alcanzar altas velocidades de transmisión, nuevos tipos de transferencia de datos, su acceso es a través de una serie de elementos de red interconectado entre sí (Cabrita et al., 2013).

- **Interfaces Internos y Externos:**
- **Interfaz RNC – Nodo B (IUB):** Interfaz entre un Nodo B y su RNC, encargado de las comunicaciones con los móviles
- **Interfaz RNC – RNC (IUR):** Interfaz que existe en dos RNC, encargado de controlar y gestionar la movilidad de las conexiones radio dentro de la red
- **Interfaz Radio (UU):** Permite la transferencia de datos entre el Nodo B y el RNC que permite la asignación de recursos de radio, gestión de calidad de servicio, control de potencia de transmisión.

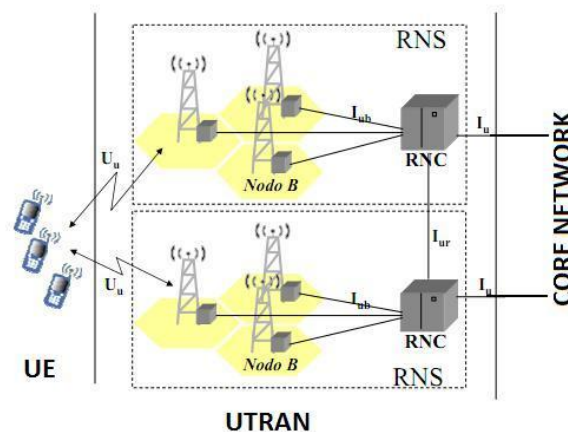
- **Interfaz Núcleo de Red – RNC (IU):** Punto de conexión entre el subsistema de red radio (RNS) y el núcleo de red (Polaridades, 2015).
- **Núcleo de Red (Core Network)**  
El núcleo de red cuenta con dos funciones: Transporte e Inteligencia.
- **Funciones de transporte:** Soportan el transporte de información junto con el tráfico y señalización.
- **Funciones de Inteligencia:** Gestiona la movilidad y el encaminamiento en el núcleo de red.

UMTS cuenta con dos fases dentro del núcleo de red, se configura en dos dominios:

- Conmutación de circuitos CS (Circuit Switch)
- Conmutación de paquetes PS (Packet Switch) (Camacho, 2009).

**Figura 6**

*Esquema de UTRAN con partes diferenciadas.*



*Nota.* En la figura 6, se muestra la arquitectura de un sistema de UMTS, con los elementos descritos anteriormente. Tomado de Wikipedia, 2023.

### **WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access).**

Tecnología que permite el acceso móvil, se basa en una serie de estándares de telefonía celular de la tercera generación, que destaca el estándar UMTS (Grosso, 2021).

#### ***Modos de Operación de (Wideband Code Division Multiple Access)***

- **TDD:** Modo bidireccional, que transmite enlaces de subida y de bajada que se transportan en la misma banda de frecuencia de manera sincronizada.
- **FDD:** En este modo los enlaces de las transmisiones de subida y bajada usan bandas de frecuencias separadas. Dos bandas de frecuencia que tienen una separación específica asignada para cada enlace (EcuRed, 2019).

#### ***Generación 3.5G***

3.5G es una velocidad de telecomunicaciones intermedia del 3G y el 4G, con una gran mejora tecnológica, que ayudo a acelerar la velocidad de transmisión como carga y reducir la latencia (Capterra, s,f).

El 3.5G revolucionó en los teléfonos celulares alcanzando la funcionalidad en el envío y recepción de datos, acceso a internet, etc. Comúnmente llamado HSDPA, ofrece a los usuarios mayor velocidad de transmisión que se manifiesta en 1,8Mbps, siendo 3 o 4 veces más rápida que el formato 3G. La optimización y las mejoras en los sistemas como WCDMA (UMTS) da paso al origen HSDPA (Movistar. S.A, 2010).

#### ***Cuarta Generación 4G***

Esta cuarta generación llega a brindar un mayor acceso a la red y una mayor capacidad del uso de datos, ofrece facilidades para que usuarios puedan acceder a varios servicios y aplicaciones (ARCOTEL, 2017).

4G es el sucesor de estándares de tercera generación, que proporciona acceso a Internet de banda ultra ancha, así como la televisión móvil de alta definición, videoconferencias

y computación con respaldo en la nube. Esta tecnología dentro del servicio de telefonía móvil en el Ecuador, se presenta como estándar en las telecomunicaciones a la red 4G por las operadoras que operan dentro del territorio ecuatoriano, al tener servicios de datos 3.5G y al procesar mejor la información, proporciona el aumento en la velocidad de conexión (Tisalema, 2019).

La UIT creó un comité para dejar en claro cuáles son los requisitos necesarios para que un estándar se considere generación 4G. Se lo denominó IMT-Advanced y especifica que las velocidades máximas de transmisión de datos que debe estar entre 100Mbps para una movilidad alta y 1Gbps para movilidad baja (Master Moviles, 2018).

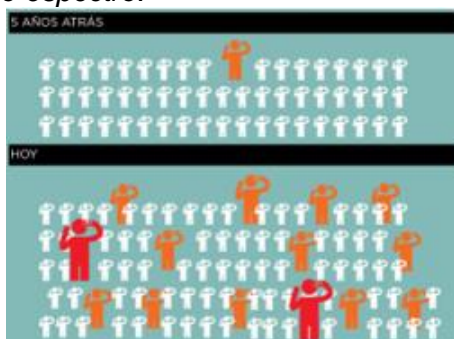
### **Banda AWS**

La banda AWS trabaja en las frecuencias de 1700 y 2100MHz de manera pareada, tuvo una asignación en el año 2014 por la capacidad de transmisión de datos, la cual resulta beneficiosa para todos los usuarios y satisface la demanda de datos.

La banda cuenta con la posibilidad de contar con dos sistemas tecnológicos: HSPA y LTE. Estos sistemas utilizan en la mayoría de los países de América, permitiendo grandes beneficios de forma económica en la región (GSMA, 2016).

### **Figura 7**

*Situación de usuarios sin el nuevo espectro.*



*Nota.* La figura 8 muestra la ilustración de usuarios sin el nuevo espectro. Obtenido de GSMA, 2016.

## Figura 8

*Situación de los usuarios con el nuevo espectro.*



*Nota.* En la figura 9 se muestra la ilustración de cómo están los usuarios con el nuevo espectro.

Obtenido de GSMA, 2016.

### **LTE.**

LTE (Long Term Evolution), se utiliza en relación a la tecnología 4G, estándar de comunicación inalámbrica global de cuarta generación que se definió por primera vez en 2008. Como característica principal está que los datos LTE se transfieren más rápido y con menor latencia (Remmert, 2021).

LTE se desarrolló con el objetivo de simplificar e integrar la tecnología UTRAN, tiene diferentes enfoques como, por ejemplo:

- Simplificar los costes al reutilizar estaciones que ya existen.
- Garantizar la competitividad del sistema de comunicaciones 3G para el futuro.
- Implementación de un sistema de optimización de paquetes conmutado.
- Atender las demandas de usuarios ofreciendo velocidades más elevadas (Caiza & Sanchez, 2023).

### **LTE rediseño estándar 3G.**

LTE mejora exponencialmente el rendimiento a comparación de las redes antiguas esto para satisfacer la transmisión de datos donde el rediseño incluye

- Arquitectura de red minimizada
- Red central basada en direccionamiento IP
- Nueva interfaz de radio.
- Métodos de modulación
- Radios de entrada y salida múltiple (MIMO) para todos los dispositivos (Remmert, 2021).

Esta tecnología ha aportado múltiples beneficios a nivel mundial como, por ejemplo:

- Ofrece mayor rendimiento de la red
- La latencia es menor a comparación de otras tecnologías.
- Funciona en un espectro distinto por lo que necesita nuevos hardware
- Admite datos, voz mensajería instantánea y video en dispositivos compatibles.
- LTE proporciona una continuidad de red a largo plazo.
- Ofrece mayores velocidades para las aplicaciones de bajo consumo y de bajo coste (Remmert, 2021).

**Arquitectura de red LTE.** *LTE tiene la misma arquitectura de red que los sistemas anteriores y tienen la especificación del equipo de usuario y de infraestructura de la red, por lo que se divide de forma lógica en una infraestructura de red troncal (Core Network CN) y una red de acceso (Access Network AN) (López, 2013).*

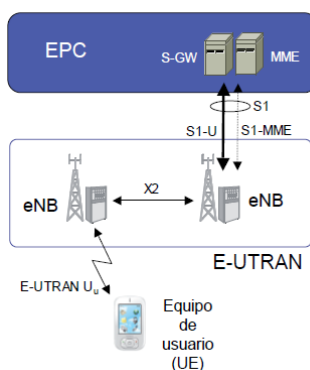
- **Interfaz E-UTRAN:** Esta interfaz facilita la transferencia de información de datos.
- **Red troncal EPC:** Representa el corazón de la red LTE, formado por múltiples nodos que ofrecen funcionalidad para la aplicación de la calidad de servicios (Forum Huawei, 2022).
- **eNodeB:** Establece la conexión de la red troncal EPC a través de la interfaz S1 (López, 2013).

Se muestra en la Figura 9, la red de acceso E-UTRAN.

(Jaramillo, 2015) menciona que, la arquitectura LTE está basada en IP completamente, por tanto, el EPC no se relaciona con comunicaciones asociadas a la conmutación de circuitos, en esta red la voz como tal se maneja como servicio de Voz-sobre-IP (VoIP).

### Figura 9

#### *Componentes de arquitectura LTE*



*Nota.* En la figura, se muestra la red de acceso E-UTRAN. Tomado de Intotally, 2013.

### **HSPA.**

HSPA (High Speed Packet Access) tecnología empelada en las conexiones de internet móvil, es una mejora del estándar UMTS, tiene como ventaja el uso más eficiente del espectro radioeléctrico que tienen asignado las diferentes operadoras, mejorando la velocidad y latencia en la transferencia de datos. HSPA está fusionado con los protocolos HSDPA y HSUPA. Esta tecnología continua en evolución gracias al trabajo estandarizado 3GPP (BandaAncha, 2017).

Fue diseñado para aumentar la capacidad de conectividad a Internet desde los teléfonos inteligentes en 3G, que están basados en UMTS y WCDMA, estas velocidades no eran suficientes para la navegación y la descarga de imágenes y videos, por ello surgió la necesidad de mejorar esta tecnología con el HSPA (Internetpasoapaso, s,f).

### **Telefonía Móvil en el Ecuador.**

En el año de 1991 empieza la Telefonía Móvil mediante el Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL) se integra como un solo organismo con el objetivo de operar, regular y controlar. En agosto de 1992 se expidió la Ley Especial de Telecomunicaciones (EMETEL), para realizar la gestión de regulación y control. Se creó un único organismo pasaría a llamarse Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL) (Silva, El modelo neoliberal y el servicio de telefonía movil en Ecuador: 2000-2007, 2013).

Con la creación de la Superintendencia de Telecomunicaciones en el año 1993, el Estado expide el Reglamento para el Servicio de Telefonía Móvil Celular. Seis compañías calificadas presentaron ofertas económicas para obtener la autorización para la explotación del servicio por un periodo de 15 años, en donde CONOCEL S.A y OTECEL S.A, tuvieron la conexión y el decreto para prestar el servicio, poniendo las ofertas más altas (Silva, Evaluación del Mercado del Servicio de Telefonía Móvil Celular en el Ecuador (2000-2007), 2010).

El Consorcio Ecuatoriano de Telecomunicaciones (CONECEL S.A), llamado principal y comercialmente Porta paso a llamarse Claro en marzo del 2011.

Esta empresa firmó un contrato de explotación del servicio de telefonía móvil celular con la Superintendencia de Telecomunicaciones el 26 de agosto de 1993, con una duración de 15 años, todo esto para operar, instalar y mantener en condiciones óptimas el sistema de telefonía celular en distintas áreas geográficas del país (Neira, 2015).

La Compañía de servicios de telefonía celular (OTECCEL S.A) se identificaba comercial y principalmente como Celular Power para después en el año de 1998 cambiarse el nombre de Bellsouth. Y finalmente en el año 2004 termino llamándose Movistar que presenta ese nombre en la actualidad a nivel nacional e internacional (Martinez & Tixi, 2013).

OTECCEL S.A, en el año 1993 expide el contrato de explotación del servicio de telefonía móvil celular junto con la Superintendencia de Telecomunicaciones, con una duración de 15



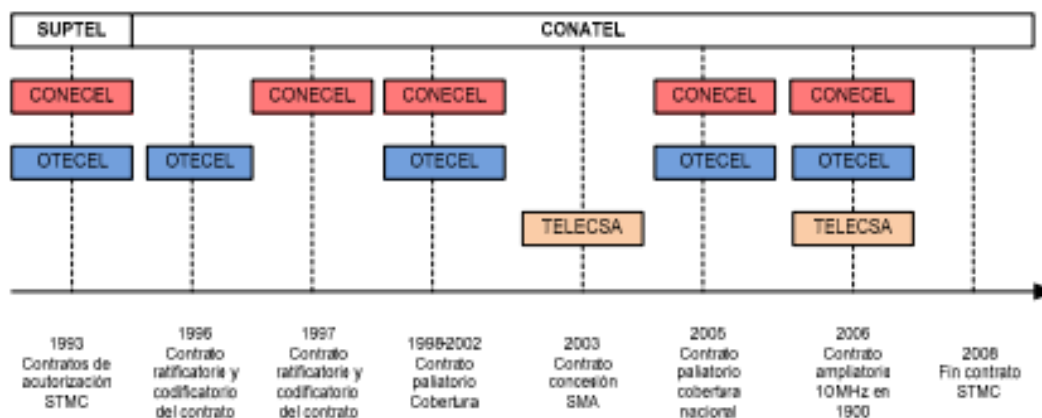
años, con el objetivo de instalar, operar y mantener en óptimas condiciones el sistema de telefonía celular, en todo el territorio nacional (Neira, 2015).

(Sarango, 2010) menciona que, estas dos empresas se mantenían como un duopolio del servicio de telefonía móvil hasta que el 03 de abril del año 2003 entra en servicio de operación una tercera operadora que resulto de la cooperación entre las empresas Etapa S.A y Andinatel S.A.

La empresa Telecomunicaciones Móviles del Ecuador (TELECSA), un consorcio estatal entre ANDINATEL S.A y PACIFICTEL, con identificación comercial como ALEGRO PSC, firma con la Secretaría nacional de Telecomunicaciones, el contrato para la prestación del Servicio Móvil Avanzado (SMA) (Neira, 2015).

**Figura 10**

*Evolución del servicio de telefonía móvil en el Ecuador*



*Nota.* En la imagen se muestra, la evolución de las entidades de regulación del servicio de telefonía móvil en el Ecuador. Tomado de *Silva R, 2013.*

### **Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador.**

El Servicio Móvil Avanzado está definido por la ARCOTEL como el Servicio Final de las Telecomunicaciones el cual permite toda transmisión, emisor y receptor de signos, señales,

escritos, para poder comunicarse mediante voz, mensajes de texto, internet, etc. Todo esto de manera generalmente inalámbrica a través de teléfonos celulares (ARCOTEL, 2018).

El Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador creció de manera inesperada cuando en el año 2003 una nueva empresa llamada TELCSA obtuvo su concesión y finalmente de paso a la explosión del SMA en el Ecuador. Por lo que, las tres operadoras principales en el Ecuador se definen como CONECEL S.A., OTECEL S.A., y TELECSA., obteniendo contratos ampliatorios con el fin de mejorar el alcance de su cobertura (Silva, Evaluación del Mercado del Servicio de Telefonía Móvil Celular en el Ecuador (2000-2007), 2010).

### **Radio base SMA.**

La radiobases operan el control central para todos los usuarios y permite que los teléfonos móviles se comuniquen directamente con la radiobases sobre un área de cobertura determinado, que tienen como objetivo el administrar y controlar el servicio de procesamiento y establecimiento de las llamadas (ARCOTEL, 2018).

El funcionamiento de la red móvil se basa en:

1. La llamada empieza al usar el terminal móvil (MS).
2. La señal es recibida por la antena de transmisión más cercana.
3. La llamada es enviada Centro de Conmutador Móvil.
4. La comunicación se transfiere a la red de Telefonía Pública (PSTN).
5. La llamada pasa por diferentes antenas y centrales.
6. Finalmente, la comunicación llega al destino, ya sea fija o móvil (ARCOTEL, 2020).



segmento prepago mantiene siempre una gran cantidad de usuarios, aun así, anualmente el segmento pospago rebaza la cantidad de usuarios (ARCOTEL, 2020).

La modalidad prepago se basa en que el usuario paga por los servicios de la operadora antes de utilizarlos y esto fuerza a los clientes a comprar ya sea minutos en paquetes, con un límite de uso de datos y llamadas, pero se ajusta al bolsillo del cliente dependiendo del uso que se le dé a este servicio.

La modalidad pospago se refiere a que el usuario paga por los servicios de la operadora después de utilizarlos, las empresas ofrecen planes mensuales de servicio, y de acuerdo al plan que se contrate tendrá que pagar el monto acordado.

Ecuador ha ido experimentado un crecimiento de telefonía móvil desde el 2008, con la ventaja de que es el único país en fomentar la depuración de bases de datos propias de las operadoras en lo que corresponde a líneas activas, así evita el incremento irreal de líneas en este servicio (ARCOTEL, 2018).

### **Organismos de Regulación y Control en el Ecuador.**

La Ley de Radiodifusión y Televisión se remitió en el año de 1975 dando paso al ordenamiento legal independiente para la prestación de los servicios de telecomunicaciones, una norma legal que dio paso a la creación del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL) (Martinez & Tixi, 2013).

En 1992 se aprueba la Ley de Especial de Telecomunicaciones junto a esto se creó la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL). En 1995 la Ley de Radiodifusión y Televisión tuvo reformas, provocando la independencia del Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) y dio paso a la prestación de los servicios de telecomunicaciones (Sarango, 2010).

El Consejo Nacional de Radio y Televisión (CONARTEL) y el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) se fusionó por Decreto Ejecutivo N°8, el 24 de agosto del

2009. Dando paso a la unión y creación del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), ente que coordina las acciones de apoyo y asesoría para garantizar el acceso igualitario a los servicios en el área de telecomunicaciones priorizando la gestión, control y monitoreo (Chimbo, 2012).

En febrero de 2015, empieza la modernización de la legislación de la nueva Ley Orgánica de Telecomunicaciones que rige al territorio nacional, tiene como objetivo el desarrollar el régimen general de telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico, con las potestades de administración, regulación, control y gestión en todo el país, todo esto con los principios y derechos constitucionalmente establecidos (Asamblea Nacional Republica del Ecuador, 2015).

ARCOTEL, actualmente es la entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión a los medios de comunicación que usen las frecuencias del espectro o que instalen y operen redes (ARCOTEL, 2020).

### **CONATEL**

Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) se encargó a nivel nacional de la administración y regulación de las telecomunicaciones, con sus objetivos principales de dictar las políticas del estado con relación a telecomunicaciones y aprobar el plan de nacional de desarrollo de las telecomunicaciones y el plan de frecuencias y de uso del espectro radioeléctrico (Sarango, 2010).

La Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones entró en vigencia en 1995 que separó las funciones de la regulación y control de las funciones de operador de servicio, por lo que, entró como autoridad y ente de regulación en territorio nacional la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) y la Empresa Nacional de

Telecomunicaciones (EMETEL), como operador de las redes y los servicios (Martinez & Tixi, 2013).

CONATEL se convierte en el ente de regulación y administración de las telecomunicaciones en territorio nacional, por ende, la Secretaría nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) es el ente encargado de la implementación y ejecución de las políticas emanadas por CONATEL, así como el plan de frecuencias (Consejo Nacional de Telecomunicaciones, 2013).

### **SENATEL**

Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), es el ente que se encargó de la ejecución de la política en telecomunicaciones en el Ecuador, como principales funciones de ejercer la administración y gestión del espectro radioeléctrico, así como de elaborar el Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones y el Plan de Frecuencias en el uso del espectro radioeléctrico. El principal objetivo de este organismo es la gestión y elaboración de los Planes para la operación de los servicios de telecomunicaciones (SENATEL, 2014).

### **SUPERTEL**

Superintendencia Nacional de Telecomunicaciones (SUPERTEL), es el organismo que se encargó de la parte técnica y de control de los servicios de telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico, mediante el artículo 213 de la Constitución de la República del Ecuador, menciona que las diferentes superintendencias son organismos técnicos de vigilancia, intervención y control de las actividades económicas, de servicios que prestan las entidades públicas y privadas (SUPERTEL, 2014).

### **MINTEL**

Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) es el organismo rector del desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación en el Ecuador. Creado a partir de la unión del Consejo Nacional de Radio y Televisión y el Consejo

Nacional de Telecomunicaciones. Su responsabilidad principal es el establecimiento de políticas, directrices y planes aplicables en las áreas para el desarrollo de sociedad de la información (GobEc, 2024).

### **ARCOTEL**

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) es una entidad adscrita al MINTEL, creada por la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, que fusionó a la Superintendencia de Telecomunicaciones, Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y al Consejo Nacional de Telecomunicaciones (Asamblea Nacional Republica del Ecuador, 2015).

Entre sus objetivos como ente principal regulador es del uso del espectro radioeléctrico y los servicios de telecomunicaciones, que permita garantizar el derecho acceso a servicios de calidad. MINTEL y ARCOTEL precautelan los derechos y obligaciones que se relaciona con el servicio de las empresas proveedoras en las telecomunicaciones. El MINTEL, con ayuda de la ARCOTEL, ofrece a la población ecuatoriana los servicios a través de la transformación tecnología para que cada persona mejore se calidad de vida (ARCOTEL, 2018).

### **Marco de Regulación en el Ecuador**

El marco de regulación en el sector de las telecomunicaciones en el Ecuador está establecido, principalmente por la Constitución Política del Ecuador, Ley Orgánica de Telecomunicaciones y Ley de Control del Poder del Mercado. El estado ecuatoriano lleva el status económico con el fin de proveer competencias de forma efectiva y tarifas para el uso del servicio móvil. En el año 2008 el decreto por la Constitución Política influenció de forma importante en el SMA en el Ecuador (Cordova & Silva, 2016).

Se expide la reglamentación con Registro Oficial 687 de 21-oct-2002, y con fecha de modificación 08-abr-2009; Reglamento que regula la prestación del Servicio Móvil Avanzado. La UIT junto con la Comunidad Andina de Naciones (CAN), Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada y el Reglamento General de la Ley Especial de

Telecomunicaciones Reformada establecen las definiciones técnicas. Se mantiene presente los avances de los sistemas móviles, con la atribución de las bandas de frecuencias para la implantación en el ámbito mundial, que en partes cuenta con la reservación del Plan Nacional de Frecuencias del Ecuador (CONATEL, 2009).

El miércoles 18 de febrero de 2015, la Asamblea Nacional publicó el Tercer Suplemento con Registro Oficial N°439, considerando como sectores estratégicos la energía en todas sus formas, dentro de ellas, las telecomunicaciones, al igual que al espectro considerado un recurso natural de propiedad inembargable del Estado. La última disposición determina que las superintendencias existentes continuaran en funcionamiento hasta que el órgano legislativo expida leyes correspondientes.

En el decreto, como Disposiciones Derogatorias se expresa que:

Se suprime la Superintendencia de Telecomunicaciones, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, y la secretaria nacional de Telecomunicaciones junto con sus bienes e inmuebles, derechos y obligaciones, convenios tanto nacionales como internacionales, pasan a manos Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

El Estado ecuatoriano y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), se presenta para asumir por el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), con el asesoramiento técnico – regulatorio de la ARCOTEL.

Y como disposición final, la ARCOTEL, tendrá la potestad de ejercer cada función de regulación, control y administración que estaban atribuidas mediante el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, Superintendencia de Telecomunicaciones y secretaria nacional de Telecomunicaciones (Asamblea Nacional Republica del Ecuador, 2015).

En el Ecuador el marco regulatorio está constituida además por la Pirámide de Kelsen, que su principal estructura es categorizar las diferentes normas, ubicándolas en una manera sencilla de identificar que norma destaca sobre las demás (Valdivieso, 2014).



(Fernandez & Elena, 2004) mencionan que, Kelsen propuso que el ordenamiento jurídico es un conjunto de normas categorizadas jerárquicamente.

## Figura 12

### *Pirámide de Kelsen*



*Nota.* En la figura se muestra, la pirámide de Kelsen con las normas que regulan el sector de las telecomunicaciones en el Ecuador. Tomado de Valdivieso Nolvos, Maribel Alejandra. 2014.

Su estructura es definida como una cadena legal del Ecuador, se describe a continuación los principales entes que conforma este modelo para la jerarquía de regulación.

### **La Constitución**

La Constitución es aprobada por la Asamblea Constituyente, se encuentra en los más alto como norma legal que rige al país, ya que, en la Asamblea del año 2008, se decretó a las telecomunicaciones como sector estratégico y al estado como único propietario del espectro radioeléctrico. Decreto que se actualizó en el año 2015, que rige en territorio ecuatoriano actualmente (Acnur, 2008).

### **Las Leyes**

Las leyes son aprobadas por el Congreso Nacional, en cuanto al servicio móvil avanzado, se encuentra la Ley Orgánica de Telecomunicaciones que, mencionada anteriormente, se encuentra vigente para que lleve a cabo el control y regulación de las telecomunicaciones en el Ecuador, así como la Ley del Poder del Mercado.

## **Aspectos de Regulación de SMA en el Ecuador.**

### ***Título Habilitante***

El título habilitante para prestar el SMA en el Ecuador, es una concesión que era otorgada por la secretaria nacional de Telecomunicaciones, previa autorización a CONATEL esta concesión tendrá la vigencia de 15 años y podrá ser renovado mediante una resolución de prórroga. Las normas se encuentran regidas en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada que tendrán que cumplir. El título habilitante, se encarga de controlar el uso adecuado del espectro radioeléctrico, y prestaciones como el Servicio Móvil Avanzado, Servicio Móvil Avanzado mediante operador móvil virtual, acceso a internet telecomunicaciones móviles mediante satélite, valor agregado, troncalizado (ARCOTEL, 2022).

### ***Espectro Radioeléctrico.***

El espectro radioeléctrico permite brindar los servicios de telecomunicaciones, se relaciona a servicios inalámbricos, móviles y satelitales, televisión, radiodifusión, etc. Tomando en cuenta que el límite de sus ondas electromagnéticas debe estar debajo de los 3000GHz, desde el 2015 se decretó al espectro radioeléctrico como sector estratégico, por lo que, se reserva derecho de gestión, control, administración y regulación por parte del estado ecuatoriano. Recurso natural limitado inembargable del Estado (ARCOTEL, 2022).

### **Licencia de Espectro Radioeléctrico.**

Para que se entregue a una persona natural la licencia y tenga uso del espectro radioeléctrico tendrá como objetivo principal el hacer cumplir los derechos en relación a condiciones y exclusiones, la licencia determina los parámetros técnicos de operación del sistema de telecomunicaciones, así como se especifica el tiempo de utilización, señalamientos de aplicación y las sanciones al incumplimiento de las normas. El espectro es entregado a quien posee un mejor conocimiento y experiencia en uso de la competencia en el mercado. En el contrato consta además de disposiciones que en el concesionario debe tener si arrienda su

banda o estación de radiodifusión, así afirma que el concesionario asume la responsabilidad social, manteniendo el control y regulación (Llanos, 2013).

### **Operadoras Celulares en el Ecuador.**

En el Ecuador las primeras operadoras importantes que prestan el servicio móvil avanzado son, Claro (CONECEL S.A), Movistar (OTECCEL S.A) y la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT S.A). Todas estas operadoras tuvieron su cambio de tecnologías a través del tiempo desde la firma de sus respectivos contratos.

#### **Claro (CONECEL S.A)**

(Sarango, 2010) menciona que, en el año de 1994 esta operadora superó completamente sus expectativas al obtener 2.000 abonados en la ciudad de Quito y en Guayaquil 3.000. En 1996 esa cifra aumenta a 33.000, y a finales de 1997 a 50.000.

Para mayo del 2003, la operadora migró a la tecnología GSM que permitió la instalación y configuración de GPRS. En el año 2006, el estado ecuatoriano y la Secretaría nacional de Telecomunicaciones, se le concesionó la banda 1900MHz, con un ancho de banda de 10MHz, para brindar el Servicio Móvil Avanzado (Neira, 2015).

(Revista Lideres, 2015) menciona que, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resolvió declarar a la operadora CONECEL S.A., como operador dominante, señalando que la operadora está en ventajas frente a sus competidoras.

Para el año 2015, Claro empezó a brindar el servicio de la tecnología 4G-LTE la velocidad de navegación y datos móviles es 10 veces más rápida que la red 3G, los usuarios que decidan migrar a la nueva tecnología deben cambiar la tarjeta SIM (chip) por una 4G-LTE, pero sobre todo el equipo deberá tener la banda AWS y soportar el nuevo espectro. A fines del año 2017 finalmente se desplegó a LTE-Advanced (Revista Lideres, 2015).

(Claro, 2023) menciona que, la cobertura de la operadora está con un 97% en el territorio ecuatoriano, con el 81% de tecnología 4G LTE, persiste además con la confianza de más de 9.7 millones de usuarios que se comunican mediante esta red.

### **Concesión Conecel S.A.**

El 26 de agosto del 2008 se renovó la concesión que empezó a brindar los servicios con tecnologías 3G (UMTS) y 3.5G (HSDPA) y se renovó el contrato para la prestación del Servicio Móvil Avanzada vigente por 15 años, esta concesión está basado en el servicio de telefonía a larga distancia internacionalmente y la concesión de las frecuencias correspondientes a 25MHz en la banda 850 y de 10MHz en la banda de 1900. La concesión aplicará hasta el año 2023 en todo el territorio ecuatoriano, con un régimen de tarifas inicial el cual se podrá modificar por partes a medida que evolucione el contrato (Martinez & Tixi, 2013).

En la Tabla 1, se describe las tecnologías y las fechas tanto de renovación como de vencimiento.

**Tabla 1**

*Concesión 2008 CONECEL S.A*

<b>Concesión 2008 de SMA (CONECEL S.A)</b>	
Suscripción de contrato	26/ Agosto / 2008
Duración de concesión	15 años
Caducidad	26 / Agosto/ 2023
Servicio	Servicio Móvil Avanzado (SMA). Servicio Telefónico de Larga distancia Internacional. Bandas de Frecuencias Esenciales
Tecnologías	2G/ 3G WCDM/ 3G HSDPA/ 3G HSPA +; 4G LTE; 4G LTE-ADVANCED +

*Nota.* La tabla indica los datos de la concesión de la operadora Claro. Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.

El 22 de agosto de 2023 el gobierno ecuatoriano firmó la prórroga del contrato con la operadora CONECEL S.A, ya que la concesión tenía fecha límite hasta el 26 de agosto de 2023, esto ayudará a garantizar el servicio de telefonía celular, esta prórroga tendrá vigencia hasta cuando se firme el nuevo convenio que se espera esté listo dentro seis meses (Ángulo, 2023).

### **Asignación de Bandas Conecel S.A.**

LA ARCOTEL mediante el Plan Nacional de Frecuencias y tomando en cuenta cada resolución aprobada, actualiza este PNF desde el año 2012 junto con el espectro radioeléctrico de la UIT aprobadas en CMR-2015 (ARCOTEL, 2018).

**Tabla 2**

*Canalización de bandas de 850 MHz*

<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 850 MHz</b>	<b>BANDA DE 850 MHz</b>
	<b><i>UPLINK</i></b>	<b><i>DOWNLINK</i></b>
<b>A''</b>	824 – 825	869 – 870
<b>A</b>	825 – 835	870 – 880
<b>A'</b>	845 - 846,5	890 - 891,5

*Nota.* La tabla indica la canalización de bandas de la operadora Movistar. Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.

**Tabla 3**

*Canalización de bandas de 1900 MHz*

<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 1900 MHz</b>	<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 1900</b>
<b>UPLINK</b>	<b>UPLINK</b>	<b>DOWNLINK</b>	<b>MHz</b>
			<b>DOWNLINK</b>
<i>B3</i>	1880 – 1885	<i>B3'</i>	1960 – 1965
<i>E</i>	1885 – 1890	<i>E'</i>	1965 – 1970
<i>F</i>	1890 – 1895	<i>F'</i>	1970 – 1975

*Nota.* La tabla indica la canalización de bandas de la operadora Claro. Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.

En la Tabla 4, se muestra la canalización actual y bandas asignadas en AWS a la operadora del Servicio Móvil Avanzado: CONECEL.

**Tabla 4**

*Canalización de bandas de AWS 1700/2100 MHz*

<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE AWS 1700/2100</b>	<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE AWS</b>
<b>UPLINK</b>	<b>MHz</b>	<b>DOWNLINK</b>	<b>1700/2100 MHz</b>
	<b>UPLINK</b>		<b>DOWNLINK</b>
<i>E</i>	1730 – 1735	<i>E'</i>	2130 – 2135
<i>F</i>	1735 – 1740	<i>F'</i>	2135 – 2140
<i>G</i>	1740 – 1745	<i>G'</i>	2140 – 2145
<i>H</i>	1745 – 1750	<i>H'</i>	2145 – 2150

*Nota.* La tabla indica la canalización de bandas de la operadora Claro. Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.

**Movistar (OTECEL S.A)**

En noviembre de 1993 la operadora OTECEL S.A, obtuvo la concesión, esto con la finalidad de proporcionar el servicio de telefonía móvil celular, operando con tecnologías de tipo analógicas AMPS de 1G, después para diciembre del año 2002 OTECEL S.A, empezó a emplear las tecnologías 2G y 3G (Neira, 2015).

A finales del año 2004, la firma española Telefónica Movistar compra Otecel por lo que deja de operar con la marca BellSouth después de una gran campaña publicitaria, y se obtuvieron cambios en las tecnologías para empezar a trabajar con GSM, GPRS y EDGE (Revista Lideres, 2015).

En el año 2005, promovió una campaña para el uso de teléfonos GSM, por lo que 4 años después la operadora optaría por brindar los servicios de banda ancha inalámbrica 3.5G a nivel nacional junto con la tecnología UMTS/HSDPA en la banda de 1900 MHz (Martinez & Tixi, 2013).

El 22 de mayo de 2015 la empresa lanza de forma oficial la red 4G LTE a nivel nacional, empezando por ciudad de Quito, convirtiéndose con 3,8 millones de clientes en la segunda mayor operadora de telefonía móvil del Ecuador (ARCOTEL, 2024).

**Concesión Otecel S.A.**

En el mes de noviembre del año 2008 la empresa OTECEL S.A, adquirió la renovación del contrato de concesión por 15 años para la prestación del Servicio Móvil Avanzado esta concesión se firmó entre la Secretaría nacional de Telecomunicaciones y OTECEL S.A, pero las negociaciones empezaron en mayo del año 2007 respectivamente.

En la tabla 5, se describe las tecnologías y las fechas tanto de renovación como de vencimiento.

**Tabla 5***Concesión 2008 OTECEL S.A*

<b>Concesión 2008 de SMA (OTECCEL S.A)</b>	
Suscripción de contrato	30 / Noviembre / 2008
Duración de concesión	15 años
Caducidad	30 / Noviembre / 2023
Servicio	Servicio Móvil Avanzado (SMA. Servicio Telefónico de Larga distancia Internacional Bandas de Frecuencias
Tecnologías	2G GSM / 2G CDMA/ 3G WCDMA/ 3G HSPA/ 3G HSPA+ / 4G LTE.

*Nota.* La tabla indica los datos de la concesión de la operadora Movistar. Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.

ARCOTEL firmó la prórroga del contrato de concesión el 21 de noviembre del 2023, efectuado el 30 de noviembre de 2008. Este contrato tenía vigencia hasta el 30 de noviembre de 2023. Se extienden las condiciones del acuerdo que se encuentra vigente y el plazo de la prórroga será válida hasta la suscripción del nuevo contrato a largo plazo, asegurando la continuidad de la prestación del servicio móvil avanzado (ARCOTEL, 2023).

#### **Asignación de Bandas OTECEL S.A.**

LA ARCOTEL mediante el Plan Nacional de Frecuencias y tomando en cuenta cada resolución aprobada actualiza este PNF desde el año 2012 junto con el espectro radioeléctrico de la UIT aprobadas en CMR-2015 (ARCOTEL, 2018).



**Tabla 6**

Canalización de bandas de 850 MHz

<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 850 MHz</b>	<b>BANDA DE 850 MHz</b>
	<b>UPLINK</b>	<b>DOWNLINK</b>
<i>B</i>	835 - 845	880 - 890
<i>B'</i>	846,5 - 849	891,5 - 894

*Nota.* La tabla indica la canalización de bandas de la operadora Movistar. Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.

**Tabla 7**

Canalización de bandas de 1900 MHz

<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 1900 MHz</b>	<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 1900 MHz</b>
<b>UPLINK</b>	<b>UPLINK</b>	<b>DOWNLINK</b>	<b>DOWNLINK</b>
<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 1900 MHz</b>	<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 1900 MHz</b>
<b>UPLINK</b>	<b>UPLINK</b>	<b>DOWNLINK</b>	<b>DOWNLINK</b>
<i>A1; A2;</i>	1850 – 1855 – 1860 -	<i>A'; A2'; A3'</i>	1930 – 1935 – 1940 -
<i>A3</i>	1865		1945
<i>D</i>	1865 - 1870	<i>D'</i>	1945 - 1950
<i>B1; B2</i>	1870 – 1875 - 1880	<i>B1'; B2'</i>	1950 – 1955 - 1960

*Nota.* La tabla indica la canalización de bandas de la operadora Movistar. Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.

**CNT EP.**

Andinatel y Pacifictel S.A., fueron compañías que prestaban el servicio de telefonía fija, así como el servicio de telefonía pública, internet y valor agregado. Estas compañías fueron el resultado de la división de la empresa Emetel S.A. Por otra parte, Andinatel S.A., cubría las provincias de la región andina del país mientras que Pacifictel S.A., cubría las provincias de la

región pacífica. Ambas obtuvieron la primera concesión el 29 de diciembre de 1997 (González, 2014).

TELECSA S.A, entró al mercado con un menor protagonismo, comenzó en marzo de 2003 con el nombre comercial de Alegro PCS, que comercializo el servicio denominado SMA, superior a un servicio celular, empezó a operar en el mes de diciembre del mismo año a nivel nacional (Morales, 2013).

En el año 2005 en la prestación de sus servicios hace uso de la tecnología CDMA 1X(EV-DO), que ofrece transmisión de datos y acceso a internet, seguido en el año 2007, debió a la pérdida de competitividad es obligado a rentar las redes de las operadoras OTECEL S.A y brindar el servicio de telefonía móvil con tecnología GSM (Neira, 2015).

Para Otero J, consultor de Signal Consultings, mencionó a (Revista Lideres, 2015) que Alegro tomó una “decisión tecnológica equivocada”, ya que no ofreció una buena cobertura desde el inicio e ingreso al mercado directo con tecnología CDMA que comenzaba a ser descontinuada en el mercado.

Se aprobó la asociación entre las empresas Andinatel S.A., y Pacifictel S.A. Lo que dio paso a la creación de la Corporación de Telecomunicaciones CNT S.A en enero del 2010 pasa a ser una entidad pública denominándose CNT EP., con su sede en quito con una duración de 50 años.

Mediante el Decreto Ejecutivo Nro. 218, en el año 2010 se fusionó CNT EP con la empresa de telefonía móvil Alegro PCS, que permitió potenciar el portafolio de productos, en beneficio a la comunidad, actualmente CNT EP presta todos los servicios de telecomunicaciones con cobertura a nivel nacional (Morales, 2013).

### **Concesión CNT E.P.**

Según (Neira, 2015) menciona, que a través de la Secretaría nacional de Telecomunicaciones con fecha del 03 de abril del 2003 se concedió a TELECSA S.A., el contrato de concesión para que preste el Servicio Móvil con una duración de 15 años.

El Decreto Ejecutivo No. 218 con fecha del 14 de enero de 2010, la cual se encuentra facultada por la Ley Especial de Telecomunicaciones y su título habilitante, menciona que las operadoras deberán prestar los servicios finales conjuntamente con los portadores de telecomunicaciones, voz, datos, imágenes, servicios de valor agregado, imagen o datos y servicios de valor agregados (Escuela Politecnica Nacional, 2015).

El 01 de junio de 2011, el Estado Ecuatoriano a través del antiguo Consejo Nacional de Telecomunicaciones, emitió el título habilitante a la Empresa Publica Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P., Y otorgó la autorización para la prestación de los servicios de telecomunicaciones (ARCOTEL, 2015).

En la tabla 8, se muestra la fecha concesión para CNT E.P junto con sus tecnologías y servicios.

**Tabla 8**

*Concesión 2011 de CNT E.P*

<b>Concesión 2011 de SMA (CNT E.P)</b>	
Suscripción del contrato	01 / Junio / 2011
Duración de concesión	15 años
Caducidad	01 / Junio / 2026
Servicio	Concesión del Servicio Móvil Avanzado.
Tecnologías	2G CDMA / 3G / 3G HSPA + / 4G LTE

*Nota.* La tabla indica los datos de la concesión de la operadora CNT. *Tomado de* Boletín

Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.

### Asignación de Bandas CNT E.P.

ARCOTEL actualiza el PNF (Plan Nacional de Frecuencias), tomando en cuenta las Resoluciones aprobadas desde el año 2012 por la Ex – CONATEL y ARCOTEL en materia de gestión del espectro radioeléctrico de la UIT aprobadas en CMR-2015 (ARCOTEL, 2018).

**Tabla 9**

*Canalización de bandas en 700 MHz*

<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 850 MHz</b>	<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 850 MHz</b>
<b>UPLINK</b>	<b>UPLINK</b>	<b>DOWNLINK</b>	<b>DOWNLINK</b>
<i>G</i>	733 - 738	<i>G'</i>	788 – 793
<i>H</i>	738 – 743	<i>H'</i>	793 – 798
<i>I</i>	743 - 748	<i>I'</i>	798 – 803

*Nota.* La tabla indica la canalización de bandas de la operadora CNT. *Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.*

**Tabla 10**

*Canalización de bandas de 1900 MHz*

<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 1900</b>	<b>BANDAS</b>	<b>BANDA DE 1900</b>
<b>UPLINK</b>	<b>MHz</b>	<b>DOWNLINK</b>	<b>MHz</b>
	<b>UPLINK</b>		<b>DOWNLINK</b>
<i>C</i>	1895 – 1910	<i>C'</i>	1975 – 1990

*Nota.* La tabla indica la canalización de bandas de la operadora CNT. *Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.*

**Tabla 11**

Canalización de bandas de AWS 1700/2100 MHz

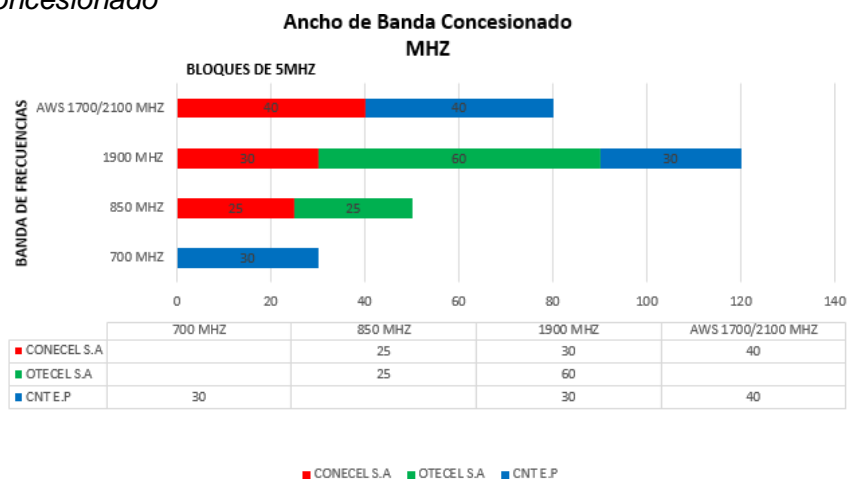
BANDAS	BANDA DE AWS	BANDAS	BANDA DE AWS
<i>UPLINK</i>	1700/2100 MHz	<i>DOWNLINK</i>	1700/2100 MHz
	<i>UPLINK</i>		<i>DOWNLINK</i>
A	1710 – 1715	A'	2110 – 2115
B	1715 – 1720	B'	2115 – 2120
C	1720 – 1725	C'	2120 – 2125
D	1725 – 1730	D'	2125 – 2130

*Nota.* La tabla indica la canalización de bandas de la operadora CNT. *Tomado de Boletín Estadístico IV Trimestre 2018. ARCOTEL.*

Las tablas de canalización de las respectivas bandas muestran cómo se encuentra asignado el espectro radioeléctrico que actualmente presta el Servicio Móvil Avanzado, con resumen de un total de 30,4% asignado para OTECEL S.A., el 33,9% tiene a CONECEL S.A., y finalmente la mayor asignación es otorgada a CNT E.P., con un 35,7%.

**Figura 13**

Ancho de banda concesionado



*Nota.* El gráfico representa el ancho de banda concesionado a las tres operadoras principales en el Ecuador. *Tomado de Boletín Estadístico No.2020-01. ARCOTEL.*

El ancho de banda se encuentra concesionado con bloques de 5MHz tanto UpLink como Downlink, en la Figura 13, se muestra un resumen total de las bandas de frecuencias actuales junto con el ancho de banda de cada operadora.

### **Mercado del Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador**

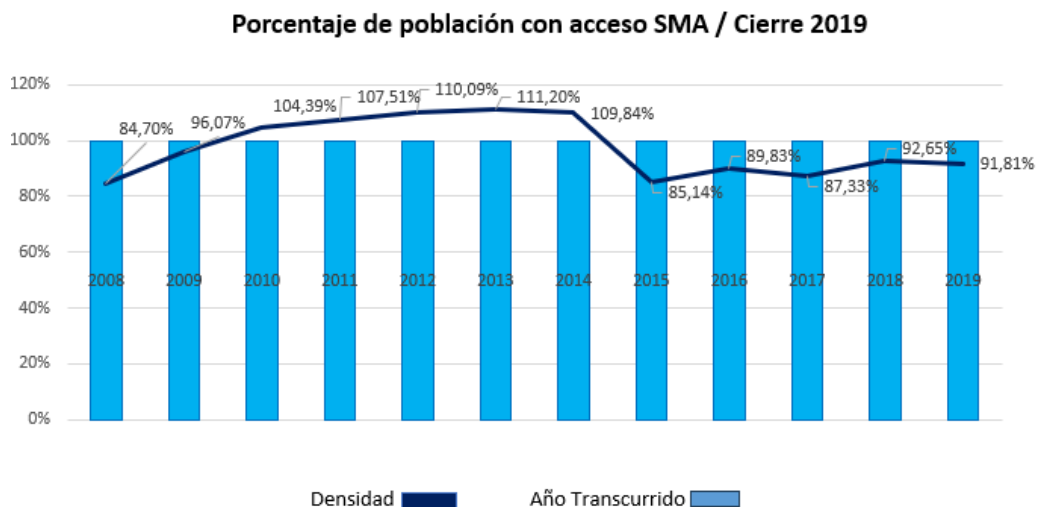
Un estudio publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) 2016, informa que 56 de cada 100 ecuatorianos tenían un celular activado. El estudio presentó también que 7 de cada 10 personas y 6 de cada 10, cuentan con la mayor portabilidad de dispositivos móviles en la provincia de Galápagos y Pichincha (ARCOTEL, 2018).

En la actualidad, tres empresas son las pioneras en prestar el Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador las cuales se detallaron en el punto 2.6 del capítulo II. Según el reporte estadístico realizado por la ARCOTEL del mes de noviembre del año 2023 detalla que el Servicio Móvil Avanzado, ha tenido un crecimiento exponencial comparado al reporte de cierre del año 2019.

A continuación, se expone la cobertura, infraestructura, abonados, modalidad etc., tomando en cuenta los datos entre el reporte de cierre del año 2019 y el reporte mensual de noviembre de 2023 que está expuesto por la ARCOTEL en sus páginas oficiales.

### ***Análisis del Servicio Móvil Avanzado Periodo 2008-2019.***

El Servicio Móvil Avanzado para el año 2019 tuvo un alcance de la población del 91,81% a pesar de las variaciones de crecimiento que presenta anualmente por las depuraciones, se muestra en la Figura 14 la evolución entre el periodo 2008-2019.

**Figura 14***Densidad anual de SMA 2019*

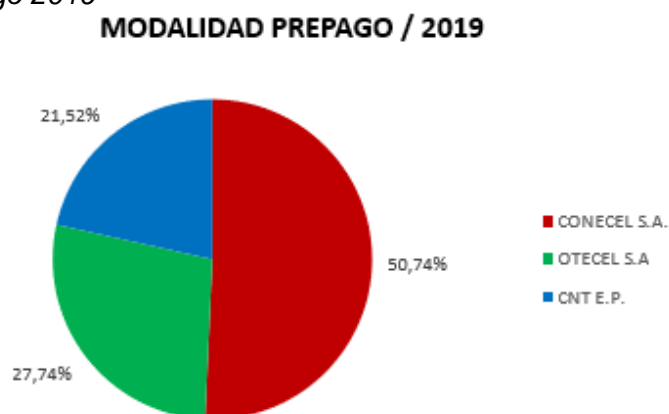
*Nota.* El gráfico representa el porcentaje de la densidad anual en el periodo del año 2019

*Tomado de Boletín Estadístico No.2020-01. ARCOTEL.*

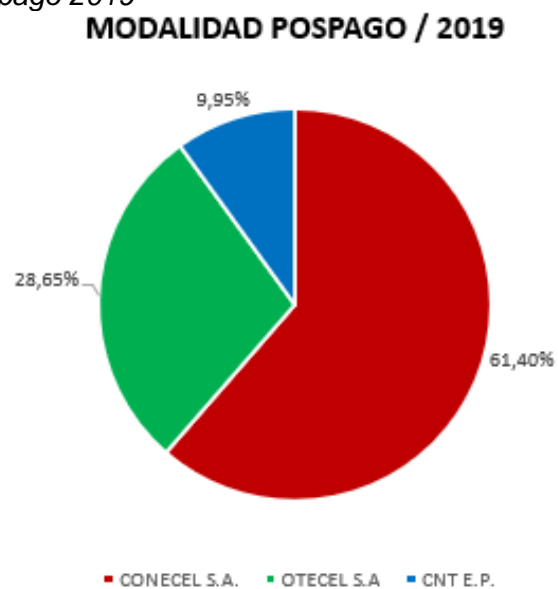
### **Líneas Activas por Modalidad.**

Entre el periodo 2008-2019 la prestación del servicio postpago ha experimentado un crecimiento del 10,49%, mientras tanto la modalidad prepaga ha tenido un crecimiento del 1,16% (ARCOTEL, 2020).

Se muestra a continuación, los segmentos de las prestaciones de servicio prepago, porcentaje de abonados de cada operadora y se muestra los segmentos de las prestaciones de servicio de postpago, porcentaje de abonados de cada operadora que se obtuvo a lo largo del periodo 2008-2019, en ambas modalidades encabeza CONECEL S.A., con un porcentaje de más del 50%.

**Figura 15***Porcentaje modalidad prepago 2019*

*Nota.* El grafico representa el porcentaje del servicio por modalidad prepago en el periodo del año 2019 *Tomado de Boletín Estadístico No.2020-01. ARCOTEL.*

**Figura 16***Porcentaje modalidad postpago 2019*

*Nota.* El grafico representa el porcentaje del servicio por modalidad postpago en el periodo del año 2019 *Tomado de Boletín Estadístico No.2020-01. ARCOTEL.*

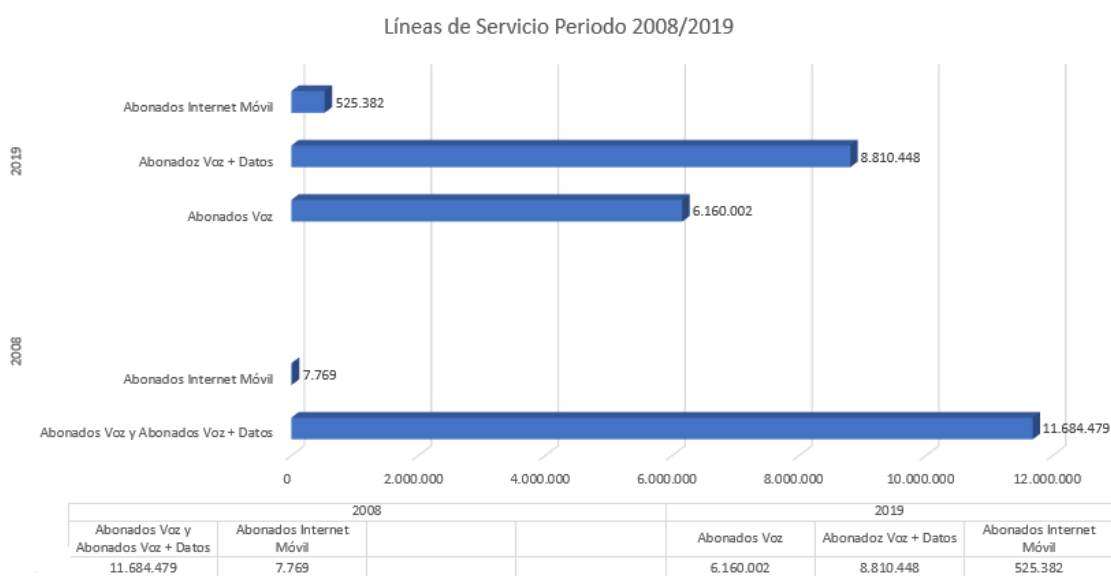


### Líneas Activas por tipo de Servicio.

Se muestra a continuación, representadas las cantidades de líneas de servicio móvil avanzado, detallando las cifras de abonados por voz, abonados por voz + datos y abonados de internet móvil que presentó en el periodo 2008-2019. En el año 2008 el servicio tanto de Voz como Voz + Datos se ofrecían conjuntamente, y el servicio de Internet Móvil la única operadora que prestaba en ese entonces era solo CNT.S.A.

**Figura 17**

*Líneas de servicio 2008/2019*



*Nota.* El gráfico representa las líneas de servicio activas en el periodo del año 2008 y 2019

*Tomado de Boletín Estadístico No.2020-01. ARCOTEL.*

### Participación en el Mercado.

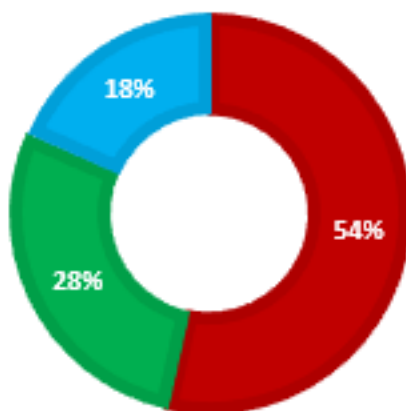
La participación en el Mercado de las operadoras del Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador para el mes de diciembre del año 2019 tiene como principal a CONECEL S.A., que tuvo la mayor cantidad de abonados con un reporte del 53,57%, seguido de OTECEL S.A., con el 28,11% y finalmente la tercera operadora CNT EP., con un reporte del 18,32%. Se muestra el reporte de participación promedio de mercado de SMA en el periodo 2018-2019.

**Figura 18**

*Reporte de participación en el mercado periodo 2008/2019*

### **PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO 2008/2019**

■ CONCEL S.A   ■ OTECEL S.A   ■ CNT S.A



*Nota.* El grafico representa la participación en el mercado por cada operadora en el periodo del año 2008 y 2019. *Tomado de* Boletín Estadístico No.2020-01. ARCOTEL.

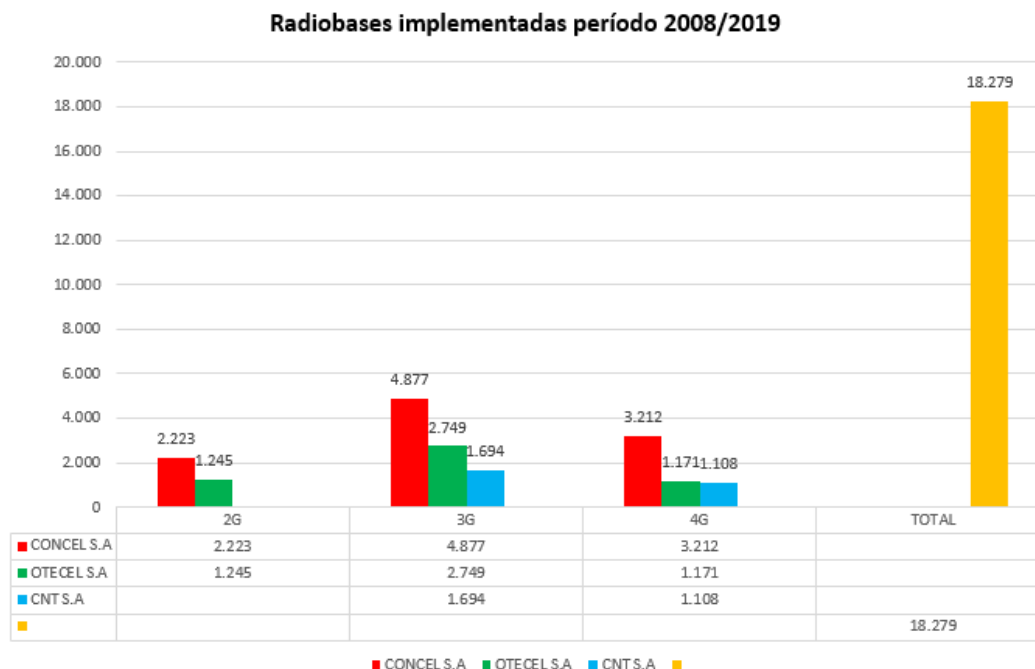
#### **Infraestructura de servicio de SMA.**

El despliegue de Radiobases dentro del Servicio Móvil Avanzado ha ido incrementando a través de los años en el Ecuador, así como en las diferentes tecnologías 2G (CDMA, GSM), 3G(UMTS) y 4G (LTE), en las bandas concesionadas en el año 2008 (ARCOTEL, 2020).

Para diciembre de 2019 se obtuvo un total de 18.279 Radiobases (RBS) instaladas en el territorio nacional, CONECEL S.A., tiene el 56,41% de ellas, seguido de OTECEL S.A., con un 28,26% y finalmente CNT E.P., le corresponde el 15,33%. Se detalla a continuación el número de Radiobases implementadas por tecnología y por operador.

Figura 19

Radiobases implementadas en el período 2008/2019



*Nota.* El gráfico representa las radiobases implementadas en el período del año 2008 y 2019

*Tomado de Boletín Estadístico No.2020-01. ARCOTEL.*

En el período 2008-2019 la implementación de Radiobases tuvo un constante incremento y debido a la depuración de las estaciones tuvo un decrecimiento. CNT para este período presenta el apagado de la red CDMA. CONECEL S.A., y OTECEL S.A., en el mismo año tuvieron un decrecimiento de la misma tecnología por la depuración de ciertas estaciones que presentaban la tecnología 2G con un 11,34% y 11,64% respectivamente.

(ARCOTEL, 2020) menciona que, en la infraestructura 3G las Radiobases registradas por la ARCOTEL tuvieron un crecimiento continuo con la tecnología UMTS.

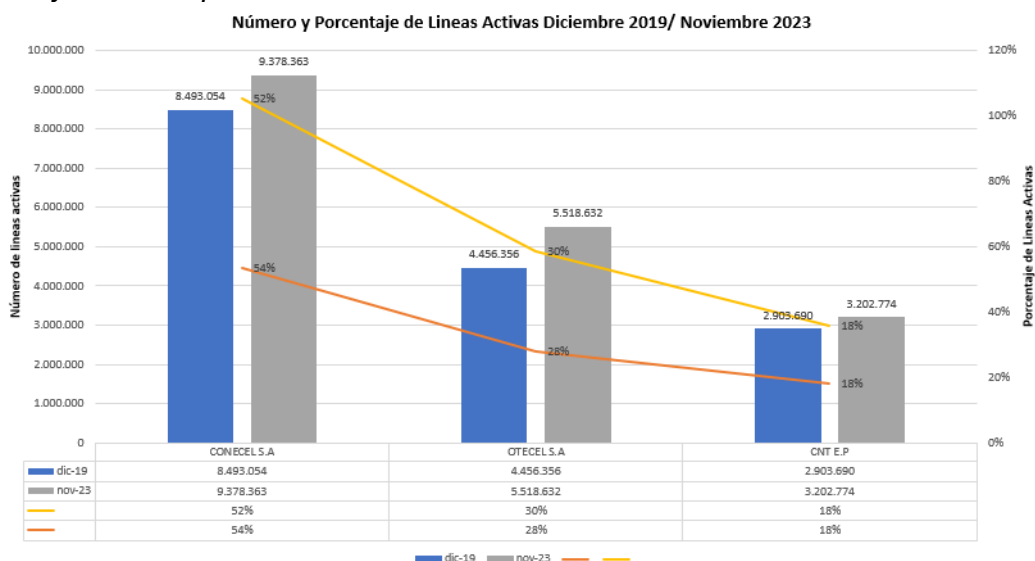
### **Análisis del Servicio Móvil Avanzado Periodo 2019-2023.**

El reporte del mes de noviembre de 2023 tiene una gran diferencia en comparación al reporte de cierre del año 2019 sobre el crecimiento del SMA. Para este periodo el número de líneas activas aumentó de manera exponencial con un 99,56% a pesar de las depuraciones que cuenta internamente las bases de las operadoras.

La comparación de líneas activas y la densidad de crecimiento desde el mes de diciembre de 2019 hasta el mes de noviembre de 2023. CONECEL S.A., encabeza como mayor operadora en líneas activas con una participación del 51,81%, seguido de OTECEL S.A., que cuenta con el 30,35% y finalmente CNT E.P., con un 17,80%.

**Figura 20**

#### *Líneas activas y densidad periodo Dic-2019/Nov-2023*



*Nota.* El grafico representa las líneas activas y su densidad dentro del periodo Dic-19/ Nov-23.

*Tomado de* ARCOTEL reporte nov- 2023.

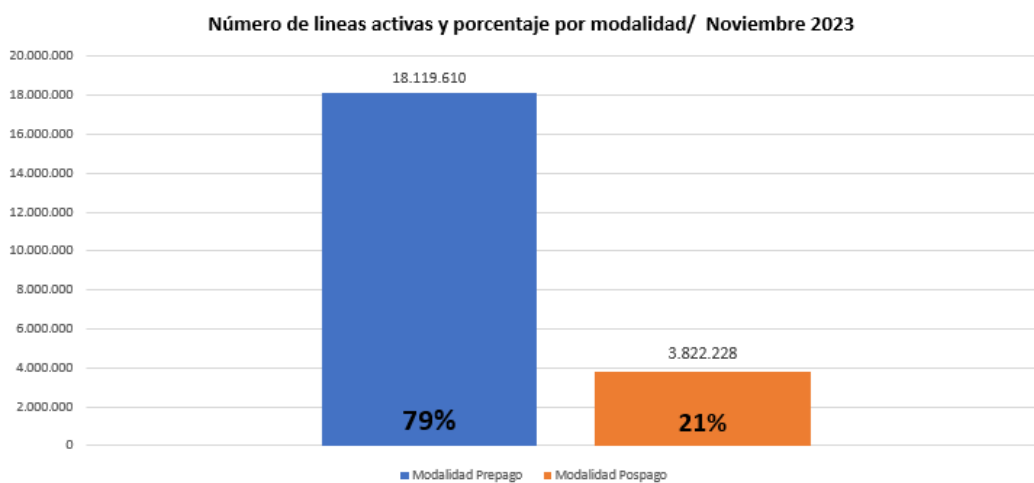
### Líneas activas por Modalidad.

La modalidad de servicio para noviembre de 2023 tuvo un incremento considerable en comparación al mes de diciembre del año 2019, las líneas activas de estos servicios también tienen su decrecimiento debido a la depuración interna de las bases.

Para noviembre de 2023 el servicio prepago tiene el índice más alto en cuanto a las líneas activas se encuentran, tiene un porcentaje del 79% seguido del servicio pospago con el 21% se muestra a CONECEL S.A., tiene el mayor índice de operación en prestar estas dos modalidades, seguido de OTECEL S.A., y finalmente CNT EP., se muestra el incremento de líneas activas por modalidad desde 2019 hasta noviembre de 2023.

### Figura 21

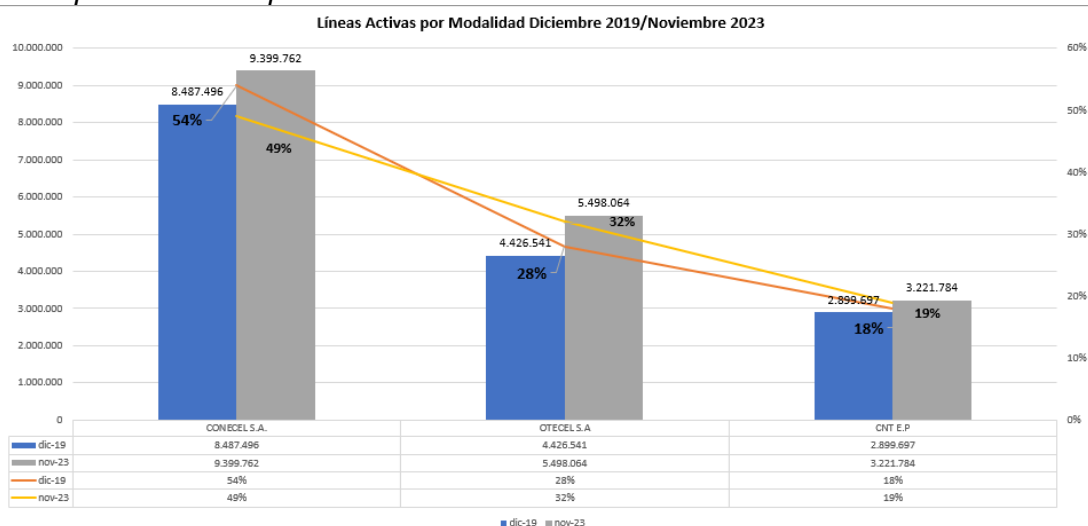
*Líneas activas por modalidad nov-2023.*



*Nota.* El grafico representa las líneas activas por modalidad en el periodo Nov-2023. *Tomado de ARCOTEL reporte nov- 2023.*

Figura 22

## Líneas activas por modalidad período dic-19/nov-23



*Nota.* El grafico representa las Líneas Activas por modalidad en el periodo Dic-19/ Nov-23

*Tomado de* ARCOTEL reporte nov- 2023.

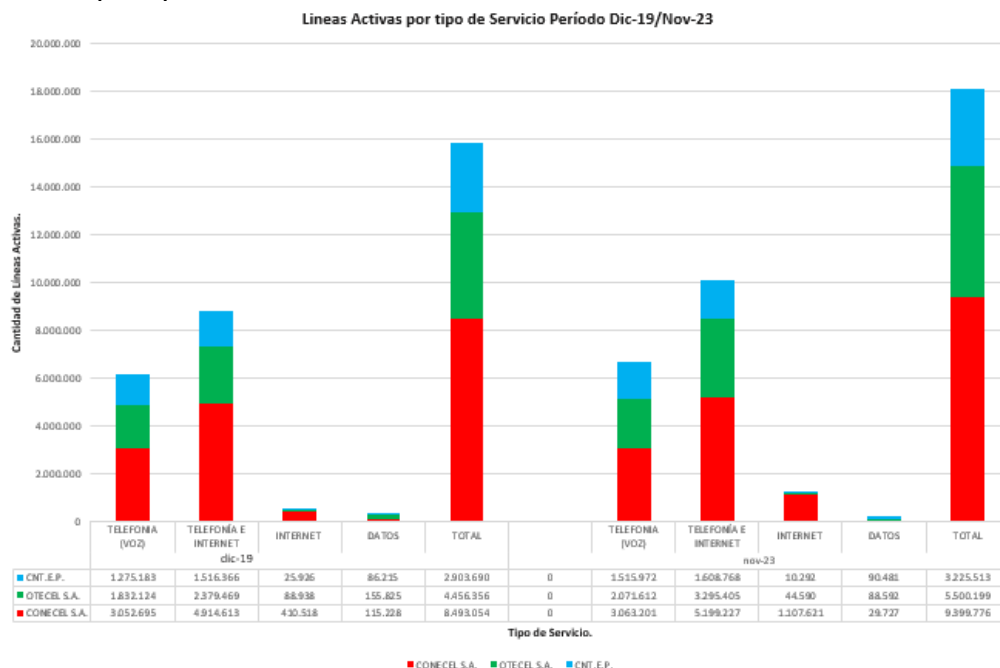
### Líneas activas por tipo de Servicio.

Las líneas activas por el tipo de servicio están en evolución constantemente desde el año 2008 hasta el último reporte por la ARCOTEL en noviembre de 2023, este es un crecimiento importante ya que el tipo de servicio que presta cada operadora debe ser mejor a medida que avanzan los años.

Se muestra a continuación, la comparación entre el reporte de Dic-2019 y el reporte en Nov-2023, las definiciones como son: Telefonía, Telefonía e Internet, Internet y Datos. Cada uno de estos son los servicios la línea del SMA que el objetivo principal de cada servicio es proveer el acceso al servicio de telefonía (voz), acceso a internet móvil, así como el intercambio sin contemplar acceso a internet.

Figura 23

## Líneas activas por tipo de Servicio Dic-19/Nov-23



*Nota.* El gráfico representa las líneas activas por tipo de servicio en el periodo Dic-19/Nov-23.

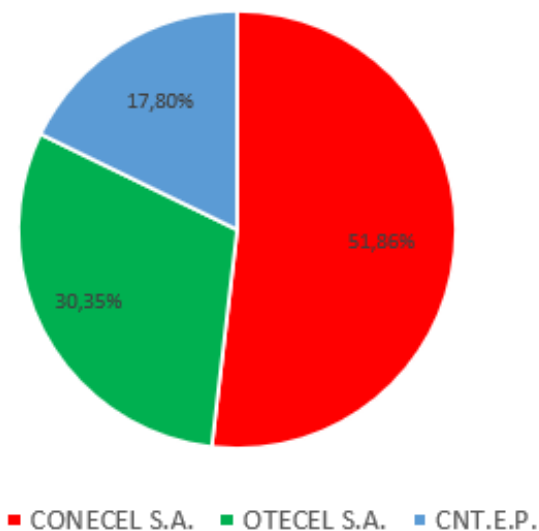
*Tomado de* ARCOTEL reporte nov- 2023.

### Participación en el Mercado

CONECEL S.A., lidera con el número mayor de líneas activas con un 51,86%, seguido de OTECEL S.A., con un porcentaje de 30,35% y finalmente esta CNT.EP., con un 17,80%. Se muestra a continuación, la comparación entre el reporte de Dic-2019 y el reporte en Nov-2023 con un total para esa fecha de dieciocho millones, ciento veinte y cinco mil, cuatrocientos ochenta y ocho líneas activas a nivel nacional.

**Figura 24**

*Participación de mercado Nov-23*

**Participación de Mercado por Operadora.**

*Nota.* El gráfico muestra la participación en el mercado por operadora, *Tomado de ARCOTEL* reporte nov- 2023.

**Infraestructura de servicio SMA.**

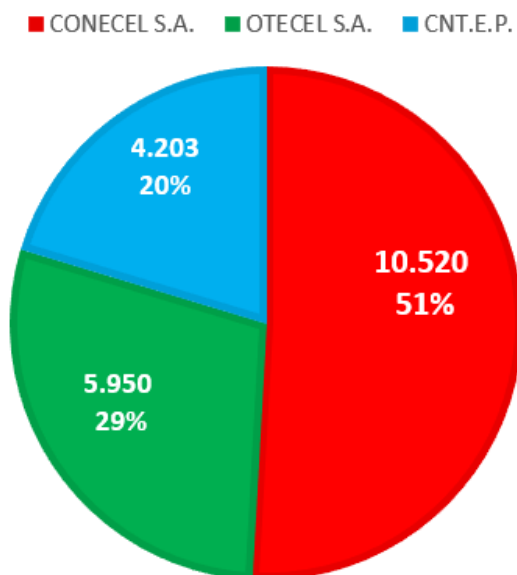
Para noviembre de 2023 se obtuvo un total de veinte mil, seiscientos setenta y tres mil Radiobases (RBS) instaladas en el territorio nacional, en donde, CONECEL S.A., lidera con un número total diez mil, quinientos veinte Radiobases, seguido por OTECEL S.A., con cinco mil, novecientos cincuenta Radiobases y finalmente CNT E.P., que para noviembre de 2023 cuenta con cuatro mil doscientas tres diferentes Radiobases.

Se muestra a continuación, el porcentaje y el número de Radiobases implementadas hasta noviembre de 2023.



**Figura 25**

*Porcentaje de RBS implementadas Nov-23*



*Nota.* El gráfico presenta el porcentaje de radiobases implementadas por operadora. *Tomado de ARCOTEL reporte nov- 2023.*

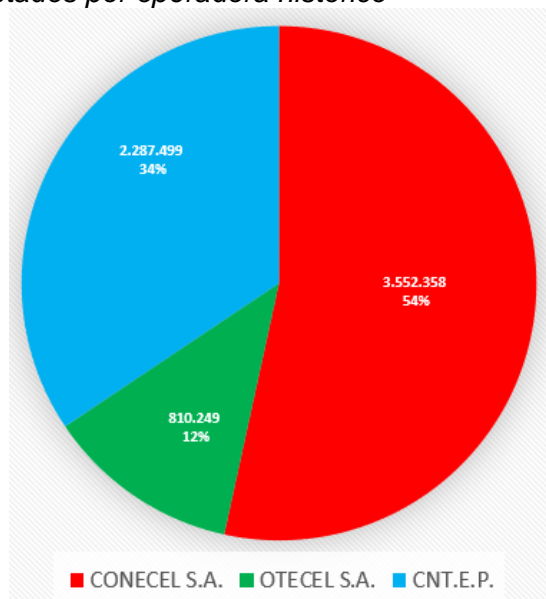
### **Portabilidad Numérica.**

ARCOTEL para el último periodo presentó la actualización de su portabilidad numérica, y se ha modificado la cantidad de números portados recibidos por cada operadora de servicio móvil en los meses de Enero-Julio 2021 los datos se actualizan conforme pasen los meses, así como se actualiza la información de años pasados.

Con la fecha de corte noviembre 2023 el número total es de seis millones, seiscientos cincuenta mil, ciento seis números receptados a nivel nacional históricamente. El siguiente gráfico muestra el total de número receptados y la participación de las operadoras junto con el porcentaje de números receptados por operadora histórico, con la fecha de corte noviembre 2023, CONECEL S.A., lidera con un 54% de números receptados, seguido por la operadora CNT.EP., con un 34% y finalmente se encuentra OTECEL S.A., con un 12%.

**Figura 26**

*Porcentaje de números receptados por operadora histórico*



*Nota.* El gráfico presenta el porcentaje de los números receptados por operadora. *Tomado de* ARCOTEL reporte nov- 2023.

### **Organización Internacional para la Estandarización**

La ISO es el mayor desarrollador de estándares a nivel internacional, cuenta con una red de Institutos Nacionales de Estándares de 159 países, tiene la facultad de alcanzar un consenso para hallar soluciones a los requerimientos y necesidades en la sociedad.

Tiene como principal función el buscar la estandarización de normas de productos y seguridad dentro de empresas y organizaciones a nivel internacional. Su sede es en Ginebra, organismo compuesto por delegaciones gubernamentales como no gubernamentales.

#### ***Norma ISO 9000***

La norma ISO 9000 se trata de un conjunto que designa los estándares sobre la calidad y gestión continua de calidad. Dicha normativa se puede aplicar en un sin número de organizaciones o actividades que ejerzan la producción de servicios o bienes. Principalmente,

se enfoca en la manera de organización de su operación, tiempos de entrega, niveles de servicio y estándares de calidad (Ortega, 2010).

### **Definición de Calidad**

Según la International Standardization Organization (ISO), la calidad es la conformidad de requisitos que la norma y los clientes establecen, con la definición de que es el nivel de perfección de un servicio entregado por una empresa, con el objetivo de que se cumpla con las propuestas de venta y exigencias definidas por los clientes (Barbosa, 2021).

### **Calidad de Servicio (QoS) de Telecomunicaciones.**

La calidad de servicio está establecida principalmente por la UIT-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones) que la define como el rendimiento global de la calidad del servicio en el nivel de satisfacción que presente el usuario en el mencionado servicio.

El término QoS también es utilizado para determinar qué capacidad proporciona una red, generalmente a redes que transportan tráfico de servicios como por ejemplo IPTV, medios de transmisión, videoconferencias, juegos en línea, VoIP y video a pedido. Técnica también que sirve para optimizar el uso de la red priorizando el tráfico de datos entre clientes conectados al mismo Router, y obtener visibilidad de la velocidad de bits, velocidad de paquetes, fluctuación y el retraso (NetFlow Analyzer, 2024).

En el servicio móvil avanzado la calidad de servicio cuenta con un papel importante, ya que, existen situaciones que el usuario establece llamadas y se encuentra la red ocupada o incluso cuando la llamada llega a suspenderse sin motivo alguno, son muchas de las razones para analizar y evaluar la calidad de servicio que presta una operadora, el cliente realiza un pago mensual o diario para poder tener beneficios y con una buena calidad de servicio (Minango, 2014).

Los parámetros de (QoS) son:

- **Ancho de banda:** Es la capacidad de transmisión de datos en bits por segundo que viajan a través de un medio, capacidad que disminuye entornos negativos.
- **Retardo:** El delay, es la variación temporal o el retraso del flujo de datos en llegar a su destino, se puede evidenciar fácilmente en una videoconferencia en el retardo de la voz y señal de video.
- **Perdida de paquetes:** La pérdida de paquetes causa una disminución del rendimiento de aplicaciones y en los servicios en las redes, cuando los paquetes no llegan al receptor, se produce una interrupción, provocando latencia.
- **Variación de retardo:** Variación de retardo o Jitter ocurre cuando los paquetes enviados desde el origen no llegan en el debido orden al destino o en el tiempo determinado (Martínez, 2018).

El gestionar la calidad es un rol importante en el diseño de redes, así como los servicios que prestan, se diferencian conceptos de calidad importantes, como son: Calidad desde el punto de vista de la red y Calidad desde el punto de vista del cliente.

#### ***Punto de vista desde la Red***

Tomando en cuenta desde el punto de vista desde la red, se manifiesta el QoS, que implica las partes técnicas como terminales, redes de acceso, red de transporte y los mismos servicios, por lo que se puede identificar tres aspectos característicos de la calidad de servicio:

- **Accesibilidad de la Red:** Tiene referencia a la disponibilidad de recursos de red que sean suficientes para acceder al servicio: Cobertura, disponibilidad de red.
- **Accesibilidad del servicio:** Tiene aspectos con relación a la disponibilidad del servicio: Tiempo de acceso, fuera de servicio.

- **Integridad del Servicio:** Hace referencia a la calidad ofrecida durante el uso del servicio: Caídas, Calidad de Voz.

#### ***Punto de vista desde el Cliente***

Se refiere a la satisfacción del servicio que está utilizando, así como el grado de cumplimiento de las expectativas del servicio frente a la percepción subjetiva del funcionamiento de red, terminal y como el servicio prepago y pospago (Neira, 2015).

#### ***Satisfacción del Usuario.***

Para evaluar la calidad de servicio se utilizan ciertos indicadores que miden la satisfacción y calidad del servicio prestado por las entidades, por lo que, no se puede referir solo a factores técnicos, sino también al servicio de atención al cliente y percepción del usuario.

En cuanto a datos se refiere para medir el desempeño de la red se propone utilizar KPI. Los KPI o comúnmente llamados indicadores clave de desempeño, son medidas métricas utilizadas por la entidad para alcanzar a los objetivos. Estos KPIs se basan en las normativas de la ITU-T E.800 y ETSI TS 120 250-1, por lo que, existen dos conjuntos de indicadores KPIs

El derecho más importante de los consumidores está el elegir libremente un servicio específico y sin influenciar al consumidor de ninguna manera engañosa, el derecho a un buen servicio con todos los recursos sin ninguna discriminación. El compromiso de los proveedores es ofrecer el mejor servicio a sus clientes y cumplir con las normas establecidas, en servicio al cliente como aspecto técnico (Valdivieso, 2014).

#### ***Parámetros de Servicio.***

QoS cuenta con parámetros importantes para priorizar el tipo de tráfico hacia un mismo dispositivo, describe a continuación los KPIs principales:

- Accesibilidad de los servicios
- Disponibilidad de servicio
- Tiempo de acceso de servicio

- Capacidad de retención de servicio.

Estos parámetros se identifican generalmente por parte de los usuarios (Caiza & Sanchez, 2023).

La importancia de QoS es necesario para diferenciar entre los usuarios y servicios, los parámetros deben permitir al prestador del servicio poder ofrecer distintos modos de acceso a los servicios que se está ofreciendo, por lo que, tienen distintos requisitos de empeño, tal y como el ancho de banda y el retardo. Es importante diferenciar entre los usuarios, distinguir el trato por el grupo de usuarios para acceder al mismo servicio (Rueda, 2019).

Existen parámetros no técnicos que se basan más con la atención al cliente.

#### ***Parámetros no técnicos.***

- **Atención al cliente.**

Las obligaciones que se establecen en los títulos habilitantes de las operadoras Claro (CONECEL S.A), Movistar (OTECCEL S.A) y CNT E.P. Incluye que la Sociedad Concesionaria tiene el deber de instalar centros de atención a los usuarios propios o de terceros, en cada provincia, los cuales podrán ser compartidos con la venta de productos, con las facilidades y atribuciones para la gestiona de todo tipo de reclamos.

Las operadoras deben cumplir con las obligaciones y los servicios establecidos por ley:

- **Manejo de Reclamos.**

Los reclamos presenciales se ha considerado una atención personalizada que se oferta según los títulos habilitantes, un horario de atención de lunes a viernes en hora laborales, y fines de semana en centros comerciales, deben contar con el servicio de call center 24/7 en los 365 días, además se encuentra la página web donde la atención al cliente es de 24/7.

- **Relación con el cliente.**

Atención catalogada como la más importante dentro de un centro de atención al cliente, ya que es un derecho de los usuarios el tener la mejor atención con la utilización de diferentes medios para ingresar comentarios y reclamos. Mediante la RESOLUCION-TEL-042-01-CONATEL-2014, se tiene como referencia principal el parámetro relación con el cliente. El cual debe ser tratado con amabilidad, disponibilidad, intangibilidad, y rapidez.

***Parámetros Técnicos.***

Estos parámetros tienen que ver puntualmente con las condiciones técnicas o características de la red.

- **Rendimiento de red.**

Para que la calidad del servicio QoS pueda contar con un buen desempeño de red debe tener los siguientes elementos: Conmutadores, BTSs, ruteadores, equipos finales. Elementos totalmente conectados entre sí, por lo que forman parte de una red en general.

- **Indicadores para internet móvil en redes SMA.**

Entre los parámetros técnicos se describen los siguientes:

- Nivel de cobertura
- Navegación Web
- Protocolo de transferencia de archivos
- Streaming.

Estos parámetros son importantes para la recolección de datos según el servicio que prestan, debido a que, la tecnología es compleja para llevar un control total (Valdivieso, 2014).

**Modelo SERVQUAL**

La herramienta SERVQUAL se puede aplicar en diferentes áreas en las empresas, que permite evaluar de manera separada las percepciones y expectativas del cliente. Modelo

principalmente basado en 10 aspectos, que depende del tipo de servicio que se preste, serán analizados los aspectos: Profesionalidad, Seguridad, Fiabilidad, Elementos Tangibles, Accesibilidad, Capacidad de Respuesta, Compresión del Cliente, Comunicación, Cortesía, Credibilidad.

Una vez analizado y revisado el modelo SERVQUAL, se reduce a cinco aspectos tomados como importantes como: Fiabilidad, Capacidad de respuesta, Capacidad de absorción, Responsabilidad, Tangibilidad (Matsumoto Nishizawa, 2014).

### **Aplicación Network Cell Info.**

Network Cell Info, es una aplicación que permite comprobar la cobertura de señal recibida en un dispositivo celular. Una ventaja importante es que cubre todas las redes como HSPA, HSPA+ y LTE. El uso de la aplicación en un periodo de tiempo largo ayudara a establecer datos precisos. La aplicación se la puede descargar desde la Play Store (De Luz, 2017).

### **Figura 27**

*App Network Cell Info*



*Nota.* Se muestra en la figura, la interfaz de la app Network Cell Info en la Play Store. *Tomado de Network Cell Info Lite: Una aplicación para ver las estadísticas de tu red móvil.*

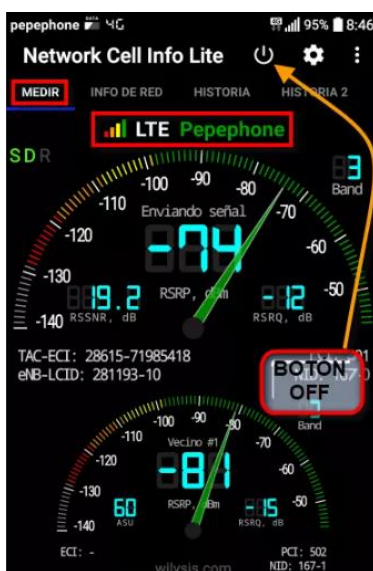
Como interfaz inicial al abrir la aplicación, se muestra una serie de indicadores en donde muestra la operadora móvil, y el tipo de red a la que está conectado. Se muestra también el indicador de medidores, con colores blanco, rojo, naranja, amarillo y verde, indica la señal enviada y recibida. Es ideal que este en color verde, con un color rojo o blanco se tendrá



problemas de conectividad. El botón OFF es importante porque se utiliza para salir de la aplicación de manera correcta y segura.

### Figura 28

*Interfaz principal de la aplicación.*



*Nota.* En la figura, se muestra la interfaz principal de la aplicación Network Cell Info. *Obtenido de Network Cell Info Lite: Una aplicación para ver las estadísticas de tu red móvil.*

Los indicadores importantes dentro de la aplicación son el **RSSNR** (Reference Signal Signal To Noise Ratio), **RSRP** (Reference Signal Received Power), **RSRQ** (Metrical Signal Received Quality), Tasa de datos, Latencia, Jitter y el número de banda. Estos indicadores serán fundamentales para el desarrollo del trabajo y para el análisis de resultados de la calidad de señal de las operadoras móviles.

A continuación, se describe los indicadores para tener un enfoque más específico al momento de la recolección de datos.

#### ***RSSNR (Reference Signal Signal to Noise Ratio).***

Es la relación señal a ruido de la señal de referencia, métrica que se utiliza para medir la calidad de la señal en dB. Para que se brinde una mejor experiencia, las empresas buscan

maximizar esta métrica en cada rincón posible a los usuarios a grandes potencias o buscan la minimización de la interferencia y el ruido. Al obtener una mayor capacidad en la estación radio base, la relación señal a ruido de la señal de referencia será óptima. El valor RSSNR es que mientras mayor sea, mayor será la modulación, lo que logrará a que mayor y mejor será la tasa de datos para el usuario (Caiza & Sanchez, 2023).

### ***RSRP (Reference Signal Received Power).***

Es la potencia recibida de la señal de referencia, métrica que se asemeja con la intensidad de la señal específica de la celda que utiliza en la recepción celular. Se define como la potencia promedio de las señales recibidas, junto con el indicador que se expresa en dBm.

Desde el punto de vista del usuario, se encuentra una relación entre la RSRP y QoS para la celda en los entornos exteriores. Hay tres rangos que se clasifica, todo esto, teniendo de referencia con el valor que se da en dBm. Si el valor es mayor a -75dBm, se espera una QoS excelente siempre y cuando no existan usuarios usando el mismo ancho de banda. Ahora, si se encuentra entre -75 y -95 dBm, tendrá una mínima degradación de la QoS. El RSRP al encontrarse por debajo de -95dBm la QoS se rechaza totalmente, y para finalizar el rango de -108 a -100 dBm, pues el rendimiento ya se declina totalmente de la QoS por lo que se encuentra en el peor escenario (Kreher & Karsten, 2016).

### ***RSRQ (Metric Signal Received Quality).***

Es una medida de la calidad de señal recibida de una red celular, métrica encargada de determinar la calidad de la señal específica que se mide en dB. Principalmente se utiliza para clasificar entre diferentes celdas todo esto de acuerdo con la calidad de su señal, es similar a RSRP. Medida de la calidad de la señal en relación con la cantidad de interferencia y ruido en el entorno. Se emplea para la toma de decisiones entre una buena señal y una que sea rechazada por el nivel de calidad bajo (Caiza & Sanchez, 2023).

### ***Tasa de Datos***

Es la proporción de datos que se transmiten en unidad de tiempo, se mide en bits por segundo, o también definida como la velocidad que se transmiten los datos. Se puede describir como la cantidad de datos que se transmiten de forma satisfactoria desde el origen a un destino en un periodo de tiempo. Actualmente se mide en gigabits o megabits por segundo (Vesga & Granados, 2012).

### ***Latencia***

Definido como el tiempo que demora un paquete en llegar desde el origen hacia el destino, o comúnmente llamado retardo. Es un problema ambientado generalmente en las redes de telecomunicaciones, donde los valores de latencia son elevados debido a las grandes distancias que se dirige la información.

La latencia debe tener valores inferiores a los 150s, debido, al oído humano que puede detectar valores de latencia entre 250ms a 200ms. Al superar el valor umbral, la comunicación tiende a ser molesta. Para mejorar estos valores no existe como tal una solución, es depende en su mayoría de los equipos por dónde van los paquetes de datos, se puede aplicar directamente técnicas de señalización t que los equipos logren controlar el tráfico de los datos en un tiempo real (Server VoIP, 2016).

### ***Jitter***

El Jitter o fluctuación, es la medida de los cambios en los valores del ping con el tiempo. Si en un momento el ping es de 20ms y al siguiente de 90ms, pues se está experimento Jitter. El Jitter mide la fluctuación del retardo, se encarga de medir las variaciones del ping en un periodo de tiempo, lo más conveniente es que sea el valor menor posible dentro de este parámetro. Las conexiones estables que no producen picos de latencia. Está relacionado directamente con el retraso del envío como de la recepción de paquetes (Jimenez, 2022).

## Número de Banda

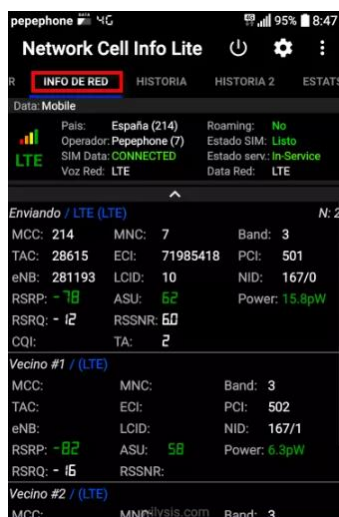
Dentro de esta aplicación nos indicará el número de banda, que indica la frecuencia que está utilizando el teléfono celular, cabe resaltar que los números de banda no son, en realidad, más que frecuencias.

Esta aplicación al contar con la versión full regala diferentes apartados que van a permitir tener una visualización completa del análisis, como consiguiente. Se encuentra el apartado de **INFO DE RED**, donde, detalla datos básicos acerca de la operadora (De Luz, 2017).

Dentro de esta segunda interfaz se encuentra, el nombre de la operadora, el estado de la tarjeta SIM, así como qué tipo de tecnología está utilizando tanto en Voz, como en Red. Muestra los indicadores ya mencionados junto con los datos en tiempo real los mismos que se encuentran totalmente visibles que facilita para la recolección de datos.

### Figura 29

*Segunda interfaz de la aplicación.*

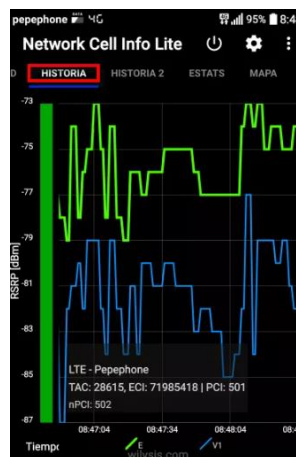


*Nota.* Se muestra en la figura, la segunda interfaz de la aplicación Network Cell Info, con los indicadores totalmente visibles. *Obtenido de* Network Cell Info Lite: Una aplicación para ver las estadísticas de tu red móvil.

La aplicación con su versión completa, tiene apartados importantes, el tercer apartado nos muestra **HISTORIA**, se detalla de manera grafica el nivel de señal en dBm que se recibe al momento de realizar la obtención de los datos, todo esto en un tiempo real, se muestra en la Figura 30 el apartado **HISTORIA 2**, con valores relacionados con el ruido y la velocidad. Se puede visualizar en la Figura 31 el cuarto apartado que es **STATS**, que indica el tiempo de conexión a una red ya sea 4G, 3G o 2G (De Luz, 2017).

### Figura 30

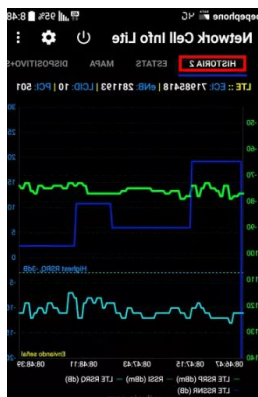
*Tercera interfaz de aplicación*



*Nota.* Se muestra en la figura, la tercera interfaz de la aplicación que detalla de manera grafica la potencia de señal recibida en un tiempo real. *Obtenido de* Network Cell Info Lite: Una aplicación para ver las estadísticas de tu red móvil.

**Figura 31**

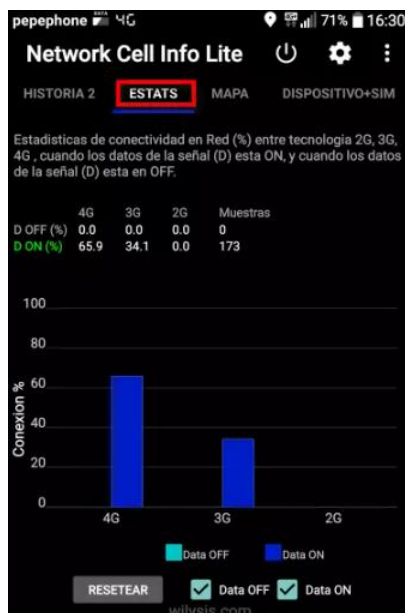
Cuarta interfaz de aplicación



*Nota.* Se muestra en la figura, la cuarta interfaz de la aplicación, que detalla de manera grafica los valores con relación al ruido y velocidad en tiempo real. *Obtenido de Network Cell Info Lite:* Una aplicación para ver las estadísticas de tu red móvil.

**Figura 32**

Quinta interfaz de aplicación



*Nota.* Se muestra en la figura la quinta interfaz de la aplicación, que detalla el tiempo de conexión de la red. *Obtenido de Network Cell Info Lite:* Una aplicación para ver las estadísticas de tu red móvil.

El penúltimo apartado muestra un **MAPA**, donde indica el lugar en el cual se está ubicado, además. Se detalla además los indicadores de señal en tiempo real. Indica la tecnología que se está utilizando en ese momento, depende mucho del lugar, ya que en ocasiones puede existir que cambie por ejemplo de LTE a HSPA+ (De Luz, 2017).

### Figura 33

*Penúltima interfaz de aplicación*



*Nota.* Se muestra en la Figura, el mapa que indica el lugar desde el punto que se encuentre el usuario y detalla los indicadores en tiempo real. *Obtenido de* Network Cell Info Lite: Una aplicación para ver las estadísticas de tu red móvil.

Para el último apartado, se encuentra detallado la telefonía del dispositivo móvil e información del dispositivo, se muestra también versión de Android, modelo, con características importantes para determinar la recolección de datos.

**Figura 34**

*Ultima interfaz de aplicación*



*Nota.* Se muestra en la Figura, la telefonía del dispositivo junto con la información del dispositivo. *Obtenido de Network Cell Info Lite:* Una aplicación para ver las estadísticas de tu red móvil.



## Capítulo III

### Metodología y Desarrollo

#### Metodología

En este capítulo, se describe las metodologías que se emplearon para obtener el análisis de calidad entre usuario y operadora. También, se muestra el proceso para llevar a cabo la recolección de datos mediante una aplicación que permite medir la calidad de señal de telefonía móvil.

La investigación cualitativa ayudará a profundizar los temas a partir de los resultados obtenidos. La encuesta con la metodología cualitativa, está totalmente ligada a los objetivos del trabajo, así, se podrá identificar necesidades de clientes, que permitirá establecer fortalezas, debilidades, diferencias y similitudes de una empresa de telefonía a otra. El análisis va a permitir conocer el método de funcionamiento de las empresas de telefonía móvil, describiendo que cualidades ofrecen a las personas al momento de utilizar el servicio de dicha operadora.

Se utilizará el método analítico el cual permitirá al análisis comparativo costo/beneficio de servicios entre las principales operadoras móviles en el Ecuador, este método tendrá como objetivo el descomponer a un todo en partes, se podrá observar causas, y efectos de los factores de comportamiento. Con ello se podrá emitir un juicio de valor o crítica con respecto al evento de estudio.

Para fortalecer la toma de los datos se establece la metodología por Drive Test, mediante este proceso, permite realizar las pruebas de calidad a través de indicadores KPI. Así determinar si las operadoras CONECEL S.A, OTECEL S.A y CNT E.P, cuentan con el servicio que ofrecen mediante parámetros de calidad establecidos en sus contratos de concesión designados y explicar que operadora tiene una mejor calidad dentro del campus.

## **Desarrollo**

A continuación, se describe el proceso para la obtención de datos, mediante las métricas LTE se verificará, el desempeño de cobertura dentro del Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Para la calidad de servicio se usa la aplicación Network Cell Info, la cual se detalló en el capítulo anterior.

Aplicación que permite recolectar datos relevantes e información valiosa de los distintos KPIs. Los mapas dentro de la aplicación permiten indicar el lugar en el cual se está ubicado con exactitud, también mediante la aplicación Mapa de Cobertura Móvil es posible recolectar los modelos de propagación, estos mapas se los puede encontrar en páginas oficiales de las distintas operadoras.

## ***Materiales***

Materiales para el desarrollo del proyecto son:

Software

- Aplicación Network Cell Info Versión Full.

Hardware

- Smartphone Xiaomi Redmi Note 9 Dual SIM.
- Tarjetas Nano USIM (Operadoras Claro, Movistar y CNT)

Para utilizar la metodología drive test, es importante obtener los datos que ayuden a establecer el servicio que ofrece los operadores móviles y verificar que cumpla con los parámetros técnicos.

- Seleccionar el smartphone en el cual se va a colocar las tarjetas SIM para realizar las pruebas, dicho dispositivo cuenta con características de transmisión como de recepción para las diferentes bandas de frecuencia compatibles con las operadoras.
- Establecer los lugares donde se van a realizar las medidas dentro del Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

- Todas las mediciones se realizan en ciertos periodos continuos, esto con el propósito de mantener la integridad y la veracidad de los datos mostrados por las operadoras celulares dentro de un plazo corto.

La red se evalúa tomando la normativa de ARCOTEL, esto para el control del espectro radioeléctrico y la norma de calidad para la prestación del SMA, hace referencia al análisis de parámetros de calidad con relación al SMA-QoS. Esta relación permite controlar la cobertura, servicio de datos del abonado (Caiza & Sanchez, 2023).

Se tomará en cuenta también el nivel mínimo de la señal -85dBm siempre y cuando en el indicador de la aplicación muestre que sea una red 4G, pero esto depende de la tecnología.

#### ***Lugares estratégicos para la recolección de datos.***

Los lugares que se definieron para realizar las mediciones son estratégicos ya que son edificaciones utilizadas como laboratorios principales por los estudiantes del Campus. Dentro de la Universidad operan las tres operadoras principales: Claro, Movistar y CNT. Pero el Campus al estar situado a kilómetros del centro de la ciudad y con bastante vegetación ha presenciado ciertos inconvenientes en cobertura y calidad de servicio por parte de estas operadoras.

**Figura 35**

*Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Belisario Quevedo.*



*Nota.* Se muestra en la figura, los lugares definidos donde se realizarán las pruebas. *Obtenido de Google Maps.*

- Edificio Central **A)**
- Laboratorio de Petroquímica **B)**
- Laboratorio de Aeronáutica **C)**
- Patio Central **D)**
- Laboratorio de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones **E)**
- Entrada Principal / Garita **F)**

### ***Toma de Datos.***

Se empezó por tomar los datos para el análisis de la calidad de servicio y cobertura. Se colocaron las tres tarjetas SIM, en el Smartphone Xiaomi Note 9 Dual SIM de las tres distintas operadoras que prestan servicio al Campus. Después se procedió a ejecutar la aplicación en el dispositivo, y a recolectar los datos. De esta manera se realizan las pruebas en los lugares seleccionados dentro del Campus.

Al usar la aplicación Network Cell Info permite medir los principales KPI, que se define como un medidor clave de desempeño. Las condiciones para evaluar la calidad de servicio, cobertura, desempeño y grado de satisfacción fueron escogidos tomando en cuenta la perspectiva de los proveedores tanto de servicio como del usuario.

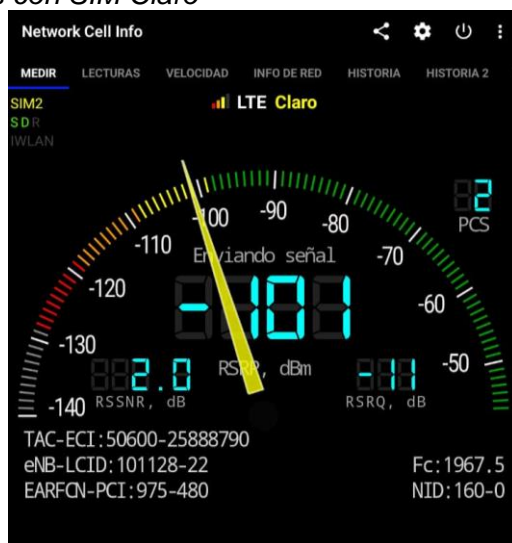
Para el análisis dentro de las mediciones a realizarse se escogieron los siguientes KPIs:

- RSRP (Potencia de señal recibida de referencia)
- RSRQ (Calidad de señal recibida de referencia)
- RSSNR (Señal de referencia. Relación Señal/Ruido)
- Velocidad de carga y descarga (UpLink / DownLink)
- Número de banda
- Latencia
- Jitter

Como primera operadora a recolectar los datos se encuentra Claro, seguido por Movistar y finalmente CNT, como se muestra en la Figura 36,37,38

**Figura 36**

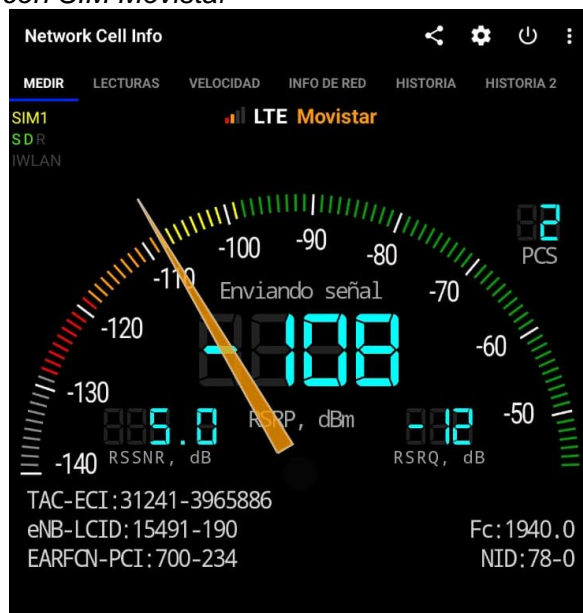
*Interfaz de la toma de datos con SIM Claro*



*Nota.* Se muestra en la figura la medición de intensidad de señal de la operadora Claro.

**Figura 37**

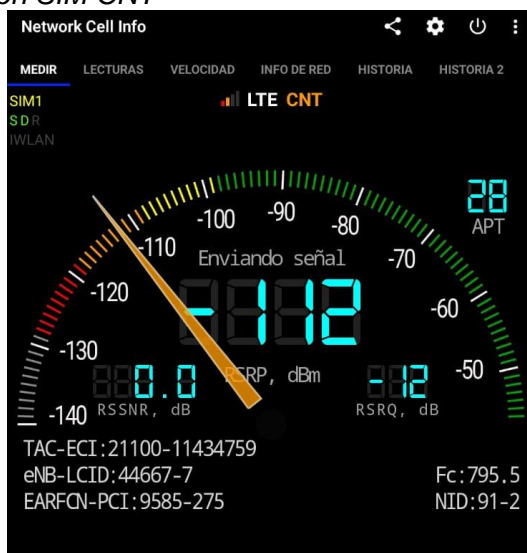
*Interfaz de la toma de datos con SIM Movistar*



*Nota.* Se muestra en la figura la medición de intensidad de señal de la operadora Movistar.

**Figura 38**

*Interfaz de la toma de datos con SIM CNT*



*Nota.* Se muestra en la figura la medición de intensidad de señal de la operadora CNT.

### ***Recolección de Datos en los Lugares Seleccionados.***

En este apartado se detallará y mostrará los datos que se obtuvieron en los diferentes escenarios de prueba. Tomando en cuenta los principales KPI que refleja en la aplicación al momento de analizar cada una de las operadoras. Se muestran el lugar, con sus respectivas tablas de datos.

Se describe a continuación los lugares y los datos KPI recolectados mediante el análisis en la aplicación. Estos datos van a ayudar a determinar el nivel de calidad de servicio que se está presentando en el Campus. Los datos se encuentran detallados, como muestran en las figuras 40,42,44,46,48 y 50 respectivamente.

### Edificio Central (Escenario de Prueba 1)

Figura 39

Edificio Central del Campus



Figura 40

Datos KPI de Edificio Central

EDIFICIO CENTRAL								
OPERADORA	RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	RSSNR (dB)	NÚMERO DE BANDA	PING / LATENC IA (ms)	JITTER / FLUCTUA CIÓN (ms)	VELOCIDAD UpLink (Mbps)	VELOCIDAD Downlink (Mbps)
CLARO	-97 a - 104	-9 a -11dB	17.0 a 11.0dB	2(PCS) / 1900MHz	13 ms	41 ms	3.0 Mb/s	30.8 Mb/s
MOVISTAR	-108 a - 117dBm	-13 a - 14dB	5.0 a -1.0 dB	2(PCS) / 1900MHz	133 ms	10 ms	2.2 Mb/s	17.8 Mb/s
CNT	-112 a - 113dBm	-12 dB	00.0 a 1.00dB	28 (APT) / 700MHz	163 ms	60 ms	774.3 kb/s	5.0 Mb/s

Nota. En el grafico se muestra la recolección de datos KPI en el edificio central del campus.



**Laboratorio de Petroquímica (Escenario Prueba 2).**

**Figura 41**

*Edificio de Laboratorio de Petroquímica del Campus*



**Figura 42**

*Datos KPI de Laboratorio de Petroquímica*

<b>LAB PETROQUIMICA</b>								
<b>OPERADORA</b>	<b>RSRP (dBm)</b>	<b>RSRQ (dB)</b>	<b>RSSNR (dB)</b>	<b>NUMERO DE BANDA</b>	<b>PING/ LATENC IA (ms)</b>	<b>JITTER/ FLUCTU ACIÓN (ms)</b>	<b>VELOCIDAD UpLink (Mbps)</b>	<b>VELOCIDAD Downlink (Mbps)</b>
<b>CLARO</b>	-98 a -102 dBm	-9 a -13 dB	12.0 a 3.0 dB	2(PCS) / 1900MHz	124 ms	21 ms	3.4 Mb/s	23.2 Mb/s
<b>MOVISTAR</b>	-93 a -102 dBm	-11 a -10 dB	10 a 0.0 dB	2(PCS) / 1900 MHz	128 ms	11 ms	1.9 Mb/s	23.5 Mb/s
<b>CNT</b>	-113 a -115 dBm	-9 a -11 dB	2.0 dB	28 (APT) / 700 MHz	159 ms	49 ms	2.8 Mb/s	8.3 Mb/s

*Nota.* En el grafico se muestra la recolección de datos KPI en laboratorio de petroquímica del Campus.

### Laboratorio de Aeronáutica (Escenario Prueba 3)

Figura 43

Edificio de Laboratorio de Aeronáutica del Campus



Figura 44

Datos KPI de Laboratorio de Aeronáutica

<b>LAB AERONÁUTICA</b>								
OPERADORA	RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	RSSNR (dB)	NÚMERO DE BANDA	PING/ LATENC IA (ms)	JITTER/ FLUCTU ACIÓN (ms)	VELOCIDAD UpLink (Mbps)	VELOCIDAD Downlink (Mbps)
<b>CLARO</b>	-99 a -103 dBm	-10 a -14 dB	6.0 a 2.0 dB	2(PCS) / 1900MHz	123 ms	36 ms	2.8 Mb/s	7.2 Mb/s
<b>MOVISTAR</b>	-112 a -117 dBm	-15 a -13 dB	-10 a -1.0 dB	2(PCS) / 1900 MHz	157 ms	28 ms	219.5 Kb/s	9.6 Mb/s
<b>CNT</b>	-111 a -114 dBm	-11 a -14 dB	1.0 dB a 0.0	28 (APT) / 700 MHz	176 ms	101 ms	3.5 Mb/s	1.3 Mb/s

Nota. En el gráfico se muestra la recolección de datos KPI en laboratorio de aeronáutica del Campus.

**Patio Central (Escenario de Prueba 4).**

**Figura 45**

*Patio Central del Campus*



**Figura 46**

*Datos KPI de Patio Central*

<b>PATIO CENTRAL</b>								
<b>OPERADORA</b>	<b>RSRP</b> (dBm)	<b>RSRQ</b> (dB)	<b>RSSNR</b> (dB)	<b>NÚMERO DE BANDA</b>	<b>PING/LATENCIA</b> (ms)	<b>JITTER/FLUCTUACIÓN</b> (ms)	<b>VELOCIDAD UpLink</b> (Mbps)	<b>VELOCIDAD Downlink</b> (Mbps)
<b>CLARO</b>	-75 a -80 dBm	-9 a -11 dB	21.0 a 18.0 dB	4 AWS1/ 1700 y 2100MHZ	170 ms	16 ms	3.1 Mb/s	28.2 Mb/s
<b>MOVISTAR</b>	-95 a -97 dBm	-12 a -13 dB	6.0 dB	2(PCS) / 1900 MHz	152 ms	6 ms	3.6 Mb/s	4.6 Mb/s
<b>CNT</b>	-100 a -104 dBm	-9 a -10 dB	6.0 dB a 1.0	28 (APT) / 700 MHz	159 ms	61 ms	448.6 Kb/s	1.1 Mb/s

*Nota.* En el grafico se muestra la recolección de datos KPI en patio central del campus.

**Laboratorio de E.E.T. (Escenario de Prueba 5).**

**Figura 47**

*Edificio de Laboratorio de E.E.T dentro del Campus*



**Figura 48**

*Datos KPI de Lab. Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones*

<b>Laboratorio de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones</b>								
OPERADORA	RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	RSSNR (dB)	NÚMERO DE BANDA	PING/ LATEN CIA (ms)	JITTER/ FLUCT UACIÓ N (ms)	VELOCIDAD UpLink (Mbps)	VELOCIDAD Downlink (Mbps)
<b>CLARO</b>	-89 a -96 dBm	-10 a -8 dB	18.0 a 14.0 dB	4 AWS1 1700 y 2100MHZ	126 ms	28 ms	3.2 Mb/s	43.1 Mb/s
<b>MOVISTAR</b>	-93 a -103 dBm	-11 a -10 dB	10.0 a 4.0 dB	2(PCS) / 1900 MHz	128 ms	11 ms	3.4 Mb/s	25.7 Mb/s
<b>CNT</b>	-113 a -115 dBm	-11 dB	1.0 dB	28 (APT) / 700 MHz	159 ms	49 ms	76.0 Kb/s	1.7 Mb/s

*Nota.* En el grafico se muestra la recolección de datos KPI en laboratorio de eléctrica, electrónica y telecomunicaciones del campus.

**Garita / Puerta Principal (Escenario de Prueba 6).**

**Figura 49**

*Puerta Principal del Campus*



**Figura 50**

*Datos KPI de Puerta Principal*

PUERTA PRINCIPAL/ GARITA								
OPERADORA	RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	RSSNR (dB)	NÚMERO DE BANDA	PING / LATENCI A (ms)	JITTER / FLUCTU ACIÓN (ms)	VELOCIDAD UpLink (Mbps)	VELOCIDAD Downlink (Mbps)
<b>CLARO</b>	-90 a -95 dBm	-10 a -8 dB	17.0 a 13.0 dB	2(PCS) / 1900MHz	125 ms	27 ms	4.1 Mb/s	18.1 Mb/s
<b>MOVISTAR</b>	-97 a -105 dBm	-13 a -15 dB	4.0 a 1.0 dB	2(PCS) / 1900 MHz	129 ms	11 ms	7.8 Mb/s	3.6 Mb/s
<b>CNT</b>	-107 a -111 dBm	-11 a -14 dB	2.0 a -4.0 dB	28 (APT) / 700 MHz	179 ms	49 ms	180.8 Kb/s	580.1 Kb/s

*Nota. En el gráfico se muestra la recolección de datos KPI la puerta principal o garita del campus.*

## Capítulo IV

### Análisis de Resultados

En este capítulo se muestra el análisis de los datos recopilados a través de las metodologías, técnica e instrumentos de recolección. Los resultados permiten la elaboración de tablas comparativas de la calidad de servicio en cada uno de los sectores establecidos, las métricas se rigen a la norma vigente de calidad para la prestación del servicio móvil avanzada en el Ecuador en la sección SMA-Qos-9.

Se muestra también el análisis de resultados realizados a través de las encuestas de satisfacción al usuario, dentro de este método se enmarca como estudio no experimental, que como objetivo principal es describir las características de la calidad de servicio de la operadora o empresa.

#### Descripción

Se ha desarrollado en seis escenarios de prueba importantes dentro del Campus, se presenta a continuación cada lugar con su respectivo análisis comparativo. Los datos se obtuvieron mediante la aplicación Network Cell Info, que recopilan los datos KPI en tiempo real.

Para el análisis de la calidad de servicio se basará en los rangos KPI según la normativa SMA-Q-S-9, emitida por la ARCOTEL. Estas condiciones están marcadas con colores que van a permitir tener una referencia a que nivel de potencia, calidad de señal, calidad de señal específica, velocidad de transmisión, latencia y fluctuación están trabajando cada una de las operadoras en el Campus. Como se muestra en las siguientes Tablas 12,13,14, 15 y 16 respectivamente.

#### Tabla 12

*Rangos KPIs normativa SMA-Qos-9*

SITIO	2G Rx Nivel	3G Rx Nivel	4G Rx Nivel
Escenario de Medición	≥ -85 dBm	≥ -85 dBm	≥ -85 dBm

**Tabla 13**

*Condiciones RFLTE*

Condiciones	RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	RSSNR (dB)
<b>Excelente</b>	≥ -80	≥ -10	≥ 20
<b>Bueno</b>	-80 a -90	-10 a -15	13 a 20
<b>Media</b>	-90 a -100	-15 a -20	0 a 13
<b>Deficiente</b>	≤ -100	< -20	≤ 0

**Tabla 14**

*Condiciones de Ping en LTE*

Condiciones	KPI Ping / Latencia (ms)
<b>Excelente</b>	40 a 50 ms
<b>Bueno</b>	50 a 100 ms
<b>Media</b>	100 a 150 ms
<b>Deficiente</b>	≥ 150

**Tabla 15**

*Condiciones de Jitter en LTE*

Condiciones	KPI Jitter / Fluctuación
<b>Excelente</b>	<10 ms
<b>Bueno</b>	10 ms a 20 ms
<b>Media</b>	20 ms a 30 ms
<b>Deficiente</b>	>30 ms

**Tabla 16***Condiciones de velocidad de transmisión en LTE*

<b>Condiciones</b>	<b>Velocidad de Subida (Mbps)</b>	<b>Velocidad de Descarga (Mbps)</b>
<b>Excelente</b>	$\geq 10$ Mbps	$\geq 20$ Mbps
<b>Bueno</b>	5 Mbps y 10 Mbps	10 Mbps y 20 Mbps
<b>Media</b>	1 Mbps y 5Mbps	5 Mbps y 10 Mbps
<b>Deficiente</b>	$\leq 1$ Mbps	$\leq 5$ Mbps

Una vez realizada las tablas de referencia para la calidad de servicio, se procede a detallar el análisis en cada uno de los sectores que se recolectaron los datos, se realizará una comparación entre la mejor operadora en cuanto a calidad de servicio se refiere hasta la más deficiente, cabe mencionar que se tomarán los valores máximos solo en las condiciones RF LTE y velocidad de transmisión, en las demás condiciones se tomará por otra parte el valor mínimo.

**Escenario de Prueba 1 (Edificio Central)**

Los datos que se recolectaron dentro de este escenario se encuentran detallados tomando en cuenta las condiciones de recepción y los datos KPI

**Análisis de Intensidad de señal o potencia (RSRP).**

En el edificio central se define que la operadora con mejor calidad de intensidad de señal o potencia es CLARO, ya que posee un valor alto y tiende a portar una conexión estable con velocidades de conexión altas, pese a que no sea la recepción idónea se promedia en una condición de media. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, operadora la cual se establece en una condición deficiente. Y finalmente la última operadora es CNT se considera también deficiente, pero con un nivel más bajo de potencia, provocando señales y conexiones débiles.



**Tabla 17***Resultados de intensidad de señal o potencia*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRP (dBm)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-97
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	-108
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	-112

**Análisis de la calidad de señal recibida específica. (RSRQ)**

La calidad de señal recibida en el edificio central se define como la mejor, a la operadora de CLARO, ya que tiene un valor alto, e indica una mejor calidad de señal, por lo que es más fuerte dicha señal que la cantidad de ruido y la interferencia en el entorno condicionada como excelente. Seguido se encuentra la operadora de CNT, que se encuentra condicionada como buena con un RSRQ que no varía. Y finalmente se encuentra la operadora de MOVISTAR, se considera como Buena también pero que cuenta con una calidad de señal que varía dentro de esta condición.

**Tabla 18***Resultados de calidad de señal recibida*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRQ (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-9
<b>2da</b>	<b>CNT</b>	-12
<b>3era</b>	<b>MOVISTAR</b>	-13

**Análisis de la señal a ruido de la señal de referencia (RSSNR)**

Como se sabe, este parámetro se utiliza para medir la calidad de la señal en dB, por lo que, se define como mejor operadora en cuanto a relación entre la potencia de la señal recibida y el nivel de ruido se encuentra CLARO que tiene un valor alto e indica una mejor calidad de la

señal, con una condición de Buena dentro de este lugar. Seguido se encuentra la operadora de MOVISTAR, que tiene una condición de Media. Y finalmente se encuentra CNT, que cuenta con una condición Deficiente que provoca una velocidad de datos lenta.

**Tabla 19**

*Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido*

N° ORDEN	OPERADORA	RSSNR (dB)
1ero	CLARO	17.0
2da	MOVISTAR	5.0
3era	CNT	00.0

#### **Análisis de Ping o Latencia.**

Realizado la recolección de datos dentro del edificio central, se determina que la operadora que cuenta con una mejor latencia es la operadora de CLARO, ya cuenta con un Ping bajo e indica una conexión y respuesta rápida por lo que tiende a tardar menos tiempo los paquetes de datos en viajar desde el dispositivo al servidor y se considera como Excelente. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, que tiene una latencia bastante elevada y se condiciona como Media. Y finalmente se encuentra CNT con valor de latencia Deficiente e inestable dentro de este escenario causando una conexión y respuesta lenta entre servidor y dispositivo.

**Tabla 20**

*Resultados de Ping*

N° ORDEN	OPERADORA	PING / LATENCIA (ms)
1ero	CLARO	13
2da	MOVISTAR	133
3era	CNT	163

### **Análisis de Jitter o Fluctuación.**

Dentro del edificio central existe cierta cantidad de variación en el retardo de la transmisión de datos de la red, por lo que, se define a la operadora MOVISTAR como la mejor, condicionada como buena, ya que, cuenta con un Jitter bajo e indica que los paquetes están llegando al receptor de forma predecible. Seguido se encuentra CLARO, con una condición de Deficiente esto provoca problemas en aplicaciones sensibles. Y finalmente CNT, considerada como Deficiente también, pero con un valor bastante alto e indica que existen variaciones de tiempo en la llegada de paquetes y de forma irregular.

**Tabla 21**

*Resultados de Jitter*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>JITTER / FLUCTUACION (ms)</b>
<b>1ero</b>	<b>MOVISTAR</b>	10
<b>2da</b>	<b>CLARO</b>	41
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	60

### **Análisis de Velocidad de Transmisión.**

La velocidad de transmisión dentro del edificio central es importante debido a las actividades que se realizan diariamente, por lo que, se define a CLARO como la operadora con mejor velocidad de transmisión en UpLink como en Downlink, ya que, tiene los mejores valores dentro de este lugar, en velocidad de descarga se condiciona como Excelente e indica un mayor acceso rápido y permite una conexión de enlace confiable y rápida, por otra parte, UpLink se encuentra en la condición de Media. Seguido esta MOVISTAR, con valores que se condicionan como Media a UpLink y se condiciona como Bueno en la velocidad de descarga, y finalmente se encuentra CNT, con valores debajo de los Mbps en UpLink y provoca que sea

tardía la comunicación y actividades de recepción de datos, está condicionado como Deficiente, por otra parte, Downlink está condicionado como Media.

**Tabla 22**

*Análisis de Velocidad de transmisión.*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>UpLink (Mbps)</b>	<b>DownLink (Mbps)</b>
<b>1ero</b>	<b>Claro</b>	3.0	30.8
<b>2da</b>	<b>Movistar</b>	2.2	17.8
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	774.3 Kbps	5.0

***Escenario de Prueba 2 (Lab Petroquímica)***

Los datos que se recolectaron dentro de este escenario se encuentran detallados en la Tabla 13. Tomando en cuenta las condiciones de recepción y los datos KPI. Además, se muestra en las Tablas 29,30,31,32,33 y 34 respectivamente, los valores, condiciones y comparaciones entre las operadoras

**Análisis de Intensidad de señal o potencia (RSRP).**

En el escenario de prueba 2 que es el Laboratorio de Petroquímica se define que la operadora con mejor calidad de intensidad de señal o potencia es MOVISTAR, ya que posee un valor alto y porta conexiones de velocidad altas, pese a que no sea la recepción apropiada se promedia en una condición de Media. Seguido se encuentra la operadora CLARO, operadora la cual se establece en una condición de igual manera Media, pero con un valor más bajo. Y finalmente la última operadora es CNT se considera deficiente, provocando señales y conexiones débiles.

**Tabla 23***Resultados de intensidad de señal o potencia*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRP (dBm)</b>
<b>1ero</b>	<b>MOVISTAR</b>	-93
<b>2da</b>	<b>CLARO</b>	-98
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	-113

**Análisis de la calidad de señal recibida específica. (RSRQ)**

La calidad de señal recibida en el Laboratorio de Petroquímica se define como la mejor, a la operadora de CLARO, ya que tiene un valor alto, e indica una mejor calidad de señal, y es más fuerte dicha señal que la cantidad de ruido y la interferencia en el entorno, está condicionada como Excelente, seguido se encuentra la operadora de CNT, y se encuentra condicionada como Excelente con un RSRQ que varía por poco con Claro. Y finalmente se encuentra la operadora de MOVISTAR, se considera como buena también pero que cuenta con una calidad de señal que varía también dentro de esta condición. Se muestra en la Tabla 24, los valores y condiciones considerados dentro del rango establecido para determinar este apartado.

**Tabla 24***Resultados de calidad de señal recibida*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRQ (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-9
<b>2da</b>	<b>CNT</b>	-9
<b>3era</b>	<b>MOVISTAR</b>	-11

### **Análisis de la señal a ruido de la señal de referencia (RSSNR)**

Como se sabe, este parámetro se utiliza para medir la calidad de la señal en dB, por lo que, se define como mejor operadora en cuanto a relación entre la potencia de la señal recibida y el nivel de ruido se encuentra CLARO que tiene el valor alto más alto dentro de este parámetro e indica una mejor calidad de la señal, con una condición de Media, seguido se encuentra la operadora de MOVISTAR, que tiene una condición de Media también, y finalmente se encuentra CNT, que cuenta con una condición Deficiente que provoca una velocidad de datos lenta.

**Tabla 25**

*Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSSNR (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	12.0
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	10.0
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	2.0

### **Análisis de Ping o Latencia.**

Realizado la recolección de datos dentro del Laboratorio de Petroquímica, se determina que la operadora que cuenta con una mejor latencia es la operadora de CLARO, ya cuenta con el Ping más bajo e indica una conexión y respuesta rápida se considera como Media. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, que tiene una latencia bastante elevada y se condiciona como Media, y finalmente se encuentra CNT con valor de latencia Deficiente e inestable dentro de este escenario causando una conexión y respuesta lenta entre servidor y dispositivo.

**Tabla 26***Resultados de Ping*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>PING / LATENCIA (ms)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	124
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	128
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	159

**Análisis de Jitter o Fluctuación.**

En el Laboratorio de Petroquímica, existe cierta cantidad de variación en el retardo de la transmisión de datos de la red, por lo que, se define a la operadora MOVISTAR como la mejor, condicionada como buena, ya que, cuenta con un Jitter bajo e indica que los paquetes están llegando al receptor de forma predecible, seguido se encuentra CLARO, con una condición de Deficiente esto provoca problemas en aplicaciones sensibles, y finalmente CNT, considerada como Deficiente también pero con un valor bastante alto e indica que existen variaciones de tiempo en la llegada de paquetes y de forma irregular.

**Tabla 27***Resultados de Jitter*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>JITTER / FLUCTUACION (ms)</b>
<b>1ero</b>	<b>MOVISTAR</b>	11
<b>2da</b>	<b>CLARO</b>	21
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	49

**Análisis de Velocidad de Transmisión.**

En el Laboratorio de Petroquímica con los datos recolectados, se define a CLARO como la operadora con mejor velocidad de transmisión en UpLink, ya que, tiene el mejor valor de subida, y se condiciona como Media. Seguido en la velocidad de transmisión de subida esta

CNT con un valor considerado como Media y finalmente se encuentra MOVISTAR con un valor no tan lejano de los demás y se condiciona como Media.

Mientras tanto en Downlink la mejor operadora es MOVISTAR se condiciona como Excelente e indica un mayor acceso rápido. Seguido esta CLARO, con valores mínimos con respecto a Movistar y se condiciona como Excelente, y finalmente se encuentra CNT, con valores alejados de las demás operadoras y provoca que sea tardía la comunicación está condicionada como Media.

**Tabla 28**

*Análisis de Velocidad de transmisión.*

N° ORDEN	OPERADORA	UpLink (Mbps)	DownLink (Mbps)
1ero	MOVISTAR	1.9	23.5
2da	CLARO	3.4	23.2
3era	CNT	2.8	8.3

### **Escenario de Prueba 3 (Laboratorio de Aeronáutica)**

Los datos que se recolectaron dentro de este escenario se encuentran detallados en la Tabla 14. Tomando en cuenta las condiciones de recepción y los datos KPI. Además, se muestra en las Tablas 35,36,37,38,39 y 40 respectivamente, los valores, condiciones y comparaciones entre las operadoras

#### **Análisis de Intensidad de señal o potencia (RSRP).**

En el Laboratorio de Aeronáutica se define que la operadora con mejor calidad de intensidad de señal o potencia es CLARO, ya que posee un valor alto y tiene conexiones de velocidad altas, pese a que no sea la recepción apropiada se promedia en una condición de Media. Seguido se encuentra la operadora CNT, operadora la cual se establece en una



condición de Deficiente, y finalmente la última operadora es MOVISTAR se considera de igual manera Deficiente, provocando señales y conexiones débiles.

**Tabla 29**

*Resultados de intensidad de señal o potencia*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRP (dBm)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-99
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	-111
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	-112

#### **Análisis de la calidad de señal recibida específica. (RSRQ)**

La calidad de señal recibida en el Laboratorio de Aeronáutica, se define como la mejor, a la operadora de CLARO, ya que tiene un valor alto, e indica una mejor calidad de señal, y es más fuerte dicha señal que la cantidad de ruido y la interferencia en el entorno, está condicionada como Excelente, seguido se encuentra la operadora de CNT, y se encuentra condicionada como Buena y finalmente se encuentra la operadora de MOVISTAR, se considera como buena también pero que cuenta con una calidad de señal que varía dentro de esta condición.

**Tabla 30**

*Resultados de calidad de señal recibida*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRQ (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-10
<b>2da</b>	<b>CNT</b>	-11
<b>3era</b>	<b>MOVISTAR</b>	-15

### **Análisis de la señal a ruido de la señal de referencia (RSSNR)**

Como se sabe, este parámetro se utiliza para medir la calidad de la señal en dB, por lo que, se define como mejor operadora en cuanto a relación entre la potencia de la señal recibida y el nivel de ruido se encuentra CLARO que tiene el valor alto más alto dentro de este parámetro e indica una mejor calidad de la señal, con una condición de Media.

Seguido se encuentra la operadora de CNT que tiene una condición Deficiente a punto de rebasar el límite. Y finalmente se encuentra MOVISTAR, que tiene la peor calidad de señal, que cuenta con una condición Deficiente que provoca una velocidad de datos lenta.

**Tabla 31**

*Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSSNR (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	6.0
<b>2da</b>	<b>CNT</b>	1.0
<b>3era</b>	<b>MOVISTAR</b>	-10

### **Análisis de Ping o Latencia.**

Realizado la recolección de datos dentro del Laboratorio de Aeronáutica, se determina que la operadora que cuenta con una mejor latencia es la operadora de CLARO, ya cuenta con el Ping más bajo e indica una conexión y respuesta rápida se considera como Media. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, que tiene una latencia bastante elevada y se condiciona como Deficiente. Y finalmente se encuentra CNT con valor de latencia también Deficiente e inestable dentro de este escenario causando una conexión y respuesta lenta entre servidor y dispositivo.

**Tabla 32***Resultados de Ping*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>PING / LATENCIA (ms)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	123
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	157
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	176

**Análisis de Jitter o Fluctuación.**

En este escenario existe cierta cantidad de variación en el retardo de la transmisión de datos de la red, por lo que, se define a la operadora MOVISTAR como la mejor, condicionada como Media, ya que, cuenta con un Jitter bajo entre los demás valores e indica que los paquetes están llegando al receptor de forma predecible, seguido se encuentra CLARO, con una condición de Deficiente esto provoca problemas en diversas actividades de transmisión de datos y finalmente CNT, considerada como Deficiente también pero con un valor bastante alto e indica que existen variaciones de tiempo en la llegada de paquetes y de forma irregular.

**Tabla 33***Resultados de Jitter*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>JITTER / FLUCTUACION (ms)</b>
<b>1ero</b>	<b>MOVISTAR</b>	28
<b>2da</b>	<b>CLARO</b>	36
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	101

**Análisis de Velocidad de Transmisión.**

En el Laboratorio de Aeronáutica y con los datos recolectados, se define a CNT como la operadora con mejor velocidad de transmisión en UpLink, ya que, tiene el mejor valor de subida, y se condiciona como Media. Seguido en la velocidad de transmisión de subida esta

CLARO con un valor considerado como Media y finalmente se encuentra MOVISTAR con un valor por debajo de los Mbps y que se considera el peor escenario dentro de la navegación condicionada como Deficiente.

Mientras tanto en Downlink la mejor operadora es MOVISTAR se condiciona como Media e indica un mayor acceso rápido en la recepción de paquetes. Seguido esta CLARO, con valores mínimos con respecto a Movistar y se condiciona como Media, y finalmente se encuentra CNT, con valores alejados de las demás operadoras y provoca que sea tardía la comunicación está condicionada como Deficiente.

**Tabla 34**

*Análisis de Velocidad de transmisión.*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>UpLink (Mbps)</b>	<b>DownLink (Mbps)</b>
<b>1ero</b>	<b>CNT</b>	3.5	1.3
<b>2da</b>	<b>CLARO</b>	2.8	7.2
<b>3era</b>	<b>MOVISTAR</b>	219.5 Kbps	9.6

#### ***Escenario de Prueba 4 (Patio Central)***

Los datos que se recolectaron dentro de este escenario se encuentran detallados en la Tabla 15. Tomando en cuenta las condiciones de recepción y los datos KPI. Además, se muestra en las Tablas 41,42,43,44,45 y 46 respectivamente, los valores, condiciones y comparaciones entre las operadoras

#### **Análisis de Intensidad de señal o potencia (RSRP).**

En el patio central del campus, se define que la operadora con mejor calidad de intensidad de señal o potencia es CLARO, ya que posee un valor bastante considerable y tiene conexiones de velocidad altas, con una recepción apropiada se promedia en una condición de Excelente. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, operadora la cual se establece en

una condición de Media. Y finalmente la última operadora es CNT que debido a su valor bajo se la condiciona Deficiente, provocando señales y conexiones débiles.

**Tabla 35**

*Resultados de intensidad de señal o potencia*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRP (dBm)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-75
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	-95
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	-100

#### **Análisis de la calidad de señal recibida específica. (RSRQ)**

La calidad de señal recibida en este escenario, se define como la mejor, a la operadora de CLARO, ya que tiene un valor alto, e indica una mejor calidad de señal, y es más fuerte dicha señal que la cantidad de ruido y la interferencia en el entorno, está condicionada como Excelente, seguido se encuentra la operadora de CNT, y se encuentra condicionada como Excelente también, ya que cuenta con el mismo valor que Claro, pero varía el valor mínimo entre estas dos operadoras. Y finalmente se encuentra la operadora de MOVISTAR, se considera como Buena con un valor no muy alejado de las dos otras operadoras.

**Tabla 36**

*Resultados de calidad de señal recibida*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRQ (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-9
<b>2da</b>	<b>CNT</b>	-9
<b>3era</b>	<b>MOVISTAR</b>	-12

### **Análisis de la señal a ruido de la señal de referencia (RSSNR)**

Como se sabe, este parámetro se utiliza para medir la calidad de la señal en dB, por lo que, se define como mejor operadora en cuanto a relación entre la potencia de la señal recibida y el nivel de ruido se encuentra CLARO que tiene el valor alto más alto dentro de este parámetro e indica una mejor calidad de la señal, con una condición de Excelente. Seguido se encuentra la operadora de MOVISTAR que tiene una condición Media aquí no varía el valor mínimo y se mantiene en todas las potencias. Y finalmente se encuentra CNT, que tiene el mismo valor que Movistar, pero tiene variación en su valor mínimo por lo que cuenta con una condición Media que provoca una velocidad de datos considerable.

**Tabla 37**

*Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSSNR (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	21.0
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	6.0
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	6.0

### **Análisis de Ping o Latencia.**

Realizado la recolección de datos en el Patio Central, se determina que la operadora que cuenta con una mejor latencia es la operadora de MOVISTAR, ya que cuenta con el Ping más bajo y decente, se condiciona como Deficiente, pero la conexión y respuesta depende al uso de datos que se esté realizando. Seguido se encuentra la operadora CNT, que tiene una latencia bastante elevada y se condiciona como Deficiente.

Y finalmente se encuentra CLARO con valor de latencia más alto en este lugar, por lo que también se condiciona Deficiente e inestable dentro de este escenario causando una conexión y respuesta lenta entre servidor y dispositivo.

**Tabla 38***Resultados de Ping*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>PING / LATENCIA (ms)</b>
<b>1ero</b>	<b>MOVISTAR</b>	152
<b>2da</b>	<b>CNT</b>	159
<b>3era</b>	<b>CLARO</b>	170

**Análisis de Jitter o Fluctuación.**

En este escenario existe cierta cantidad de variación en el retardo de la transmisión de datos de la red, por lo que, se define a la operadora MOVISTAR como la mejor, condicionada como Excelente, ya que, cuenta con un Jitter bajo entre los demás valores e indica que los paquetes están llegando al receptor de forma predecible, seguido se encuentra CLARO, con una condición Buena, esto provoca ciertos problemas no muy notables en diversas actividades de transmisión de datos. Y finalmente CNT, considerada como Deficiente con un valor bastante alto e indica que existen variaciones de tiempo en la llegada de paquetes y de forma irregular.

Estos valores son mínimos, ya que el ping al tener en un inicio un valor mínimo y después un valor máximo, se produce la fluctuación arrojando datos mínimos dentro del escenario y del parámetro KPI.

**Tabla 39***Resultados de Jitter*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>JITTER / FLUCTUACION (ms)</b>
<b>1ero</b>	<b>MOVISTAR</b>	6
<b>2da</b>	<b>CLARO</b>	16
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	61

### **Análisis de Velocidad de Transmisión.**

En este escenario y con los datos recolectados, se define a MOVISTAR como la operadora con mejor velocidad de transmisión en UpLink, ya que, tiene el mejor valor de subida, y se condiciona como Media. Seguido en la velocidad de transmisión de subida se encuentra CLARO con un valor rescatable y condicionado como Media. Y finalmente se encuentra CNT con un valor por debajo de los Mbps y que se considera el peor escenario dentro de la navegación, por lo que, es condicionada como Deficiente.

Mientras tanto en Downlink la mejor operadora es CLARO se condiciona como Excelente e indica un mayor acceso rápido en la recepción de paquetes. Seguido esta MOVISTAR, con una velocidad bastante considerable, por lo que, se condiciona como Media. Y finalmente se encuentra CNT, con valores alejados de las demás operadoras y provoca que sea tardía la comunicación está condicionada como Deficiente.

**Tabla 40**

*Análisis de Velocidad de transmisión.*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>UpLink (Mbps)</b>	<b>DownLink (Mbps)</b>
<b>1ero</b>	<b>MOVISTAR</b>	3.6	4.6
<b>2da</b>	<b>CLARO</b>	3.1	28.2
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	448.6 Kbps	1.1

### **Escenario de Prueba 5 (Lab de E.E.T).**

Los datos que se recolectaron dentro de este escenario se encuentran detallados en la Tabla 16. Tomando en cuenta las condiciones de recepción y los datos KPI. Además, se muestra en las Tablas 47,48,49,50,51 y 52 respectivamente, los valores, condiciones y comparaciones entre las operadoras



### **Análisis de Intensidad de señal o potencia (RSRP).**

En el Laboratorio de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones se define que la operadora con mejor calidad de intensidad de señal o potencia es CLARO, ya que posee un valor alto y tiene conexiones de velocidad altas, con una recepción apropiada, por lo que, se promedia en una condición de Buena. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, operadora la cual se establece en una condición de Media, y finalmente la última operadora es CNT, con un valor mínimo dentro del parámetro y se condiciona como Deficiente, provocando señales y conexiones débiles.

**Tabla 41**

*Resultados de intensidad de señal o potencia*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRP (dBm)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-89
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	-93
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	-113

### **Análisis de la calidad de señal recibida específica. (RSRQ)**

La calidad de señal recibida en el este escenario de prueba, se define como la mejor, a la operadora de CLARO, ya que tiene un valor alto, e indica una mejor calidad de señal, y es más fuerte dicha señal que la cantidad de ruido y la interferencia en el entorno, está condicionada como Excelente, seguido se encuentra la operadora de CNT, el valor que presenta esta operadora no varía al momento que recibe diferente intensidad de señal y se encuentra condicionada como Buena y finalmente se encuentra la operadora de MOVISTAR, que tiene el valor igual que CNT pero con variaciones en sus valores mínimos, se considera como Buena , pero que cuenta con una calidad de señal que varía dentro de esta condición.

**Tabla 42***Resultados de calidad de señal recibida*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRQ (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-10
<b>2da</b>	<b>CNT</b>	-11
<b>3era</b>	<b>MOVISTAR</b>	-11

**Análisis de la señal a ruido de la señal de referencia (RSSNR)**

Como se sabe, este parámetro se utiliza para medir la calidad de la señal en dB, por lo que, se define como mejor operadora en cuanto a relación entre la potencia de la señal recibida y el nivel de ruido se encuentra CLARO que tiene el valor alto más alto dentro de este parámetro e indica una mejor calidad de la señal, con una condición de Bueno. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, que tiene una condición Media con una diferencia de valores mínimos. Y finalmente se encuentra CNT, que tiene la peor calidad de señal, a punto de llegar al límite y que cuenta con una condición Deficiente que provoca una velocidad de datos lenta.

**Tabla 43***Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSSNR (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	18.0
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	10.0
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	1.0

**Análisis de Ping o Latencia.**

Realizado la recolección de datos dentro de este escenario de prueba, se determina que la operadora que cuenta con una mejor latencia es la operadora de CLARO, ya cuenta con el Ping más bajo e indica una conexión y respuesta rápida se considera como Media. Seguido

se encuentra la operadora MOVISTAR, se condiciona como Media, pero con un ping a elevado dentro de la condición. Y finalmente se encuentra CNT con valor de latencia alto, por lo que es Deficiente e inestable dentro de este escenario causando una conexión y respuesta lenta entre servidor y dispositivo.

**Tabla 44**

*Resultados de Ping*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>PING / LATENCIA (ms)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	126
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	128
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	159

#### **Análisis de Jitter o Fluctuación.**

En este escenario existe cierta cantidad de variación en el retardo de la transmisión de datos de la red, por lo que, se define a la operadora MOVISTAR como la mejor, condicionada como Buena, ya que, cuenta con un Jitter bajo entre los demás valores e indica que los paquetes están llegando al receptor de forma predecible. Seguido se encuentra CLARO, con una condición de Media pese a tener esta condición provoca problemas en diversas actividades de transmisión de datos. Y finalmente se encuentra CNT, considerada como Deficiente con un valor bastante alto y alejado de los demás e indica que existen variaciones de tiempo en la llegada de paquetes y de forma irregular.

**Tabla 45***Resultados de Jitter*

N° ORDEN	OPERADORA	JITTER / FLUCTUACION (ms)
1ero	MOVISTAR	11
2da	CLARO	28
3era	CNT	159

**Análisis de Velocidad de Transmisión.**

En el Laboratorio de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones con los datos recolectados, se define a MOVISTAR como la operadora con mejor velocidad de transmisión en UpLink, ya que, tiene el mejor valor de subida, y se condiciona como Media. Seguido en la velocidad de transmisión de subida esta CLARO con un valor no muy alejado del primero que se condiciona como Media. Y finalmente se encuentra CNT con un valor por debajo de los Mbps y que se considera el peor escenario dentro del envío de datos se encuentra condicionada como Deficiente.

Mientras tanto en Downlink la mejor operadora es CLARO se condiciona como Excelente e indica un mayor acceso rápido en la recepción de paquetes. Seguido esta MOVISTAR, con valores eficientes dentro de las condiciones por lo que su velocidad de descarga es Excelente. Y finalmente se encuentra CNT, con valores alejados de las demás operadoras llegando a aproximarse debajo de los Mbps y provoca que sea tardía la comunicación está condicionada como Deficiente.

**Tabla 46***Análisis de Velocidad de transmisión.*

N° ORDEN	OPERADORA	UpLink (Mbps)	DownLink (Mbps)
1ero	CLARO	3.2	43.1

N° ORDEN	OPERADORA	UpLink (Mbps)	DownLink (Mbps)
2da	MOVISTAR	3.4	25.1
3era	CNT	76.0 Kbps	1.7

### **Escenario de Prueba 6 (Entrada Principal/ Garita)**

Los datos que se recolectaron en la entrada principal del Campus se encuentran detallados en la Tabla 17. Tomando en cuenta las condiciones de recepción y los datos KPI. Además, se muestra en las Tablas 53,54,55,56,57 y 58 respectivamente, los valores, condiciones y comparaciones entre las operadoras

#### **Análisis de Intensidad de señal o potencia (RSRP).**

En la puerta principal del Campus se define que la operadora con mejor calidad de intensidad de señal o potencia es CLARO, ya que posee un valor alto y tiene conexiones de velocidad elevadas, con una recepción considerable, por lo que, se promedia en una condición de Buena. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, operadora la cual se establece en una condición de Media. Y finalmente la última operadora es CNT, con un valor mínimo dentro del parámetro y se condiciona como Deficiente, provocando señales y conexiones débiles.

**Tabla 47**

*Resultados de intensidad de señal o potencia*

N° ORDEN	OPERADORA	RSRP (dBm)
1ero	CLARO	-90
2da	MOVISTAR	-97
3era	CNT	-107

### **Análisis de la calidad de señal recibida específica. (RSRQ)**

La calidad de señal recibida en el este escenario de prueba, se define como la mejor, a la operadora de CLARO, ya que tiene un valor alto, e indica una mejor calidad de señal, y es más fuerte dicha señal que la cantidad de ruido y la interferencia en el entorno, está condicionada como Excelente, seguido se encuentra la operadora de CNT, el valor que presenta esta operadora recibe una adecuada intensidad de señal y se encuentra condicionada como Buena y finalmente se encuentra la operadora de MOVISTAR, que tiene un valor considerable para este parámetro, se condiciona como Buena.

**Tabla 48**

*Resultados de calidad de señal recibida*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSRQ (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	-10
<b>2da</b>	<b>CNT</b>	-11
<b>3era</b>	<b>MOVISTAR</b>	-13

### **Análisis de la señal a ruido de la señal de referencia (RSSNR)**

Como se sabe, este parámetro se utiliza para medir la calidad de la señal en dB, por lo que, se define como mejor operadora en cuanto a relación entre la potencia de la señal recibida y el nivel de ruido se encuentra CLARO que tiene el valor alto más alto dentro de este parámetro e indica una mejor calidad de la señal, con una condición de Bueno. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, que tiene una condición Media con una diferencia de valores altos. Y finalmente se encuentra CNT, que tiene la peor calidad de señal, a punto de llegar al límite en su valor máximo y que cuenta con una condición Deficiente que provoca una velocidad de datos lenta.

**Tabla 49***Resultado de calidad de señal en relación potencia y ruido*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>RSSNR (dB)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	17.0
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	4.0
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	2.0

**Análisis de Ping o Latencia.**

Realizado la recolección de datos dentro de este escenario de prueba, se determina que la operadora que cuenta con una mejor latencia es la operadora de CLARO, ya cuenta con el Ping más bajo e indica una conexión y respuesta rápida se considera como Media. Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR, se condiciona como Media, pero con un ping a elevado. Y finalmente se encuentra CNT con valor de latencia alto, por lo que es Deficiente e inestable dentro de este escenario causando una conexión y respuesta lenta entre servidor y dispositivo.

**Tabla 50***Resultados de Ping*

<b>N° ORDEN</b>	<b>OPERADORA</b>	<b>PING / LATENCIA (ms)</b>
<b>1ero</b>	<b>CLARO</b>	125
<b>2da</b>	<b>MOVISTAR</b>	129
<b>3era</b>	<b>CNT</b>	179

**Análisis de Jitter o Fluctuación.**

En este escenario existe cierta cantidad de variación en el retardo de la transmisión de datos de la red, por lo que, se define a la operadora MOVISTAR como la mejor, condicionada como Buena, ya que, cuenta con un Jitter bajo entre los demás valores e indica que los paquetes están llegando al receptor de forma predecible. Seguido se encuentra CLARO, con

una condición de Media pese a tener esta condición provoca problemas en diversas actividades de transmisión de datos. Y finalmente se encuentra CNT, considerada como Deficiente con un valor bastante alto y alejado de los demás e indica que existen variaciones de tiempo en la llegada de paquetes y de forma irregular.

**Tabla 51**

*Resultados de Jitter*

N° ORDEN	OPERADORA	JITTER / FLUCTUACION (ms)
1ero	MOVISTAR	11
2da	CLARO	27
3era	CNT	49

#### **Análisis de Velocidad de Transmisión.**

En la entrada principal del Campus y junto con los datos recolectados, se define a MOVISTAR como la operadora con mejor velocidad de transmisión en UpLink, ya que, tiene el mejor valor de subida, y se condiciona como Buena. Seguido en la velocidad de transmisión de subida esta CLARO con un valor no muy alejado del primero que se condiciona como Media y finalmente se encuentra CNT con un valor por debajo de los Mbps y que se considera el peor escenario dentro del envío de datos se encuentra condicionada como Deficiente.

Mientras tanto en Downlink la mejor operadora es CLARO se condiciona como Buena e indica un mayor acceso rápido en la recepción de paquetes. Seguido esta MOVISTAR, con una gran diferencia de valor a la primera operadora, por lo que, su velocidad de descarga está condicionada como Deficiente. Y finalmente se encuentra CNT, con valores alejados de las demás operadoras que está por debajo de los Mbps y provoca que sea tardía y pésima la comunicación, está condicionada como Deficiente.



**Tabla 52***Análisis de Velocidad de transmisión.*

N° ORDEN	OPERADORA	UpLink (Mbps)	DownLink (Mbps)
1ero	CLARO	4.1	18.1
2da	MOVISTAR	7.8	3.6
3era	CNT	180.8 Kbps	580.1 Kbps

**Escrito del resumen de análisis de la calidad de servicio con App.**

A continuación, se muestra en la Figura 51, un resumen del análisis de servicio de los mejores valores obtenidos que fueron ya detallados. Se especifica el lugar, los KPIs, la condición de calidad de la operadora que encabeza dentro del sector, también se detalla la condición de calidad dentro de cada KPIs y la condición de cada KPI en general. En la Tabla 53, se muestra el valor y el color de la condición para determinar este resumen.

**Tabla 53***Valor de condición*

CONDICIÓN	VALOR
EXCELENTE	1
BUENA	1
MEDIA	1
DEFICIENTE	1

*Nota.* Se muestra el valor y el color de cada condición para el resumen de la Figura 51

Figura 51

*Resumen de Análisis de Calidad de Servicio*

LUGAR	RSRP	RSRQ	RSSRN	PING	JITTER	UPLINK	DOWNLINK	C.I	C.I	C.I	C.I	C.G
EDIFICIO CENTRAL	CLARO	CLARO	CLARO	CLARO	MOVI	CLARO	CLARO	3	2	2	0	EXCELENTE (CLARO)
LAB.PETROQUIMICA	MOVI	CLARO	CLARO	CLARO	MOVI	CLARO	MOVI	2	1	4	0	MEDIA (CLARO)
LAB.AERONAUTICA	CLARO	CLARO	CLARO	CLARO	MOVI	CNT	MOVI	1	1	5	0	MEDIA (CLARO)
PATIO CENTRAL	CLARO	CLARO	CLARO	MOVI	MOVI	MOVI	CLARO	5	0	1	1	EXCELENTE (CLARO)
LAB. EET	CLARO	CLARO	CLARO	CLARO	MOVI	MOVI	CLARO	2	3	2	0	BUENA (CLARO)
PUERTA PRINCIPAL / GARITA	CLARO	CLARO	CLARO	CLARO	MOVI	MOVI	CLARO	1	5	1	0	BUENA (CLARO)
	MEDIA	EXCELENTE	NEUTRA	MEDIA	BUENA	MEDIA	EXCELENTE					

CONDICION INDIVIDUAL	C.I
CONDICION GENERAL	C.G

*Nota.* Se muestra un resumen de todo el análisis de calidad de servicio, detallando parámetros importantes junto con las operadoras que encabezan dentro del sector y su condición de calidad.

Una vez realizado el análisis de los resultados en los diferentes sectores y en base a la Figura 38. Se determina que, la operadora CLARO encabeza en cada uno de los seis sectores estratégicos dentro del Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga. Esta operadora cuenta con la mejor valoración dentro de la Universidad, además, esta operadora cuenta con los mejores parámetros en cuanto a los respectivos KPIs, se refiere. Se toma en cuenta el parámetro de RSRP o intensidad de señal que a nivel general de las operadoras tiene la siguiente valoración que se muestra en la Tabla 54. A excepción del parámetro Jitter que tiene como mejor operadora a MOVISTAR. Por otra parte, la operadora que cuenta con una intensidad de señal totalmente baja es CNT, la cual no cuenta ni con una cobertura adecuada dentro del Campus, se muestra en la Figura 39. En el sector donde se encuentra una mejor intensidad de señal es en el patio central, con la condición de excelente. Esto debido a que no existe ninguna infraestructura que pueda obstaculizar la intensidad de la señal.

## Análisis mediante Mapas de Cobertura

Los siguientes mapas de cobertura se basa en simulación que son generadas a partir de los modelos de propagación que se utilizan a nivel general para el servicio de telecomunicaciones móviles. Las simulaciones pueden verse afectas por el tipo de terreno, obstáculos naturales y artificiales. Banda de frecuencias, volumen de tráfico de comunicaciones concurrentes. Sensibilidad de los equipos terminales, condiciones climáticas o edificaciones cercanas.

Los mapas de cobertura que se muestran, se basan en predicciones, así como se consideran referencias que se puede experimentar niveles de señal o disponibilidad en el uso de los accesos de servicio en una ubicación específica.

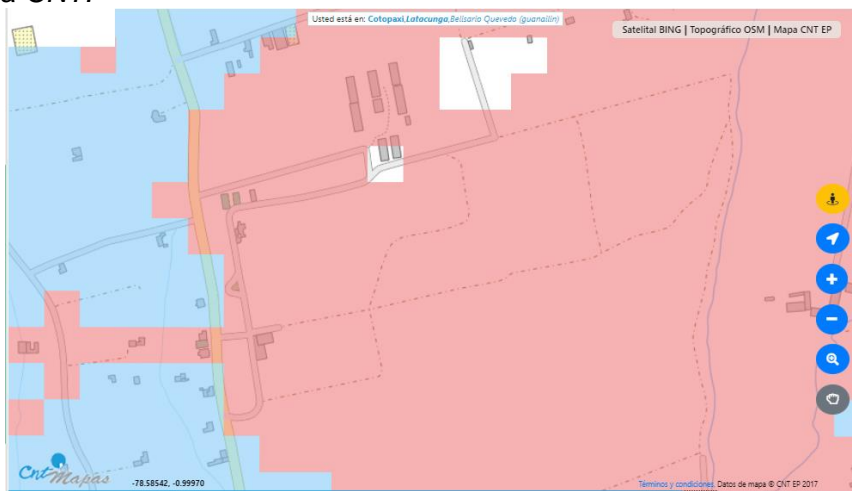
Se muestra a continuación los mapas de cobertura de cada operadora dentro del Campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga. Con esto se podrá determinar el porqué de la baja cobertura de señal dentro del Campus.

**Tabla 54**

*Nivel de señal RSRP*

NIVELES DE SEÑAL (RSRP)	VALORACIÓN
Cobertura con niveles $\geq -100$ dBm	ALTO
$-100$ dBm $\leq$ Cobertura con niveles $\geq -120$ dBm	MEDIO
$-120$ dBm $\leq$ Cobertura con niveles $\geq -140$ dBm	BAJO

*Nota.* Se muestra en la Tabla 54, la valoración general de los niveles de señal o intensidad de las operadoras móviles mediante su tecnología 4G. *Tomado de ArcGis Cobertura Claro 2024.*

**Figura 52***Mapa de Cobertura CNT.*

*Nota.* Se muestra en la Figura, el mapa de cobertura de la operadora MOVISTAR dentro del Campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – sede Latacunga. *Obtenido de CNT Mapas.*

**Figura 53***Mapa de Cobertura MOVISTAR*

*Nota.* Se muestra en la Figura, el mapa de cobertura de la operadora MOVISTAR dentro del Campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga. *Obtenido de Mapas de cobertura móvil Movistar.*

## Figura 54

Mapa cobertura CLARO



*Nota.* Se muestra en la Figura, el mapa de cobertura de la operadora CLARO, dentro del Campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga. *Obtenido de* Mapa de Cobertura Claro Ecuador.

Una vez recopilado los mapas de cobertura de cada una de las operadoras y con los datos obtenidos en tiempo real, se determina que la cobertura de la operadora CNT dentro del Campus tiende hacer BAJA, con una intensidad de señal por debajo de los  $-140\text{dBm}$ , y eso se muestra reflejado en los datos que se recolectaron mediante la aplicación.

Y se puede justificar mediante los mapas de cobertura los cuales muestra su intensidad de señal por debajo de lo que se espera.

Seguido se encuentra la operadora MOVISTAR la cual presenta una calidad que se representa como MEDIO, teniendo sus valores menores o iguales a los  $-120\text{dBm}$ , pero en ciertos sectores, existe propagación baja dentro del Edificio Central llegando a obtener valores

iguales o menores a  $-140\text{dBm}$ , esto es debido a su gran infraestructura lo que obstaculiza la buena calidad de intensidad de señal, pese a ello, la valoración se encuentra en un término considerable.

Finalmente, la operadora CLARO presenta una intensidad igual o por debajo de los  $-120\text{dBm}$  por lo que se sigue considerando a esta operadora con la mejor cobertura, intensidad de señal, excelente velocidad de descarga en todos los sectores estratégicos, teniendo en cuenta cada uno de los valores y el mapa de cobertura el cual se muestra en la Figura 54.

### **Encuestas de QoS.**

Se detalla a continuación el análisis de los parámetros no técnicos, que influyen en la Calidad de Servicio de las compañías de telefonía celular que prestan su servicio en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga. En esta encuesta participaron alrededor de 30 personas, estudiantes, docentes y administrativos entre hombres y mujeres, quienes se encuentran matriculados y asisten de manera diaria a la Universidad.

Se desarrollo en tres fases importantes:

- Estudio Bibliográfico
- Recolección de datos
- Análisis de factores con relación a la calidad de servicio de telefonía móvil.

Dentro de la recolección de datos se elaboró una encuesta con preguntas de selección múltiple de una sola respuesta, a excepción de la pregunta 5, que muestra la Figura 59. Se toma gran importancia para conocer el sector con más problemas de cobertura de la señal, además, tomando en cuenta la valoración que presenta la ARCOTEL para medir la calidad de servicio de cada una de las operadoras. Se cuestionará mediante el análisis que operadora cumple con los parámetros que rigen dentro de prestación del servicio de telefonía móvil.

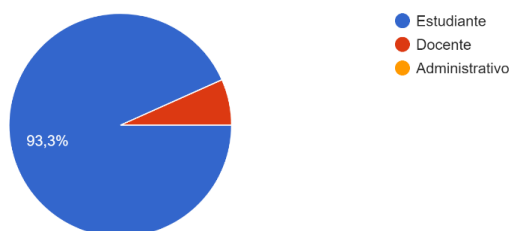
La encuesta se la realizó mediante Google Forms, para que las personas puedan responder, las mismas debían ingresar mediante el correo de la Universidad, esto para poder asegurar la confiabilidad de los datos obtenidos.

De acuerdo a las encuestas realizadas se obtienen los siguientes resultados:

### Figura 55

#### *Función dentro de la Universidad*

1. ¿Qué función cumple dentro de la Universidad?  
30 respuestas



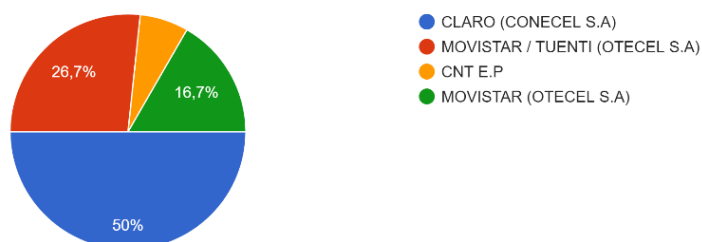
*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje del cargo que cumple dentro de la Universidad las personas encuestadas.

En esta pregunta se refleja el cargo que cumple dentro de la Universidad las 30 personas que fueron encuestadas, esto permite visualizar que los estudiantes fueron las personas con más porcentaje de encuestados. Permitiendo la confiabilidad de los datos obtenidos.

### Figura 56

#### *Operadora que utiliza.*

2. ¿Cuál es la operadora celular que usted utiliza?  
30 respuestas



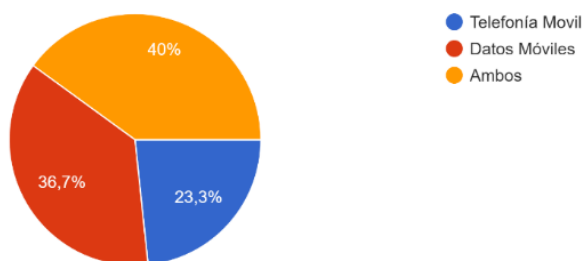
*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje de las operadoras que se utiliza dentro del Campus Belisario Quevedo.

Se puede observar que la operadora que más se utiliza dentro del Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Sede Latacunga es CLARO, con un porcentaje por más del 50%, seguido por MOVISTAR con un porcentaje del 43,4% y finalmente CNT con un porcentaje del 6,7%.

### Figura 57

#### *Inconvenientes dentro del Campus*

3. ¿Cuál es el servicio que más inconvenientes presenta dentro del Campus Belisario Quevedo?  
30 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje servicio que presenta más inconvenientes dentro del Campus.

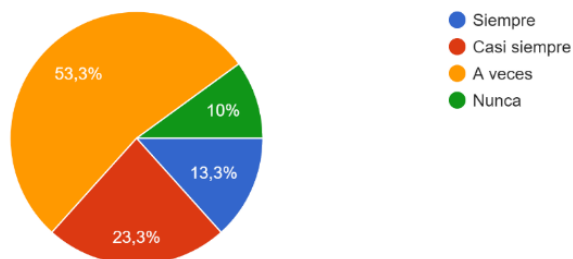
Se observa que los inconvenientes del servicio dentro del Campus Belisario Quevedo es tanto Telefonía Móvil como Datos Móviles con un 40%, seguido de solo Datos Móviles con un 36,7% y finalmente se encuentra la Telefonía Móvil con un 23,3%, esto se puede ver reflejado en los datos recolectados en el análisis mediante la aplicación.



**Figura 58***Frecuencia de inconvenientes de llamadas móviles*

4. Con qué frecuencia ha presentado inconvenientes al realizar una llamada móvil desde la Universidad.

30 respuestas



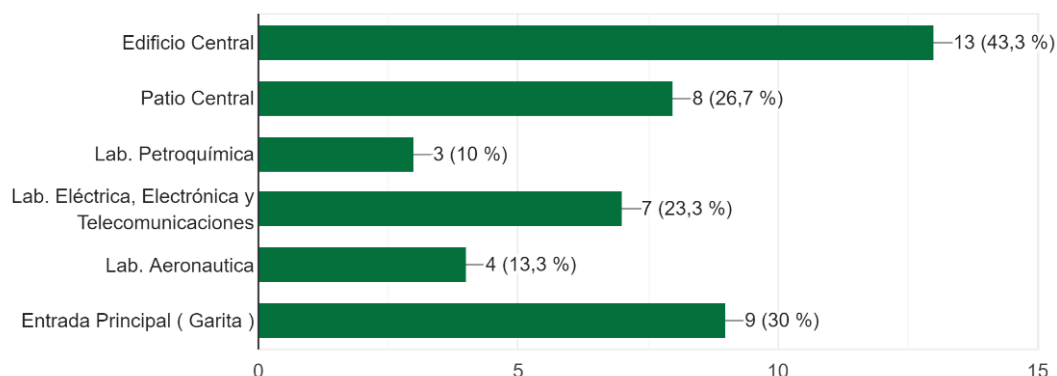
*Nota.* Se muestra en la Figura 45, el porcentaje de frecuencia de inconvenientes presentados dentro del Campus Belisario Quevedo.

En el gráfico se observa el porcentaje de inconvenientes que se presenta dentro del Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Sede Latacunga, con el mayor porcentaje se encuentra que A veces con un 53,3%, presentan inconvenientes al momento de realizar una llamada móvil, seguido presentan que Casi siempre con un 23,3% presentando inconvenientes, con un 13,3% mencionan que Siempre y finalmente con un 10% se refieren a que Nunca presentan inconvenientes cuando realizan una llamada móvil.

**Figura 59****Sectores estratégicos donde se presenta problemas de servicio celular**

5. ¿Cuándo presenta problemas de servicio celular, en qué sector dentro de la Universidad tiene más inconvenientes ?

30 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje de los lugares estratégicos dentro del Campus Belisario Quevedo que presenta más inconvenientes.

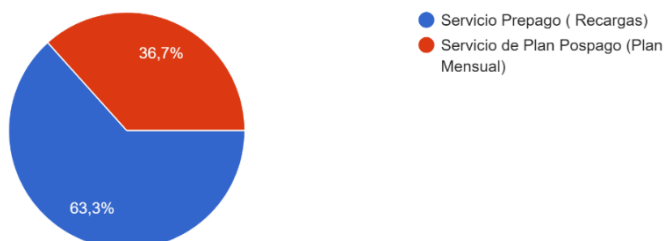
El lugar que presenta más inconvenientes en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Sede Latacunga, es el Edificio Central con un 43,3%, esto se puede también ver reflejado en el Mapa de Cobertura de cada una de las operadoras, al tener una infraestructura grande, provoca que la intensidad de la señal en general sea de baja calidad. Seguido se encuentra la Entrada Principal de la Universidad, esto se debe al alto tráfico de las personas, en ese sector con un 30%. Los lugares que menos porcentaje presentan son en los Laboratorios dentro de la Universidad esto depende del horario que se encuentren los estudiantes recibiendo clases en los establecimientos. El Patio Central como tal tiene una media de inconvenientes con un 26,7%.

## Figura 60

### Modalidad de servicio

6. ¿Qué modalidad de servicio móvil utiliza?

30 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje de modalidad de servicio que los encuestados cuentan dentro del Campus de la Universidad.

En el gráfico se muestra, la modalidad de servicio que utilizan dentro de la Universidad, teniendo como principal al Servicio Prepago o Recargas, con un 63,3%. Seguido del Servicio de Plan Pospago o el Plan Mensual, estos dos servicios tienen aspectos importantes dentro de la Universidad ya que las personas cuentan con el Servicio Prepago debido a los diferentes inconvenientes que presentan mediante la Modalidad de Plan Pospago, así que prefieren la modalidad de recargas.

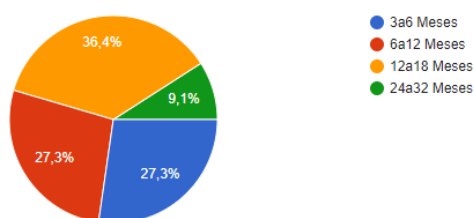
## Figura 61

### Tiempo de Servicio Pospago

Modalidad Plan Pospago

7. ¿Cuánto tiempo ya tiene su servicio de plan pospago?

11 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, el tiempo de servicio de plan pospago por parte de los encuestados.

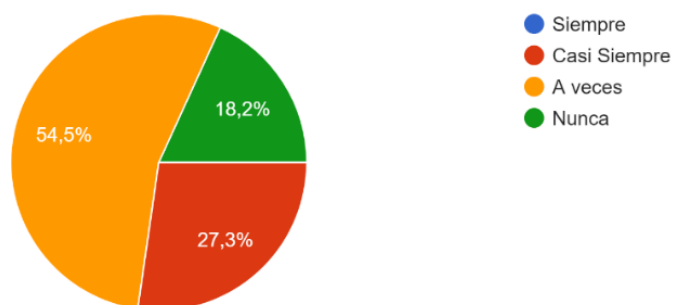
Las personas que utilizan el servicio de Plan Pospago, tienen un tiempo de uso con mayor porcentaje de 12<sup>a</sup>18 meses con un 36,4%, teniendo un alto tiempo de utilidad mediante este tipo de servicio, seguido se encuentran con un 27,3% el tiempo de 3<sup>a</sup>6 meses y de 6<sup>a</sup>12 meses, representa a que las personas tienen un tiempo de utilidad bastante corto y ya presentan inconvenientes. Y finalmente esta un tiempo de 24<sup>a</sup>32 meses con un porcentaje bajo de 9,1%.

## Figura 62

### *Problemas de servicio pospago*

8. ¿Ha presentado problemas de servicio en todo ese periodo?

11 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje de problemas de servicio de plan pospago.

*Obtenido de Google Forms.*

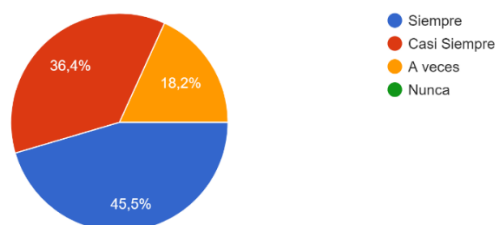
En el gráfico se visualiza, el porcentaje de problemas de servicio de plan pospago por parte de los encuestados, refleja con un 54,5% que A veces tienen inconvenientes dentro del Campus, seguido con un 27,3% refiriéndose a que Casi Siempre tienen problemas. Finalmente, con un 18,2% expresan que Nunca han tenido problemas de servicio.

### Figura 63

#### Tiempo de emisión de factura

9. ¿Usted recibe en un tiempo adecuado la emisión de su factura para poder realizar el pago del montón emitido?

11 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje de tiempo de la emisión de la factura del servicio pospago.

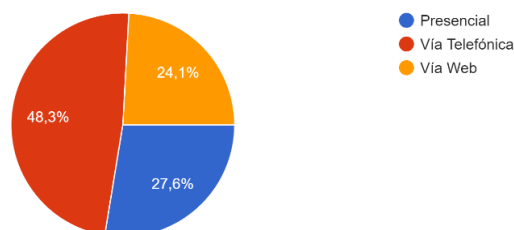
Los encuestados expresan que Siempre reciben en un tiempo adecuado la emisión de la factura para poder cancelar el monto, con un 45,5%, dejando como resultado un buen tiempo de recepción de facturas por parte de las operadoras, seguido con un 36,4% mencionan que Casi Siempre reciben la emisión de la factura. Finalmente, con un 18,2, indican que A veces reciben la emisión de la factura en un tiempo adecuado por parte de la operadora.

### Figura 64

#### Modalidad de reclamos.

10. ¿Cuándo presenta problemas en el servicio de su operadora de qué manera realiza el reclamo?

29 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje de las modalidades de reclamos a las operadoras.

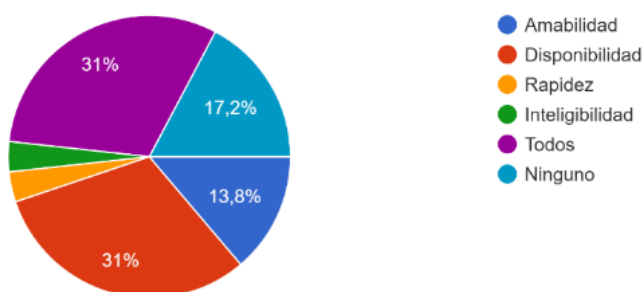
De las personas encuestadas la mayoría presenta sus reclamos con la modalidad de Vía Telefónica con un 48,3%, seguido con un 27,6% presentan sus reclamos de manera presencial. Finalmente, las personas prefieren hacerlo Vía Web, esto por la falta de confiabilidad que pueden llegar a experimentar mediante este modo.

### Figura 65

#### Aspectos en los centros de atención

11. ¿Qué aspectos percibió en el centro de atención al cliente al realizar su reclamo o inconveniente?

29 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, los aspectos que se perciben dentro de los centros de atención de cada operadora.

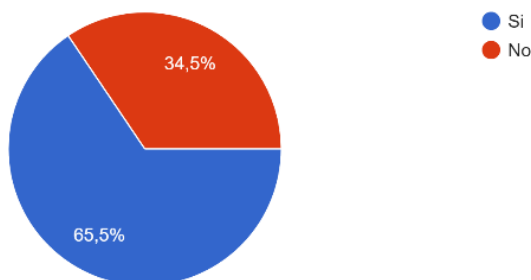
En el gráfico se muestra uno de los aspectos más importantes dentro de la calidad de servicio, ya que este método se utiliza para medir el nivel de confianza. Como mayor aspecto se encuentra la Disponibilidad junto con el aspecto Todos, el cual representa que las operadoras brindan un buen nivel dentro de los centros de atención al cliente. Seguido también se encuentra con un 17,2% y mencionan que no recibieron ningún aspecto al momento de dirigirse al centro de atención por lo que baja el nivel de calidad por parte de la operadora.

### Figura 66

#### Solución de problemas

12. La operadora. ¿Solucionó su problema o inquietud?

29 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje de personas que menciona si la operadora pudo solucionar el problema o inquietud.

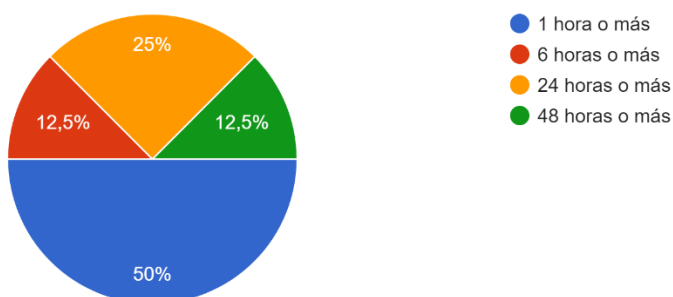
En el grafico se aprecia con un porcentaje del 65,5% donde indica que las operadoras Si solucionaron su problema o inquietud, por lo que tiene un índice alto de solución de problemas, por otra parte, se demuestra con un 34,5% que la operadora No soluciono el problema o inquietud presentada por los encuestados.

### Figura 67

#### Tiempo de solución de inquietudes

13. ¿Qué tiempo demoró la empresa en solucionar su inquietud?

24 respuestas



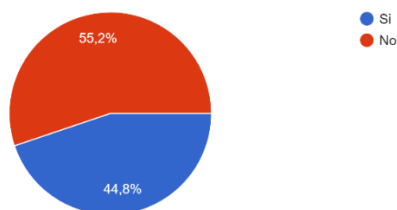
*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje de tiempo de solución de inquietudes por parte de las operadoras.

En el grafico indica el porcentaje de tiempo de solución de problemas o inquietudes por parte de las operadoras, este aspecto es importante para poder medir la calidad de satisfacción del servicio, en donde se muestra con más del 50% un tiempo bastante relevante que es de 1 hora o más, por lo que los encuestados califican de manera buena al tiempo de resolución de problemas de su operadora, seguido muestra un 25% con un tiempo de resolución de 24 horas o más. Finalmente se encuentran con un porcentaje similar del 12,5% entre 6 horas o más y 48 horas o más por lo que cuenta con una calidad de servicio de respuesta bajo.

### Figura 68

#### *Desconexión del servicio*

14. ¿Ha presentado desconexión del servicio de forma errónea o sin previo aviso?  
29 respuestas



*Nota.* Se muestra en la Figura, el porcentaje de desconexión del servicio sin previo aviso por parte de las operadoras.

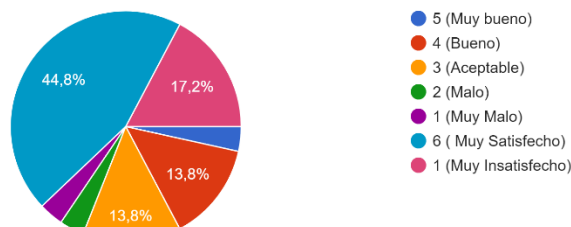
De las personas encuestadas, se detalla con un porcentaje del 55,2% que No han presentado este tipo de desconexión del servicio sin previo aviso o de forma errónea, la ARCOTEL presenta este parámetro como importante ya que, es una forma de medir la calidad de servicio dentro del Campus. Con el 44,8% representa a que Si han recibido este tipo de desconexión por lo que las operadoras tienen un porcentaje bueno con respecto al parámetro mencionado.



## Figura 69

### Rango de satisfacción.

15. En el rango del 1 al 5. ¿Como calificaría usted a la calidad del servicio que le presta su operadora dentro del Campus Belisario Quevedo? To...nta los factores mencionados con anterioridad.  
29 respuestas



*Nota.* En la Figura 56 se muestra el porcentaje del grado satisfacción de calidad de servicio dentro del Campus Universitario. *Obtenido de Google Forms.*

Se indica en el grafico el rango de satisfacción que los encuestados califican dentro de los sectores estratégicos acerca de la calidad de servicio, por lo que mencionan que con un 44,8% con un grado de satisfacción como Muy Satisfecho y con el 3,4% Muy Bueno, por lo que presentan una calidad de servicio estable dentro del Campus, cada encuestado define a las diferentes operadoras con un rango entre Aceptable y Bueno con un porcentaje igualitario de 13,8%. Y finalmente, se muestra con un 17,2% el peor grado de Muy Insatisfecho y con un porcentaje del 3,4% entre Malo, Muy Malo, por parte del servicio de las operadoras durante este tiempo a los encuestados.

### Escrito de los resultados obtenidos mediante encuesta.

En los resultados principales obtenidos, los encuestados tienen preferencia por la operadora de Claro con un 50% de confiabilidad, donde las operadoras Movistar y Cnt, se reparten un porcentaje del 50% de participación dentro del Campus. Los encuestados prefieren la modalidad de servicio de prepago con un índice del 63,3% seguido del servicio pospago con un 36,7% de todas las operadoras.

El identificar el sector donde presenta más inconvenientes para el servicio de telefonía celular es importante ya que se puede demostrar que el Edificio Central cuenta como el peor lugar para la utilización de datos móviles o llamadas telefónicas con un 43,3%, debido a su gran infraestructura y los factores a su alrededor. Tanto la operadora Claro y Movistar tienen inconvenientes de calidad de servicio dentro de este sector según la encuesta realizada.

La emisión de facturas a tiempo y la respuesta de reclamos inmediatos tiene como líder a la operadora Claro, seguido de Movistar teniendo con un índice de calidad de Buena a Muy Satisfecha por parte de los encuestados.

Y finalmente los aspectos dentro de los centros de atención al cliente son relevantes ya que tienen un grado de importancia para medir la calidad de servicio, las operadoras Claro y Movistar tienen un índice de satisfacción alto con el 82,6 teniendo presente cada uno de los aspectos como amabilidad, disponibilidad al momento de presentar su requerimiento al servicio al cliente. Con un porcentaje del 17,2% se encuentra que ningún encuestado ha recibido dichos aspectos, por ello es importante tener en cuenta cada parámetro que respondieron los encuestados.

#### **Fortalezas y Debilidades de cada operadora.**

En la Tabla 55, se muestra las fortalezas y debilidades de la operadora CLARO, gracias al análisis de resultados se puede definir que:

Tabla 55

*Fortalezas y debilidades de CLARO*

<b>OPERADORA</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>CLARO</b>	<p>Tiene una amplia cobertura de red a nivel nacional, su potente intensidad de permite uno de los mejores servicios de conexión. El avance en las tecnologías 3G y 4G permite tener una mejor experiencia en cada uno de los usuarios. La emisión de las facturas a tiempo en base a los resultados marca de manera positiva la disponibilidad de la operadora. La variedad de servicios es indispensable para que las personas migren a la operadora de Claro.</p>	<p>El amplio mercado de telefonía móvil dentro del Ecuador afecta a la participación en el servicio. La atención al cliente se reporta como tardía, en base al tiempo de respuesta de reclamos como marca el análisis de resultados. Pese a tener una amplia cobertura, presenta desconexiones del servicio de forma inesperada o de forma errónea hacia los usuarios.</p>

*Nota.* Se muestra en la Tabla, el cuadro de las fortalezas y debilidades de la operadora Claro.

En la Tabla 56, se detalla las fortalezas y debilidades de la operadora MOVISTAR, gracias al análisis de resultados se puede definir que:

Tabla 56

*Fortalezas y debilidades MOVISTAR*

<b>OPERADORA</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>MOVISTAR</b>	Movistar al ser una empresa parte de Telefónica, cuenta con una reputación y reconocimiento Internacional. Gracias a esto, tiene un alto respaldo de telecomunicaciones mundialmente. La cobertura de red a nivel nacional y la inversión a la tecnología 4G permite que la comunicación sea rápida entre usuarios, el tiempo de respuesta de reclamos por parte de la operadora es inmediato con una condición de calidad al usuario Excelente.	La alta participación en el mercado por parte de otras operadoras con mejores coberturas, hace que tenga un alto grado de saturación al ofrecer los mismos servicios, o planes de telefonía mejores. Cuenta con una baja calidad del servicio en venta de sus dispositivos SIM, ya que tiene un bajo posicionamiento en cuanto a emisión de facturas y cobros por mora diariamente.

*Nota.* Se muestra en la Tabla, el cuadro de las fortalezas y debilidades de la operadora Movistar.

En la Tabla 57, se detalla las fortalezas y debilidades de la operadora CNT, gracias al análisis de resultados se puede definir que:

**Tabla 57**

*Fortalezas y debilidades CNT*

<b>OPERADORA</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>CNT</b>	CNT al ser una empresa pública y pertenecer directamente al estado ecuatoriano cuenta con una mejor infraestructura en cuanto a la instalación de radiobases. Tiene beneficios respaldados por el gobierno teniendo una buena estabilidad económica. Empresa que lidera en las telecomunicaciones en el Ecuador. Cuenta con paquetes de servicios con precios competitivos y económicos.	CNT presenta la cobertura móvil más baja. Al ser empresa pública tiene la obligación de ofrecer conexiones de telecomunicaciones en absolutamente todo el territorio ecuatoriano. Los mapas de cobertura de la misma operadora muestran su propagación en un nivel bajo. Llego a invertir en últimas tecnologías, pero para llegar al punto de modernizarse y desde el punto de vista del usuario no llega a ser una de las operadoras favoritas en el mercado

Nota. Se muestra en la Tabla. el cuadro de las fortalezas y debilidades de la operadora CNT.

A continuación, y como resultado final, se muestra un cuadro comparativo que representa los resultados principales para poder establecer la calidad de servicio entre las operadoras en el Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga.

**Tabla 58**

*Cuadro comparativo con las principales características.*

<b>OPERADORA</b>	<b>Intensidad de Señal</b>	<b>Velocidad de Transmisión</b>	<b>Tiempo de solución de inquietudes</b>	<b>Rango de Satisfacción del Usuario</b>	<b>Mapa de Cobertura</b>
<b>CLARO</b>	Operadora con el mejor rango de intensidad de señal RSRP que va desde los -100dBm hasta los -70dBm.	Cuenta con una velocidad de transmisión en Downlink valorada como excelente, que va desde 7.2Mbps hasta los 43.1 Mbps.	Esta operadora se encuentra como la mejor en el tiempo de solución de inquietudes teniendo un tiempo de 1hra o más.	Los usuarios encuestados en el Campus Universitario, calificaron a Claro como una de las mejores operadoras en cuanto a la satisfacción del servicio.	Claro cuenta con la mejor propagación dentro del mapa de cobertura, que soporta tecnologías 3G y 4G dentro del Campus Universitario.

OPERADORA	Intensidad de Señal	Velocidad de Transmisión	Tiempo de solución de inquietudes	Rango de Satisfacción del Usuario	Mapa de Cobertura
<b>MOVISTAR</b>	Movistar es la segunda operadora con la mejor intensidad dentro del Campus Universitari o, ya que su RSRP va desde -111 dBm hasta los -93dBm, posicionándose con una condición de Media.	La velocidad de transmisión de esta operadora en Downlink se encuentra valorada como Buena, que va desde 3.6 Mbps hasta los 23.5 Mbps	El tiempo de resolución de problemas de esta operadora se encuentra entre un tiempo de 1hra o más, dato calificado por los usuarios dentro del Campus.	En el rango de satisfacción del usuario Movistar es la operadora que cuenta con una valoración entre Buena y Mala debido a su baja intensidad de señal. Y Calidad de servicio.	Dentro del mapa de cobertura Movistar presenta una intervención de calidad en tecnología 3G y 4G, teniendo como mejor cobertura en las áreas verdes, en las edificaciones presenta una intensidad baja.

<b>OPERADORA</b>	<b>Intensidad de Señal</b>	<b>Velocidad de Transmisión</b>	<b>Tiempo de solución de inquietudes</b>	<b>Rango de Satisfacción del Usuario</b>	<b>Mapa de Cobertura</b>
<b>CNT</b>	CNT se encuentra con una intensidad de señal valorada como Deficiente en base al análisis de datos, donde presenta un RSRP por debajo de los -100dBm y -113dBm, Teniendo la peor valoración.	En cuanto a velocidad de transmisión esta operadora presenta en Downlink una valoración de Media y Deficiente que llega al límite por debajo de los Mbps que va desde los 580,1 Kbps hasta los 8.3 Mbps.	Esta operadora cuenta con un tiempo de resolución de inconvenientes con un tiempo de 24horas o más e incluso la operadora no soluciono el problema del usuario.	Cuenta con un rango de satisfacción del usuario mediante los datos y el análisis que presenta con una valoración que va desde aceptable hasta muy malo.	CNT cuenta con una propagación de la tecnología 4G valorada en un promedio de calidad menor al rango considerado presenta baja cobertura en todo el Campus Universitario a excepción de la Puerta Principal.

*Nota.* Se muestra en la Tabla 57, las principales características de la calidad de servicio, comparando cada operadora mediante el análisis y datos recolectados.



## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- Se determina que existen varias herramientas para la evaluación y monitoreo de la calidad de servicio, aplicaciones que arrojan datos de velocidad e intensidad de señal en tiempo real, como la utilizada Network Cell Info, con una valoración en las tiendas de 4.5 estrellas, otro método relevante son las encuestas de QoS, que se las realizó a los estudiantes y docentes del Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Sede Latacunga obteniendo así datos de confiabilidad.
- Después de realizar el análisis de calidad de servicio dentro del Campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Sede Latacunga, se puede asumir que, la operadora CLARO cuenta con los mejores parámetros técnicos y de atención al cliente, debido a su amplia cobertura de señal y a su grado de confiabilidad en los estudiantes y docentes, las fortalezas y debilidades de esta operadora hacen que sus condiciones de servicio sean efectivas y satisfactorias.
- Finalmente, se realizó el cuadro comparativo de las tres operadoras principales que actúan dentro del Campus Universitario, se detalla las características principales con los resultados obtenidos después del análisis mediante los diferentes métodos.

**Recomendaciones**

- Es recomendable realizar un monitoreo continuo en el Campus, ya que los abonados en el servicio móvil aumentan de manera exponencial a medida que las tecnologías avanzan, esto permitirá que la calidad del servicio sea igualitaria en todas las operadoras y tenga un seguimiento por parte de las entidades encargadas.
- Brindar información dentro del Campus acerca del servicio de telefonía móvil avanzado permitirá que los usuarios contraten planes de servicios acorde a su dispositivo móvil y no presenten fallos en la conectividad.
- Investigar la posibilidad de realizar una ampliación de las infraestructuras de radio bases alrededor del Campus Belisario Quevedo, que permitirá establecer una comunicación confiable en todas las edificaciones y áreas verdes.

## Glosario

- **ARCOTEL:** Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, es el ente que tiene como objetivo principal el administrar, regular y controlar el servicio de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico, así como aspectos técnicos de medios de comunicación social. (ARCOTEL , s,f)
- **Concesión:** Proceso de una empresa, pública o privada, que otorgan el derecho de explotación sobre bienes y servicios para que se gestione de la mejor manera el proceso habitual. (Software Delsol, 2024)
- **CONECCEL:** Consorcio Ecuatoriano de Telecomunicaciones S.A., es una empresa que opera en el sector de las TIC, con su marca comercial Claro, operadora de telecomunicaciones propiedad de la mexicana América Móvil. (Bnamericas, 2024)
- **CNT:** Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P., es una empresa estatal de telecomunicaciones ecuatoriana, entidad relacionada con el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. (ARCOTEL, 2024)
- **PNF:** Plan Nacional de Frecuencias, es un documento que expresa la soberanía del Estado Ecuatoriano, para la administración del espectro radioeléctrico. (ARCOTEL, 2021)
- **OTECCEL:** Empresa que forma parte del grupo español Telefónica, ofrece los servicios de telecomunicaciones móviles, e internet, en el Ecuador. (EMIS, 2023)
- **Servicio Móvil Avanzado:** Es el servicio final de las telecomunicaciones, permitiendo a los usuarios que se comuniquen desde un dispositivo móvil mediante la transmisión, emisión y recepción de voz o datos móviles. (ARCOTEL, 2024)
- **UIT:** Es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las TICs, se encarga de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre miembros y empresas operadoras. (GovCo, 2024)

### Bibliografía

Acnur. (2008). *Constitucion del Ecuador (2008)*. Obtenido de

<https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf>

Ángulo, S. (22 de Agosto de 2023). El Gobierno firmó la prórroga del contrato con Claro a 4 días de su vencimiento. *Expreso.ec*. Obtenido de [https://www.expreso.ec/actualidad/economia/gobierno-firmo-prorroga-contrato-claro-4-dias-vencimiento-](https://www.expreso.ec/actualidad/economia/gobierno-firmo-prorroga-contrato-claro-4-dias-vencimiento-170774.html#:~:text=El%20Gobierno%20ecuatoriano%20firm%C3%B3%20este,26%20de%20agosto%20de%202023.&text=En%20rueda%20de%20prensa%2C%20el,telefon%C3%ADa%20)

[170774.html#:~:text=El%20Gobierno%20ecuatoriano%20firm%C3%B3%20este,26%20de%20agosto%20de%202023.&text=En%20rueda%20de%20prensa%2C%20el,telefon%C3%ADa%20](https://www.expreso.ec/actualidad/economia/gobierno-firmo-prorroga-contrato-claro-4-dias-vencimiento-170774.html#:~:text=El%20Gobierno%20ecuatoriano%20firm%C3%B3%20este,26%20de%20agosto%20de%202023.&text=En%20rueda%20de%20prensa%2C%20el,telefon%C3%ADa%20)  
c

ARCOTEL . (s,f). *Preguntas frecuentes: 1. Preguntas Generales*. Obtenido de

<https://www.arcotel.gob.ec/1-preguntas-generales/>

ARCOTEL. (2015). *Resolución No. ARCOTEL-CZ5-2015*. Guayaquil. Obtenido de

<https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2016/03/ARCOTEL-CZ5-2015-0026-CNT-EP.pdf>

ARCOTEL. (15 de Marzo de 2017). *4G es la cuarta generación de tecnología de telefonía móvil*.

Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/4g/#>

ARCOTEL. (15 de Febrero de 2018). *ARCOTEL cumplió tres años de vida institucional*. Obtenido de

<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/arcotel-cumplio-tres-anos-vida-institucional/#:~:text=La%20ARCOTEL%2C%20entidad%20adscrita%20al,al%20Consejo%20Nacional%20de%20Telecomunicaciones.>

ARCOTEL. (Diciembre de 2018). *Boletín Estadístico IV Trimestre*. Obtenido de

[https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Diciembre-2018-v4\\_4.pdf](https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Diciembre-2018-v4_4.pdf)

ARCOTEL. (01 de Junio de 2018). *Servicio Movil Avanzado*. Obtenido de Boletin Estadistico 2018:

[https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Junio-2018\\_f.pdf](https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Junio-2018_f.pdf)

ARCOTEL. (2018). *Servicio Móvil Avanzado*. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado/>

ARCOTEL. (2020). *9 de Julio: Día Nacional de las Telecomunicaciones*. Obtenido de

<https://www.arcotel.gob.ec/9-de-julio-dia-nacional-de-las-telecomunicaciones/>

ARCOTEL. (01 de Febrero de 2020). *Boletin Estadistico No. 2020-01*. Obtenido de

<https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/boletin-febrero-2020-.pdf>

ARCOTEL. (02 de Mayo de 2020). *Infraestructura y Cobertura SMA*. Obtenido de

<https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BoletinEstadistico-May2020-SMA-CoberturaInfraestructura.pdf>

ARCOTEL. (15 de Julio de 2020). *Servicio Movil Avanzado SMA2*. Obtenido de

<https://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma2/>

ARCOTEL. (2021). *Plan Nacional de Frecuencias*. Obtenido de [https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2021/10/PNF-V.6.0\\_14-07-21\\_v.1.pdf](https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2021/10/PNF-V.6.0_14-07-21_v.1.pdf)

ARCOTEL. (2022). *Espectro Radioelectrico*. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico-2/>

ARCOTEL. (23 de Noviembre de 2023). *La ARCOTEL firmó la prórroga que extiende el contrato de*

*concesión, en las mismas condiciones, con la operadora OTECEL S.A.* Obtenido de

<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/la-arcotel-firmo-la-prorroga-que-extiende-el-contrato-de-concesion-en-las-mismas-condiciones-con-la-operadora-otecel-s-a/>

ARCOTEL. (2024). *CNT EP conecta con más y mejores servicios al Ecuador*. Obtenido de

<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/cnt-ep-conecta-con-mas-y-mejores-servicios-al->

ecuador/#:~:text=%2D%20La%20Corporaci%C3%B3n%20Nacional%20de%20Telecomunicaciones,internet%20ofertados%20en%20el%20pa%C3%ADs.

ARCOTEL. (2024). *Cobertura del 4G aumenta en Ecuador*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/cobertura-del-4g-aumenta-en-ecuador/>

ARCOTEL. (2024). *SMA*. Obtenido de [https://www.gob.ec/tramites/buscar?search\\_api\\_fulltext=SMA#:~:text=de%20telecomunicaciones%20m%C3%B3viles.-,Servicio%20orientado%20a%20personas%20naturales%20que%20permite%20que%20los%20usuarios,de%20voz%20o%20datos%20m%C3%B3viles.](https://www.gob.ec/tramites/buscar?search_api_fulltext=SMA#:~:text=de%20telecomunicaciones%20m%C3%B3viles.-,Servicio%20orientado%20a%20personas%20naturales%20que%20permite%20que%20los%20usuarios,de%20voz%20o%20datos%20m%C3%B3viles.)

ARCOTEL. (s.f.). *Resolución No. ARCOTEL* .

Asamblea Nacional Republica del Ecuador. (18 de Febrero de 2015). *Ley Organica de Telecomunicaciones*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf>

Avance digital. (s,f de s,f de s,f). *UMTS (3G)*. Obtenido de <https://advancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/tecnologias/movil/Paginas/UMTS.aspx>

Avellaneda, O. (30 de Diciembre de 2006). *Info Citel*. Obtenido de [https://www.oas.org/en/citel/infocitel/2006/diciembre/ngn\\_e.asp#:~:text=Las%20IMT%2D2000%20son%20la,redes%20terrenales%20o%20por%20sat%C3%A9lite.](https://www.oas.org/en/citel/infocitel/2006/diciembre/ngn_e.asp#:~:text=Las%20IMT%2D2000%20son%20la,redes%20terrenales%20o%20por%20sat%C3%A9lite.)

BandaAncha. (08 de Noviembre de 2017). *HSPA*. Obtenido de <https://wiki.bandaancho.st/HSPA>

Barbosa, S. (11 de Noviembre de 2021). *Paripassu*. Obtenido de Conceptos de calidad: todo lo que usted necesita saber: <https://www.paripassu.com.br/es/blog/conceptos-de-calidad>

Bnamericas. (2024). *Consortio Ecuatoriano de Telecomunicaciones,S.A. (CONECEL) CLARO ECUADOR*. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/consorcio-ecuatoriano-de-telecomunicaciones-sa-conecel-claro-ecuador>

- Cabrita, G., Cuenca, L., & Gil, A. (2013). *Sistema de monitoreo y seguridad aplicando la tecnología UMTS para la desactivación de vehículos en la línea de autos libres capry en el municipio Maracaibo*. Trabajo de Grado, Universidad Privada Rafael Beloso Chacín, Electrónica mención Telecomunicaciones, Maracaibo. Obtenido de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0096272/cap02.pdf>
- Caiza, D. M., & Sanchez, C. J. (23 de Enero de 2023). Análisis de calidad de servicio y cobertura de sistemas de cuarta generación de telefonía. 111. Sangolquí, Pichincha, Ecuador.
- Camacho, E. A. (2009). *Software de Planificación UMTS*. Tesis de Ingeniería de Telecomunicaciones, Universidad de Sevilla, Teoría de la Señal y Comunicaciones, Sevilla. Obtenido de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/11783/direccion/Volumen+1%252F>
- Campoverde, M. J. (09 de Octubre de 2012). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/hsaz-trfwyhg/historia-de-la-telefonía-celular-en-ecuador/>
- Capterra. (s.f). *3-5Generación*. Obtenido de <https://www.capterra.ec/glossary/649/3-5g>
- Chimbo, M. (s.f de s,f de 2012). *Análisis de la propuesta de evolución de redes 3G y su convergencia a la tecnología 4G para redes de telefonía móvil*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Sistemas. Cuenca: Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2072/13/UPS-CT002379.pdf>
- Claro. (2023). *Claro quienes somos*. Obtenido de <https://www.claro.com.ec/personas/institucional/quienes-somos/#:~:text=Actualmente%20da%20cobertura%20al%2097,que%20el%20pa%C3%ADs%20est%C3%A9%20conectado.>
- CONATEL. (08 de Abril de 2009). *Reglamento del Servicio Móvil Avanzado*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/Reglamento-del-Servicio-Movil-Avanzado.pdf>

- Consejo Nacional de Telecomunicaciones. (2013). *Resolución TEL-069-CONATEL-2013*. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/069-TEL-04-CONATEL-2013.pdf>
- Cordova, J. P., & Silva, R. (01 de Noviembre de 2016). Regulación del Servicio Movil Avanzado en el Ecuador. *Centro de Investigaciones Cientificas*, XVIII(3), 14.  
doi:<https://doi.org/10.24133/ciencia.v18i3.222>
- Cusco Celulares Perú. (s,f). *Cusco Celulares Perú*. Obtenido de <https://www.cuscocelulares.pe/blog/diferencia-entre-post-pago-y-pre-pago#:~:text=La%20principal%20diferencia%2C%20es%20que,continuar%20usando%20su%20tel%C3%A9fono%20m%C3%B3vil>.
- De Luz, S. (29 de Julio de 2017). *Redes Zone*. Obtenido de Network Cell Info Lite: Una aplicación para ver las estadísticas de tu red móvil: <https://www.redeszone.net/2017/07/29/network-cell-info-lite-una-aplicacion-ver-las-estadisticas-red-movil/>
- EC ARCOTEL . (15 de Julio de 2017). *Problemas con la calidad de la comunicación e intermitencias, principal causa de reclamo ante la ARCOTEL*. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/problemas-con-la-calidad-de-la-comunicacion-e-intermitencias-principal-causa-de-reclamo-ante-la-arcotel/>
- EcuRed. (26 de Agosto de 2019). *WCDMA*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/WCDMA>
- EMIS. (2023). *OTECEL S.A (ECUADOR)*. Obtenido de [https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Otecel\\_SA\\_es\\_2082181.html#:~:text=Otecel%20S.A.%20\(Ecuador\)&text=Desde%20el%20a%C3%B1o%202004%2C%20Otecel,m%C3%B3viles%20y%20contratar%20sus%20servicios](https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Otecel_SA_es_2082181.html#:~:text=Otecel%20S.A.%20(Ecuador)&text=Desde%20el%20a%C3%B1o%202004%2C%20Otecel,m%C3%B3viles%20y%20contratar%20sus%20servicios).
- Escuela Politecnica Nacional. (2015). *Acuerdo Marco de Cooperacion Interinstitucional, entre la Escuela Politecnica Nacional y la Corporacion Nacional de Telecomunicaciones - CNT EP , para el Acceso y Uso Compartido de Infraestructura*. Escuela Politecnica Nacional , Instituto



Geofisico. Quito: Repositorio de la Escuela Politecnica Nacional. Obtenido de

<https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2011/01/cnt.pdf>

Estupiñan, A. (2019). *Análisis de la Situación Actual del Servicio Público de Telefonía Fija frente al Servicio de Telefonía Móvil en el Ecuador*. Universidad Central del Ecuador, Departamento de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática. Quito: INGENIO. Obtenido de

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/1628>

ETSIST. (2011). *ETSIST GSM (Sistema Global para las telecomunicaciones móviles)*. Obtenido de

<https://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatic/index.php/tecnologias/item/471-gsm-sistema-global-para-las-telecomunicaciones-m%C3%B3viles.html>

Fernandez, T., & Elena, T. (2004). *Biografía de Hans Kelsen*. Obtenido de Biografía y Vidas :

<https://www.biografiasyvidas.com/biografia/k/kelsen.htm>

Forum Huawei. (01 de Marzo de 2022). *Restriccion de configuracion de servicios*. Obtenido de

<https://forum.huawei.com/enterprise/es/restricciones-de-configuraci%C3%B3n-de-servicios-sig/thread/667228287631507457-667212889045479424>

GobEc. (2024). *Mintel*. Obtenido de <https://www.gob.ec/mintel>

Gomez, H., & Liñan, A. (2004). *Análisis del protocolo IMT-2000 en redes inalámbricas y posibles servicios y aplicaciones para usuarios móviles*. Universidad Tecnológica de Bolívar,

Departamento de Electronica. Cartagena de Indias: UTB. Obtenido de

<https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/2452#page=3>

González, G. (2014). *Imagen corporativa en instituciones publicas de la ciudad de Quito, caso de estudio: Corporacion Nacional de Telecomunicaciones (CNT) - Analisis de estrategias*

*vinculadas al cliente interno*. Universidad Andina Simon Bolivar Sede Ecuador, Departamento de Gestión, Quito. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4049/1/T1447-MBA-Gonzalez-Imagen.pdf>

GovCo. (27 de Febrero de 2024). *Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)*. Obtenido de <https://www.cancilleria.gov.co/international/multilateral/united-nations/itu#:~:text=La%20UIT%20es%20el%20organismo,miembros%20y%20las%20empresas%20operadoras.>

Grosso, N. (16 de Octubre de 2021). *Ok Diario*. Obtenido de Conoce mas sobre wcdma: <https://okdiario.com/tecnologia/conoce-mas-sobre-wcdma-2146514#:~:text=WCDMA%3A%20qu%C3%A9%20es%20y%20c%C3%B3mo%20funciona%20esta%20red&text=Es%20una%20tecnolog%C3%ADa%20para%20el,Debemos%20destacar%20el%20est%C3%A1ndar%20UMTS.>

GSMA. (4 de Enero de 2016). *GSMA Latin America*. Obtenido de La banda AWS se consolidó como 4G de capacidad para las ciudades: <https://www.gsma.com/latinamerica/es/banda-aws-se-consolido-como-4g/>

Guerrero, C. (2007). *Estudio de la tecnología GSM ( Global System for Mobile) tercer y cuarta generación*. Universidad Tecnologica de Bolivar, Departamento de Electrica, Cartagena de Indias. Obtenido de <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/3667/0042605M.pdf?sequence=6>

Internetpasoapaso. (s.f). *HSPA*. Obtenido de <https://internetpasoapaso.com/hspa/>

Jaramillo, M. (2015). *Implementación de Red Movil con Tecnología 4G LTE*. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/30349/Implementaci%C3%B3n%20de%20Red%20M%C3%B3vil%20con%20Tecnolog%C3%ADa%204G%20LTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jimenez, J. (11 de Septiembre de 2022). *Redes Zone*. Obtenido de Que diferencia hay entre jitter y ping en una conexion a Internet: <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/diferencias-ping-jitter/>

- Kreher, R., & Karsten, G. (2016). *LTE Signaling* (Segunda ed.). Alemania: Wiley. Obtenido de <https://download.e-bookshelf.de/download/0007/4319/99/L-G-0007431999-0009099653.pdf>
- Lenovo. (s,f de s,f de 2023). Obtenido de <https://www.lenovo.com/mx/es/faqs/pc-vida-faqs/que-es-3g/?orgRef=https%253A%252F%252F>
- Lenovo. (s,f de s,f de s,f). *¿Qué es 4G ?* Obtenido de <https://www.lenovo.com/ec/es/faqs/pc-vida-faqs/que-es-4g/?orgRef=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F>
- Llanos, A. (2013). *Gestión del espectro radioeléctrico en Ecuador: nueva modalidad para radiodifusión y televisión abierta*. Universidad Andina Simon Bolivar, Departamento de Telecomunicaciones. Quito: Corporacion Editora Nacional. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3833/1/SM138-Llanos-Gestion.pdf>
- López, L. (11 de Julio de 2013). *Intotally*. Obtenido de <http://intotally.com/tot4blog/2013/07/11/lte-for-beginners-day-2-brief-description-about-lte-network-architecture/?lang=es>
- Martínez, J. (2018). *Calidad de Servicio (QoS)*. Pontificia Universidad Javeriana, Cali. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/5207/208062.pdf;jsessionid=71A>
- Martinez, L., & Tixi, M. (2013). *Estudio Tecnico de la Tecnologia LTE y las Condiciones Tecnico-Regulatorias para la Implementacion de la Cuarta Generacion de SMA en el Ecuador*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Informatica y Electronica. Riobamba: Repositorio de la Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Obtenido de <https://1library.co/document/z1d5plez-diseno-propuesta-tecnica-implementacion-anillos-redundantes-provincia-tungurahua.html>
- Master Moviles. (24 de Mayo de 2018). *Conectividad movil con tecnologias 3G y 4G*. Obtenido de <https://mastermoviles.gitbook.io/tecnologias2/conectividad-movil.-tecnologias-3g-4g-wifi-y-bluetooth>

- Master Móviles UA. (24 de Mayo de 2018). *Servicio de telefonía y comunicaciones móviles*. Obtenido de <https://mastermoviles.gitbook.io/tecnologias2/sistemas-de-telefonía-y-comunicaciones-móviles>
- Matsumoto Nishizawa, R. (2014). *Desarrollo del Modelo Servqual para la medición de la calidad del servicio de la empresa de publicidad Ayuda Experto*. Perspectivas. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425941264005.pdf>
- Minango, J. C. (2014). *ANÁLISIS Y MONITORIZACIÓN DEL INTERFAZ AIRE DE LAS OPERADORAS*. Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Sangolquí. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3180/2/T-ESPE-031030-A.pdf>
- Morales, F. (2013). *Evaluación del Servicio de Internet con Acceso Móvil en el Ecuador*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE., Departamento de Eléctrica y Electrónica. Sangolquí: Repositorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/7064>
- Movistar. S.A. (21 de Octubre de 2010). *Blog de Movistar El Salvador*. Obtenido de <https://movistarelsalvador.wordpress.com/2010/10/21/telefonía-móvil-3-5-g/>
- Neira, F. C. (2015). *Análisis y Determinación de la Calidad del Servicio de Telefonía Móvil Celular ofrecido por las Operadoras Celulares en la Ciudad de Guayaquil a través de Drive Test*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Departamento de Telecomunicaciones. Guayaquil: Repositorio de Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3645>
- NetFlow Analyzer. (s,f de s,f de 2024). *Calidad de Servicio QoS*. Obtenido de <https://www.manageengine.com/latam/netflow/calidad-de-servicio-qos.html>
- Ortega, W. (2010). *Establecimiento de parámetros de calidad de servicio para comunicaciones de voz en el servicio móvil avanzado (SMA), en la república del Ecuador*. Escuela Politécnica del

- Ejercito, Departamento de Electrica y Electronica. Sangolqui: Repositorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/211>
- Patrón, D. F. (2004). *Simulación de tramas de WCDMA*. Tesis Licenciatura, Universidad de las Américas Puebla, Ingeniería Electrónica, Cholulla. Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/fajardo\\_p\\_d/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/fajardo_p_d/)
- Polaridades. (09 de Abril de 2015). *Utran de telefonica red de acceso de radio terrestre*. Obtenido de <https://polaridad.es/utran-de-telefonica-red-de-acceso-radio-terrestre-umts/>
- Remmert, H. (19 de Noviembre de 2021). *Digi International*. Obtenido de <https://es.digi.com/blog/post/what-is-lte>
- Revista Lideres. (28 de Julio de 2015). Claro se suma a las operadoras móviles que ofrecen 4G. *Lideres*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/claro-operadoras-moviles-ecuador.html>
- Revista Lideres. (26 de Enero de 2015). En 20 años, la telefonía móvil superó las expectativas.
- Roch, E. (21 de Agosto de 2021). *bidhardware*. Obtenido de <https://bighardware.es/que-es-wcdma/>
- Rodríguez Gámez, O., Hernández Perdomo, R., Torno Hidalgo, L., & García. (s,f de Marzo de 2005). *Telefonía móvil celular: origen, evolución, perspectivas*. *Telefonía móvil celular: origen, evolución, perspectivas*. Cuba: revista@ciget.holguin.inf.cu.
- Rueda, D. (2019). *Calidad de Servicio en Redes LTE-Advanced (Long Term Evolution-Advanced)*. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Electrica y Electronica, Bogota. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/268447670\\_Calidad\\_del\\_Servicio\\_en\\_Red\\_LTE\\_Advanced\\_Long\\_Term\\_Evolution-Advanced](https://www.researchgate.net/publication/268447670_Calidad_del_Servicio_en_Red_LTE_Advanced_Long_Term_Evolution-Advanced)
- RugGear. (s,f). *ruggear*. Obtenido de <https://www.ruggear.com/es/empresa/conoce-mas/3gpp.html>
- Sarango, W. (2010). *Propuesta de Regulación para Redes Móviles de Cuarta Generación para el Ecuador*. Escuela Politecnica Nacioanl, Ingeniería Electrica y Electronica. Quito: Repositorio de

la Escuela Politecnica Nacional. Obtenido de

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2670/1/CD-3354.pdf>

SENATEL. (s,f de Diciembre de 2014). *INTRATEL*. Obtenido de Revista Editable:

<https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/REVISTA-EDITABLE.pdf>

Server VoIP. (02 de Septiembre de 2016). *QoS- Calidad de servicio para VoIP*. Obtenido de

<http://www.servervoip.com/blog/qos-calidad-de-servicio-para-voip/>

Silva, R. (2010). *Evaluación del Mercado del Servicio de Telefonía Movil Celular en el Ecuador (2000-*

*2007)*. Universidad Andina Simon Bolivar Sede Ecuador, Gestión. Quito: Repositorio de la

Universidad Andina Simon Bolivar. Obtenido de

<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/1133/1/T0834-MDGT-Silva->

[Evaluaci%c3%b3n%20del%20mercado%20del%20servicio%20de%20telefon%c3%ada.pdf](https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/1133/1/T0834-MDGT-Silva-Evaluaci%c3%b3n%20del%20mercado%20del%20servicio%20de%20telefon%c3%ada.pdf)

Silva, R. (2013). *El modelo neoliberal y el servicio de telefonía movil en Ecuador: 2000-2007*.

Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, Derecho y Gestión de las

Telecomunicaciones. Quito: Repositorio de la Universidad Andina Simon Bolivar. Obtenido de

<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3835/1/SM136-Silva-EI%20modelo.pdf>

Software Delsol. (2024). *Concesión*. Obtenido de <https://www.sdelsol.com/glosario/concesion/>

SUPERTEL. (30 de Diciembre de 2014). *Manual para Licencias*. Obtenido de

[https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/RES\\_ST-2014-](https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/RES_ST-2014-)

[0518\\_Manual\\_para\\_Licencias.pdf](https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/RES_ST-2014-0518_Manual_para_Licencias.pdf)

TeleSemana. (Septiembre de 2021). *Panorama de Mercado - Ecuador*. Obtenido de

<https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/ecuador/>

Tisalema, S. H. (6 de Septiembre de 2019). *Ciencia Digital*. Obtenido de

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.3.770>

Valdivieso, M. (2014). *ANÁLISIS PARA UNA PROPUESTA DE LA NORMA TÉCNICA DE*

*INDICADORES DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) PARA INTERNET MÓVIL EN REDES DE*

*SERVICIO MÓVIL AVANZADO (SMA) DE CUARTA GENERACIÓN EN EL ECUADOR.*

Universidad Politecnica Salesiana, Departamento de Electronica. Quito: Repositorio

Universidad Politecnica Salesiana. Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7560/6/UPS%20-%20ST001324.pdf>

Vesga, J. C., & Granados, G. (2012). *Statistical Model on Throughput Behavior of LAN Networks over*

*Power Line Communications Technology*. Ingenieria y Universidad. Obtenido de

<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/iyu/article/view/1304>

**Anexos**