



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

***Facultad De Ingeniería en Ciencias Aplicadas***

***Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación***

**Trabajo de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingeniería en**

**Electrónica y Redes de Comunicación**

***“Análisis Técnico - Económico de Redes xDSL y GPON para CNT EP en la***

***Ciudad de Ibarra”.***

**Autora: Zhima Isabel Simbaña Quilumbaquín**

**Director: MSc. José Roberto Marcillo del Castillo**

**Ibarra - Ecuador**

**2019**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## Biblioteca Universitaria

### Autorización de Uso y Publicación a Favor de la Universidad Técnica del Norte

#### Identificación de la Obra

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

Datos de Contacto			
<b>Cédula de Identidad</b>	1723506570		
<b>Apellidos y Nombres</b>	Zhima Isabel Simbaña Quilumbaquín		
<b>Dirección</b>	Cayambe, Av. Natalia Jarrín y Olivos		
<b>e-mail</b>	zisimbania@utn.edu.ec / zhm6isa@gmail.com		
<b>Teléfono fijo</b>	(022)2110009	<b>Teléfono móvil</b>	0987554758
Datos de la Obra			
<b>Título</b>	“Análisis Técnico - Económico de Redes xDSL y GPON para CNT EP en la Ciudad de Ibarra”		
<b>Autor(es)</b>	Zhima Isabel Simbaña Quilumbaquín		
<b>Fecha: dd/mm/aaaa</b>	27 de mayo de 2019		
Solo para Trabajos de Grado			
<b>Programa</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Pregrado		<input type="checkbox"/> Posgrado
<b>Título por el que opta</b>	Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación		
<b>Asesor / Director</b>	MSc. José Roberto Marcillo del Castillo		

## Constancias

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de abril de 2019

**LA AUTORA:**



---

Zhima Isabel Simbaña Quilumbaquín  
1723506570



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## Facultad De Ingeniería en Ciencias Aplicadas

### Certificación

MSC. JOSÉ ROBERTO MARCILLO DEL CASTILLO, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que, el presente trabajo de titulación "ANÁLISIS TÉCNICO - ECONÓMICO DE REDES XDSL Y GPON PARA CNT EP EN LA CIUDAD DE IBARRA", fue realizado en su totalidad por la Srta. Zhima Isabel Simbaña Quilumbaquín, bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

A handwritten signature in blue ink, which appears to be "J. R. Marcillo", is written over a horizontal line.

MSc. José Roberto Marcillo del Castillo  
DIRECTOR

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a la persona que ha cambiado mi vida y le ha dado un significado sublime al amor, mi hija Hayley. Pues su camino apenas empieza y necesita saber que:

La vida está hecha de metas que nos llenan de gozo y forman nuestro carácter y para alcanzarlas se precisa de esfuerzo y sacrificio, mismos que demuestran el nivel de compromiso que tenemos con nuestras aspiraciones.

El mundo está lleno retos y nosotros elegimos cuales enfrentar, tener miedo es parte del proceso más no es un determinante.

*¡Siempre lucha por tus sueños pequeña, te amo!*

## **Agradecimiento**

Agradezco infinitamente a los ingenieros que fueron parte de mi proceso educativo aportando con su experiencia y amplios conocimientos. Agradezco también a mis compañeros y amigos con los que camine a esta meta y fueron mi apoyo y sustento en mis momentos de flaqueza.

Sin ustedes no habría llegado tan lejos.

Marcelo gracias por el gran apoyo brindado durante una parte de esta etapa, fuiste un refugio y aliento para mí.

De manera realmente especial quiero agradecer a mi madre Nelly, por ser la principal promotora para que culmine toda meta que me he propuesto. A mi abuelita María, por ser siempre un soporte para mí y mi hija no solo durante esta etapa sino desde siempre. A mis hermanos Paulina, Carolina e Inti que han sido inspiración y mi mayor apoyo.

## Resumen

El presente trabajo de titulación se realiza en base a los registros de reparaciones de fallas obtenidos de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT EP) usando investigación documental, mismos en los que se estudia las incidencias de caída de servicio de Banda Ancha (Internet) reportadas en el año 2017 en la red de telecomunicaciones de la empresa en la ciudad de Ibarra. El análisis de los reportes de caída se realiza en las redes de cobre (xDSL) y fibra óptica (GPON) individualmente, así como, en toda la red en general, determinando así, la disponibilidad y confiabilidad de estas.

Se considera los diferentes tipos de avería que ha sufrido la red, para de esta forma discriminar los eventos ocurridos en el medio físico de transmisión el servicio, de los eventos ajenos al funcionamiento técnico de la red. Al contar con un panorama claro del funcionamiento de esta, se realiza una comparación entre las redes de cobre y fibra óptica para establecer la red con mayor número de fallos y los aspectos en los que estos ocurren para llegar a establecer una relación entre la cantidad de reparaciones y el costo que generan a la empresa, es decir, se cuantifica la inversión en reparaciones durante el año de estudio, para identificar la red que más costes demanda y cuán costoso resulta el mantenimiento de cada una de las redes.

De acuerdo al cotejo entre las redes realizado, se evidencia que la red de cobre genera altos gastos en mantenimiento y reparaciones, y brinda un servicio menos eficiente que la red de fibra óptica por lo que se recomienda hacer una migración de la red de cobre a la de fibra óptica.

## **Abstract**

In the present research work analyzes the incidences of fall on Internet service provided by CNT, the Public Company for Telecommunications Network, reported in 2017 through documentary research taking into account the technology in which the fall is reported to xDSL or GPON. Thus, the availability and reliability of the network was determined in order to obtain more precise data. The information was also filtered by type of damage to rule out events unrelated to the transmission of the service itself.

By having a general idea of what is happening with the copper and fiber data network, the networks were compared to determine which has more fall incidents and in what aspects there are, to reach the cost relationship, in other words, how much is invested in repair each damage and which is the network that demands the most costs, how expensive it is the maintenance for each of them, a relationship between transfer rates and commercial costs was also established.

It is concluded that is convenient to migrate from copper to fiber optic since it can reduce expenditure in maintenance and repairs to improve the service provided.

# Índice general

<i>Descripción</i>	<i>Página</i>
<b>Dedicatoria</b>	<b>IV</b>
<b>Agradecimiento</b>	<b>V</b>
<b>Resumen</b>	<b>VI</b>
<b>Abstract</b>	<b>VII</b>
<b>Índice general</b>	<b>IX</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>XV</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>XVII</b>
<b>Capítulo I. Antecedentes</b>	<b>1</b>
1.1. Problema . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.2.1. Objetivo general. . . . .	2
1.2.2. Objetivos específicos. . . . .	3
1.3. Alcance . . . . .	3
1.4. Justificación . . . . .	4
<b>Capítulo II. Fundamento Teórico</b>	<b>5</b>
2.1. Tecnología xDSL . . . . .	5
2.1.1. HDSL (High bit-rate DSL). . . . .	6
2.1.2. SDSL (Symmetric DSL). . . . .	8
2.1.3. ADSL (Asymmetric DSL). . . . .	8
2.1.4. IDSL (ISDN DSL). . . . .	9
2.1.5. VDSL (Very-high-data-rate DSL). . . . .	10
2.2. Redes FTTx . . . . .	10
2.2.1. Red FTTH. . . . .	13
2.2.1.1. AON. . . . .	14

2.2.1.2. PON. . . . .	15
2.2.2. Tecnología xPON. . . . .	15
2.2.2.1. APON. . . . .	16
2.2.2.2. EPON. . . . .	17
2.2.2.3. GPON. . . . .	17
2.2.2.3.1. Características. . . . .	18
2.2.2.3.2. Componentes. . . . .	18
2.2.2.3.3. Arquitectura. . . . .	19
2.2.2.4. WDM PON. . . . .	21
2.2.2.5. LR-PON. . . . .	21
2.3. Realidad Actual de Conexiones Fijas de Internet . . . . .	22
2.3.1. Mundial. . . . .	23
2.3.1.1. Redes xDSL (cobre). . . . .	24
2.3.1.2. Redes xPON (fibra óptica). . . . .	25
2.3.2. Nacional. . . . .	27
2.3.2.1. Redes xDSL (cobre). . . . .	28
2.3.2.2. Redes xPON (fibra óptica). . . . .	30
2.3.2.3. Proveedores de Servicios de Internet (ISPs). . . . .	31
2.3.3. Velocidad de conexión a Internet. . . . .	32
2.3.3.1. Velocidad de Conexión Promedio. . . . .	32
2.3.3.2. Velocidad Promedio de Conexión Máxima. . . . .	34
2.4. Calidad . . . . .	34
2.4.1. QoE vs QoS. . . . .	35
2.4.2. Confiabilidad. . . . .	36
2.4.2.1. MTBF. . . . .	38
2.4.3. Mantenibilidad. . . . .	38
2.4.3.1. MTTR. . . . .	39
2.4.4. Disponibilidad. . . . .	39
2.4.5. SLA . . . . .	40
2.5. Sistema Legal en el Ecuador . . . . .	41
2.5.1. Poder Ejecutivo. . . . .	41
2.5.2. Función Ejecutiva. . . . .	42
2.5.2.1. Ministerio de Telecomunicaciones - MINTEL. . . . .	44
2.5.2.1.1. Leyes y Reglamentos. . . . .	45
2.5.2.1.2. Políticas Públicas. . . . .	45
2.5.2.1.3. Normativas y Acuerdos. . . . .	45
2.5.2.2. Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones - ARCOTEL. . . . .	46
2.5.2.2.1. Marco legal . . . . .	47

2.5.2.3. Corporación Nacional de Telecomunicaciones - CNT. . . . .	47
2.5.2.3.1. Normas Regulatorias. . . . .	47
<b>Capítulo III. Regulación del Servicio de Internet</b>	<b>49</b>
3.1. Regulación en Ecuador . . . . .	49
3.1.1. Normativa de Calidad. . . . .	50
3.1.1.1. Parámetros de calidad para la provisión del (SVA) de Internet. . . . .	51
3.1.1.1.1. Relación con el cliente. . . . .	51
3.1.1.1.2. Porcentaje de reclamos generales procedentes. . . . .	52
3.1.1.1.3. Tiempo máximo de resolución de reclamos generales. . . . .	53
3.1.1.1.4. Tiempo promedio de reparación de averías efectivas. . . . .	54
3.1.1.1.5. Porcentaje de reclamos por la capacidad del canal de acceso contratado por el cliente. . . . .	54
3.1.1.2. Obligaciones del Proveedor del SVA De Internet. . . . .	56
3.2. Regulación a nivel latinoamericano . . . . .	56
3.2.1. Regulación en Chile. . . . .	58
3.2.1.1. Normativa de Calidad. . . . .	58
3.2.1.1.1. Niveles Mínimos de Servicio Generales. . . . .	60
3.2.1.1.2. Niveles Mínimos para Servicios de Transmisión de Datos. . . . .	60
3.2.1.1.3. Niveles Mínimos de Servicio en Atención de Clientes. . . . .	61
3.2.1.1.4. De la Definición de Indicadores de Calidad del Servicio para el Modelo de Competencia por Calidad del Servicio. . . . .	61
3.2.2. Regulación en Panamá. . . . .	64
3.2.2.1. Normativa de Calidad. . . . .	65
3.2.3. Regulación en Costa Rica. . . . .	69
3.2.3.1. Normativa de Calidad. . . . .	70
3.2.3.1.1. Tiempo de entrega del servicio. . . . .	72
3.2.3.1.2. Tiempo de reparación de fallas. . . . .	72
3.2.3.1.3. Emisión de la factura del servicio. . . . .	72
3.2.3.1.4. Reclamaciones por el contenido de la facturación. . . . .	72
3.2.3.1.5. Tiempo de respuesta para centros de atención de llamadas. . . . .	72
3.2.3.1.6. Disponibilidad del servicio asociada a la red núcleo. . . . .	73
3.2.3.1.7. Calidad de servicio percibida por el usuario. . . . .	73
3.2.3.1.8. Retardo local e internacional. . . . .	73
3.2.3.1.9. Relación entre velocidad de transferencia de datos local o internacional respecto a la velocidad aprovisionada. . . . .	73
3.3. Regulación a nivel mundial . . . . .	74
3.3.1. Regulación en Suiza. . . . .	75
3.3.1.1. Normativa de Calidad. . . . .	75

3.3.2. Regulación en Singapur. . . . .	76
3.3.2.1. Normativa de Calidad. . . . .	77
3.3.2.1.1. Marco de QoS para servicios minoristas de acceso a Internet de banda ancha fija (ADSL / Servicios de banda ancha por cable). . . . .	77
3.3.2.1.2. Marco de calidad de servicio para servicios minoristas de acceso a Internet de banda ancha fija (servicios de banda ancha por fibra óptica). . . . .	78
3.3.3. Regulación en Estados Unidos. . . . .	78
3.3.3.1. Normativa de Calidad. . . . .	80
<b>Capítulo IV. Recolección y Análisis de Datos</b>	<b>83</b>
4.1. Metodología . . . . .	83
4.1.1. Muestra. . . . .	83
4.1.2. Variables. . . . .	83
4.1.2.1. Zona demográfica (Zona). . . . .	84
4.1.2.2. Efectividad de los reportes de fallas (Efectividad). . . . .	84
4.1.2.3. Tipos de daños en la red (Daños). . . . .	85
4.1.2.4. Tipo de red física (Tecnología). . . . .	85
4.2. Resultados . . . . .	86
4.2.1. Usuarios. . . . .	87
4.2.2. Zona. . . . .	88
4.2.3. Efectividad. . . . .	89
4.2.4. Daños. . . . .	89
4.2.5. Tecnología. . . . .	90
4.2.6. Confiabilidad (C). . . . .	91
4.2.7. Mantenibilidad (M). . . . .	94
4.2.8. Disponibilidad (D). . . . .	95
4.2.9. Otros indicadores. . . . .	97
4.2.9.1. Conformidad (Conf). . . . .	97
4.2.9.2. Soporte técnico (Técnico). . . . .	99
4.2.9.3. Económico. . . . .	100
4.3. Machine learning . . . . .	101
4.3.1. Regresión. . . . .	103
4.3.1.1. Cost function (CF). . . . .	104
4.3.1.2. Gradient descent (GD). . . . .	107
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>113</b>
Conclusiones . . . . .	113
Recomendaciones. . . . .	114

<b>Glosario</b>	<b>115</b>
Definiciones . . . . .	115
Abreviaciones y Acrónimos . . . . .	116
<b>Bibliografía</b>	<b>118</b>
<b>Anexos</b>	<b>131</b>
Anexo A: Orgánica de la Función Ejecutiva del Ecuador . . . . .	131
Anexo B: Base Legal que rige la ARCOTEL . . . . .	132
Anexo C: Muestra de la Base de Datos utilizada en el análisis . . . . .	136
Anexo D: Codificación de zona demográfica. . . . .	139
Anexo E: Codificación de reparaciones . . . . .	142
Anexo F: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - Zona . . . . .	144
Anexo G: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - Efectividad . . . . .	146
Anexo H: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - Daños. . . . .	148
Anexo I: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - xDSL . . . . .	150
Anexo J: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - GPON . . . . .	152
Anexo K: Conjuntos de Entrenamiento . . . . .	154
Anexo L: Función de Costo . . . . .	157
Anexo M: Descenso en Gradiente . . . . .	160
Anexo N: Regresión Lineal. . . . .	162

# Índice de figuras

<i>Figura</i>	<i>Página</i>
2.1. Tecnología xDSL <i>Fuente:</i> (Grano, 2015) . . . . .	6
2.2. Tecnología HDSL <i>Fuente:</i> (Ceron, 2011) . . . . .	7
2.3. Tecnología ADSL <i>Fuente:</i> (Ceron, 2011) . . . . .	8
2.4. Esquema de conexión ADSL <i>Fuente:</i> (Ceron, 2011) . . . . .	9
2.5. Terminaciones de conexiones FTTx <i>Fuente:</i> (Riick, 2007) . . . . .	12
2.6. Sistema AON <i>Fuente:</i> (Gordon y ApS, 2013) . . . . .	14
2.7. Sistema PON <i>Fuente:</i> (Gordon y ApS, 2013) . . . . .	16
2.8. Componentes de una red FTTH <i>Fuente:</i> (Limited FS.COM, 2018) . . . . .	19
2.9. Áreas de una red de GPON <i>Fuente:</i> (Limited FS.COM, 2018) . . . . .	20
2.10. Suscriptores de banda ancha fija con DSL <i>Fuente:</i> (OECD, 2018b) . . . . .	24
2.11. Suscriptores de banda ancha fija con Fibra Óptica <i>Fuente:</i> (OECD, 2018b) . . . . .	25
2.12. Cuentas de Internet Fijo <i>Fuente:</i> (ARCOTEL, 2019) . . . . .	27
2.13. Cuentas de Internet Fijo por provincia <i>Fuente:</i> (ARCOTEL, 2019) . . . . .	28
2.14. Crecimiento de Conexiones Fijas a Nivel Nacional <i>Fuente:</i> (ARCOTEL, 2015a) . . . . .	29
2.15. Conexiones de cobre a nivel nacional <i>Fuente:</i> (ARCOTEL, 2015a) . . . . .	29
2.16. Conexiones de fibra óptica a nivel nacional <i>Fuente:</i> (ARCOTEL, 2015a) . . . . .	30
2.17. Resumen de conexiones Fijas de Internet <i>Fuente:</i> (ARCOTEL, 2015a) . . . . .	31
2.18. Principales ISP del Ecuador <i>Fuente:</i> (ARCOTEL, 2019) . . . . .	32
2.19. Tiempo de operación de un sistema . . . . .	37
2.20. Organigrama - Supremacía de la Constitución . . . . .	42
2.21. Estructura Orgánica de la Función Ejecutiva de la República del Ecuador enfocado en las telecomunicaciones, <i>Anexo A</i> . . . . .	44
3.1. Evolución de las Velocidades promedio efectivas de conexión mediante banda ancha fija <i>Fuente:</i> (Rojas y Poveda, 2017) . . . . .	57
3.2. Penetración de usuarios de Internet 2017 <i>Fuente:</i> (Broadband Commission for Sustainable Development, 2018) . . . . .	75
4.1. Distribución de usuarios BA en Imbabura . . . . .	87

4.2. Incidencia de reportes de daño según la zona demográfica . . . . .	88
4.3. Conjunto de Entrenamiento de la red de Ibarra Urbana . . . . .	102
4.4. Código de la función de costo . . . . .	105
4.5. Código para graficar la función de costo . . . . .	106
4.6. Gráfico de la función de costo para Ibarra Urbana . . . . .	107
4.7. Código del descenso en gradiente . . . . .	108
4.8. Gráfico del descenso en gradiente para Ibarra Urbana . . . . .	109
4.9. Regresión Lineal en la red de Ibarra Urbana . . . . .	111

# Índice de tablas

<i>Tabla</i>	<i>Página</i>
2.1. Resumen de velocidad de conexiones xDSL . . . . .	11
2.2. Resumen tecnologías FTTx . . . . .	13
2.3. Comparativa PON . . . . .	22
2.4. Ranking y valores de IDI, 2017 y 2016 . . . . .	23
2.5. Velocidad Media de conexión (IPv4) por País/Región . . . . .	33
2.6. Velocidad Pico Media de conexión (IPv4) por País/Región . . . . .	34
3.1. Escala de nivel de satisfacción . . . . .	52
3.2. Resumen de parámetros de calidad en Ecuador . . . . .	55
3.3. Escala de nivel de satisfacción . . . . .	60
3.4. Velocidades de acceso a Internet . . . . .	61
3.5. Resumen de parámetros de calidad de Chile . . . . .	64
3.6. Resumen de parámetros de calidad de Panamá . . . . .	69
3.7. Resumen de parámetros de calidad de Costa Rica . . . . .	74
3.8. Indicadores de calidad en Latinoamérica . . . . .	81
4.1. Clasificación de la zona demográfica . . . . .	85
4.2. Operacionalización de las variables . . . . .	86
4.3. Abonados de CNT en Imbabura . . . . .	87
4.4. Variable Zona . . . . .	88
4.5. Variable Efectividad . . . . .	89
4.6. Variable Daños . . . . .	90
4.7. Variable Tecnología . . . . .	90
4.8. Tiempo de operación . . . . .	91
4.9. Fechas de registros de fallos para Imbabura . . . . .	92
4.10. Tiempo de inactividad . . . . .	93
4.11. Tiempo de trabajo . . . . .	93
4.12. Confiabilidad de la red . . . . .	94
4.13. Mantenibilidad de la red . . . . .	95

4.14. Disponibilidad de la red . . . . .	96
4.15. Indicadores de confiabilidad y disponibilidad en red de Imbabura . . . . .	96
4.16. Indicadores de confiabilidad y disponibilidad en red de Ibarra Urbana . . . . .	97
4.17. Cálculo de conformidad para Imbabura . . . . .	98
4.18. Conformidad de los usuarios . . . . .	98
4.19. Escala de nivel de satisfacción en Ibarra . . . . .	99
4.20. Asistencia técnica según la empresa en Imbabura . . . . .	99
4.21. Soporte técnico según la empresa . . . . .	100
4.22. Conjunto de entrenamiento de fechas de fallos de Ibarra Urbana . . . . .	104
4.23. $\theta$ 's encontrados con el algoritmo GD . . . . .	109
4.24. Costos de la funciones . . . . .	110
4.25. Predicción de fallas . . . . .	110

# Capítulo I

## Antecedentes

### 1.1. Problema

Dentro de la revolución tecnológica que se está viviendo actualmente en el mundo entero, las redes de Telecomunicaciones son la base fundamental de ésta, ya que gracias a las redes desplegadas por el planeta entero se puede tener comunicaciones con buena calidad, a muy largas distancias en tiempo real y con costos relativamente bajos. La ONU declaró el 29 de junio del 2012 al Internet como derecho universal (Asamblea General, 2012), por este motivo el servicio debería estar disponible para todas las personas los 365 días del año pero la realidad es otra debido a que la disponibilidad del sistema depende de un sin número de factores y entre los más importantes están la calidad de los equipos de telecomunicaciones, el tendido de los medios de transmisión, los tiempos de vida de las redes de telecomunicaciones, los tiempos máximos de fuera de servicio y de recuperación de la red, entre otros.

En el Ecuador existe el Reglamento de Disposición de Acceso a Roaming Nacional Automático, el Anexo 4 el “SERVICE LEVEL AGREEMENT (SLA): NIVELES MÍNIMOS DE CALIDAD DE ROAMING NACIONAL PARA VOZ, SMS y DATOS” en el cual se estipula los tiempos de Solución en Elementos de Red de Acceso y de Solución para Core, (AR-COTEL, 2015b). En este reglamento no existen datos específicos sobre Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) y Tiempo Medio Para Reparar (MTTR) que son uno de los indicadores más significativos para determinar una alta calidad de experiencia en un servicio. Estos indicadores podrían influir grandemente en tomas de decisiones dentro de un sistema de telecomunicaciones debido a que basados en su análisis se puede determinar si un enlace o red falla total o parcialmente y así realizar adecuaciones para solventar el problema o directamente hacer un cambio de tecnología dentro del sistema.

En la Empresa Pública “Corporación Nacional de Telecomunicaciones” (CNT EP) se

puede identificar problemas en la disponibilidad del servicio y calidad de experiencia, en la que los usuarios de estos servicios presentan quejas de la caída de los sistemas de comunicación, indisponibilidad, conexión lenta y mala cobertura, traducidas estas inconformidades en pérdidas para una empresa, ya que el tener disponibles grupos de trabajo para reparar dichas fallas aumenta los costos operacionales de una empresa.

El país cuenta con 161 conexiones Dial-Up, 86 193 en Fibra Óptica, 915 568 en Cobre y 254 955 en Cable Coaxial de internet fijo, (ARCOTEL, 2015a). Claramente se puede ver que el mayor número de conexiones a Internet fijo es mediante Cobre una tecnología que, aunque aún no está obsoleta presenta problemas en el medio de transmisión ya sea porque tiene un alto tiempo de vida, porque esta tecnología no es fácilmente escalable o por el bajo ancho de banda que presenta en comparación de la Fibra Óptica, por ejemplo; causando que no se pueda prestar el servicio a un mayor número usuarios.

Tomando en cuenta los antecedentes expuesto se existe la necesidad de elaborar un análisis de los MTBF y MTTR en el medio de transmisión físico de la infraestructura de Telecomunicaciones de CNT EP de tal forma que se pueda determinar que factor o factores se pueden modificar o cambiar para mejorar los ingresos económicos de la misma y a su vez ayudara a identificar los problemas reales de disponibilidad que tiene la red.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Realizar un análisis tecno económico para redes xDSL y GPON de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en la ciudad de Ibarra que determine la viabilidad de la migración de redes antiguas a redes de nueva generación basada en MTBF y MTTR.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- Realizar el estado del arte en términos de regulaciones para disponibilidad y confiabilidad de una red de telecomunicaciones.
- Determinar los niveles de disponibilidad y confiabilidad en el medio de transmisión físico de las redes xDSL y GPON de CNT en Ibarra.
- Identificar el impacto de los niveles de disponibilidad y confiabilidad de las redes xDSL y GPON en la economía de CNT Ibarra.

### **1.3. Alcance**

Para la realización de este proyecto se tomará a los objetivos específicos como base de desarrollo del análisis propuesto. Para empezar, se elaborará un estado del arte de las Leyes de Telecomunicaciones enfocadas en la disponibilidad y confiabilidad en el medio de transporte del servicio que rigen a las empresas de Telecomunicaciones en diferentes países. Según el Informe de Competitividad Global 2016 – 2017 (The Global Competitiveness Report 2016 – 2017) que realiza cada año World Economic Forum, los 3 países líderes latinoamericanos en infraestructura (existencia de buenas carreteras, electricidad confiable, excelentes conexiones marítimas y aéreas, y una omnipresente oferta de servicio de internet), son Chile, Panamá y Costa Rica, mientras que a nivel Mundial se ubican en orden descendente Suiza, Singapur y Estados Unidos, (World Economic Forum, 2017); siendo estos los países tomados en cuenta para realizar la ejecución de esta primera parte del proyecto.

Para continuar será necesario recolectar toda la información y datos estadísticos de fallas reportadas y demás indicadores de confiabilidad y disponibilidad de la red de telecomunicaciones del periodo enero – diciembre 2017 de CNT EP, para este punto se utilizará la técnica de revisión de registro, la que está enfocada en buscar el historial de lo que ha sucedido anteriormente. La información recopilada se procesará mediante la aplicación de fórmulas

estadísticas y fórmulas de obtención de MTBF y MTTR y el análisis de los resultados obtenidos. Se realizará una comparación de resultados de la normativa en CNT EP Ibarra con las existentes dentro del Ecuador.

Por último, se determinará el impacto que causan las operaciones de cobertura de una falla en el medio de transmisión y el dinero perdido cuando la red sufre daños. Una comparación entre la pérdida económica que causaran las fallas en xDSL y GPON; para determinar si es viable según el estudio una migración de redes de cobre antiguas a Fibra Óptica. Obtener las conclusiones y recomendaciones que generará el estudio.

#### **1.4. Justificación**

Dada la falta de estudios que comparen el funcionamiento técnico de una red con los costos que genera esta, ya sea a favor o en contra de la empresa se ha visto la necesidad de elaborar un análisis tecno económico que ayude a determinar los costos que se están perdiendo o dejando de percibir al momento de reparar una falla ocurrida en el medio de transmisión. Este proyecto aportará con cifras precisas de los costos que implican el tener que solventar fallas en la red xDSL, así como en la red GPON y con conclusiones sobre cuál de las dos redes es la mejor opción para seguir con la actividad económica de la corporación. El contar con esta información beneficia directamente a la empresa ya que se podría tomar una decisión que ayude a mejorar de forma notable los ingresos económicos y se reduzcan las fallas de la red y así suba la confiabilidad de la empresa, con lo que el impacto en los usuarios se ve reflejado en un mejor servicio.

En el país el Reglamento de Telecomunicaciones es muy flexible al ser los tiempos de solución para Core demasiado altos llegando a un máximo de 48 horas en un nivel de severidad bajo, (ARCOTEL, 2015b). Idealmente estos tiempos de cobertura no deberían exceder de un par de horas para que los niveles de disponibilidad y confiabilidad sean adecuados.

## Capítulo II

### Fundamento Teórico

Este capítulo contiene el fundamento teórico de conceptos y definiciones usadas como pauta para la realización del presente Trabajo de Grado, siendo estas las más relevantes: tecnologías xDSL (x Digital Subscriber Line - Línea de abonado digital) y xPON (x Passive Optical Network - Red óptica pasiva), calidad de redes y servicios de telecomunicaciones, leyes y normativas de telecomunicaciones.

Asimismo, se proporcionará una visión general del número de conexiones a Internet con tecnologías xDSL y xPON a nivel mundial y nacional.

#### 2.1. Tecnología xDSL

Es un término usado para incluir todo tipo de conexiones DSL; la cual incluye una familia de tecnologías que convierten líneas análogas con velocidades relativamente bajas a líneas digitales con altas velocidades de transmisión a precios asequibles, usando códigos de línea y técnicas de modulación adecuados transmite datos de alta velocidad sobre el par trenzado telefónico (Herrera, 2009).

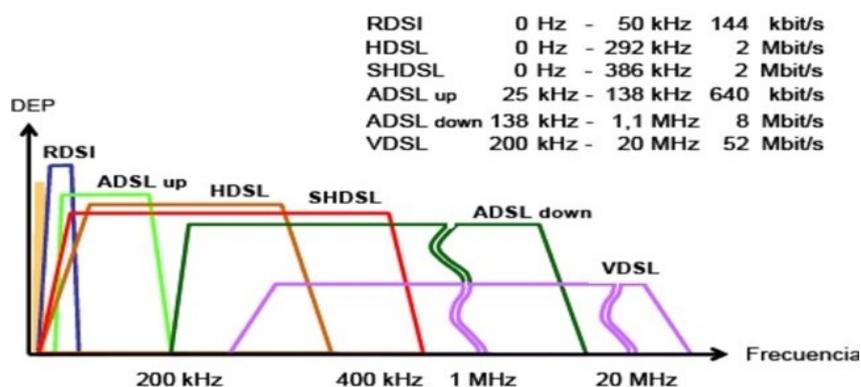
Los volúmenes de tráfico de datos han incrementado exponencialmente a nivel mundial por lo que, según el nuevo estudio Data Age 2025 pronostica que entre el año 2025 la generación de datos aumentará a un total de 175 ZB<sup>1</sup>, por ende los usuarios requieren mayor ancho de banda para el acceso a internet (Reinsel y Rydning, 2018).

Por otro lado, los proveedores de equipos de telecomunicaciones actualmente desarrollan arquitecturas de red que garantizan calidad de servicio, escalabilidad y habilidad de implementar nuevos protocolos de señalización de llamadas y servicios; pero sobre todo facilitar a los usuarios que través del cobre existente y de fibra óptica se empleen tecnologías como: HDSL, SDSL, ADSL, IDSL, entre otras.

---

<sup>1</sup>Zettabytes

La tecnología xDSL trabaja en diferentes frecuencias como se muestra en la *Figura 2.1*, gráfica de la Densidad Espectral de Potencia (DEP) en función de la frecuencia de operación expresada en Hz y kHz<sup>2</sup>, en la misma figura se observa también las tasas de transferencia de estas tecnologías expresadas en kbit/s<sup>3</sup> y Mbit/s<sup>4</sup>.



**Figura 2.1.** Tecnología xDSL

*Fuente:* (Grano, 2015)

### 2.1.1. HDSL (High bit-rate DSL).

Una de las primeras formas de DSL, comúnmente usada para redes de transporte T1<sup>5</sup> (hasta 1,544 Mbps<sup>6</sup> - América del Norte) ó E1<sup>7</sup> (hasta 2,048 Mbps - Europa) sin repetidores, pudiendo la central alimentar el CSU/DSU del abonado, también tiene compatibilidad con otras tecnologías DSL's. Se utiliza para la transmisión digital de banda ancha dentro de un sitio corporativo y entre la compañía proveedora de servicio telefónico y un cliente (Domenech, 2018).

Los primeros modems HDSL fueron diseñados para soportar velocidades hasta 2,048 Mbps y la técnica de modulación utilizada es de forma simétrica (una misma tasa de transferencia tanto de subida (Upstream ó usuario - red) como de bajada (Downstream ó red - usuario);

<sup>2</sup>Kilohertz

<sup>3</sup>Kilobits por segundo

<sup>4</sup>Megabits por segundo

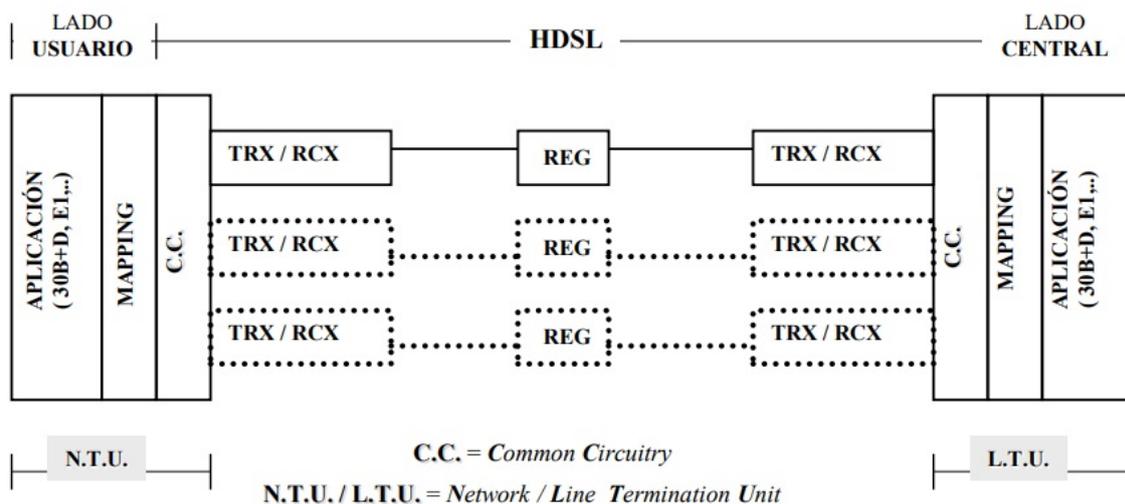
<sup>5</sup>Formato de transmisión digital compuesto de 24 canales de 64 kbps (kilobytes por segundo)

<sup>6</sup>Megabytes por segundo

<sup>7</sup>Formato de transmisión digital compuesto de 32 canales de 64 kbps

esta utiliza 2 a 3 cables que varían entre los 8 kHz y 240 kHz en ancho de banda a una distancia máxima de entre 3 y 4 km, admitiendo regeneradores intermedios.

La Figura 2.2 presenta la configuración de referencia de un sistema HDSL, en donde se observa que puede ser soportado sobre uno, dos o tres pares metálicos simétricos en los que se pueden incluir regeneradores (REG), los que están enlazados mediante circuitos comunes (C.C.) a la función de mapeo (MAPPING) para inserta el flujo binario correspondiente a la Aplicación transportada. Las funcionalidades en el LADO CENTRAL constituyen la Unidad de Terminación de Línea (LTU) y actúan como maestras para las funcionalidades del LADO USUARIO (esclavo), que colectivamente forman la Unidad de Terminación de Red (NTU).



**Figura 2.2.** Tecnología HDSL

*Fuente:* (Ceron, 2011)

Las aplicaciones más comunes de esta tecnología son: la conexión de centralitas PBX, servidores de internet, redes privadas de datos, antenas situadas en las estaciones bases de redes telefónicas celulares, interconexión de LANs, entre otras (Ferrer, 2016).

### 2.1.2. SDSL (Symmetric DSL).

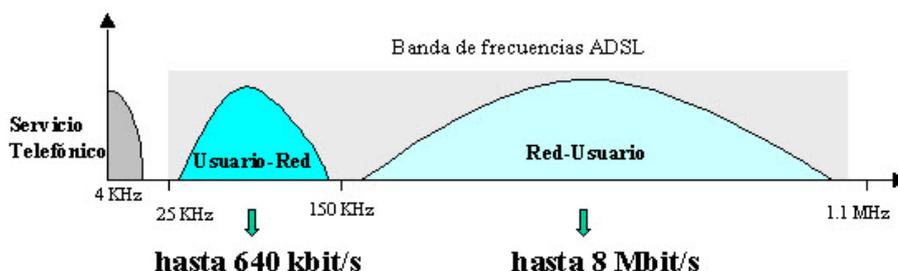
SDSL es también un mecanismo que permite la transferencia de datos en una sola línea con ancho de banda simétrico. SDSL a diferencia de HDSL utiliza un único par de cobre y su distancia de operación máxima es de 2,7 km (ADSLZone, 2018).

Los organismos que trabajan con esta normalización son: ANSI, ETSI y ITU y de esta manera las empresas e instituciones son las que requieren de esta tecnología porque utilizan aplicaciones tales como: servidor FTP, servidor web, servidor FTP, correo electrónico.

### 2.1.3. ADSL (Asymmetric DSL).

Es una tecnología asimétrica, es decir, ofrece diferentes tasas de transmisión, con un downstream más veloz que las velocidades de upstream, esta característica se acopla a las necesidades de los usuarios que generalmente usan un mayor volumen de datos para recibir información que para enviarla. ADSL utiliza infraestructura telefónica existente en hogares y empresas para proveer servicios de banda ancha, que, a diferencia del servicio telefónico convencional, ADSL proporciona conexión “siempre activada” disponible continuamente.

También, en la Figura 2.3 se puede observar como se utiliza la mayor parte del canal para transmitir de bajada y únicamente una pequeña parte para recibir información de subida, haciéndola asimétrica. Existen tres canales independientes sobre la línea telefónica, dos (digitales) de alta velocidad (downstream y upstream) y uno (análogo) para la comunicación de voz (telefonía) (TechTarget, 2018).

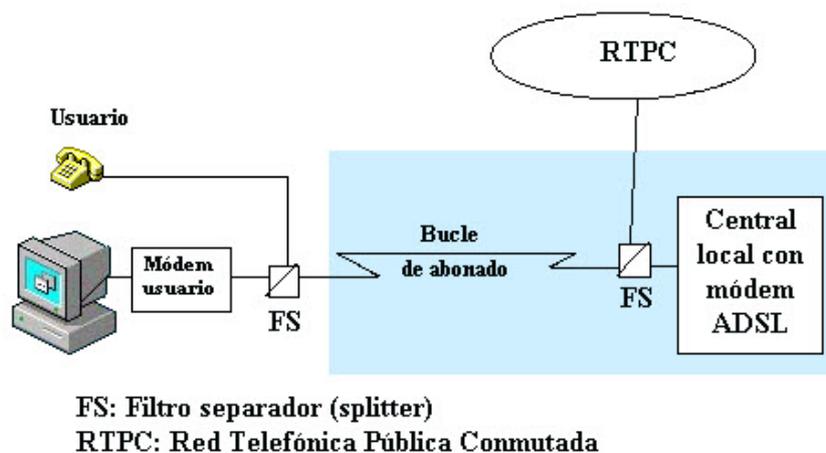


**Figura 2.3.** Tecnología ADSL

*Fuente:* (Ceron, 2011)

La característica importante de esta tecnología es que la velocidad de bajada es mayor a la velocidad de subida soportando 640 kbit/s, certificadas por la ITU G 992.1 y la ANSI T1. Además, al utilizar un solo tipo de par de hilos puede soportar velocidades simétricas, por consiguiente, este establece tres canales de conexión: el envío de datos, la recepción de datos y el servicio telefónico. Las banda de frecuencia destinada para la telefonía es de 300 Hz hasta los 3 400 Hz mientras que para el módems ADSL opera con frecuencias más amplias que van de desde los 24 KHz hasta 1 104 KHz aproximadamente, máximo a 3 km de distancia (Unavarra, 2017).

En el esquema de la Figura 2.4 se muestra como los datos de usuario pasan a través de un módem ADSL a un filtro (splitter FS), para permitir la utilización simultánea del servicio telefónico básico (RTC) y del servicio ADSL. Es decir, el usuario puede hablar por teléfono a la vez que está navegando por Internet como se expuso en la Figura 2.3.



**Figura 2.4.** Esquema de conexión ADSL

*Fuente: (Ceron, 2011)*

#### 2.1.4. IDSL (ISDN DSL).

Desarrollado por Ascend Communications (ahora parte de Lucent Technologies), es un sistema simétrico que transmiten a 128 kbps en una línea telefónica de cobre, usa tarjetas ISDN (Integrated Services Digital Network) para el uso exclusivo de datos, es decir, transmi-

sión digital (en lugar de analógica o de voz) pero pasa por la central telefónica, que trabaja con señales analógicas. IDSL se conecta directamente al extremo de la compañía usando un enrutador especial, sin necesidad de pasar a través de la red de voz de la oficina central. (Unavarra, 2017).

#### **2.1.5. VDSL (Very-high-data-rate DSL).**

Esta tecnología proporciona una velocidad de transferencia de datos más rápida que ADSL y que cualquier tecnología xDSL. Envía datos en el rango de 13 - 52 Mbps de bajada y 1,6 - 6,4 Mbps de subida en distancias pequeñas, que suelen ser de 300 - 1 500 metros de cable de cobre de par trenzado. Cuanto menor es la distancia, mayor es la velocidad de transferencia de datos. VDSL permite a los usuarios cargar, descargar y procesar datos con más rapidez (Techopedia Inc, 2018).

Este estándar utiliza cuatro bandas de frecuencia diferentes para realizar la transmisión de datos, utilizando dos para la subida y dos para la bajada provocando el aumento de la potencia de transmisión. Las aplicaciones más destacadas son: la transmisión de televisión de alta definición por la red, video comprimido, entre otras.

## **2.2. Redes FTTx**

Tradicionalmente se ha usado medios de transmisión de cobre como accesos de última milla ocasionando redes de acceso con bajas tasas de transferencia, por tales motivos se ha buscado mejorar dichas condiciones implementando Fiber To The x (FTTx) que es un término general para referirse a diversas topologías de entrega de fibra óptica (Lattanzi, 2015).

A pesar de que actualmente existen redes de fibra de larga distancia (redes de transporte), FTTx se refiere únicamente a redes terminales que conformen dónde termina la fibra como se aprecia en la Figura 2.5, según (TechTarget, 2018) esta distribuido de la clasificación de esta manera:

Tabla 2.1  
Resumen de velocidad de conexiones xDSL

(a) Conexiones Asimétricas

Tipo	Velocidad de subida máxima	Velocidad de bajada máxima	Distancia máxima
<i>ADSL</i>	1 Mbps	8 Mbps	5 km
<i>RADSL</i>	1 Mbps	7 Mbps	7 km
<i>VDSL</i>	1,6 Mbps	13 Mbps	1,5 km
	3,2 Mbps	26 Mbps	0,9 km
	6,4 Mbps	52 Mbps	0,3 km

(b) Conexiones Simétricas

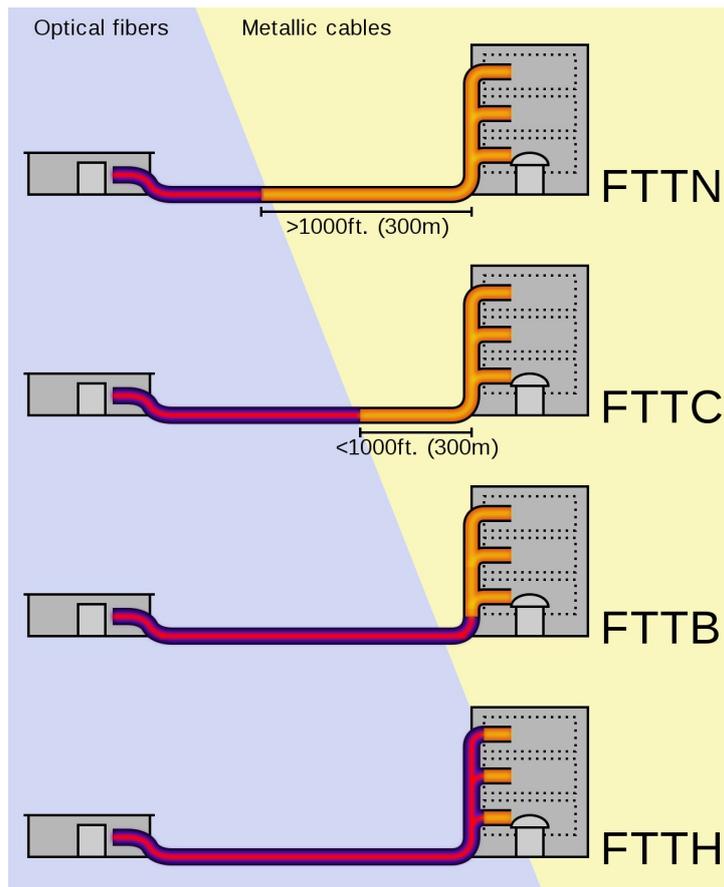
Tipo	Velocidad de bajada/subida máxima	Distancia máxima
<i>HDSL</i>	2 Mbps	3,5 km
<i>HDSL2</i>	2 Mbps	5,4 km
<i>SDSL</i>	1,5 Mbps	2,7 km
	160 kbps	6,9 km
<i>IDSL</i>	144 kbps	8 km

Nota: km (kilómetros); Mbps (megabit por segundo). Fuente: Millán, 2007.

- **FTTB.** (Fiber to the building or fiber to the basement - Fibra al edificio o fibra al sótano), aquí el cableado óptico termina en el interior o inmediaciones del edificio antes de llegar al usuario final o abonado, que generalmente es de varias unidades, es decir, varios hilos de fibra. El suministro de conexiones desde este terminal puede realizarse mediante cualquiera de varios métodos ya sea por cobre o de forma inalámbrica.

- **FTTC.** (Fiber to the curb or fiber to the cabinet - Fibra al borde de la acera o fibra al gabinete), el cableado óptico generalmente termina a menos de 275 metros de las instalaciones del cliente. Una de las desventajas de este es que requiere mayores inversiones tecnológicas FTTH de acuerdo al equipamiento de multiplexación e interfaces de red; pero la asignación de esta tecnología compensa en costos porque es mucho más económica que la FTTH (Zamora, 2015).

- **FTTH.** (Fiber to the home - Fibra al hogar), el cableado óptico termina en el hogar,



**Figura 2.5.** Terminaciones de conexiones FTTx  
*Fuente:* (Riick, 2007)

oficina o negocio individual del abonado. Esta es una alternativa costosa en el instante de la implementación; sin embargo tiene la ventaja de tener un gran ancho de banda convirtiéndose en una red pasiva, por consiguiente no se emplea elementos activos como los generadores, amplificadores, entre otros. Adicionalmente, el usuario no comparten recursos con otros usuarios (González, 2013).

- **FTTN.** (Fiber to the node or fiber to the neighbourhood - Fibra al nodo o fibra al vecindario), la fibra óptica termina en un gabinete que puede estar a unos pocos kilómetros de las instalaciones del abonado (esta a mayor distancia de los usuarios que FTTB y FTTH). El cableado desde el armario de la calle hasta las instalaciones del cliente suele ser de cobre (Lattanzi, 2015).

- **FTTP.** (Fiber to the premises - Fibra a las instalaciones), se utiliza para abarcar im-

plementaciones de FTTH y FTTB o, a veces, se utiliza para indicar que una red de fibra en particular incluye hogares y empresas.

La Figura 2.5 y Tabla 2.2 proporcionan información técnica de las topologías FTTx más comunes:

Tabla 2.2  
*Resumen tecnologías FTTx*

Redes FTTx	Medios de transmisión	Número de usuarios	Servicio
<b>Fiber To The Node</b>	Fibra óptica y cable coaxial (Outdoor)	200 - 500 hogares por fibra	30 Mbps
<b>Fiber To The Curb</b>	Fibra óptica y par de cobre (Outdoor)	10 - 100 hogares por fibra	50 Mbps
<b>Fiber To The Building</b>	Fibra óptica (Outdoor) y par de cobre (Indoor)	32 hogares por fibra	100 Mbps
<b>Fiber To The Home</b>	Enteramente de fibra óptica	1 hogar por fibra	>100 Mbps

*Nota:* m (metros); Mbps (megabit por segundo). *Fuente:* Félix Huari, 2008.

### 2.2.1. Red FTTH.

Con referencia a lo expuesto, FTTH es una red de acceso por cable óptico que trata de obtener fibra para cada hogar individualmente, enlazando los PoP's (Point of Presence - Puntos de presencia) con cada uno de los abonados finales. La PON (Passive Optical Network - Red óptica pasiva) y AON (Active Optical Network - Red óptica activa) son las arquitecturas básicas usadas en este tipo de red (Guamán, 2015).

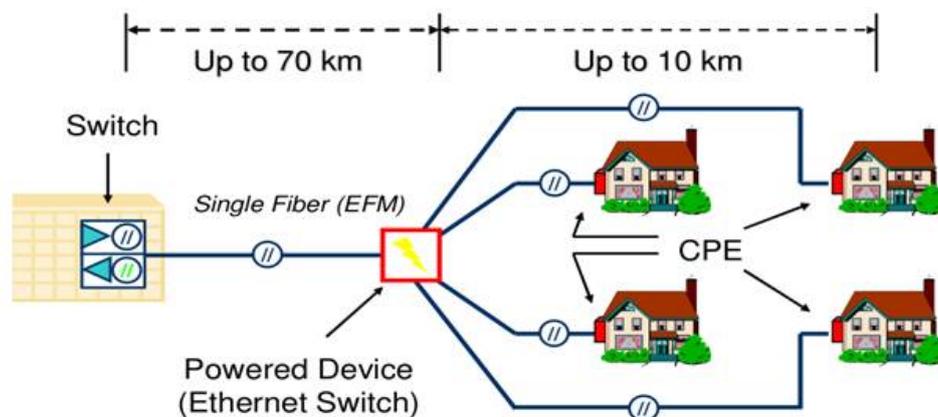
En AON cada abonado tiene acceso absoluto al ancho de banda de un puerto dedicado sin partición, por lo tanto, es posible un mayor ancho de banda por puerto en comparación con PON que multiplexa una señal haciendo particiones a más de un usuario y reduciendo el ancho de banda de cada abonado. A causa de la exclusividad de puerto por abonado de AON, es más fácil detectar fallas o problemas de fibra. No obstante, un sistema AON requiere un equipo activo para administrar la emisión de señal, lo que significa suministro de energía y costos potencialmente más altos (Marchkov, 2013).

Es menos probable que elementos pasivos tengan un funcionamiento diferente al normal en comparación a los activos y puesto que en un sistema PON no existen partes activas o componentes electrónicos, habrá un menor costo en relación con el mantenimiento del sistema AON. PON es altamente eficiente ya que cada fibra óptica puede servir a varios abonados aunque será más complicado descubrir fallas cuando ocurren alteraciones en las fibras por la misma razón.

### 2.2.1.1. AON.

AON es una estructura de red P2P (Point to Point - Punto a punto), lo que significa que cada usuario tiene su propia línea de fibra óptica dedicada terminada en un concentrador óptico, es decir, si se tiene 32 clientes, necesariamente deberá diseñar 32 conexiones de fibra. En un sistema óptico activo, se implementan equipos de conmutación ambientalmente eléctricos, como un enrutador o un agregador de conmutadores, para administrar la distribución de la señal y dirigir los datos a los lugares adecuados.

Un esquema básico de AON se observa en la Figura 2.6, en donde, la oficina central (switch) se conecta al switch ethernet (elemento activo) mediante un cable de fibra óptica de última milla, quien a su vez llega a los equipos locales del cliente o CPE para proveer el servicio.



**Figura 2.6.** Sistema AON  
Fuente: (Gordon y ApS, 2013)

### **2.2.1.2. PON.**

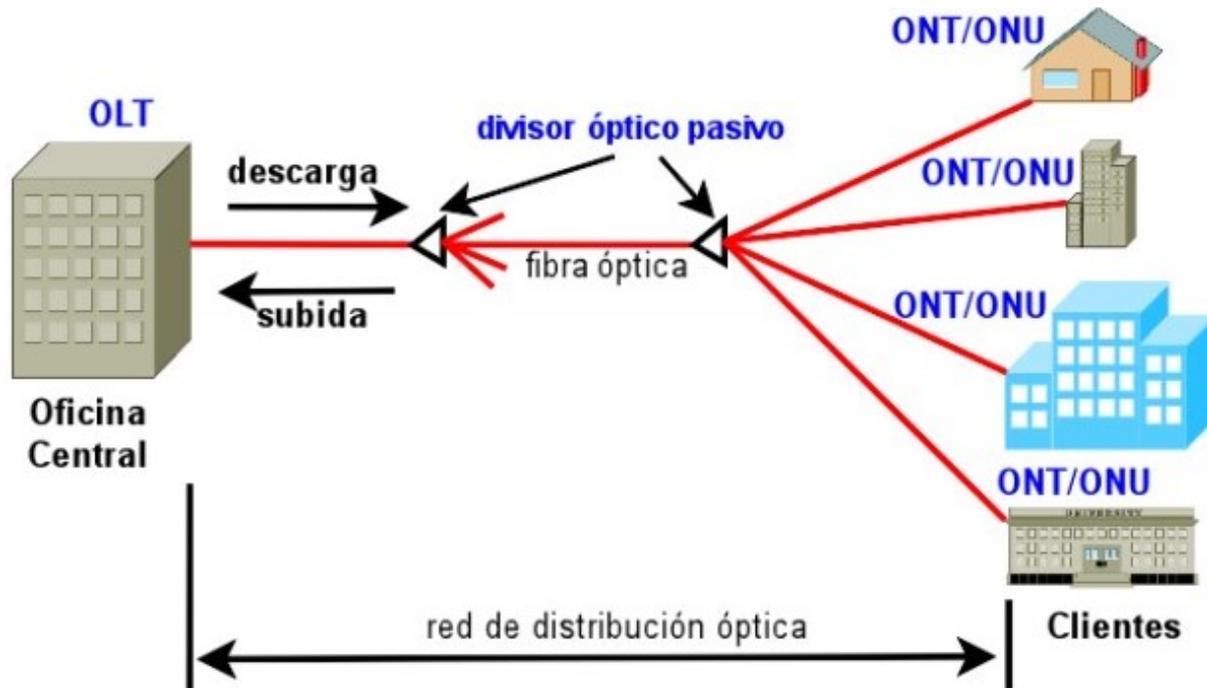
Una PON comienza con una única fibra, que se distribuye a 16, 32 o 64 clientes. Se llama red pasiva, ya que la división real la realiza un divisor óptico pasivo (uno que no necesita energía). Con respecto a PoP en PON se usa una cantidad algo menor de fibra y electrónica, en comparación con un PoP en AON. La fibra y los componentes electrónicos ocupan menos espacio y el consumo de energía es menor. Una ventaja adicional es que las instalaciones son más fáciles de administrar.

Por otro lado, los clientes tendrán que compartir el ancho de banda. Los convertidores de medios especiales deben colocarse cerca de las casas, separando a los clientes unos de otros. Por otra parte el mayor inconveniente se refiere a la detección y resolución de problemas debido a las conexiones compartidas, para lo que será necesario un OTDR (Optical Time Domain Reflectometer - Reflectómetro de dominio de tiempo óptico). Existen varios estándares PON, y continuamente van apareciendo nuevos para mejorar y hacer más eficiente el uso del ancho de banda compartido.

El esquema de PON se presenta en la Figura 2.7, donde se usa una OLT (Optical line termination - Terminal de línea óptica) en la oficina central para controlar la información transmitida en subida y bajada mediante la ODN (Optical Distribution Network - Red de distribución óptica), esta información llega a un Splitter (Divisor óptico pasivo), y se vuelve a transmitir a otro Splitter para llegar al cliente por la ONT (Optical Network Termination - Terminación de red óptica) u ONU (Optical Network User - Usuario de red óptica).

### **2.2.2. Tecnología xPON.**

La rápida disminución de los costos de fibra en los últimos años ha llevado al desarrollo del sistema PON basado en fibra. PON se está estableciendo gradualmente como una parte importante de las tecnologías de acceso de banda ancha, ya que cuenta con componentes pasivos,



**Figura 2.7.** Sistema PON  
*Fuente:* (Gordon y ApS, 2013)

fácil mantenimiento de la red y transparencia del protocolo (Zamora, 2015).

Esta tecnología es el denominador común para APON (ATM PON)/BPON (Broadband - Banda Ancha PON), EPON (Ethernet PON), GPON (Gigabit PON) y algunas otras nuevas tecnologías basadas en fibra punto a multipunto como WDM PON (Wavelength Division Multiplexing PON) y LR-PON (Long Range PON - Largo alcance PON). BPON, EPON, GPON y WDM-PON están en despliegue activo, mientras que, LR-PON sigue siendo un tema de investigación (Guamán, 2015).

#### **2.2.2.1. APON.**

Propuesto por el grupo Full Service Access Network (FSAN), es un tipo de arquitectura de acceso óptico para proporcionar múltiples servicios en una única plataforma. Para expresar la capacidad de banda ancha de los sistemas PON, FSAN renombró a APON como BPON. BPON puede alcanzar velocidades de línea de hasta 622 Mbps y funciones de soporte como asignación dinámica de ancho de banda (DBA) y protección de enlaces. BPON ha ganado

aceptación en el mercado en América del Norte y Europa Occidental.

Los estándares BPON se definen en la serie G.983.x de recomendaciones UIT-T. Pero BPON también tiene sus desventajas, como la dificultad para soportar servicios en OC-12 y lograr la interoperabilidad de los equipos entre diferentes proveedores, así como también la complicada transformación de protocolos requerida por la ONU (Marchkov, 2013).

#### **2.2.2.2. EPON.**

Con el rápido desarrollo de Internet y su amplio uso, las tecnologías de red basadas en IP se han vuelto populares desde 2000. Para soportar servicios IP, el grupo de trabajo Ethernet IEEE 802.3 estableció el Ethernet 802.3ah en la Primera Milla (EFM) grupo de trabajo a finales de 2001 con EPON como uno de sus objetivos. Las ventajas de EPON incluyen el uso del protocolo de Ethernet, además trabaja a una tasa de transmisión de downstream 1,2 Gbps<sup>8</sup> y upstream 1,2 Gbps, el factor de splitting es de 1:16 hasta 1:32 y su eficiencia que utiliza del servicio de voz es del 80% o 60% (Tinico, 2013).

#### **2.2.2.3. GPON.**

Actualmente, se utiliza la solución PON estándar por cuanto, es necesaria una conversión a Ethernet. GPON tiene tasas de transferencia de envío y recepción de datos a mayor velocidad en la misma fibra y está definido por la serie de recomendaciones dirigidas por la UIT-T G.984.1 a G.984.6 (Lattanzi, 2015). Es una tecnología de última milla (acceso) que usa cableado óptico para llegar al abonado final. GPON permite transportar tráfico Ethernet, ATM y TDM (PSTN, ISDN, E1 y E3) mediante el uso del método de encapsulado GPON (GEM). La red GPON tiene una arquitectura punto - multipunto que posibilita acceso Triple Play (Video, Voz y Datos)(Tinico, 2013).

---

<sup>8</sup>Gibabytes por segundo

#### 2.2.2.3.1. Características.

Basada en (ITU-T, 2008).

- Para multiplexar la información usa la misma fibra para upstream y downstream, usando multiplexación por división de longitud de onda (WDM).
- El alcance de un equipo depende de la atenuación máxima que soporta sin que el enlace se pierda. La atenuación máxima de un sistema GPON es la diferencia entre la potencia máxima veraz de la OLT y la potencia mínima que es capaz de percibir la ONT .
- Velocidad: 2,4 Gbps (downstream) / 1,2 Gbps (upstream)
- Distancia máxima (lógica): 60 km
- Distancia máxima (física): 20 km
- Seguridad a nivel protocolo : Cifrado

#### 2.2.2.3.2. Componentes.

Una red de acceso GPON FTTH consta principalmente de los siguientes componentes: dos equipos de transmisión activos, OLT y ONU u ONT; y un equipo de transmisión pasivo, el splitter óptico (Limited FS.COM, 2018).

- **OLT**. El terminal de línea óptica es el elemento principal de la red que generalmente se coloca en el intercambio local proporcionando enlaces de fibra óptica hacia la red del operador o los usuarios; es decir es el motor que impulsa el sistema FTTH.

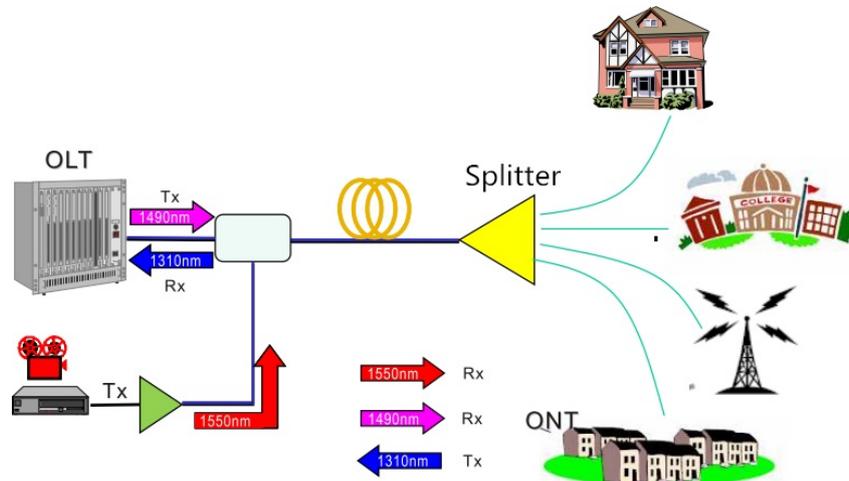
La programación del tráfico, el control del buffer y la asignación del ancho de banda son las funciones más importantes del terminal de línea óptica. Por lo general, OLT opera con alimentación de corriente continua redundante y tiene al menos 1 tarjeta de línea para Internet entrante, 1 tarjeta de sistema para configuración integrada y 1 a muchas tarjetas GPON; donde cada tarjeta GPON se compone de varios puertos GPON.

- **Splitter óptico.** Divide la potencia de la señal. Es decir, cada enlace de fibra que entra en el divisor se puede dividir en un número dado de fibras que salen del divisor. Por lo general, tres o más niveles de fibras corresponden a dos o más niveles de divisores. Esto permite que muchos usuarios compartan cada fibra.

El splitter es un divisor óptico pasivo tiene las características de amplio rango de longitud de onda operativa, baja pérdida de inserción y uniformidad, dimensiones mínimas, alta confiabilidad y una política de supervivencia y protección de la red de soporte.

- **ONT.** Se implementa en las instalaciones del cliente. Está conectado a la OLT por medio de fibra óptica y no hay elementos activos presentes en el enlace. En GPON, el transceptor en el ONT es la conexión física entre las instalaciones del cliente y la oficina central OLT.

En la Figura 2.8 se aprecia los componentes principales de una red GPON.

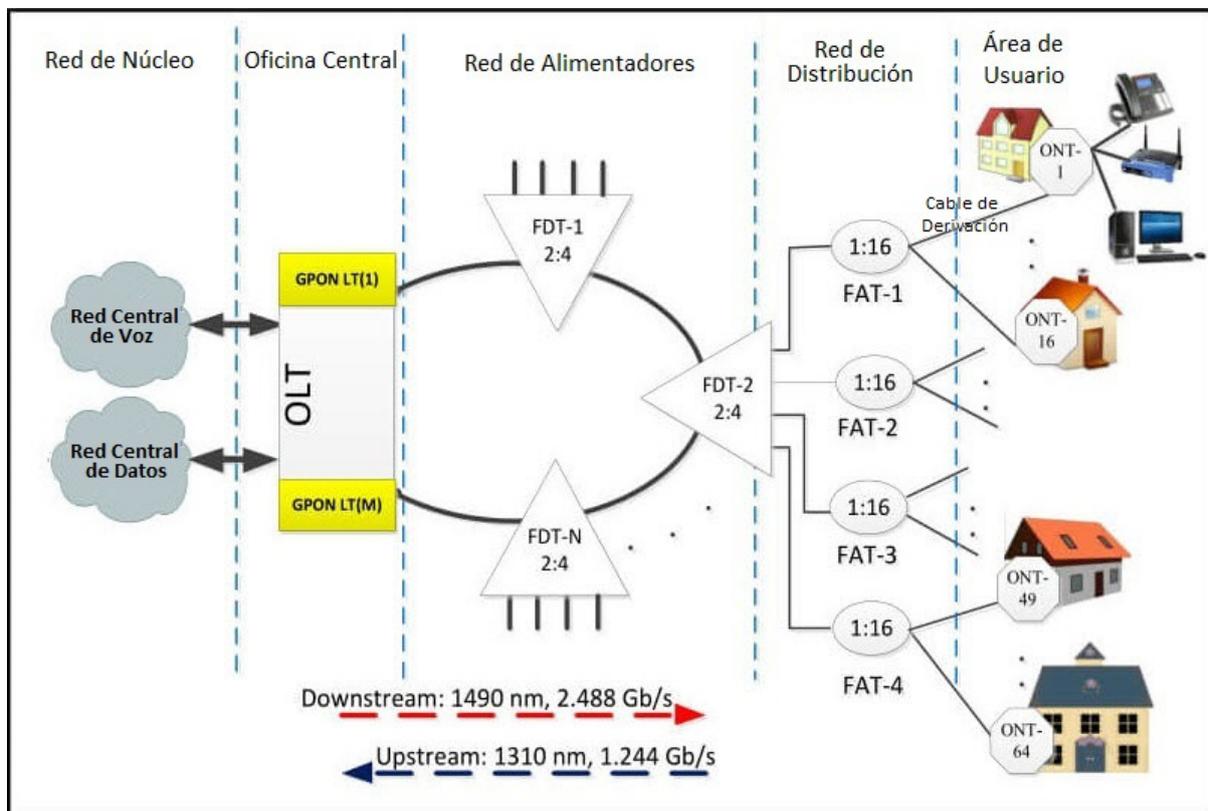


**Figura 2.8.** Componentes de una red FTTH  
Fuente: (Limited FS.COM, 2018)

#### 2.2.2.3.3. Arquitectura.

Con una topología de árbol, GPON maximiza la cobertura con divisiones de red mínimas, lo que reduce la potencia óptica. Una red de acceso FTTH comprende cinco áreas como se muestra en la arquitectura de la Figura 2.9, y son: red de núcleo, oficina central, red de alimen-

tadores, red de distribución y el área de usuario, mismas que serán descritas a continuación:



**Figura 2.9.** Áreas de una red de GPON  
Fuente: (Limited FS.COM, 2018)

- **Red de núcleo.** Incluye la Red Central de Datos, siendo estos, los equipos del ISP (Internet Service Provider - Proveedor de servicios de Internet), la Red Central de Voz, que es, la PSTN (Public Switched Telephone Network - Red telefónica pública conmutada) y el equipo del proveedor de televisión por cable.

- **Oficina central.** Aloja la OLT y ODF (Optical Distribution Frame - Marcos de distribución óptica) que están formados por los GPON LT (Línea Terminal GPON) y suministra la energía necesaria. Incidentalmente, incluye componentes de la red de núcleo.

- **Red de alimentadores.** Se extiende desde el ODF en la oficina central a los puntos de distribución. Estos puntos son los FDT (Fiber Distribution Frames - Marcos de interrupción de la fibra), que generalmente son los gabinetes de la calle, donde residen los divisores de nivel 1.

El cable de alimentación forma una topología de anillo, partiendo y terminando en un puerto GPON como se muestra en la Figura 2.9 para proporcionar protección de tipo B.

- **Red de distribución.** El cable de distribución conecta el divisor de nivel 1 (dentro del FDT) con el divisor de nivel 2. El divisor de nivel 2 suele situarse en el FAT (Fibre Access Terminal), una caja montada en el poste ubicada a la entrada del vecindario.

- **Área de usuario.** Los cables de conexión unen el divisor de nivel 2 dentro de la FAT a las instalaciones del abonado. El cable de derivación aéreo llega a la caja terminal en la puerta del abonado, la que a su vez se conecta con la ONT, llegando así el servicio al abonado.

#### **2.2.2.4. WDM PON.**

WDM-PON es otra mezcla de PON. Mientras que BPON, EPON y GPON son limitados en cuanto a la distancia de transmisión, la relación de división y el ancho de banda del enlace ascendente, WDM-PON puede resolver los problemas antes mencionados.

Emplea un canal de longitud de onda separado desde el OLT a cada ONU, lo que permite la entrega de 100 Mbps (o más) de ancho de banda dedicado por abonado. Además, WDM-PON puede admitir cualquier actualización futura de ancho de banda sin alterar la infraestructura física.

#### **2.2.2.5. LR-PON.**

El concepto LR-PON, planteado por el proyecto europeo IST, consiste en migrar el GPON actual hacia un PON de 10 Gbps, multilongitud de onda, gran ancho de banda y largo alcance (hasta 100 km). LR-PON combina la red de acceso y la red de metro en un solo sistema, y sustituye los nodos de suministro de energía por nodos pasivos, que pueden optimizar la arquitectura de red, reducir OPEX, ahorrar fibra y permitir una gestión conveniente.

British Telecom lidera la investigación y el desarrollo de LR-PON. Presentó el concepto de Super PON basado en los entornos geográficos en el Reino Unido. Super PON tiene una

velocidad de bits de 10 Gbps, un alcance de hasta 100 km. Para soportar la transmisión a larga distancia, adopta un divisor pasivo multicapa para una alta relación de división y un amplificador óptico para una compensación de pérdida adicional.

La Tabla 2.3 presenta una tabla comparativa de las 3 tecnologías PON principales, según la ITU.

Tabla 2.3  
*Comparativa PON*

<b>Características</b>	<b>BPON</b>	<b>GPON</b>	<b>EPON</b>
<b>Tasa de bits (Mbps)</b>	down: 1 244, 622, 155 up: 622, 155	down: 2 488, 1 244 up: 2 488, 1 244, 622, 155	down: 1 250 up: 1 250
<b>Codificación de línea</b>	NRZ (+ scrambling)	NRZ (+ scrambling)	8b/10b
<b>Ratio de división máximo</b>	1:32	1:128 (1:64 en la práctica)	1:32
<b>Alcance máximo</b>	20 km	60 km (con 20 km de distancia entre ONTs)	20 km
<b>Estándares</b>	Serie ITU-T G.983.x	Serie ITU-T G.984.x	IEEE 802.3ah
<b>Soporte TDM</b>	TDM sobre ATM	TDM nativo, TDM sobre ATM, TDM sobre paquetes	TDM sobre paquetes
<b>Soporte vídeo RF</b>	No	Sí	No
<b>Eficiencia típica (depende del servicio)</b>	83 % downstream 80 % upstream	93 % downstream 94 % upstream	61 % upstream 73 % downstream
<b>OAM</b>	PLOAM+OMCI	PLOAM+OMCI	Ethernet OAM (+SNMP opcional)
<b>Seguridad downstream</b>	Churning o AES	AES	No definida

*Nota:* km (kilómetros); Mbps (megabit por segundo). *Fuente:* Millán, 2007.

### 2.3. Realidad Actual de Conexiones Fijas de Internet

Gracias a los casi mil millones de metros de cable submarino de fibra óptica que existen debajo de todo el océano, es posible interconectar completamente al planeta mediante el Internet llegando hasta los sitios más alejados, cada enlace de fibra óptica está registrado en el mapa interactivo de cables submarinos hasta el 2018 en TeleGeography, una firma de consultoría e investigación de mercado de telecomunicaciones (TeleGeography, 2018).

### 2.3.1. Mundial.

Según (ITU, 2017) en su Reporte Measuring the Information Society (MIS), manifiesta que el IDI (ICT Development Index - Índice de desarrollo de las TIC) es un conjunto amplio de indicadores que sirve para proporcionar una mejor comprensión del desarrollo, oportunidades y desafíos dentro de los Estados Miembros de la UIT y la industria de las TIC en general. Al ser una de las características principales, es una herramienta poderosa para monitorear el progreso hacia una sociedad de la información global y es una característica central de este informe.

Tabla 2.4  
*Ranking y valores de IDI, 2017 y 2016*

(a) Países que lideran la lista

<b>Economía</b>	<b>Posición 2017</b>	<b>IDI (2017)</b>	<b>Posición 2016</b>	<b>IDI (2016)</b>
Islandia	1	898	2	878
Corea (República)	2	885	1	880
Suiza	3	874	4	866
Dinamarca	4	871	3	868
Reino Unido	5	865	5	853
Hong Kong, China	6	861	6	847
Tierras inferiores	7	849	10	840
Noruega	8	847	7	845
Luxemburgo	9	847	9	840
Japón	10	843	11	832

(b) Países al final de la lista

<b>Economía</b>	<b>Posición 2017</b>	<b>IDI (2017)</b>	<b>Posición 2016</b>	<b>IDI (2016)</b>
Malawi	167	174	169	158
Haití	168	172	168	163
Madagascar	169	168	167	170
Etiopía	170	165	171	142
Congo (República Democrática)	171	155	170	148
Burundi	172	148	172	139
Guinea-Bissau	173	148	173	138
Chad	174	127	174	106
República Centrafricana	175	104	176	89
Eritrea	176	96	175	96

Nota: . Fuente: ITU, 2017.

La última IDI clasifica el desempeño de 176 economías con respecto a la infraestructura,

el uso y las habilidades de las TIC, lo que permite hacer comparaciones entre países y en el tiempo. Corea del Sur fue nombrada como el país con la mejor y más rápida conexión a Internet del mundo, con el país líder en la tabla del Índice de Desarrollo de las TIC (IDI), por delante de países como el Reino Unido, Estados Unidos y Japón, véase *Tabla 2.4a*.

Las clasificaciones de IDI se realizan a la velocidad de Internet (ancho de banda, medido en bits por segundo), el volumen de suscripciones fijas de Internet por cada 100 personas y el porcentaje de hogares con una computadora, lo que le da al país una puntuación de 10. El país con el peor Internet del mundo es Chad, con una IDI de 1,17, por debajo de países como Cuba, Afganistán y Etiopía, véase *Tabla 2.4b*.

### 2.3.1.1. Redes xDSL (cobre).

La demanda de servicios de Banda Ancha ha ido aumentando significativamente a nivel mundial, así mismo, para solventar estas peticiones a medida que aparecen, se han ido desarrollando nuevas tecnologías que permitan al abonado gozar de altas tasas de transferencia de datos, pudiendo ser transportadas mediante redes inalámbricas o alámbricas (cable o líneas telefónicas existentes - xDSL), es en este punto donde la tecnología ADSL se fue popularizando a nivel mundial hasta llegar a ser la tecnología de acceso más usada hasta la actualidad.



**Figura 2.10.** Suscriptores de banda ancha fija con DSL

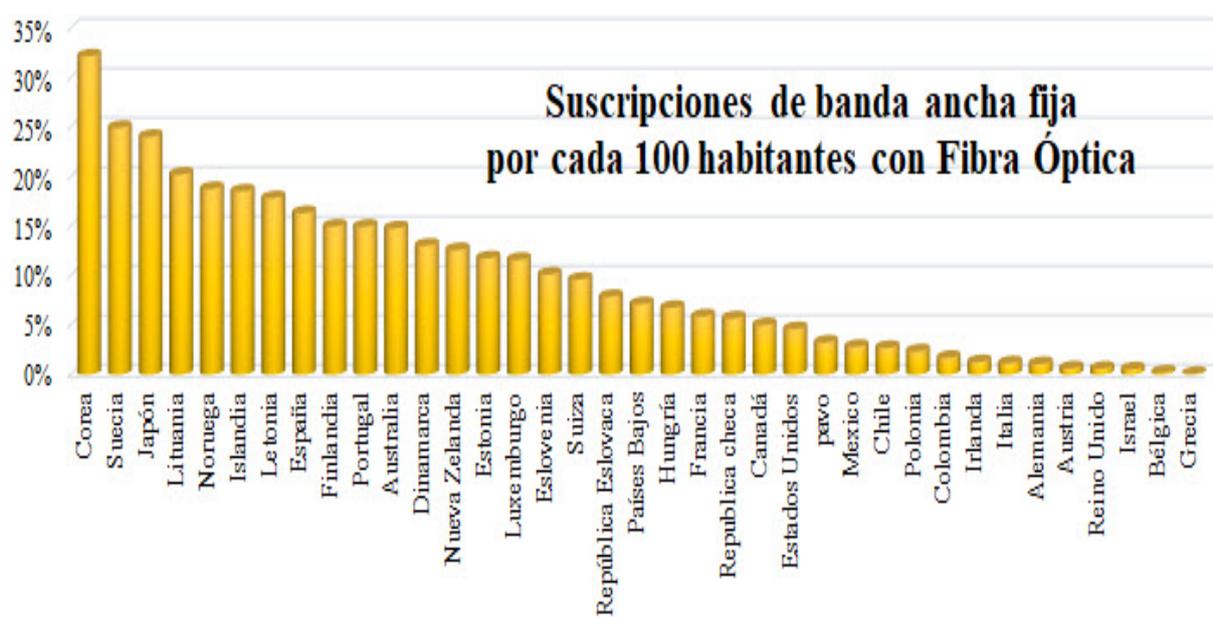
Fuente: (OECD, 2018b)

La figura Figura 2.10 muestra porcentajes de suscriptores en los lugares con más des-

pliegue de DSL a nivel mundial, los porcentajes están basados en la cantidad de cada uno de los países. La cobertura del servicio de banda ancha se asigna mediante tecnologías de acceso como DSL, fibra, cable e inalámbrica, además de niveles de velocidad (por ejemplo, 1 a 1,5 Mbit/s, segundo nivel de velocidad más bajo de menos de 10 a 20 Mbit/s, nivel de velocidad media de menos de 50 Mbit/s, entre otros) (OECD, 2018b).

**2.3.1.2. Redes xPON (fibra óptica).**

El futuro en las redes de Telecomunicaciones sin duda alguna son las conexiones por medio de la fibra óptica que llegarán para quedarse. Con el paso de los años el despliegue de este medio de transmisión va tomando más fuerza hasta que idealmente llegue a usarse en todo el mundo. A pesar de que, el pasar de cobre a fibra, es decir, el renovar las grandes infraestructuras de telecomunicaciones es un proceso relativamente sencillo para algunas economías asiáticas que cuentan con los recursos para hacerlo, la mayoría de países no tienen las posibilidades de hacerlo.



**Figura 2.11.** Suscriptores de banda ancha fija con Fibra Óptica  
*Fuente:* (OECD, 2018b)

Según (Felten, 2011), en Asia-Pacífico en cuanto a despliegue de fibra se refiere Corea y Suecia lideran sobre el resto de países a nivel mundial presentando números portentosos en conexiones, no obstante, países como China, India, Taiwan y Singapur destacan con sus altas cifras (véase *Figura 2.11*). Siendo así, que en Japón el 91,6 % de hogares contaban con conexión FTTH para marzo del 2010, mientras que Corea del Sur tenía la mayor tasa de penetración de fibra óptica (55 %) a nivel mundial, en el 2006 se comercializó por primera vez fibra óptica a 2,5 Gbps en este país y desde entonces se a dado un gran crecimiento en cuanto a esta tecnología.

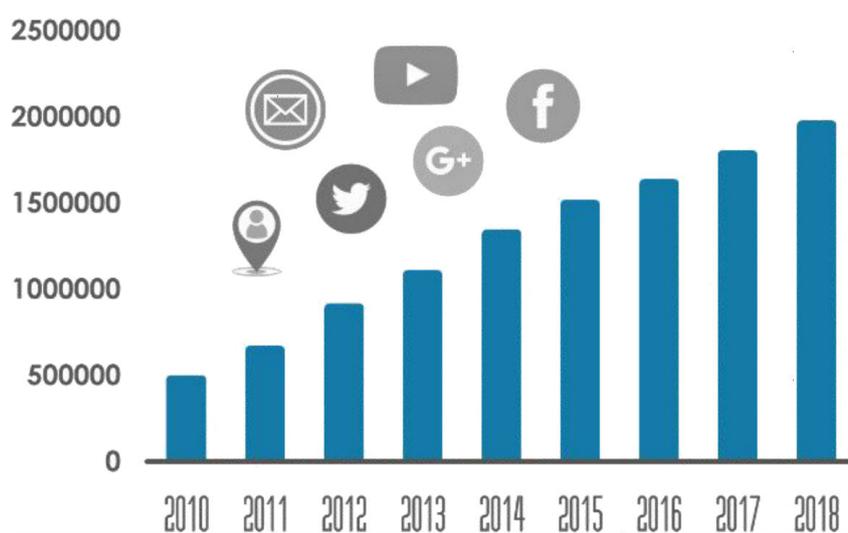
Para Oriente Medio y África la realidad es completamente diferente, donde el operador Etisalat (Emiratos Árabes) es el único nivel de Oriente Medio que busca cubrir con fibra el 90 % del país, otro operador como Argelia Telecom (África) apunta a desplegar fibra en 250 000 hogares para finales del 2011.

A nivel Europeo son los países nórdicos los que lideran el dicho despliegue, encabezando esta lista se encuentra Suecia quienes a la actualidad poseen más de 150 redes municipales (acceso abierto). Rusia por su parte tiene el mayor crecimiento en despliegue de fibra óptica con más de diez millones de hogares a finales del 2010, en Italia a pesar de existir una baja demanda FastWeb tiene anhelosos planes iniciales de despliegue, Francia cuenta con 100 000 abonados de FTTH y 350 000 suscriptores de DOCSIS 3.0., el país mas diligente en temas de despliegue en Europa es Portugal con un tercio del país (1,4 millones de hogares) comunicado mediante fibra, el Reino Unido conectará diez millones de hogares con banda ancha ultra rápida con un 25 % en FTTH.

En América, la costa este de Estados Unidos dispone de casi cuatro millones de abonados con FTTH y Brasil en Latinoamérica destaca con despliegue a 200 000 hogares con una proyección de dos millones de hogares para los próximos años.

### 2.3.2. Nacional.

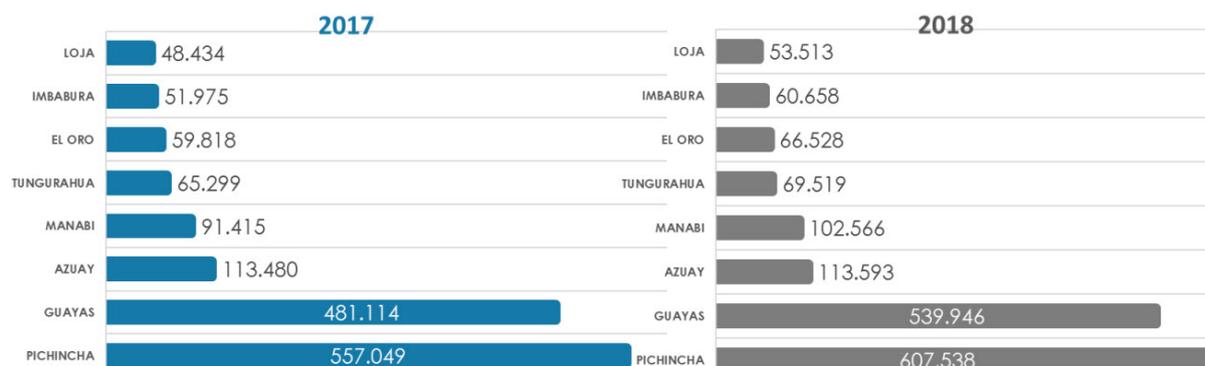
Hoy por hoy, se vive en una era tecnológica en la que existen grandes sociedades de las comunicaciones e información. El área de las telecomunicaciones es una herramienta fundamental dentro de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's), para el desarrollo de los pueblos. La realidad nacional de acceso a Internet fijo del cuarto trimestre del año 2018 que a continuación se va a presentar contiene datos estadísticos en base a indicadores que permitan visualizar el desarrollo de estos mercados. El Estado ecuatoriano da una gran importancia al Servicio de Acceso a Internet debido a que si la ciudadanía tiene acceso a el otros servicios básicos podrían ser beneficiados, por ejemplo la salud, educación, comercio, entre otros.



**Figura 2.12.** Cuentas de Internet Fijo  
Fuente: (ARCOTEL, 2019)

La Figura 2.12 presenta un histórico anual de conexiones de Internet Fijo, mostrando que en el último trimestre del 2018 aún el 11,48% de la ciudadanía (por cada 100 habitantes) mantiene contratado el servicio, en comparación al cuarto trimestre del 2017 (10,61%) la demanda a crecido en casi un punto. El Ecuador usa las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) para el tratamiento de datos de banda ancha fija, según este organismo especializado las velocidades mayores o iguales a 256 kbps son conside-

radas como banda ancha pero a pesar de esto en el país banda ancha se considera a velocidades mayores o iguales a 1 024 kbps.



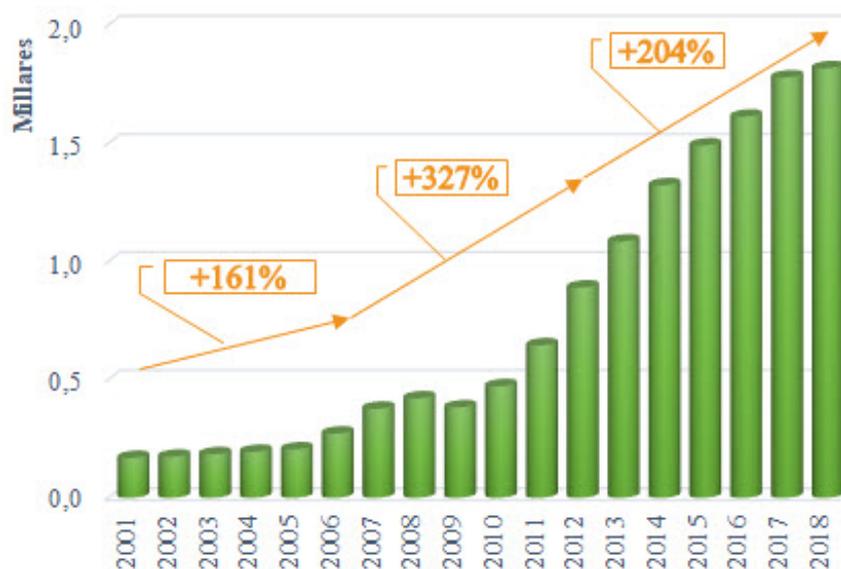
**Figura 2.13.** Cuentas de Internet Fijo por provincia  
Fuente: (ARCOTEL, 2019)

Con base en la Figura 2.13 se ve que las provincias de Pichincha y Guayas tienen mayor número de conexiones de Internet fijo con el 37,65% y 33,46% respectivamente hasta el último trimestre del 2018. Según los datos obtenidos por (ARCOTEL, 2019) el porcentaje de cuentas de Internet de Banda Ancha por cada 100 habitantes corresponde al 99,9% lo que posibilita inferir que no hace falta incrementar acciones a nivel nacional para incrementar este indicador, debido a que ya la mayor parte de la población tiene acceso a redes de banda ancha.

En Ecuador el servicio de Internet a través de conexiones físicas ha crecido de manera exponencial entre 2001 y 2015 como se observa en la Figura 2.14 dicho crecimiento está influenciado tanto por la innovación y desarrollo tecnológico, como por las políticas y estrategias gubernamentales de conectividad y prestación de servicios implementadas en los últimos años. (ARCOTEL, 2015a, p.11)

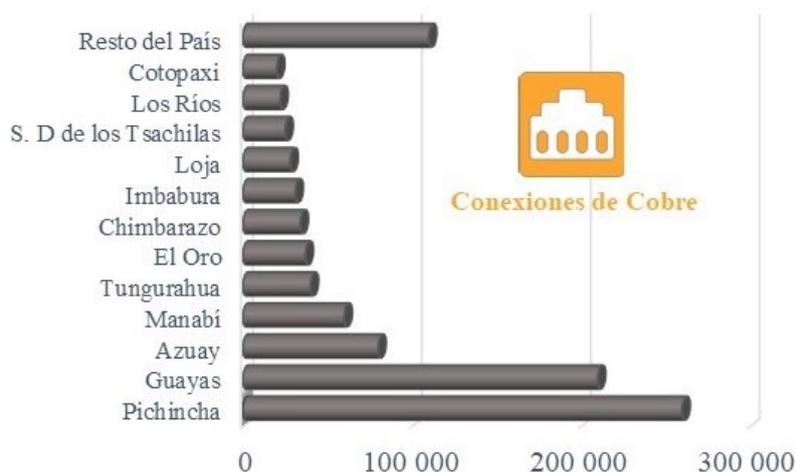
### **2.3.2.1. Redes xDSL (cobre).**

Dial-UP poco a poco se va convirtiendo en una tecnología obsoleta, hasta llegar a ser reemplazada totalmente por tecnologías actuales mucho más eficientes, a pesar de esto en Ecu-



**Figura 2.14.** Crecimiento de Conexiones Fijas a Nivel Nacional  
*Fuente:* (ARCOTEL, 2015a)

Por lo tanto, aún existen abonados Dial-Up (usa el mismo medio que xDSL con menor velocidad).



**Figura 2.15.** Conexiones de cobre a nivel nacional  
*Fuente:* (ARCOTEL, 2015a)

De acuerdo a la Figura 2.15, Pichincha tiene un mayor número de conexiones porque a pesar de que Guayas es la provincia con mayor número de habitantes en el Ecuador, el Internet en Pichincha tiene un alto grado de penetración razón por la cual es la provincia con un mayor número de conexiones a Internet Fijo. Para diciembre del año 2018 el 42,81 % de cuentas se proporcionan a través de cobre.

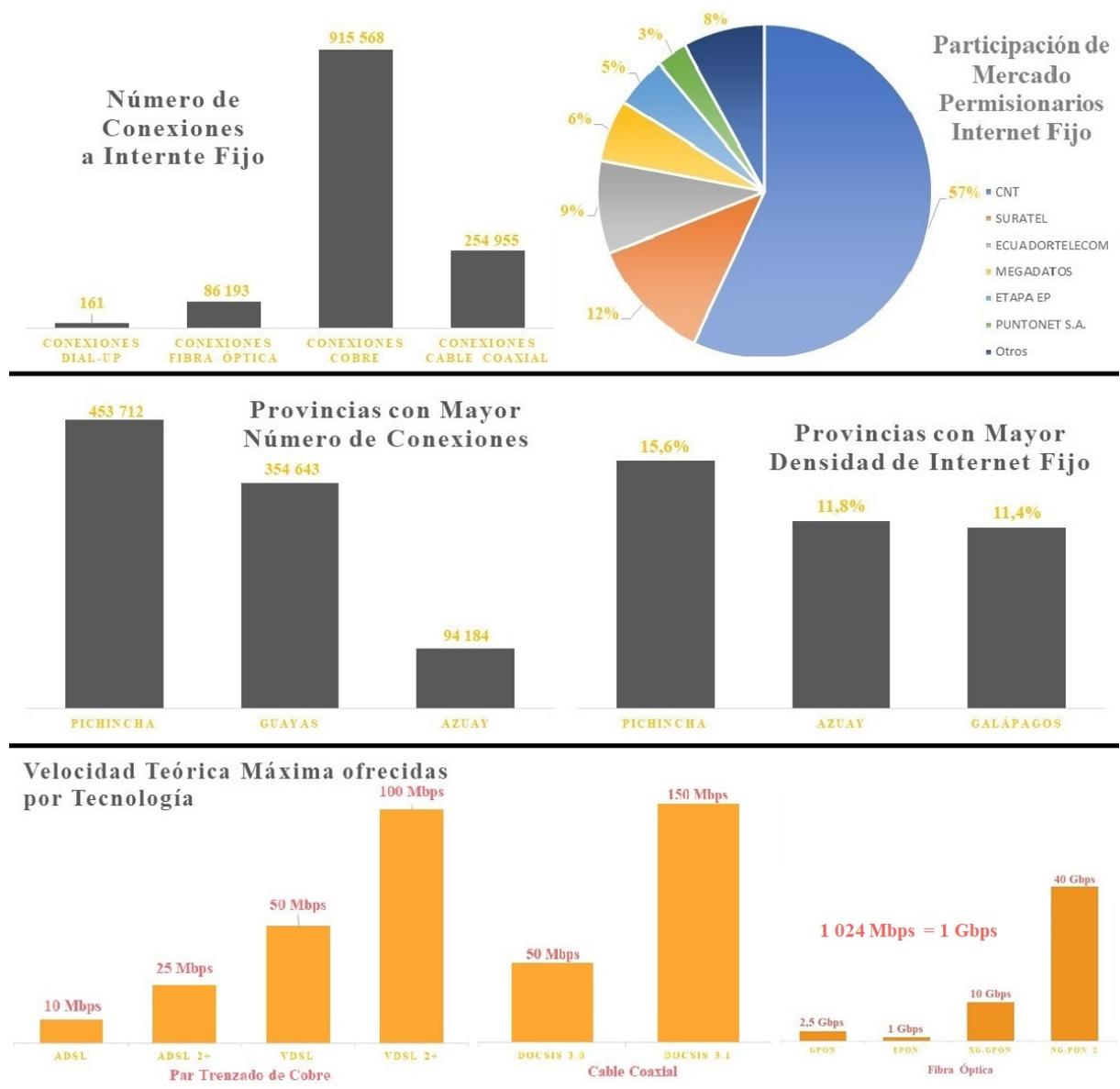
### 2.3.2.2. Redes xPON (fibra óptica).

En el caso de la Fibra Óptica como se muestra en la Figura 2.16, la variación en el número de conexiones entre las dos provincias que encabezan la lista y el resto del Ecuador es mayor en relación al número de conexiones mediante cobre. Acceder a Internet por cableado óptico llega a ser más costoso en comparación a medios tradicionales, es por este motivo que esta tecnología no está disponible para la mayor parte de la población pero con el desarrollo de la tecnología, el llegar a un gran número de abonados finales se espera sea posible, principalmente por los beneficios que brinda, de hecho por la importancia de esta tecnología para el acceso a Internet en el Ecuador la expansión de la fibra óptica en este año alcanzó los 45 757 kilómetros, impulsado tanto por el sector privado como por las políticas del Estado ecuatoriano para implantar una sociedad del conocimiento (ARCOTEL, 2015a). Para el cuarto trimestre del año 2018 el 27,62% de conexiones se hacían a través de fibra óptica.



**Figura 2.16.** Conexiones de fibra óptica a nivel nacional  
Fuente: (ARCOTEL, 2015a)

La Figura 2.17 muestra un breve resumen de lo tratado en este apartado, presenta cifras exactas del número de conexiones que existen en las diferentes tecnologías, clasificado por provincias.



**Figura 2.17.** Resumen de conexiones Fijas de Internet  
*Fuente:* (ARCOTEL, 2015a)

**2.3.2.3. Proveedores de Servicios de Internet (ISPs).**

Un ISP es el ente encargado de enlazar a los abonados finales o negocios con la red publica del mundo exterior mejor conocido como Internet. Hasta la fecha el número de ISPs en el Ecuador ha crecido aproximadamente 21 veces a nivel nacional. Provocando una inmensa competencia en puntos importantes como: precios, calidad, garantía de servicio, entres otros. Ya que el país no cuenta con una gran infraestructura de telecomunicaciones, ni tampoco posee el presupuesto necesario para implementarla, es esencial la cooperación entre todos los ISP

para proveer conectividad a Internet, esto se da principalmente en los puntos de interconexión de las redes de los ISPs (infraestructura de red) que permite intercambiar localmente tráfico de Internet originado o terminado en el país, con lo cual mientras mayor sea la cantidad de ISPs los costos se repartirán en forma proporcional (ARCOTEL, 2015a).



**Figura 2.18.** Principales ISP del Ecuador

*Fuente:* (ARCOTEL, 2019)

La Figura 2.18, evidencia la Estadística de participación de mercado para el servicio de acceso a Internet fijo en Ecuador liderado por CNT EP, operador público ecuatoriano, información para el cuarto trimestre del año 2017.

### **2.3.3. Velocidad de conexión a Internet.**

En el presente apartado se muestra, los países con mejores tasas de transferencia de datos para el acceso a Internet de los usuarios finales a nivel mundial, publicadas en el informe State of Internet - Connectivity Report de (Akamai, 2017).

#### **2.3.3.1. Velocidad de Conexión Promedio.**

Las velocidades de Internet son las velocidades en las que viajan los datos o contenidos desde la web hasta cualquier dispositivo capaz de captar esta información. La velocidad de estos

datos se mide en Mbps. Esta métrica se calcula tomando un promedio de todas las velocidades de conexión calculadas durante el trimestre a partir de las direcciones IP únicas determinadas en un país específico o estado. Sin embargo, para (Akamai, 2013) hay una serie de factores que pueden influir en la medición de velocidad de conexión promedio, el listado de países de este apartado se presentan en la Tabla 2.5:

- **Solicitudes paralelas.** Según las últimas cifras disponibles en el proyecto HTTPArchive, la página web promedio requiere 90 solicitudes de contenido.

- **Archivos pequeños.** Muchos de los componentes que componen una página web moderna (como imágenes, archivos CSS, archivos Javascript, respuestas AJAX) son relativamente pequeños en comparación con las descargas de software y los archivos multimedia.

- **Intercambio de direcciones IP.** En este mundo cada vez más hiperconectado, un solo usuario puede tener múltiples dispositivos conectados a Internet, y un hogar promedio hoy ciertamente lo hace, desde teléfonos inteligentes, tabletas, televisores y sistemas de juegos hasta termostatos y refrigeradores.

Tabla 2.5  
Velocidad Media de conexión (IPv4) por País/Región

	<b>País / Región</b>	<b>Promedio (Mbps)</b>	<b>Variación Trimestral</b>	<b>Variación Anual</b>
	Global	72	2.3 %	15 %
1	Corea del Sur	286	9.3 %	-1.7 %
2	Noruega	235	-0.4 %	10 %
3	Suecia	225	-1.3 %	9.2 %
4	Hong Kong	219	-0.2 %	10 %
5	Suiza	217	2.1 %	16 %
6	Finlandia	205	-0.7 %	15 %
7	Singapur	203	0.8 %	23 %
8	Japón	202	3.1 %	11 %
9	Dinamarca	201	-2.9 %	17 %
10	Estados Unidos	187	8.8 %	22 %

Nota: Mbps (megabit por segundo). Fuente: Akamai, 2017.

### 2.3.3.2. Velocidad Promedio de Conexión Máxima.

Según (Akamai, 2013), para calcular esta métrica, se toma una media de solo la velocidad de conexión más alta calculada a partir de cada dirección de IP única que determina el país específico o estado en que está. Dentro del informe, creemos que la velocidad pico de conexión promedio, es la más representativa de la capacidad de conexión a Internet. Al usar la medida más rápida observada desde cada dirección IP única, estamos capturando solo aquellas conexiones que alcanzaron tasas de rendimiento máximo.

En el segundo trimestre de 2015, las velocidades de conexión media pico global se incrementaron en un 12% alcanzando los 32,5 Mbps (HayCanal, 2016), en la Tabla 2.6 se muestran los países mejores puntuados.

Tabla 2.6  
Velocidad Pico Media de conexión (IPv4) por País/Región

	<b>País / Región</b>	<b>Promedio (Mbps)</b>	<b>Variación Anual</b>
	Global	446	28%
1	Singapur	1 845	26%
2	Macao	1 320	54%
3	Mongolia	1 311	63%
4	Hong Kong	1 295	17%
5	Corea del Sur	1 210	17%
6	Jersey	1 084	40%
7	Qatar	1 079	21%
8	Tailandia	1 066	53%
9	Israel	991	51%
10	Suecia	953	20%

*Nota:* Mbps (megabit por segundo). *Fuente:* Akamai, 2017.

## 2.4. Calidad

La norma ISO 8402-1986 define la calidad como “el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confiere la capacidad para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas” (WebFinance Inc., 2018, párr.1). Por ejemplo, si una compañía de dispositivos tecnológicos encuentra un defecto en una de sus computadoras de escritorio y rea-

liza el retiro del producto, el cliente reducirá la confianza en la empresa y, por lo tanto, la producción disminuirá pues se perderá la confianza en la calidad del producto, es así, que los costos incurridos en conseguir calidad en el servicio prestado (servicio de Internet en este caso) están relacionados estrechamente a la misma calidad.

Para comprender a fondo la calidad como continuidad operativa de un servicio, es conveniente definir fundamentos de los indicadores de desempeño, entre los que se encuentran: QoE (Quality of Experience - Calidad de la experiencia), QoS (Quality of Service - Calidad de la servicio), confiabilidad que incluye MTBF (Mean Time Between Failures - Tiempo promedio entre fallos), mantenibilidad incluye MTTR (Mean Time To Repair - Tiempo promedio para reparar), disponibilidad y SLA (Service Level Agreement - Acuerdo de nivel de servicio), enfocados en redes de telecomunicaciones.

#### **2.4.1. QoE vs QoS.**

Al ser la calidad de experiencia y de servicio dos definiciones profundamente relacionadas pero más no las mismas, los entes reguladores deberían considerar ambos conceptos al evaluar el ancho de banda entregado por los ISP, ya que, el comportamiento del mercado es más sencillo regular cuando están fuertemente definidos. Estos términos se describen a continuación:

- **QoS.** Es un método para administrar el tráfico de datos de forma óptima, controlando los recursos de la red al establecer prioridades para tipos específicos de tráfico (video, audio, archivos), reduciendo el tiempo de actividad, pérdida de paquetes y latencia. A medida que el número de usuarios de Internet continúa creciendo, los requisitos de rendimiento de la red deben aumentar junto con ellos (TechTarget, 2018).

- **QoE.** Según (Techopedia Inc, 2018), QoE mide el rendimiento total del sistema utilizando medidas subjetivas y objetivas de satisfacción del cliente. A diferencia de QoS, QoE

evalúa el rendimiento de los servicios de hardware y software entregados por un proveedor según los términos de un contrato. Las industrias de tecnología de la información y electrónica aplican el modelo QoE a empresas y servicios. Debido a que QoE depende de la experiencia del cliente, las evaluaciones se compilan a partir de grandes encuestas de grupos de usuarios, QoE califica los siguientes factores:

- **Factores de éxito.** Eficiencia, facilidad de uso, confiabilidad, lealtad del cliente, intimidad, costo y seguridad.

- **Factores de ambientales.** Hardware, como dispositivos alámbricos o inalámbricos; la criticidad de la aplicación, por ejemplo, mensajes de texto versus audio/video; el entorno de trabajo, por ejemplo, fijo o móvil.

Con estos aspectos claros, se puede decir que: La calidad de servicio son las medidas técnicas tomadas por el ISP para mejorar el tráfico de la red y a su vez optimizar la calidad de experiencia del usuario. Cuando QoS de una red trabaja de forma adecuada, la posible pérdida de paquetes debido a una falla en la infraestructura, no afectará la experiencia del cliente. La QoE que percibe el usuario de servicio es más importante, ya que, esto puede generar un aumento de ingresos para la empresa.

#### **2.4.2. Confiabilidad.**

El término confiabilidad se refiere a la capacidad de un componente de hardware o software de trabajar u operar sin paros de manera consistente de acuerdo con sus especificaciones. En teoría, un producto confiable está totalmente libre de errores técnicos. En la práctica, comúnmente se expresa la confiabilidad del producto como un porcentaje. Es la probabilidad que se presente una falla en un intervalo de tiempo definido, excluyendo las interrupciones producto de intervenciones programadas. Se propone como índice de confiabilidad a definir por año, dependiendo de la topología y tecnología de la red, correspondiendo a una estimación teórica

que se convierte en la referencia objetivo (Amendola, 2008).

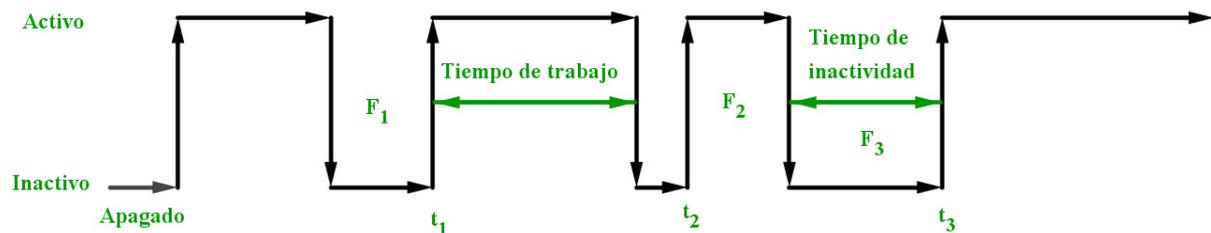
Según (Hoda y Roosta, 2014), este indicador se calcula mediante una distribución exponencial (véase **Ec. 2.1**) y esta relacionado con la reducción de fallas en un intervalo de tiempo, siendo una medida de la probabilidad de operar libre de fallas, para este cálculo, es necesario obtener el MTBF expuesto en el Apartado 2.4.2.1.

$$C(t) = e^{-\frac{t}{MTBF}} = e^{-\lambda t} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

En donde:  $MTBF \rightarrow$  Tiempo promedio entre fallas

$\lambda \rightarrow$  Tasa de fallas recíproco a MTBF

Para entender de mejor manera estos términos, se definirá: tiempo de operación, tiempo de trabajo y tiempo de inactividad, en base a la Figura 2.19.



**Figura 2.19.** Tiempo de operación de un sistema

- **Tiempo de operación.** Es el tiempo total de funcionamiento en el que se va a evaluar el sistema, es decir, es la sumatoria del tiempo de trabajo e inactividad, esta dado por la **Ec. 2.2**.

$$T_o = T_t + T_i \quad (\text{Ec. 2.2})$$

- **Tiempo de trabajo.** Es el tiempo real de funcionamiento de sistema, es decir, el tiempo en el que el sistema esta trabajando y se mide desde que empieza a operar hasta que exista una falla, esta dado por la **Ec. 2.3**.

$$T_t = T_o - T_i \quad (\text{Ec. 2.3})$$

- **Tiempo de inactividad.** Es el tiempo en el que el sistema esta fuera de funcionamiento, es decir, el tiempo en el que el sistema esta detenido debido a una falla y se mide desde que ocurre la falla hasta que se logra reparar, esta dado por la **Ec. 2.4.**

$$T_i = T_o - T_t \quad (\text{Ec. 2.4})$$

#### 2.4.2.1. MTBF.

Es el tiempo promedio (esperado) entre dos fallas sucesivas de un componente. Es una medida básica de la confiabilidad y disponibilidad de un sistema y se representa en horas. Mientras mas alto sea este indicador mayor será la confiabilidad del componente o equipo. El MTBF, es un indicador que muestra el comportamiento de un equipo específico (Hoda y Roosta, 2014). Para hallar el valor de este indicador se emplea la **Ec. 2.5.**

$$MTBF = \frac{T_o - T_i}{F} = \frac{T_t}{F} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

En donde:  $T_o \rightarrow$  Tiempo de operación

$T_i \rightarrow$  Tiempo de inactividad

$F \rightarrow$  Número de fallas

#### 2.4.3. Mantenibilidad.

Según (Amendola, 2008), la mantenibilidad es la posibilidad de recuperar el equipo a un estado funcional en determinado tiempo basándose en procedimientos prescritos. El tiempo empleado para la reparación depende de la naturaleza del fallo y de las siguientes características de diseño accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico. Está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido por las actividades de

$$M(t) = e^{-\frac{t}{MTTR}} = e^{-\mu t} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

En donde:  $MTTR \rightarrow$  Tiempo promedio para reparar (mostrado en el Apartado 2.4.3.1)

$\mu \rightarrow$  Tasa de fallas reciproco a MTTR

### 2.4.3.1. *MTTR*.

Es la medida de distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador una vez que la unidad ha fallado mide la efectividad para rehabilitarla, dentro de un período de tiempo determinado y esta dado por la **Ec. 2.7**. “El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento” (Amendola, 2008, p.2).

$$MTTR = \frac{T_o - T_t}{F} = \frac{T_i}{F} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

En donde:  $T_o \rightarrow$  Tiempo de operación

$T_t \rightarrow$  Tiempo de trabajo

$F \rightarrow$  Número de fallas

$T_i \rightarrow$  Tiempo de inactividad

### 2.4.4. Disponibilidad.

La disponibilidad es la relación entre el tiempo que un sistema o componente es funcional y el tiempo total que se requiere o se espera que funcione, se expresa en porcentaje o tiempo de inactividad semanal, mensual o anual (Hoda y Roosta, 2014). La disponibilidad depende de la frecuencia de desconexión del sistema (confiabilidad) y la duración de esta desconexión (mantenibilidad), por lo que para encontrar su valor se utilizan los términos tratados en el Apartado 2.4.2.1 y Apartado 2.4.3.1, mismos que pueden ser expresados en porcentaje según la **Ec. 2.8** y en horas según la **Ec. 2.9**, descritas a continuación:

$$D_{\%} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{T_o + T_i}{T_o} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

En donde:  $MTBF \rightarrow$  Tiempo promedio entre fallas

$MTTR \rightarrow$  Tiempo promedio para reparar

$T_o \rightarrow$  Tiempo de operación

$$D_h = t \times (100\% - D_{\%}) \quad (\text{Ec. 2.9})$$

En donde:  $t \rightarrow$  Tiempo de estudio

$D_{\%} \rightarrow$  Disponibilidad en porcentaje

#### 2.4.5. SLA

Es el componente de contrato de servicio entre un proveedor de servicios y un cliente. Un SLA proporciona aspectos específicos y mensurables relacionados con las ofertas de servicios. Como en el caso de, los SLA que a menudo se incluyen en acuerdos firmados entre proveedores de servicios de Internet y clientes. También conocido como acuerdo de nivel operativo (OLA) cuando se utiliza en una organización sin una relación establecida o formal de proveedor-cliente.

(Hoda y Roosta, 2014) manifiesta que, a finales de los años 80, los SLA se utilizan actualmente en la mayoría de las industrias y mercados. Estos definen el resultado del servicio pero difieren la metodología a discreción del proveedor del servicio. Las métricas específicas varían según la industria y el propósito de SLA, entre otras se incluyen:

- Detalles específicos y alcance de los servicios prestados, incluidas las prioridades, responsabilidades y garantías.
- Servicios específicos, esperados y mensurables a nivel mínimo o objetivo.
- Informal o jurídicamente vinculante.
- Pautas descriptivas de seguimiento e informes.

- Procedimientos detallados de gestión de problemas.
- Honorarios detallados y gastos.
- Responsabilidades y responsabilidades del cliente.
- Procedimientos de recuperación de desastres.
- Cláusulas de rescisión del contrato.

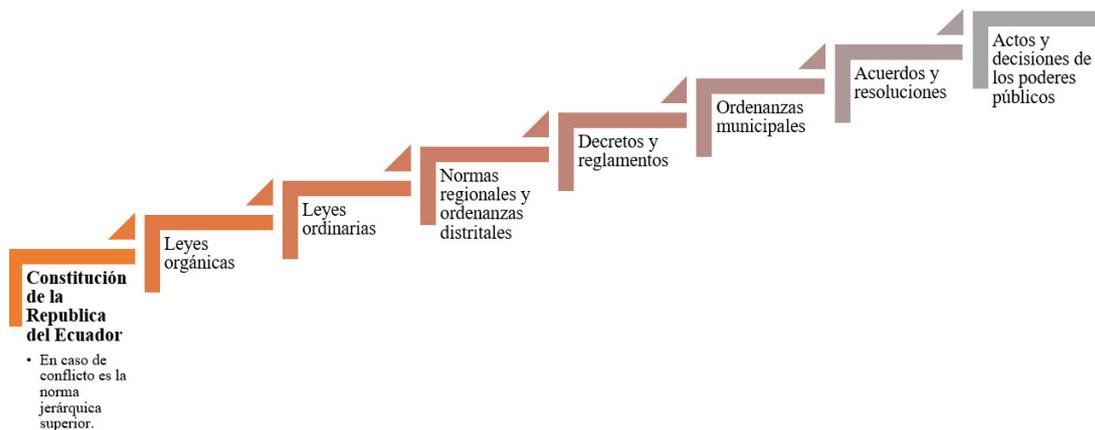
En la tercerización, un cliente transfiere responsabilidades comerciales parciales a un proveedor de servicios externo. El SLA sirve como una herramienta de contratación eficaz para las fases de trabajo proveedor-cliente actuales y continuas.

## **2.5. Sistema Legal en el Ecuador**

El sistema jurídico ecuatoriano está constituido por normas que se aplicarán en el siguiente orden jerárquico: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y actos y decisiones de los poderes públicos. En donde se hará uso de la norma jerárquica superior si existiese disconformidad entre normas de distintas jerarquías, que lo solventará la Corte Constitucional, las juezas y jueces, autoridades administrativas y servidoras y servidores públicos Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008). La Figura 2.20 muestra un organigrama del orden jerárquico de aplicación de las normas.

### **2.5.1. Poder Ejecutivo.**

Todo estado consta de 3 funciones primordiales entre las que se encuentra el poder ejecutivo, que comúnmente es ejercido por el jefe de Estado (puede variar de país en país). El poder ejecutivo concibe y ejecuta políticas generales de acuerdo con las cuales las leyes tienen que ser aplicadas, representa a la Nación en sus relaciones diplomáticas, sostiene a las Fuerzas Armadas y en ocasiones aconseja con respecto a la legislación. En los estados democráticos,



**Figura 2.20.** Organigrama - Supremacía de la Constitución

el poder ejecutivo está considerado como administrador y ejecutor de la voluntad popular a la cual representa y de la que debe ser su más firme garante. La misión ejecutiva de un estado totalitario, en cambio, es ejercida al margen de limitaciones legales o jurídicas (Villacrés, 2012).

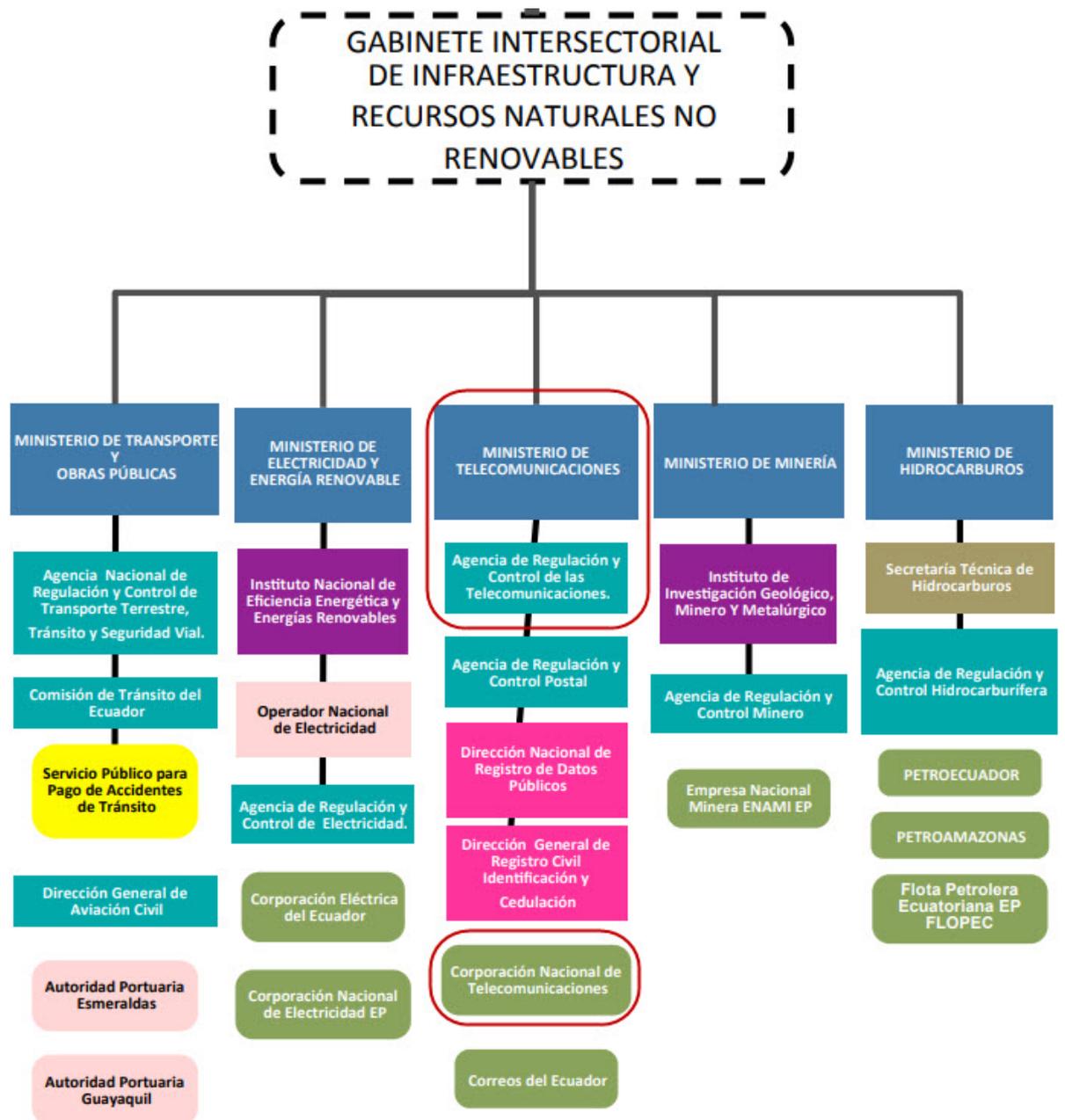
### 2.5.2. Función Ejecutiva.

De acuerdo a los artículos del 141 al 166 del capítulo tercero del Título IV “Participación y organización del poder” de la Constitución de la República Ecuatoriana. El Presidente de la República cumple las funciones de jefe de Estado y jefe de Gobierno (Artículo 141), la Función Ejecutiva esta organizada de la siguiente manera:

- Presidente de la República.
- Vicepresidente de la República.
- Ministerios de Estado.
- Otros organismos e instituciones.

En cada territorio, el Presidente podrá tener un representante que controlará el cumplimiento de las políticas del Ejecutivo, y dirigirá y coordinará las actividades de sus servidores públicos. La segunda sección trata sobre los consejos nacionales de igualdad. La sección tercera trata sobre Fuerzas Armadas y la Policía Nacional. Por último, la sección cuarta trata sobre los estados de excepción. (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008, p.90)

La Figura 2.21 muestra el área en la que se centrará este estudio dado que son los organismo que rigen la calidad de servicios de telecomunicaciones prestado por las Telco en el Ecuador.



**Figura 2.21.** Estructura Orgánica de la Función Ejecutiva de la República del Ecuador enfocado en las telecomunicaciones, *Anexo A*

### **2.5.2.1. Ministerio de Telecomunicaciones - MINTEL.**

Es el órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación, que incluyen las telecomunicaciones... tendrá como finalidad emitir políticas, planes generales y realizar el seguimiento y evaluación de su implementación,... y promover su uso efectivo, eficiente y eficaz, que asegure el avance hacia la Sociedad de la Información para el buen vivir

de toda la población ecuatoriana (Correa D, 2009). El Ministerio de Telecomunicaciones esta regido de la siguiente forma:

*2.5.2.1.1. Leyes y Reglamentos.*

- Ley Orgánica de Telecomunicaciones.
- Reglamento a la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.
- Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles.
- Ley General de los Servicios Postales.
- Reglamento General a la Ley General de los Servicios Postales.
- Ley del Sistema Nacional de Registro de Datos Públicos.
- Reglamento a la Ley del Sistema Nacional de Registro de Datos Públicos.

*2.5.2.1.2. Políticas Públicas.*

- Políticas Públicas del sector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información 2017-2021.
- Política Pública para fortalecer la Identificación, Registro de Datos Civiles y prestación de servicios electrónicos, en el marco de la Sociedad de la Información.
- Política Pública para el Desarrollo y Fomento del Sector Postal Ecuatoriano 2016 – 2020.

*2.5.2.1.3. Normativas y Acuerdos.*

- Acuerdo MINTEL 006-2018. Normativa Técnica Nacional para la fijación de contraprestaciones a ser recibidas por los proveedores de infraestructura física, por el uso de torres, torretas, mástiles y monopolos para la instalación de redes de telecomunicaciones.
- Acuerdo MINTEL 017-2017. Norma Técnica Nacional para la fijación de contraprestaciones a ser pagadas por los prestadores de servicios de Régimen General de Telecomunicaciones por el uso de postes y ductos para la instalación de redes de telecomunicaciones. Publicada en el Registro Oficial No. 93, del 04 de octubre de 2017.

- Acuerdo MINTEL 018-2017. Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Publicada en el Registro Oficial No. 93, del 04 de octubre de 2017.
- Plan Nacional de Soterramiento y Ordenamiento de Redes e Infraestructura de Telecomunicaciones. (Anexo del Acuerdo MINTEL 018-2017).
- Norma Técnica para el Ordenamiento, Despliegue y Tendido de Redes Físicas, Aéreas de Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones y Redes Privadas. Resolución ARCOTEL2017-0584 del 23 de junio de 2017, publicada en el Registro Oficial No. 48, del 01 de agosto de 2017.
- Norma Técnica para la Provisión de Infraestructura Física a ser usada por Prestadores de Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones en sus Redes Públicas de Telecomunicaciones. Resolución ARCOTEL 806, publicada en el Registro Oficial N° 80, del 15 de septiembre de 2017.
- Norma Técnica para Uso Compartido de Infraestructura Física de los servicios del Régimen General de Telecomunicaciones. Resolución ARCOTEL 807, publicada en el Registro Oficial N° 81, del 18 de septiembre de 2017.

El Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información del Ecuador 2016-2021 (Plan TIC) contiene los programas y proyectos que permitirán alcanzar los objetivos que se definirán para el sector en el período 2016-2021. Este plan se articula en base a 2 capítulos: Avance del sector de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información; y, Objetivos, políticas, programas y proyectos del Plan Nacional.

#### ***2.5.2.2. Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones - ARCOTEL.***

Siendo una entidad anexa al Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información tiene como acrónimo ARCOTEL. “Esta entidad es la encargada de administrar, regular y controlar las telecomunicaciones y de la gestión de medios de comuni-

cación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes” (ARCOTEL, 2018, párr.1).

#### *2.5.2.2.1. Marco legal*

- Base legal que la rige. (*Anexo B*)
- Resoluciones de Directorio, de la Arcotel y Cordinaciones Zonales.
- Constitución de la República del Ecuador.
- Ley Orgánica de Comunicación.
- Ley Orgánica de Telecomunicaciones.
- Reglamento General a la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.
- Reglamento a la Ley Orgánica de Comunicación.
- Plan Nacional para el Buen Vivir.

#### ***2.5.2.3. Corporación Nacional de Telecomunicaciones - CNT.***

Creada en octubre de 2008 como la empresa pública de telecomunicaciones del Ecuador, se ha encargado de funciones como las de: operar servicios de telefonía tanto fija local como regional e internacional, acceso a internet estándar y de alta velocidad, televisión satelital y telefonía móvil dentro del país (CNT, 2018).

#### *2.5.2.3.1. Normas Regulatorias.*

- Nuevo Reglamento de Abonados CONATEL.
- Contrato de Prestación del Servicio Móvil Avanzado Modalidad Prepago.
- Reglamento de Abonados CONATEL.
- Oficio INCOP Terminación Unilateral de Contrato.
- Resolución de Terminación Unilateral de Contrato.
- Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.
- Normas de Calidad del Servicio de Valor Agregado de Internet.

- Reglamento del Servicio de Telefonía Fija Local.
- Reglamento del Servicio Telefónico Internacional.
- Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones.
- Reglamento para la Prestación de Servicios Portadores.
- Resolución CNTEP-GG-0015-2013.
- Resolución TEL-431-13-CONATEL-2014.
- OB RA-2017-080.
- Oferta Básica de Interconexión CNT EP Fija 2017.
- Oferta Básica de Interconexión CNT EP Movil 2017

## Capítulo III

### Regulación del Servicio de Internet

El presente capítulo muestra el estado de arte de las leyes de telecomunicaciones enfocadas en la calidad y servicio de redes de telecomunicaciones específicamente en el medio de transporte del servicio que rigen a las empresas de telecomunicaciones en el Ecuador, siendo este el lugar donde se llevará a cabo análisis planteado como trabajo de grado. De la misma forma se presentará este estudio en diferentes países, tales como: Chile, Panamá, Costa Rica, Suiza, Singapur, Estados Unidos debido a que las mencionadas naciones lideran la lista de países con mejor infraestructura a nivel latinoamericano y mundial respectivamente, según el Informe de Competitividad Global 2016 – 2017 (World Economic Forum, 2017).

Como ya se ha dicho, los países mencionados anteriormente serán tomados como punto de estudio, poniendo a Ecuador como el principal punto, puesto que aquí se puede palpar de manera directa esta realidad. Así que, de manera subsecuente se expondrá la reglamentación aplicada.

#### 3.1. Regulación en Ecuador

A nivel de telecomunicaciones el Ecuador está regido por la Ley Orgánica de Telecomunicaciones que según el Art. 1 tiene por finalidad: “desarrollar, el régimen general de telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico como sectores estratégicos del Estado que comprende las potestades de administración, regulación, control y gestión en todo el territorio nacional, bajo los principios y derechos constitucionalmente establecidos” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015, p.2). En lo concerniente al Régimen Legal en el Ecuador se tiene:

- La legislación no regula tecnología sino el servicio.
- Régimen de libre competencia (marzo 2000).
- Decreto Ejecutivo N° 1781: Agenda Nacional de Conectividad política prioritaria de Estado. Programas de Infraestructura para el Acceso, Teleducación, Telesalud, Gobierno en

Línea y Comercio Electrónico.

### **3.1.1. Normativa de Calidad.**

La regulación de calidad de servicio entregada al abonado por parte del ISP inició en octubre del año 2005 con la creación y aplicación de la Norma para la implementación y operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

En el año 2006, se dictó la Resolución 216-09-CONATEL-2009, misma que aprueba los “Parámetros de Calidad, Definiciones y Obligaciones para la prestación del Servicio de Valor Agregado (SVA) de Internet’, vigente hasta la actualidad’. Es una norma dirigida a la calidad en la prestación del servicio de Internet, que se detallará más adelante.

Con el inicio de la revolución tecnológica, el país se vio obligado a cambiar los proyectos legales, regulatorios, de control y de gestión operativa de los servicios de telecomunicaciones, para impulsar el sector de las telecomunicaciones (CONATEL, 2007). Siendo así que, en el año 2007, se implementó el Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones, vigente hasta el año 2012, que se define como:

La herramienta que guiará las acciones que debe realizar el Estado para desarrollar las telecomunicaciones y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación en forma armónica, equitativa y justa con la finalidad de alcanzar el bienestar de los ecuatorianos mediante el mejoramiento de su calidad de vida a través de una atención efectiva, y una regulación y control centrados en el usuario y en la sociedad en la que interactúan. (CONATEL, 2007, p.7)

El período de 2008 al 2010, se ejecutó el Plan Nacional de Conectividad de Telecomunicaciones, con lo que se pretendió desarrollar una infraestructura para la provisión de acceso a Internet con Banda Ancha. Junto con otras políticas para posibilitar la inclusión y mejorar los servicios de telecomunicaciones en el país.

Desde el 2016 el País cuenta con el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información, vigente hasta el año 2021; dicho Plan busca lograr una mayor inclusión digital y competitividad del país.

### ***3.1.1.1. Parámetros de calidad para la provisión del (SVA) de Internet.***

La Resolución 216-09-CONATEL-2009 establece los parámetros de calidad del servicio que ofrecen los Permisos de SVA de Internet con el objeto y fin de garantizar al usuario el nivel adecuado de la prestación del servicio. Esta norma es de cumplimiento obligatorio por todos los ISP que brindan servicios de Valor Agregado de Internet; sin perjuicio de las obligaciones estipuladas en sus respectivos títulos habilitantes (CONATEL, 2017). Los parámetros son: relación con el cliente, porcentaje de reclamos generales procedentes, tiempo máximo de resolución de reclamos generales, tiempo promedio de reparación de averías efectivas y porcentaje de reclamos por la capacidad del canal de acceso contratado por el cliente; los que se puntualizan a continuación, basados en la mencionada resolución:

#### ***3.1.1.1.1. Relación con el cliente.***

Se refiere al nivel de satisfacción en el trato que percibe el abonado por parte del proveedor del servicio, dado que quien atiende al cliente esta representando a la empresa y es la imagen de la misma en ese momento el trato al usuario se vuelve un punto importante a la hora de mantener o contratar un servicio. Es por ello que se toma en cuenta en gran parte la amabilidad, disponibilidad y rapidez del empleador en el momento de brindar su servicio al cliente. La relación con el cliente ( $R_c$ ) deber ser semestralmente mayor o igual a 3, para calcular este parámetro se usa la siguiente metodología de medición:

1. Se encuesta a diferentes abonados que han contratado el servicio, esto excluye a los usuarios que no saben quien es el proveedor de su servicio o se niegan a contestar la encuesta. La muestra debe tener un mínimo de confiabilidad del 95 % y 5 % de error. Se

usa la escala de la *Tabla 3.1* para cuantificar la percepción del servicio.

Tabla 3.1  
*Escala de nivel de satisfacción*

<b>Grado</b>	<b>Calificación</b>
Muy Bueno	5
Bueno	4
Aceptable	3
Malo	2
Muy Malo	1

*Fuente: CONATEL, 2017.*

2. Una vez concluida la toma de muestra de las encuestas, se obtiene el índice  $R_c$  mediante la **Ec. 3.1**, descrita a continuación:

$$R_c = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} C_i}{N_c} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

En donde:  $R_c$ : Relación con el cliente

$C_i$ : Valor de la calificación del  $i$  –ésimo encuestado

$N_c$ : Número de encuestados

#### *3.1.1.1.2. Porcentaje de reclamos generales procedentes.*

Este porcentaje se refiere a los reclamos realizados por los clientes con respecto a la cantidad total de clientes en servicio. Es visto que en todo tipo de servicio existen errores que pueden darse derivados del sistema, del personal en servicio u otros, por tanto, es pertinente el uso de un registro de reclamos que ayude a controlar y mejorar dicho servicio. Entre los reclamos se puede encontrar puntos tales como: la entrega del servicio en términos distintos a los acordados en el contrato firmado, el incumplimiento de las cláusulas pactadas en el contrato, y otros más. El porcentaje de reclamos generales procedentes ( $R_g$ ) debe ser mensualmente menor o igual al 2%; pero para proveedores con menos de 50 clientes conmutados o con menos de 25 cuentas dedicadas este valor será menor o igual al 4% del total, a para ello se usa la metodología de medición expuesta a continuación:

1. Se recopila información del sistema de atención de reclamos del proveedor, para ellos se considera como muestra todos los reclamos reportados por los abonados durante el período de medición.
2. El índice  $R_g$  se obtiene usando la **Ec. 3.2**, detallada a continuación.

$$\%R_g = \frac{R_g}{L_s} \times 100 \quad (\text{Ec. 3.2})$$

En donde:  $\%R_g$ : Porcentaje de reclamos procedentes generales

$R_g$ : Total de reclamos procedentes generales precedentes (mensual)

$L_s$ : Número total de clientes en servicio (mensual)

#### 3.1.1.1.3. Tiempo máximo de resolución de reclamos generales.

Es el tiempo que los usuarios esperan para que su queja reportada por cualquier medio de contacto con el proveedor sea atendida o resuelta, se mide en horas continuas. Este parámetro se basa en lo datos recopilados sobre los tiempos de resolución de quejas de los clientes a cerca del servicio para así lograr corregirlos y optimizarlos. Objetivamente el tiempo máximo de resolución de reclamos generales ( $T_r$ ) no debe pasar de 7 días en el 98% de reclamos al mes, en este proceso se aplica la siguiente metodología de medición:

1. Igual que en el parámetro  $R_g$  anteriormente mencionado, se recopila información del sistema de atención de reclamos del proveedor, siendo la muestra todos los reclamos reportados por los abonados durante el período de medición.
2. Para obtener el  $T_r$  se emplea la **Ec. 3.3**, a continuación:

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^{R_r} Te_i}{R_r} \quad (\text{Ec. 3.3})$$

En donde:  $T_r$ : Tiempo máximo de resolución de reclamos, en horas

$Te_i$ : tiempo de espera del cliente para la resolución del reclamo  $i$ , en horas

$R_r$ : Total de reclamos reportados (mensual)

#### 3.1.1.1.4. Tiempo promedio de reparación de averías efectivas.

Es el tiempo promedio que tarda en repararse una avería efectiva desde que se notifica el reclamo hasta la ejecución de la reparación, se mide en horas continuas. Este tiempo es de suma importancia dado que la agilidad con la que se cumpla con el requerimiento del usuario será fundamental a la hora de que el cliente este satisfecho con el servicio en general. Objetivamente el tiempo promedio de reparación de averías efectivas ( $T_{ra}$ ) no debe ser mayor a 24 horas en el mes, para ello se usa la metodología de medición explicada a continuación:

1. Se mide en base al sistema de control de averías del proveedor, siendo la muestra todas las averías efectivas reportadas por los abonados durante el período de medición.
2. Para obtener el índice ( $T_{ra}$ ) se usa la **Ec. 3.4**:

$$T_{ra} = \frac{\sum_{i=1}^{A_r} Te_i}{A_r} \quad (\text{Ec. 3.4})$$

En donde:  $T_{ra}$ : Tiempo promedio de reparación de averías efectivas, en horas

$Te_i$ : Tiempo transcurrido desde que se notifica la avería  $i$  hasta su reparación, en horas

$A_r$ : Total de averías efectivas reparadas

#### 3.1.1.1.5. Porcentaje de reclamos por la capacidad del canal de acceso contratado por el cliente.

Es el porcentaje de reclamos procedentes en relación con el ancho de banda real provisto en upstream y downstream no menor al 98 % con respecto al ancho de banda contratado. Con este índice se comprueba y optimiza el servicio de banda de los usuarios para que reciban el equivalente al plan contratado y facturado. Objetivamente el porcentaje de reclamos por la capacidad del canal de acceso contratado por el cliente ( $\%R_{cc}$ ) debe ser menor o igual al 2 % del ancho de banda contratado al mes pero para proveedores con menos de 50 clientes conmutados o con menos de 25 cuentas dedicadas, este valor será menor o igual al 4 % del total

mensualmente, para eso se usa la siguiente metodología de medición:

1. Para medir este parámetro se utilizará una herramienta informática proporcionada por el proveedor (alojada en un servidor del mismo) en su página web que permita medir de manera sencilla la velocidad provista en la conexión a cualquier momento, dicha medición servirá para sustentar reclamos eventuales. Se mide en base a todos los reclamos presentados en el periodo de la medición.
2. Para obtener el índice  $\%R_{cc}$  se aplica la **Ec. 3.5** expuesta a continuación.

$$\%R_{cc} = \frac{R_{cc}}{T_{cl}} \times 100 \quad (\text{Ec. 3.5})$$

En donde:  $\%R_{cc}$ : Porcentaje de reclamos procedentes por incumplimientos de la capacidad del canal de acceso contratado (menor al 98% de lo contratado)

$R_{cc}$ : Total de reclamos procedentes generados en el mes, por proveer una capacidad de canal de acceso menor al 98% de lo contratado

$\%T_{cl}$ : Total de clientes que dispone ese mes el proveedor

En la *Tabla 3.2* se presenta un resumen de los parámetros de calidad para la provisión

del servicio de valor agregado de Internet en Ecuador:

Tabla 3.2  
*Resumen de parámetros de calidad en Ecuador*

Código	Parámetro	Periodo	Valor Objetivo
Ecu1	Relación con el cliente	Semestral	$\%R_c \geq 3$
Ecu2	Porcentaje de reclamos generales procedentes	Mensual	$\%R_g \leq 2\%$
Ecu3	Tiempo máximo de resolución de reclamos generales	Mensual	$T_r \leq 7\text{días}$
Ecu4	Tiempo promedio de reparación de averías efectivas	Mensual	$T_{ra} \leq 24\text{horas}$
Ecu5	Porcentaje de reclamos por la capacidad del canal de acceso contratado por el cliente	Mensual	$\%R_{cc} \leq 2\%$
Ecu6	Tasa de Transferencia		$\geq 1\text{Mbs}$
Ecu7	Banda Ancha		$\geq 256\text{Kbs}$

Fuente: CONATEL, 2017.

### ***3.1.1.2. Obligaciones del Proveedor del SVA De Internet.***

En la Resolución 216-09-CONATEL-2009 se estipula las obligaciones de los proveedores de Internet, asegurando suministrar el servicio con principios de trato igualitario, no discriminatorio y transparencia, a toda persona natural o jurídica que lo solicite.

Previa a la contratación del servicio se deberá informar al cliente de forma clara la disponibilidad, partición y ancho de banda efectivos que posee el canal contratado. De la misma manera esta información aparecerá en el contrato de prestación de servicio y especificará adecuadamente las velocidades efectivas mínimas en upstream y downstream; estas condiciones no podrán ser modificadas independientemente por el proveedor, sino con previa autorización escrita del cliente.

Disponer de procedimientos de gestión y atención al usuario. El prestador del servicio de SVA de Internet se obliga a entregar en forma trimestral a ARCOTEL. Concluida ya la presentación de la normativa nacional, se procede a detallar las normas de los países latinoamericanos tomados en cuenta para el estudio.

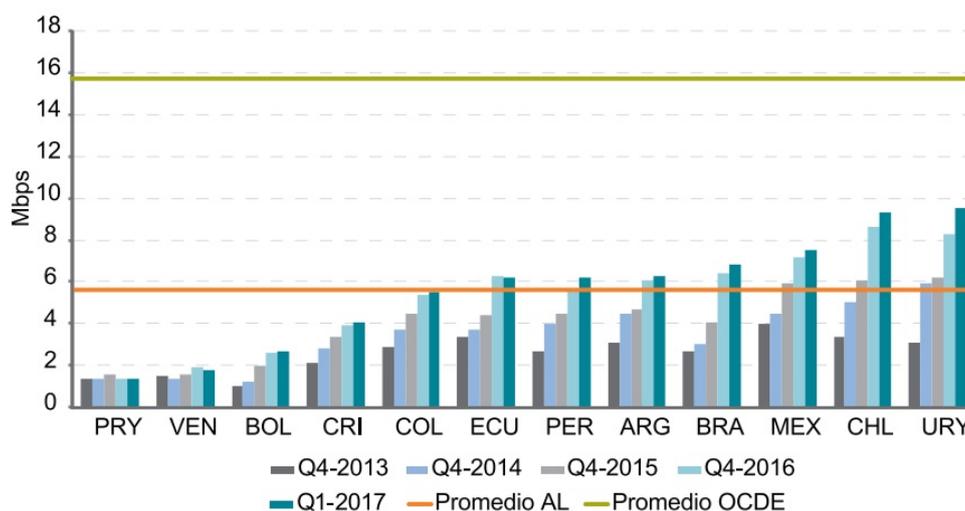
## **3.2. Regulación a nivel latinoamericano**

Según (Rojas y Poveda, 2017) de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el reporte emitido “Estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe” del 2017 se destaca que, en la última década las estadísticas latinoamericanas del uso de la red han incrementado 36 puntos porcentuales, dando así un total de 56% en el año 2016; para el año 2017 se requiere el 1,2% del sueldo básico unificado a fin de contratar un servicio de banda ancha fija de 1Mbps, el umbral de este término de asequibilidad es del 5% establecido por la Comisión de Banda Ancha de las Naciones Unidas.

A pesar de los grandes avances dados en los índices de penetración de Internet y en la calidad y equidad en el acceso a Internet, aun hay muchos inconvenientes por solucionar.

Únicamente 2 países de nuestra región (Chile y Uruguay) tienen un 30% de sus conexiones por encima de los 10Mbps y cerca del 15% con velocidades superiores a 15Mbps, pudiendo llegar algunos del resto de países (Paraguay y Venezuela) hasta un 0,2% en conexiones mayores a los 10Mbps y 0,1% para conexiones superiores a 15Mbps; mientras que a nivel mundial, los 10 países más avanzados en esta materia superan el 50% de sus conexiones por encima de 15Mbps.

Habitualmente la calidad de una conexión a Internet esta dada por la velocidad de conexión, pero el retardo o latencia<sup>1</sup> también juega un papel fundamental al determinar la calidad del servicio.



**Figura 3.1.** Evolución de las Velocidades promedio efectivas de conexión mediante banda ancha fija

*Fuente:* (Rojas y Poveda, 2017)

La Figura 3.1, muestran la evolución de las velocidades de conexión promedio de banda ancha fija, la velocidad de conexión en promedio se incrementó en un 115% entre finales del año 2013 y el primer trimestre de 2017. Para ese mismo período, la brecha entre el país mejor y el peor ubicado se incrementó en 170%.

<sup>1</sup>*Latencia:* Lapso de tiempo en el que un paquete de información llega a su destino y vuelve

### **3.2.1. Regulación en Chile.**

El organismo gubernamental en cargo de definir las políticas nacionales y regular las telecomunicaciones en Chile es la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel), ente que forma parte del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) como organismo dependiente. Está encargada de desarrollar las telecomunicaciones en el país y de controlar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas pertinentes (Subtel, 2018).

La Ley General de Telecomunicaciones (LGTel) es el precepto principal para la regulación de servicios telecomunicaciones, esta ley facilita la adquisición de licencias y autorizaciones administrativas locales; establece instrumentos de coordinación y cooperación entre Administraciones Públicas y el MTT; facilita los derechos de ocupación en propiedad pública y privada y el acceso a infraestructuras apropiadas para albergar redes de comunicaciones electrónicas; generando un marco más favorable en el despliegue de nuevas infraestructuras de telecomunicaciones (MTT, 2018).

#### ***3.2.1.1. Normativa de Calidad.***

En Chile se empieza a regular la calidad de conexiones a Internet por parte de los proveedores con estándares apropiados con la Ley de Neutralidad de la Red (Ley No. 20 453) en el 2010, siendo la primera ley a nivel mundial de este tipo juntamente con la Ley de Propiedad Intelectual que incorporaran un régimen de responsabilidad de intermediarios de corte judicial (Lara, Vera y Viollier, 2013). La Ley de Neutralidad de la Red establecía las obligaciones que tanto el proveedor de acceso a Internet como aquellos que suministran el acceso a esos proveedores debían adquirir al momento de proporcionar el servicio, la Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (SUBTEL) tienen las facultades para que se establezcan las velocidades mínimas y el poder para fiscalizarlas y aplicar las multas y cargos que la situación amerite (MTT y Subtel, 2010), siendo entre otras, las siguientes:

- Garantizar la velocidad y calidad de servicio.
- La Subtel por medio de reglamentos regulará condiciones mínimas, exigiendo informar adecuadamente a los abonados de los servicios contratados y fiscalizar su cumplimiento.
- El rol de la Subtel y del MTT están respaldados por la Ley para fortalecer sus recursos fiscalizadores a fin de garantizar el debido resguardo de los derechos y normas establecidas en la Ley. También se les faculta la resolución de reclamos que pudieren presentar los usuarios, de conformidad al artículo 28 de la LGTel.
- Que los ISP dispongan de una aplicación reconocida y de fácil acceso para los usuarios, que permita a éstos medir las velocidades de los accesos nacionales e internacionales a Internet.
- Existirá una obligación legal entre lo publicado y el servicio prestado que de no coincidir se considerará a la información publicada como falsa. Al implicarse una infracción de la normativa que regula los derechos de los consumidores, la Subtel anula las facultades del Servicio Nacional del Consumidor (por publicación de publicidad engañosa) debido a que se trata del incumplimiento del marco normativo de las telecomunicaciones.

En el año 2013, después de abrir una consulta pública para fijar estándares mínimos de calidad de servicio en telecomunicaciones, la Subtel elabora el Plan Técnico Fundamental de Mantenimiento y Gestión de Redes de Servicios de Telecomunicaciones, en el que, según el informe Gestión y Estrategia 2010-2014 se establecerá los niveles mínimos de servicio que deben cumplir los proveedores de acceso a Internet, telefonía fija, telefonía móvil, televisión de pago y TV Digital abierta de libre recepción mediante un reglamento y con esta medida se genera un incentivo a la competencia por calidad de servicio mediante la evaluación y publicación de indicadores cuantitativos asociados a los servicios (Telecomunicaciones ImaginaChile, 2014).

En resumen, el Plan Técnico Fundamental de Mantenimiento y Gestión de Redes de Servi-

cios de Telecomunicaciones, regularía lo concerniente a la gestión de las redes de los distintos servicios de telecomunicaciones del país, así como también la operación y funcionamiento de los servicios públicos de telecomunicaciones. En este caso las redes que deberán ser gestionadas de tal modo que se dé cumplimiento a los niveles mínimos de servicio posteriormente establecidos. En los siguientes apartados se describirán los parámetros de calidad usados en este país, basados en (MTT y Subtel, 2013).

#### *3.2.1.1.1. Niveles Mínimos de Servicio Generales.*

El proveedor de servicios de telecomunicaciones deberá garantizar una disponibilidad trimestral de su red de  $D\%$  del tiempo, por cada región del país. Pudiendo ser, (véase *Tabla 3.3*):

Tabla 3.3  
*Escala de nivel de satisfacción*

<b>Volumen de usuarios o suscriptores afectados</b>	<b><math>D\%</math></b>
Hasta 25 %	99,3 %
Más de 25 % y hasta 50 %	99,5 %
Más de 50 %	99,7 %

*Fuente:* MTT y Subtel, 2013.

El proveedor de servicios de telecomunicaciones deberá garantizar una autonomía de energía eléctrica de al menos 48 horas para infraestructura crítica de nivel 1, y de al menos 4 horas para infraestructura crítica de nivel 2.

En este ítem se refiere a la seguridad que ofrece el servicio a sus usuarios y a la fiabilidad que proporciona al momento de mantener el servicio en funcionamiento óptimo a pesar de las contrariedades que puedan suscitarse.

#### *3.2.1.1.2. Niveles Mínimos para Servicios de Transmisión de Datos.*

Se garantizará que en el 90% de los casos medidos en la hora cargada, la velocidad instantánea y la velocidad promedio correspondan a un valor igual o superior a los porcentajes que se definen en la *Tabla 3.4*, para cada periodo y en función de la velocidad contratada. Con

este ítem se mide la velocidad en la transmisión de datos para poder mantener niveles óptimos y evitar perder calidad en este aspecto del servicio.

Tabla 3.4  
*Velocidades de acceso a Internet*

(a) *Conexiones Asimétricas*

		<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Fijo	Vel. Instantánea	70 %	80 %	90 %
	Vel. Promedio	80 %	90 %	95 %
Móvil	Vel. Instantánea	50 %	60 %	70 %
	Vel. Promedio	60 %	70 %	75 %

(b) *Accesos Internacional*

Fijo	Vel. Instantánea	50 %	70 %	80 %
	Vel. Promedio	70 %	80 %	90 %
Móvil	Vel. Instantánea	30 %	50 %	60 %
	Vel. Promedio	50 %	60 %	70 %

*Nota:* . Fuente: MTT y Subtel, 2013.

#### 3.2.1.1.3. Niveles Mínimos de Servicio en Atención de Clientes.

No deberá superar un porcentaje de reclamos por interrupciones del servicio, en relación al total de servicios activos de 5%. El fin de este ítem es mantener un buen servicio con los usuarios manteniendo los reclamos en el número menor posible y corrigiendo así los errores que llevan a degradar el nivel de servicio.

#### 3.2.1.1.4. De la Definición de Indicadores de Calidad del Servicio para el Modelo de Competencia por Calidad del Servicio.

Se establecen los indicadores de calidad del servicio prestado que cumplen con los niveles mínimos de servicio que se ha establecido anteriormente en los ítems descritos. Se efectuará en todo el país como mínimo 1 vez al año una encuesta de satisfacción de los usuarios de servicios de telecomunicaciones por parte de la SUBTEL, con un margen de error muestral de la encuesta por cada tipo de servicio, por cada proveedor, y por agrupación de zonas geográficas menor al 5%. En la encuesta se considerarán los siguientes aspectos: Calidad del Producto,

Capacidad de Respuesta, Confiabilidad y Empatía. En la página web de la SUBTEL se publicarán los resultados de estas mediciones para que estén al alcance de todos los usuarios, a continuación se presentan los indicadores utilizados:

- **Indicadores de calidad transversales:** Reclamos recibidos, Reclamos de facturación, Reclamos Subtel y Servicio Nacional del Consumidor, Cantidad de puntos de atención presencial, Cantidad de posiciones de call center, Porcentaje de respuesta de call center antes de 10 segundos, Porcentaje de atenciones presenciales cuyo tiempo de espera en sucursal es menor a 15 minutos, Porcentaje de abandonos en la espera de atención de call center, Porcentaje de abandonos en la espera de atención presencial, Tiempo de reposición de servicio, Tasa de falla en la red del proveedor y Demora en la activación del servicio.
- **Indicadores de calidad de servicio de acceso a Internet:** Tasa de abandono de conexiones de datos, Retardo o RTT, Velocidad de transferencia de datos a servidores remotos y Tasa de Intentos de conexión de Datos.

Posteriormente en noviembre del 2017 la Subtel establece cambios normativos en materia regulatoria de telecomunicaciones en Chile por medio de la publicación oficial de la Ley No. 21046 denominada “Establece la obligación de una velocidad mínima garantizada de acceso a Internet”, siendo también un complemento a la ley de Neutralidad de la Red, misma que insta un mayor número de obligaciones en la transparencia para empresas que ofrecen acceso a Internet, con el fin de brindar garantías en cuanto a calidad del servicio de acceso a Internet, se establece que: “Los proveedores de acceso a Internet serán aquellas personas jurídicas que presten servicios comerciales de conectividad entre usuarios finales o redes de terceros e Internet y estarán sujetos a disposiciones” (MTT y Subtel, 2017). Estas disposiciones se detallan a continuación, basadas en la misma ley:

- Garantizar un porcentaje de las velocidades promedio de acceso ofrecidas para los distintos tramos horarios de mayor y menor congestión con respecto a las conexiones nacionales, internacionales, alámbricas e inalámbricas, de la misma forma, poner a disposición de los usuarios un sistema o aplicación que permita la medición de dichas velocidades. Los resultados serán válidos legalmente en procesos de reclamo, el cliente podrá solicitar la reparación o restitución del servicio y también podrá demandar una compensación por el tiempo en que el servicio no funcionará o lo hará de forma defectuosa.
- Las condiciones técnicas de operación y uso de dicho sistema o aplicación explican las variables que puedan afectar la correcta medición, tales como, sesgos o mal uso, procedimiento de cálculo de las velocidades promedio en los distintos tramos horarios de mayor o menor congestión, y del porcentaje garantizado; y entre otros parámetros, el comportamiento del tráfico en los distintos tramos horarios. Dicho sistema deberá entregar mediciones representadas estadísticamente del servicio que recibe un usuario en particular en un período determinado.
- En todos los contratos usuario – proveedor se deberán establecer claramente las velocidades promedio de acceso, en los distintos horarios sean pico o no, así como, el resto de las características técnicas del servicio establecidas por la SUBTEL; no se permitirá realizar publicidad engañosa por parte de los proveedores de Internet.
- El artículo 24 y la normativa técnica de la Subsecretaría proporcionan los niveles de calidad de servicio de cumplimiento obligatorio para todos los proveedores de acceso a Internet, pudiendo distinguir entre tecnologías. Dicha normativa deberá referirse, explícitamente, a la metodología y periodicidad de las mediciones, a los valores mínimos y demás características técnicas que permitan comercializar servicios de acceso a Internet bajo la denominación de banda ancha u otra análoga a esta última.

- Las mediciones son realizadas por un organismo técnico independiente, constituido en Chile y con domicilio en el país. Este organismo técnico será designado mediante una licitación pública efectuada por los proveedores del servicio de acceso a Internet. El resultado de las mediciones será utilizado por la SUBTEL, entre otros fines, para la elaboración y publicación de informes comparativos que difundan dicho resultado a los usuarios.

En este sentido, estos tres componentes de la Ley de Telecomunicaciones chilena (2 leyes y un plan técnico) buscan brindar una mejor calidad de experiencia a los usuarios de Internet de esa nación. Dichos componentes se van complementando entre sí, llegando a conformar un reglamento básico de calidad para conexiones a Internet en general, enfocada mayormente en la atención al cliente. Por lo tanto, se puede hacer mejoras en dicha ley, dado que no existe una normativa específica para Conexiones de Banda Ancha Fija.

La *Tabla 3.5* presenta un resumen del Plan Técnico Fundamental de Mantenimiento y Gestión de Redes de Servicios de Telecomunicaciones de Chile:

Tabla 3.5  
*Resumen de parámetros de calidad de Chile*

<b>Código</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Periodo</b>	<b>Valor Objetivo</b>
Chi1	Niveles mínimos de servicios generales	Trimestral	$\geq 99,7\%$
Chi2	Niveles mínimos para servicios de transmisión de datos	Mensual	$\geq 90\%$
Chi3	Niveles mínimos de servicios en atención al cliente	Mensual	$\leq 5\%$
Chi4	Niveles de satisfacción del usuario	Anual	$\geq 60\%$
Chi5	Tasa de Transferencia		$\geq 1Mbs$

### **3.2.2. Regulación en Panamá.**

La Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP) es el organismo autónomo que controla y regula los servicios públicos del país, entre ellos las telecomunicaciones, estableciendo normas

y controlando el cumplimiento de las mismas. Defiende los derechos de los clientes al hacer uso de servicios públicos para que reciban servicio de calidad, a precios asequibles y razonables (ASEP, 2017).

En Panamá, las telecomunicaciones se encuentran reguladas por la Ley No. 31, tiene el objetivo fundamental de “acelerar la modernización y el desarrollo del sector, promover la inversión privada en el mercado, extender su acceso, mejorar la calidad de servicios provistos, promover tarifas bajas al usuario y la competencia leal...” (ASEP, 1996).

### ***3.2.2.1. Normativa de Calidad.***

En el 2008 el gobierno panameño implementó los Términos de Referencia de la Red Nacional de Acceso Universal a Internet con el fin de elevar la accesibilidad al Servicio de Internet de los ciudadanos, dar acceso de Internet de banda ancha a áreas remotas con interés social, duplicar el índice de penetración de Internet de Banda Ancha; y mediante la conectividad, beneficiar de forma directa a los ciudadanos más necesitados. Este proyecto, es una iniciativa para promover el Servicio y Acceso Universal de Internet, asegurando la inclusión digital de los usuarios y permitiendo el acceso gratuito al Internet; pero de forma controlada, para así garantizar el buen uso del servicio (AIG, 2008). Con intención de asegurar la ca

- La administración de la red, permitirá controlar y generar mediciones para tiempo de acceso acumulado por período por usuario, tope de datos por período por usuario, conexiones por usuario, tráfico por período por usuario y la clasificación de protocolos de transmisión. item Cada usuario final deberá tener acceso a un Ancho de Banda de *512Kbps* como mínimo.
- La red contará con mecanismos de tolerancia de fallas, para asegurar la disponibilidad de la misma.
- En la red se evaluará: la disponibilidad, velocidad de navegación tanto en horas pico

como en horarios de baja concurrencia, reporte de la resolución de fallas y reportes de resolución de incidentes reportados por usuarios del servicio; incluyendo la siguiente información: Tipo de incidente, tiempo de solución en minutos, persona que lo reporte, punto geográfico del incidente, fecha y hora del incidente y la solución brindada. De la misma forma se valorará el envío de información en upstream y downstream simultáneamente.

- Contar con un direccionamiento obligatorio a la página principal (portal cautivo) para facilitar el uso del servicio y el acceso a las páginas de preferencias del gobierno.

El Plan Estratégico de Banda Ancha instaurado en el 2013 (vigente al 2022), procura conseguir la universalidad de la conectividad, así como, incrementar la adopción y el uso de TICs; fomentar la asequibilidad de la Banda Ancha y de las TICs; la creación de contenido e innovación local por medio del emprendimiento; impulsar la economía panameña y la competitividad de las empresas y la mejora de los servicios públicos de gobierno, educación y salud (AIG, 2013).

En el apartado de Calidad de servicio del plan mencionado, se resuelve: La nueva era de la tecnología en la que vivimos actualmente demanda cada vez un mayor ancho de banda; por consiguiente, La Unión Internacional de Telecomunicaciones, indica que *256Kbps* es el umbral a partir del cual se considera banda ancha, y sin embargo, la demanda de los usuarios es mucho mayor.

En otro punto, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) establece una velocidad media de Banda Ancha de *4,67Mbps*, pero en Panamá esta cifra es de *1Mbps* y está por debajo de lo establecido, de manera que, el país se enfrenta a su mayor reto en las telecomunicaciones, lograr que la infraestructura de conectividad llegue a cada rincón del país con un ancho de banda adaptado a las necesidades de los usuarios y a un precio

asequible (AIG, 2013).

En la investigación de reglamentos de Calidad de servicio llevada a cabo, se determino que, hasta el 2016, en Panamá no existía ninguna legislación o normativa con respecto a la Neutralidad de la Red<sup>2</sup> o sobre la calidad de servicio que deben conceder los proveedores de Internet, únicamente existía el Decreto Ejecutivo No. 73 en donde no se establece ningún parámetro con referencia a la calidad de acceso a Internet, y dice:

**METAS DE EXPANSIÓN Y/O CALIDAD DE SERVICIOS:** Aquellos objetivos que puede establecer el Ente Regulador o que se definan en las concesiones para cada servicio clasificado y que serán de obligatorio cumplimiento por los concesionarios de cada uno de los servicios a fin de asegurar una calidad mínima del servicio de telecomunicaciones y/o extensión geográfica de éstos. (ASEP, 1997, p.4)

A partir de la última consulta pública de la ASEP y debido a varios inconvenientes en la prestación del servicio, que afectaban a los derechos de los clientes y usuarios, se emitió la Resolución AN No. 10130-Telco, que modifica y establece nuevas normas para la prestación del servicio Internet para Uso Público, denominado también servicio 211. De acuerdo con (Autoridad Nacional de los Servicios Públicos de Panamá, 2016), se emitió la resolución que establece los parámetros y condiciones de calidad para la prestación del servicio de Internet en territorio nacional, que entre otros incluyen:

- Los proveedores también deberán presentar a la ASEP un modelo de contrato de suministro de servicio (SLA) obligándolos a usar el principio de neutralidad de la red.
- De interrumpirse temporalmente el servicio, el proveedor deberá adjudicar al abonado perjudicado una acreditación mensual fija en virtud de “servicios de Internet y otros cargos”, con suma proporcional a la duración del corte.

---

<sup>2</sup>*Neutralidad de la Red:* No debe existir ningún tipo de prioridad o impedimento de tránsito a la información que viaja en una red de telecomunicaciones

- Cumplir con parámetros e indicadores de calidad del servicio, resaltando la disponibilidad del servicio y efectuar mediciones de los parámetros a cumplir, publicarlos y almacenarlos por seis meses.
- Disponer de un sistema de gestión de atención y reparación de fallas del sistema, para brindar un servicio de forma ininterrumpida, en condiciones de normalidad y seguridad.
- Poner a disposición de sus clientes herramientas para medir la velocidad de descarga, velocidad de carga, latencia, además, de la hora fecha y dirección IP de la cual se realizó la consulta.
- Procurar preservar la privacidad de sus usuarios, así como, la seguridad de la red y la integridad del servicio.

En diciembre del 2016 la ASEP emitió la Resolución AN No. 10834-Telco que anula “temporalmente” los efectos de la Resolución AN No. 10130-Telco hasta que la ASEP emita el “Reglamento para el Control y Fiscalización del cumplimiento de las metas de calidad del Servicio Internet para Uso Público (No. 211)”. Según (Ramsay, 2018), en junio del 2017 la ASEP informa a la ciudadanía de la existencia de 2 nuevos anexos (Anexo I y II) que garantizarán el cumplimiento de las “*Normas para la Prestación del Servicio Internet para Uso Público (No. 211)*” por parte de los proveedores del Servicio de Internet en Panamá mediante la disposición de medidores de velocidad en upstream y downstream, tiempo de latencia, fecha y hora del ejercicio, Dirección IP desde la cual se hizo la consulta, y el número de suscriptor del cliente.

Por otra parte, de haber una pérdida de más del 20 % en el ancho de banda contratado, el abonado podrá presentar un reclamo (llegará al 95 % en 2021). De la misma manera, deberá existir una disponibilidad del 95 % mensualmente (36 horas sin servicio máximo), sumados a los anteriormente expuestos en la Resolución AN No. 10130-Telco.

La *Tabla 3.6* presenta un resumen de los parámetros establecidos en la Resolución AN

No. 10130-Telco de Panamá:

Tabla 3.6  
*Resumen de parámetros de calidad de Panamá*

<b>Código</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Periodo</b>	<b>Valor Objetivo</b>
Pan1	Tiempo promedio de reparación de averías	Mensual	$\leq 48horas$
Pan2	Fallas de servicio	Mensual	$< 10\%$
Pan3	Pérdida de ancho de banda		$\leq 20\%$
Pan4	Disponibilidad	Mensual	$\geq 95\%$
Pan5	Tasa de Transferencia		$\geq 512Kbs$
Pan6	Banda Ancha		$\geq 256Kbs$

### 3.2.3. Regulación en Costa Rica.

Costa Rica posee dos organismos reguladores en referencia a las telecomunicaciones, la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) y la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL).

ARESEP es una entidad autónoma dependiente del Poder Legislativo que actúa como mediador entre las necesidades de los usuarios y los intereses de los prestadores de los servicios públicos, haciendo que se cumplan los requisitos de calidad y eficiencia necesarias para prestar servicios públicos en forma óptima (ARESEP, 2019).

SUTEL es una entidad vigilada por el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones que en resumen administra el espectro radioeléctrico para otorgar concesiones de bandas de frecuencias en las que se posible implementar servicios de telefonía móvil sin llegar a saturar el espectro (SUTEL, 2019).

En la Ley General de Telecomunicaciones de Costa Rica vigente desde el 30 de junio del 2008, el literal e del artículo 2 aprovecha la competencia efectiva para aumentar la disponibilidad de servicios, mejorar su calidad y asegurar precios asequibles. En los literales 13 y 14 del artículo 45 se estipula que el derecho de los usuarios es recibir servicios de calidad pactados previamente con el proveedor, a precios asequibles y conocer los indicadores de calidad

y rendimiento de los proveedores de servicios de telecomunicaciones. Finalmente, el artículo 77 con respecto a la calidad de servicio, acuerda la reglamentación técnica y entre ellas la de competencia, prestación de calidad de servicios y acceso universal y solidaridad (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2008).

### ***3.2.3.1. Normativa de Calidad.***

El 29 de abril del 2009, la ARESEP emitió y puso en vigencia el Reglamento de Prestación y Calidad de los Servicios (RPCS), y a partir de este suceso ocurrieron los siguientes eventos:

En noviembre del 2012, la Superintendencia de Telecomunicaciones de Costa Rica (SUTEL) emitió la “Declaratoria de confidencialidad de indicadores de calidad del Reglamento de prestación y calidad de los servicios”, en el que se declaraba que los datos aportados por los operadores y proveedores de servicios de telecomunicaciones debidamente habilitados eran confidenciales por un plazo de tres (3) años y presenta los Indicadores de Calidad del RPCS.

Para julio del 2013, la misma SUTEL aprueba la Reforma resolución RCS-332-2012 “Declaratoria de confidencialidad de indicadores de calidad del Reglamento de prestación y calidad de los servicios”, en el que se modifican los Indicadores de Calidad del RPCS y se mantiene el tiempo de confidencial de los datos.

La SUTEL, deroga en enero del 2017 el “Reglamento de Prestación y Calidad de Servicios” del 2009, y aprueba el nuevo RPCS que tiene como único objetivo “...establecer los indicadores necesarios para evaluar la calidad de los servicios de telecomunicaciones y el servicio de mensajería de texto, así como el proceso de definición de los umbrales de cumplimiento respectivos, desde la perspectiva del usuario final” (SUTEL, 2017a). Esta norma será detallada posteriormente en los puntos que tengan relación con el servicio de acceso a Internet.

Finalmente, se emitieron también dos acuerdos complementarios al reglamento de cali-

dad de servicio por parte de la SUTEL a inicios del 2018, siendo estos, “Umbrales de cumplimiento para los indicadores establecidos en el RPCS” (URPCS) y “Metodología de medición aplicable a los indicadores comunes de todos los servicios, a los servicios de telefonía fija, a los servicios de telefonía móvil, a los servicios de acceso a Internet del RPCS” (MRPCS); en donde se aprueba metodologías aplicables de medición para los servicios de telefonía fijos, telefonía móvil y acceso a Internet, y de la misma manera serán detalladas junto al RPCS.

A continuación se resumen las normas que actualmente rigen y están vigentes en Costa Rica para asegurar la calidad del servicio de Internet que reciben los usuarios por parte de los proveedores debidamente habilitados. Según (SUTEL, 2017a), se fijan los indicadores de calidad con base en la norma E.800 del Sector de Normalización y la recomendación G.1010 de la UIT-T, misma que, estipula que dichos indicadores deben: considerar los matices del servicio desde el punto de vista del usuario final, contar con infraestructura de red independiente, ser medibles de manera objetiva o subjetiva en el punto de acceso al servicio, entre otros.

De la misma manera estipula, que las normas de URPCS y MRPCS serán establecidos por los operadores/proveedores o la SUTEL ante el Comité Técnico de Calidad (CTC), que de manera resolutive fueron emitidos por la SUTEL. Los reportes de los indicadores se entregarán trimestralmente con un plazo máximo de 20 días, sin obviar que los reportes también se deben registrar mensualmente. Los usuarios finales tendrán el beneficio de una compensación por interrupciones si uno de los indicadores presente en este reglamento tiene un cumplimiento igual o inferior al 40%; siendo la compensación un reintegro de dinero en efectivo, crédito en la facturación, bonificaciones de servicios, u otra forma de compensación siempre que sea convenida entre el operador/proveedor y el usuario afectado.

De acuerdo a (SUTEL, 2017b) y (SUTEL, 2018), los indicadores de calidad con respecto a los servicios de acceso a Internet en Panamá son:

#### *3.2.3.1.1. Tiempo de entrega del servicio.*

Es la razón porcentual de la cantidad de servicios entregados mensualmente dentro de los tiempos máximos, siendo estos menores o iguales a 1 día hábil para el 98 % de los casos. Este indicador se refiere al tiempo transcurrido entre el instante en que el proveedor acepta una orden de servicio de un usuario y el instante en el que es entregado al usuario.

#### *3.2.3.1.2. Tiempo de reparación de fallas.*

Es la razón porcentual de la cantidad de fallas reparadas dentro del límite de tiempo máximo (menor o igual a 1 día hábil para el 95 % de los casos). Es el lapso de tiempo entre el reporte de una falla por parte del usuario al proveedor y el instante en que el servicio ha sido restablecido.

#### *3.2.3.1.3. Emisión de la factura del servicio.*

Es la razón porcentual entre la cantidad de facturaciones puestas a cobro y disposición de los usuarios en un plazo máximo de 10 días calendario posterior al cierre del período de facturación. Es el número de días que tarda en ponerse al cobro la facturación mensual, una vez concluido el mes.

#### *3.2.3.1.4. Reclamaciones por el contenido de la facturación.*

Es la razón porcentual mensual de la cantidad de facturas reclamadas, con respecto a la cantidad total de facturas emitidas, esta razón debe ser menor o igual a 1 %.

#### *3.2.3.1.5. Tiempo de respuesta para centros de atención de llamadas.*

Es la razón porcentual entre la cantidad de llamadas que obtienen respuesta efectiva del agente de atención humano dentro del tiempo máximo de 20 segundos para el 35 % de los casos.

#### *3.2.3.1.6. Disponibilidad del servicio asociada a la red núcleo.*

Es la razón porcentual mensual entre la cantidad de horas de disponibilidad del servicio asociada a la red de núcleo, con respecto a la cantidad de horas total, y debe ser superior o igual a 99,97%. Es la cantidad de horas dentro de un mes en las que se encuentra disponible un servicio de telecomunicaciones y asociado al correcto funcionamiento de la red de núcleo que lo soporta.

#### *3.2.3.1.7. Calidad de servicio percibida por el usuario.*

Se medirá a partir de la calificación obtenida como resultado de la aplicación de al menos una encuesta anual efectuada por el operador/proveedor de servicios, para conocer la calidad de servicio percibida por el usuario respecto de cada uno de los servicios de telecomunicaciones comercializados por el operador/proveedor, no se establece umbral de cumplimiento porque el cumplimiento de este indicador corresponde a la calificación promedio por servicio que le brinden los usuarios al proveedor.

#### *3.2.3.1.8. Retardo local e internacional.*

Se calculará como la razón porcentual de las mediciones que cumplen con el retardo máximo, en local no debe igualar ni superar los 50ms el 95% o más de las mediciones de retardo y la internacional no cuenta con umbrales establecidos por la SUTEL.

#### *3.2.3.1.9. Relación entre velocidad de transferencia de datos local o internacional respecto a la velocidad aprovisionada.*

Se calculará como la razón porcentual de la cantidad de mediciones que cumplen con una velocidad de referencia igual o mayor al 80% de la velocidad aprovisionada.

La *Tabla 3.7* presenta el Reglamento de Prestación y Calidad de los Servicios y sus Umbrales en Costa Rica:

Tabla 3.7  
Resumen de parámetros de calidad de Costa Rica

Código	Parámetro	Periodo	Valor Objetivo
CoR1	Tiempo de entrega de servicio		$\leq 24horas$
CoR2	Tiempo de reparación de fallas	Mensual	$\leq 24horas$
CoR3	Emisión de facturas de servicio		$\leq 10días$
CoR4	Reclamación por el contenido de la facturación		$\leq 1\%$ del total
CoR5	Disponibilidad del servicio	Mensual	$\geq 99,97\%$
CoR6	Relación de la velocidad de transferencia de datos		$\geq 80\%$
CoR7	Tasa de Transferencia		$\geq 2Mbs$

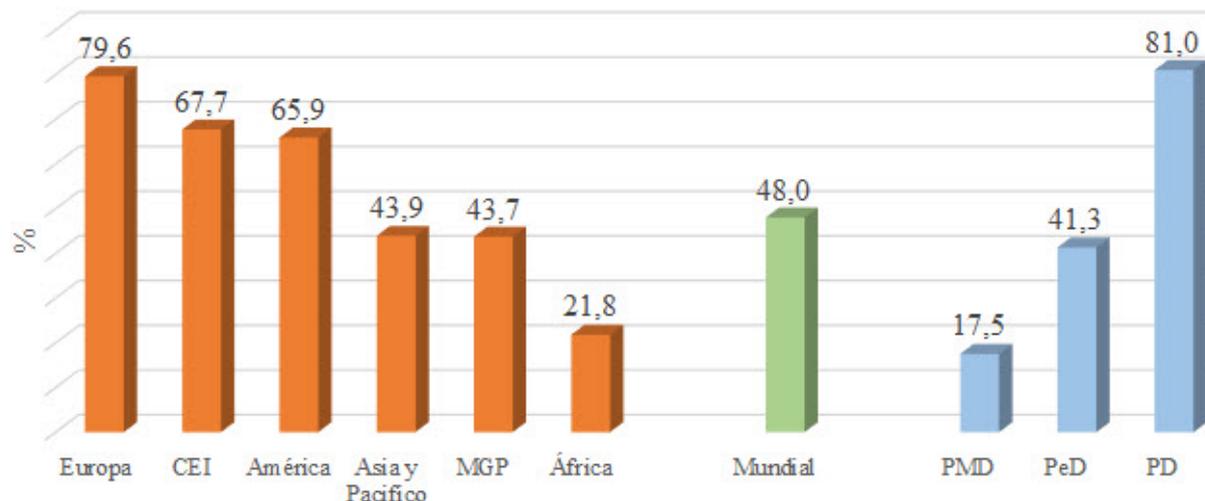
### 3.3. Regulación a nivel mundial

Según (Broadband Commission for Sustainable Development, 2018) de la ITU se emitió el informe “Estado de la Banda Ancha 2018”, donde se enfatiza importancia que debe tener cada país en invertir en banda ancha para garantizar que la brecha digital no se amplíe más. Ahora existe una creciente desigualdad en el acceso a las TIC, tanto dentro como entre los países, debido a que, en los países en desarrollo (PeD) se invierte continuamente en infraestructura digital, mientras que, los países menos desarrollados (PMD) se quedan atrás en la carrera por la digitalización.

Se estima que para el 2025, la penetración de usuarios de Internet de banda ancha debería alcanzar: 75 % en todo el mundo, 65 % en los PeD y 35 % en los PMD, Para el 2018 las tasas de crecimiento de usuarios de Internet giran en torno al 5,5 %, conectando a quienes viven en de fácil acceso. Podría decirse que el acceso a Internet y cuánta gente lo usa no es lo único importante, sino también el modo en que se usa y la calidad que tiene, por ejemplo, en 2017, aproximadamente 1,66 billones de personas (menos de la mitad de la población mundial en línea) hicieron compras en línea. Incluso en los países desarrollados, las grandes brechas persistieron, como el caso de los países de la OCDE en los que en el 2016 menos de la mitad de usuarios de Internet lo usaron para telefonía, creación de contenido, viajes, descarga de

software, servicios en la nube, búsqueda de trabajo en línea y ventas.

En la Figura 3.2 se muestra la penetración de Internet en el año 2017, a nivel mundial, por zonas y según el desarrollo del país, en donde, las abreviaciones usadas corresponden a: CEI - Comunidad de Estados Independientes; MGP - Monarquías del Golfo Pérsico; PMD - Países menos Desarrollados; PeD - Países en Desarrollo; PD - Países Desarrollados.



**Figura 3.2.** Penetración de usuarios de Internet 2017

*Fuente:* (Broadband Commission for Sustainable Development, 2018)

### 3.3.1. Regulación en Suiza.

La Office fédérale de la communication (OFCOM - Oficina Federal de Comunicación) es el organismo encargado de regular los sectores de medios de comunicación, telecomunicaciones, servicios postales y sociedad de la información en Suiza. La Oficina garantiza una infraestructura de comunicaciones estable y progresiva y coordina la implementación de la estrategia “Suisse numérique”, también está desarrollando actividades internacionales. Suiza fue uno de los primeros países en declarar el acceso a Internet de banda ancha como parte de las obligaciones de servicio universal (OFCOM, 2018).

#### 3.3.1.1. Normativa de Calidad.

La Ordonnance sur les services de télécommunication (OST - Ordenanza sobre Servicios de Telecomunicaciones) de Suiza, resuelta por El Consejo Federal Suizo en el 2007, se

encuentra en el compendio de las leyes federales como una versión publicada y modificada el 2 de diciembre 2016 y vigente a partir del 1 de enero del 2018, pese a no ser una publicación oficial, se menciona también que cualquier modificación será anunciada al menos 30 días antes de su introducción a la OFCOM (Conseil fédéral suisse, 2016). Dicha ordenanza se enfoca mayormente en el servicio de telefonía pública, a pesar de esto, los puntos tratados sobre el servicio de Internet en esta ordenanza son los siguientes:

- El literal d del artículo 15 establece que “...los servicios de acceso a Internet garantizan una velocidad de transmisión de 3000/300kbit/s” (Conseil fédéral suisse, 2016).
- El artículo 21, en los literales a, c y d respectivamente, se encuentra que los distribuidores de los servicios universales deben medir la calidad de las ofertas de servicios y se determina elaborar un informe anual para la OFCOM, con los siguientes criterios:
  - En cuando a las conexiones: tiempo de puesta en servicio de una conexión, número de fallas reportadas por conexión y año y los tiempos de reparación.
  - En relación a los servicios de acceso a Internet: disponibilidad del servicio, calidad de transmisión de datos.
  - Servicio de tiempos de respuesta para personas con discapacidad.
- Finalmente, el artículo 22 literal b, habla sobre los precios, se aplican precios máximos (sin incluir el impuesto al valor agregado) para el servicio de acceso de conexión a Internet incluyendo la conexión (45 francos al mes).

### **3.3.2. Regulación en Singapur.**

Según (IMDA, 2018c), la Info-Communications Media Development Authority (IMDA - Autoridad de Desarrollo de Medios de Comunicación de Información) de Singapur, desarrolla y regula los sectores de información y medios convergentes de manera integral, así mismo, busca profundizar las capacidades regulatorias para crear un sector de medios de comunicación

convergente, salvaguardando los intereses de los consumidores y fomentando regulaciones a favor de la empresa.

La IMDA regula el rendimiento de los servicios ofrecidos por los operadores al establecer los “Estándares de Calidad de Servicio (QoS)” y exigir que los operadores presenten informes periódicos de la calidad de sus servicios respectivamente.

### ***3.3.2.1. Normativa de Calidad.***

Los operadores que no cumplan con los estándares de QoS de telecomunicaciones deberán pagar una multa entre S\$5,000 y S\$50,000 por cada estándar incumplido. El regulador del país revisa periódicamente los requisitos de QoS para tener en cuenta los cambios en la industria y la tecnología, así como los cambios en la demanda de los consumidores, para garantizar que los requisitos sigan siendo relevantes. La IMDA supervisa la calidad de los servicios de información proporcionados por los proveedores de servicios, tales como, servicios básicos de telecomunicaciones, móviles, acceso a Internet, conexión de fibra y servicios postales (IMDA, 2018c). A continuación se presentan los mencionados estándares de calidad:

#### ***3.3.2.1.1. Marco de QoS para servicios minoristas de acceso a Internet de banda ancha fija (ADSL / Servicios de banda ancha por cable).***

Según (IMDA, 2018a), es aplicable para proveedores de servicios de acceso de banda ancha (BASP) que brindan servicios de banda ancha ADSL / Servicios de banda ancha por cable para usuarios finales residenciales y comerciales.

Los proveedores que ofrecen SLA o garantías equivalentes o superiores a sus usuarios finales o que demuestren que sus abonados aceptaron recibir un estándar de QoS más bajo del estipulado, pueden solicitar una anulación del cumplimiento del marco de QoS. Si el proveedor no va a cumplir con los estándares de QoS de forma justificada, tiene la responsabilidad de informar al usuario final sobre el nivel de servicio que proporcionará y el hecho de que no

cumple con la calidad mínima de establecida por la IMDA.

Con los siguientes parámetros, la disponibilidad de red debe superar el 99,9%, la latencia de red será menor o igual a 50ms en área local y 300ms en red internacional, la utilización del ancho de banda no igualará ni superará al 90%, entre otros que aun no se ha establecido apropiadamente sus umbrales.

*3.3.2.1.2. Marco de calidad de servicio para servicios minoristas de acceso a Internet de banda ancha fija (servicios de banda ancha por fibra óptica).*

Según (IMDA, 2018b), es aplicable para proveedores de servicios de acceso de banda ancha (BASP) que brindan servicios de fibra para usuarios finales residenciales y comerciales. Los proveedores que ofrecen SLA o garantías equivalentes o superiores a sus usuarios finales o que demuestren que sus abonados aceptaron recibir un estándar de QoS más bajo del estipulado, pueden solicitar una anulación del cumplimiento del marco de QoS. Si el proveedor no va a cumplir con los estándares de QoS de forma justificada, tiene la responsabilidad de informar al usuario final sobre el nivel de servicio que proporcionará y el hecho de que no cumple con la calidad mínima de establecida por la IMDA.

En fibra óptica se usan indicadores similares como estos, la disponibilidad de red debe superar el 99,9%, la latencia de red será menor o igual a 30ms en área local y 300ms en red internacional, la utilización del ancho de banda no igualará ni superará al 90%, tampoco se ha establecido umbrales específicos para el resto de indicadores.

**3.3.3. Regulación en Estados Unidos.**

La Federal Communications Commission (FCC - Comisión Federal de Comunicaciones), es una agencia gubernamental independiente de los Estados Unidos y posee el poder regulatorio de las telecomunicaciones en este país (jurisdicción en los 50 estados), a pesar del cambio radical que ha sufrido la tecnología de la comunicación en los últimos años, y con la

aparición de las comunicaciones por satélite y microondas, televisión por cable, teléfono celular, Internet, entre otros; las responsabilidades de la FCC han aumentado para adaptarse a los problemas regulatorios presentados por estas nuevas tecnologías. En consecuencia, ahora comparte el poder regulatorio con otras agencias federales, ejecutivas y judiciales.

La FCC supervisa todas las regulaciones de transmisión, pudiendo otorgar licencias a los operadores de servicios de telecomunicaciones. Esta entidad aplica los requisitos para las comunicaciones inalámbricas y por cable a través de sus normas y regulaciones. La Ley estatal es flexible, lo suficiente como para permitir que la FCC promulgue nuevas reglas y regulaciones relacionadas con una gran variedad de tecnologías y servicios (FCC, 2018).

En el marco regulatorio de los Estados Unidos no se encontró normas, resoluciones o acuerdos en los que se estipulen parámetros o indicadores de calidad que deberían cumplir los proveedores de servicios de Internet. En su mayoría las normas están dirigidas a:

- Legislación de Neutralidad Neta.
- Legislación de Ciberseguridad.
- Legislación e Incumplimiento de Seguridad.
- Base de Datos 911.
- Proveedores de Servicios de Internet y Privacidad.
- Medios Sociales Leyes de Privacidad.

Las leyes anteriormente mencionadas buscan proteger la privacidad de los datos que se envían por Internet, tanto de usuarios finales como de los proveedores (intimidad), así como también, resguardar la seguridad cibernética, derechos de autor, libre flujo de información global y el Internet de las Cosas. Haciendo que los proveedores del servicio de Internet se basen en estándares propuestos por organizaciones externas a las gubernamentales, por estas razones, según la (FCC, 2018), “Estados Unidos, el país donde Internet es más caro”, por no tener

regulaciones claras que amparen a los usuarios.

### ***3.3.3.1. Normativa de Calidad.***

Lo más aproximado en regulaciones que favorecen a los derechos de los usuarios finales es la “Ley de Neutralidad de la Red”, en el año 2015 la FCC adoptó nuevas regulaciones de neutralidad de la red después de invalidar parcialmente las regulaciones de la misma ley del 2010, en donde las reglas prohíben a los proveedores de servicios de Internet bloquear o limitar el tráfico legal de Internet y celebrar acuerdos de priorización pagados con los proveedores de contenido, sin limitación, mayor transparencia, entre otros. Los temas que no están dentro de este marco regulatorio, se revisan bajo un estándar de “conducta de Internet” que prohíbe a los proveedores de servicios de Internet interferir sin razón con el tráfico de este, también establece las velocidades de referencia de banda ancha a *25Mbps* para downstream y *3Mbps* para upstream. Sin embargo, en mayo de 2017 la FCC inició un procedimiento para revisar estas regulaciones.

A finales del año 2017, la FCC modificó las regulaciones de la “Ley de Neutralidad de la Red” (prácticamente restringió el Internet), mismas que empezaron a regir desde inicio de junio del 2018, esto implica que las operadoras del país tendrán respaldo legal para ralentizar o incluso bloquear cualquier página en Internet a su conveniencia, según parámetros que atentan contra la libre competencia.

La Tabla 3.8 presenta una comparación de de los parámetros de calidad de América Latina únicamente, debido a que no las regulaciones en el sector son completamente diferentes a las establecidas en los países mas desarrollados. En esta tabla se puede ver que Ecuador cuenta con normas para la regulación de calidad del Internet, mismas que deben ser acogidas por los ISPs del país.

Concluido el análisis de las regulaciones de los países propuestos se puede decir que en

Tabla 3.8  
Indicadores de calidad en Latinoamérica

	<b>Ecuador</b>	<b>Chile</b>	<b>Panamá</b>	<b>Costa Rica</b>
<b>Tiempo promedio de reparación de averías efectivas</b>	≤ 24h Mensual Ecu4	≤ 30h Mensual Chi6	≤ 48h Mensual Pan1	≤ 24h Mensual CoR1
<b>Disponibilidad de la Red</b>	Establecida en SLA Ecu	≥ 99,7 % Trimestral Chi1	≥ 95 % Mensual Pan4	≥ 99,97 % Mensual CoR5
<b>Relación de Velocidad Real</b>	≥ 98 % Ecu8	≥ 90 % Chi2	≥ 80 % Pan3	≥ 80 % CoR6
<b>Banda Ancha</b>	≥ 256Kbps Ecu7	-	≥ 256Kbps Pan6	-
<b>Tasa de Transferencia</b>	≥ 1Mbps Ecu6	≥ 1Mbps Chi5	≥ 512Kbps Pan5	≥ 2Mbps CoR7
<b>Fallas del servicio</b>	< 2 % Mensual Ecu2	-	< 10 % Mensual Pan2	-

*Nota:* h (horas); Kbps (kilobit por segundo); Mbps (megabit por segundo).

cada país existe un enfoque diferente al referirse a la calidad de servicio de Internet que entregan los proveedores a los usuarios. En América Latina existe mayor reglamentación para el trato que reciben los usuarios por parte de los empleados del proveedor, por ejemplo en Ecuador se tiene muy presente la interacción entre el usuario y la empresa, los aspectos técnicos se toman en cuenta muy poco, en Chile y Costa Rica la velocidad que entrega el proveedor es uno de los indicadores más relevantes al momento de evaluar calidad del servicio, en Panamá por otra parte, casi no existe parámetros que regularicen la QoS; en general en latino américa se busca que el usuario este contento con el trato recibido más no con la calidad del servicio.

Mientras que en países mas desarrollados, las leyes se centran mayormente en la confidencialidad de la información que transita por la red y a la velocidad y ancho de banda que ofrecen los proveedores de Internet, dando paso a que no existan parámetros para poder ponderar la calidad de servicio pero para compensar existen multas económicas fuertes para los

proveedores que incumplan las normas impuestas para proteger los derechos de los usuarios.

## Capítulo IV

### Recolección y Análisis de Datos

En el presente capítulo se expone la creación de una base de datos establecida a partir de la información obtenida en CNT EP. En la cual se ha realizado un pre procesamiento de los datos obtenidos, tales como: clasificación, elaboración de tablas estadísticas de doble entrada, comparación de distintos escenarios existentes, elaboración de histogramas con los datos obtenidos e indicadores de confiabilidad y disponibilidad útiles tanto para la organización y presentación de los datos como para el análisis de resultados.

#### 4.1. Metodología

La información tratada en este análisis fue adquirida de los reportes de rendimiento relacionados a las reparaciones de Banda Ancha (BA) del año 2017 en CNT EP Imbabura, los cuales fueron elaborados por personal especializado de la empresa. Una vez obtenida la información se estableció la muestra y las variables.

##### 4.1.1. Muestra.

Se toma como base de datos los Registros de Reparaciones a nivel de Imbabura (RRI) con fecha de ingreso del 1 de enero 00:00 al 31 de diciembre 23:59 de 2017. Para procesar la información se hace uso de 9 características del registro, que son: Número Servicio, Conf., Código Reparación, Tipo Avería, Fecha Ingreso, Fecha Reparación, Código Distribuidor, Técnico y Medio. Debido a que la base de datos mencionada tiene 26 228 registros, en el *Anexo C* se puede apreciar un ejemplar de estos datos.

##### 4.1.2. Variables.

Considerando que en el presente trabajo hace referencia a niveles de disponibilidad y confiabilidad en la ciudad de Ibarra en la parte física de la red de transporte del servicio de Internet, los RRI se trataron en base a factores de zona demográfica, efectividad de reportes de fallas, tecnología y tipos de daños, estableciendo como variables principales las siguientes:

- **Variable independiente o causal.** Todos los factores asociados a los RRI.
- **Variable dependiente o efecto.** Indicadores de disponibilidad y confiabilidad.

Para una mejor comprensión del análisis a continuación, se detalla cada uno de los factores empleados, y que inciden en el resultado de este estudio.

#### **4.1.2.1. Zona demográfica (Zona).**

Según (Prefectura de Imbabura, 2017), la provincia de Imbabura está constituida por 6 cantones: Otavalo, Antonio Ante, Cotacachi, Urcuquí, Pimampiro e Ibarra, en el presente estudio se referirá a los 5 primeros cantones como “Otros”, mientras que Ibarra al ser la capital de la provincia y el lugar de estudio se subdividirá en parroquias, siendo estas: Parroquias urbanas y Parroquias rurales; el detalle de la zona demografica se presenta en la Tabla 4.1 (GAD Ibarra, 2017).

En los RRI, las características de “Código de Distribuidor y Descripción de Distribuidor”, hacen referencia a la zona demográfica en la que se reportó la falla. La clasificación realizada en este punto se encuentra en el *Anexo D*, en la columna “Clasificación” del anexo se presenta la zona a la que pertenece el reporte, en base a lo mencionado anteriormente, (*véase Tabla 4.1*).

#### **4.1.2.2. Efectividad de los reportes de fallas (Efectividad).**

Cuando se registra un reporte de avería se determina su validez al momento de acudir a la dirección del abonado, pudiendo resultar “Efectivo, No efectivo o No utilizable”, en los RRI esta característica se denomina “Tipo Avería”. Los reportes encontrados “Efectivo” son aquellos que fueron procedentes a la reparación ya que se produjeron por razones propias al proveedor del servicio; mientras que, lo “No efectivo o No utilizable” se debe a razones externas al proveedor siendo propias de los usuarios, las posibles causas pueden ser: Daño hacia el ISP, tarjeta de red con daño, casa u oficina cerrada, abonado no permite acceso, servicio en buen

Tabla 4.1  
*Clasificación de la zona demográfica*

Provincia	Cantón	Parroquia	Clasificación
	Antonio Ante	–	
	Cotacachi	–	
	Otavalo	–	Otros
	Pimampiro	–	
	Urcuquí	–	
Imbabura		San Francisco El Sagrario Alpachaca Priorato	Urbana
	Ibarra	Ambuqui La Carolina La Esperanza Angochagua Salinas Lita San Antonio	Rural

estado, local sin energía eléctrica, equipo terminal mala calidad, dirección incorrecta/posible fraude, cliente requiere traslado y suspendido por falta de pago.

#### **4.1.2.3. Tipos de daños en la red (Daños).**

Los reportes de falla por parte del abonado al proveedor pueden darse por un sinnúmero de eventualidades, en éste trabajo se ha clasificado la característica “Código Reparación” en “Daños físico” que se refieren a daños sufridos concretamente en la parte física de la infraestructura usada para la transmisión del servicio de BA y “Otros” a daños que no tienen relación alguna con la parte física del medio de transmisión, en el *Anexo E* se muestra dicha clasificación.

#### **4.1.2.4. Tipo de red física (Tecnología).**

La red de transporte de CNT EP Ibarra actualmente usa 2 tecnologías de acceso, ADSL y GPON, mismas que para la transmisión de datos usan redes de cobre (red telefónica) y fibra óptica respectivamente como medio físico de transporte. Esta característica se encontrará como “Medio” y sus variantes son: “xDSL y gpon”.

Después de definir conceptual y operacionalmente cada una de las variables mencionadas, se procede a operacionalizarlas en la *Tabla 4.2*, incluyendo también los indicadores de confiabilidad y disponibilidad tratados en en Capitulo II.

Tabla 4.2  
*Operacionalización de las variables*

<b>Variable</b>	<b>Característica</b>	<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>	<b>Como medir</b>
<b><i>Zona</i></b>	Independiente	Cualitativa	Imbabura Otros Ibarra Urbana Rural	Según registros
<b><i>Efectividad</i></b>	Independiente	Cualitativa	Efectivo No efectivo o No utilizable	Según registros
<b><i>Daños</i></b>	Independiente	Cualitativa	Físicos Otros	Según registros
<b><i>Tecnología</i></b>	Independiente	Cualitativa	xdsl gpon	Según registros
<b><i>MTBF</i></b>	Dependiente	Cuantitativa	En horas	<b>Ec. 2.5</b>
<b><i>Confiabilidad</i></b>	Dependiente	Cuantitativa	En porcentajes	<b>Ec. 2.1</b>
<b><i>MTTR</i></b>	Dependiente	Cuantitativa	En horas	<b>Ec. 2.7</b>
<b><i>Mantenibilidad</i></b>	Dependiente	Cuantitativa	En porcentajes	<b>Ec. 2.6</b>
<b><i>Disponibilidad</i></b>	Dependiente	Cuantitativa	En porcentajes En horas	<b>Ec. 2.8</b> <b>Ec. 2.9</b>

## 4.2. Resultados

Este apartado presenta los procesos seguidos para obtener los parámetros requeridos y sus análisis. Los procedimientos se basan en aplicar diferentes filtros según sea el caso, creando bases de datos secundarias que contengan los registros requeridos. Todo el tratamiento de datos fue realizado en el programa Excel.

Es importante tener claro que los archivos de Excel se guardan en “Libros” con extensión .xlsx, que a su vez están constituidos por “Hojas”, debido a que fueron usados para la organización y depuración de la base de datos principal. En cada filtro se crea una base de datos

secundaria, almacenada en los diferentes “Libros” clasificado por “Hojas” según sea el caso, de igual forma, cada filtro llevará un código para facilitar su posterior uso.

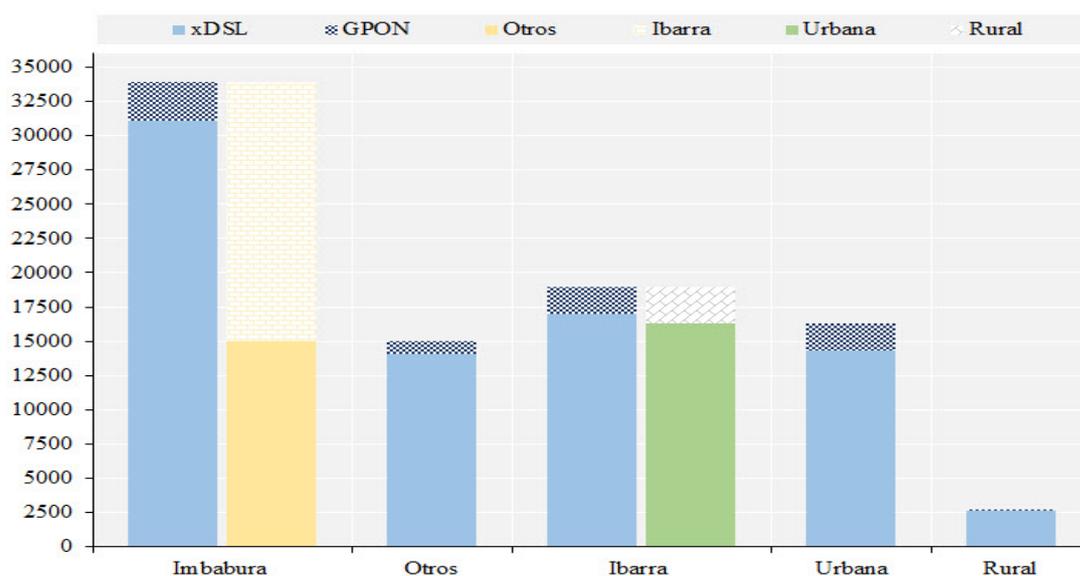
#### 4.2.1. Usuarios.

La *Tabla 4.3* se estableció en base a la información proporcionada por CNT EP, donde se obtiene el promedio de usuarios de Banda Ancha (Internet) con los que contaba la empresa en el año 2017 (periodo del análisis) en Imbabura, de los que, el 91,61 % son usuarios a los que el servicio llega por cobre y el 8,39% restante mediante fibra óptica.

Tabla 4.3  
*Abonados de CNT en Imababura*

Zona	xDSL	GPON	Total
<i>Imbabura</i>	31 076	2 845	33 921
<i>Otros</i>	14 109	868	14 977
<i>Ibarra</i>	16 967	1 977	18 944
<i>Urbana</i>	14 339	1 955	16 294
<i>Rural</i>	2 628	22	2 650

Del total de usuarios, el 55,85 % pertenecen a Ibarra y el 44,15 % al resto de la provincia, siendo evidente que Ibarra es el cantón con mayor número de abonados. En la *Figura 4.1* se muestra la cantidad de usuarios por zona y tecnología.



**Figura 4.1.** Distribución de usuarios BA en Imbabura

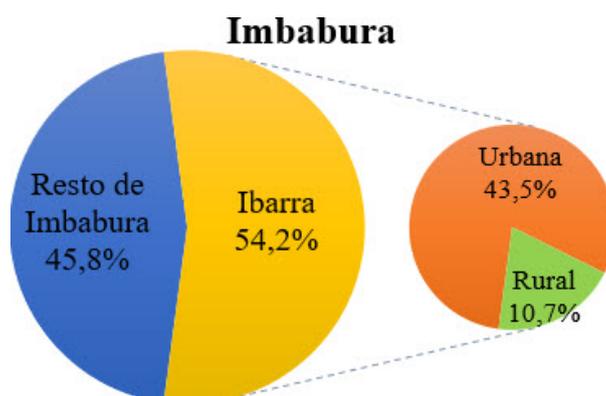
#### 4.2.2. Zona.

Se toma esta variable como principal, generando así, 5 libros basados en la clasificación de la *Tabla 4.1*. Estos libros son “Imbabura”, “Otros”, “Ibarra”, “Urbana” y “Rural” cada uno con una hoja nombrada “Zona”. Estos nuevos libros contiene registros como se muestran en la *Tabla 4.4*.

Tabla 4.4  
Variable Zona

Código	Libro	Registros
<i>RImz</i>	Imbabura	26 228
<i>ROtz</i>	Otros	12 006
<i>RIbz</i>	Ibarra	14 222
<i>RUrz</i>	Urbana	11 411
<i>RRuz</i>	Rural	2 811

Dentro de este periodo, en la provincia se registraron 26 228 reportes de fallos en el servicio de Internet de forma general, es decir, se incluyen todas las zonas, tecnologías, daños y efectividad, los resultados comparativos del número de reportes entre las distintas zonas de Imbabura que se analizaron, son como se describen en la *Figura 4.2*.



**Figura 4.2.** Incidencia de reportes de daño según la zona demográfica

En Ibarra, se registraron poco más de la mitad de averías de las totales y esto en gran medida (*véase Figura 4.2*), se debe a que es la zona con mayor cantidad de usuarios. Por la

misma razón, en la parte urbana de Ibarra hubo una mayor cantidad de reportes en comparación a los de la parte rural, siendo el 80,23 % de reportes en las Parroquias urbanas y el 19,77 % en las rurales. Tomando estos aspectos en cuenta, el análisis propuesto se realiza en la zona de Imbabura e Ibarra Urbana por ser las zonas con mayor afluencia de usuarios y reportes.

#### 4.2.3. Efectividad.

Esta variable se almacena en hojas dentro de los libros creados, añadiendo 1 hoja a cada libro, la nueva hoja toma el nombre de “Efectividad” basada en la clasificación del Apartado 4.1.2.2. Al añadir esta hoja los libros toman una nueva estructura, la *Tabla 4.5* muestra los nuevos registros.

Tabla 4.5  
*Variable Efectividad*

<b>Código</b>	<b>Libro</b>	<b>Registros</b>
<i>RIme</i>	Imbabura	23 750
<i>ROte</i>	Otros	10 870
<i>RIbe</i>	Ibarra	12 880
<i>RUre</i>	Urbana	10 273
<i>RUre</i>	Rural	2 607

Al filtrar reportes efectivos únicamente se obtuvo que el 90,55 % de estos son reales, es decir, representan fallos existentes en el servicio y que pueden ser solucionables aplicando los procedimientos establecidos por CNT.

#### 4.2.4. Daños.

Esta variable se almacena también en 1 hoja adicional denominada “Daños”, a partir de la clasificación del Apartado 4.1.2.3. La *Tabla 4.6* muestra los nuevos registros.

Al enfocarse el estudio en la red física de transporte, es necesario excluir las averías dados por otros motivos. Ésta última base de datos secundaria es la que se tomará como base para los posteriores análisis de confiabilidad y disponibilidad. Cabe recalcar que del total de registros iniciales a daños físicos y efectivos corresponde el 25,67 %.

Tabla 4.6  
*Variable Daños*

<b>Código</b>	<b>Libro</b>	<b>Registros</b>
<i>RIm</i>	Imbabura	6 096
<i>ROt</i>	Otros	2 767
<i>RIb</i>	Ibarra	3 329
<i>RUr</i>	Urbana	2 609
<i>RRu</i>	Rural	720

#### 4.2.5. Tecnología.

Esta variable genera dos últimas hojas en cada libro llamadas “xdsI” y “gpon”, creada según la clasificación del *Apartado 4.1.2.4*. La estructura final de cada libro consta de 5 hojas. Del *Anexo F* al *Anexo J* se presentan muestras de los 5 filtros realizados en la ciudad de Ibarra Urbana.

Tabla 4.7  
*Variable Tecnología*

<b>Código</b>	<b>Libro</b>	<b>Hoja</b>	<b>Registros</b>
<i>RImx</i>	Imbabura	xdsI	5 813
<i>RImg</i>		gpon	283
<i>ROtx</i>	Otros	xdsI	2 692
<i>ROtg</i>		gpon	75
<i>RIbx</i>	Ibarra	xdsI	3 121
<i>RIbg</i>		gpon	208
<i>RUrx</i>	Urbana	xdsI	2 410
<i>RUrg</i>		gpon	199
<i>RRux</i>	Rural	xdsI	711
<i>RRug</i>		gpon	9

A partir de la *Tabla 4.7*, se obtuvo que, en Imbabura el 95,36% de fallos ocurrió en la red de cobre y el otro 4,64% en la red de fibra, mientras que en Ibarra Urbana el 92,37% en cobre y el 7,63% en fibra.

#### 4.2.6. Confiabilidad (C).

Como se mencionó en los *Apartados 4.2.4 y 4.2.5*, los indicadores de confiabilidad y disponibilidad se obtienen a partir de los  $R_{Im}$ ,  $R_{Imx}$ ,  $R_{Img}$ ,  $R_{Ur}$ ,  $R_{Urx}$ ,  $R_{Urg}$ , ya expuestos.

Para calcular la confiabilidad, es necesario determinar el tiempo medio entre fallas (MTBF) de acuerdo con la *Ec. 2.5*. Para esto, según en el *Apartado 2.4.2*, primero se calculan los tiempos de operación ( $T_o$ ), trabajo ( $T_i$ ) e inactividad ( $T_i$ ). Para ejemplificar el procedimiento a continuación descrito, se usa el caso de los registros obtenidos para Imbabura ( $R_{Im}$ ). En donde,  $T_o$  se obtiene de la multiplicación entre el tiempo de estudio ( $t_e = 1$  año en horas) y el número de usuarios ( $N_u$  véase *Tabla 4.3*), éste tiempo se describe mediante la *Ec. 4.1*.

$$T_o [\text{horas}] = t_e [\text{horas}] \times N_u [\text{usuarios}] \quad (\text{Ec. 4.1})$$

*Ejemplo:* En el cálculo de  $T_o$  para Imbabura,  $N_u$  es igual a los 33921 abonados que en el año 2017 tuvo la empresa CNT en la provincia y su procedimiento es el siguiente:

$$T_o(R_{Im}) = 8760 \times 33921$$

$$T_o(R_{Im}) = 297\,147\,960 \text{ horas}$$

El tiempo de operación de cada uno de los registros propuestos se muestran en la *Tabla 4.8* y se obtienen al aplicar la *Ec. 4.1* en cada uno de los casos, siguiendo el procedimiento del ejemplo anterior.

Tabla 4.8  
*Tiempo de operación*

Descripción	Código	$T_o$ (horas)
<i>Registros de Imbabura</i>	$R_{Im}$	297 147 960
<i>Registros de Imbabura - xDSL</i>	$R_{Imx}$	272 225 760
<i>Registros de Imbabura - GPON</i>	$R_{Img}$	24 922 200
<i>Registros de Ibarra Urbana</i>	$R_{Ur}$	142 737 630
<i>Registros de Ibarra Urbana - xDSL</i>	$R_{Urx}$	125 611 830
<i>Registros de Ibarra Urbana - GPON</i>	$R_{Urg}$	17 125 800

A continuación se calcula  $T_i$ , el cual corresponde a la sumatoria de los tiempos que

tardó una falla en resolverse, para esto, se operan las características “Fecha Ingreso” y “Fecha Reparación” de los registros, mismas que se transforman a horas (tomando como hora cero 1/1/2017 0:00), obteniendo así  $Fi$  y  $Fr$  respectivamente. Posteriormente, se resta  $Fi$  de  $Fr$  en cada reporte, una vez procesados todos los registros se hace la sumatoria de las sustracciones, como describe la *Ec. 4.2*.

$$T_i = \sum_{n=1} (Fr_n - Fi_n) \text{ [horas]} \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Tabla 4.9  
*Fechas de registros de fallos para Imbabura*

Registro $n$	Fecha Ingreso	Fecha Reparación	$Fi_n$	$Fr_n$
1	2/1/2017 8:38	2/1/2017 18:19	32,63	42,32
2	2/1/2017 9:59	3/1/2017 9:29	33,98	57,48
3	3/1/2017 8:36	6/1/2017 18:01	56,6	138,02
4	3/1/2017 8:40	3/1/2017 15:31	56,67	63,52
5	3/1/2017 9:09	5/1/2017 9:06	57,15	105,1
6	3/1/2017 9:21	5/1/2017 10:26	57,35	106,43
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
6 096	29/12/2017 16:45	30/12/2017 16:17	8 704,75	8 728,28

*Ejemplo:* El  $T_i$  para Imbabura se basa en el registro de la *Tabla 4.9*, el proceso del cálculo se muestra a continuación:

$$T_i(RIm) = (Fr_1 - Fi_1) + (Fr_2 - Fi_2) + (Fr_3 - Fi_3) + (Fr_4 - Fi_4) + (Fr_5 - Fi_5) + (Fr_6 - Fi_6) \\ + \dots + (Fr_{6096} - Fi_{6096})$$

$$T_i(RIm) = (42,32 - 32,63) + (57,48 - 33,98) + (138,02 - 56,6) + (63,52 - 56,67) \\ + (105,1 - 57,15) + (106,43 - 57,35) + \dots + (8728,28 - 8704,75)$$

$$T_i(RIm) = (9,69) + (23,5) + (81,42) + (6,85) + (47,95) + (49,08) + \dots + (23,53)$$

$$T_i(RIm) = 338846,38 \text{ horas}$$

Los resultados de los tiempos de inactividad de los casos propuestos, calculados en base al procedimiento anterior, se presentan en la *Tabla 4.10*.

Tabla 4.10  
*Tiempo de inactividad*

<b>Código</b>	<b>T<sub>i</sub> (horas)</b>
<i>RIm</i>	338 846,38
<i>RImx</i>	327 431,83
<i>RImg</i>	11 414,55
<i>RUr</i>	142 147,30
<i>RUrx</i>	134 193,53
<i>RUrg</i>	7 953,77

Finalmente,  $T_t$  se calcula en base a la **Ec. 2.3** y corresponde a la diferencia entre  $T_o$  y  $T_i$  ya calculados. *Ejemplo:*

$$T_t(RIm) = T_o(RIm) - T_i(RIm)$$

$$T_t(RIm) = 297\,147\,960 - 338\,846,38$$

$$T_t(RIm) = 296\,809\,113,62 \text{ horas}$$

El tiempo de trabajo obtenido para los casos planteados se muestran en la *Tabla 4.11*.

Tabla 4.11  
*Tiempo de trabajo*

<b>Código</b>	<b>T<sub>t</sub> (horas)</b>
<i>RIm</i>	296 809 113,62
<i>RImx</i>	271 898 328,17
<i>RImg</i>	24 910 785,45
<i>RUr</i>	142 595 482,70
<i>RUrx</i>	125 477 636,47
<i>RUrg</i>	17 117 846,23

Una vez calculados los tiempos de operación, trabajo e inactividad, se puede determinar el tiempo medio entre fallos (MTBF) y consecuentemente la confiabilidad (C), para lo que se emplean las **Ec. 2.5** y **Ec. 2.1**, respectivamente. Para calcular el MTBF es indispensable conocer el número de fallas ( $F$ ), dato que se obtiene del número de registros de las *Tablas 4.6* y *4.7*, según sea el caso.

*Ejemplo:* Al calcular **MTBF** para Imbabura,  $F$  es igual a 6096 (registros en RIm), mientras que para  $C$ ,  $t$  es igual a  $t_e$  (tiempo de estudio - 1 año en horas), obteniendo así:

$$\begin{aligned} \text{Ec. 2.5} \\ MTBF_{RIm} &= \frac{T_i(RIm)}{F_{RIm}} \\ MTBF_{RIm} &= \frac{296\,809\,113,62}{6096} \\ MTBF_{RIm} &= 48\,649,159 \text{ horas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ec. 2.1} \\ C_{RIm} &= e^{-\frac{t_e}{MTBF_{RIm}}} \\ C_{RIm} &= e^{-\frac{8760}{48\,649,159}} \\ C_{RIm} &= e^{-0,180} \\ C_{RIm} &= 83,53\% \end{aligned}$$

Entonces, siguiendo el procedimientos descrito, se encuentra MTBF y la confiabilidad durante el 2017 para los casos propuestos y se los presenta en la *Tabla 4.12*.

Tabla 4.12  
*Confiabilidad de la red*

Código	MTBF (horas)	Confiabilidad (%)
<i>RIm</i>	48 689,159	83,53
<i>RImx</i>	46 774,183	82,92
<i>RImg</i>	88 023,977	90,53
<i>RUr</i>	54 655,225	85,19
<i>RUrx</i>	52 065,409	84,51
<i>RUrg</i>	86 019,328	90,32

#### 4.2.7. Mantenibilidad (M).

Para determinar éste índice, según el *Apartado 2.4.3*, se requiere conocer el tiempo medio para reparación (MTTR), que al igual que MTBF, se obtiene en base a los RRI. Conociendo  $T_o$ ,  $T_t$  y  $T_i$ , se calcula MTTR según la **Ec. 2.7** y la mantenibilidad según la **Ec. 2.6**.

*Ejemplo:* Para **MTTR** el número de fallas ( $F$ ) es igual a 6096 (registros en RIm) y tiempo ( $t$ ) es igual a 24 horas para la mantenibilidad, el cálculo es el siguiente:

**Ec. 2.7**

$$MTTR_{RIm} = \frac{T_i(RIm)}{F_{RIm}}$$

$$MTTR_{RIm} = \frac{338846,38}{6096}$$

$$MTTR_{RIm} = 55,585 \text{ horas}$$

**Ec. 2.6**

$$M_{RIm} = e^{-\frac{t}{MTTR_{RIm}}}$$

$$M_{RIm} = e^{-\frac{24}{55,585}}$$

$$M_{RIm} = e^{-0,432}$$

$$M_{RIm} = 64,94 \%$$

Para el cálculo de MTTR y la mantenibilidad de los registros restantes se siguen el procedimiento indicado, obteniendo los resultados de la *Tabla 4.13*.

Tabla 4.13  
*Mantenibilidad de la red*

<b>Código</b>	<b>MTTR (horas)</b>	<b>Mantenibilidad (%)</b>
<i>RIm</i>	55,585	64,94
<i>RImx</i>	56,328	65,31
<i>RImg</i>	40,334	55,15
<i>RUr</i>	54,483	64,37
<i>RUrx</i>	55,682	64,98
<i>RUrg</i>	39,969	54,86

**4.2.8. Disponibilidad (D).**

Según las *Ec. 2.8* (en porcentaje) y *Ec. 2.9* (en horas), la disponibilidad se calcula empleando MTBF y MTTR encontrados en los *Apartados 4.2.6* y *4.2.7*, respectivamente.

*Ejemplo:* La disponibilidad para Imbabura se calcula con MTBF igual a 48 649,159 horas y MTTR igual a 55,585 horas, como se describe a continuación:

**Ec. 2.8**

$$D_{\%}(RIm) = \frac{MTBF_{RIm}}{MTBF_{RIm} + MTTR_{RIm}}$$

$$D_{\%}(RIm) = \frac{48649,159}{48649,159 + 55,585}$$

$$D_{\%}(RIm) = 99,886 \%$$

**Ec. 2.9**

$$D_h = t_e \times (100\% - D_{\%}(RIm))$$

$$D_h = 8760 \times (100\% - 99,886\%)$$

$$D_h = 9,989 \text{ horas}$$

Para los registros restantes se siguen el proceso descrito en base a las *Tablas 4.12 y 4.13*, obteniendo así la disponibilidad de la red de Imbabura e Ibarra Urbana, mismas que se presentan en la *Tabla 4.14*:

Tabla 4.14  
*Disponibilidad de la red*

Código	Disponibilidad	
	(horas)	(%)
<i>RIm</i>	9,989	99,886
<i>RImx</i>	10,536	99,880
<i>RImg</i>	4,012	99,954
<i>RUr</i>	8,724	99,900
<i>RUrx</i>	9,358	99,893
<i>RUrg</i>	4,068	99,954

En conclusión, en la zona de Imbabura, la confiabilidad durante el tiempo de estudio es del 83,53%, debido a que los tiempos de trabajo son altos y a que la relación entre las fallas ocurridas y el número de usuarios es de un 82,03%. Por otro lado, la mantenibilidad de la red resulta baja por tener tiempos de reparación de hasta 2 días en cobre y de 1 día en fibra. Con respecto a la disponibilidad, el medio físico de la red resulta estar fuera de servicio durante casi 10 horas y media al año en xDSL y durante 4 horas en GPON, en la que, a pesar de que únicamente el 37,10% de reportes son solucionados en menos de 24 horas, la disponibilidad es alta por tener un menor número de reportes en comparación a los de cobre (*véase Tabla 4.15*).

Tabla 4.15  
*Indicadores de confiabilidad y disponibilidad en red de Imbabura*

	MTBF (t)	C (%)	MTTR (t)	M (%)	Disponibilidad (%) (t)	
<i>General</i>	5a 20d	83,53	2d 7h35	64,94	99,89	9h59min
<i>xDSL</i>	5a 1d	82,92	2d 8h19	65,31	99,88	10h32min
<i>GPON</i>	10a 14d	90,53	1d 16h20	55,15	99,95	4h0min

*Nota:* C (Confiabilidad); M (Mantenibilidad); Años (a); Días (d); Horas (h); Minutos (min).

En cuanto a Ibarra Urbana se tiene que, la confiabilidad se mantiene alta existiendo una diferencia de casi 6 puntos entre las redes xDSL y GPON con tiempos entre falla de 5 años

en la primera y hasta 9 años en la segunda red. De igual forma, la mantenibilidad es baja por sus altos tiempos de reparación. En relación a las disponibilidad, los abonados con tecnología xDSL estarán fuera de servicio durante 9 horas aproximadamente al año y quienes usen GPON cerca de 4 horas; en la de red de cobre la mitad de reportes se solucionan en menos de 24 horas, lo que mejora en gran medida la disponibilidad de esta, mientras que, en la red de fibra óptica el 35 % se repara en 1 día o menos, revisar la *Tabla 4.16* para una mejor comprensión de estos parámetros.

Tabla 4.16  
*Indicadores de confiabilidad y disponibilidad en red de Ibarra Urbana*

	<b>MTBF</b> (t)	<b>C</b> (%)	<b>MTTR</b> (t)	<b>M</b> (%)	<b>Disponibilidad</b> (%) (t)	
<i>General</i>	6a 26d	85,19	2d 6h29	64,37	99,90	8h43min
<i>xDSL</i>	5a 8d	84,51	2d 7h40	64,98	99,89	9h21min
<i>GPON</i>	9a 23d	90,32	1d 15h58	54,86	99,95	4h4min

*Nota:* C (Confiabilidad); M (Mantenibilidad); Años (a); Días (d); Horas (h); Minutos (min).

#### 4.2.9. Otros indicadores.

Como se mencionó al inicio del *Apartado 4.2*, estos cálculos fueron elaborados en Excel, por lo que, para cubrir parámetros requeridos en el análisis se aplican fórmulas de conteo en los registros obtenidos. Para esto, se hace uso de 2 características más de los RRI, siendo estas Conformidad (“Conf.”) y Soporte técnico (“Técnico”), descritas a continuación.

##### 4.2.9.1. Conformidad (Conf).

Hace referencia al nivel de satisfacción del cliente en referencia a la solución dada por el técnico de soporte, se cuantifica en una escala numérica que va del 1 al 5, siendo 1 la menor calificación posible y 5 la mejor calificación, como se muestra en la *Nota* de la *Tabla 4.18*. Para ponderar la conformidad, se cuenta el número de incidencia para cada uno de los 5 casos de la escala, en cada uno de los registros propuestos, mediante la *Ec. 4.3* aplicada en Excel.

$$= \text{CONTAR.SI}(\text{Hoja}!C : C; \text{Caso}) \quad (\text{Ec. 4.3})$$

En donde: *Hoja* → Nombre de la hoja del registro que se va a procesar (véase *Apar-  
tados 4.2.2 a 4.2.5*)

*Caso* → Dato que se va a contar.

*Ejemplo:* Para calcular la conformidad de los usuarios en Imbabura (RIm), se toma como *Caso* al número de la escala (entre 1 y 5) y como *Hoja* a Daños, éste proceso se muestra en la *Tabla 4.17*.

Tabla 4.17  
*Cálculo de conformidad para Imbabura*

<b>Código</b>	<b>Hoja</b>	<b>Caso</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Conf</b>
<i>RIm</i>	Daños	1	=CONTAR.SI(Daños!C:C;1)	5 062
<i>RIm</i>	Daños	2	=CONTAR.SI(Daños!C:C;2)	862
<i>RIm</i>	Daños	3	=CONTAR.SI(Daños!C:C;3)	144
<i>RIm</i>	Daños	4	=CONTAR.SI(Daños!C:C;4)	24
<i>RIm</i>	Daños	5	=CONTAR.SI(Daños!C:C;5)	4

Al aplicar la fórmula de la *Ec. 4.3* en las hojas de los registros propuestos, como se vio en el ejemplo anterior, se obtienen los resultados mostrados en la *Tabla 4.18*.

Tabla 4.18  
*Conformidad de los usuarios*

<b>Código</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>RIm</i>	5 062	862	144	24	4
<i>RImx</i>	4 824	827	134	24	4
<i>RImg</i>	238	35	10	0	0
<i>RUr</i>	2 196	346	55	11	1
<i>RUrx</i>	2 031	320	47	11	1
<i>RUrg</i>	165	26	8	0	0

*Nota:* 1 (Muy Bueno); 2 (Bueno); 3 (Aceptable); 4 (Malo); 5 (Muy Malo).

Para tener una idea más clara del nivel de conformidad del abonado en relación a la solución de su reporte, la *Tabla 4.19* representa este indicador en porcentajes, donde se observa que, la conformidad del cliente en relación al servicio de reparación de CNT es muy buena, ya que la asistencia prestada es calificada con 1 en el 83 % de los casos en Imbabura y con un 84 %

en Ibarra Urbana.

Tabla 4.19  
*Escala de nivel de satisfacción en Ibarra*

<b>Calificación</b>	<b>RIm</b> %	<b>RImx</b> %	<b>RImg</b> %	<b>RUr</b> %	<b>RUrx</b> %	<b>RUrg</b> %
1	83,04	82,99	84,10	84,17	84,27	82,91
2	14,14	14,23	12,37	13,26	13,28	13,07
3	2,36	2,31	3,53	2,11	1,95	4,02
4	0,39	0,41	0,00	0,42	0,46	0,00
5	0,39	0,41	0,00	0,44	0,47	0,00

*Nota:* 1 (Muy Bueno); 2 (Bueno); 3 (Aceptable); 4 (Malo); 5 (Muy Malo).

#### 4.2.9.2. Soporte técnico (Técnico).

Por otra parte, según el estudio realizado se determinó que no todas las reparaciones técnicas están a cargo de CNT, si no que también se contrata a terceros para llevarlas a cabo, es por esto que, mediante la característica “Técnico” (que puede ser “CNT” u “Otros”) se determina la cantidad de reparaciones realizadas con mano de obra propia de la empresa. Para ponderar esta característica, al igual que el *Apartado 4.2.9.1*, se aplica la *Ec. 4.3* en Excel.

*Ejemplo:* En la *Tabla 4.20* se muestra el proceso de cálculo para Imbabura, en donde, *Caso* corresponde a “CNT” y “Otros” y *Hoja* a Daños.

Tabla 4.20  
*Asistencia técnica según la empresa en Imbabura*

<b>Código</b>	<b>Hoja</b>	<b>Caso</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Técnico</b>
<i>RIm</i>	Daños	CNT	=CONTAR.SI(Daños!V:V;“CNT”)	5 875
<i>RIm</i>	Daños	Otros	=CONTAR.SI(Daños!V:V;“Otros”)	221

Se procede de la misma forma con los registros propuestos y se obtiene los resultados de las columnas **cant.** de la *Tabla 4.21*. Mientras que, las columnas % muestran estas cifras en porcentajes, en las que se puede evidenciar que las reparaciones son realizadas por CNT casi en su mayoría, siendo únicamente un 3,63% realizadas por otras empresas en Imbabura y un 3,1% en Ibarra Urbana, hay que tener en cuenta que las reparaciones en GPON son las que

mayor mente cubre la misma empresa.

Tabla 4.21  
*Soporte técnico según la empresa*

<b>Código</b>	<b>CNT</b>		<b>Otros</b>	
	<b>cant.</b>	<b>%</b>	<b>cant.</b>	<b>%</b>
<i>RIm</i>	5 875	96,37	221	3,63
<i>RImx</i>	5 600	96,34	213	3,66
<i>RImg</i>	275	97,17	8	2,83
<i>RUr</i>	2 528	96,90	81	3,10
<i>RUrx</i>	2 334	96,85	76	3,15
<i>RUrg</i>	194	97,49	5	2,51

#### **4.2.9.3. Económico.**

Según la información proporcionada por la empresa CNT EP, las visitas técnicas que se realizan cuando se registra un reporte de falla (trouble ticket), para constatar la misma y especificar el daño producido, está valorado en \$40, mientras que el costo de las reparaciones varían en consecuencia del tipo de solución que se tenga, éstas pueden ser, desde un reseteo de Modem hasta el cambio de equipos y modificaciones en la red. Cuando empresas externas realizan las reparaciones los costos crecen en un 10%, incrementando los gastos de forma considerable.

En base al estudio realizado, se tiene que en el año 2017, en Imbabura se generó un costo de \$1 049 120,00 y en Ibarra Urbana \$456 440,00 por costos de reportes de fallos únicamente, se destinó a reparaciones, mayormente en la red de cobre, con \$999 560,00 en Imbabura y \$420 160,00 en Ibarra Urbana. La inversión de dinero en costes de mantenimiento y reparación claramente es mucho mayor en la red de cobre.

Mediante la recopilación de datos obtenidos y la aplicación de ecuaciones y cálculos matemáticos se logró determinar el impacto de los niveles de disponibilidad y confiabilidad entre las redes de cobre y fibra óptica en toda Imbabura e Ibarra Urbana, concluyendo que la mejor opción es la tecnología GPON, al presentar resultados de disponibilidad notablemente

más altos que en cobre, llegando en algunas casos a duplicar el MTTB.

La migración de la red de cobre de CNT en la ciudad de Ibarra a una red de acceso FTTH, permitirá que los usuarios puedan navegar a mayor ancho de banda, disponer de más servicios de Internet y de una mejor calidad del servicio, con el objetivo de mejorar la percepción del usuario en cuanto a calidad de experiencia se refiere y por ende el prestigio de la empresa aumentará, atrayendo así más usuarios que se están perdiendo por los diversos problemas que existe en la red de cobre.

Este análisis técnico - económico permitió evidenciar la viabilidad económica de la migración de red de acuerdo al estudio de los parámetros plateados, basado en los registros de fallas, lo cual en conformidad con el Plan Nacional de Buen Vivir permite cumplir el acceso e inclusión de los individuos a las diferentes tecnologías.

Debido a que, al analizar los registros adquiridos se pudo evidenciar una variedad de datos de entrada con los que se puede crear conjuntos de entrenamiento (CE), se determinó que, es conveniente tratar esta información, con el fin de hacer pronósticos en el crecimiento de fallas a futuro de acuerdo con su comportamiento, para lo que se emplearon algoritmos básicos de Machine Learning (ML - Aprendizaje automático) en Matlab.

### **4.3. Machine learning**

Para (Samuel, 1959), ML es el campo de estudio que le da a los computadores la habilidad de aprender algo sobre lo que no han sido explícitamente programados, mientras que, para (Mitchell y col., 1990), ML es el aprendizaje de un programa de computadora de una experiencia (E) con respecto a una clase de tareas (T) medido por el rendimiento (P).

El presente apartado se elaboro en base al curso en línea (Ng, 2019), para el que existen diferentes tipos de algoritmos de aprendizaje, entre los que se encuentra Supervised Learning (SL - Aprendizaje supervisado) y Unsupervised Learning (UL - Aprendizaje no supervisado).

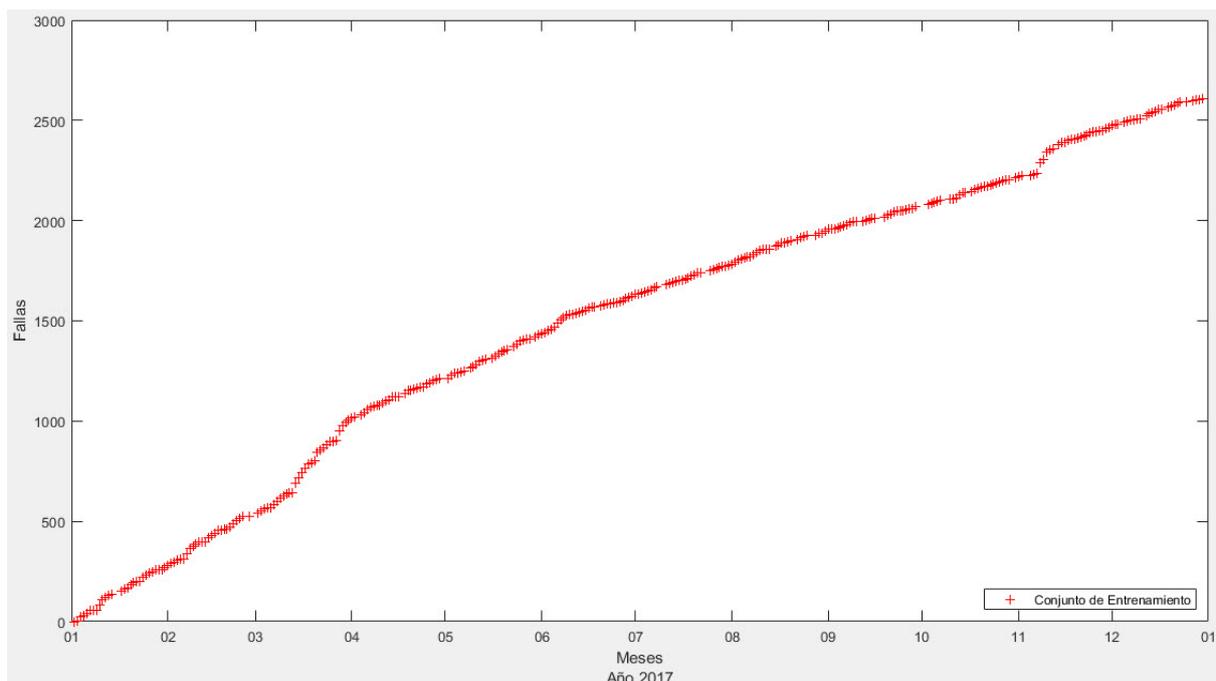
- ***Supervised Learning***. Aprende una función para realizar la predicción, en base a un conjunto de datos dado, en el que se registran entradas y salidas esperadas con una relación entre sí. SL puede presentarse como problemas de “regresión” ó “clasificación”.

- ***Regresión***.- Se trata de predecir los resultados en una salida continua, es decir, se asigna las variables de entrada a alguna función continua.

- ***Clasificación***.- Se busca pronosticar los resultados en un resultado discreto, en otros términos, se asigna las variables de entrada en categorías discretas.

- ***Unsupervised Learning***. No hay retroalimentación basada en los resultados de la predicción, quiere decir que, UL permite abordar los problemas con poca o ninguna idea de cómo deberían ser los resultados, agrupando los datos en función de las relaciones entre las variables en los datos.

Se obtuvieron datos de fechas en las que ocurrieron las averías en la red de CNT, con lo que se busca predecir la cantidad de fallos a futuro, con el fin de poder evitarlos con mantenimientos preventivos y reducir costos de operación.



**Figura 4.3.** Conjunto de Entrenamiento de la red de Ibarra Urbana

El número de fallos ( $y$ ) en función de las fechas del suceso ( $x$ ) es una salida continua, que al graficar los conjuntos de entrenamiento obtenidos de los registros tratados (RIm, RImx, RImg, RUr, URx, URg), se puede evidenciar que  $y$  es una función lineal de  $x$ . Por lo que este análisis se tratará como un problema de regresión. La *Figura 4.3* muestra la grafica del CE de Ibarra Urbana (RUr), para ver las graficas de los registros restantes ver el *Anexo K*.

#### 4.3.1. Regresión.

En ML, se tiene un grupo de datos llamado conjunto de entrenamiento (CE), para este caso, el conjunto de entrenamiento está formado por diferentes fechas en las que ocurrieron averías y el objetivo es que el software aprenda cómo predecir la cantidad de fallos en determinada fecha, a partir de estos datos. Estos procesos se ejemplificarán con los registros obtenidos en Ibarra Urbana (RUr, URx, URg), mismos que se observan en la *Tabla 4.22*, mientras que, los datos de Imbabura (RIm, RImx, RImg) se encuentran en el *Anexo K*. Para este análisis se utilizará la siguiente terminología:

- $m$ . Número de ejemplos de entrenamiento (número de filas de la *Tabla 4.22*).
- $x$ . Variables de entrada.
- $y$ . Variables de salida o variables objetivo (predicciones).
- $(x, y)$ . Denota un solo ejemplo de entrenamiento (1 fila).
- $(x^{(i)}, y^{(i)})$ . Denota un ejemplo de entrenamiento específico.
- $h$ . Función (hipótesis).

El trabajo de un algoritmo de aprendizaje supervisado consiste en generar una hipótesis que se ajuste al comportamiento de los datos en un espacio bidimensional (*véase Figura 4.3*), creando una función que toma como entrada el valor de  $x$  e intenta generar el valor estimado de  $y$ , entonces,  $h$  es una función que mapea de  $x$  a  $y$ . Este modelo se denomina regresión lineal con una variable ( $x$ ) o también llamada regresión lineal univariada. Según (Ng, 2019), la hipótesis

Tabla 4.22  
*Conjunto de entrenamiento de fechas de fallos de Ibarra Urbana*

<b>m</b>	<b>RUr</b>		<b>RURx</b>		<b>RUrg</b>	
	323		317		125	
	<b>Fecha</b> <b>x</b>	<b>Fallas</b> <b>y</b>	<b>Fecha</b> <b>x</b>	<b>Fallas</b> <b>y</b>	<b>Fecha</b> <b>x</b>	<b>Fallas</b> <b>y</b>
	01/01/2017	0	01/01/2017	0	01/01/2017	0
	02/01/2017	1	02/01/2017	1	03/01/2017	1
	03/01/2017	23	03/01/2017	22	05/01/2017	3
	04/01/2017	29	04/01/2017	28	10/01/2017	5
	05/01/2017	41	05/01/2017	38	13/01/2017	6
	06/01/2017	54	06/01/2017	51	16/01/2017	7
	07/01/2017	55	07/01/2017	52	17/01/2017	8
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	29/12/2017	2609	29/12/2017	2410	26/12/2017	199

formada por el algoritmo se representa mediante la **Ec. 4.4**, siendo  $\theta_0$  y  $\theta_1$  los parámetros del modelo.

$$h_{\theta}(x) = h(x) = \theta_0 + \theta_1 x \quad (\text{Ec. 4.4})$$

Los parámetros  $\theta_0$  y  $\theta_1$ , se van modificando para hacer que el modelo represente el conjunto de datos, previamente normalizado<sup>1</sup>. Para poder establecer el valor de estos parámetros, se emplea Cost function (Función de costo), detallado a continuación.

#### 4.3.1.1. Cost function (CF).

La precisión de la función de hipótesis se mide utilizando la CF, que según la definición de ML de Mitchell, equivaldría a P. Esto supone una diferencia promedio (en realidad, una versión más sofisticada de un promedio) de todos los resultados de la hipótesis con entradas de  $x$  y la salida real de  $y$ , como se muestra en la **Ec. 4.5**, según (Ng, 2019).

$$J(\theta_0, \theta_1) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^m (h(x^{(i)}) - y^{(i)})^2 \quad (\text{Ec. 4.5})$$

Se encuentra los valores de  $\theta_0$  y  $\theta_1$  que representen el menor error, a través de las múltiples regresiones realizadas con el CE para encontrar el menor costo, es decir, para que la

<sup>1</sup>*Normalizar*: Es convertir un vector en vector unitario (un vector de magnitud 1) que apunta en la misma dirección. Es una técnica común usada para escalar dos conjuntos de datos para que puedan ser comparados significativamente.

diferencia entre el valor predicho y el valor real se minimice lo máximo posible, por lo tanto, esta función de costo también se denomina Squared Error Function (SEF - Función de error al cuadrado). Un costo alto significa una hipótesis no adecuada y un costo bajo quiere decir una mejor hipótesis.

Para encontrar esta función se utiliza el código de la *Figura 4.4* en Matlab, en donde, la salida es  $J$  y representa al costo y los parámetros de entrada son:

- $x$ . Fechas en las que ocurrieron las averías.
- $y$ . Número de fallas ocurridos a la fecha.
- $\theta$ . Una matriz con los valores de  $\theta$  para los que la hipótesis se ajusta al conjunto de entrenamiento.

Con los parámetros establecidos, se encuentra  $m$  en base al número de datos en  $y$ ; se encuentra la hipótesis multiplicando  $x$  y  $\theta$ ; se forma una matriz (error cuadrático) en la que se almacenará la diferencia entre la hipótesis y el valor real almacenado en  $y$  elevado al cuadrado; y finalmente, para obtener el costo se realiza la sumatoria de error cuadrático y se multiplica por la mitad de  $m$ , obteniendo el resultado en una variable  $J$ .

```
function J = FC(x, y, theta)
% Calcula la Función de Costo para la regresión lineal usando theta.
% FORMULA: H(x) = theta*X

m = length(y); % Cantidad de ejemplos de entrenamiento

hipotesis = x*theta;
errorcuadratico = (hipotesis-y).^2;
J = (1/(2*m))*sum(errorcuadratico);
end
```

**Figura 4.4.** Código de la función de costo

Cuando se grafica la hipótesis en función de sus parámetros  $\theta_0$  y  $\theta_1$ , en realidad se está dibujando la función de costo como una función de las estimaciones del parámetro  $\theta$ . No se grafica  $x$  e  $y$  en sí, sino el rango de parámetros de la función de hipótesis y el costo resultante

de seleccionar un conjunto particular de parámetros. Este gráfico resulta se una representación en 3D, donde el eje  $x$  corresponde a  $\theta_0$ , el eje  $y$  a  $\theta_1$  y la función de costo en el eje  $z$  vertical, en la *Figura 4.6* se puede apreciar que  $J$  es una función cuadrática convexa.

```
%% ===== Parte 2: Función de Costo =====
% Fichero Normalizar.m
[x_norm,mu,sigma] = Normalizar(x); % Normaliza x
x_norm = [ones(m,1),x_norm]; % Añade una columna de unos a x_norm
theta = zeros(2,1); % Inicializa (0) parámetros de ajuste (tetha0, tetha1)

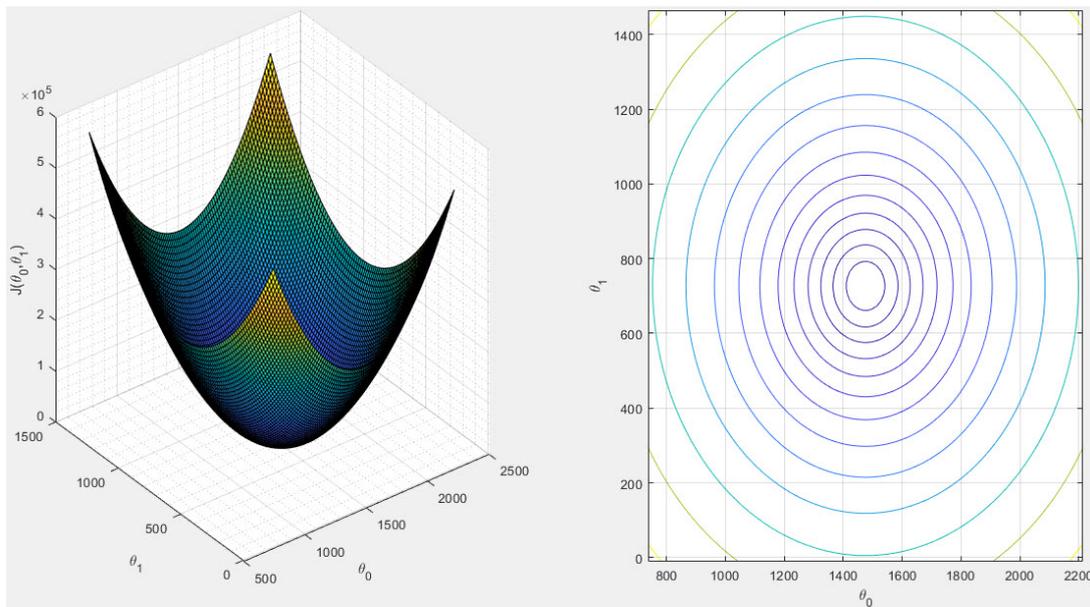
% Fichero FC.m
fprintf('\nFunción de Costo\nVisualizando...\n')
% Cuadrícula sobre la que se grafica el costo
tam = 100;
theta0_vals = linspace(limiT0, limsT0, tam);
theta1_vals = linspace(limiT1, limsT1, tam);

J_vals = zeros(tam, tam); % Crea matriz J_vals para graficar el costo
for i = 1:tam % Calcula la Función de Costo
    for j = 1:tam
        t = [theta0_vals(i); theta1_vals(j)];
        J_vals(i,j) = FC(x_norm, y, t);
    end
end
% Gráfica de superficie
figure;
set(gcf,'Name','Función de Costo');
subplot(1,2,1)
surf(theta0_vals, theta1_vals, J_vals), grid
xlabel('\theta_0'); ylabel('\theta_1'); zlabel('J(\theta_0,\theta_1)');
subplot(1,2,2)
contour(theta0_vals, theta1_vals, J_vals, logspace(-1, 6, 50))
xlabel('\theta_0'); ylabel('\theta_1');
fprintf('Programa en pausa. Presione enter para continuar...\n');
pause;
```

**Figura 4.5.** Código para graficar la función de costo

Para obtener el gráfico de FC se emplea al código de la *Figura 4.5*, en donde, se asigna valores a los ejes  $x$  y  $y$  mediante  $theta0\_vals$  y  $theta1\_vals$  respectivamente. La *Figura 4.6* muestra el resultado de ejecutar el código de la figura *Figura 4.5* en base a RUr, (para ver los gráficos de los demás registros ir al *Anexo L*), se entenderá que la hipótesis es correcta cuando la función de costo se encuentre en la parte inferior del pozo de la *Figura 4.6*, es decir, cuando

su valor es el mínimo.



**Figura 4.6.** Gráfico de la función de costo para Ibarra Urbana

Con la ecuación de costo definida, el valor de este aún no puede ser calculado debido a que los valores de  $\theta$  se conocerán mediante el método de Gradient descent (Descenso en gradiente), que estima los parámetros en la función de hipótesis para obtener un mínimo de error (bajo costo), el Descenso en gradiente se describe a continuación.

#### **4.3.1.2. Gradient descent (GD).**

El GD es un algoritmo de optimización de primer grado (lineal), cuyo objetivo es encontrar el mínimo óptimo, por lo cual, busca establecer los valores de  $\theta_0$  y  $\theta_1$  para los que la función lineal se ajusta mejor al conjunto de entrenamiento (valores con el que el algoritmo “aprende”). Esto quiere decir que se buscan los parámetros  $\theta$  que minimicen la diferencia entre las salidas  $y$  y las producidas por el modelo dependiente de  $\theta$  ( $h(x)$ ). Entre menor la diferencia quiere decir que el modelo  $\theta$  aproxima mejor a la salida  $y$ .

El descenso en gradiente calcula las diferentes direcciones en las que la recta se puede desplazar para reducir el error, y actúa de forma que reduce el error al mínimo, iterando sobre una secuencia de valores que puede tomar  $\theta$ , según (Ng, 2019), la **Ec. 4.6** representa el cálculo

de GD.

$$\begin{aligned}\theta_0 &:= \theta_0 - \alpha \frac{\partial}{\partial \theta_0} J(\theta_0, \theta_1) \\ \theta_1 &:= \theta_1 - \alpha \frac{\partial}{\partial \theta_1} J(\theta_0, \theta_1)\end{aligned}\tag{Ec. 4.6}$$

Los valores de  $\theta$  se encuentran ejecutando el código de la *Figura 4.7*, en donde, se requieren ciertos parámetros de entrada, de los que los 3 primeros fueron detallados en el *Apartado 4.3.1.1* y los dos restantes son; *alpha*: Llamada también tasa de aprendizaje, es tamaño de cada iteración (debe tener una valor entre 0 y 1) y *num\_iters*: El número de veces que el algoritmo se va a ejecutar. Se ejecuta el principio de la función de costo para calcular la sumatoria de errores y se procede a derivar la función de costo calculada. La pendiente de la tangente es la derivada en ese punto y es la que establecerá una dirección para avanzar. Éste proceso se repetirá el número de veces necesaria para encontrar los parámetros  $\theta$  que se ajusten mejor al conjunto de entrenamiento.

```
function [theta, J_history] = DG(x, y, theta, alpha, num_iters)
% Encuentra theta despues de realizar num_iters con taza de apredizaje
% alpha.

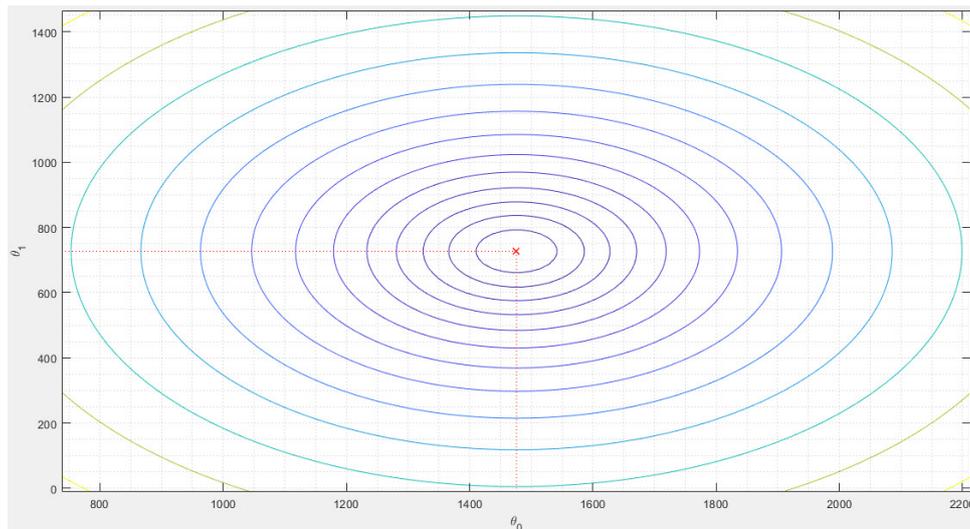
m = length(y); % Cantidad de ejemplos de entrenamiento
J_history = zeros(num_iters, 1);
ncols = size(x,2); % # de características

for iter = 1:num_iters
    sum_errors = zeros(ncols,1); % Matriz de sumatoria
    hipotesis = x*theta; % Calcula la hipótesis
    error = hipotesis - y; % Resta la predicción de la hipótesis
    for j=1:ncols % Calcula sum_errors
        sum_error = error.*x(:,j); % Multiplica por la derivada de x
        sum_errors(j,1) = sum(sum_error); % Sumatoria de característica
    end
    % Calcula theta0 y theta1 al mismo tiempo, aproximandolas a cero
    theta = theta - ((alpha*(1/m)) .* sum_errors);
    J_history(iter) = FC(x, y, theta);
end
end
```

**Figura 4.7.** Código del descenso en gradiente

Si se comienza con una suposición para la hipótesis y luego se aplica repetidamente el

algoritmo GD, la hipótesis será cada vez más precisa. Por lo tanto, esto es un descenso de gradiente en la función de costo original  $J$ . Este método analiza cada ejemplo de todo el conjunto de entrenamiento en cada paso. El descenso de gradiente siempre converge (asumiendo que la tasa de aprendizaje  $\alpha$  no es demasiado grande) en un mínimo.  $J$  es una función cuadrática convexa.



**Figura 4.8.** Gráfico del descenso en gradiente para Ibarra Urbana

Los elipses mostrados en la *Figura 4.8* son los contornos de una función cuadrática y muestran la trayectoria tomada por el descenso de gradiente para Ibarra Urbana (para ver los gráficos de los demás registros ir al *Anexo M*). Las  $x$  marca el valor final de  $\theta$  que se obtuvo a medida que convergía a su mínimo.

Después de ejecutar el código de la *Figura 4.7*, en base a cada uno de los registros que se están tratando, se presentan en la *Tabla 4.23* los resultados obtenidos.

Tabla 4.23  
*\theta*'s encontrados con el algoritmo GD

	<b>RIm</b>	<b>RImx</b>	<b>RImg</b>	<b>RUr</b>	<b>RUrx</b>	<b>RUrg</b>
$\theta_0$	3 390,24	3 249,90	136,19	1 475,93	1 374,11	98,95
$\theta_1$	1 678,58	1 601,19	80,04	727,09	677,20	55,59

Con los valores de  $\theta$  establecidos se ejecuta el código de la función de costo (*véase*

*Figura 4.4*) (que requería  $\theta_0$  y  $\theta_1$  como parámetros de entrada) para verificar que estos no sean altos, los resultados, se muestran en la *Tabla 4.24*. Donde se puede evidenciar que los costos asociados son notablemente más bajos en la red de fibra óptica de ambos casos (*RImg* en Imbabura y *RUrg* en Ibarra Urbana), esto sucede debido a que al haber un menor número de reportes de fallas en la red GPON, la hipótesis se ajusta de mejor manera al conjunto de entrenamiento.

Tabla 4.24  
*Costos de la funciones*

<b>Código</b>	<b>Costos</b>
<i>RIm</i>	17 425,02
<i>RImx</i>	17 515,18
<i>RImg</i>	32,09
<i>RUr</i>	7 822,90
<i>RUrx</i>	7 630,89
<i>RUrg</i>	13,72

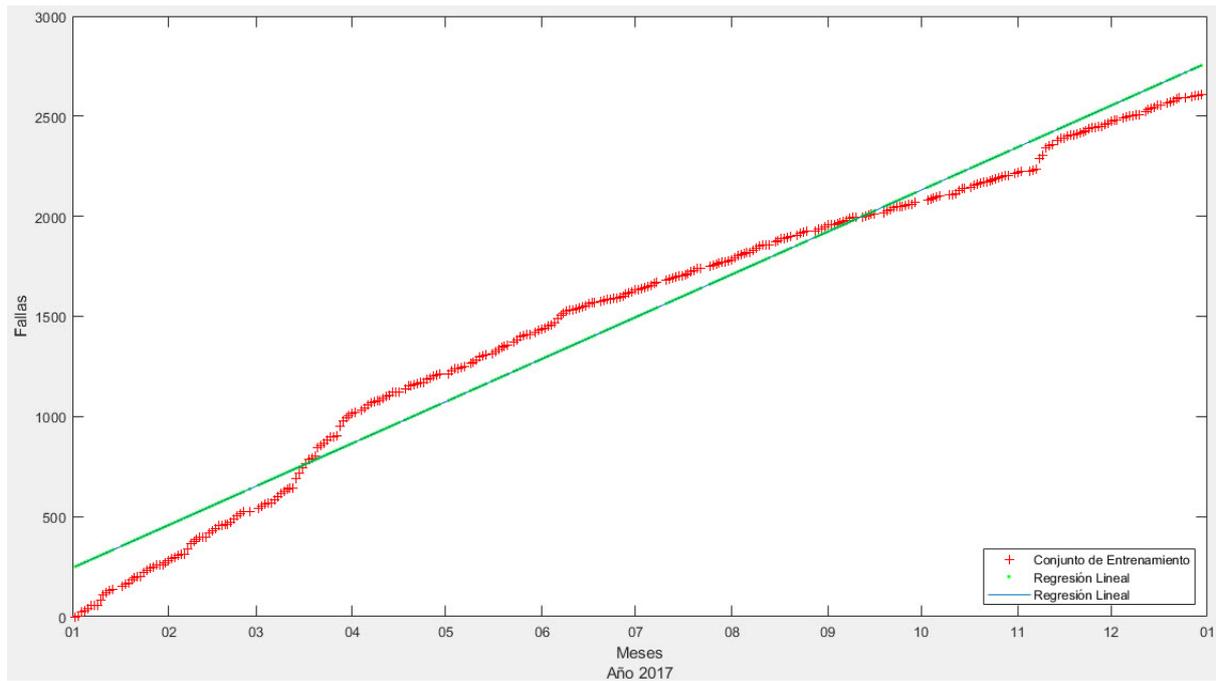
Con la hipótesis determinada, la *Figura 4.9* muestra el gráfico de  $h(x)$  sobre el conjunto de entrenamiento, las gráficas de el resto de casos analizados se pueden encontrar en el *Anexo N*.

Las funciones encontradas, dieron como resultado las siguientes predicciones, en la que se pueden observar 7 fechas futuras proyectadas, (*véase Tabla 4.25*).

Tabla 4.25  
*Predicción de fallas*

<b>Fechas</b>	<b>RIm</b>	<b>RImx</b>	<b>RImg</b>	<b>RUr</b>	<b>RUrx</b>	<b>RUrg</b>
<i>1/1/2018</i>	6 365	6 110	262	2 774	2 591	188
<i>1/4/2018</i>	7 801	7 484	326	3 396	3 171	232
<i>1/7/2018</i>	9 252	8 873	391	4 026	3 758	277
<i>1/10/2018</i>	10 719	10 277	457	4 662	4 351	323
<i>1/1/2019</i>	12 186	11 681	523	5 298	4 944	368
<i>1/4/2019</i>	13 621	13 055	587	5 920	5 524	412
<i>22/5/2019</i>	14 435	13 834	623	6 273	5 853	438

Este análisis es fundamental para determinar la relaciones de dependencia lineal entre



**Figura 4.9.** Regresión Lineal en la red de Ibarra Urbana

las variables de entrada y salida, con el fin de hacer estimaciones y predicciones dentro de un intervalo de confianza deseado. Esto permite pronosticar valores futuros de la variable bajo análisis con cierto grado de certeza, en este caso de el número de fallos de la red a futuro, lo cual constituye una herramienta poderosa pues brinda la posibilidad de hacer ajustes en los procesos, tomar decisiones o establecer políticas.



## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

El marco regulatorio de los servicios de Internet y Valor agregado en Ecuador deja de lado aspectos claves respecto a la estructura del mercado. Por ello a pesar de existir más de 70 ISPs activos, el mercado presenta distorsiones graves que se reflejan en un servicio de Internet de mala calidad y de costos excesivamente altos.

Se analizó datos obtenidos de CNT para conocer las incidencias del servicio con respecto a fallos en la red externa física tanto en cobre como en fibra, para que por medio del análisis de tablas estadísticas se logre determinar la disponibilidad y confiabilidad de la red en base a parámetros establecidos.

La disponibilidad de la red resultará baja debido a daños ajenos en la transmisión del servicio en sí, por lo que para el análisis de datos se filtró parámetros de: tipos de daños, rupturas de red, daños en equipos transmisores o receptores, entre otros.

Las dificultades en fibra son: daño en el ISP, daño en la tarjeta de red, daño local sin energía eléctrica, equipo terminal de mala calidad, dirección incorrecta / posible fraude, cliente requiere traslado y suspendido por falta de pago; de tal forma que, con los datos recolectados se realizó una comparación entre problemas más desarrollados y la relación de costos de reparación de daños para determinar cuál es la red que más costes demanda.

El costo de mantenimiento de una red de cobre resulta alto mientras que con el de fibra se puede abaratar costos y posteriormente se tendrá mayores beneficios, disponibilidad y tasas de transferencia, por ende, más capacidad para aumentar usuarios.

Se estableció una relación entre tasas de transferencia y costos comerciales, el dinero que recibe la empresa por su red de GPON con los usuarios existentes y cuanto perdería por estar fuera de servicio (basado en el promedio de horas sin servicio), y así, justificar que Red es menos eficiente y genera mayor cantidad de problemas desde el punto de vista económico y

desde el punto de vista técnico.

A pesar de lo importante que resulta ser el conocimiento y uso del análisis de regresión, es una herramienta muy poco aprovechada como lo demuestran un gran número de trabajos de grado a nivel de posgrado y trabajos de investigación en los cuales el desarrollo estadístico solo limita a la parte descriptiva y no a la inferencial.

### **Recomendaciones**

Para reducir costos de mantenimiento y operación es recomendable renovar la red antigua de cobre que actualmente tiene poco más de 15 años de operación. Este estudio se puede tomar como pauta para justificar una migración a red de fibra óptica; a pesar de que la resolución de migrar o no va más allá de una decisión técnica unilateral, debido a que, al momento de tomar decisiones intervienen más organismos que la misma empresa, más aún si se trata de una empresa pública estatal como lo es CNT.

En lo relacionado al marco regulatorio del Ecuador, sería conveniente aplicar de mejor forma las regulaciones de provisión de servicio de Internet en base a los indicadores de calidad ya establecidos. Éste marco regulatorio deberían contener principios que favorezcan la universalización del acceso, faciliten la disponibilidad de conexión en zonas alejadas, de tal manera que se fortalezca el desarrollo de contenidos y aplicaciones que demanden servicios de banda ancha.

En cuanto a calidad, la fibra óptica supera a la red de cobre pues además de la alta velocidad de transmisión de datos posee también otras características que la hacen más confiable como: mayor ancho de banda, evita interferencias electromagnéticas, mejor calidad de audio y video, y más seguridad de red. Es por ello que traerá satisfacción y más beneficios para los usuarios.

## Glosario

### Definiciones

- **Conexión Asimétrica.** Son conexiones de datos que tienen diferente ancho de banda para subida y bajada de datos, dependiendo de la demanda del cliente.

- **Conexión Simétrica.** Se refiere a conexiones de datos que tienen el mismo ancho de banda tanto para subida como para bajada de datos, es decir es la misma en ambos dos sentidos upstream y downstream.

- **Downstream.** Se refiere al enlace o conexión descendentes o de bajada en transmisión de datos, es decir, es una conexión en sentido red - usuario (descarga).

- **Ley.** En el ámbito del derecho, la ley es un precepto dictado por una autoridad competente. Este texto exige o prohíbe algo en consonancia con la justicia y para el bien de la sociedad en su conjunto.

- **OLT.** Un terminal de línea óptica es el dispositivo de hardware de punto final en una red óptica pasiva (PON). Tiene dos funciones principales, convertir las señales estándar utilizadas por un proveedor de servicios FiOS a la frecuencia y el encuadre utilizado por el sistema PON y coordinar la multiplexación entre los dispositivos de conversión en los terminales de red óptica (ONT) ubicados en las instalaciones de los clientes.

- **ONT.** El terminal de red óptica (ONT) es un módem óptico que se conecta al punto de terminación con un cable óptico. Se usa en la premisa del usuario final para conectarse a la red PON por un lado e interactuar con el usuario del otro lado. Los datos recibidos desde el extremo del cliente se envían, agregan y optimizan por el ONT a la OLT en sentido ascendente.

- **PoP.** Es un punto de acceso desde un lugar al resto de Internet. Este puede residir en un espacio alquilado propiedad del operador de telecomunicaciones al que está conectado el ISP. Un POP generalmente incluye enrutadores, agregadores de llamadas digitales/analógicas, servidores y frecuentemente retransmisiones de tramas o conmutadores ATM. Se entiende por

redes de telecomunicaciones a los sistemas y demás recursos que permiten la transmisión, emisión y recepción de voz, vídeo, datos o cualquier tipo de señales, mediante medios físicos o inalámbricos, con independencia del contenido o información cursada.

- **Redes de telecomunicaciones.** Se entiende por redes de telecomunicaciones a los sistemas y demás recursos que permiten la transmisión, emisión y recepción de voz, vídeo, datos o cualquier tipo de señales, mediante medios físicos o inalámbricos, con independencia del contenido o información cursada.

- **Reglamento.** Etimológicamente significa “conjunto de reglas” derivado del latín. La noción de reglamento hace referencia a una serie ordenada de normativas cuya validez depende del contexto.

- **Upstream.** Se refiere al enlace o conexión ascendentes o de subida en transmisión de datos, es decir, es una conexión en sentido usuario - red (carga).

- **WDM.** Es un método para combinar señales múltiples en haces de láser en varias longitudes de onda infrarroja (IR) para la transmisión a lo largo de medios de fibra óptica. Cada láser está modulado por un conjunto independiente de señales. Los filtros sensibles a la longitud de onda, el análogo IR de los filtros de color de luz visible, se utilizan en el receptor.

### **Abreviaciones y Acrónimos**

- **ACCC.** Australian Competition and Consumer Commission.

- **AON.** Active Optical Network.

- **APON.** ATM Passive Optical Network.

- **ARCOTEL.** Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones de Ecuador.

- **ARPU.** Average Revenue Per User.

- **ASEP.** Autoridad de los Servicios Públicos.

- **CNT.** Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

- **CTc.** Comité Técnico de Calidad.
- **CVC.** Connectivity Virtual Circuit.
- **EPON.** Ethernet Passive Optical Network.
- **FCC.** Federal Communications Commission.
- **GEM.** GPON Encapsulating Method.
- **GPON.** Gigabit Passive Optical Network.
- **IDI.** ICT Development Index.
- **LOT.** Ley Orgánica de Telecomunicaciones.
- **MINTEL.** Ministerio de Telecomunicaciones.
- **NBN.** National Broadband Network.
- **OLT.** Optical Line Terminal.
- **ONT.** Optical Network Units.
- **OST.** Ordonnance sur les services de télécommunication de la Suisse.
- **OTDR.** Optical Time-Domain Reflectometer.
- **PON.** Passive Optical Network.
- **PoP.** Point of Presence.
- **QoE.** Quality of Experience.
- **QoS.** Quality of Service.
- **RSPs.** Retail Service Providers.
- **RPCS.** Reglamento de Prestación y Calidad de los Servicios.
- **SUBTEL.** Subsecretaria de Telecomunicaciones de Chile.
- **SUTEL.** Superintendencia de Telecomunicaciones de Costa Rica.
- **SDN.** Software Defined Networking.
- **SLA.** Service Level Agreement.

- **TI.** Tecnología de la información.
- **WDM.** Wavelength Division Multiplexing.

## Bibliografía

- ACCC. (2018). Australian Competition and Consumer Commission. Recuperado desde <https://www.accc.gov.au/>
- ADSLZone. (2016). Ranking mundial de los países con Internet más rápido en 2016. Recuperado desde <https://www.testdevelocidad.es/2016/10/21/ranking-paises-internet-mas-rapido-2016/>
- ADSLZone. (2018). Manual sobre ADSL y xDSL. Tipos de conexiones y diferencias. Recuperado desde <https://www.adslzone.net/adsl-faq.html>
- AIG. (2008). *Términos de Referencia - Red Nacional de Acceso Universal a Internet*.
- AIG. (2013). *Plan de Banda Ancha de la Republica de Panamá*.
- Akamai. (2013). CLARIFYING STATE OF THE INTERNET REPORT METRICS. Recuperado desde <https://blogs.akamai.com/2013/04/clarifying-state-of-the-internet-report-metrics.html>
- Akamai. (2017). State of Internet - Connectivity Report, 64.
- Amendola, L. (2008). Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión de mantenimiento.
- Apablaza, F. (2012). *Calidad de Redes y Servicios de Telecomunicaciones*.
- ARCOTEL. (2015a). Boletín estadístico del sector de Telecomunicaciones, 51.
- ARCOTEL. (2015b). Disposición de Roaming Automático, 16. ARCOTEL-2015- 889.
- ARCOTEL. (2018). La ARCOTEL. Recuperado desde <http://www.arcotel.gob.ec>
- ARCOTEL. (2019). Boletín estadístico del sector de Telecomunicaciones - IV trimestre del 2018, 33.
- ARESEP. (2019). Inicio - ARESEP. Recuperado desde <https://aresep.go.cr/>

Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador de 2008., 2008.

Asamblea General, O. (2012). Promoción y protección de todos los derechos humanos, civiles, políticos, económicos, sociales y culturales, incluido el derecho al desarrollo., 2. Organización de las Naciones Unidas.

Asamblea Legislativa de Costa Rica. (2008). *Ley General de Telecomunicaciones*.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2015). *Ley Orgánica de Telecomunicaciones*. 18 de febrero de 2015 - Quito, Pichincha, Ecuador.

ASEP. (1996). Ley No. 31, 17. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos.

ASEP. (1997). Decreto Ejecutivo N° 73, 59. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos.

ASEP. (2017). Autoridad Nacional de los Servicios Públicos - ASEP. Recuperado desde <https://www.asep.gob.pa/>

Autoridad Nacional de los Servicios Públicos de Panamá. (2016). *Resolución AN N°10130-Telco*.

Ayala, D. (2011). *Orden Jerárquico de la Norma Constitucional y su Injerencia en el Derecho Administrativo*.

Broadband Commision for Sustainable Development. (2018). The State of Broadband: Broadband catalyzing sustainable development., 94. International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector.

Ceron, P. (2011). Sistemas de telecomunicación. (Vol. 2, p. 76).

Chen, C. W., Chatzimisios, P., Dagiuklas, T. & Atzori, L. (2015). *Multimedia Quality of Experience (QoE)*. doi:10.1002/9781118736135

CNT. (2018). Corporación Nacional de Telecomunicaciones. Recuperado desde <https://www.cnt.gob.ec/>

- Colorlib. (2015). FTTH Access Networks – AON vs. PON. Recuperado desde <http://www.fiberopticsshare.com/ftth-access-networks-aon-vs-pon.html>
- CONATEL. (2007). Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones., 55.
- CONATEL. (2017). Parámetros de Calidad del Servicio de Valor Agregado de Internet., 23.
- Conseil fédéral suisse. (2016). *Ordonnance sur les services de télécommunication.*
- Correa D, R. (2009). Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información., 6.  
Decreto Ejecutivo 8.
- Correa D, R. (2015). *Reglamento General a la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.* 28 de diciembre de 2015 - Quito, Pichincha, Ecuador.
- Definicion.de. (2018). Definicion.de. Recuperado desde <https://definicion.de/>
- Díaz, E. (2017). Gigabit-capable passive optical networks. (GPON): General characteristics.  
*SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS.*
- Domenech, J. (2018). El volumen de datos total a nivel mundial aumentará en 10 veces para 2025. (p. 3).
- FCC. (2018). About the FCC. Recuperado desde <https://www.fcc.gov/about/overview>
- Felten, B. (2011). A World of Fiber., 13.
- Fernández, L. (2013). *Prueba de preparación N°2.*
- Ferrer, J., J. & Sos. (2016). ADSL Situación tecnológica y de mercado actuales. (p. 13). 13.
- GAD Ibarra. (2017). Cantones y Parroquias. Recuperado desde <https://www.ibarra.gob.ec/web/index.php/ibarra1234/informacion-general>
- Galton, F. (1889). *Natural Inheritance.*

- Geoghegan, T. (2013). Estados Unidos, el país donde internet es más caro. Recuperado desde [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131028\\_tecnologia\\_internet\\_carro\\_eeuu\\_aa](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131028_tecnologia_internet_carro_eeuu_aa)
- González, J. (2013). *Diseño de una red de acceso que utiliza tecnología FTTB con VDSL21 en el esector "La Marical" de la ciudad de Quito*. (Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional).
- GoogleSites. (2017). GPON Fundamentals. Recuperado desde <https://sites.google.com/site/amitsciscozone/home/gpon/gpon-fundamentals>
- Gordon, I. & ApS, F. (2013). *Fiber Guide*. TJECK.
- Grano, E. (2015). Lineas de Transmision.
- Guamán, K. (2015). *Diseño de una red GPON FTTB para la base naval sul de la ciudad de Guayaquil* (Tesis de maestría, Universidad Católica).
- HayCanal. (2016). La velocidad de conexión pico media global alcanzó los 32,5 Mbps en el segundo trimestre. Recuperado desde <http://haycanal.com/noticias/8176/La-velocidad-de-conexion-pico-media-global-alcanzo-los-32-5-Mbps-en-el-segundo-trimestre>
- Herrera, G. (2009). *Estudio de un plan de Masificación de banda ancha en el Ecuador aplicando el modelo coreano* (Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional).
- Hoda, R. & Roosta, A. K. (2014). *Calculating calculating total system availability*.
- Huari, F. (2015). Tecnología xDSL para comunicaciones. *I*, 66-70.
- Huari, F. [Félix]. (2008). Tecnología xDSL para comunicaciones. Recuperado desde [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v04\\_n1/tecnologia.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v04_n1/tecnologia.htm)
- IMDA. (2018a). *Quality of Service Framework for Retail Fixed-Line Broadband Internet Access Services (ADSL / Cable Broadband Services)*.

- IMDA. (2018b). *Quality of Service Framework for Retail Fixed-Line Broadband Internet Access Services (Fibre Broadband Services)*.
- IMDA. (2018c). What we do - IMDA. Recuperado desde <https://www.imda.gov.sg/about/what-we-do>
- ITU. (2017). Measuring the Information Society Report Volume 1, 2017, 170.
- ITU-T. (2008). Gigabit-capable passive optical networks. (GPON): General characteristics. *SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS. ITU-T G.984.1*, 43.
- Keiser, G. (2006). *FTTX Concepts and Applications*. Wiley-IEEE Press.
- Lara, C., Vera, F. & Viollier, P. (2013). Estado de Internet en Chile: aspectos generales, regulación y actores relevantes.
- Lattanzi, A., M & Graf. (2015). Redes FTTx. En *Conceptos y Aplicaciones*.
- León, M. (2004). *Diccionario de Informática, Telecomunicaciones y Ciencias Afines / Dictionary of Computing, Telecommunications, and Related Sciences: Ingles - Espanol / Spanish - English*. Díaz de Santos.
- Limited FS.COM. (2018). Components and Architecture of GPON FTTH Access Network. Recuperado desde <https://www.fs.com/components-and-architecture-of-gpon-ftth-access-network-aid-481.html>
- Maldonado, S. (2011). El mapa mundi de la fibra. Recuperado desde <https://blog.cnmc.es/2011/03/09/el-mapa-mundi-de-la-fibra/>
- Marchkov, B., Y & Vidal. (2013). *Desarrollo de una aplicacion gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH* (Tesis de maestría, Universidad Politecnica de Valencia).
- Millán, R. (2007). GPON (Gigabit Passive Optical Network). Recuperado desde <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php>

- MINTEL. (2018). Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Recuperado desde <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/>
- Mitchell, T., Buchanan, B., DeJong, G., Dietterich, T., Rosenbloom, P. & Waibel, A. (1990). Machine Learning. *Annual Review of Computer Science*, 4(1), 417-433. doi:10.1146/annurev.cs.04.060190.002221
- MTT. (2018). *Ley General de Telecomunicaciones*. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile.
- MTT & Subtel. (2010). *Ley N° 20 453. Principio de Neutralidad en la Red*. Consagra el Principio de Neutralidad en la Red para los Consumidores y Usuarios de Internet Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y Subsecretaría de Telecomunicaciones.
- MTT & Subtel. (2013). *Plan Técnico Fundamental de Mantenimiento y Gestión de Redes de Servicios de Telecomunicaciones*. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y Subsecretaría de Telecomunicaciones.
- MTT & Subtel. (2017). *Ley N° 21 046. Establece la obligación de una velocidad mínima garantizada de acceso a Internet*. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y Subsecretaría de Telecomunicaciones.
- Nam, H., Kim, K.-H. & Schulzrinne, H. (2016). QoE matters more than QoS: Why people stop watching cat videos. En *IEEE INFOCOM 2016 - The 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications*. doi:10.1109/infocom.2016.7524426
- NBN. (2018). Glossary of terms. Recuperado desde <https://www.nbnco.com.au/utility/glossary-of-terms.html>
- Ng, A. (2019). Machine learning. Recuperado desde <https://www.coursera.org/learn/machine-learning/home/welcome>

- OECD. (2018a). Broadband Portal. Recuperado desde <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>
- OECD. (2018b). *Fixed broadband subscriptions*. OECD.org.
- OFCOM. (2018). OFCOM. Recuperado desde <https://www.bakom.admin.ch/bakom/fr/home.html>
- Ortiz, A. & Peña, C. (2005). Servicios de Banda Ancha Sobre ADSL, 9.
- Oyarte, R. (2005). Características de la Ley. Recuperado desde <https://derechoecuador.com/caracteristicas-de-la-ley>
- Prefectura de Imbabura. (2017). Cantones y Parroquias. Recuperado desde <https://www.ibarra.gob.ec/web/index.php/ibarra1234/informacion-general>
- Ramsay, R. (2018). Blog Proxylegal. Recuperado desde <http://www.proxylegal.com/blog/>
- Reinsel, D. & Rydning, J. (2018). *The Digitization of the World*. Data Age 2025.
- Riick. (2007). FTTx - Fibra hasta la casa.
- Rojas, E. & Poveda, L. (2017). Estado de la Banda Ancha en América Latina y el Caribe., 36. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Samuel, A. L. (1959). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3, 210-229.
- SIISE. (s.f.). Definiciones. Recuperado desde [http://www.siise.gob.ec/siiseweb/PageWebs/glosario/figlo\\_areare.htm](http://www.siise.gob.ec/siiseweb/PageWebs/glosario/figlo_areare.htm)
- Subtel. (2018). Que es SUBTEL. Recuperado desde <https://www.subtel.gob.cl/quienes-somos/>
- Sumner, S. (2015). The Customer Experience: CEM, Qos, And Qoe Is More Than Just Alphabet Soup. Recuperado desde <https://accedian.com/blog/uncategorized/the-customer-experience-cem-qos-and-qoe/>
- SUTEL. (2017a). *Reglamento de Prestación y Calidad de Servicios*.

- SUTEL. (2017b). *Umbrales de cumplimiento para los indicadores establecidos en el RPCS*.
- SUTEL. (2018). *Metodología de medición aplicable a los indicadores comunes de todos los servicios, a los servicios de telefonía fija, a los servicios de telefonía móvil, a los servicios de acceso a Internet del RPCS*.
- SUTEL. (2019). SUTEL: Superintendencia de Telecomunicaciones. Recuperado desde <https://sutel.go.cr/>
- Techopedia Inc. (2018). Technology Dictionary. Recuperado desde <https://www.techopedia.com/dictionary>
- TechTarget. (2018). SearchDataCenter en Español. Recuperado desde <http://searchdatacenter.techtarget.com/es>
- Telecomunicaciones ImaginaChile. (2014). *Gestión y Estrategia 2010-2014.*, 85.
- TeleGeography. (2018). The Global Internet Map. Recuperado desde [www.telegeography.com](http://www.telegeography.com)
- Tinico, J. (2013). *Estudio y diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar servicio de voz, video y datos para la urbanización los Olivos ubicada el sector Toctesol en la parroquia Borrero de la ciudad de Azoguez* (Tesis de maestría, Universidad Politecnica salesiana).
- Unavarra, T. (2017). ADSL.
- Villacrés, S. (2012). Función ejecutiva en el Ecuador. Recuperado desde <http://derechosageo.blogspot.com/2012/11/funcion-ejecutiva-en-el-ecuador.html>
- WebFinance Inc. (2018). What is quality?. Recuperado desde <http://www.businessdictionary.com/definition/quality.html>
- Westnet Limited. (2018). NBN Plans. Recuperado desde <https://www.westnet.com.au/internet-products/broadband/nbn/cust/>
- World Economic Forum. (2017). The Global Competitiveness Report 2016–2017, 400.

Zamora, N. (2015). *Diseño de una red GPON FTTB para la base naval sur de la ciudad de Cuenca* (Tesis de maestría, Universidad Católica).

ZTE. (2007). An Analysis of xPON Technology Development. Recuperado desde [www.zte.com.cn/endata/magazine/zte technologies/2007year/no10/articles/200710/t20071010\\_161896.html](http://www.zte.com.cn/endata/magazine/zte technologies/2007year/no10/articles/200710/t20071010_161896.html)



# **Anexos**





## Anexo B: Base Legal que rige la ARCOTEL



Art. 7 de la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública - LOTAIP				
Literal a2) Base legal que la rige				
Tipo de la Norma	Norma Jurídica	Publicación Registro Oficial	Fecha publicación	Link para descargar la norma jurídica
Carta Suprema	CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR	Registro Oficial N°. 449	20/10/2008	<a href="#">CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008</a>
Normas Internacionales	CONVENIO DE CONSTITUCION DE LA UIT	Registro Oficial N°. 781	14/09/1995	<a href="#">CONVENIO DE CONSTITUCION DE LA UIT</a>
Normas Internacionales	CONVENIO INTERAMERICANO DE RADIOCOMUNICACIONES	Registro Oficial N°. 850	28/06/1951	<a href="#">CONVENIO INTERAMERICANO DE RADIOCOMUNICACIONES</a>
Normas Internacionales	CONVENIO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	Registro Oficial N°. 939	19/05/1988	<a href="#">CONVENIO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES</a>
Normas Internacionales	PRINCIPIO DE RECIPROCIDAD EN SISTEMAS SATELITALES ANDINOS	Registro Oficial N°. 305	27/04/1998	<a href="#">PRINCIPIO DE RECIPROCIDAD EN SISTEMAS SATELITALES ANDINOS</a>
Normas Internacionales	INTEGRACION DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES ANDINAS	Registro Oficial N°. 268	02/09/1999	<a href="#">INTEGRACION DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES ANDINAS</a>
Normas Internacionales	SE ADHIERE EL ECUADOR A LA CONVENCION RADIOTELEGRAFICA DE LONDRES	Registro Oficial N°. 901	15/10/1923	<a href="#">SE ADHIERE EL ECUADOR A LA CONVENCION RADIOTELEGRAFICA DE LONDRES</a>
Normas Internacionales	ACUERDO CONSTITUTIVO DE LA ORGANIZACION ANDINA DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITE (OATS)	Registro Oficial N°. 393	12/03/1990	<a href="#">ORGANIZACION ANDINA DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITE</a>
Normas Internacionales	ORGANIZACION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITE	Registro Oficial N°. 668	23/09/2002	<a href="#">ORGANIZACION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITE</a>
Código	CODIGO ORGANICO GENERAL DE PROCESOS, COGEP	Registro Oficial N°. 506	22/05/2015	<a href="#">CÓDIGO ORGÁNICO GENERAL POR PROCESOS</a>
Leyes Orgánicas	LEY ORGÁNICA DE COMUNICACIÓN	Registro Oficial N°. 22	25/06/2013	<a href="#">LEY ORGÁNICA DE COMUNICACIÓN</a>
Leyes Orgánicas	LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES	Registro Oficial N°. 439	18/02/2015	<a href="#">LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIÓN</a>
Leyes Orgánicas	LEY ORGÁNICA DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA	Registro Oficial Suplemento N°. 337	18/05/2004	<a href="#">LEY ORGÁNICA DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA</a>
Leyes Orgánicas	LEY ORGANICA DE SOLIDARIDAD Y DE CORRESPONSABILIDAD CIUDADANA	Registro Oficial N°. 759	20/05/2016	<a href="#">LEY ORGANICA DE SOLIDARIDAD Y DE CORRESPONSABILIDAD CIUDADANA</a>
Leyes	LEY DE TECNICOS ESPECIALIZADOS EN TELECOMUNICACIONES	Registro Oficial N°. 58	12/11/1956	<a href="#">LEY DE TECNICOS ESPECIALIZADOS EN TELECOMUNICACIONES</a>
Leyes	LEY PARA LA PRESENTACION Y CONTROL DE LAS DECLARACIONES PATRIMONIALES JURAMENTADAS	Registro Oficial N°. 729	08/04/2016	<a href="#">LEY PARA LA PRESENTACION Y CONTROL DE LAS DECLARACIONES PATRIMONIALES JURAMENTADAS</a>
Leyes	LEY DE COMERCIO ELECTRONICO, FIRMAS ELECTRÓNICAS Y MENSAJES DE DATOS	Registro Oficial N°. 557	17/04/2002	<a href="#">LEY DE COMERCIO ELECTRONICO, FIRMAS ELECTRÓNICAS Y MENSAJES DE DATOS</a>
Leyes conexas	REQUISITOS, PROCEDIMIENTO Y UNIDAD RESPONSABLE PARA LA EMISIÓN DEL ACTO ADMINISTRATIVO MOTIVADO, REQUERIDO EN EL ARTÍCULO 26 LETRA D) DE LA LEY DE MINERÍA	Registro Oficial N°. 270	02/09/2010	<a href="#">ACTO ADMINISTRATIVO MOTIVADO, SECRETARIA DE TELECOMUNICACIONES</a>
Reglamentos de Leyes	REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGÁNICA DE COMUNICACIÓN	Registro Oficial Suplemento N°. 170	27/01/2014	<a href="#">REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGANICA DE COMUNICACIÓN</a>
Reglamentos de Leyes	REFÓRMESE EL REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGÁNICA DE COMUNICACIÓN	Registro Oficial Suplemento 13	13/06/2017	<a href="#">REFÓRMESE EL REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGÁNICA DE COMUNICACIÓN</a>
Reglamentos de Leyes	REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGANICA DE TELECOMUNICACIONES	Registro Oficial Suplemento N°. 676	25/01/2016	<a href="#">REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGANICA DE TELECOMUNICACIONES</a>
Reglamentos de Leyes	REGLAMENTO A LEY DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A INFORMACIÓN PÚBLICA	Registro Oficial N°. 507	19/01/2005	<a href="#">REGLAMENTO A LEY DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A INFORMACIÓN PÚBLICA</a>
Reglamentos	REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN	Registro Oficial N°. 749	06/05/2016	<a href="#">REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN</a>
Reglamentos	REGLAMENTO PARA OTORGAR TÍTULOS HABILITANTES PARA SERVICIOS DEL RÉGIMEN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES Y FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	Registro Oficial Suplemento N°. 756	17/05/2016	<a href="#">REGLAMENTO PARA OTORGAR TÍTULOS HABILITANTES PARA SERVICIOS DEL RÉGIMEN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES Y FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO</a>
Reglamentos	REGLAMENTO DE INTERCONEXION	Registro Oficial N°. 41	14/03/2007	<a href="#">REGLAMENTO DE INTERCONEXION</a>
Reglamentos	REGLAMENTO DE DERECHOS POR OTORGAMIENTO DE TITULOS HABILITANTES Y TARIFAS DE USO DE FRECUENCIAS PARA SERVICIOS DE RADIODIFUSION	Registro Oficial Suplemento II N°. 718	23/03/2016	<a href="#">REGLAMENTO TÍTULOS HABILITANTES TARIFAS USO DE FRECUENCIAS RADIODIFUSIÓN</a>
Reglamentos	REGLAMENTO PARA LA PRESTACION DE ROAMING NACIONAL AUTOMATICO EN ECUADOR PARA FOMENTAR LA LEAL COMPETENCIA EN LA PRESTACION DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	Registro Oficial N°. 315	20/08/2014	<a href="#">REGLAMENTO DE ROAMING NACIONAL AUTOMATICO EN ECUADOR</a>
Reglamentos	REGLAMENTO SOBRE EL ACCESO Y USO COMPARTIDO DE INFRAESTRUCTURA FISICA NECESARIA PARA FOMENTAR LA SANA Y LEAL COMPETENCIA EN LA PRESTACION DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES	Registro Oficial N°. 589	13/05/2009	<a href="#">REGLAMENTO DE ACCESO Y USO COMPARTIDO DE TELECOMUNICACIONES</a>

Reglamentos	REGLAMENTO PARA LOS ABONADOS/CLIENTES-USUARIOS DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y DE VALOR AGREGADO	Registro Oficial Suplemento N°. 750	20/07/2012	<a href="#">REGLAMENTO ABONADOS SERVICIOS TELECOMUNICACIONES Y VALOR AGREGADO</a>
Reglamentos	REGLAMENTO DE PORTABILIDAD NUMERICA DE LA TELEFONIA MOVIL	Registro Oficial Suplemento N°. 432	24/09/2008	<a href="#">REGLAMENTO DE PORTABILIDAD NUMERICA DE LA TELEFONIA MOVIL</a>
Reglamentos	REGLAMENTO INTEROPERABILIDAD SISTEMAS TRONCALIZADOS CONCESIONADOS	Registro Oficial N°. 504	02/08/2011	<a href="#">REGLAMENTO INTEROPERABILIDAD SISTEMAS TRONCALIZADOS CONCESIONADOS</a>
Reglamentos	REGLAMENTO PARA LLAMADAS A SERVICIOS DE EMERGENCIAS	Registro Oficial N°. 580	21/11/2011	<a href="#">REGLAMENTO PARA LLAMADAS A SERVICIOS DE EMERGENCIAS</a>
Reglamentos	REGLAMENTO DE PROTECCION DE EMISIONES DE RADIACION NO IONIZANTE GENERADAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO	Registro Oficial N°. 536	03/03/2005	<a href="#">RADIACION NO IONIZANTE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO</a>
Reglamentos	REGLAMENTO DE CONSULTAS PUBLICAS ARCOTEL	Registro Oficial N°. 525	18/06/2015	<a href="#">REGLAMENTO DE CONSULTAS PUBLICAS</a>
Reglamentos	REGLAMENTO PARA LA APLICACION DEL PAGO POR CONCENTRACION DE MERCADO PARA PROMOVER COMPETENCIA	Registro Oficial Suplemento N°. 563	12/08/2015	<a href="#">REGLAMENTO PARA LA APLICACION DEL PAGO POR CONCENTRACION DE MERCADO</a>
Reglamentos	REGLAMENTO PARA LA AUTORIZACION DE CAMBIO DE TITULARIDAD EN LOS CONTRATOS Y PERMISOS DEL SERVICIO DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION	Registro Oficial N°. 571	24/08/2015	<a href="#">REGLAMENTO CAMBIO DE TITULARIDAD EN CONTRATOS SERVICIO AUDIO Y VIDEO</a>
Reglamentos	REGLAMENTO PARA HOMOLOGACION DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES	Registro Oficial N°. 213	16/11/2007	<a href="#">REGLAMENTO PARA HOMOLOGACION DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES</a>
Decretos	RADIOAFICIONADOS ECUATORIANOS EN EL EXTRANJERO	Registro Oficial N°. 409	04/02/1972	<a href="#">RADIOAFICIONADOS ECUATORIANOS EN EL EXTRANJERO</a>
Decretos	ESTATUTO DEL REGIMEN JURIDICO DE LA FUNCION EJECUTIVA	Registro Oficial N°. 536	18/03/2002	<a href="#">ESTATUTO DEL REGIMEN JURIDICO DE LA FUNCION EJECUTIVA</a>
Acuerdos	EXPÍDENSE LAS "POLÍTICAS PÚBLICAS DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN 2017 – 2021"	Registro Oficial N°. 15	15/06/2017	<a href="#">POLITICAS PUBLICAS DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACION 2017 – 2021</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA TECNICA PARA EL ENVIO O RECEPCION DE MENSAJES O LLAMADAS CON FINES DE VENTA DIRECTA, COMERCIAL, PUBLICITARIA O PROSELITISTA Y PARA LA PRESTACION DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO	Registro Oficial N°. 982	11/04/2017	<a href="#">NORMA TECNICA PARA EL ENVIO O RECEPCION DE MENSAJES O LLAMADAS SVA</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA TECNICA USO DE SUBPORTADORAS ANALOGICAS DIGITALES PARA RDS	Registro Oficial N°. 517	22/08/2011	<a href="#">NORMA TECNICA USO DE SUBPORTADORAS ANALOGICAS DIGITALES PARA RDS</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN SONORA EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA	Registro Oficial N°. 545	16/07/2015	<a href="#">NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN SONORA EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA TECNICA PARA EL DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA DE SOTERRAMIENTO Y DE REDES FISICAS SOTERRADAS PARA LA PRESTACION DE SERVICIOS DEL REGIMEN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES Y REDES PRIVADAS	Registro Oficial Edición Especial N°. 996	05/04/2017	<a href="#">NORMA TECNICA DESPLIEGUE INFRAESTRUCTURA DE SOTERRAMIENTO REDES FISICAS - PRESTACION DE SERVICIOS DEL REGIMEN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES Y REDES PRIVADAS</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA TECNICA PARA EL SERVICIO DE RADIODIFUSION TELEVISION ANALOGICA	Registro Oficial N°. 571	24/08/2015	<a href="#">NORMA TECNICA PARA EL SERVICIO DE RADIODIFUSION TELEVISION ANALOGICA</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA TECNICA DE RADIODIFUSION DE TELEVISION DIGITAL TERRESTRE	Registro Oficial N°. 579	03/09/2015	<a href="#">NORMA TECNICA DE RADIODIFUSION DE TELEVISION DIGITAL TERRESTRE</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA TECNICA PARA EL PAGO DE VIATICOS Y MOVILIZACIONES DENTRO DEL PAIS PARA LAS Y LOS SERVIDORES EN LAS INSTITUCIONES DEL ESTADO	Registro Oficial Suplemento N°. 326	04/09/2014	<a href="#">NORMA TÉCNICA PARA EL PAGO DE VIÁTICOS, SUBSISTENCIAS, MOVILIZACIONES Y ALIMENTACIÓN</a>

Ordenanzas / Normas	NORMA TECNICA PARA EL ORDENAMIENTO, DESPLIEGUE Y TENDIDO DE REDES FISICAS AEREAS DE SERVICIOS DEL REGIMEN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES Y REDES PRIVADAS	Registro Oficial N°. 48	01/08/2017	<a href="#">NORMA TECNICA ORDENAMIENTO DESPLIEGUE TENDIDO REDES TELECOMUNICACIONES</a>
Ordenanzas / Normas	NORMAS COMUNES SOBRE INTERCONEXION	Registro Oficial N°. 266	14/02/2001	<a href="#">NORMAS COMUNES SOBRE INTERCONEXION</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA QUE REGULA EL PROCEDIMIENTO PARA EL EMPADRONAMIENTO DE ABONADOS DEL SERVICIO MOVIL AVANZADO (SMA) Y REGISTRO DE TERMINALES PERDIDOS, ROBADOS O HURTADOS	Registro Oficial N°. 613	16/06/2009	<a href="#">NORMA QUE REGULA EL EMPADRONAMIENTO DE SERVICIO MOVIL AVANZADO</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA DE INFORMACION DE LOCALIZACION APROXIMADA DE LLAMADA SMA	Registro Oficial N°. 300	14/10/2010	<a href="#">NORMA DE INFORMACION DE LOCALIZACION APROXIMADA DE LLAMADA SMA</a>
Ordenanzas / Normas	NORMA LA TRANSMISION DE PROGRAMACION DE ORIGEN INTERNACIONAL	Registro Oficial N°. 380	08/02/2011	<a href="#">NORMA LA TRANSMISION DE PROGRAMACION DE ORIGEN INTERNACIONAL</a>
Ordenanzas / Plan	PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN DEL ECUADOR 2016-2021	Registro Oficial Suplemento N°. 783	24/06/2016	<a href="#">PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN DEL ECUADOR 2016-2021</a>
Ordenanzas / Plan	MODIFICACIONES DEL PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS	Registro Oficial N°. 761	06/08/2012	<a href="#">MODIFICACIONES DEL PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS</a>
Ordenanzas / Plan	PLAN NACIONAL DE DESARROLLO DENOMINADO PLAN NACIONAL PARA EL BUEN VIVIR 2013 -2017	Registro Oficial Suplemento N°. 78	13/07/2015	<a href="#">PLAN NACIONAL DE DESARROLLO DENOMINADO PLAN NACIONAL PARA EL BUEN VIVIR 2013 -2017</a>
Ordenanzas / Plan	PLAN TECNICO FUNDAMENTAL DE: TRANSMISION PFTT, SINCRONISMO PTFI, SEÑALIZACION PTFI, NUMERACION PTFN	Registro Oficial Suplemento N°. 424	08/04/2013	<a href="#">PLAN TECNICO FUNDAMENTAL DE TRANSMISION</a>
Ordenanzas / Plan	PLAN NACIONAL DE SIMPLIFICACIÓN DE TRÁMITES.- APROBAR EL "PLAN NACIONAL DE SIMPLIFICACIÓN DE TRÁMITES 2016"	Registro Oficial Suplemento N°. 752	11/05/2016	<a href="#">PLAN NACIONAL DE SIMPLIFICACIÓN DE TRÁMITES</a>
Ordenanzas / Instructivo	INSTRUCTIVO PARA LA INTEGRACION Y CONVOCATORIA AL CONSEJO CIUDADANO SECTORIAL DEL MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACION	Registro Oficial N°. 875	21/01/2013	<a href="#">INSTRUCTIVO DE INTEGRACION CONSEJO CIUDADANO. MIN TELECOMUNICACIONES</a>
Ordenanzas / Instructivo	INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE INICIO DE OPERACIONES DE ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA, TELEVISIÓN ABIERTA Y RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN	Registro Oficial N°. 965	17/03/2017	<a href="#">INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE INICIO DE OPERACIONES ESTACIONES RTV</a>
Ordenanzas / Instructivo	INSTRUCTIVO PARA EL PROCEDIMIENTO INTERNO DE LA AGENCIA DE REGULACION Y CONTROL DE LAS TELECOMUNICACIONES - ARCOTEL, PARA CLAUSURAS DE ESTACIONES DE LOS SERVICIOS DE RADIODIFUSION CLANDESTINOS	Registro Oficial N°. 975	31/03/2017	<a href="#">INSTRUCTIVO PARA CLAUSURAS DE ESTACIONES DE LOS SERVICIOS DE RADIODIFUSION CLANDESTINOS</a>
Ordenanzas / Instructivo	INSTRUCTIVO CARACTERISTICAS ESTACION RADIODIFUSION TELEVISION AUDIO	Registro Oficial N°. 861	03/01/2013	<a href="#">INSTRUCTIVO CARACTERISTICAS ESTACION RADIODIFUSION TELEVISION AUDIO</a>
Ordenanzas / Instructivo	INSTRUCTIVO PARA EL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO SANCIONADOR DE LA ARCOTEL	Registro Oficial N°. 632	20/11/2015	<a href="#">INSTRUCTIVO PARA EL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO SANCIONADOR DE LA ARCOTEL</a>
Ordenanzas / Instructivo	INSTRUCTIVO PARA LA EVALUACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN SOBRE EL EJERCICIO DE CONTROL DE LOS PARÁMETROS MÍNIMOS DE CALIDAD DEL SERVICIO MOVIL AVANZADO (SMA)	Registro Oficial N°. 949	21/02/2017	<a href="#">INSTRUCTIVO PARA LA EVALUACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN SOBRE EL EJERCICIO DE CONTROL DE LOS PARÁMETROS MÍNIMOS DE CALIDAD DEL SERVICIO MOVIL AVANZADO (SMA)</a>
Ordenanzas / Manual	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE NOTIFICACION DE INTERRUPCIONES APLICABLE A LAS OPERADORAS DEL SERVICIO DE TELEFONIA FIJA	Registro Oficial N°. 285	09/07/2014	<a href="#">MANUAL DE INTERRUPCION DE CONEXIONES DE LA TELEFONIA FIJA</a>
Ordenanzas / Resolución	REGLAMENTO PARA HOMOLOGACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TERMINALES DE TELECOMUNICACIONES	Registro Oficial N°. 15	15/06/2017	<a href="#">REGLAMENTO PARA HOMOLOGACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TERMINALES DE TELECOMUNICACIONES</a>
Ordenanzas / Otros	CAMBIO DE DOMINIO DE INTERNET PARA INSTITUCIONES DEL SECTOR PÚBLICO	Registro Oficial N°. 242	23/07/2010	<a href="#">CAMBIO DE DOMINIO DE INTERNET PARA INSTITUCIONES DEL SECTOR PÚBLICO</a>
Ordenanzas / Otros	EMPRESAS PÚBLICAS DEBEN CONTRATAR TELECOMUNICACIONES DEL ESTADO	Registro Oficial N°. 459	31/05/2011	<a href="#">EMPRESAS PÚBLICAS DEBEN CONTRATAR TELECOMUNICACIONES DEL ESTADO</a>
Ordenanzas / Otros	IMPLEMENTACION DE SITIOS WEB Y PLATAFORMAS EN EL SECTOR PUBLICO	Registro Oficial N°. 680	11/04/2012	<a href="#">IMPLEMENTACION DE SITIOS WEB Y PLATAFORMAS EN EL SECTOR PUBLICO</a>

Ordenanzas / Otros	SERVICIOS INTERNACIONALES DE LLAMADAS REVERTIDAS CALL BACK	Registro Oficial N°. 769	29/08/1995	<a href="#">SERVICIOS INTERNACIONALES DE LLAMADAS REVERTIDAS CALL BACK</a>
Ordenanzas / Otros	SISTEMAS SATELITALES POR EMPRESAS ANDINAS	Registro Oficial N°. 57	30/10/1996	<a href="#">SISTEMAS SATELITALES POR EMPRESAS ANDINAS</a>
Ordenanzas / Otros	PROCEDIMIENTO PARA ATENDER LAS SOLICITUDES DE INFORMACION	Registro Oficial N°. 83	17/08/2005	<a href="#">SOLICITUDES DE INFORMACION AL CONATEL</a>
Ordenanzas / Otros	PROCEDIMIENTO DE DEVOLUCION DE SALDOS REMANENTES DE RECARGAS DE ABONADOS/CLIENTES DEL SERVICIO MOVIL AVANZADO (SMA)	Registro Oficial N°. 161	14/01/2014	<a href="#">PROCEDIMIENTO DE DEVOLUCION DE SALDOS REMANENTES DE RECARGAS DEL SMA</a>
Ordenanzas / Otros	TARIFAS POR UTILIZACION DE FRECUENCIAS RADIO Y TELEVISION	Registro Oficial N°. 453	24/10/2008	<a href="#">TARIFAS POR UTILIZACION DE FRECUENCIAS RADIO Y TELEVISION</a>
Ordenanzas / Otros	AUDIO Y VIDEO EN LOS CANALES DE TELEVISION ABIERTOS AL PÚBLICO	Registro Oficial N°. 638	21/07/2009	<a href="#">AUDIO Y VIDEO EN LOS CANALES DE TELEVISION ABIERTOS AL PÚBLICO</a>
Ordenanzas / Otros	PARAMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO DE VALOR AGREGADO DE INTERNET	Registro Oficial N°. 30	21/09/2009	<a href="#">PARAMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO DE VALOR AGREGADO DE INTERNET</a>
Ordenanzas / Otros	TASAS POR INSTALACION DE TELECOMUNICACIONES EN AREAS NATURALES	Registro Oficial N°. 149	12/03/2010	<a href="#">TASAS POR INSTALACION DE TELECOMUNICACIONES EN AREAS NATURALES</a>
Ordenanzas / Otros	REGISTRO DE TRANSFERENCIA DE ACCIONES DE INSTITUCIONES FINANCIERAS	Registro Oficial N°. 302	18/10/2010	<a href="#">REGISTRO DE TRANSFERENCIA DE ACCIONES DE INSTITUCIONES FINANCIERAS</a>
Ordenanzas / Otros	SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA	Registro Oficial N°. 305	21/10/2010	<a href="#">SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA</a>
Ordenanzas / Otros	OTORGAMIENTO LICENCIAS NO AUTOMATICAS IMPORTACIÓN DECODIFICADORES	Registro Oficial N°. 44	25/07/2013	<a href="#">OTORGAMIENTO LICENCIAS NO AUTOMATICAS IMPORTACIÓN DECODIFICADORES</a>
Ordenanzas / Otros	CANALIZACION DE 12 5 KHZ EN BANDAS QUE OPEREN SISTEMAS TRONCALIZADOS	Registro Oficial N°. 888	07/02/2013	<a href="#">CANALIZACION DE 12 5 KHZ EN BANDAS QUE OPEREN SISTEMAS TRONCALIZADOS</a>
Ordenanzas / Otros	ESPECIFICACIONES MÍNIMAS PARA LOS RECEPTORES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE – SET TOP BOX	Registro Oficial N°. 698	24/02/2016	<a href="#">ESPECIFICACIONES MÍNIMAS PARA LOS RECEPTORES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE – SET TOP BOX</a>
Ordenanzas / Otros	DERÓGUENSE VARIAS RESOLUCIONES Y REGLAMENTOS	Registro Oficial N°. 747	04/05/2016	<a href="#">DERÓGUENSE VARIAS RESOLUCIONES Y REGLAMENTOS</a>
Ordenanzas / Otros	COMITÉ DE SIMPLIFICACIÓN DE TRÁMITES INTERINSTITUCIONAL	Registro Oficial Suplemento IV N°.	30/09/2015	<a href="#">UTILIZACION FICHA DE DATOS - DINARDAP</a>
<b>FECHA ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN:</b>		31/08/2017		
<b>PERIODICIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN:</b>		MENSUAL		
<b>UNIDAD POSEEDORA DE LA INFORMACIÓN - LITERAL a2):</b>		COORDINACIÓN GENERAL JURÍDICA		
<b>RESPONSABLE DE LA UNIDAD POSEEDORA DE LA INFORMACIÓN DEL LITERAL a2):</b>		ABG. EDGAR PATRICIO FLORES PASQUEL		
<b>CORREO ELECTRÓNICO DEL O LA RESPONSABLE DE LA UNIDAD POSEEDORA DE LA INFORMACIÓN:</b>		<a href="mailto:edgar.flores@arcotel.gob.ec">edgar.flores@arcotel.gob.ec</a>		
<b>NÚMERO TELEFÓNICO DEL O LA RESPONSABLE DE LA UNIDAD POSEEDORA DE LA INFORMACIÓN:</b>		(02) 2946400 Ext. 1266		

**Anexo C: Muestra de la Base de Datos utilizada en el análisis**

Nº	Número Servicio	Conf.	Código Reparación	Tipo Avería	Fecha Ingreso	Fecha Reparación	Código Distribuidor	Técnico	Medio
1	630941	1	114	Efectivo	19/6/2017	20/6/2017	84	Otros	xdsl
2	2554468	1	91	Efectivo	7/11/2017	11/11/2017	52	CNT	xdsl
3	263024	1	200	Efectivo	4/4/2017	5/4/2017	294	CNT	xdsl
4	280164	2	114	Efectivo	15/3/2017	15/3/2017	294	CNT	xdsl
5	121698	1	200	Efectivo	11/12/2017	11/12/2017	52	CNT	xdsl
6	2394605	1	99	Efectivo	27/9/2017	2/10/2017	84	CNT	xdsl
7	737271	1	200	Efectivo	28/8/2017	29/8/2017	52	CNT	xdsl
8	157082	1	70	Efectivo	17/1/2017	18/1/2017	911	CNT	xdsl
9	216414	1	80	Efectivo	19/1/2017	20/1/2017	94	CNT	xdsl
10	10561	2	60	Efectivo	24/9/2017	29/9/2017	52	CNT	xdsl
11	79853	1	114	Efectivo	4/7/2017	6/7/2017	52	CNT	xdsl
12	24364	1	70	Efectivo	24/8/2017	25/8/2017	114	CNT	xdsl
13	490386	1	114	Efectivo	10/10/2017	12/10/2017	109	Otros	xdsl
14	182955	1	114	Efectivo	26/9/2017	27/9/2017	13	Otros	xdsl
15	497561	1	70	Efectivo	26/7/2017	27/7/2017	1980	Otros	xdsl
16	2487749	1	114	Efectivo	19/9/2017	21/9/2017	52	Otros	xdsl
17	2364108	1	70	Efectivo	31/3/2017	1/4/2017	109	CNT	xdsl
18	474962	2	114	Efectivo	10/5/2017	10/5/2017	1813	Otros	xdsl
19	457321	1	80	Efectivo	12/12/2017	12/12/2017	1272	CNT	xdsl
20	775336	1	99	Efectivo	23/11/2017	23/11/2017	84	CNT	xdsl
21	894226	2	200	Efectivo	12/4/2017	13/4/2017	114	CNT	xdsl
22	599703	1	80	Efectivo	19/4/2017	21/4/2017	52	CNT	xdsl
23	837257	1	99	No efectivo	16/5/2017	17/5/2017	84	CNT	xdsl
24	146999	1	114	Efectivo	6/12/2017	12/12/2017	52	Otros	xdsl
25	471822	1	70	Efectivo	8/4/2017	15/4/2017	31	CNT	xdsl
26	128138	1	30	No efectivo	11/5/2017	12/5/2017	13	CNT	xdsl
27	82957	1	114	Efectivo	6/3/2017	13/3/2017	1272	CNT	xdsl
28	2336142	1	39	No efectivo	21/4/2017	27/4/2017	1328	CNT	xdsl
29	256477	1	38	No efectivo	15/12/2017	20/12/2017	52	CNT	xdsl
30	2397313	1	38	No efectivo	9/5/2017	18/5/2017	140	CNT	xdsl

*Continúa en la página siguiente.*

Nº	Número Servicio	Conf.	Código Reparación	Tipo Avería	Fecha Ingreso	Fecha Reparación	Código Distribuidor	Técnico	Medio
31	2567557	1	200	Efectivo	17/5/2017	18/5/2017	399	CNT	xdsl
32	217887	1	114	Efectivo	18/4/2017	18/4/2017	52	CNT	xdsl
33	792016	1	70	Efectivo	13/2/2017	16/2/2017	52	CNT	xdsl
34	841515	2	114	Efectivo	27/9/2017	30/9/2017	1328	CNT	xdsl
35	2441600	1	80	Efectivo	12/6/2017	13/6/2017	52	CNT	xdsl
36	2525851	1	60	Efectivo	16/5/2017	17/5/2017	2003	CNT	gpon
37	2472726	1	80	Efectivo	20/6/2017	21/6/2017	1898	CNT	xdsl
38	2578000	1	70	Efectivo	3/8/2017	4/8/2017	31	Otros	xdsl
39	171255	1	114	Efectivo	21/6/2017	22/6/2017	399	CNT	xdsl
40	537110	1	114	Efectivo	15/5/2017	16/5/2017	52	Otros	xdsl
41	3170432	1	80	Efectivo	13/12/2017	19/12/2017	2003	CNT	gpon
42	789914	1	40	Efectivo	21/8/2017	21/8/2017	109	CNT	xdsl
43	31154	1	114	Efectivo	5/6/2017	7/6/2017	1272	Otros	xdsl
44	2125838	2	114	Efectivo	20/12/2017	21/12/2017	202	CNT	xdsl
45	222222	2	99	No efectivo	4/4/2017	5/4/2017	13	CNT	xdsl
46	186718	1	51	Efectivo	6/11/2017	10/11/2017	114	CNT	xdsl
47	182877	1	51	Efectivo	27/4/2017	28/4/2017	84	CNT	xdsl
48	2438609	1	99	Efectivo	19/8/2017	22/8/2017	1272	Otros	xdsl
49	731715	1	114	Efectivo	14/8/2017	14/8/2017	52	CNT	xdsl
50	139882	1	114	Efectivo	28/1/2017	1/2/2017	1906	CNT	xdsl
51	705194	1	80	Efectivo	10/1/2017	11/1/2017	1907	CNT	xdsl
52	3108073	1	114	Efectivo	19/10/2017	19/10/2017	53	CNT	xdsl
53	2075569	1	70	Efectivo	3/7/2017	6/7/2017	52	CNT	xdsl
54	159402	1	80	Efectivo	14/2/2017	15/2/2017	52	CNT	xdsl
55	2454055	1	70	Efectivo	30/5/2017	5/6/2017	1272	CNT	xdsl
56	75299	1	99	Efectivo	22/12/2017	26/12/2017	84	CNT	xdsl
57	628763	1	114	Efectivo	6/2/2017	6/2/2017	31	CNT	xdsl
58	2458283	1	70	Efectivo	25/9/2017	28/9/2017	1977	CNT	xdsl
59	630191	1	114	Efectivo	16/8/2017	17/8/2017	140	Otros	xdsl
60	840432	1	114	Efectivo	14/11/2017	18/11/2017	114	Otros	xdsl
61	2626679	1	114	Efectivo	20/11/2017	23/11/2017	2003	CNT	gpon

*Continúa en la página siguiente.*

	Número	Conf.	Código	Tipo	Fecha	Fecha	Código		Medio
Nº	Servicio		Reparación	Avería	Ingreso	Reparación	Distribuidor	Técnico	
62	2482491	1	60	Efectivo	11/4/2017	19/4/2017	399	CNT	xdsl
63	808841	1	114	Efectivo	27/7/2017	28/7/2017	31	CNT	xdsl
64	129473	2	200	Efectivo	5/12/2017	5/12/2017	52	Otros	xdsl
65	143845	2	39	No efectivo	8/12/2017	12/12/2017	9	CNT	xdsl
66	620116	1	114	Efectivo	16/10/2017	20/10/2017	294	Otros	xdsl
67	2539479	1	114	Efectivo	24/5/2017	30/5/2017	52	Otros	xdsl
68	237161	2	200	Efectivo	27/1/2017	28/1/2017	1272	CNT	xdsl
69	2596855	1	200	Efectivo	20/4/2017	25/4/2017	1964	CNT	xdsl
70	2544301	1	114	Efectivo	27/11/2017	29/11/2017	2003	CNT	gpon
71	78908	1	80	Efectivo	4/1/2017	7/1/2017	52	CNT	xdsl
72	275744	1	200	Efectivo	10/11/2017	16/11/2017	1905	CNT	xdsl
73	2561587	1	114	Efectivo	15/6/2017	16/6/2017	1906	Otros	xdsl
74	739485	1	80	Efectivo	23/2/2017	1/3/2017	399	CNT	xdsl
75	709966	1	114	Efectivo	10/10/2017	10/10/2017	84	CNT	xdsl
76	558528	1	114	Efectivo	12/5/2017	15/5/2017	911	Otros	xdsl
77	848984	1	70	Efectivo	23/5/2017	23/5/2017	52	CNT	xdsl
78	2398829	1	114	Efectivo	7/2/2017	8/2/2017	2003	CNT	gpon
79	2424932	1	114	Efectivo	17/5/2017	18/5/2017	31	Otros	xdsl
80	270289	1	118	Efectivo	4/4/2017	5/4/2017	1979	CNT	xdsl
81	2607425	1	50	Efectivo	18/3/2017	21/3/2017	2004	CNT	gpon
82	537736	1	200	Efectivo	2/6/2017	7/6/2017	1272	CNT	xdsl
83	158532	1	40	Efectivo	13/1/2017	19/1/2017	114	CNT	xdsl
84	159931	1	114	Efectivo	14/6/2017	15/6/2017	13	Otros	xdsl
85	3156528	1	80	Efectivo	15/12/2017	19/12/2017	2003	CNT	gpon
86	2573792	1	70	Efectivo	21/2/2017	22/2/2017	13	CNT	xdsl
87	241637	1	70	Efectivo	9/2/2017	9/2/2017	53	CNT	xdsl
88	739361	1	114	Efectivo	6/3/2017	6/3/2017	52	CNT	xdsl
89	173780	1	200	Efectivo	20/9/2017	21/9/2017	114	CNT	xdsl
90	744840	3	38	No efectivo	9/8/2017	12/8/2017	84	Otros	xdsl

**Anexo D: Codificación de zona demográfica**

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clasificación</b>
-1	-	
9	Ambuqui	Rural
13	Atuntaqui	Otros
31	Cotacachi	Otros
52	Ibarra	Urbana
53	Iluman	Otros
84	Otavalo	Otros
94	Pimampiro	Otros
109	San Antonio	Rural
114	San Pablo	Otros
138	Tumbabiro	Otros
140	Urcuqui	Otros
202	La Esperanza	Rural
203	Angochagua	Rural
262	Salinas	Rural
294	Otavalo	Otros
327	Otavalo	Otros
329	Otavalo	Otros
330	Cahuasqui	Otros
335	Pablo Arenas	Otros
340	Lita	Rural
341	Pimampiro	Otros
399	Caranqui	Urbana
496	Ambuqui	Rural
497	García Moreno	Otros
498	Ambuqui	Rural
499	Imantag	Otros
911	El Milagro	Urbana
913	Imbaya	Otros
980	Buenos Aires	Otros
1004	Cotacachi	Otros

*Continúa en la página siguiente.*

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clasificación</b>
1272	Pugacho	Urbana
1328	Azaya	Urbana
1336	Ambuqui	Rural
1337	Ibarra	Urbana
1338	Ibarra	Urbana
1339	Priorato	Urbana
1408	Eugenio Espejo	Otros
1551	Cahuasqui	Otros
1645	Yahuarcocha	Urbana
1793	Cuellaje	Otros
1813	Yacucalle	Urbana
1874	Quichinche	Otros
1887	Cotacachi	Otros
1893	Cotacachi	Otros
1895	Cotacachi	Otros
1898	La Victoria	Urbana
1905	San Roque	Otros
1906	Chaltura	Otros
1907	Atuntaqui	Otros
1910	Ibarra	Urbana
1932	Cotacachi	Otros
1964	Peñaherrera	Otros
1977	Andrade Marin	Otros
1979	Quiroga	Otros
1980	Natabuela	Otros
2003	Ibarra	Urbana
2004	Otavalo	Otros
2005	Urcuqui	Otros
2044	Otavalo	Otros
2045	La Primavera	Urbana
2092	Otavalo	Otros
2095	Chaltura	Otros

*Continúa en la página siguiente.*

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clasificación</b>
2120	San Roque	Otros
2121	San Roque	Otros
2130	Cotacachi	Otros
2146	Salinas	Rural
2172	Angochagua	Rural
2180	Ibarra	Urbana
2181	Urcuqui	Otros
2198	Atuntaqui	Otros
2199	Cotacachi	Otros
2202	Ibarra	Urbana
2216	San Pablo	Otros
2229	Pablo Arenas	Otros
2237	Ibarra	Urbana
2243	La Campiña	Urbana
2244	Los Ceibos	Urbana
2245	Los Ceibos	Urbana
2246	Los Ceibos	Urbana
2247	San Antonio	Rural
2248	San Antonio	Rural
2249	San Antonio	Rural
2250	19 de Enero	Urbana
2256	Gonzales Suarez	Otros
2257	San Rafael	Otros
2271	Otavallo	Otros
2272	Urcuqui	Otros
2274	Cotacachi	Otros
2357	Cotacachi	Otros
2515	La Esperanza	Rural

**Anexo E: Codificación de reparaciones**

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clasificación</b>
30	Red interna extencio con daño	Otros
32	Equipo terminal daño mala cali	Otros
33	Direc incorrecta o posibl fraud	Otros
35	Reparado planta interna	Otros
38	Casa u oficina cerrada	Otros
39	Abonado no permite acceso	Otros
40	Reparado distribuidor	Daños físicos
50	Reparado en red primaria	Daños físicos
51	Reparado en armario	Daños físicos
60	Reparado en red secundaria	Daños físicos
70	Reparado linea de abonado	Daños físicos
75	Reprogramado enlace troncal	Daños físicos
76	Reparado canal de voz	Otros
80	Reparado red interna abonado	Otros
83	Reparada tarjeta abonado SMD30	Daños físicos
90	Reparado equipo multiplex/IAD	Daños físicos
91	Reparado masivo	Daños físicos
92	Daño equipo multiplexor client	Otros
93	Reparado equipo de transmision	Daños físicos
94	Reparado rdsi	Daños físicos
95	Reparado telefonia inalambrica	Otros
96	Reparado E1	Otros
97	Reparado red inteligente	Daños físicos
98	Sector/armario inaccesible	Otros
99	Servicio en buen estado	Otros
103	Reparado fibra optica	Daños físicos
104	Reparado canalizacion	Daños físicos
109	Reparado enlace	Daños físicos
111	Reparado nube	Daños físicos
112	Reparado prueba ver	Daños físicos
113	Daño hacia el ISP	Otros

*Continúa en la página siguiente.*

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clasificación</b>
114	Reparado config modem XDSL/WIMAX	Otros
115	Cambio de puerto daño/reseteo	Daños físicos
200	Cambio de modem XDSL/WIMAX	Otros
201	Cambio de splitter	Daños físicos
202	Configurado Dslam/ruteo/tx	Daños físicos
205	Daño fibra optica	Daños físicos
206	Puerto/tarjeta daño/sin repuesto	Daños físicos
207	Reseto de equipo	Daños físicos
209	Local sin energia electrica	Otros
211	Tarjeta de red con daño	Daños físicos
212	Modem desconfigurado	Otros
213	Reparado canal de datos	Daños físicos
250	Correccion alineacion antena	Otros
253	Configuracion STB	Otros
255	Cambio smart card	Otros
256	Demora en activar servicio dth	Otros
257	Incompatible equipo terminal	Otros
259	Reseteo decodificador	Otros
260	Cambio cable coaxial	Otros
261	Cambio LND	Otros
262	Cambio de equipo SD/HD	Otros
263	Reseteo/cambio control remoto	Otros
264	Cambio decodificador	Otros
265	Plan DTH no corresponde	Otros
266	Suspendido por falta de pago	Otros

**Anexo F: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - Zona**

Nº	Número Servicio	Conf.	Código Reparación	Tipo Avería	Fecha Ingreso	Fecha Reparación	Código Distribuidor	Técnico	Medio
1	2343045	1	80	Efectivo	27/1/2017	28/1/2017	52	CNT	xdsl
2	135534	2	114	Efectivo	3/12/2017	4/12/2017	52	Otros	xdsl
3	2059683	1	99	No efectivo	15/2/2017	15/2/2017	1272	CNT	xdsl
4	739513	1	80	Efectivo	14/7/2017	14/7/2017	399	CNT	xdsl
5	847899	3	114	Efectivo	11/10/2017	14/10/2017	2003	CNT	gpon
6	493928	1	114	Efectivo	24/8/2017	24/8/2017	52	Otros	xdsl
7	893731	1	114	Efectivo	3/10/2017	3/10/2017	52	CNT	xdsl
8	808298	2	114	Efectivo	3/2/2017	6/2/2017	202	CNT	xdsl
9	3147447	1	114	Efectivo	5/11/2017	8/11/2017	399	Otros	xdsl
10	543168	1	114	Efectivo	17/5/2017	18/5/2017	52	Otros	xdsl
11	578712	1	40	Efectivo	9/6/2017	10/6/2017	399	CNT	xdsl
12	2057241	2	200	Efectivo	20/1/2017	27/1/2017	399	CNT	xdsl
13	2363641	1	114	Efectivo	18/5/2017	22/5/2017	1328	Otros	xdsl
14	3117740	3	114	Efectivo	6/10/2017	7/10/2017	2202	CNT	gpon
15	284611	1	80	Efectivo	5/8/2017	9/8/2017	52	CNT	xdsl
16	3111388	1	200	Efectivo	1/11/2017	3/11/2017	399	CNT	xdsl
17	192241	1	80	Efectivo	8/2/2017	10/2/2017	52	CNT	xdsl
18	189931	1	114	Efectivo	15/9/2017	16/9/2017	109	Otros	xdsl
19	2465785	2	266	No efectivo	12/6/2017	12/6/2017	52	CNT	xdsl
20	726889	1	80	Efectivo	26/5/2017	26/5/2017	52	CNT	xdsl
21	530947	1	200	Efectivo	6/2/2017	6/2/2017	52	CNT	xdsl
22	547689	1	200	Efectivo	10/1/2017	11/1/2017	52	CNT	xdsl
23	2522494	1	114	Efectivo	13/11/2017	13/11/2017	52	CNT	xdsl
24	2408033	2	80	Efectivo	10/1/2017	19/1/2017	498	CNT	xdsl
25	248670	1	114	Efectivo	9/1/2017	17/1/2017	52	CNT	xdsl
26	2402636	1	114	Efectivo	24/10/2017	24/10/2017	52	CNT	xdsl
27	61503	1	114	Efectivo	5/5/2017	5/5/2017	1328	CNT	xdsl
28	185533	1	200	Efectivo	4/4/2017	4/4/2017	52	CNT	xdsl
29	3136965	2	38	No efectivo	20/11/2017	24/11/2017	399	CNT	xdsl
30	845207	1	114	Efectivo	11/9/2017	12/9/2017	399	Otros	xdsl

*Continúa en la página siguiente.*

	Número	Conf.	Código	Tipo	Fecha	Fecha	Código		Medio
N°	Servicio		Reparación	Avería	Ingreso	Reparación	Distribuidor	Técnico	
31	481081	1	114	Efectivo	11/12/2017	12/12/2017	1328	Otros	xdsl
32	2421692	2	114	Efectivo	7/12/2017	9/12/2017	109	Otros	xdsl
33	840756	1	80	Efectivo	18/4/2017	25/4/2017	52	CNT	xdsl
34	18690	1	80	Efectivo	28/3/2017	28/3/2017	109	CNT	xdsl
35	73809	1	114	Efectivo	6/10/2017	6/10/2017	2172	CNT	xdsl
36	146999	4	114	Efectivo	4/5/2017	4/5/2017	52	CNT	xdsl
37	711475	1	99	Efectivo	27/8/2017	28/8/2017	52	CNT	xdsl
38	2342076	1	80	Efectivo	23/1/2017	28/1/2017	109	CNT	xdsl
39	134984	2	38	No efectivo	7/2/2017	10/2/2017	52	CNT	xdsl
40	164357	1	60	Efectivo	4/9/2017	4/9/2017	1328	CNT	xdsl
41	2383379	3	38	No efectivo	10/11/2017	15/11/2017	1813	Otros	xdsl
42	572645	1	38	No efectivo	20/2/2017	25/2/2017	1272	CNT	xdsl
43	2060762	1	114	Efectivo	5/1/2017	6/1/2017	1813	CNT	xdsl
44	748914	2	114	Efectivo	7/12/2017	8/12/2017	52	Otros	xdsl
45	161660	2	200	Efectivo	18/5/2017	24/5/2017	109	Otros	xdsl
46	838343	1	109	Efectivo	21/2/2017	21/2/2017	109	CNT	xdsl
47	2469440	1	114	Efectivo	2/10/2017	3/10/2017	399	Otros	xdsl
48	824665	3	70	Efectivo	22/5/2017	23/5/2017	1336	CNT	xdsl
49	803236	1	35	Efectivo	9/1/2017	14/1/2017	109	CNT	xdsl
50	550022	1	275	Efectivo	19/10/2017	19/10/2017	2003	CNT	gpon
51	2545776	1	80	Efectivo	17/3/2017	17/3/2017	202	CNT	xdsl
52	154381	2	207	Efectivo	26/1/2017	26/1/2017	52	CNT	xdsl
53	2640352	1	202	Efectivo	7/9/2017	11/9/2017	911	CNT	xdsl
54	2464522	1	200	Efectivo	6/9/2017	6/9/2017	2003	CNT	gpon
55	2087761	1	70	Efectivo	7/9/2017	7/9/2017	52	CNT	xdsl
56	2553715	1	80	Efectivo	31/5/2017	31/5/2017	1328	CNT	xdsl
57	202853	1	70	Efectivo	28/7/2017	29/7/2017	52	CNT	xdsl
58	144101	2	38	No efectivo	8/12/2017	9/12/2017	1272	CNT	xdsl
59	166123	1	114	Efectivo	9/8/2017	9/8/2017	52	CNT	xdsl
60	3103846	1	114	Efectivo	7/9/2017	7/9/2017	52	CNT	xdsl

**Anexo G: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - Efectividad**

N°	Número Servicio	Conf.	Código Reparación	Tipo Avería	Fecha Ingreso	Fecha Reparación	Código Distribuidor	Técnico	Medio
1	718628	1	114	Efectivo	10/10/2017	11/10/2017	52	Otros	xdsl
2	495503	2	115	Efectivo	21/3/2017	29/3/2017	2237	CNT	xdsl
3	631663	1	114	Efectivo	18/7/2017	19/7/2017	1272	CNT	xdsl
4	242929	1	200	Efectivo	5/4/2017	5/4/2017	52	CNT	xdsl
5	577123	1	80	Efectivo	18/3/2017	24/3/2017	52	CNT	xdsl
6	132333	1	114	Efectivo	28/3/2017	31/3/2017	399	CNT	xdsl
7	2473273	1	114	Efectivo	16/6/2017	17/6/2017	1272	Otros	xdsl
8	2523704	1	114	Efectivo	17/9/2017	18/9/2017	52	Otros	xdsl
9	2438355	1	80	Efectivo	5/12/2017	5/12/2017	1272	CNT	xdsl
10	2625507	1	109	Efectivo	24/3/2017	25/3/2017	2003	CNT	gpon
11	2340659	1	114	Efectivo	18/10/2017	19/10/2017	1272	Otros	xdsl
12	2611284	1	91	Efectivo	17/3/2017	18/3/2017	2237	CNT	xdsl
13	791795	1	80	Efectivo	28/3/2017	28/3/2017	1328	CNT	xdsl
14	237836	1	80	Efectivo	19/5/2017	19/5/2017	52	CNT	xdsl
15	44278	1	114	Efectivo	30/5/2017	31/5/2017	1272	Otros	xdsl
16	171255	1	114	Efectivo	21/6/2017	22/6/2017	399	CNT	xdsl
17	728677	1	51	Efectivo	12/9/2017	12/9/2017	52	CNT	xdsl
18	435539	1	114	Efectivo	13/9/2017	13/9/2017	1328	CNT	xdsl
19	2482279	2	114	Efectivo	4/5/2017	4/5/2017	399	CNT	xdsl
20	558605	2	114	Efectivo	14/3/2017	14/3/2017	52	CNT	xdsl
21	246977	1	70	Efectivo	17/10/2017	18/10/2017	52	CNT	xdsl
22	745301	1	200	Efectivo	23/11/2017	27/11/2017	1328	Otros	xdsl
23	788614	1	80	Efectivo	25/2/2017	4/3/2017	52	CNT	xdsl
24	618253	1	114	Efectivo	7/4/2017	10/4/2017	2003	CNT	gpon
25	593016	1	70	Efectivo	16/1/2017	24/1/2017	52	CNT	xdsl
26	2304186	1	80	Efectivo	17/4/2017	18/4/2017	1328	CNT	xdsl
27	2370395	1	70	Efectivo	19/8/2017	19/8/2017	1328	Otros	xdsl
28	537996	1	114	Efectivo	3/7/2017	4/7/2017	52	CNT	xdsl
29	114079	1	60	Efectivo	13/4/2017	13/4/2017	52	CNT	xdsl
30	2599677	1	115	Efectivo	28/11/2017	4/12/2017	1813	CNT	xdsl

*Continúa en la página siguiente.*

N°	Número Servicio	Conf.	Código Reparación	Tipo Avería	Fecha Ingreso	Fecha Reparación	Código Distribuidor	Técnico	Medio
31	26431	1	114	Efectivo	2/10/2017	4/10/2017	399	Otros	xdsl
32	714132	2	51	Efectivo	19/9/2017	19/9/2017	52	CNT	xdsl
33	128983	2	200	Efectivo	5/1/2017	5/1/2017	1898	CNT	xdsl
34	2315368	1	80	Efectivo	21/9/2017	22/9/2017	52	CNT	xdsl
35	2337448	1	114	Efectivo	25/12/2017	26/12/2017	1272	CNT	xdsl
36	543044	1	114	Efectivo	6/9/2017	7/9/2017	52	Otros	xdsl
37	127824	1	200	Efectivo	1/3/2017	8/3/2017	1328	CNT	xdsl
38	554376	1	51	Efectivo	26/7/2017	27/7/2017	2003	CNT	gpon
39	2075951	1	80	Efectivo	16/2/2017	16/2/2017	1813	CNT	xdsl
40	260652	1	114	Efectivo	9/2/2017	13/2/2017	52	CNT	xdsl
41	2442669	1	91	Efectivo	28/3/2017	29/3/2017	399	CNT	xdsl
42	2379106	1	202	Efectivo	4/8/2017	7/8/2017	52	CNT	xdsl
43	2123636	1	114	Efectivo	23/3/2017	23/3/2017	52	CNT	xdsl
44	2580711	1	200	Efectivo	16/10/2017	17/10/2017	1645	CNT	xdsl
45	3177979	1	202	Efectivo	26/12/2017	27/12/2017	2003	CNT	gpon
46	894872	1	80	Efectivo	13/9/2017	13/9/2017	52	CNT	xdsl
47	548979	1	200	Efectivo	7/4/2017	15/4/2017	52	CNT	xdsl
48	2076609	1	114	Efectivo	20/10/2017	23/10/2017	2003	CNT	gpon
49	181979	1	91	Efectivo	11/3/2017	17/3/2017	52	CNT	xdsl
50	2429766	1	114	Efectivo	27/6/2017	28/6/2017	399	CNT	xdsl
51	615174	1	99	Efectivo	6/11/2017	7/11/2017	52	CNT	xdsl
52	543823	1	114	Efectivo	24/3/2017	1/4/2017	52	CNT	xdsl
53	3132323	1	200	Efectivo	7/11/2017	9/11/2017	2003	CNT	gpon
54	784356	2	109	Efectivo	30/3/2017	31/3/2017	1813	CNT	xdsl
55	3110147	1	50	Efectivo	6/9/2017	7/9/2017	1813	CNT	xdsl
56	453211	3	114	Efectivo	9/5/2017	10/5/2017	1328	CNT	xdsl
57	2365590	1	200	Efectivo	24/11/2017	25/11/2017	1898	Otros	xdsl
58	738545	1	40	Efectivo	25/11/2017	1/12/2017	1898	CNT	xdsl
59	2587865	1	114	Efectivo	23/10/2017	24/10/2017	52	CNT	xdsl
60	733319	1	114	Efectivo	6/11/2017	7/11/2017	1272	Otros	xdsl

**Anexo H: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - Daños**

	Número	Conf.	Código	Tipo	Fecha	Fecha	Código		Medio
N°	Servicio		Reparación	Avería	Ingreso	Reparación	Distribuidor	Técnico	
1	2565719	1	202	Efectivo	18/12/2017	20/12/2017	52	CNT	xdsl
2	781553	1	70	Efectivo	12/6/2017	16/6/2017	52	CNT	xdsl
3	2312505	1	115	Efectivo	27/3/2017	30/3/2017	399	CNT	xdsl
4	729598	1	91	Efectivo	9/11/2017	14/11/2017	52	CNT	xdsl
5	476219	1	70	Efectivo	7/3/2017	7/3/2017	52	CNT	xdsl
6	2505620	1	50	Efectivo	2/8/2017	5/8/2017	52	CNT	xdsl
7	2458036	1	51	Efectivo	23/1/2017	24/1/2017	52	CNT	xdsl
8	18982	1	60	Efectivo	6/4/2017	6/4/2017	1328	CNT	xdsl
9	587454	1	70	Efectivo	21/6/2017	26/6/2017	1339	CNT	xdsl
10	2455831	1	202	Efectivo	24/7/2017	24/7/2017	1328	CNT	xdsl
11	2343592	3	70	Efectivo	16/11/2017	20/11/2017	2003	CNT	gpon
12	76452	1	109	Efectivo	7/2/2017	11/2/2017	52	CNT	xdsl
13	252729	1	70	Efectivo	24/3/2017	31/3/2017	1272	CNT	xdsl
14	502768	1	202	Efectivo	6/10/2017	6/10/2017	52	CNT	xdsl
15	48968	1	115	Efectivo	17/4/2017	18/4/2017	52	CNT	xdsl
16	171884	2	70	Efectivo	10/7/2017	10/7/2017	399	CNT	xdsl
17	190600	1	91	Efectivo	7/11/2017	10/11/2017	1328	CNT	xdsl
18	2068024	1	70	Efectivo	10/7/2017	10/7/2017	1272	CNT	xdsl
19	43848	1	51	Efectivo	8/3/2017	9/3/2017	52	CNT	xdsl
20	839353	1	91	Efectivo	27/3/2017	31/3/2017	399	CNT	xdsl
21	479639	1	115	Efectivo	1/11/2017	1/11/2017	1898	CNT	xdsl
22	722253	1	70	Efectivo	29/12/2017	30/12/2017	52	CNT	xdsl
23	27037	1	91	Efectivo	4/6/2017	6/6/2017	1328	CNT	xdsl
24	2508857	2	91	Efectivo	27/3/2017	1/4/2017	399	CNT	xdsl
25	246518	2	70	Efectivo	29/5/2017	30/5/2017	52	CNT	xdsl
26	2511844	1	70	Efectivo	25/1/2017	25/1/2017	52	CNT	xdsl
27	2068722	1	70	Efectivo	2/3/2017	2/3/2017	1339	CNT	xdsl
28	2623827	2	60	Efectivo	5/12/2017	8/12/2017	2003	CNT	gpon
29	2556764	1	60	Efectivo	2/5/2017	2/5/2017	2003	CNT	gpon
30	181866	1	70	Efectivo	16/11/2017	17/11/2017	1328	CNT	xdsl

*Continúa en la página siguiente.*

	Número	Conf.	Código	Tipo	Fecha	Fecha	Código		Medio
N°	Servicio		Reparación	Avería	Ingreso	Reparación	Distribuidor	Técnico	
31	431383	1	60	Efectivo	1/8/2017	2/8/2017	52	Otros	xdsl
32	845349	1	70	Efectivo	18/4/2017	18/4/2017	399	CNT	xdsl
33	187111	1	109	Efectivo	22/2/2017	22/2/2017	52	CNT	xdsl
34	234007	1	70	Efectivo	21/3/2017	28/3/2017	52	CNT	xdsl
35	599283	1	109	Efectivo	10/2/2017	11/2/2017	1272	CNT	xdsl
36	66007	1	60	Efectivo	17/11/2017	17/11/2017	1328	CNT	xdsl
37	114871	1	70	Efectivo	15/3/2017	21/3/2017	1272	CNT	xdsl
38	63707	1	115	Efectivo	28/3/2017	30/3/2017	399	CNT	xdsl
39	495848	1	91	Efectivo	15/3/2017	16/3/2017	2237	CNT	xdsl
40	502392	1	70	Efectivo	28/11/2017	4/12/2017	52	CNT	xdsl
41	842072	1	70	Efectivo	12/1/2017	20/1/2017	52	Otros	xdsl
42	35058	1	202	Efectivo	9/8/2017	9/8/2017	2003	Otros	gpon
43	431383	1	60	Efectivo	1/8/2017	2/8/2017	52	Otros	xdsl
44	2575552	1	70	Efectivo	12/10/2017	12/10/2017	2003	CNT	gpon
45	3113813	1	60	Efectivo	9/10/2017	14/10/2017	52	CNT	xdsl
46	2602778	1	109	Efectivo	25/4/2017	26/4/2017	52	CNT	xdsl
47	2080985	1	70	Efectivo	23/9/2017	25/9/2017	1328	CNT	xdsl
48	734961	1	51	Efectivo	24/7/2017	25/7/2017	2003	CNT	gpon
49	62867	3	51	Efectivo	22/3/2017	23/3/2017	52	CNT	xdsl
50	453211	1	109	Efectivo	29/3/2017	29/3/2017	1328	CNT	xdsl
51	159273	1	91	Efectivo	8/11/2017	11/11/2017	52	CNT	xdsl
52	632776	1	70	Efectivo	10/2/2017	10/2/2017	52	CNT	xdsl
53	2526174	1	60	Efectivo	28/4/2017	2/5/2017	2003	CNT	gpon
54	2338785	2	60	Efectivo	10/1/2017	11/1/2017	2003	CNT	gpon
55	848337	1	70	Efectivo	13/4/2017	24/4/2017	1272	CNT	xdsl
56	229004	2	70	Efectivo	5/1/2017	10/1/2017	52	CNT	xdsl
57	709896	1	60	Efectivo	10/4/2017	11/4/2017	52	CNT	xdsl
58	245768	1	51	Efectivo	2/5/2017	2/5/2017	52	CNT	xdsl
59	823888	1	60	Efectivo	17/1/2017	17/1/2017	52	CNT	xdsl
60	539353	1	109	Efectivo	6/4/2017	7/4/2017	52	CNT	xdsl

**Anexo I: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - xDSL**

	Número	Conf.	Código	Tipo	Fecha	Fecha	Código		Medio
N°	Servicio		Reparación	Avería	Ingreso	Reparación	Distribuidor	Técnico	
1	88925	1	70	Efectivo	30/1/2017	30/1/2017	52	CNT	xdsl
2	76452	1	109	Efectivo	7/2/2017	11/2/2017	52	CNT	xdsl
3	15045	1	60	Efectivo	8/5/2017	17/5/2017	52	CNT	xdsl
4	279651	1	60	Efectivo	21/2/2017	1/3/2017	1813	CNT	xdsl
5	267357	1	51	Efectivo	21/9/2017	21/9/2017	2244	CNT	xdsl
6	79359	1	91	Efectivo	5/6/2017	5/6/2017	1328	CNT	xdsl
7	439236	1	70	Efectivo	11/9/2017	11/9/2017	1328	CNT	xdsl
8	2302906	2	60	Efectivo	19/1/2017	20/1/2017	52	CNT	xdsl
9	881898	1	60	Efectivo	10/5/2017	10/5/2017	52	CNT	xdsl
10	890537	1	91	Efectivo	3/6/2017	5/6/2017	1328	CNT	xdsl
11	741292	2	115	Efectivo	3/8/2017	7/8/2017	1328	CNT	xdsl
12	3157364	1	70	Efectivo	11/12/2017	11/12/2017	1272	CNT	xdsl
13	714132	2	51	Efectivo	19/9/2017	19/9/2017	52	CNT	xdsl
14	76795	1	70	Efectivo	27/6/2017	27/6/2017	1272	CNT	xdsl
15	75750	1	91	Efectivo	5/6/2017	5/6/2017	1328	CNT	xdsl
16	67618	1	50	Efectivo	6/4/2017	6/4/2017	1813	CNT	xdsl
17	2460936	1	70	Efectivo	2/5/2017	3/5/2017	911	CNT	xdsl
18	2437983	1	109	Efectivo	25/4/2017	26/4/2017	52	CNT	xdsl
19	2511844	1	70	Efectivo	25/1/2017	25/1/2017	52	CNT	xdsl
20	745131	1	109	Efectivo	7/3/2017	13/3/2017	52	CNT	xdsl
21	805301	1	51	Efectivo	5/5/2017	8/5/2017	52	CNT	xdsl
22	54984	1	91	Efectivo	5/6/2017	6/6/2017	1328	CNT	xdsl
23	606220	4	70	Efectivo	13/12/2017	13/12/2017	1339	CNT	xdsl
24	897264	1	91	Efectivo	11/11/2017	13/11/2017	399	CNT	xdsl
25	479825	1	60	Efectivo	12/1/2017	13/1/2017	52	CNT	xdsl
26	713665	1	60	Efectivo	24/7/2017	25/7/2017	52	CNT	xdsl
27	2316950	1	91	Efectivo	7/11/2017	11/11/2017	1898	CNT	xdsl
28	784356	2	109	Efectivo	30/3/2017	31/3/2017	1813	CNT	xdsl
29	462337	2	202	Efectivo	8/12/2017	13/12/2017	399	CNT	xdsl
30	783307	1	207	Efectivo	6/1/2017	7/1/2017	399	CNT	xdsl

*Continúa en la página siguiente.*

N°	Número Servicio	Conf.	Código Reparación	Tipo Avería	Fecha Ingreso	Fecha Reparación	Código Distribuidor	Técnico	Medio
31	545923	1	70	Efectivo	8/12/2017	9/12/2017	1272	CNT	xdsl
32	126976	1	109	Efectivo	24/3/2017	24/3/2017	1339	CNT	xdsl
33	2523391	1	91	Efectivo	7/11/2017	11/11/2017	52	CNT	xdsl
34	502320	1	70	Efectivo	27/12/2017	27/12/2017	52	CNT	xdsl
35	2583465	1	202	Efectivo	18/10/2017	18/10/2017	52	CNT	xdsl
36	3150738	1	50	Efectivo	11/12/2017	15/12/2017	1813	CNT	xdsl
37	118423	1	109	Efectivo	21/3/2017	22/3/2017	52	CNT	xdsl
38	543608	1	60	Efectivo	3/3/2017	4/3/2017	52	CNT	xdsl
39	2622029	1	70	Efectivo	23/2/2017	4/3/2017	1272	CNT	xdsl
40	896224	1	91	Efectivo	9/11/2017	15/11/2017	52	CNT	xdsl
41	2517061	1	70	Efectivo	2/2/2017	2/2/2017	1272	CNT	xdsl
42	502603	1	109	Efectivo	1/3/2017	1/3/2017	52	CNT	xdsl
43	50986	1	91	Efectivo	5/6/2017	6/6/2017	1328	CNT	xdsl
44	794905	2	70	Efectivo	18/5/2017	19/5/2017	1898	CNT	xdsl
45	477037	1	202	Efectivo	23/6/2017	24/6/2017	52	CNT	xdsl
46	606220	4	70	Efectivo	13/12/2017	13/12/2017	1339	CNT	xdsl
47	2455831	1	70	Efectivo	20/3/2017	25/3/2017	1328	CNT	xdsl
48	159273	1	91	Efectivo	8/11/2017	11/11/2017	52	CNT	xdsl
49	763122	1	109	Efectivo	8/3/2017	8/3/2017	52	CNT	xdsl
50	2374091	2	70	Efectivo	28/3/2017	28/3/2017	52	CNT	xdsl
51	488951	1	50	Efectivo	17/4/2017	17/4/2017	52	CNT	xdsl
52	2386833	1	51	Efectivo	9/3/2017	10/3/2017	52	CNT	xdsl
53	2562379	1	109	Efectivo	20/2/2017	21/2/2017	52	CNT	xdsl
54	2087761	1	70	Efectivo	7/9/2017	7/9/2017	52	CNT	xdsl
55	495203	2	51	Efectivo	31/1/2017	31/1/2017	399	CNT	xdsl
56	499567	3	70	Efectivo	11/5/2017	11/5/2017	399	CNT	xdsl
57	26479	1	70	Efectivo	23/1/2017	25/1/2017	399	CNT	xdsl
58	2363072	1	207	Efectivo	28/3/2017	31/3/2017	399	CNT	xdsl
59	565085	1	115	Efectivo	6/2/2017	7/2/2017	52	CNT	xdsl
60	2330727	1	70	Efectivo	24/6/2017	26/6/2017	1272	CNT	xdsl

**Anexo J: Muestra de la Base de Datos de Ibarra Urbana - GPON**

	Número	Conf.	Código	Tipo	Fecha	Fecha	Código		Medio
N°	Servicio		Reparación	Avería	Ingreso	Reparación	Distribuidor	Técnico	
1	2570457	1	70	Efectivo	24/12/2017	26/12/2017	2003	CNT	gpon
2	35108	1	91	Efectivo	7/11/2017	9/11/2017	2003	CNT	gpon
3	288168	1	109	Efectivo	17/5/2017	18/5/2017	2003	CNT	gpon
4	239067	2	50	Efectivo	3/5/2017	3/5/2017	2003	CNT	gpon
5	21896	2	60	Efectivo	22/5/2017	22/5/2017	2003	CNT	gpon
6	3160598	3	202	Efectivo	19/12/2017	22/12/2017	2003	CNT	gpon
7	2597142	2	202	Efectivo	11/11/2017	15/11/2017	2003	CNT	gpon
8	2591682	1	91	Efectivo	23/1/2017	24/1/2017	2202	CNT	gpon
9	21896	2	60	Efectivo	22/5/2017	22/5/2017	2003	CNT	gpon
10	785125	1	60	Efectivo	13/9/2017	18/9/2017	2003	CNT	gpon
11	3131691	1	50	Efectivo	21/9/2017	22/9/2017	2003	CNT	gpon
12	226602	1	91	Efectivo	30/11/2017	1/12/2017	2003	CNT	gpon
13	618625	1	60	Efectivo	24/5/2017	25/5/2017	2003	CNT	gpon
14	2089523	1	202	Efectivo	28/7/2017	28/7/2017	2003	CNT	gpon
15	168534	1	202	Efectivo	13/7/2017	13/7/2017	2003	CNT	gpon
16	2510295	1	202	Efectivo	13/7/2017	14/7/2017	2003	CNT	gpon
17	831711	1	50	Efectivo	3/5/2017	3/5/2017	2003	CNT	gpon
18	2578171	1	60	Efectivo	13/2/2017	14/2/2017	2003	CNT	gpon
19	3160598	3	202	Efectivo	19/12/2017	22/12/2017	2003	CNT	gpon
20	2542854	1	109	Efectivo	21/4/2017	24/4/2017	2003	CNT	gpon
21	3102525	1	70	Efectivo	14/8/2017	16/8/2017	2003	CNT	gpon
22	2597400	1	60	Efectivo	17/5/2017	19/5/2017	2003	CNT	gpon
23	2059810	1	60	Efectivo	25/3/2017	27/3/2017	2003	CNT	gpon
24	177371	1	91	Efectivo	19/3/2017	21/3/2017	2003	CNT	gpon
25	283298	1	51	Efectivo	8/5/2017	8/5/2017	2003	CNT	gpon
26	2542559	1	70	Efectivo	19/12/2017	22/12/2017	2003	CNT	gpon
27	2517963	1	202	Efectivo	2/8/2017	2/8/2017	2003	Otros	gpon
28	3170015	3	202	Efectivo	21/12/2017	22/12/2017	2003	CNT	gpon
29	2618917	1	91	Efectivo	23/1/2017	24/1/2017	2202	CNT	gpon
30	2605857	1	70	Efectivo	11/8/2017	14/8/2017	2003	CNT	gpon

*Continúa en la página siguiente.*

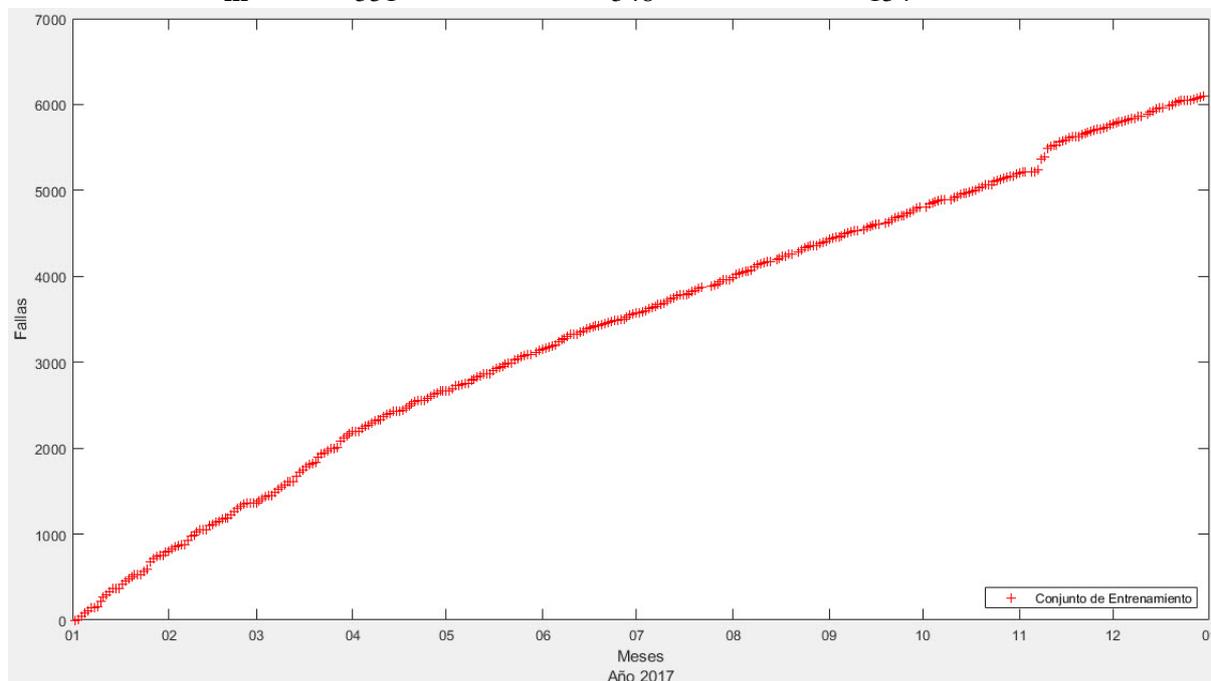
	Número	Conf.	Código	Tipo	Fecha	Fecha	Código		Medio
N°	Servicio		Reparación	Avería	Ingreso	Reparación	Distribuidor	Técnico	
31	436969	1	91	Efectivo	30/11/2017	1/12/2017	2003	CNT	gpon
32	499521	1	60	Efectivo	8/6/2017	9/6/2017	2003	CNT	gpon
33	2338785	2	60	Efectivo	13/1/2017	14/1/2017	2003	CNT	gpon
34	2517319	1	60	Efectivo	5/4/2017	7/4/2017	2003	CNT	gpon
35	2335107	1	91	Efectivo	7/11/2017	9/11/2017	2003	CNT	gpon
36	2352259	1	109	Efectivo	5/1/2017	6/1/2017	2003	CNT	gpon
37	2462072	1	60	Efectivo	26/6/2017	28/6/2017	2003	CNT	gpon
38	436969	1	91	Efectivo	30/11/2017	1/12/2017	2003	CNT	gpon
39	2542854	1	109	Efectivo	21/4/2017	24/4/2017	2003	CNT	gpon
40	808954	1	202	Efectivo	2/9/2017	4/9/2017	2202	CNT	gpon
41	517682	1	70	Efectivo	31/10/2017	31/10/2017	2003	CNT	gpon
42	2542559	1	70	Efectivo	19/12/2017	22/12/2017	2003	CNT	gpon
43	266305	1	60	Efectivo	18/4/2017	19/4/2017	2003	CNT	gpon
44	2343592	3	70	Efectivo	20/11/2017	22/11/2017	2003	CNT	gpon
45	2525851	1	60	Efectivo	16/5/2017	17/5/2017	2003	CNT	gpon
46	554376	1	51	Efectivo	26/7/2017	27/7/2017	2003	CNT	gpon
47	2555231	1	70	Efectivo	4/10/2017	6/10/2017	2003	CNT	gpon
48	2556386	1	60	Efectivo	6/2/2017	7/2/2017	2003	CNT	gpon
49	2359989	2	91	Efectivo	23/1/2017	24/1/2017	2202	CNT	gpon
50	809636	1	70	Efectivo	4/7/2017	5/7/2017	2003	CNT	gpon
51	2519520	1	70	Efectivo	6/12/2017	8/12/2017	2003	CNT	gpon
52	288168	1	109	Efectivo	17/5/2017	18/5/2017	2003	CNT	gpon
53	2570457	1	70	Efectivo	24/12/2017	26/12/2017	2003	CNT	gpon
54	2454668	1	60	Efectivo	6/2/2017	7/2/2017	2202	CNT	gpon
55	3118225	1	202	Efectivo	19/9/2017	20/9/2017	2003	CNT	gpon
56	2525851	1	60	Efectivo	16/5/2017	17/5/2017	2003	CNT	gpon
57	65751	1	91	Efectivo	21/1/2017	21/1/2017	2202	CNT	gpon
58	71571	1	91	Efectivo	20/3/2017	21/3/2017	2003	CNT	gpon
59	2375592	1	60	Efectivo	24/10/2017	25/10/2017	2003	CNT	gpon
60	2615656	1	70	Efectivo	12/10/2017	16/10/2017	2003	CNT	gpon

**Anexo K: Conjuntos de Entrenamiento**

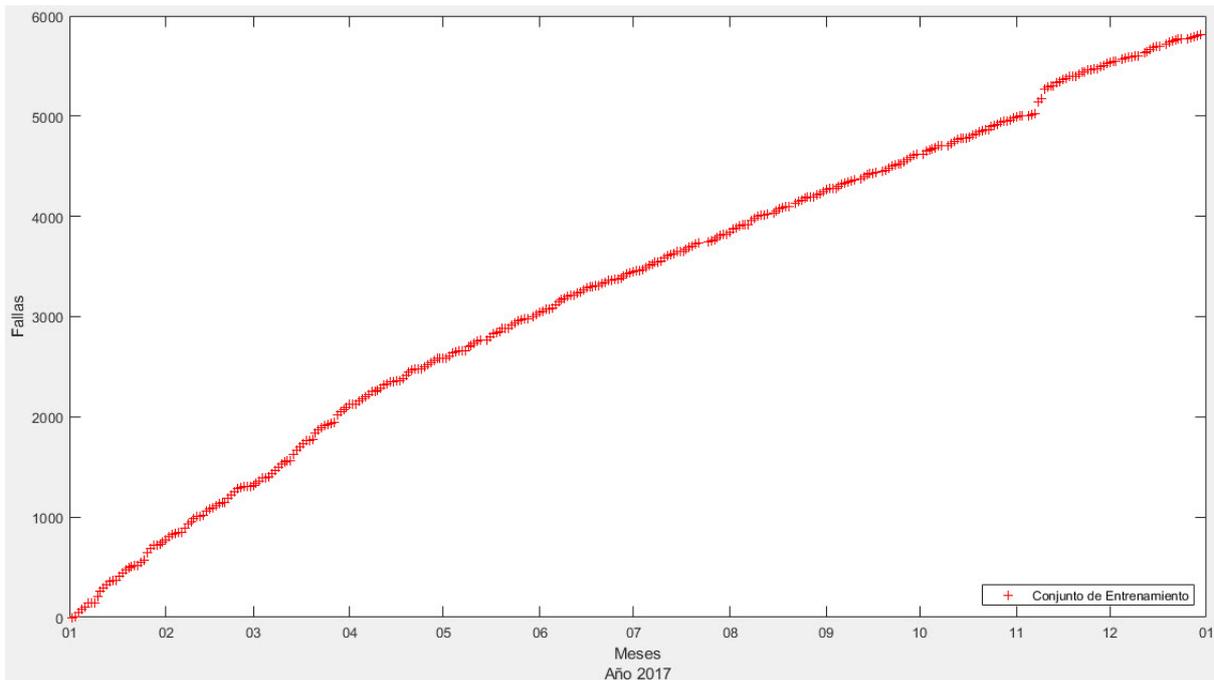
*Conjunto de entrenamiento de fechas de fallos en Imbabura*

<b>RImd</b>		<b>RImx</b>		<b>RImg</b>	
<b>Fecha</b>	<b>Fallas</b>	<b>Fecha</b>	<b>Fallas</b>	<b>Fecha</b>	<b>Fallas</b>
<b>x</b>	<b>y</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>x</b>	<b>y</b>
01/01/2017	0	01/01/2017	0	01/01/2017	0
02/01/2017	2	02/01/2017	2	03/01/2017	1
03/01/2017	48	03/01/2017	47	05/01/2017	3
04/01/2017	80	04/01/2017	79	10/01/2017	5
05/01/2017	107	05/01/2017	104	13/01/2017	6
06/01/2017	146	06/01/2017	143	16/01/2017	7
07/01/2017	147	07/01/2017	144	17/01/2017	8
08/01/2017	152	08/01/2017	149	18/01/2017	10
09/01/2017	212	09/01/2017	209	19/01/2017	12
10/01/2017	267	10/01/2017	262	20/01/2017	14
11/01/2017	298	11/01/2017	293	21/01/2017	16
12/01/2017	332	12/01/2017	327	23/01/2017	22
13/01/2017	365	13/01/2017	359	24/01/2017	24
14/01/2017	372	14/01/2017	366	25/01/2017	25
15/01/2017	373	15/01/2017	367	27/01/2017	26
...	...	...	...	...	...

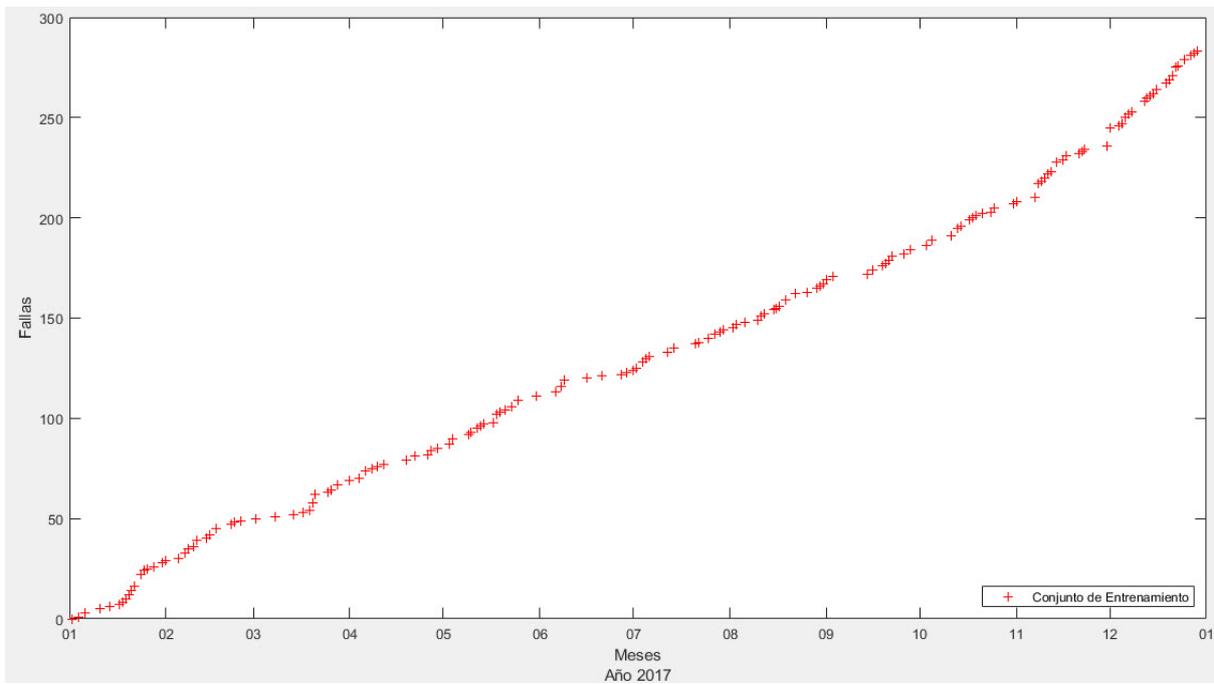
**m**                      351                      348                      154



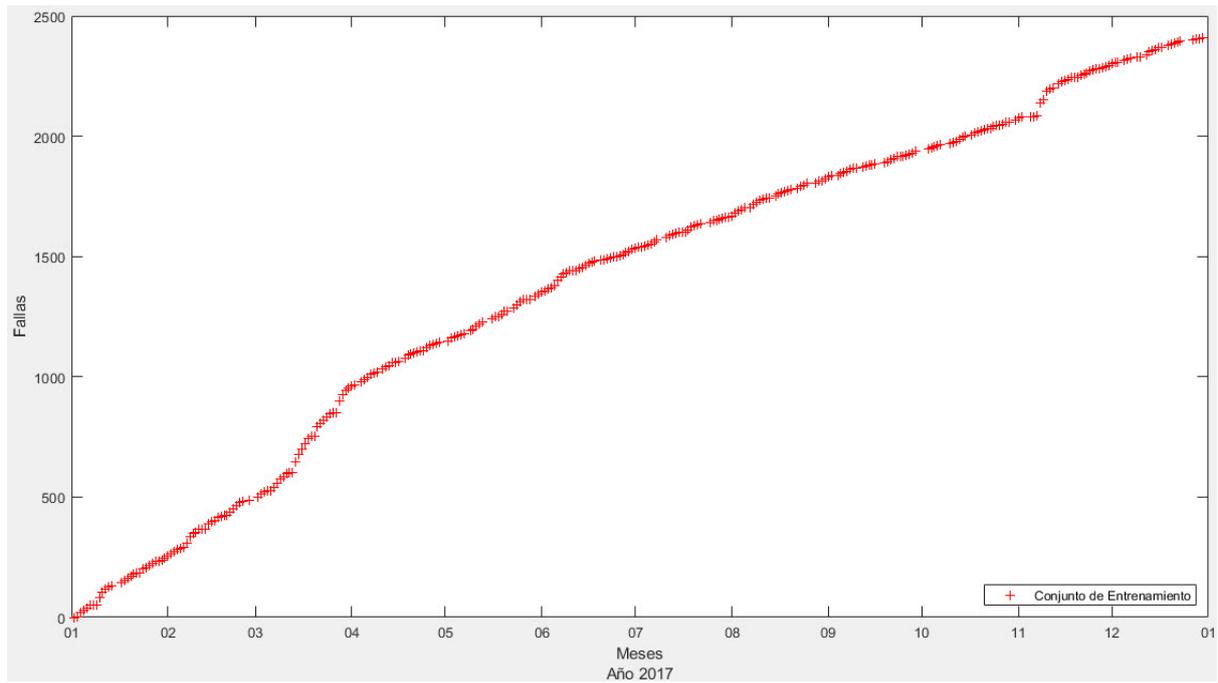
**Datos de la red en Imbabura**



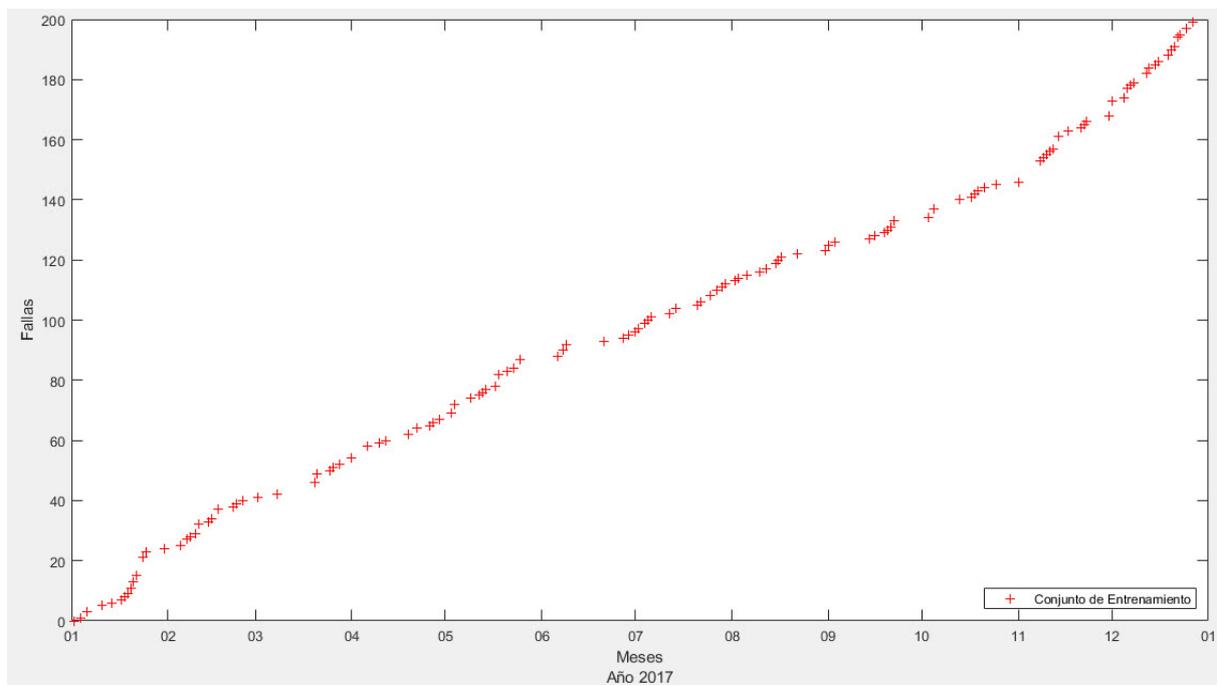
Datos de la red de cobre en Imbabura



Datos de la red de fibra óptica en Imbabura

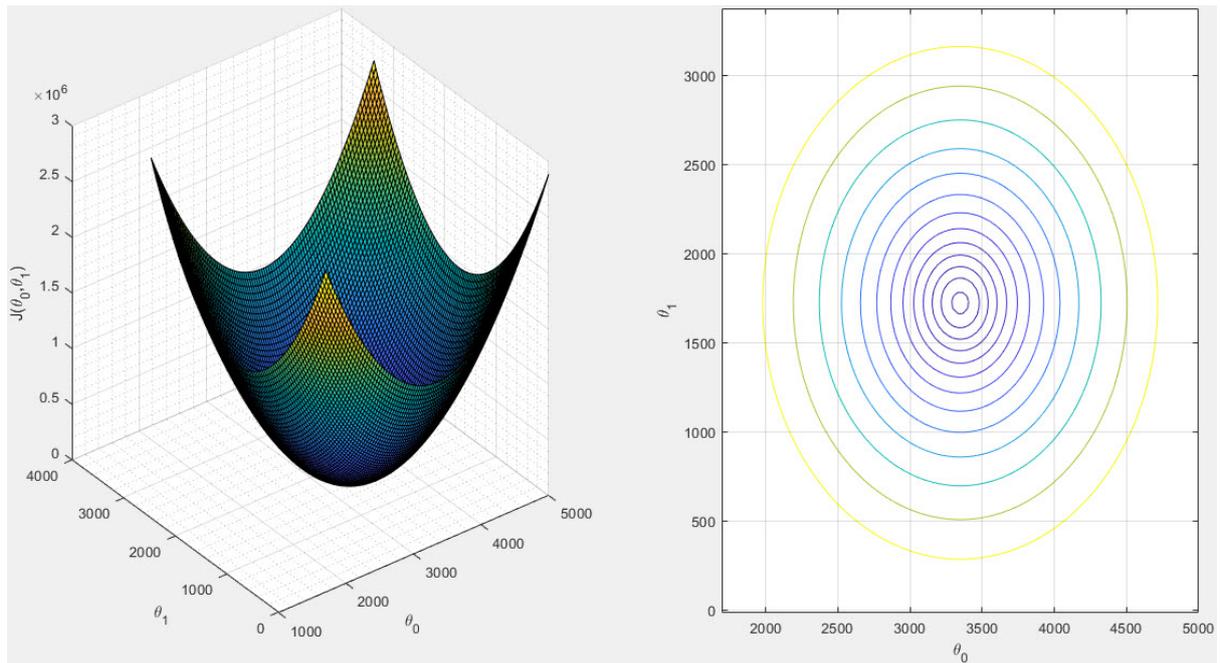


Datos de la red de cobre en Ibarra Urbana

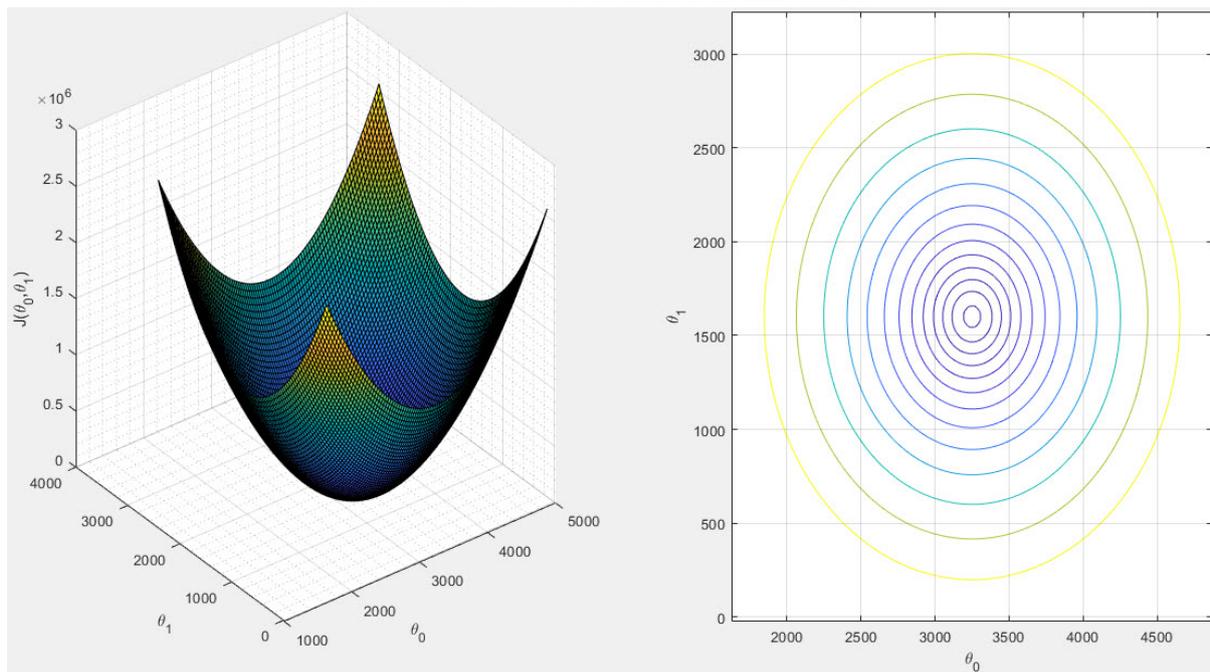


Datos de la red de fibra óptica en Ibarra Urbana

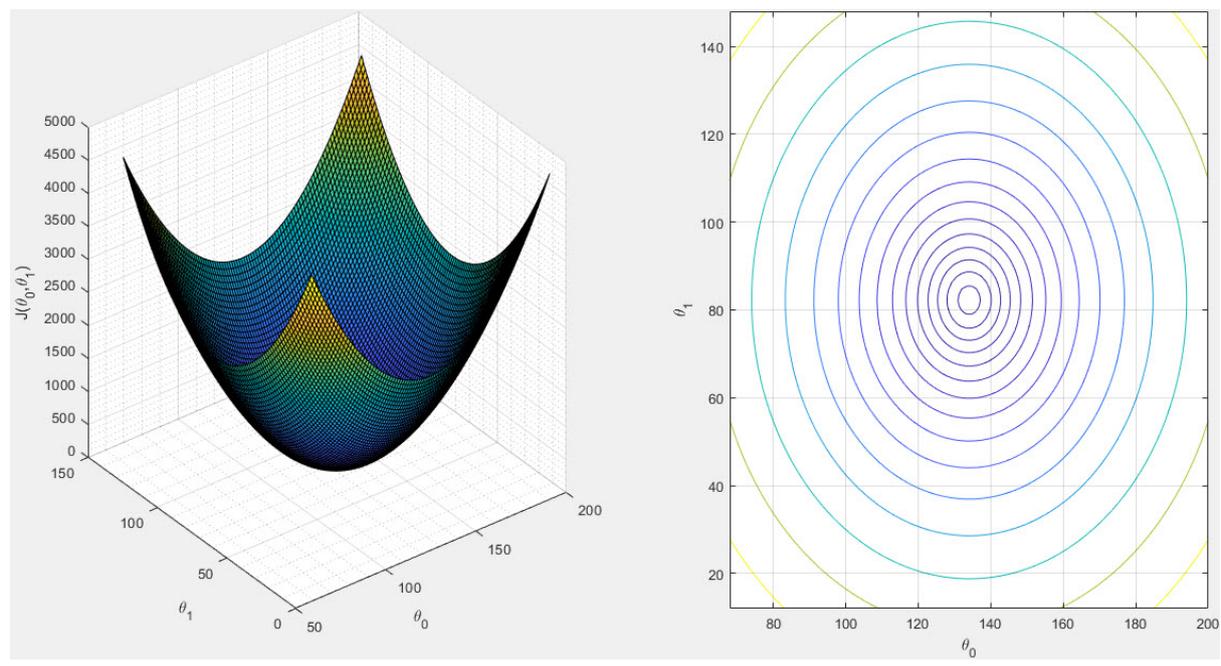
## Anexo L: Función de Costo



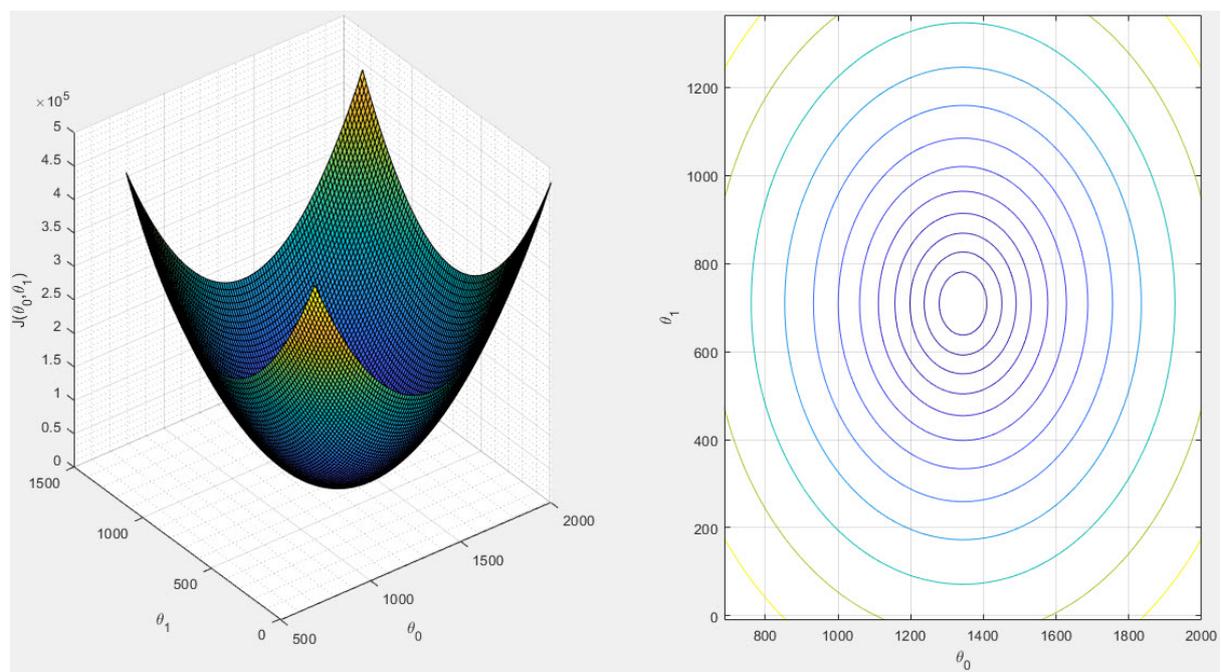
Función de Costo de la red en Imbabura



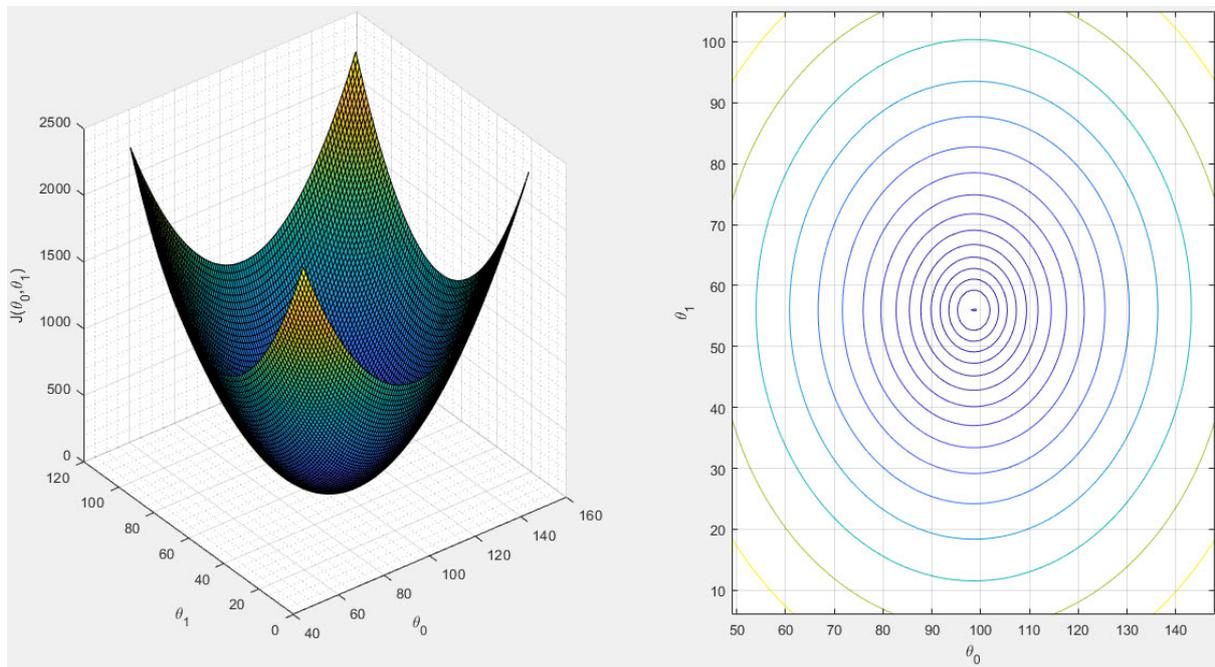
Función de Costo de la red de cobre en Imbabura



Función de Costo de la red de fibra óptica en Imbabura

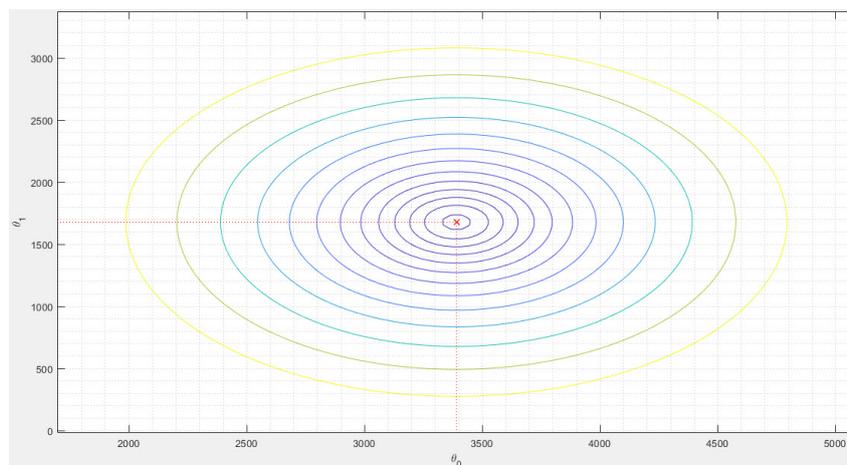


Función de Costo de la red de cobre en Ibarra Urbana

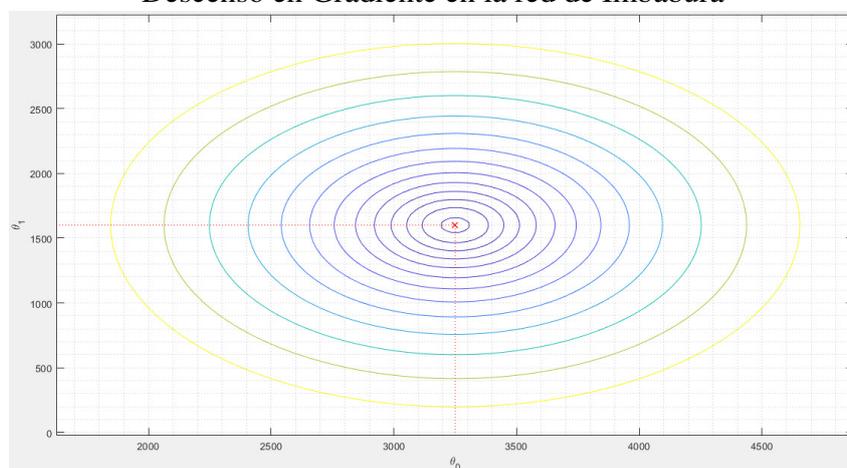


Función de Costo de la red de fibra óptica en Ibarra Urbana

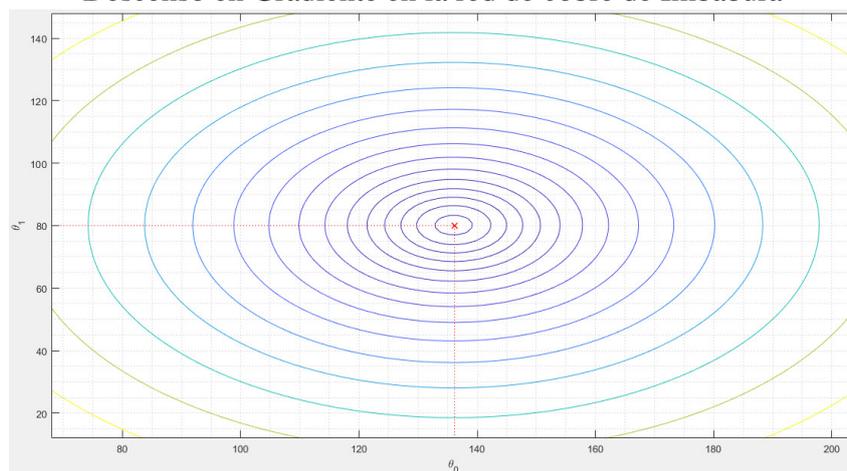
### Anexo M: Descenso en Gradiente



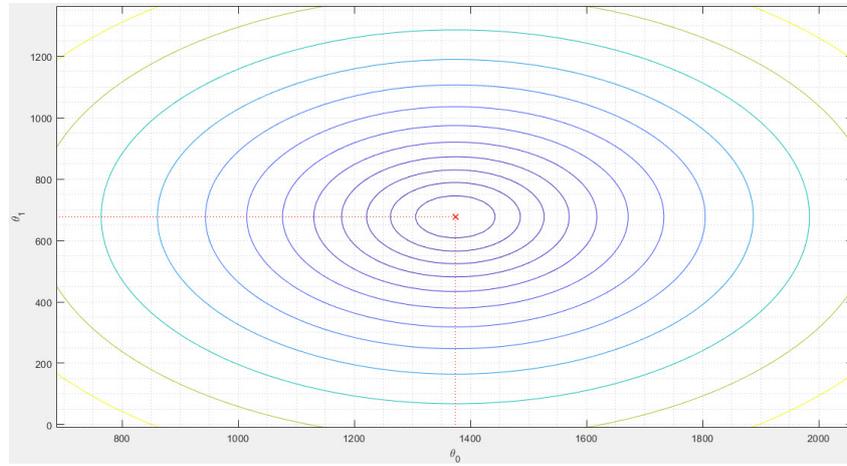
Descenso en Gradiente en la red de Imbabura



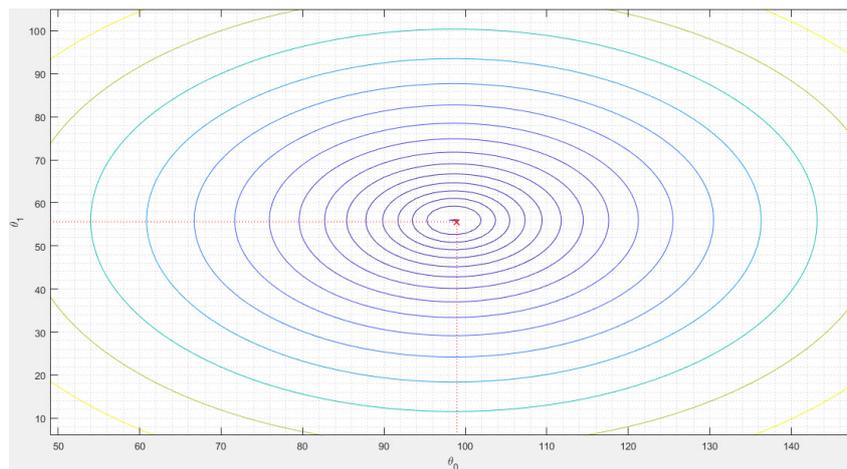
Descenso en Gradiente en la red de cobre de Imbabura



Descenso en Gradiente en la red de fibra óptica de Imbabura

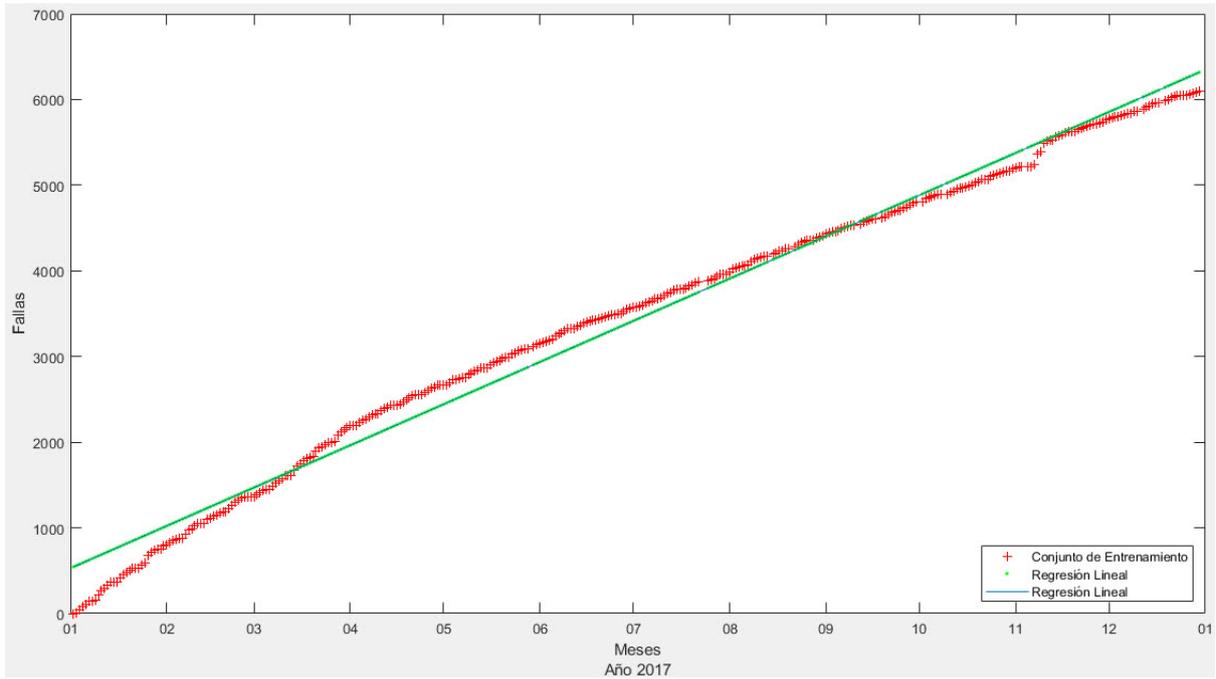


Descenso en Gradiente en la red de cobre de Ibarra Urbana

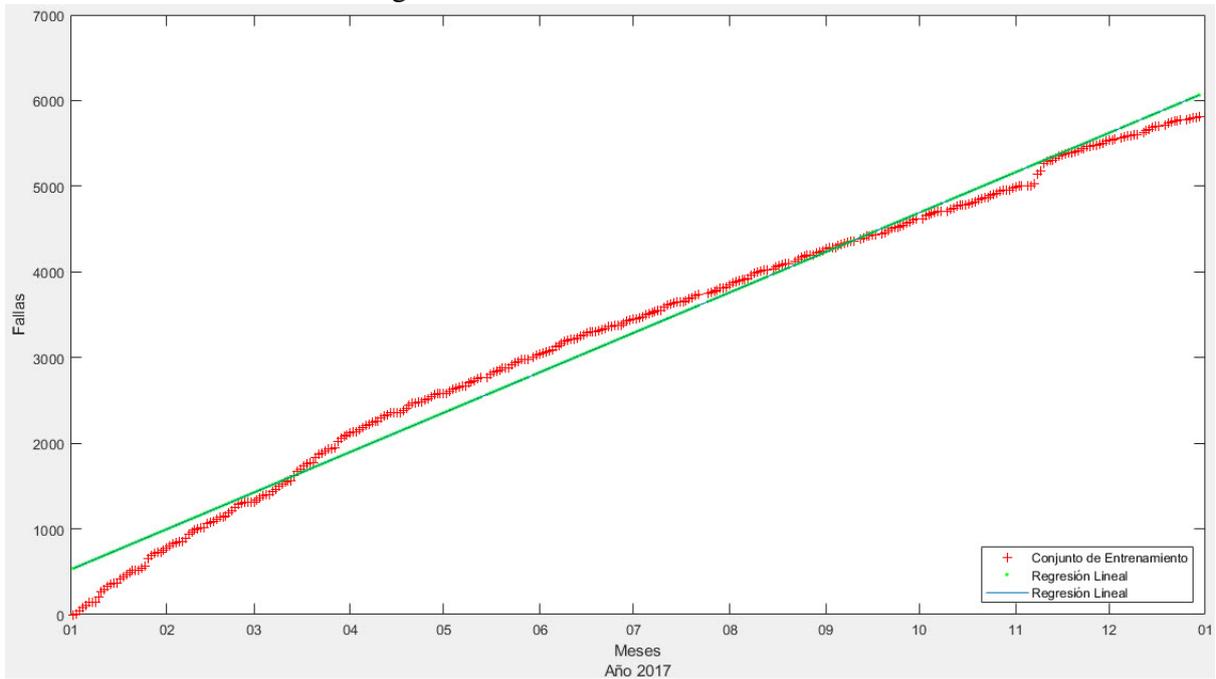


Descenso en Gradiente en la red de fibra óptica de Ibarra Urbana

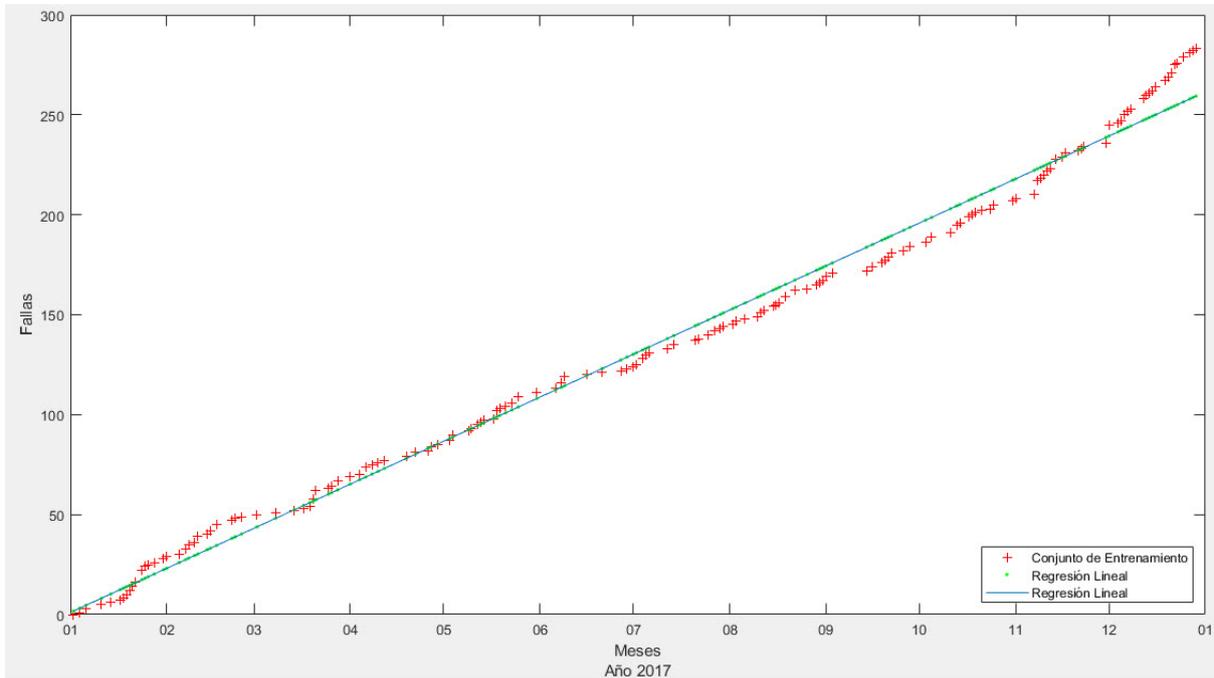
**Anexo N: Regresión Lineal**



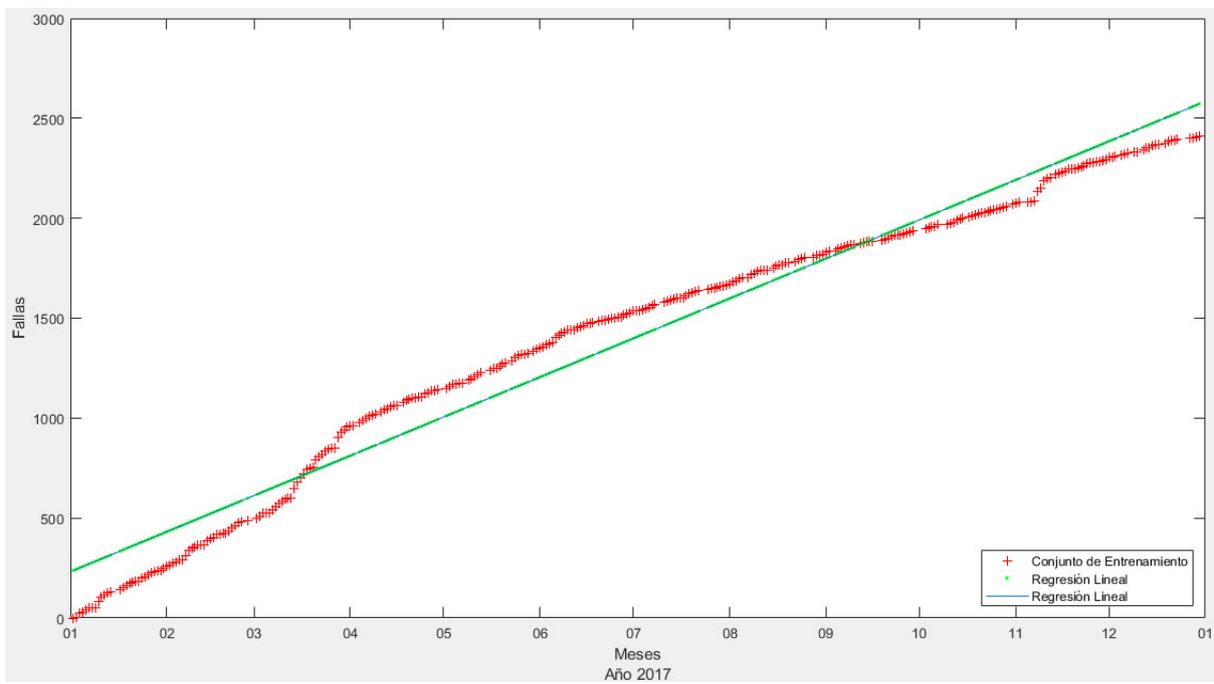
Regresión Lineal en la red de Imbabura



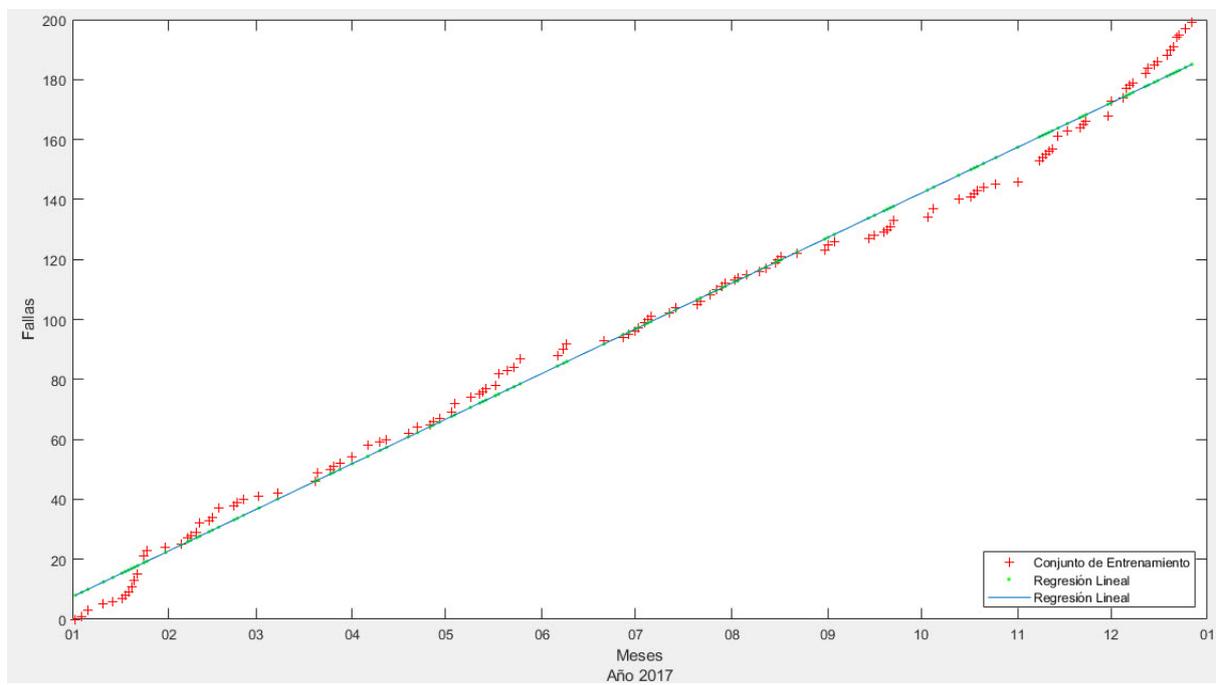
Regresión Lineal en la red de cobre de Imbabura



Regresión Lineal en la red de fibra óptica de Imbabura



Regresión Lineal en la red de cobre de Ibarra Urbana



Regresión Lineal en la red de fibra óptica de Ibarra Urbana