



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

"SCIENTIA HOMINIS SALUS"

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

***Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.***

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EMPRESA EFICIENTE AL  
SERVICIO DE ACCESO A INTERNET (SAI) DE ECUADOR CON EL  
FIN DE OBTENER UN PRECIO REFERENCIAL PARA LA  
REGULACIÓN Y FIJACIÓN DE PRECIOS DE ESTE SERVICIO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**BRIAN DANIEL FRÍAS JIMÉNEZ**

**DIRECTOR: ING. LUIS EFRÉN DÍAZ VILLACÍS**

**Quito, octubre de 2020**

## **AVAL**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Brian Daniel Frías Jiménez bajo mi supervisión.

---

**LUIS EFRÉN DÍAZ VILLACIS**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

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

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.

---

BRIAN DANIEL FRÍAS JIMÉNEZ

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este proyecto de titulación para todas las personas que brindan su tiempo y esfuerzo a mejorar los servicios y mercados de telecomunicaciones para que todos estemos conectados.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por guiarme a los lugares y personas correctas que me han permitido realizar este trabajo, de manera especial a mi tutor el Ing. Efrén Díaz que con su amistad, sus ideas, guía y apoyo se realizó este trabajo. De igual manera a la Ing. Anabel Arellano quien fue mi guía en el mundo regulatorio de las telecomunicaciones.

Agradezco a todo mi familia por la paciencia, apoyo y motivación brindada en todos los emprendimientos y metas que me he propuesto.

Agradezco también a mi pareja y amigos que con sus aportes y ayuda permitieron que el trabajo desarrollado sea un éxito.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 ALCANCE .....	2
1.3 MARCO TEÓRICO .....	3
1.3.1 Regulación de las telecomunicaciones.....	3
1.3.2 Internet.....	5
1.3.3 Mercado de acceso a internet.....	7
1.3.4 Precios de Internet .....	13
1.3.5 Tipos de Regulación.....	19
1.3.6 Regulación del Servicio de Acceso a Internet en Ecuador .....	23
2. METODOLOGÍA.....	41
2.1 Metodologías tarifarias.....	41
2.1.1. Regulación por tasa de retorno.....	41
2.1.2. Empresa Eficiente .....	42
2.1.3. Regulación price cap.....	42
2.1.4. International Benchmarking.....	43
2.2 Empresa eficiente .....	43
2.2.1 Opciones del Modelo de Empresa Eficiente.....	44
2.2.2 Conceptos y componentes para el desarrollo de la empresa eficiente .....	46
2.2.3 CÁLCULO TARIFARIO .....	50
2.2.4 APLICACIONES DEL MODELO EMPRESA EFICIENTE .....	54
3. APLICACIÓN DEL MODELO DE EMPRESA EFICIENTE .....	58
3.1 DEMANDA DEL SERVICIO SAI.....	58

3.1.1	ZONIFICACIÓN .....	59
3.1.2	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA .....	59
3.2	INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA EFICIENTE .....	65
3.2.1	SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA .....	65
3.2.2	TOPOLOGÍA.....	66
3.2.3	Presupuesto del enlace .....	68
3.2.4	Selección de equipos .....	70
3.2.5	Inversiones administrativas .....	74
3.2.6	Recursos humanos.....	76
3.2.7	Gastos operacionales.....	78
3.3	ANÁLISIS TARIFARIO .....	79
3.3.1	Cálculo de la tarifa de internet .....	79
3.3.2	Tarifa de Internet .....	85
3.4	Guía para la regulación .....	89
3.4.1	Marco legal .....	89
3.4.2	Análisis del mercado .....	89
3.4.3	Aplicar la regulación .....	90
3.4.4	Transición de tecnología .....	91
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	92
4.1	CONCLUSIONES .....	92
4.2	RECOMENDACIONES .....	94
5.	Referencias .....	96
6.	ANEXOS .....	99



## **RESUMEN**

El presente proyecto de titulación desarrolla los conceptos de regulación de Internet, servicio de acceso a internet y de aplicación de la metodología de Empresa Eficiente para obtener como resultado un valor del precio referencial del servicio de acceso a internet y su comparativa con los precios del mercado en Ecuador.

Se realiza el diseño de una empresa ficticia basada en las condiciones y circunstancias previas a la pandemia COVID19 en la parroquia San Juan de Quito, con el fin de ejemplificar, por una parte el diseño de una empresa para proveer el servicio, y por otra la aplicación de manera simplificada de la metodología regulatoria de Empresa Eficiente.

Finalmente se analiza y compara el precio propuesto para la regulación con los precios del mercado; además, se brinda una guía simplificada para una aplicación adecuada de la regulación del Servicio de Acceso a Internet (SAI)

**PALABRAS CLAVE:** Servicio de Acceso a Internet, Empresa Eficiente, Regulación

## **ABSTRACT**

This degree project develops the concepts of Internet regulation, Internet access service and the application of the efficient company methodology to obtain, as a result, a value of the reference price of the Internet access service and its comparison with market prices in Ecuador.

The design of a fictitious company is made based on the conditions and circumstances prior to the COVID19 pandemic in the San Juan de Quito parish, in order to exemplify, first the design of a company to provide the service, and on the other hand the simplified application of the Efficient Company regulatory methodology.

Finally, the proposed price for regulation is analyzed and compared with market prices; In addition, a simplified guide is provided for a proper application of the Internet Access Service (SAI) regulation.

**KEYWORDS:** Internet Access Service, Efficient Company, Regulation

# 1. INTRODUCCIÓN

La revolución tecnológica es un hecho que no se puede obviar en la actualidad. A nivel mundial, el internet se ha convertido en una herramienta indispensable desde la realización de tareas educativas, hasta el manejo de grandes negocios digitales. Además, el internet permite acceder a aplicaciones como WhatsApp, Facebook, Twitter y otras herramientas que son usadas para comunicarse entre amigos e inclusive para que las empresas se comuniquen y den una atención personalizada a sus clientes. También es evidente que la publicidad por internet y compras en línea son cada vez más populares y usadas.

Definir el internet es sencillo, pero ¿Qué tan fácil es acceder a internet? El internet puede verse como la red de computadoras interconectadas más grande del mundo, donde dichas maquinas pueden enviar y recibir información entre ellas. Por otra parte el acceso a internet no es tan sencillo para todas las personas. A nivel mundial el acceso a internet en el 2017 según los datos del Banco Mundial es de un 49,723% de la población, y si se acercan estos datos a la realidad ecuatoriana es de un 57%, apenas por encima de la media.

El acceso a internet de manera simple se interpreta como la capacidad de que una persona tenga un dispositivo con el cual pueda conectarse a la red de internet. ¿Por qué no todo el mundo se conecta a internet? Las mayores causas por las cuales, el acceso a internet es limitado según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) son: el precio o asequibilidad del servicio y la falta de habilidades digitales [1]. El precio es uno de los factores más complicados de tratar y es simple entender el por qué. El precio del servicio de acceso a internet en general es implantado por las empresas que proveen dicho servicio y como empresas persiguen obtener una utilidad del servicio que brindan.

¿Cómo saber el precio justo de los servicios de telecomunicaciones? La pregunta que todo ente Regulador quisiera conocer sin duda. Responder a esta pregunta no es nada sencillo, sin embargo, existen metodologías regulatorias que buscan acercarse a la respuesta correcta. Economías como la de Estados Unidos, con la regulación por precio tope, o la de Chile con la regulación por Empresa Eficiente han apostado por responder a esta pregunta. Los innumerables factores que influyen en los servicios de telecomunicaciones hacen que cada plan de regulación deba adaptarse a las circunstancias donde se aplica y al mismo tiempo mantener una constante actualización.

En Ecuador, la Regulación vigente no regula los precios del servicio de acceso a internet. La Ley Orgánica de Telecomunicaciones, en adelante LOT, es la ley que se encarga de la regulación y control de todos los servicios de telecomunicaciones en el país. A pesar de que la LOT en su artículo 144 da potestad a la Agencia de Regulación y Control de las

Telecomunicaciones, en adelante ARCOTEL, de regular los precios y tarifas de los servicios de telecomunicaciones, no existe un reglamento o metodología en el tema de regulación de precios.

El objetivo de este trabajo es proponer un valor referencial del precio que debería tener el Servicio de Acceso a Internet (SAI) en Ecuador para decidir si es necesaria la intervención o no del ente de regulación y control de las telecomunicaciones, ARCOTEL; además, proponer una posible metodología para la regulación de dicho servicio y mostrar el proceso actual que debe cumplir una empresa que quiere entrar a este mercado, en virtud de lo cual el ente regulador podrá identificar posibles fallas o ineficiencias en su regulación y tomar las medidas correctivas.

## **1.1 OBJETIVOS**

El objetivo general de este Proyecto Técnico es:

Aplicar la metodología de Empresa Eficiente al Servicio de Acceso a Internet (SAI) de Ecuador con el fin de obtener un precio referencial para la regulación y fijación de precios de este servicio.

Los objetivos específicos del Proyecto Técnico son:

- Diseñar una empresa (ficticia e ideal) que brinda el servicio SAI en una zona urbana de la ciudad de Quito para simular un caso real.
- Analizar las tecnologías disponibles para brindar un servicio SAI en el país mediante una comparativa de las mismas para la elección de la tecnología más adecuada para la zona objetivo del proyecto.
- Analizar los procesos y gastos que enfrentan las empresas del SAI con el fin de identificar gastos muy altos o perjudiciales para poder establecer el precio final al público sobre la base de la regulación vigente.
- Esbozar una metodología regulatoria que pudiera aplicarse en el país, en caso de requerirse una regulación de precios en el servicio SAI.

## **1.2 ALCANCE**

El presente trabajo busca proporcionar una guía para el costeo del servicio SAI con fines regulatorios usando el modelo de Empresa Eficiente y aplicándolo a una empresa simulada que servirá como modelo, y que ayudará a obtener un precio estimado de lo que cuesta brindar el servicio SAI en una zona urbana de la ciudad de Quito.

El desarrollo del trabajo se enfoca en el acceso residencial y el acceso minorista a internet, y además se dividirá el servicio SAI en acceso fijo de internet y acceso móvil de internet, siendo abarcado por este proyecto el internet fijo. Los datos que se usarán, se procurará que sean datos publicados por la ARCOTEL sobre empresas establecidas en el mercado, caso contrario se usarán datos y estadísticas oficiales brindadas por organismos nacionales e internacionales.

El estudio abarca todos los procesos jurídicos que deben cumplir las empresas, detalles técnicos, financieros y administrativos, buscando abarcar todos los aspectos que conlleva poner en funcionamiento la empresa y con estos procesos detallados se obtendrá un precio final calculado al público. El cálculo se lo realiza utilizando el modelo de Empresa Eficiente, el cual permite usar un modelo de negocios que determina las tarifas de los servicios de acuerdo a los costos que tendría una empresa que provee los servicios con las tecnologías más eficientes disponibles en el mercado y que organiza de manera óptima su operación [2].

Asimismo se acogerá propuestas de regulación tanto de organismos internacionales como de países de Latinoamérica para brindar una visión de la metodología regulatoria que puede aplicarse en el país.

El estudio aspira dar un punto de vista acerca de la regulación del servicio SAI en el país, sin pretender imponer una nueva regulación, por lo contrario se busca brindar alternativas y proponer un posible caso de estudio que puede darse en el país. Así también, este estudio plantea posibles nuevas investigaciones sobre los temas que no se profundizan y que deben afrontarse desde otras perspectivas con la finalidad de crear posibles escenarios que puedan beneficiar al sector estratégico de las telecomunicaciones en el país y a los ciudadanos del Ecuador.

## **1.3 MARCO TEÓRICO**

### **1.3.1 REGULACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES**

La regulación de los servicios de telecomunicaciones a nivel global ha provocado largos y controversiales debates sobre la manera en que debe administrarse o regularse. La forma de administrar el internet debe acomodarse a las circunstancias del lugar donde se brinda, por lo que cada nación tendrá una regulación propia. En temas técnicos, el internet necesita una estandarización global que permita asegurar una interoperabilidad entre las redes del mundo, pero en temas políticos su manejo debe ser acorde al país donde se desarrollan. La creciente oferta de servicios que facilita el internet lo ha convertido en un

eje estratégico de desarrollo a nivel mundial. En el caso de Ecuador, la Constitución de la República reconoce a las telecomunicaciones como un sector estratégico. [3]

Resumiendo la historia de la regulación de las telecomunicaciones, en un principio los primeros servicios brindados eran dominados por los Estados o gobiernos de cada país, es decir eran empresas públicas. En el afán de liberar los mercados para mejorar la oferta de servicios, se realizó la venta de estas empresas para que sean manejadas y administradas por manos privadas. Este cambio de dueño de la empresa dominante del mercado de telecomunicaciones provocó algunas mejoras al mercado en el aspecto de la competencia, pero también originó el problema de la regulación sobre los mercados donde no se desarrolló una correcta y leal competencia.

En los primeros años, la regulación se realizaba por medio de negociaciones entre la empresa dominante y el regulador, también entre la empresa dominante y los nuevos competidores del mercado. Los resultados de estas negociaciones como métodos de regulación provocaron el incremento del dominio del operador preponderante y una serie de fracasos para motivar la competencia del mercado [2].

La evolución en los métodos de regulación de las telecomunicaciones fue optándose por sistemas más técnicos. De esta manera se generó una dinámica que aplicaba esquemas que permitían una mejor modelación de los costos del mercado y por ende una mejor regulación de los mismos.

El objetivo de la regulación siempre será corregir las fallas de un mercado por medio de acciones, reglas o normas que permitan este fin. Incentivar la competencia por sí misma entre los proveedores del mercado es el mejor camino; sin embargo, cuando el mercado no funciona bien, lo correcto es destinar recursos a subsanar las “fallas del mercado”. La meta será lograr un mercado que funcione o imite las condiciones de un mercado con competencia perfecta.

La competencia perfecta en un mercado ocurre cuando existe un gran número de empresas que entran y salen de manera libre del mercado (sin barreras de entrada o salida), ofertando productos homogéneos donde ningún agente del mercado puede influir de manera relevante en los precios. Además, la competencia debe cumplirse bajo dos condiciones de manera simultánea, las cuales son: productiva y asignativa [2]. Las empresas tienen que minimizar sus gastos de producción y mantener la calidad de sus productos (productiva), a la vez que incrementan el número de unidades producidas (asignativa).

Al igual que un mercado puede tener fallas, la regulación por su parte también está expuesta a equivocarse en sus acciones. Una mala regulación puede [4]:

- Desviar los costos a un sector inapropiado.
- Provocar un exceso de gastos administrativos sin obtener resultados favorables.
- Sobreponer los intereses políticos a los intereses económicos y técnicos.
- Provocar un incentivo inadecuado y afectar a la eficiencia productiva debido a la fijación de un costo.

Implementar una regulación es una decisión compleja. Para decidir regular un mercado o un servicio, es importante un análisis previo al mercado y donde el objetivo sea mejorar la competencia y la asignación de recursos del mismo. Además, es importante prever los gastos administrativos que conlleva la regulación, ya que es bueno intervenir siempre y cuando los costos que conlleva sean menores a los beneficios esperados. Una regulación bien aplicada será aquella que corrija las ineficiencias del mercado.

### **1.3.2 INTERNET**

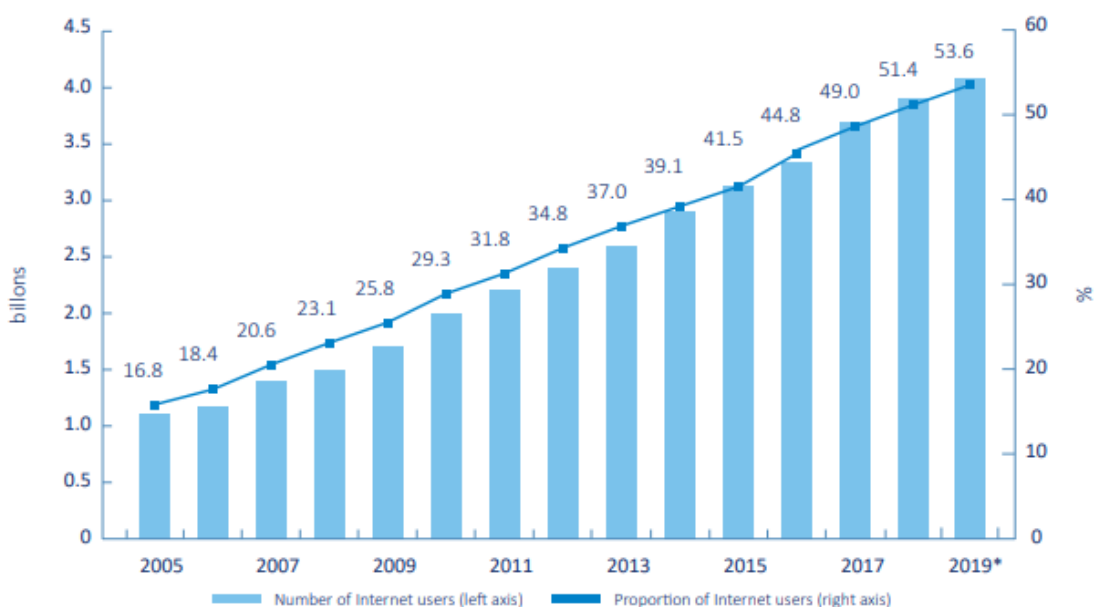
El nacimiento de internet se remonta a 1969, cuando la red ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network), creada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, logró transmitir un mensaje entre distintos ordenadores ubicados en la Universidad de California y la Universidad de Utah. Luego de varios años de desarrollo y pruebas, la ARPANET se declara operacional; sin embargo, hasta 1990 aproximadamente, el internet era de uso científico exclusivamente [5]. En la década de los noventa con el surgimiento de nuevos protocolos como el de Hipertexto y navegadores como el World Wide Web se permitió que el uso del internet se generalice. La expansión de esta nueva red se logró gracias a protocolos como el TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) que permitió la interoperabilidad de redes heterogéneas, otorgando un sistema de direccionamiento que permita llegar a todas las subredes de la red mundial de internet [5].

Dicha expansión permitió que el internet se incorpore a Ecuador en la misma década. Ecuánex fue la institución que brindó el servicio de internet por primera vez en el país en el año 1991. El segundo nodo de internet fue proporcionado por la Corporación Ecuatoriana de Información en 1992 llamado Ecuánex [6]. Desde ese entonces el internet ha cambiado y evolucionado de acuerdo a las innovaciones tecnológicas para el acceso a internet y regulaciones que han surgido con los años.

Hoy en día el funcionamiento del internet ha cambiado y ha revolucionado la forma de comunicarse, de hacer comercio; también la salud, el entretenimiento, la educación, el trabajo e inclusive las relaciones entre personas han cambiado. El internet se ha convertido en una herramienta de uso diario.

El acceso a internet puede funcionar como una herramienta potenciadora del crecimiento, tanto económico como social, ya que permite que las personas puedan empoderarse de la tecnología y de los servicios que esta le brinda. A nivel mundial, las tecnologías que se pueden alcanzar con el internet son vistas por las sociedades y gobiernos como un facilitador para el crecimiento económico, inclusión social y enriquecimiento cultural.

Actualmente, el uso del servicio de internet a nivel mundial supera a la mitad de la población como podemos observar en la siguiente gráfica:



**Figura 1-1** Uso del servicio de internet [7]

Los datos específicos sobre el año 2019 se encuentran estimados por la ITU pero reflejan que el uso de internet se encuentra en un constante crecimiento. Es importante observar que la diferencia entre el 2005 y el 2019 es alrededor de 37%, lo que demuestra que el uso del servicio de internet aumenta aproximadamente a un 3% anual. El desarrollo de nuevas y más baratas tecnologías ha ayudado a este incremento.

Es de esperarse que los países más desarrollados sean aquellos donde la mayor parte de su población usa internet. En el caso de Ecuador se tiene que al menos más de la mitad de la población usa el internet, en datos más exactos, para el año 2020 el 69% de la población usa internet [8].



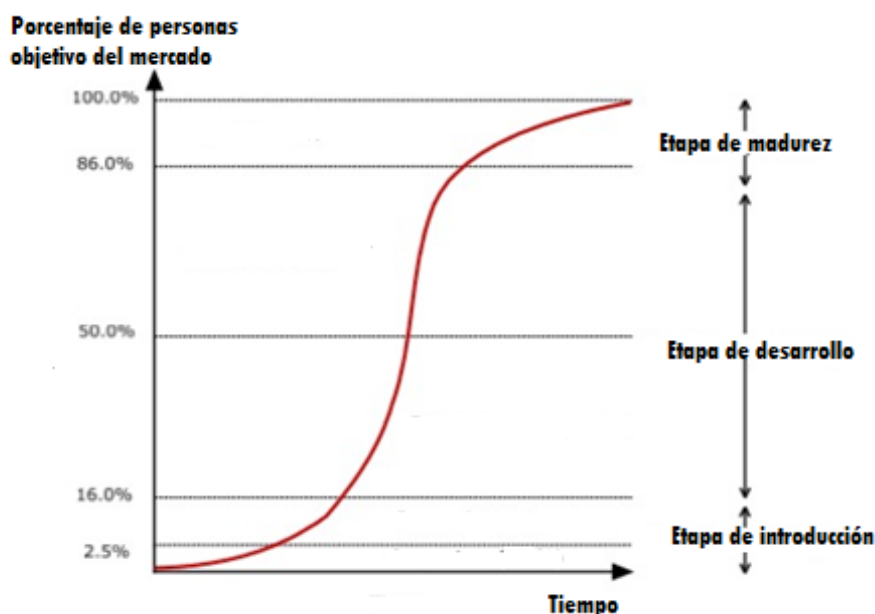
### **1.3.3 MERCADO DE ACCESO A INTERNET**

El mercado de internet de banda ancha se caracteriza por grandes inversiones en infraestructura, variaciones en los servicios a los que se tiene acceso y una demanda cambiante. El internet de banda ancha tiene por delante el desarrollo de nuevas aplicaciones que pueden aprovechar los proveedores de servicios y las empresas que se encuentran en la cadena de producción, agregación de valor y distribución.

Un mercado que se encuentra desarrollándose de manera libre y sin regulación puede ser víctima de serios problemas cuando la competencia no es adecuada, y el mercado de telecomunicaciones no es la excepción. La ausencia de un control y análisis adecuado de la información proporcionada del mercado, pueden provocar que el regulador omita que existen malas prácticas por parte de los proveedores preponderantes al realizar convenios, acuerdos o negociaciones injustas con otros proveedores.

Las negociaciones que generalmente existen entre los proveedores son la compartición de infraestructura y los cargos de dicha compartición. En adición a los problemas que se desarrollan en la competencia de cualquier mercado, el mercado de telecomunicaciones plantea una barrera intrínseca a su giro de negocio para la entrada y salida de nuevos competidores. Esta barrera es el nivel de inversión que se requiere para montar una infraestructura de red, el mantenimiento, operación y la estructura administrativa.

La curva de difusión de Everat Rogers suele usarse para representar el desarrollo de un producto o servicio en el mercado y tiene una forma parecida a la "S". La forma característica de esta curva representa que existe una adopción del producto o servicio, lenta al comienzo que luego se acelera notablemente hasta alcanzar un nivel de saturación o estabilización en su etapa de madurez. Por lo tanto, la curva posee tres etapas: introducción, desarrollo y madurez. La curva de difusión del servicio de acceso a internet de banda ancha no es la excepción y adopta la misma forma de la "S".



**Figura 1-2** Curva de distribución de banda ancha [4]

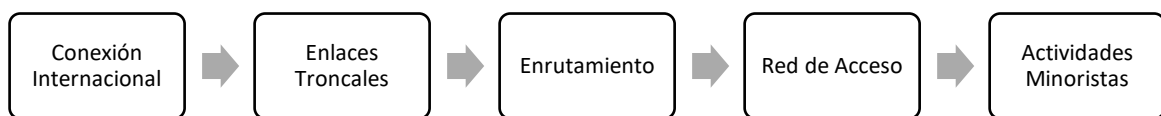
La curva de la figura 1-2 aplicada al mercado de banda ancha puede explicarse de la siguiente manera: la etapa de introducción viene a ser el periodo en el que los proveedores realizan la inversión en la infraestructura de la red de telecomunicaciones; la etapa de desarrollo refleja al servicio de internet como un producto masivo y donde los proveedores obtienen sus ganancias y recuperación de la inversión llegando a ser auto-sostenibles; la etapa de madurez muestra una disminución de la tasa de adquisición de clientes e inclusive llega a disminuir.

La regulación puede provocar distintos resultados en cada etapa de la curva de difusión, por lo tanto, la regulación debe ser diferente en cada etapa, es decir que los entes reguladores deberán adoptar políticas para cada escenario.

La etapa de madurez de los mercados de acceso a internet o de banda ancha tiene nuevos problemas que otros mercados no presentan, debido a que es un producto no uniforme ni estático. En este aspecto es importante que el ente regulador adopte una regulación de precios ex ante que deje un margen para el desarrollo de la competencia y el desarrollo de nuevos servicios. Primero se debe identificar el punto de la cadena de suministro del servicio de banda ancha donde se puede aplicar control sobre los precios. Los conceptos de mercado son por un lado el sector mayorista, y por el otro el sector minorista. Para cada enfoque debe existir una regulación adecuada y focalizada. También se puede conceptualizar cada servicio de internet de banda ancha por separado para pensar en una regulación por servicios.

### 1.3.3.1 Cadena de Suministro de Internet

Para proveer el servicio de internet existe una cadena de suministros. El inicio de la cadena tiene a la conexión internacional que permite enlazarse a la red mundial de internet. El siguiente eslabón en la cadena son las redes que transportan el tráfico de datos entre la conexión internacional y el resto de enlaces nacionales, estas redes se las conoce como redes troncales. En el tercer nivel de la cadena de suministro se encuentra el enrutamiento de los datos, donde se encuentra la inteligencia de la red. La red de acceso es el penúltimo eslabón. Finalmente la cadena termina con las actividades minoristas, el mercadeo, la atención al cliente, la facturación, etc. [4].



**Figura 1-3** Cadena de suministro de Internet [4]

1. La conexión internacional suele brindarse por proveedores muy grandes o dedicados a dicha tarea. Esta conexión se da con la utilización de cable submarino; sin embargo, también puede brindarse por medio de conexión terrestre o satelital, inclusive puede ser una combinación de las tecnologías lo que permita concretar la conexión internacional.
2. Los enlaces troncales suelen ser grandes redes que transportan mucho tráfico de datos y lo encaminan entre puntos nacionales de la red o hacia la conexión internacional. Las tecnologías aplicadas son por lo general la fibra óptica, enlaces microondas o conexiones satelitales.
3. El enrutamiento de los datos es esencial, permite que se transporte los datos de un punto origen en la red a otro punto destino de la red. Este sistema es inteligente ya que debe manejar y diferenciar mucho tráfico de distintos clientes, además de dar soporte, escalabilidad y enlaces de respaldo.
4. Las redes de acceso suelen usar todo tipo de tecnología de acuerdo a las necesidades y la zona geográfica de los clientes. Pueden usarse tecnologías de fibra, enlaces inalámbricos o satelitales. En Ecuador la tecnología más usada para brindar este servicio de acceso a internet es la fibra óptica [9]. En este eslabón es donde suele suceder la reventa de servicios de telecomunicaciones por parte de

proveedores pequeños para cubrir zonas donde el acceso al servicio de internet no es brindado por los grandes operadores.

5. Las actividades minoristas varían de acuerdo a cada proveedor, y generalmente buscan captar clientes mediante la entrega de promociones o servicios adicionales a la provisión de internet.

Tomando como referencia la cadena de suministro de internet de la Figura 1-3, se puede entender como mercado mayorista a los proveedores que manejan los eslabones de la conexión internacional, enlaces troncales y enrutamiento; por otra parte el mercado minorista ocuparía los dos últimos eslabones de la red de acceso y actividades minoristas.

### **1.3.3.2 Proveedores integrados verticalmente**

Los proveedores integrados verticalmente suelen participar en varios eslabones de la cadena de producción de suministro de internet, y por lo tanto actúan brindando servicios mayoristas y minoristas. Estos proveedores tienen una ventaja al participar en el mercado minorista que puede evidenciarse en el precio de su servicio o en la calidad del mismo respecto a proveedores que no tienen participación en el mercado mayorista. Esta diferencia se da principalmente por los costos reducidos que tiene el proveedor integrado al dominar eslabones de la cadena del mercado mayorista.

En un mercado minorista regulado, el proveedor integrado verticalmente puede entrar en una competencia con ventaja ya que sus costos mayoristas no están analizados, y por ende podrá brindar, por el mismo precio regulado minorista, mayores niveles de calidad o servicios adicionales que la competencia no podrá igualar. Esto es un problema para la regulación y para la competencia del mercado ya que supone una desventaja para la entrada de nuevos competidores minoristas en los sectores donde el proveedor integrado es dominante.

Para la regulación es importante entender a los proveedores integrados y su participación del mercado para evitar que dichos proveedores abusen de su situación en el mercado. Por ejemplo, en el caso de un proveedor de internet que solo participa en el mercado minorista (llamado proveedor X) el cual se dedica a la reventa del servicio de internet, para revender el servicio debe contratarlo a un proveedor mayorista (llamado proveedor Y), el costo del servicio que contrata X a Y no podrá ser optimizado ya que depende del precio al que adquiere dicho servicio. Cuando un producto o servicio es clave para la reproducción de servicios minoristas, el proveedor mayorista puede exigir pagar a sus clientes precios altos.

Si suponemos que la misma empresa Y, que vende el suministro de internet a la empresa X, también participa en el mercado minorista, es fácil percibir que el proveedor integrado (Y) influye en el precio de su competencia. Como la regulación minorista no analiza los costos mayoristas del proveedor, este puede implantar el precio que para sus objetivos vea conveniente. El proveedor Y, si desea encarecer el servicio minorista de su competencia solo debe subir el costo del suministro mayorista que le vende, creando una clara desventaja para el proveedor X como se muestra en la Figura 1-4.



**Figura 1-4** Costo proveedor mayorista vs costo proveedor minorista

Si se tiene un mercado minorista al cual se le aplica una regulación con fijación de precios, existe una clara desventaja para el proveedor minorista respecto al proveedor integrado. Para el proveedor X no le es rentable ofrecer un producto con las mismas características que el producto de su competencia, ya que cuenta con costos por el servicio mayorista contratado más altos que los percibidos por Y. Como muestra la Figura 1-4 los costos mayoristas influyen mucho en el precio del servicio minorista y si el proveedor mayorista quiere incurrir en malas prácticas competitivas, puede hacer que el servicio mayorista suba de costo y/o disminuir el precio del servicio minorista, haciendo que otros proveedores no sean capaces de competir. Implantar un precio regulado, sin tomar en cuenta el análisis de los proveedores podría reflejarse en una regulación que no cumpla con su papel de mejorar la competencia, e inclusive podría empeorarla.

### **1.3.3.3 Rol del Regulador en el mercado de telecomunicaciones**

En general, el trabajo de un regulador se encamina en varios intereses. Un regulador en el sector de las telecomunicaciones buscará el desarrollo correcto de su mercado con el fin de beneficiar a la mayor parte de la población. Para alcanzar sus objetivos el regulador estará encargado de crear normativas legales para el sector y supervisar el cumplimiento de dicha normativa. Generar mayor penetración del servicio, mayor inversión en el mercado, reducción de tarifas, calidad en el servicio y llegar con su mercado a las zonas geográficamente aisladas son objetivos comunes de los reguladores.

El momento de actuar de un regulador, es cuando se detectan fallas en el mercado o un comportamiento inadecuado por parte de los actores del mismo. El regulador tendrá que estar amparado en una ley que le permita actuar y aplicar acciones que permitan corregir dichas fallas o malos comportamientos. Esto es mucho más notorio cuando se refiere a la calidad de los servicios y a las tarifas de los mismos.

La forma de actuar del regulador dependerá mucho de la etapa de la cadena de suministro donde se va aplicar. Lo ideal es que el regulador actúe para evitar prácticas anticompetitivas o solucionar problemas ya identificados del mercado. Si el regulador realiza el análisis de mercado e interviene en base a los resultados de dicho análisis, ahorra recursos y mejora los resultados.

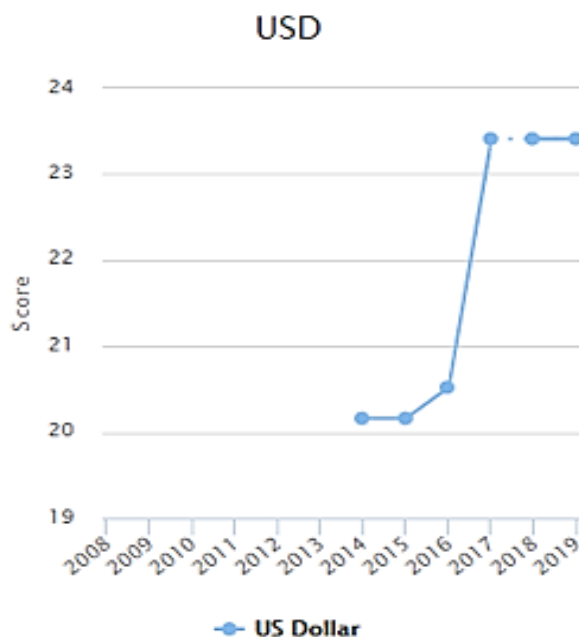
La aplicación de una regulación inapropiada o en la etapa equivocada de la curva de difusión de internet puede llevar a distorsionar el mercado e inclusive dañarlo en el largo plazo. Debido a esto, la prioridad del ente regulador será identificar la etapa en la que se encuentra el mercado, luego encontrar los factores que caracterizan la oferta y la demanda, y posteriormente aplicar una regulación que permita atacar a la brecha de acceso al servicio que se observará claramente una vez que el mercado ya esté en su etapa de madurez.

La intervención del ente regulador en los precios de un mercado es algo arriesgado y debe manejarse con mucha precaución ya que al largo plazo puede detener el desarrollo de ese mercado. Una regulación incorrecta en un mercado puede ocasionar una distorsión de los precios y una desmotivación a la inversión [4].

La importancia de regular los precios minoristas radica en garantizar que el proveedor integrado verticalmente no use su poder para incurrir en prácticas anticompetitivas. Lo ideal es que la participación del ente regulador permita garantizar que los precios minoristas no sean anticompetitivos. El regulador deberá verificar que dicho precio y características, que

propone el regulador integrado, sean alcanzables por el resto de actores del mercado para que exista competencia.

### 1.3.4 PRECIOS DE INTERNET



**Figura 1-5** Precios de Internet de Ecuador de acuerdo a la ITU [7]

Para el tratamiento de los precios de la banda ancha existe una normativa vigente publicada en el año 2019, donde la ITU plantea ciertas pautas que sirven de guía inclusive para que organizaciones gubernamentales puedan obtener dichos datos basados en la norma.

La recopilación de precios de internet de banda ancha fija, se realiza por medio de una cesta de productos o servicios que el acceso a internet incluye. A continuación se realiza un resumen de las normas principales basadas en el documento de la ITU [10]:

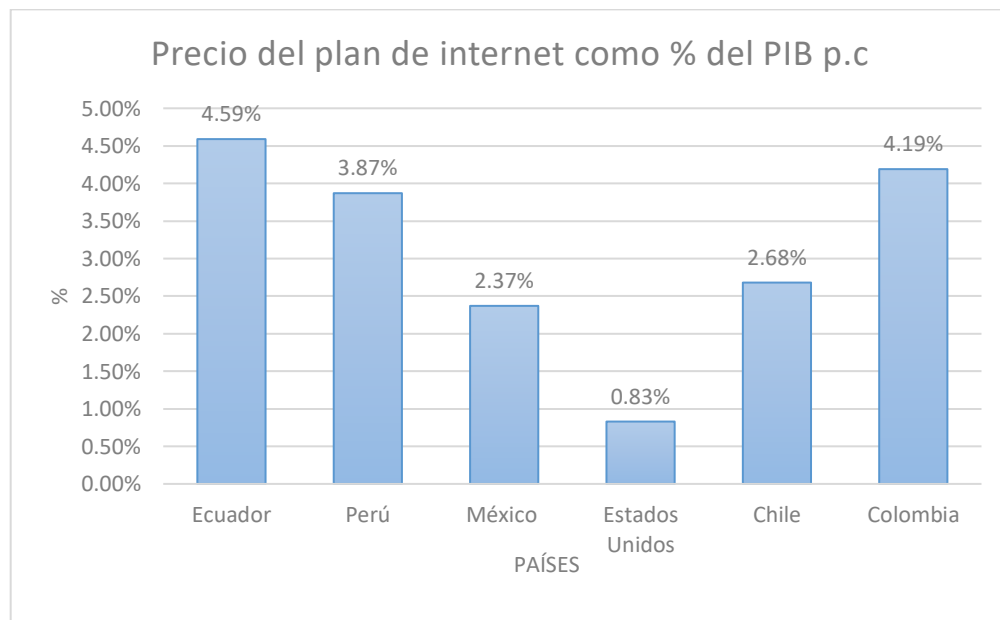
- Se usa el precio del operador con mayor número de abonados.
- Los precios se basan en la moneda en la que se anuncian y deben incluir impuestos.
- Se recopilan solo precios residenciales.
- Se selecciona el plan más económico en base a un uso mensual de 5 gigabytes (GB) con una velocidad mínima de descarga de 256 kbit/s.
- No se toman en cuenta planes que contemplen un límite en el horario de uso.
- Se contempla el precio de los planes que se contratan para un periodo de 12 meses, o el más cercano a dicho periodo.

- Se selecciona el precio del servicio de banda ancha con la tecnología de acceso más usada en el país.
- No se consideran los precios de planes promocionales, sino solo de las tarifas habituales.

**Tabla 1-1** Planes de banda ancha de acuerdo a la cesta de precios de la ITU [11]

	Colombia	Chile	Estados Unidos	México	Perú	Ecuador
Precio del plan (USD)	\$ 21,62	\$ 32,73	\$ 43,54	\$ 18,14	\$ 18,86	\$ 23,41
Velocidad del plan (Mbit/s)	5	30	100	10	10	5

La cesta de precios para el servicio móvil y el servicio fijo de la ITU se encuentra vigente desde el 2018. Para el caso de estudio de este trabajo, la cesta de interés es la que contempla el acceso a internet fijo. La cesta del servicio de internet fijo considera una velocidad de descarga mayor a 256 Kbit/s para un uso de 5GB mensuales, tal como lo menciona la normativa.



**Figura 1-6** Tarifa de internet de banda ancha fijo como porcentaje del PIB de acuerdo a la ITU

En la Tabla 1-1 se puede comparar en base a los datos de la ITU (2019), los distintos precios incluidos impuestos de cada país que se obtuvo de las encuestas realizadas para

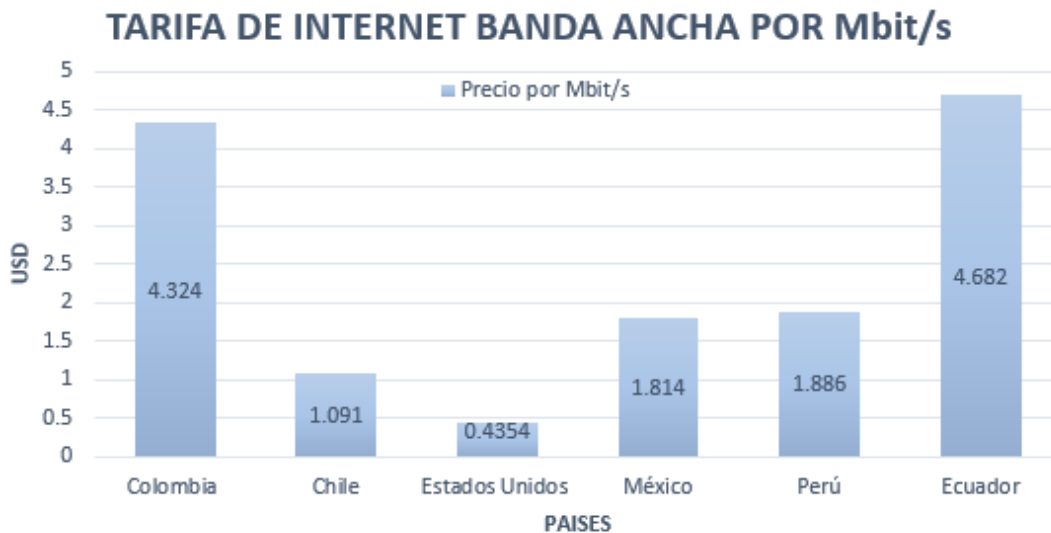


la cesta de internet fijo. Los precios, de acuerdo a la norma vigente estarán basados en el proveedor que tenga más abonados en la tecnología de acceso más usada en el país.

En el caso de Ecuador, el servicio cuenta con características de uso mensual ilimitado, con una velocidad de descarga de 5 kbit/s y una tasa de impuesto del 12%, además de acuerdo a los datos de la ARCOTEL, la tecnología más usada es la fibra óptica para el año 2019. El PIB per cápita anual para Ecuador es de 6080 USD en el año 2019 de acuerdo al Banco Mundial. Con las características mencionadas, La tarifa plana y mensual del servicio es de 23.41 dólares que constituye un gasto de 280.92 dólares al año que representan un 4.6% del PIB per cápita anual.

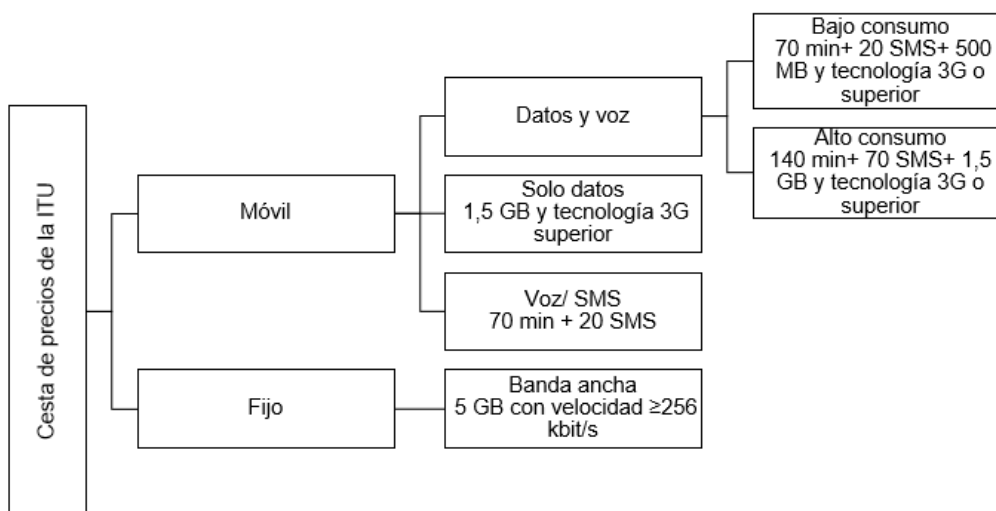
En comparación con los otros países indicados en la Figura 1-6, el valor de internet en Ecuador representa un valor más alto respecto al PIB p.c. por lo que podría considerarse el país con el servicio más costoso. La diferencia con USA es muy grande, aparentemente es más costoso; sin embargo, representa un valor muy pequeño respecto al PIB p.c. y esto es una muestra de la brecha tecnológica existente entre los países desarrollados, y los países en vías de desarrollo. Comparando a Ecuador con países de la región como Colombia, se tiene valores muy similares, pero al compararse con Chile o Perú la situación no es favorable para el país. La comparación puede ser algo subjetiva si no se conocen las características de los planes en cada país, ya que la cesta es muy amplia. Para obtener una comparación de precios más objetiva y una medida de asequibilidad del servicio se toma en cuenta el valor por Megabit por segundo.

De acuerdo a Figura 1-7 los valores por Mbit/s brindan una visión más objetiva de los costos del servicio de internet. Los valores por 1 Mbit/s pueden considerarse una medida de asequibilidad del servicio [12] y ponen en contexto que el precio de internet del país se encuentra por encima de países vecinos con economías similares a Ecuador.



**Figura 1-7** Comparativa de precio por Mbit/s en países de América

Para un análisis de la asequibilidad del servicio de acceso a internet fijo puede recurrirse a comparaciones directas, entre distintos operadores del país; o comparaciones internacionales, utilizando el porcentaje del PIB per cápita y una conversión de la moneda. Para realizar las respectivas comparaciones se utilizan las cestas de precios. Como se indicó en el apartado 2.2.3, los precios suelen ser altos al inicio debido a la poca demanda del servicio; pero disminuyen a medida que la cantidad de abonados se incrementa. El precio en relación a los ingresos de los consumidores se considera muchas veces como el mayor obstáculo para la utilización de servicios de telecomunicaciones; y por esto los precios se representan como un porcentaje del PIB per cápita que se convierte en una medida de asequibilidad de cada país.



**Figura 1-8** Cesta de precios de la ITU

El fin de la cesta de precios es usarla para obtener datos y comparaciones de una manera poco específica ya que no toma en cuenta aspectos como la cantidad de abonados, servicios adicionales o promociones; pero de manera generalizada brinda una visión de un precio ponderado. Se necesitan datos comparables para que los reguladores puedan contrastar los precios y determinar las tendencias del mercado.

Para obtener una referencia sobre la asequibilidad, se toma en cuenta el objetivo de la comisión de la UIT/UNESCO sobre la Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible que define un servicio de acceso a internet de banda ancha en un precio menor al 2% del PIB per cápita mensual. Este objetivo se espera alcanzar para el año 2025.

Los precios del servicio de internet han disminuido a escala mundial gracias al incremento de usuarios, por lo tanto la tendencia es a que los servicios de telecomunicaciones se vuelvan más asequibles con el tiempo. La reducción de los precios es muy importante para que cada vez más hogares tengan acceso a la información, teletrabajo, aprendizaje a distancia, etc.; sin embargo, no es el único tema que afecta a la penetración y uso del servicio de internet, como la falta de contenido local o en el idioma local, nivel de educación, falta de conocimientos digitales, o una mala calidad del servicio.

#### **1.3.4.1 Regulación de precios**

Generalmente en economías desarrolladas, la competencia en los mercados ha generado precios bajos del servicio de acceso a internet; sin embargo, en otras economías estos precios no son asequibles para la mayoría de la población. Para combatir este problema, la regulación de precios del servicio de acceso a internet es una medida atractiva para los mercados que no se han desarrollado por completo.

La regulación de precios es comúnmente usada como una herramienta para asegurar la competencia del mercado, especialmente cuando uno o algunos proveedores poseen un poder significativo en el mismo. En Ecuador, el poder de mercado se define de acuerdo a la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado publicada en Registro Oficial Suplemento 555 de 13-oct-2011, que en su artículo 7 menciona: *“Es la capacidad de los operadores económicos para influir significativamente en el mercado. Dicha capacidad de puede alcanzar de manera individual o colectiva. [...]”*. Además, la ley ibídem en su artículo 8 brinda los siguientes criterios para determinar si un operador tiene poder de mercado [13]:

- a) *Su participación en ese mercado, de forma directa o a través de personas naturales o jurídicas vinculadas, y su posibilidad de fijar precios unilateralmente o de restringir, en forma*

- sustancial, el abastecimiento en el mercado relevante, sin que los demás agentes económicos puedan, en la actualidad o en el futuro, contrarrestar ese poder.*
- b) La existencia de barreras a la entrada y salida, de tipo legal, contractual, económico o estratégico; y, los elementos que, previsiblemente, puedan alterar tanto esas barreras como la oferta de otros competidores.*
  - c) La existencia de competidores, clientes o proveedores y su respectiva capacidad de ejercer poder de mercado.*
  - d) Las posibilidades de acceso del operador económico y sus competidores a las fuentes de insumos, información, redes de distribución, crédito o tecnología.*
  - e) Su comportamiento reciente.*
  - f) La disputabilidad del mercado.*
  - g) Las características de la oferta y la demanda de los bienes o servicios; y,*
  - h) El grado en que el bien o el servicio de que se trate sea sustituible, por otro de origen nacional o extranjero, considerando las posibilidades tecnológicas y el grado en que los consumidores cuenten con sustitutos y el tiempo requerido para efectuar tal sustitución.*

Para el mercado de telecomunicaciones es importante definir a qué operador se lo puede denominar como preponderante y en Ecuador la LOT, en su artículo 33 menciona que un operador con poder de mercado es aquel que: “[...] *tenga la capacidad para influir significativamente en el mercado. [...] cuando en forma efectiva, controle, directa o indirectamente los precios de un mercado [...]*”. El mercado donde tiene poder el operador preponderante puede también ser una zona geográfica determinada o inclusive la interconexión a su red. Además el mismo artículo menciona que un operador de servicios es preponderante cuando tenga más del 50% de los abonados [14].

Aquellos operadores que son dominantes, debido a su influencia en el mercado, pueden tentarse o caer en malas prácticas competitivas. Las malas prácticas de los operadores dominantes dañan el mercado y afectan no solo a otros proveedores sino también a los demás actores del mercado como los consumidores y el regulador. Las malas prácticas de mercado consideradas en Ecuador se pueden revisar en el artículo 9 sobre el abuso de poder de mercado de la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado.

Algunos de los grandes desafíos que tienen los reguladores para aplicar una fijación de precios en el mercado, además de los difíciles cálculos económicos que existen por la naturaleza de las redes, son también la falta de colaboración o resistencia que tienen los operadores a liberar su información. La información de los operadores es clave para el proceso de regulación. Suponiendo que los proveedores entregaran su información, el problema sigue existiendo ya que al organismo encargado de la regulación le es difícil comprobar que los datos entregados son reales.

## **1.3.5 TIPOS DE REGULACIÓN**

### **1.3.5.1 Regulación ex ante**

La regulación ex ante es una intervención anticipada que utiliza controles específicos del Gobierno para prevenir acciones o resultados socialmente indeseables en los mercados; o dirigir la actividad del mercado hacia fines socialmente deseables. Se refiere principalmente a la estructura del mercado: el número de empresas y el nivel de concentración del mercado, las condiciones de entrada y el grado de diferenciación del producto. Una regulación ex ante puede facilitar la competencia y a la vez prevenir ciertos comportamientos anticompetitivos.

En Ecuador la LOT, dentro de los objetivos correspondientes a la regulación de los servicios de telecomunicaciones, señala el establecer un marco legal con una regulación ex ante que permita fomentar y preservar la buena competencia en los mercados del sector de las telecomunicaciones propendiendo a la reducción de tarifas y a la mejora de la calidad de los servicios.

### **1.3.5.2 Regulación ex post**

La regulación ex post aborda las acusaciones específicas de comportamiento anticompetitivo o abuso de mercado y tiene como objetivo corregir la mala conducta a través de una lista de opciones de aplicación que incluyen multas, medidas cautelares o prohibiciones. Se refiere principalmente a la conducta del mercado: el comportamiento de una empresa con respecto, tanto a sus competidores como a sus clientes.

### **1.3.5.3 Regulación de precios mayoristas**

La regulación de los precios en los mercados mayoristas es la manera más fácil de crear precios competitivos en el acceso a internet del mercado minorista. Lo más importante es realizar un análisis al mercado y de los proveedores para identificar cual es la empresa dominante.

Una opción para el mercado mayorista es que el proveedor dominante facilite el acceso a su infraestructura como una herramienta para posibilitar la entrada de nuevos competidores. El uso de la infraestructura del operador dominante, por parte de otros operadores deberá ser negociado con el fin de alcanzar un beneficio para ambos operadores. En la negociación es importante la participación del regulador para equilibrar los beneficios percibidos de la compartición de la infraestructura a cada operador.

En cuestión de uso de recursos escasos, en Ecuador, el artículo 106 de la LOT menciona que para la compartición de infraestructura física los operadores interesados podrán negociar y acordar las condiciones técnicas, económicas y legales mediante la suscripción de un convenio. Estos acuerdos son revisados y aprobados por la ARCOTEL e inscritos en el Registro Público de Telecomunicaciones. La negociación entre los interesados tiene un plazo de 30 días desde la fecha de la solicitud por una de las partes; de no llegarse a un acuerdo al final del plazo, la ARCOTEL tiene 30 días adicionales para imponer una compartición forzosa, determinando las condiciones técnicas, jurídicas y económicas.

#### **1.3.5.4 Regulación de precios minoristas**

Cuando la regulación mayorista no sea posible o no tenga el impacto deseado en el mercado, es necesaria una regulación minorista. ¿Por qué la fijación de precios minoristas puede dañar al mercado? La regulación de precios minoristas tiene un alto riesgo. Los servicios de acceso minoristas no son simples servicios de acceso, suelen incluir varios servicios para agregar valor, y por lo tanto plantear un solo precio es complicado. Lo ideal será encontrar un servicio estándar, que cuente con la calidad suficiente que requiere el servicio de acceso a internet y que sea asequible para los usuarios. En este caso puede considerarse una capacidad o ancho de banda común con ciertas características que aseguren un buen servicio, también considerar una cesta de servicios o características, de esta forma otros servicios con características adicionales al estándar provoca cierta libertad para generar competencia entre los proveedores. En el desarrollo de este trabajo, el análisis está basado en el acceso a internet fijo.

#### **1.3.5.5 Regulación de acuerdo a la infraestructura**

Antes de establecer la regulación, el ente regulador debe plantearse un objetivo claro sobre lo que quiere lograr en el mercado. Una de las consideraciones a tomar en cuenta es qué se desea potenciar para la competencia del mercado. Por un lado puede ser el ingreso de nuevos proveedores con su propia infraestructura, y por otro, el ingreso de proveedores con una infraestructura alquilada.

La elección del método para cuantificar los costos es uno de los factores que permiten o no alcanzar el objetivo de la regulación. El servicio regulado puede tener varias características, por ejemplo: escasa infraestructura física o puede ser dominado por un solo proveedor. En el caso de que el servicio regulado utilice una infraestructura física escasa, el costo debe considerar el reemplazo de las instalaciones.

La infraestructura a compartir puede ser tanto activa como pasiva, o ambas. La infraestructura pasiva incluye toda la infraestructura física, es decir la obra civil, cableado, estructura, etc. La infraestructura activa hace referencia a todos los elementos que se encuentran energizados en la red, aquellos elementos electrónicos como servidores, conmutadores, sistemas de gestión, etc.

El arrendamiento de infraestructura para los nuevos proveedores entrantes al mercado es bueno debido a que la instalación de nueva infraestructura tiene un costo significativo o desproporcionado que no compensa las necesidades del nuevo proveedor. Por otro lado, el proveedor más fuerte puede tener un exceso de capacidad instalada, por ende, es conveniente vender esa capacidad a otros. Esto tiene otra ventaja, el riesgo de la inversión en infraestructura puede ser compartido.

Así como se habla de la compartición de infraestructura física en el artículo 106 de la LOT, en el artículo 72 de la misma ley se establece la posibilidad de que cualquier proveedor de servicios pueda solicitar la interconexión o acceso a la red de otro prestador. Los interesados pueden negociar de manera libre las condiciones de su acuerdo siempre y cuando estén dentro de lo que pide la ley. La ARCOTEL como ente de control participa como un observador de la negociación. Luego de un plazo de 60 días, si la negociación no ha llegado a un acuerdo, la ARCOTEL interviene para dar paso a la solicitud y establecer las condiciones técnicas, económicas y jurídicas que correspondan.

El capítulo tres del Reglamento General a la Ley Orgánica de Telecomunicaciones abarca el tema de la compartición de infraestructura. A lo largo de varios artículos, se enfatiza el objetivo de la compartición de infraestructura considerada como *“necesaria y obligatoria para fomentar la sana y leal competencia en la prestación de servicios del régimen general de telecomunicaciones”* [15]. También se establecen las condiciones de comparticiones de infraestructura y los cargos que esta compartición genera entre los proveedores.

La infraestructura activa tiene una característica especial, que es la de crear valor por parte del operador para sus clientes. Cada proveedor puede vender o solicitar un ancho de banda distinto, por lo que el regulador teóricamente debería crear un precio distinto para cada capacidad o banda ancha ofertada.

Por la variación en los equipos usados en la infraestructura activa, es más complicado asignar costos compartidos entre los diferentes servicios brindados. La alternativa para regular los precios es basarse en los costos minoristas de un operador regulado que es hipotéticamente “eficiente”. Se puede usar la regulación de los costos minoristas, para en base a esos costos establecer el mínimo costo del servicio mayorista. Sin embargo, esta

opción puede traer la desventaja de no incentivar a la reducción de precios a nivel mayorista, lo que provoca que a nivel minorista los precios tampoco se reduzcan.

### 1.3.5.6 Escalera de inversión

La regulación del acceso mayorista puede enfocarse en lo que se conoce como “escalera de inversión”. La idea de la escalera de inversión es aplicada en países europeos para la regulación del mercado de banda ancha. [4]. En perspectiva, la escalera de inversión ubica a los proveedores nuevos en el peldaño más bajo de la escalera, esto significa que estos nuevos proveedores revenden el servicio del operador que se encuentra en el peldaño superior. Cuando el nuevo proveedor invierte en su propia infraestructura podrá subir de peldaño en la escalera.

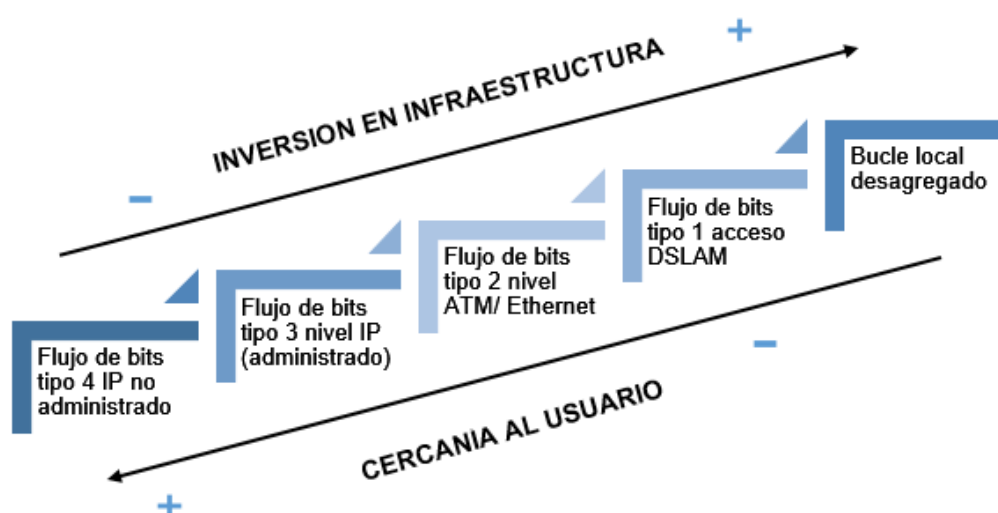


Figura 1-9 Escalera de inversión [4]

En este escenario, basado en los niveles de acceso del Grupo de Reguladores Europeos (ERG), el peldaño más bajo de la escalera es el de reventa del servicio de internet que se adquiere al comprar dicho servicio al por mayor a un proveedor del escalón superior y venderlo a un precio minorista. El primer peldaño es considerado el de menor inversión para un proveedor debido a la poca infraestructura necesaria y suele ser el peldaño con más competencia a nivel de servicio [16]. A medida que se asciende en la escalera, la cantidad del capital invertido es mayor, y el servicio que se oferta tiene características e infraestructura más avanzada. En peldaños superiores la competencia del mercado se basa en la infraestructura. Generalmente la infraestructura de la red se la va construyendo parcialmente, por lo que se generan puntos de interconexión entre proveedores donde se delegan las funciones de más alto nivel a un proveedor incumbente que maneja o participa con la infraestructura necesaria en peldaños superiores.



El flujo de bits es un servicio de acceso que se encuentra entre la oficina central del proveedor incumbente y el punto de acceso de la empresa minorista. En la Figura 1-9 se representan 5 niveles, donde el peldaño inferior se encuentra más cerca al usuario final y el superior se encuentra más lejos del usuario. De una manera similar, el peldaño inferior es el que menos inversión representa, y el superior es el de mayor inversión. El peldaño más alto representa el acceso a los mayoristas que tienen el bucle local desagregado, es decir, un proveedor que desea llegar a este peldaño, necesita una inversión muy alta que podría no justificar los costos debido a que solo participa en ese escalón, además necesita que los proveedores que deseen conectarse a él desplieguen una infraestructura suficiente para llegar a los puntos de interconexión.

La idea de la regulación usando la escalera de inversión es que el ente regulador contemple precios para los servicios brindados en cada peldaño. Además la regulación deberá motivar a que los operadores busquen escalar en los peldaños, esto se puede lograr garantizando los precios de los diferentes productos y servicios brindados. Una vez que un operador ha alcanzado cierto tamaño, deberá invertir en su propia infraestructura para escalar al peldaño superior, y por ende, aumentará los precios de los productos y servicios para que valga la pena la inversión realizada. Para lograr este ascenso, el ente regulador deberá garantizar la suficiente diferencia económica entre peldaños de la escalera, no obstante esta diferencia no debe ser demasiada para evitar la entrada ineficiente de nuevos proveedores o de inversiones ineficientes en infraestructura. Por otra parte las regulaciones suelen imponer la compartición de la infraestructura del proveedor incumbente para que el resto de participantes del mercado puedan brindar el servicio.

### **1.3.6 REGULACIÓN DEL SERVICIO DE ACCESO A INTERNET EN ECUADOR**

La ARCOTEL es la entidad encargada de regular y controlar el servicio de acceso a internet (SAI) mediante una reglamentación ya establecida. El servicio SAI se encuentra normado por un conjunto de normativas, entre las cuales las principales son:

- La Ley Orgánica de Telecomunicaciones (LOT) publicada en el Tercer Suplemento del Registro Oficial N° 439 de 18 de febrero de 2015.
- Reglamento General a la Ley de Telecomunicaciones correspondiente al Decreto Ejecutivo N° 864 de 28 de diciembre de 2015, publicado en Registro Oficial Suplemento 676 de 25 de enero de 2016.

- Reglamento para la Prestación de Servicios de Telecomunicaciones y Servicios de Radiodifusión por Suscripción (Resolución 05-03-ARCOTEL-2016 de 28 de marzo de 2016)
- Reforma y Codificación al Reglamento para Otorgar Títulos Habilitantes para Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones y Frecuencias del Espectro Radioeléctrico (Resolución 15-16-ARCOTEL-2019, publicada en Registro Oficial Edición Especial 144 de 29 de noviembre de 2019).

El Servicio de Acceso Internet (SAI) en el Ecuador se define como el servicio que nos permite acceder a la red mundial de internet. Los servicios públicos de telecomunicaciones se rigen al principio del acceso universal, la no discriminación y la obligatoriedad, normado en la Constitución del Ecuador, además el servicio de internet tiene carácter social, ya que vela por el acceso a las tecnologías de la información y comunicación de todos los usuarios a costos asequibles en todas partes.

La Constitución de la República del Ecuador en el artículo 313 reconoce como un sector estratégico a las “Telecomunicaciones” y además se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar este sector. Además, el artículo 314 hace responsable al Estado de proveer los servicios públicos de telecomunicaciones, garantizando su accesibilidad, uniformidad, continuidad y calidad; también el Estado puede disponer de los precios y tarifas que tengan los servicios públicos con el fin de que sean equitativos, estableciendo su control y regulación.

El organismo denominado órgano rector del sector estratégico de las telecomunicaciones es el Ministerio de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información, MINTEL. A este Ministerio le corresponde establecer políticas, directrices y planes aplicables para el desarrollo de la sociedad de la información [14]. Por su parte, las funciones y competencias que realiza la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) en Ecuador son varias, y entre ellas está la gestión del espectro radioeléctrico, administración, control y regulación de las telecomunicaciones, gestión del uso de frecuencia por parte de los medios de comunicación social. Las competencias del regulador de las telecomunicaciones del país son muchas, y la que interesa en este caso de estudio es la de “Regular y controlar las tarifas por la prestación de los servicios de telecomunicaciones [...]” [14].

En el año 2015 fue publicada la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (LOT) para convertirse en la normativa que se encarga de regular el Sector de las Telecomunicaciones en Ecuador. Entre los grandes cambios que introdujo la LOT, se encuentra la creación de

la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, ARCOTEL, que vino junto con la supresión de las siguientes entidades: Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) y Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL). Una de las disposiciones de la ley mencionada es que las funciones de las tres entidades eliminadas sean absorbidas y retomadas por la ARCOTEL.

Para la aplicación de la LOT se expidió el Reglamento General a la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, el cual tiene como objeto principal el desarrollo y la aplicación de la ley *ibídem*, proporciona información muy relevante para el manejo de los títulos Habilitantes, y definiciones que permiten entender la forma en la que el ente regulador establece y aplica la normativa al mercado de servicios de telecomunicaciones.

La ARCOTEL es el organismo encargado de otorgar los títulos habilitantes a las personas naturales y jurídicas que deseen brindar algún servicio de telecomunicaciones en el mercado; por lo cual, las empresas que requieran del título habilitante para funcionar, deberán pagar los derechos por el otorgamiento del mismo a la ARCOTEL como lo menciona el artículo 48 de la LOT.

El servicio de acceso a internet se encuentra normado en el Reglamento para la Prestación de Servicios de Telecomunicaciones y Servicios de Radiodifusión por Suscripción, expedido mediante Resolución 05-03-ARCOTEL-2016 de 28 de marzo de 2016, y se define como *“El servicio que permite la provisión del acceso a la red mundial internet, por medio de plataformas y redes de acceso implementadas para tal fin”*. Además la ficha técnica del servicio de acceso a internet indica que se podrá fijar tarifas libremente; sin embargo, estas tarifas están sujetas a la regulación del Título VI de la LOT [17] donde pueden someterse a techos tarifarios.

La Ley Orgánica de Telecomunicaciones (LOT) establece algunas competencias a la ARCOTEL y entre ellas, los artículos 62 y 144 entregan la facultad de ejercer un control sobre las tarifas que se encuentra en el mercado con el fin de cuidar la calidad de los servicios y las condiciones de competencia [15]. Por lo tanto, la ARCOTEL es competente de establecer un régimen o fijación de precios o techos tarifarios en cualquier momento en el caso de que los precios de los servicios del mercado no estén acordes a su calidad.

#### **1.3.6.1 Título habilitante para SAI**

El Título Habilitante para los servicios de telecomunicaciones es el documento que autoriza la provisión de dichos servicios a la persona natural o jurídica que sea el titular del mismo.

De acuerdo la Reforma y Codificación al Reglamento para el Otorgamiento de Títulos Habilitantes para Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones y Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, expedido mediante Resolución 15-16-ARCOTEL-2019, publicada en Registro Oficial Edición Especial 144 de 29 de noviembre de 2019, el servicio de acceso a internet necesita del Título Habilitante de Registro de Servicios que son partes de los títulos por delegación.

**Tabla 1-2 Títulos habilitantes por delegación**

<b>Títulos Habilitantes por delegación</b>		
<b>Concesión</b>	<b>Permisos</b>	<b>Registro de servicios</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Telefonía fija</li> <li>- Servicio móvil avanzado</li> <li>- Servicio móvil avanzado por operador virtual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prestación del servicio de audio y video por suscripción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicios portadores</li> <li>- Operadores de cable Submarino</li> <li>- Segmento espacial</li> <li>- Valor agregado</li> <li>- Servicio de acceso a internet</li> <li>- Troncalizado</li> <li>- Comunales</li> <li>- Telecomunicaciones móviles por satélite</li> </ul>

El Título Habilitante de Registro de Servicios además puede permitir el uso de bandas de frecuencias esenciales o no esenciales para la provisión de internet, en el caso que sea necesario. Los proveedores pueden usar su propia infraestructura de acceso, y en ella podrían usar frecuencias tanto para la conexión de los usuarios como para la comunicación entre nodos. El Título Habilitante de Registro de Servicios es de 15 años de duración renovables. El costo por derecho de otorgamiento para el Título Habilitante para el servicio de acceso a internet tiene un valor de 500 dólares americanos, y en el caso de usar frecuencias esenciales se deberá pagar las tarifas por uso y explotación del espectro radioeléctrico.

Para la obtención de un Título Habilitante de Registro de Servicios se necesita cumplir con ciertos requisitos que se encuentran establecidos en el artículo 38 de la Reforma y Codificación al Reglamento para Otorgar Títulos Habilitantes para Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones y Frecuencias del Espectro Radioeléctrico publicada en la página oficial de la ARCOTEL. Dichos requisitos, textualmente son los siguientes:

1. *Solicitud dirigida a la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL suscrita por la persona natural o por el representante legal de la persona jurídica, según corresponda, en la que consten el*

*tipo de servicio del cual se requiere el registro, nombres y apellidos del solicitante, número de documento de identificación direcciones de contacto y teléfonos, correo electrónico, razón social o denominación objetiva de la persona jurídica, objeto, datos de constitución de la persona jurídica y plazo de duración; datos del nombramiento del representante legal; número de Registro Único de Contribuyentes (RUC). Para el caso del servicio de segmento espacial, de conformidad con el artículo 14 del Reglamento General a la LOT, la compañía deberá tener un representante permanente en el Ecuador, con amplias facultades para realizar los actos y negocios jurídicos que se celebren y surtan efectos en el territorio nacional.*

- 2. Nombres, apellidos y número de cédulas de ciudadanía o pasaporte, así como el porcentaje de acciones o participaciones según corresponda, de los socios o accionistas de la compañía mercantil que sean personas naturales, y datos del nombramiento del representante legal, para el caso en el que los socios o accionistas sean personas jurídicas*
- 3. Declaración juramentada del solicitante o del representante legal y de los socios, según corresponda, sobre vinculación de la persona natural o jurídica que solicita el registro con alguna empresa o grupo de empresas, a efectos de determinar si presta el mismo servicio o servicios semejantes y los efectos que pudiera tener en el mercado el otorgamiento del nuevo título habilitante requerido; en caso de ser los socios personas naturales presentar la declaración juramentada por sus propios derechos y en caso de ser los socios personas jurídicas presentar la declaración juramentada del apoderado o representante legal el solicitante deberá señalar el capital, porcentaje y número de acciones o participaciones de las que es titular en cada una de las empresas que es prestador del remitir- general de telecomunicaciones Se incluirá en la declaración juramentada, el señalamiento expreso de que la persona natural o jurídica solicitante y los socios, según corresponda, no se encuentran impedidos de contratar con el Estado, no están incursos en las prohibiciones o inhabilitaciones provistas en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones; incluyendo lo dispuesto en el artículo 139 de la Ley ibídem en el caso de haber sido objeto de sanción de cuarta clase que implique la revocatoria del título habilitante.*
- 4. En caso de personas jurídicas la escritura de constitución debidamente inscrita y sus modificaciones de haberlas.*
- 5. Plan de sostenibilidad financiera, a 5 años que incluya proyección de ingresos*
- 6. Proyecto técnico para demostrar la viabilidad técnica, y.*
- 7. Para los servicios que la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL lo determine en función de las políticas que establezca el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, propuesta de plan de expansión, establecida con base en el Plan de Servicio Universal La Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL, publicará en su página web institucional los servicios a los que aplica la presentación de una propuesta de plan de expansión*
- 8. Declaración de responsable, suscrita por el representante legal de la persona jurídica o por la persona natural, por la cual manifiesta bajo su responsabilidad que dicha persona jurídica o persona natural, conforme corresponda, cumple con los requisitos exigidos por la*

normativa vigente, para la obtención del título habitante y para la ejecución del mismo así como también que la información y documentos que presenta, son verdaderos; y que además conoce que de verificarse por la ARCOTEL lo contrario el trámite y resultado final podrán ser negados.

**Tabla 1-3** Instructivos y formatos de Acceso a Internet [9]

<b>NOMBRE</b>	<b>CÒDIGO</b>	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO O FORMATO</b>
<b>1) Solicitud general</b>	IT-CTHB-12	Instructivo de trabajo del formato de solicitud para el otorgamiento de títulos habilitantes para servicios del régimen general de telecomunicaciones y frecuencias del espectro radioeléctrico.
	FO-CTHB-12	Solicitud para el otorgamiento de títulos habilitantes para servicios del régimen general de telecomunicaciones y frecuencias del espectro radioeléctrico.
<b>2) Infraestructura Física</b>	IT-CTDS-09	Instructivo de trabajo de los formatos técnicos para el otorgamiento del título habilitante para la prestación del servicio de acceso a internet.
	FO-CTDS-28-AL-FO-CTDS-33	Formularios técnicos para el otorgamiento de títulos habilitantes para la prestación de servicios de acceso a internet.
<b>3) Infraestructura Inalámbrica</b>	IT-DRE-01	Instructivo de trabajo para el uso de la interfase web del sistema de formularios de radiocomunicaciones en línea.
	IT-DRE-02	Instructivo de trabajo para el uso del aplicativo para validación de información (avis).
	MDBA (AVIS)	Sistemas de modulación digital de banda ancha (aplicativo avis): información de la estructura del sistema de radiocomunicaciones, de antenas, patrones de radiación de antenas, de equipamiento y estudio técnico de emisiones de radiación no ionizante.
	IT-DRE-03	Instructivo de trabajo de los formatos técnicos para el otorgamiento de títulos habilitantes del espectro radioeléctrico.
	FO-DRE-01 al FO-DRE-04, FO-DRE-06, FO-DRE-07	Enlaces radioeléctricos: información de la estructura del sistema de radiocomunicaciones, de antenas, patrones de radiación de antenas, de equipamiento y estudio técnico de emisiones de radiación no ionizante.

	FO-DRE-01 al FO-DRE-04, FO-DRE-13	Servicio fijo por satélite: información de la estructura del sistema de radiocomunicaciones, de antenas, patrones de radiación de antenas, de equipamiento y estudio técnico de emisiones de radiación no ionizante.
<b>4) Sostenibilidad Financiera</b>	IN-CTDS -04	Instructivo de trabajo de los formularios de sostenibilidad financiera aplicables al otorgamiento de títulos habilitantes para servicios del régimen general de telecomunicaciones y frecuencias del espectro radioeléctrico.
	FO-CTDS-58 al FO-CTDS- 67	Formularios de sostenibilidad financiera proyectados a cinco años.
<b>5) Mercado, Competencia y Expansión</b>	IT-DRS-08	Instructivo de trabajo para: formato de estudio de mercado, competencia y plan de expansión para registro de servicios de telecomunicaciones.
	FO-DRS-40	Estudio de mercado, competencia y plan de expansión para registro de servicios de telecomunicaciones.

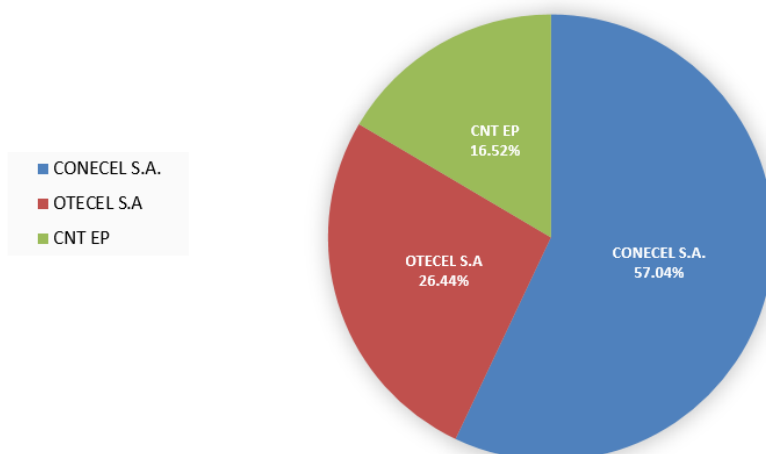
### **1.3.6.2 Proveedor de Acceso Internet**

Un proveedor de acceso a internet es aquel que se encarga de conectar a sus usuarios (clientes) a la red de internet mediante el uso de elementos electrónicos activos e infraestructura pasiva desplegada para tal fin. Las empresas proveedoras de este servicio lo hacen a través de planes de internet que suelen ser residenciales o corporativos.

Los planes de internet tienen un valor monetario que pagan los consumidores de los servicios de telecomunicaciones a los operadores que brindan estos servicios [15]. Las tarifas buscarán ser equitativas y un estimulante para la expansión de los servicios, caso contrario la ARCOTEL podrá regular las tarifas basado en normas que se dicten para el efecto.

El mercado del servicio de internet en el país se encuentra definido por el internet móvil y el internet fijo. Para finales del año 2019, en el país se tuvo un total de 587 prestadores del servicio de acceso a internet, y de ellos tres proveedores manejan el acceso a internet móvil. El mercado de internet móvil se encuentra completamente definido con dos actores privados y un actor público, los cuales se dividen la demanda del servicio del país. De estos tres existe un proveedor dominante, CONECEL S.A. que tiene más del 50% de los usuarios.

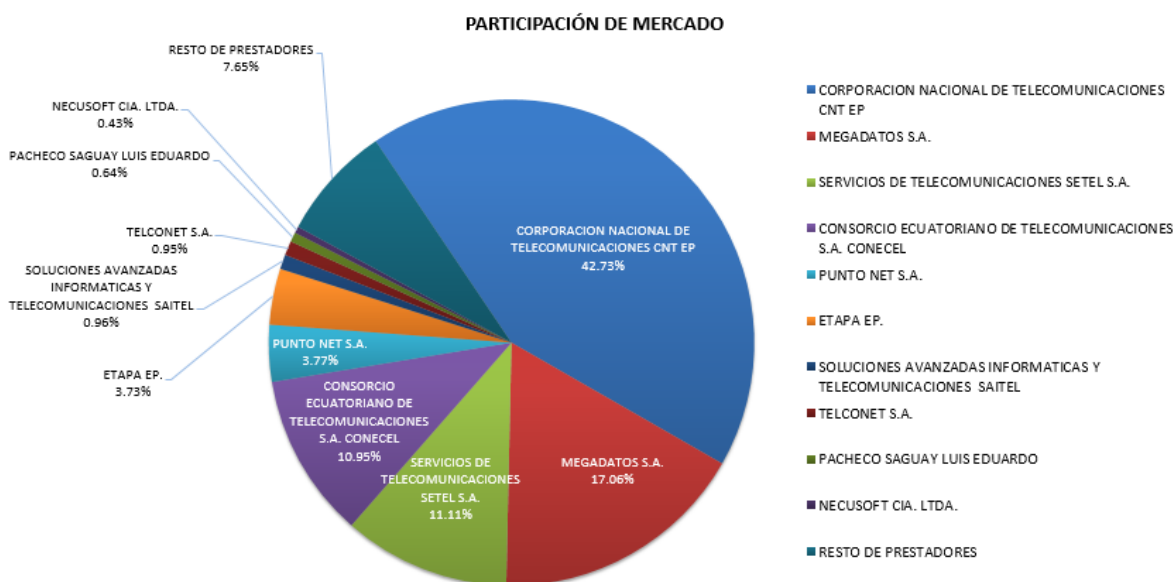
### USUARIOS/CUENTAS INTERNET MÓVIL POR PRESTADOR



**Figura 1-10** Prestadores del Servicio de Acceso a Internet Móvil [9]

La empresa pública que brinda internet móvil es CNT EP con apenas un 16.52% del mercado; sin embargo, en lo que respecta a internet fijo es el proveedor con más abonados del país.

Para el mercado de internet fijo la cantidad de permisionarios del servicio de acceso a internet son 584; a pesar de esto el mercado se encuentra dominado por unos pocos operadores como muestra la Figura 1-10.



**Figura 1-11** Porcentaje de mercado de los proveedores del servicio SAI [9]

En lo que respecta a la participación de mercado, la empresa pública CNT EP acapara el 42.73% de las cuentas, seguido por Megadatos (Netlife) con un 17.06% [9]. El mercado se



encuentra muy disparado ya que entre 6 proveedores se acapara el 89.35% del total de usuarios y entre los 578 proveedores restantes se dividen apenas el 10.65% de usuarios.

En el mercado del país abundan ofertas de planes básicos de internet de acuerdo a cada proveedor, la tecnología que usa y la zona donde se desarrolla. Como referencia se presentan los planes actuales de internet que se ofertan en el país por empresas con mayor penetración de mercado actualmente y también con empresas minoristas que ofertan el servicio. Los proveedores con más penetración en el mercado se encuentran integrados verticalmente en la cadena de producción y cuentan con participación en el mercado minorista y mayorista. Los precios presentados en la Tabla 1-3 fueron revisados en las páginas oficiales de los proveedores en el mes de febrero de 2020.

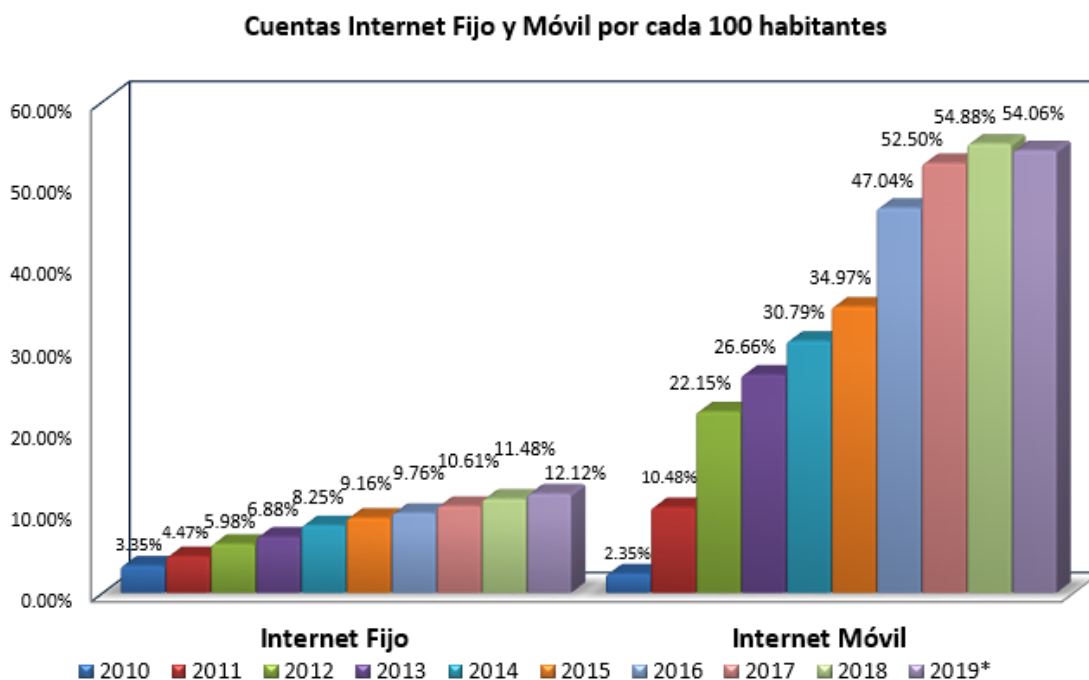
**Tabla 1-4 Precios de planes residenciales de internet**

	<b>VELOCIDAD DE BAJADA (Mbps)</b>	<b>VELOCIDAD DE SUBIDA (Mbps)</b>	<b>COMPARTICIÓN</b>	<b>MEDIO DE TRANSMISIÓN</b>	<b>PRECIO FINAL</b>
<b>CNT</b>					
20 Mbps	20	20	2:1	Fibra óptica	\$33.49
30 Mbps	30	30	2:1	Fibra óptica	\$40.32
<b>NETLIFE</b>					
60 Mbps	60	60	2:1	Fibra óptica	\$40.88
75 Mbps	75	75	2:1	Fibra óptica	\$47.79
<b>TV CABLE</b>					
25 Mbps	25	5	2:1	Fibra óptica	\$22.96
40 Mbps	40	5	2:1	Fibra óptica	\$33.49
<b>GEDATECU</b>					
25 Mbps	25	25	2:1	Fibra óptica	\$29.10
30 Mbps	30	30	2:1	Fibra óptica	\$34.70
<b>REDPLUS</b>					
8 Mbps	8	8	2:1	Fibra óptica	\$20.00
20 Mbps	20	20	2:1	Fibra óptica	\$25.00
<b>TECMESH</b>					
15 Mbps	15	15	2:1	Fibra óptica	\$28.00
20 Mbps	20	20	2:1	Fibra óptica	\$39.20
<b>CB VISION</b>					
15 Mbps	15	15	2:1	Fibra óptica	\$25.00
20 Mbps	20	20	2:1	Fibra óptica	\$30.00

Respecto a la regulación de tarifas en el país, el artículo 65 del Reglamento General a la LOT menciona “*las medidas tarifarias para el fomento, la promoción o la preservación de las condiciones de competencia*” que pueden ser aplicadas por la ARCOTEL, entre ellas la fijación de techos y pisos tarifarios, o condiciones especiales para operadores preponderantes. Además en el artículo 67 del Reglamento mencionado, se exige que los prestadores de servicio de telecomunicaciones notifiquen a la ARCOTEL sus planes tarifarios y las condiciones que estos tienen con el fin de que se les pueda dar una aprobación, o en su defecto se realizan acciones de control y modificación a dichos planes tarifarios.

### 1.3.6.3 Usuarios del Servicio de Acceso a Internet

De acuerdo a los datos publicados por la ARCOTEL, las cuentas de acceso a internet, tanto fijo como móvil para diciembre de 2019, tienen una penetración del 66.18% por cada 100 habitantes



**Figura 1-12** Cuentas Internet Fijo y Móvil por cada 100 habitantes [9]

Desde el año 2010 el incremento de cuentas de acceso a internet se ha incrementado enormemente, sobre todo en el internet móvil. El acceso de internet fijo presenta un crecimiento leve cada año, estando actualmente en un 12.12% de cuentas por cada 100 habitantes en el Ecuador. En el internet fijo es importante apreciar que no todo el porcentaje de cuentas de internet corresponden a internet de banda ancha, el 1.31% de cuentas de internet fijo se mantienen con conexiones que no cumplen la definición de Internet de

Banda Ancha Fijo según la Resolución Nro. TEL-431-13-CONATEL-2014 de 30 de mayo de 2014. De acuerdo a la cita mencionada, la banda ancha se define como el *"Ancho de banda entregado a un usuario mediante una velocidad de transmisión de bajada (proveedor hacia usuario) mínima efectiva igual o superior a 1024 kbps, en conexión permanente, que permita el suministro combinado de servicios de transmisión de voz, datos y video de manera simultánea."*

Para diciembre de 2019 en el país se tienen 11'428.791 cuentas entre internet fijo y móvil. Del total de cuentas de internet, 2'092.961 de cuentas son de internet fijo. Las provincias que registran una mayor concentración de número de cuentas de internet fijo son Pichincha con 31% y Guayas con 28%. La gran diferencia que muestran las dos provincias con el resto del país, se debe principalmente a la cantidad de población que tienen y al grado de uso de internet que dicha población maneja.

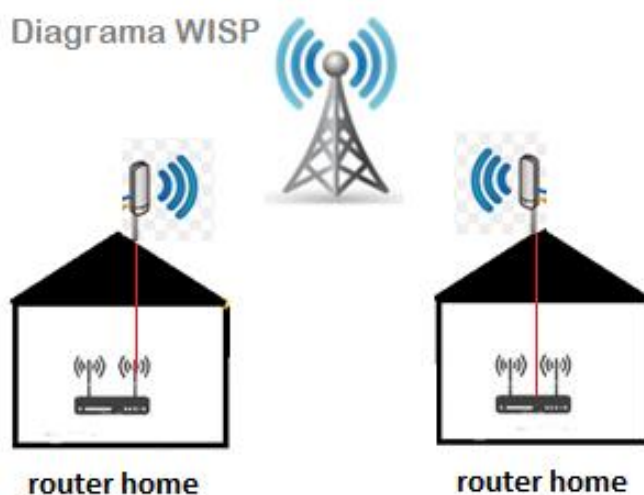
#### **1.3.6.4 Tecnologías usadas en el Servicio de Acceso a Internet Fijo**

Para la implementación de una red de acceso a internet existen dos modalidades, que sea mediante acceso inalámbrico o que sea mediante acceso cableado. Las redes físicas o cableadas son aquellas que despliegan medios físicos para la transmisión, emisión y recepción de datos e información de cualquier naturaleza para satisfacer las necesidades de telecomunicaciones [15]. Las redes inalámbricas son aquellas que utilizan el espectro radioeléctrico para brindar servicios de telecomunicaciones como las redes físicas y al igual que estas últimas están sujetas a las políticas y ordenanzas de los organismos que gobiernan el sector de las telecomunicaciones. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) son los organismos encargados de dar cumplimiento a las ordenanzas de despliegue de estas redes. Sin embargo, las tasas y tarifas por el uso del espacio aéreo y del espectro son controladas exclusivamente por el Estado Central.

Para el año 2018, de acuerdo a datos de la ARCOTEL la tecnología alámbrica más usada para brindar acceso internet en el país era por medio de cobre con más de 700.000 cuentas. Sin embargo, para el final del año 2019, la tecnología por fibra óptica tiene la mayor penetración del mercado de internet con un 37.03% de las conexiones totales de internet fijo, dejando en segundo lugar, con un 33.65%, a las conexiones con cobre. En menor uso, pero con una gran cantidad de cuentas, se encuentra la tecnología que usa cable coaxial con un 21.89% [9]. Finalmente la tecnología inalámbrica es la menos usada con un 7.43% del total de cuentas de Internet [18].

#### 1.3.6.4.1 **Tecnologías Inalámbricas**

Las tecnologías inalámbricas permiten obtener un acceso a internet con movilidad en un área de cobertura, para esto se usan tecnologías de internet móvil como las usadas en el Servicio Móvil Avanzado (2G, 3G, 4G) y el Servicio Satelital. Por otra parte el servicio de Internet Fijo, abordado en este trabajo, suele usar dos tecnologías: WIFI y WIMAX. Generalmente en el mercado se conoce a estos proveedores como proveedor de internet inalámbrico o WISP (Wireless Internet Service Provider).



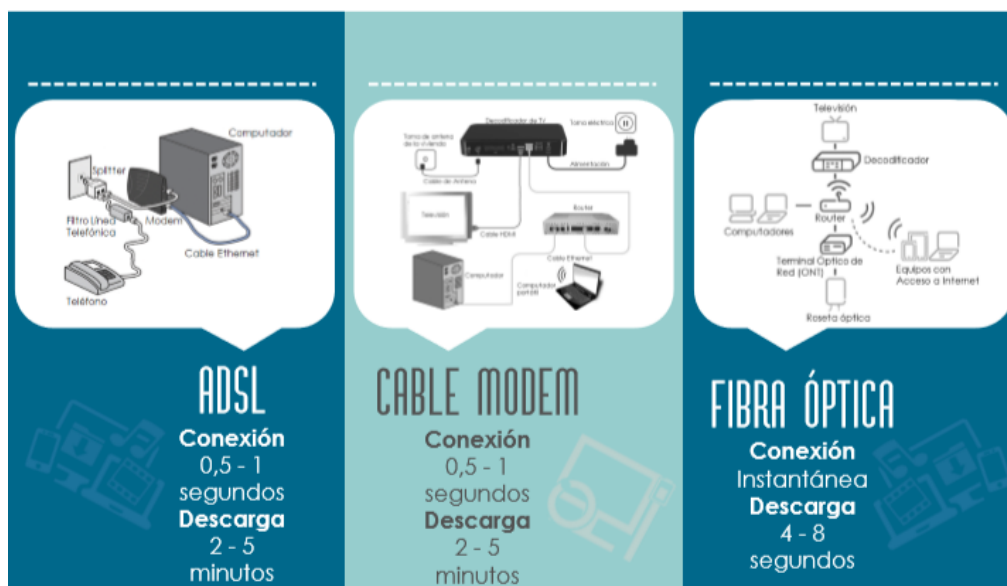
**Figura 1-13** Diagrama WISP

Las redes de acceso a internet que utilizan tecnología inalámbrica son muy buenas para sectores rurales como alternativa a las tecnologías cableadas por sus bajos costos, sin embargo, son las menos usadas en el país a pesar de ser sencillas de implementar usando bandas no licenciadas.

La tecnología Worldwide Interoperability for Microwave Access o WIMAX se encuentra definida en la familia de estándares IEEE 802.16. La tecnología WIFI se encuentra definida por el conjunto de estándares 802.11. Ambas tecnologías cumplen con su función de brindar acceso inalámbrico y sus costos de implementación y mantenimiento son menores a las tecnologías cableadas. En síntesis, su funcionamiento se basa en enlaces punto a multipunto y enlaces punto a punto, es decir el proveedor instala una serie de repetidoras de señal (generalmente con cobertura sectorial) a la cual el cliente debe engancharse con una antena a la señal de la repetidora. De la antena instalada en el usuario, por medio de un cable se conecta a un router home el cual se encargará de brindar la red LAN en el domicilio del cliente.

El uso de tecnologías inalámbricas en zonas densamente pobladas no es muy frecuente, sin embargo, en las zonas rurales su despliegue es muy amplio por parte de pequeños proveedores del servicio SAI. Su desventaja está dada por la manera en que viaja la señal debido a que esta se encuentra muy perceptible a interferencias que afectan su rendimiento. El uso de WIFI es mucho más extenso ya que trabaja con bandas no licenciadas y también sus costos son más reducidos ya que la cantidad de marcas y equipos en el mercado son muy variados para implementar un WISP.

### 1.3.6.4.2 **Tecnologías Alámbricas**

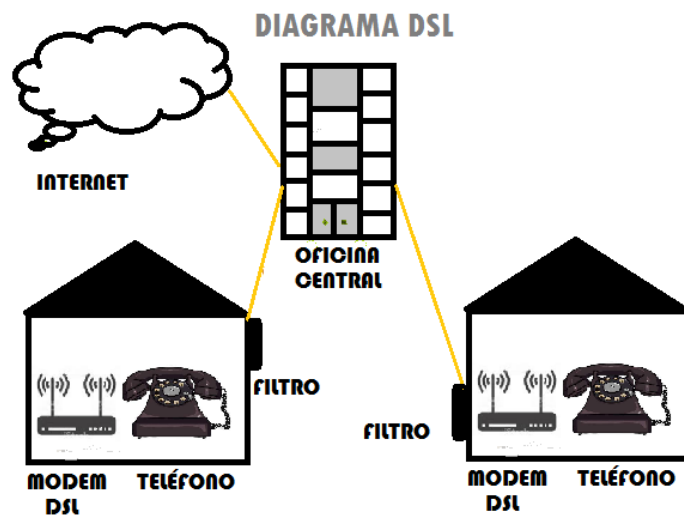


**Figura 1-14** Comparación de tecnologías en base a una descarga de 9.3 Mb. [9]

La Figura 1-14 muestra una comparación entre las tecnologías que utilizan medios físicos para ofrecer el acceso a la red de internet. Se compara tanto el tiempo de conexión y la velocidad o tiempo de descarga de un archivo. Es evidente que la fibra óptica tiene ventajas en los dos aspectos. Inclusive, actualmente la tendencia es que las redes de acceso a internet sean mediante el uso de fibra óptica debido a las grandes ventajas que ésta posee.

De acuerdo al último informe estadístico en mayo de 2019 del servicio SAI por parte de la ARCOTEL, se mencionan las tres tecnologías disponibles y más usadas en el Ecuador:

- **Digital Subscriber Line (DSL)**

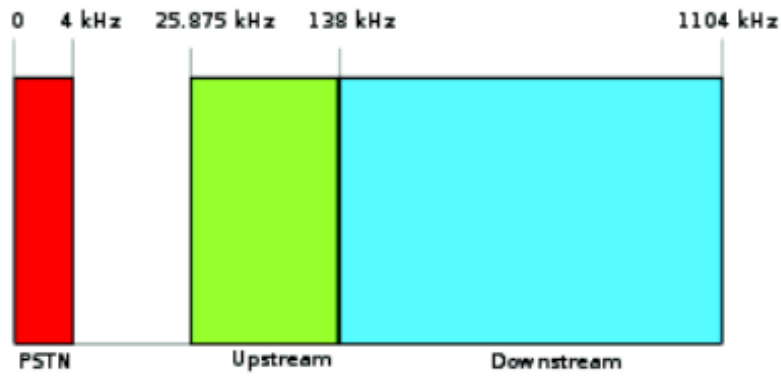


**Figura 1-15** Diagrama DSL

Esta tecnología es la segunda más usada en el país con un 33,65% [18] y se debe a que DSL permite aprovechar la infraestructura que se tenía desplegada previamente para la telefonía fija. DSL permite enviar datos tanto en uplink como en downlink por el mismo cable de cobre usado en la transmisión de servicios de voz. La velocidad que oferta la tecnología DSL puede ser simétrica (DSL) para uplink y downlink o asimétrica (ADSL) donde la velocidad de downlink es mayor.

El funcionamiento de esta tecnología se basa en la infraestructura de una central telefónica. La señal de voz, creada en las centrales telefónicas, es combinada mediante el uso de un splitter con la señal de internet. La línea telefónica sirve como un medio de transporte para la señal de internet que viaja a una frecuencia superior a 5 kHz [19] y de esta manera no interrumpe a la señal de voz de la central telefónica que va de 0 a 4 kHz.

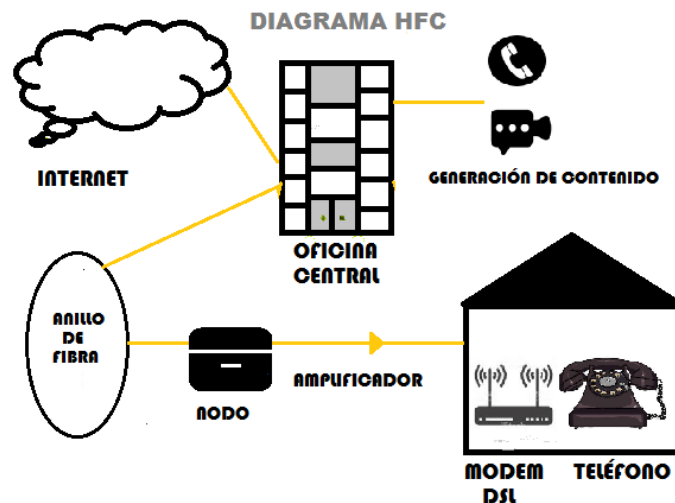
En el lado del suscriptor, la señal del par trenzado es recibida por un splitter que se encarga de dividir la señal de voz de la señal de internet, es decir, se realiza un filtrado de las señales. La señal con una frecuencia mayor a 5 kHz es enviada al modem DSL, y la señal inferior a 5 kHz es enviada al teléfono analógico. El estándar más usado es ADSL que presenta el espectro de la Figura 1-16 para la transmisión de los datos de internet de la voz.



**Figura 1-16** Canales de transmisión de la tecnología ADSL

El uso del par trenzado de cobre, hace que a esta tecnología le sea difícil tener clientes a una distancia mayor de 6 km [20] desde la central debido a la calidad, atenuaciones, calibre y características propias de la transmisión sobre par trenzado. La tecnología DSL se ha desarrollado mucho implementando nuevas técnicas de modulación que le han permitido alcanzar velocidades con su estándar VDSL2 de hasta 100 Mbps en downstream teóricos [9].

- **Hybrid Fiber Coaxial (HFC)**



**Figura 1-17** Diagrama HFC

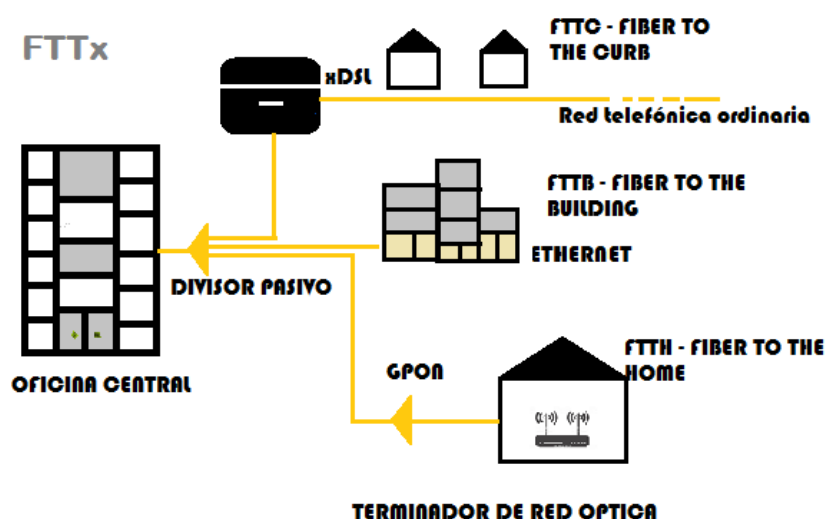
Las redes HFC fueron usadas por mucho tiempo para la transmisión de la señal televisiva de manera unidireccional. Esta tecnología mejoró con la implementación de los estándares DOCSIS 3.0 y 3.1 [9]. En comparación a las tres tecnologías alámbricas usadas en el país para proveer el SAI, la tecnología HFC es la menos usada ubicándose en el tercer puesto con un 21,89% del total de cuentas de internet fijo a nivel nacional [18]. El desarrollo de las telecomunicaciones y los servicios solicitados por los usuarios han provocado que estas

redes migren de proveer solo televisión a proveer un triple play (televisión, telefonía e internet).

Al igual que la tecnología DSL, HFC aprovecha la infraestructura desplegada previamente por los operadores de televisión por cable lo que representa un ahorro frente a las redes FTTX. Las redes HFC son mixtas, y utiliza en su red de distribución fibra óptica debido a sus grandes características de capacidad y distancia. Para la sección de acceso se reutiliza el cable coaxial ya instalado.

EL estándar internacional DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification) describe toda la infraestructura, tanto del operador como del cliente para el funcionamiento de esta tecnología. Las señales viajan y sufren cambios a lo largo de la infraestructura de HFC. Las señales analógicas que se originan viajan por medio de cable coaxial hasta un transceptor de fibra óptica que convierte estas señales en digitales. Las señales viajan hasta nodos híbridos de distribución [21], en estos nodos se convierte nuevamente la señal digital transportada por la fibra a una señal analógica para que pueda viajar por el cable coaxial hasta el modem del usuario final. En este proceso se necesitan dos fibras, una para transmisión y otra para recepción. Para combinar los servicios ofrecidos por esta tecnología se usa un combinador de radio frecuencia en la interfaz coaxial, y en el sentido inverso se utilizan splitters y un banco de filtros para separar las señales. La velocidad teórica que puede alcanzar esta tecnología con el estándar DOCSIS 3.1 es de hasta 150 Mbps [9].

- **Redes de Fibra Óptica. (FTTx)**



**Figura 1-18** Redes FTTx

Las redes de acceso a internet de fibra óptica ofrecen altas velocidades y un gran nivel de calidad. Como se muestra en la Figura 1-18 existen tres configuraciones de acceso por



fibra que son comunes en el país: Fiber to the Home (FFTH), Fiber to the Building (FFTB) y Fiber to the curb (FFTC) [9]. A nivel nacional, las redes de acceso por fibra cuentan con un mayor número de suscriptores que las redes HFC y redes xDSL e inalámbricas.

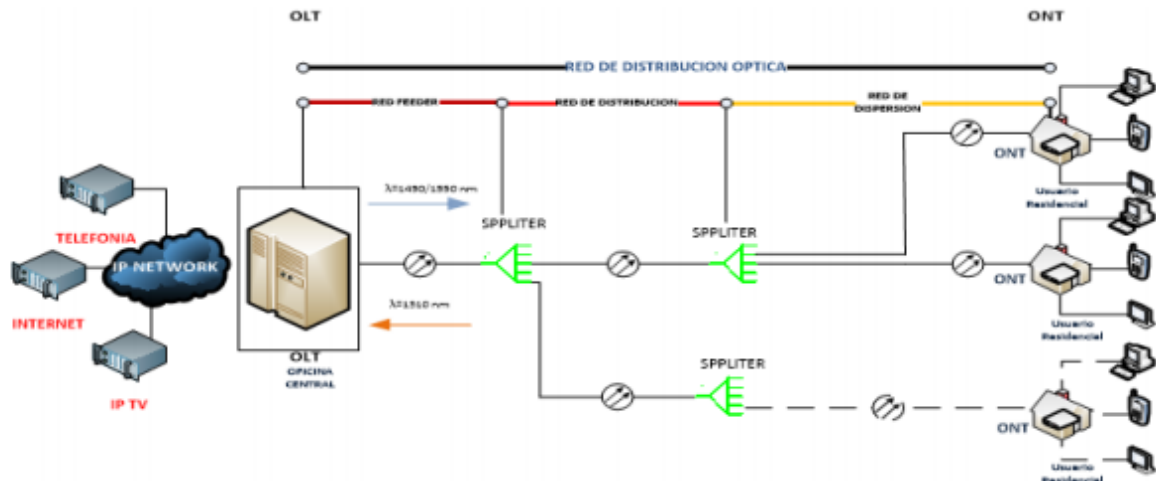
En comparación a otras tecnologías como xDSL y HFC, las redes de fibra óptica ofrecen inmunidad a las interferencias electromagnéticas, una capacidad mucho más alta y un mayor alcance. Al inicio, la fibra óptica fue usada para las redes de transporte debido a su alto costo; sin embargo, el desarrollo de las tecnologías PON (Passive Optical Network), que implementan equipos pasivos abarató los costos de la red, y sumado al desarrollo de la fibra ha permitido que sea una tecnología que está despuntando y expandiéndose rápidamente. El costo del servicio brindado por estas redes de fibra, es comparable al costo del servicio brindado con las otras tecnologías pero la fibra óptica brinda mayores beneficios tanto a usuarios como proveedores.

La fibra es considerada la tecnología cableada más eficiente, debido a su gran ancho de banda, inmunidad a interferencias electromagnéticas y estáticas, son más livianas y pequeñas que el cobre, cobertura de decenas de kilómetros, la posibilidad de brindar servicio a un gran número de usuarios usando el mismo hilo de fibra, posibilidad de brindar varios servicios, y otras ventajas más. [22]

La recomendación UIT-T G.9841.x describe las características y la arquitectura de la red GPON, la cual es la más común en el mercado de telecomunicaciones del país. La Red Óptica Pasiva con Capacidad Gigabit (GPON, por sus siglas en inglés) ofrece muy buenas características para el acceso de banda ancha para servicios residenciales, ofreciendo velocidades tanto simétricas como asimétricas. Las velocidades que puede alcanzar GPON son de hasta 2.4 Gbit/s en el enlace downstream y de 1.2 Gbit/s y 2.4 Gbit/s para el enlace de upstream [23]. Un aspecto muy atractivo de esta tecnología es la capacidad de división que tiene, la cual puede llegar a divisiones de 1:128 [24] por cada puerto GPON.

La distancia máxima recomendada que puede alcanzar GPON es de 20 km entre el equipo OLT (Optical Line Terminal) y la ONT (Optical Network Terminal) sin la necesidad de usar amplificadores. Además gracias a la multiplexación se puede enviar varios servicios de manera simultánea (VoIP, datos, video, etc.) y los datos enviados se encuentran encriptados.

El funcionamiento para el canal de downstream se basa en TDM, y los paquetes son transmitidos por medio de broadcast hacia todas las ONTs, las cuales deben filtrar los datos que van dirigidos al usuario. El funcionamiento del canal de subida se basa en el uso de TDMA, y la OLT controla el instante en que transmite cada ONT.



**Figura 1-19** Arquitectura FTTH GPON [25]

La arquitectura GPON cuenta con los siguientes elementos:

- **Optical Distribution Network (ODN):** Representa a la red óptica de distribución y se compone de las fibras troncales, las fibras de distribución y la red de acceso o dispersión.
- **Optical Line Terminal (OLT):** Es un equipo activo de la red GPON y realiza funciones de gestión y mantenimiento para las ONTs que están subordinadas. Se encuentra ubicado en la oficina Central.
- **Optical Network terminal (ONT):** Es un dispositivo donde termina la red óptica y permite una conversión de medios para brindar servicios por diversas interfaces. También es conocida como ONU (Optical Network Unit) y está ubicada generalmente en el lugar donde se brinda el servicio.
- **Splitters:** Permiten la división de la señal en el sentido descendente, y unificación de la señal en el sentido ascendente. De acuerdo al nivel de división se obtiene un nivel de pérdida de señal.
- **Mangas:** Son elementos herméticos que permiten proteger empalmes o realizar sangrados para la red de distribución de la fibra.
- **Network Access Point (NAP):** Es un dispositivo que usualmente se ubica en los postes y es el punto a donde los usuarios finales van conectados, suelen contar con un splitter interno para la distribución de las fibras. Desde este punto se fusiona o conecta la fibra drop del cliente que viaja hasta la roseta.
- **Rosetas:** Son pequeños elementos ubicados en el domicilio del cliente y funcionan como el punto de terminación de la red de acceso con fibra drop. A esta roseta va conectada la ONT mediante un patchcord; y en esta roseta se fusiona la fibra drop que llega desde la NAP mediante la fusión con un pigtail

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 METODOLOGÍAS TARIFARIAS**

El contexto donde se desarrollaban los primeros servicios de telecomunicaciones como el telégrafo y la telefonía es distinto al contexto de libre mercado donde se desarrolló el internet. Los primeros servicios eran controlados por los Estados mientras que los nuevos servicios como el internet introdujeron la participación de actores privados generando un incremento de la competencia. La introducción de la competencia privada en los servicios de telecomunicaciones demandaba una regulación que tenga mecanismos más flexibles y rápidos para la gestión de infraestructura y estandarización [5].

Generalmente, la regulación de precios básica es donde el ente regulador supervisa y aprueba los precios minoristas de banda ancha presentados por los proveedores. Esta forma de regulación es mucho más flexible que el establecimiento de precios. Para la fijación de precios de acceso a internet, el regulador deberá contar con la información y los recursos necesarios para cuestionar la decisión comercial del precio por parte de los operadores, además, se debe considerar las expectativas de los clientes. El regulador emitirá un precio “adecuado” o “apropiado” sobre algún producto o servicio, lo cual genera el problema de elegir la técnica para costear el servicio.

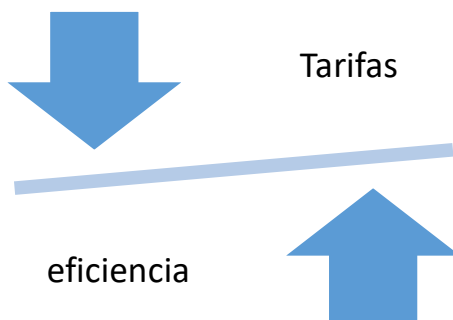
Un gran problema es el decidir la técnica de costos, sin embargo, en varias economías y desde hace ya algún tiempo, algunas técnicas usadas para establecer precios minoristas son la price cap o precio tope, tasa de retorno, empresa eficiente, el International Benchmarking o comparación internacional, y algunas variaciones de estos modelos.

#### **2.1.1. REGULACIÓN POR TASA DE RETORNO**

La regulación por tasa de retorno establece el retorno máximo que puede percibir el proveedor por el suministro de un producto o servicio. Los retornos que se otorgan están asociados a los riesgos que asume la empresa. La metodología de regulación por tasa de retorno se enfoca en los costos reales de la empresa y en las inversiones que ha realizado en el pasado. Este método contempla todos los costos de operación, mantenimiento, depreciación y retorno del capital invertido. Por lo tanto la fijación de precios se la realiza de manera periódica y con el objetivo de que las empresas puedan cubrir todos sus costos. Es la regulación tradicional usada en los Estados Unidos de Norteamérica.

La ventaja de este método es que al existir algún inconveniente se pueden realizar solicitudes de revisión de la tarifa por parte de cualquiera de los actores del mercado (proveedor, regulador, usuario).

La desventaja de este método se refleja en la falta de incentivos para que las empresas reduzcan sus costos. Esto plantea un problema para controlar los costos y la ineficiencia en la inversión de la siguiente manera:



**Figura 2-1** Tarifa vs eficiencia

Como se observa, la falta de incentivos para lograr una eficiencia en los costos de producción se refleja en las tarifas a los usuarios, además que se alienta a una sobre-inversión o una inversión ineficiente con el fin de establecer un precio alto del servicio y evitar realizar ajustes de mejoras en la eficiencia de la empresa.

### **2.1.2. EMPRESA EFICIENTE**

La Empresa Eficiente es una metodología que busca la emulación de una empresa que realiza las mejores prácticas, de acuerdo a la tecnología disponible en el mercado en el que se desarrolla, y cuyo análisis parte desde cero. Su principal característica es que sus costos de inversión, su plan de expansión y sus niveles de producción responden a la demanda del servicio a regular que se encuentra previamente calculada. En todos los aspectos de la empresa ficticia se consideran solamente los insumos, personal y tecnología estrictamente necesaria para atender la demanda del servicio.

Esta metodología se encuentra detallada en el apartado 2.2.

### **2.1.3. REGULACIÓN PRICE CAP**

La regulación price cap, como su nombre lo indica, establece un precio máximo sobre un producto o servicio que se oferta, de esta forma permite generar una condición donde se incentiva a las empresas a reducir sus costos para aumentar los beneficios que perciben. Este modelo toma en cuenta la tasa de rendimiento que se espera, y en base a eso ajusta el precio máximo. Además este método se asocia a una “cesta” de servicios que son determinantes al fijar un precio en base a ciertos niveles de calidad y eficiencia. Es una regulación tradicional que se aplica en Reino Unido.

Las ventajas que tiene este método es que permite a los reguladores crear incentivos. También logra que ninguna empresa pueda influenciar en los precios del mercado, pero a la vez dejando que sea competitivo.

La inversión es el problema en este modelo, ya que debe permitirse precios por sobre los costos medios [2]. Esta idea provoca que los proveedores no busquen reducir sus costos ya que estos van a ser asumidos por el público.

Las diferencias entre la regulación price cap y la regulación por tasa de retorno es que la primera se basa en el retorno esperado para crear incentivos de eficiencia y no permite una revisión tarifaria de los precios establecidos en el periodo de regulación; la regulación por tasa de retorno se basa en los riesgos que asumen las empresas, por lo tanto no incentivan a la eficiencia aunque permiten hacer revisiones periódicas de las tarifas

#### **2.1.4. INTERNATIONAL BENCHMARKING**

El International Benchmarking implica que el regulador basa los precios de los mercados que regula conforme a una comparación con los precios de los servicios similares a los regulados, pero en los mercados internacionales. Su fundamento es comparar entre “pares”, es decir comparar a empresas, servicios o mercados con características similares. En los precios de internet minoristas, e inclusive en cualquier producto o servicio, el problema es la adecuación de los precios a la economía que maneja el ente regulador. En general los precios de referencia surgen de mercados competitivos o que ya se encuentran regulados [4]. Para llevar estos precios de referencia a una nueva economía, lo primero que debe realizar el regulador es verificar que su mercado, al cual quiere aplicar este precio referencial, cumpla con similares condiciones del mercado de donde se obtuvo la referencia. A pesar que para un ente regulador, este método resulte más sencillo de ponerlo en ejecución, en el mercado de internet banda ancha es evidente el problema que surge debido a las múltiples variaciones que dicho servicio puede tener.

La ventaja es que puede ser aplicado directamente al precio final del servicio o producto a regularse.

La desventaja es que cada mercado o empresa se desenvuelven en distintos escenarios, y muchas veces las características pueden ser similares, pero las condiciones pueden ser muy distintas.

## **2.2 EMPRESA EFICIENTE**

La regulación por Empresa Eficiente surgió en los años 80 [26] como un modelo en reemplazo a las regulaciones por tasa de retorno y price cap. Además en sus inicios era

común que ciertos operadores tuvieran un poder excesivo en el mercado, por lo cual, una regulación era necesaria para mitigar los problemas ocasionados por el poder excesivo de uno o pocos proveedores. La fijación de precios es dada por el regulador en base a los costos de una empresa “eficiente” diseñada desde cero. Además la empresa o empresas reguladas bajo este concepto de eficiencia solo pueden tener una rentabilidad si son capaces de emular a la empresa “modelo” por lo que el incentivo hacia la eficiencia es muy fuerte. En el caso de que los proveedores regulados no alcancen la eficiencia de la empresa ficticia, los costos adicionales por la ineficiencia son asumidos por los proveedores y no son reflejados a los consumidores finales.

La idea de una “empresa eficiente” es que produzca la cantidad de productos o servicios igual a la demanda de los mismos y al mínimo costo técnicamente posible. La condición de la que parte este modelo de regulación es que el flujo de caja de la empresa cubra los costos de inversión, lo que implica fijar un precio regulado igual al costo medio a largo plazo.

Este modelo es teóricamente muy bueno, sin embargo, sus problemas no son conceptuales sino principalmente prácticos ya que las fórmulas que usa para fijar las tarifas suponen que el ente regulador cuenta con toda la información necesaria y precisa para determinar los costos de la empresa [26].

Por ende, lo importante para el regulador es diseñar un mecanismo que permita obtener la información adecuada y correcta para el proceso de regulación. En la práctica de este modelo en economías como la chilena, es evidente que la empresa “eficiente” no se puede modelar sin la información de una empresa real o la empresa a ser regulada. El problema se da en que la empresa real conoce, mejor que el regulador, los costos, la tecnología y la demanda de los servicios (problema conocido como información asimétrica) [26].

El ingreso generado únicamente con la aplicación de las tarifas eficientes no garantiza que la empresa se autofinancie. La verificación del autofinanciamiento de la empresa se hace comparando el ingreso generado por las tarifas eficientes, en el período tarifario, con el costo de reponer o reconstruir desde cero la empresa para un nivel de demanda representativo del período en cuestión, conocido como proyecto de expansión.

### **2.2.1 OPCIONES DEL MODELO DE EMPRESA EFICIENTE**

El modelo regulatorio de Empresa Eficiente permite simular a un operador ficticio y eficiente que opera y presta servicios en un mercado bajo ciertas condiciones y características. Esta simulación permite al regulador proyectar los costos que enfrenta dicho operador para

realizar sus actividades. Las características y las circunstancias a las que se rige el operador estarán dadas por el mercado, y en sí por el país en el cual es aplicado el método. Para desarrollar el modelo de Empresa Eficiente en la regulación de precios, puede optarse por dos opciones [2]:

**Tabla 2-1** Formas de implementar la “Empresa Eficiente”

<b>DESARROLLO POR PARTE DE LAS EMPRESAS</b>	<b>DESARROLLO POR PARTE DEL REGULADOR</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las empresas que son objetivo de la regulación son las encargadas a la vez de proponer las estimaciones de las variables como demanda, inversión, etc. y por lo tanto proponer los costos.</li> <li>- El regulador se encarga de revisar y corregir las propuestas.</li> <li>- El resultado es la aplicación de un precio tope u obligatorio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El regulador se encarga de realizar la propuesta de regulación en base a la información que entregan las empresas a regularse.</li> <li>- El resultado es una aplicación de un precio referencial y no obligatorio.</li> </ul>

Para aplicar la metodología de Empresa Eficiente es fundamental plantear la visión que se quiere alcanzar con dicha regulación, pero sobre todo la información en la cual se basarán los cálculos técnicos que requiere la misma. Antes de pensar en la metodología o aplicación del modelo de Empresa Eficiente es necesario definir cómo se receptorá la información necesaria que permitirá desarrollar dicho modelo.

Como se menciona en la Tabla 2-1 cualquier opción que se tome para la aplicación de la regulación necesita que el regulador corrobore la información presentada y hacer que sea lo más objetiva posible.

Es indudable que cada opción del desarrollo de la metodología por Empresa Eficiente tiene sus pros y contras. Para saber que opción elegir, es necesario analizar el escenario y problemas que plantea cada opción. Para estimar los costos se necesita abarcar y analizar una gran cantidad de información. Construir una base datos con toda esta información es todo un desafío, sobre todo para el ente regulador. La asimetría de la información es otro factor muy dañino para la base de datos. Una ventaja de las empresas proveedoras del servicio con respecto al regulador, es el talento humano especializado del cual dispone. La experiencia en la práctica de la ingeniería y operación del servicio son otro punto bueno para las empresas. Por parte del regulador, la información es su único aliado, y su

experiencia política y administrativa no compensa la capacidad que tiene una empresa de contribuir con un diseño más preciso de la empresa simulada.

Al optar por el desarrollo del modelo de Empresa Eficiente por parte de las empresas, el regulador tendrá que imponer las condiciones de la propuesta que realicen las empresas y realizar una exhaustiva revisión y análisis de la propuesta tarifaria. Una buena práctica para el regulador es imponer la obligatoriedad de la entrega de información de manera periódica a los proveedores regulados, esto mitiga la asimetría de información y además permite al regulador sustentar su regulación en datos.

La información necesaria más relevante para desarrollar este modelo, es la que permite conocer la demanda de los servicios y los costos que conlleva dicho servicio, la cual está orientada fundamentalmente a: [2]

- **Estadísticas en servicios y abonados:** Incluye datos periódicos como características geográficas, tipo de redes, tipo de tecnología y perfil de consumo de los usuarios. Estas estadísticas tendrán que ser periódicas para que sean adecuadas y lo más reales posibles.
- **Estadísticas de tráfico:** Incluye datos históricos de consumo identificando los tráfico por tipo de servicio, por encaminamiento, por zona geográfica, por redes, etc.
- **Información de costos de los insumos relevantes:** Incluye los costos de los insumos indispensables que permiten la creación del servicio. Los insumos más significativos son: recursos humanos, equipos de telecomunicaciones, bienes y servicios para la operación de la empresa, información financiera, etc.

## **2.2.2 CONCEPTOS Y COMPONENTES PARA EL DESARROLLO DE LA EMPRESA EFICIENTE**

Para desarrollar el modelo de Empresa Eficiente con el fin de realizar una regulación tarifaria a un servicio de telecomunicaciones es necesario seguir una serie de procesos.

### **2.2.2.1 Estimación de la Demanda**

El análisis y estimación de la demanda del servicio que se desea regular es fundamental para determinar el nivel de inversión que se requiere para la empresa ficticia [2]. La demanda en los servicios de telecomunicaciones no es sencilla de predecir, sin embargo, es una tarea prioritaria y que merece el esfuerzo que solicita. Las políticas de regulación tienen que estar alineadas con la demanda del servicio para que funcionen de mejor manera. El análisis de la demanda permitirá caracterizar al mercado y a la industria.



El análisis de la demanda se basa en 5 aspectos [2]:

- **Precio del servicio:** Como ya se ha mencionado anteriormente, es la variable más compleja de analizar y determinar. Especialmente para el caso del servicio de acceso a internet, la increíble variabilidad de la demanda, de la tecnología y de los servicios involucrados, hace que la tarea sea más complicada.
- **Cantidad de abonados y suscriptores:** Este ítem varía por aspectos sociales, económicos y geográficos.
- **Tipos de tráfico:** Suelen tener distintos comportamientos y naturalezas.
- **Zonificación:** Referente a la localización de la empresa simulada.
- **Sustitución o complementariedad:** Asociada a los efectos de sustitución o complemento de un servicio de telecomunicaciones con otro.

### 2.2.2.2 Diseño e inversión técnica

El primer cálculo de la inversión tiene que basarse en la ingeniería requerida por la empresa ficticia para brindar el servicio. Como en cualquier diseño de ingeniería, los planteamientos para el diseño de infraestructura y la red de la empresa ficticia están dados por la demanda calculada. El cálculo de demanda es crucial para determinar la cantidad de elementos de red y el nivel de inversión requerido. Todos los gastos asociados al diseño de infraestructura dependerán de la demanda estimada. El diseño debe contemplar las características y restricciones que tiene el mercado, condiciones mínimas de calidad del servicio e incluir todo lo estrictamente necesario para prestar el servicio.

### 2.2.2.3 Inversiones Administrativas

La siguiente inversión fuerte que realiza una empresa de telecomunicaciones, además de la inversión técnica en la infraestructura, es la inversión administrativa. Toda empresa requiere un lugar para alojar y realizar sus actividades comerciales y administrativas. Además, se requiere de personal para todas las actividades de provisión del servicio y manejo de la empresa. También se requiere instalaciones técnicas de alojamiento para los equipos y administración de la red. Todos estos componentes tienen que estar considerados en los gastos de la empresa simulada.

Para encontrar las dimensiones necesarias para el lugar de alojamiento de la empresa, es necesario considerar el volumen de equipos y personal que se requieren para brindar el servicio regulado en base a la demanda estimada. Para encontrar los costos del edificio es importante considerar el mercado inmobiliario, características de los inmuebles, la estructura organizacional de la empresa, medidas de seguridad y características

necesarias para los elementos de red a alojarse. Hay que considerar para las edificaciones que albergan los equipos técnicos los estándares que deben cumplirse.

Las inversiones que comprenden los gastos en equipos de informática, mobiliario de oficina, equipamiento de escritorio, red interna de comunicaciones, sistemas de administración y gestión comercial también se incluyen como inversión administrativa.

#### **2.2.2.4 Recursos humanos**

El diseño organizacional de cualquier empresa es la base para el desarrollo de sus funciones. En la Empresa Eficiente se tiene que analizar la estructura más óptima que permita el funcionamiento de la empresa conservando el nivel de calidad de servicio y el nivel de producción. Se puede optar por la creación de la estructura organizacional de la empresa modelo desde cero o la adecuación y mejoramiento de la estructura organizacional de la empresa real que se somete a regulación. Además, se necesitan crear las funciones y los puestos de trabajo, las relaciones de dependencia, el nivel de remuneraciones de acuerdo al mercado laboral donde se aplica.

Para el cálculo del costo asociado al recurso humano de la empresa, no hay que dejar por fuera la contemplación de beneficios para el personal, tanto los obligatorios en base a la legislación vigente de condiciones de trabajo, así como beneficios, bonos extras e incentivos.

#### **2.2.2.5 Gastos Operacionales**

La provisión de un servicio, comprende varias operaciones necesarias que no siempre son actividades que la empresa realiza, sino que las encarga a un tercero. Los costos operacionales de la empresa incluyen: los gastos comerciales, de marketing, bonos, mantenimiento, arriendos, artículos de escritorio, arriendo de infraestructura, etc. En estos gastos es importante que el regulador valide mediante parámetros el dimensionamiento o sustento de dichos costos.

#### **2.2.2.6 Depreciación y valor residual**

En la metodología de la Empresa Eficiente la determinación de la depreciación de los bienes y su valor residual es muy significativa. Se debe tomar en cuenta la regulación local para determinar la vida útil de los elementos de la empresa y su valor residual. En los casos donde la aplicación del modelo de Empresa Eficiente esté dado por las empresas reguladas, ellas son las que proponen la metodología para el cálculo de la depreciación y

valor residual de acuerdo a sus balances financieros. En todo caso, el regulador debe verificar los datos y revisar que dichos métodos o valores tengan sustento.

De acuerdo a la regulación chilena, donde surgió la metodología de Empresa Eficiente, se indica que la depreciación se calcula linealmente en base a la vida útil contable de los activos. Para el valor residual se considera los años de vida útil de las inversiones y la depreciación acumulada de las mismas.

### **2.2.2.7 Autofinanciamiento**

Las tarifas que se asignen a la empresa modelo o regulada deben corresponder a un precio que permita, en base a la demanda esperada de los servicios y en el período de vigencia de la tarifa, recaudar beneficios para solventar el costo total de la empresa. El costo total de la empresa, además de lo señalado anteriormente, incluye las tasas de tributación en base a la regulación vigente de donde sea aplicada. La tarifa definitiva para la regulación de precios asegura el autofinanciamiento de la empresa.

Como resultado se obtienen tres opciones: la tarifa es muy baja y no compensa los costos totales de la empresa, la tarifa es muy alta y genera un beneficio extra-normal, o la tarifa compensa los costos totales. Cuando existe una descompensación entre los beneficios que generan la tarifa y los costos totales de la empresa, es necesario ajustar la tarifa hasta que se iguale al costo total.

### **2.2.2.8 Tasa de Costo de Capital**

La tasa de costo de capital se encuentra definida en el artículo 30 de la Ley General de Telecomunicaciones de Chile y corresponde a la tasa de retorno sobre los activos de la empresa y se define de acuerdo a la ecuación (2.1):

$$K_0 = R_F + \beta * PRM \quad (2.1)$$

Donde:

- $K_0$  : tasa de costo de capital;
- $R_F$  : tasa de rentabilidad libre de riesgo;
- $\beta$  : riesgo sistemático de la concesionaria;
- $PRM$  : premio por riesgo de mercado.

La tasa de rentabilidad libre de riesgo (RF) corresponde a la tasa del interés asociada a un elemento de renta fija respaldado por el Estado. Ejemplo para esto son los bonos emitidos por el Estado, que es considerado un “activo libre de riesgo” [2]. Por lo tanto una forma de

determinar esta tasa es utilizar el retorno esperado de un bono emitido por el Estado para un periodo similar al de la regulación o a su vez usar un instrumento similar emitido por la banca o instituciones financieras.

Este riesgo sistemático de la concesionaria ( $\beta$ ) corresponde al riesgo de las actividades propias de la empresa y mide la variación de los ingresos de la empresa respecto a las variaciones del mercado. El riesgo sistemático al igual que el premio por riesgo, pueden ser estimados en base al mercado local (de preferencia) o al mercado internacional (en mercados de similares características).

El premio por riesgo de mercado representa la diferencia entre el retorno del mercado y la tasa libre de riesgo. Habitualmente este premio se estima en base a la información del mercado, pero también puede obtenerse de estimaciones internacionales.

### **2.2.3 CÁLCULO TARIFARIO**

Para determinar el valor de las tarifas del servicio regulado de la empresa modelo es necesario considerar aspectos de proyección de la empresa. Las tarifas eficientes se basan en el flujo de caja neto que genera la empresa. El flujo de caja, considera los costos de inversión, costos de explotación, el valor residual los impuestos a las utilidades y la recaudación promedio. El análisis de las proyecciones de la empresa y el flujo de caja permite obtener tarifas eficientes.

#### **2.2.3.1 Proyecto de expansión**

Corresponde a la proyección de inversiones que realiza la empresa durante el periodo de regulación para satisfacer el aumento de la demanda. Este proyecto contempla las inversiones, gastos e ingresos de la empresa regulada con el fin de atender la creciente demanda del periodo tarifario. El flujo de caja del plan de expansión va ligado con el costo incremental de desarrollo. De manera general, se usa el costo incremental de desarrollo del proyecto de expansión para el establecimiento de las tarifas, y pueden ser consideradas definitivas cuando generan el autofinanciamiento del costo total de la empresa. Cuando no existe un plan de expansión, se trabaja con tarifas incrementales de largo plazo para obtener la tarifa eficiente.

#### **2.2.3.2 Costo incremental de desarrollo**

El costo incremental de desarrollo es el monto equivalente a la recaudación anual promedio de la empresa simulada en su plan de expansión que, una vez contemplado el flujo de caja

neto, permite obtener un Valor Actual Neto (VAN) igual a cero. Este costo se representa de la siguiente manera:

$$VAN = - \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{(1+K_0)^i} + \sum_{i=1}^N \frac{(y_i - c_i) * (1-t) + d_i * t}{(1+K_0)^i} + \frac{vr}{(1+K_0)^N} = 0 \quad (2.2)$$

Donde:

- $i$  : corresponde al año del periodo tarifario;
- $N$  : horizonte de planificación;
- $l_i$  : inversiones del proyecto en el año “i”;
- $K_0$  : tasa de costo de capital;
- $y_i$  : costo incremental de desarrollo
- $c_i$  : costo de explotación del proyecto en el año “i”;
- $t$  : tasa de tributación a las utilidades;
- $d_i$  : depreciación en el año “i”,
- $vr$  : valor residual de los activos del proyecto al último año.

El VAN permite establecer un criterio para analizar si es o no rentable invertir en un proyecto. La idea consiste en traer al presente los flujos de caja que tiene el proyecto analizado, usando una tasa de descuento a modo de interés. Los posibles resultados son una medida de la rentabilidad del proyecto en términos absolutos de unidades monetarias. Los criterios que se tienen en el VAN son tres:

- VAN > 0: Los flujos de caja del proyecto, aplicada la tasa de descuento seleccionada para el análisis, generan beneficios. Por lo tanto el proyecto debe realizarse y es rentable.
- VAN = 0: Los flujos de caja del proyecto, aplicada la tasa de descuento seleccionada para el análisis, no generan beneficios ni pérdidas. Por lo tanto la realización del proyecto es indiferente.
- VAN < 0: Los flujos de caja del proyecto, aplicada la tasa de descuento seleccionada para el análisis, generan pérdidas. Por lo tanto la realización del proyecto debe rechazarse.

La ecuación 2.2 representa la manera de calcular el VAN del proyecto de expansión en la metodología de Empresa Eficiente con el fin de obtener los costos incrementales de desarrollo. Se contemplan las inversiones, valor residual de los activos y los gastos que tiene la empresa modelo de manera anual. La tasa de costo de capital actúa como la tasa de descuento para los flujos anuales de la empresa. Generalmente existe una fuerte

inversión inicial realizada para cubrir las necesidades a lo largo del tiempo de vida del proyecto considerado como el horizonte de planificación.

Para calcular el flujo de caja neto debe considerarse la recaudación anual promedio, los costos de inversión, de explotación, el valor residual de las inversiones y los impuestos a las utilidades. Los costos de explotación es la suma de los costos de operación, mantención y todos aquellos relacionados al proyecto que no sean gastos de inversión. Los costos de las amortizaciones no son considerados como gastos de explotación, y tampoco se consideran para pagar la tributación. Para calcular la tributación a las utilidades, se resta a la recaudación anual la suma de los costos totales de explotación y de la depreciación en dicho período.

### 2.2.3.3 Tarifa marginal

La tarifa marginal es el costo marginal de largo plazo y es muy útil cuando se regula más de un servicio, o existen otros servicios no regulados que comparten infraestructura. La tarifa va asociada al costo incremental de desarrollo, es decir, la tarifa marginal es aquella que aplicada produce una recaudación semejante al costo incremental de desarrollo y por lo tanto se considera como tarifa eficiente.

$$\sum_{i=1}^N \frac{\sum_{j=1}^a q_{ij} * p_{ij}}{(1+K_0)^i} = \sum_{i=1}^N \frac{y_i}{(1+K_0)^i} \quad (2.3)$$

Donde:

$q_{ij}$  : Demanda prevista del servicio "j" durante el año "i", asociado al proyecto de expansión ;

$p_{ij}$  : tarifa eficiente del servicio "j" en el año "i";

$y_i$  : costo incremental de desarrollo del proyecto de expansión en el año "i"

$K_0$  : tasa de costo de capital;

$a$  : cantidad de servicios

### 2.2.3.4 Proyecto de reposición

El proyecto de reposición, es aquel proyecto donde la empresa simulada inicia completamente de cero, realizando las inversiones necesarias y cubriendo los gastos que implica brindar el servicio regulado. Este proyecto satisface la demanda total del servicio regulado durante el periodo de fijación de la tarifa. El periodo tarifario es definido cuando el ente regulador implanta las condiciones de la regulación. Se recomienda que la duración del período tarifario no sea mayor a 5 años para que vuelva a realizarse el proceso y

revisar las tarifas; sin embargo, puede existir un mecanismo que permita al operador u operadores regulados solicitar una revisión a la tarifa cuando exista un cambio en los costos que sea justificado ante el regulador.

El proyecto de reposición está asociado con los costos de largo plazo de la empresa. Cuando no existe un plan de expansión para el análisis, se usa los costos totales a largo plazo del proyecto de reposición para fijar la tarifa; sin embargo, cuando existe el plan de expansión es necesario comprobar que la tarifa que se obtiene de los costos incrementales de desarrollo permita el autofinanciamiento en el proyecto de reposición.

### 2.2.3.5 Costo medio o total de largo plazo

El costo medio o total de largo plazo es el equivalente a las recaudaciones que tiene el proyecto de reposición para obtener un VAN igual a cero, una vez contempladas todas las inversiones, gastos de explotación del servicio, valor residual y depreciaciones de los activos. Su cálculo se realiza de manera similar a los costos incrementales de desarrollo.

$$VAN = - \sum_{i=0}^N \frac{l_i}{(1+K_0)^i} + \sum_{i=1}^N \frac{(Y_i - C_i) * (1-t) + D_i * t}{(1+K_0)^i} + \frac{VR}{(1+K_0)^N} = 0 \quad (2.4)$$

Donde:

- $i$  : corresponde al año del periodo tarifario;
- $N$  : horizonte de planificación;
- $l_i$  : inversiones del proyecto en el año "i".
- $K_0$  : tasa de costo de capital;
- $Y_i$  : costo total de largo plazo de la empresa en el año "i";
- $C_i$  : costo anual de explotación de la empresa en el año "i";
- $t$  : tasa de tributación;
- $D_i$  : depreciación en el año "i", de los activos fijos del proyecto;
- $VR$  : valor residual de los activos al último año.

### 2.2.3.6 Tarifas Definitivas

La tarifa final o definitiva es aquella que se deriva de la tarifa eficiente, que al ser aplicada, en base a una demanda estimada y en el período de regulación, permita obtener una recaudación equivalente al costo total de la empresa modelo. Esta tarifa, como se mencionó antes, debe contemplar la vida útil de los activos de la empresa, y sobre todo asegurar el autofinanciamiento en el período tarifario. Es importante que el regulador

compruebe que no existan costos asociados que intervengan en la prestación del servicio regulado y afecten a la tarifa final del servicio.

Para finalizar el proceso de establecimiento de una tarifa al servicio otorgado por la empresa modelo, es importante considerar los factores que pueden hacer que los costos previamente calculados para la tarifa cambien. Un ejemplo de factores que pueden provocar fluctuaciones en los costos de la empresa simulada es la inflación, otro ejemplo es el alza de las remuneraciones. Para contemplar estos aspectos es merecido determinar un índice o factor que contemple las variaciones que puede tener la economía donde se desarrolla la empresa modelo, y de esta forma verificar la fluctuación de los costos y el impacto que estos pueden tener.

#### **2.2.4 APLICACIONES DEL MODELO EMPRESA EFICIENTE**

Las experiencias de regulación de telecomunicaciones en otros lugares pueden dar una pauta de los resultados y la manera en la que se debe implementar la regulación. En el caso del modelo de Empresa Eficiente, es una metodología que ya se ha aplicado en países como Chile y Colombia en distintos servicios de telecomunicaciones.

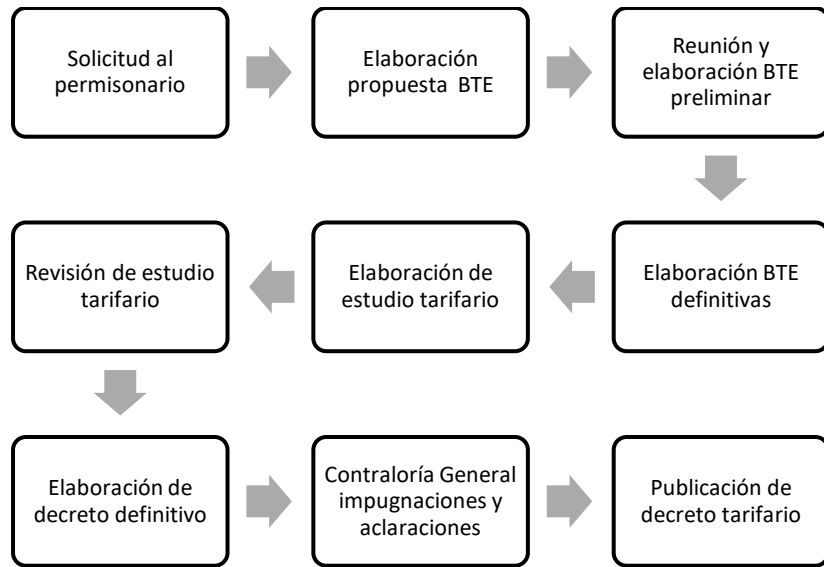
##### **2.2.4.1 Caso Chile**

El modelo de Empresa Eficiente ha estado presente en Chile desde la época de los 80s. La Ley General de Telecomunicaciones (LGT) en el Título V faculta al Estado a fijar precios en mercados que tengan imperfecciones y problemas en establecer tarifas competitivas por sí mismos dando autorización al regulador para aplicar una regulación tarifaria. Esta regulación tarifaria se aplica al servicio de telefonía fija local; sin embargo, se da libertad tarifaria a los servicios de telefonía móvil e internet [27].

Las tarifas se establecen cada 5 años luego de seguir con el proceso de regulación tarifaria. El proceso puede dividirse en tres etapas: la primera es la elaboración de bases técnicas con las cuales se realiza el estudio tarifario, la siguiente etapa es la propuesta y estudio tarifario por parte del operador que es objetivo de regulación, finalmente existe una resolución y se determinan las tarifas definitivas.

El Título V de la LGT establece el procedimiento regulatorio para la fijación de tarifas, incluidos sus participantes. El proceso es transparente en todas sus etapas por lo que está abierto a recibir opiniones a lo largo de su desarrollo [27].





**Figura 2-2** Proceso de fijación tarifaria en el sector de telecomunicaciones

La primera etapa contempla la realización de las bases técnico-económico (BTE) que empiezan con una solicitud de parte del regulador al permisionario que se va a regular, siendo generalmente el proveedor preponderante del mercado. Estas bases contemplan y especifican el servicio que se va a regular, las áreas tarifarias, la metodología de cálculo de tarifas, costo de capital, depreciación, vida útil de activos, valor residual, fuentes de obtención de costos y todos los demás ítems que sean necesarios definir para establecer el estudio tarifario. El operador del servicio realiza su propuesta de las bases para el estudio tarifario, éste es revisado por el organismo regulador que emite las bases preliminares. Luego de una revisión con una comisión de peritos y la resolución de los posibles conflictos que pueden existir entre el regulador y el operador, se emiten las bases definitivas para el estudio tarifario.

La segunda etapa contempla la elaboración del estudio tarifario por parte del operador. Al estudio tarifario presentado se le realiza una revisión por parte de los ministerios involucrados y también por una comisión de peritos. El concesionario tiene la opción de objetar las revisiones, y luego del proceso de resolución de las controversias se emite el estudio tarifario definitivo.

En la etapa final se elabora el decreto tarifario definitivo que ya se encuentre revisado y acordado por las partes que participaron en el proceso. En esta etapa se da paso a un proceso de impugnaciones y aclaraciones del proceso tarifario encabezado por la Contraloría General de la República. Por último se realiza la publicación del decreto tarifario.

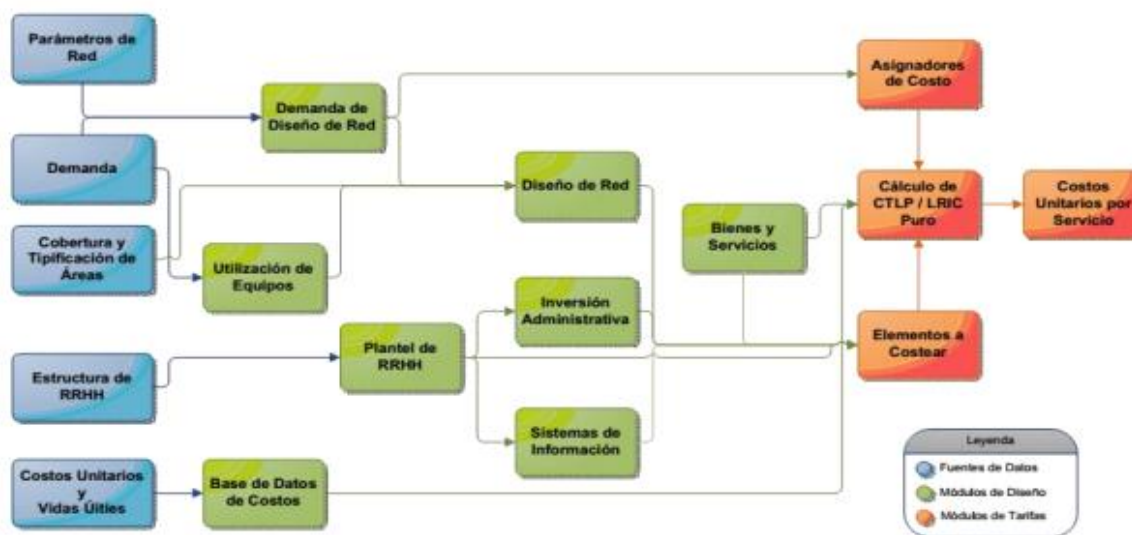
La LGT se encuentra redactada de manera que explica cada proceso y metodología aplicada para realizar la regulación por medio de la Empresa Eficiente. Establece los fundamentos y objetivos que desea alcanzar con la fijación de precios. Su legislación busca que las tarifas reflejen los costos de proveer el servicio y a la vez se genere incentivos para que el concesionario real introduzca mejoras de eficiencia en su operación [2].

La regulación aplicando el modelo de Empresa Eficiente implica que en cada nuevo proceso, que sucede cada cinco años, la empresa ficticia debe ser creada nuevamente de cero.

### 2.2.4.2 Caso Colombia

En Colombia, la regulación de los cargos de acceso a las redes móviles de telecomunicaciones es un tema relevante. Lo que se busca es implementar una metodología que permita regular estos costos de acceso que existen entre los operadores mediante la definición de lineamientos y políticas regulatorias que permitan alcanzar tal fin.

La metodología Long Run Incremental Cost se desarrolla en base a costos, lo que genera eficiencia económica [28]. Este modelo es aplicado en Colombia para la “empresa eficiente” de los operadores móviles.



**Figura 2-3** Esquema explicativo del modelo LRIC en Colombia [28]

El cálculo de los cargos de acceso establece ciertos parámetros que deben seguirse:

- Los diseños de las redes se realizan a partir de la estimación de máxima demanda. En base a esa demanda estimada se proyectan los gastos administrativos, de recursos humanos y costos que incurren para la prestación del servicio por parte

de la empresa. Con todos los gastos calculados, se determina el nivel de inversión de la empresa para un periodo de tiempo definido.

- En base a los gastos estimados y a la demanda proyectada, se definen los criterios de asignación de costos a los servicios.

Finalmente, los cargos de acceso a las redes móviles en Colombia se regularon en base a costos eficientes, se tomaron como base las experiencias internacionales en la regulación de estos cargos y se realizó un análisis para prever los resultados de la regulación. Entre varias recomendaciones regulatorias, Colombia optó por aplicar la regulación a los cargos por minuto y por capacidad, además implementó una diferenciación horaria y por tecnología [2].

Otro concepto usado en Colombia es la escalera de inversión de la Comisión Europea detallado en el apartado 1.3.5.6.

### **3. APLICACIÓN DEL MODELO DE EMPRESA EFICIENTE**

Para la aplicación del modelo de Empresa Eficiente se diseña una empresa ficticia basada en las circunstancias del mercado donde se desarrolla, por lo que a manera de ejemplo, se crea un escenario genérico que se asemeje a la realidad del mercado de telecomunicaciones del Ecuador. Debido a la considerable cantidad de variables que requiere plantear un escenario nacional y a la diversidad de realidades socio-económicas que contiene cada rincón del país es imposible contemplar un solo caso. Por lo mencionado surge la necesidad de crear un escenario, en el cual se desarrollará y aplicará la regulación a una “empresa eficiente” bajo ciertas condiciones y circunstancias.

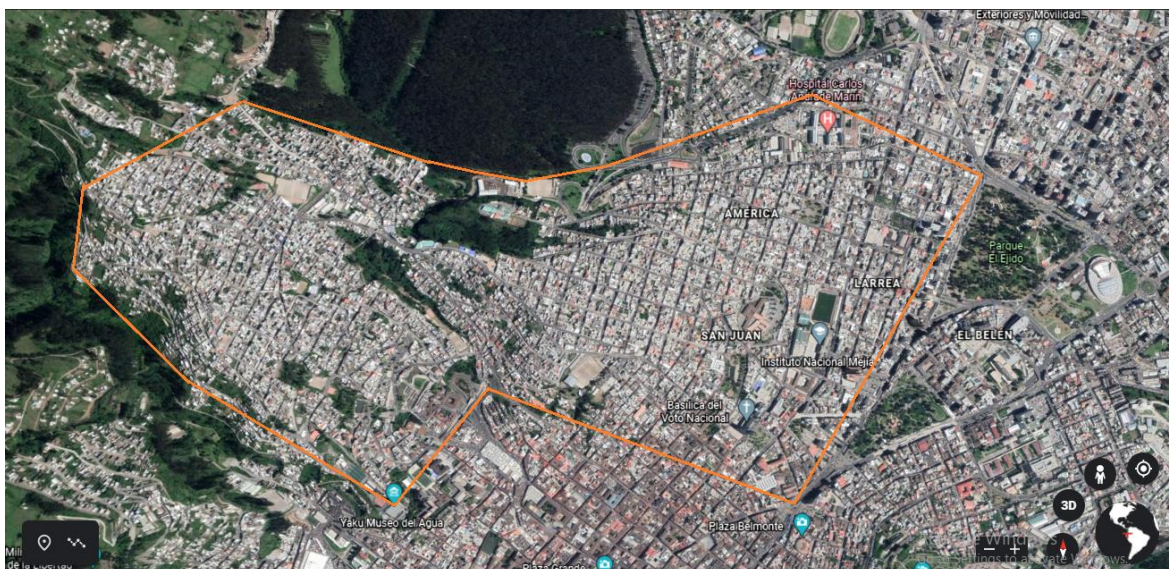
Por la cantidad de datos disponibles, la regulación se aplica al mercado minorista, entendiéndose que la empresa a ser regulada es el proveedor con más poder de mercado en la zona, y compite con otros proveedores minoristas que necesitan contratar los servicios de un proveedor del mercado mayorista, es decir se abarcan los dos primeros eslabones de la cadena de suministro de internet. El mercado mayorista no se aborda para este ejemplo de la aplicación de la regulación de Empresa Eficiente. Se busca ilustrar de la mejor manera posible la metodología en una pequeña zona urbana que tiene características homogéneas; sin embargo, considerando el enfoque del ente regulador, será necesario plantear parámetros y zonas que abarquen más territorio para optimizar recursos y tiempo, tomando en cuenta también la cantidad de información disponible.

Para ejemplificar el uso de la metodología de Empresa Eficiente, se modela una empresa que parte desde cero y representa al operador preponderante en su zona de cobertura. El diseño se plantea en base a lo solicitado por la metodología de la Empresa Eficiente con el fin de calcular la tarifa del servicio de internet.

#### **3.1 DEMANDA DEL SERVICIO SAI**

Para el cálculo de la demanda que abarca el estudio tarifario y diseño de la empresa, es necesario escoger una zona de influencia en la cual se pueda definir sus características y determinar la demanda del servicio en base a los datos disponibles. El análisis se lo realiza en base al proyecto de reposición de la empresa.

### 3.1.1 ZONIFICACIÓN



**Figura 3-1** Parroquia San Juan, Quito

La zona en la que se desarrolla la empresa es la parroquia San Juan, perteneciente a la administración zonal Manuela Sáenz de la ciudad de Quito, en la cual de acuerdo al Instituto de la Ciudad de Quito, existen 54.027 habitantes en el año 2010. La parroquia es un sector urbano caracterizado por estructuras residenciales con una densidad poblacional de 140.7 habitantes por hectárea, en donde la mayor parte de la población habita en viviendas arrendadas (53%) con un promedio de 3.325 personas por hogar. Para el año 2010 el porcentaje de la población con un computador es del 52.68% y la población que usa internet es el 46%. A pesar de que cuenta con instituciones educativas, algunos edificios y negocios que requieren internet corporativo, se asume que la demanda será totalmente residencial ya que el objetivo es regular el plan básico de acceso a internet.

### 3.1.2 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

Para la estimación de la demanda del servicio de acceso internet, es muy importante conocer la infografía del sector y las características de los consumidores. La demanda de usuarios se obtiene en base a las estadísticas digitales de la zona, cantidad de la población y las características de vivienda del sector. Las características de los consumidores permiten entender el nivel de uso que le darán al ancho de banda ofertado. Estas características se detallan a continuación con el fin de obtener un plan básico que la empresa simulada pueda ofertar y que cumpla con las características de cubrir la necesidad de acceso de banda ancha del sector.

### 3.1.2.1 Estimación de usuarios de la red

Debido a la falta de datos actualizados, se ajusta el número de habitantes de la parroquia usando la tasa de crecimiento poblacional de 1.64% del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEN) [29]; también con el número promedio de personas por hogar se calcula la cantidad de hogares de la zona, considerando que no todos son potenciales clientes. El hecho de que la mayor parte de la población del sector viva arrendando implica que estos posibles clientes abandonen la zona de cobertura y se pierda la posibilidad de brindar el servicio. La falta de una computadora en el hogar hace que muchas personas opten por contratar un plan de datos móvil; además, la tasa de analfabetismo digital (17.17% [30]) sumado a un costo elevado del servicio para el nivel adquisitivo de la zona influye en que la cantidad de hogares que tienen acceso a Internet es apenas el 24.94%. Lo mencionado, implica que el incremento en la penetración del servicio será menor al promedio nacional, e inclusive pudiera mantenerse de no existir una situación extraordinaria a lo largo de los 5 años de regulación.

El incremento de las cuentas vendría dado en su mayor parte por el incremento de la población, y además se asume un incremento en la penetración del servicio del 0.5% por año con lo que se tiene para el 2024 una penetración del 27.44%.

**Tabla 3-1** Proyección poblacional

<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN PARROQUIA SAN JUAN</b>	<b>NÚMERO DE HOGARES</b>
2010	54027	16249
2020	63571	19120
2024	67845	20405

De acuerdo a la Tabla 3-1 para el año 2024 existirían 20.405 hogares en la parroquia San Juan. Ya que el escenario considera que la empresa modelo se instaurará en este sector como un operador dominante, se asume que su porcentaje de mercado es el que corresponde al operador que lidera el sector en el país, CNT. Tomando en cuenta la penetración del servicio SAI, y un aumento de la penetración del servicio en el país, usando la fórmula 3.1 se obtiene:

$$clientes = hogares * penetración\ servicio * dominio\ de\ mercado \quad (3.1)$$

Para el 2020 se obtiene:

$$19120 * 0.2494 * 0.4433 = 2113.88$$

Para el 2024 se obtiene:

$$20405 * 0.2744 * 0.4433 = 2482$$

Por lo tanto el número total de planes de internet estimados en el diseño para el 2024, asumiendo que el dominio del mercado del proveedor se mantiene, es de 2.482 clientes. Para el año 2020 se tiene 2.114 clientes.

### 3.1.2.2 Análisis del tráfico

Para analizar el tráfico circulante en la red es necesario conocer los hábitos de consumo de los usuarios y también la cantidad de usuarios que usan la red. El análisis ayuda a comprender la capacidad con la que se debe diseñar la red, el tipo de cliente, el plan básico que oferta la empresa ficticia y el enlace que la empresa debe contratar con el proveedor mayorista.

- **Estimación del plan básico**

Una vez determinada la posible demanda del servicio SAI, también es importante obtener una estimación de la demanda con respecto al tráfico que va a circular por la red. El tráfico de la red crecerá a medida que los clientes también se incrementen.

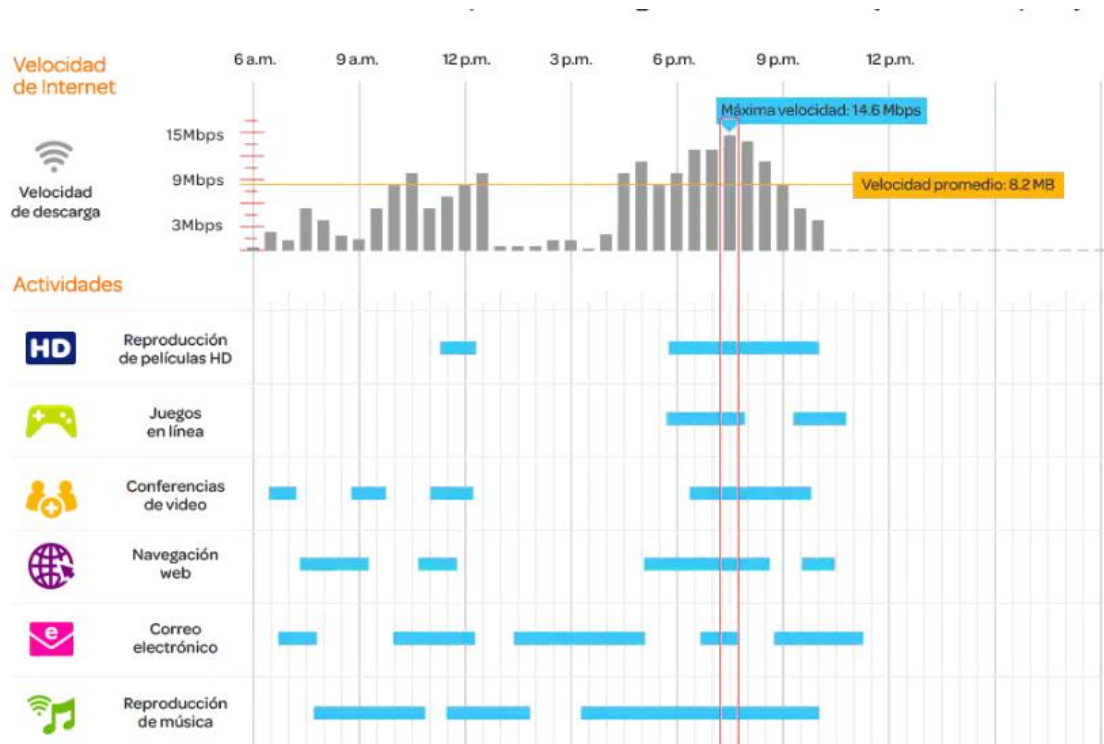


Figura 3-2 Consumo típico residencial de acuerdo a AT&T [31]

De acuerdo a los datos presentados por We Are Social, los sitios web como Google, Youtube, el Comercio y Facebook son las 4 páginas más vistas en el país. El resto de la lista la conforman páginas nacionales de los diarios y canales de televisión, también plataformas electrónicas como las del Banco Pichincha, MSN y al final de la lista en el puesto 19 y 20 se encuentran Netflix y Mercado Libre, respectivamente.

En el Ecuador existe un uso considerable de las plataformas sociales como Instagram, Twitter, Snapchat, LinkedIn, Tiktok, siendo Facebook la más usada con 12 millones de usuarios en el país. El uso de internet en el país para navegar en redes sociales ocupan el 82.5%; para trabajar un 79.5%; consulta de noticias o información un 74.2%; videos, películas, trámites online, pagos en línea y educación, representan cada una más del 60%, dejando actividades como juegos en línea con un 21.8% [32]. Estos datos muestran que la generación de contenido es mucho menor al tráfico descargado; sin embargo, hay que tomar en cuenta que nuevas plataformas como Tiktok, así como el desarrollo de actividades de teletrabajo, conferencias y entrevistas en línea, han provocado que el tráfico en uplink aumente con respecto a años pasados.

**Tabla 3-2** Guía de velocidades para banda ancha de la FCC [33]

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>VELOCIDAD MÍNIMA DE DESCARGA (Mbps)</b>
<b>Uso General</b>	
Navegación General y Correo	1
Descarga de Radio por Internet	Menor que 0.5
Llamadas por Internet (VoIP)	Menor que 0.5
Estudiante	5 – 25
Trabajo a Distancia	5 – 25
Descarga de Archivo	10
Medios Sociales	1
<b>Mirar Videos</b>	
Descargar Video de Definición Estándar	3 – 4
Descargar Video de Alta Definición (HD)	5 – 8



Descargar Video de Definición Ultra HD 4K	25
<b>Videoconferencia</b>	
Llamada Personal con Video Estándar	1
Llamada Personal con Video HD	1.5
<b>Juegos</b>	
Consola de Juegos Conectada a Internet	3
Multijugador conectado a Internet	4

Aplicando las características del comportamiento de los usuarios en el país, los datos de la Tabla 3-2, y asumiendo un escenario crítico donde se empleen todas las aplicaciones a la vez se obtiene la siguiente aproximación:

*Redes sociales+navegación+videocoferencia+videos+estudiante+juegos+teletrabajo (3.2)*

$$1+1+1.5+8+5+4+5 = 25.5 \text{ Mbps}$$

Observando las estadísticas de uso de internet del país se puede notar que un 60% usa aplicaciones de alto consumo. El plan requerido aparentemente deberá contar con una velocidad de 22.5 Mbps de descarga; sin embargo, es poco común que las aplicaciones se usen todas al mismo tiempo. Asumiendo un uso promedio de 5 dispositivos a la vez (considerando tres personas por hogar con teléfono inteligente y dos dispositivos extras) con un uso moderado de las aplicaciones de acuerdo a las estadísticas mencionadas anteriormente, se obtiene:

*3 aplicaciones de alta demanda + 2 aplicaciones básicas (3.3)*

$$4+4+5+1+1=15 \text{ Mbps}$$

La velocidad promedio que necesita una residencia en Ecuador, de acuerdo al análisis realizado corresponde a 15 Mbps considerando un uso moderado del internet, esto supera a la velocidad promedio del reporte Digital de Ecuador realizado por "We Are Social", donde la velocidad promedio de las conexiones fijas a internet es de 13.56 Mbps. Un dato interesante es que la Federal Communications Commission (FCC) considera que un plan básico de internet para un hogar es de 3 a 8 Mbps y un plan con consumo moderado va de los 12 a 25 Mbps [34], lo cual concuerda con el análisis realizado.

Como resultado de este análisis, considerando la velocidad promedio que necesita un hogar con consumo residencial moderado en el país, la velocidad promedio de acceso a internet fijo y las ofertas del mercado, se elige un plan básico de 15 Mbps. Al ser un plan básico no se considera ofertar servicios adicionales al acceso de internet. El presente estudio analiza el plan básico de internet necesario para la zona en la que se aplica la regulación con el fin de que sea una base de los planes ofertados por otros operadores. El plan ofertado por la empresa simulada se encuentra por encima de muchos planes ofertados en el mercado por proveedores minoristas que usan otras tecnologías (plan básico de 3 o 5 Mbps) en zonas menos urbanizadas.

- **Estimación del tráfico de la red**

Un factor importante para el análisis de tráfico es la relación entre el tiempo de conexión y el tiempo efectivo de utilización del enlace ( $t_c/t_u$ ) [35]. La relación entre estos dos tiempos permite optimizar en gran medida el uso del enlace de acuerdo a la actividad que se esté realizando. Como ejemplo, una persona que ingresa a buscar información puede enviar un requerimiento y quedarse leyendo la información por algún tiempo, lo que hace que se encuentre conectado a internet, pero sin usar el enlace. Por otra parte, hacer una descarga de archivos o de datos en tiempo real, es un ejemplo donde el usuario usa el enlace en gran medida mientras está conectado a internet. Generalmente esta relación de tiempos tiene un valor entre 1 y 6 minutos [35], siendo 6 un valor para el uso básico del enlace, es decir 1 de cada 6 minutos, y 1 para el uso más exigente del enlace. Es importante considerar que mientras mayor sea la velocidad contratada por el cliente, menos uso le da al enlace ya que sus descargas se realizarán en menor tiempo.

Otros factores importantes son el uso real del ancho de banda que el usuario emplea de su plan y el factor de simultaneidad de los usuarios. El primero hace referencia a las actividades que requieren una tasa de transmisión menor a la contratada por el usuario, por ejemplo, en descargar archivos pequeños, navegación, etc., es decir cuando el suscriptor no está utilizando todo su ancho de banda contratado. El segundo hace referencia a la probabilidad de que dos o más usuarios hagan un requerimiento al mismo tiempo, algo que es poco probable, sin embargo en la hora pico y en zonas densamente pobladas este factor no suele ser tan bajo pero de todas formas permite optimizar la venta del ancho de banda.

El factor de overbooking es considerado como una sobreventa del enlace por parte del proveedor a los usuarios considerando el uso efectivo o real que le da el usuario al ancho de banda. Este factor puede verse como una multiplexación o compartición del ancho de banda efectivo. Generalmente el factor de overbooking toma valores de 1 a 15, siendo 1

un servicio dedicado y 15 un servicio sobresaturado. En el mercado ecuatoriano, los proveedores más grandes han optado por ofrecer compartición 2 a 1. Para el factor de simultaneidad, debido a la densidad de usuarios se considera un factor de 0.75.

Para calcular el tráfico total que circula en el enlace de uplink con el proveedor mayorista, en la hora pico de demanda de la empresa simulada, se usa el siguiente análisis:

$$\text{Velocidad por usuario} * \text{tc/tu} * \text{Índice de simultaneidad} * \text{overbooking} * \text{\#de usuarios} \quad (3.4)$$

$$15 \text{ Mbps} * 1/6 * 0.75 * 1/2 * 2482 \approx 2327 \text{ Mbps}$$

El tráfico circulante por la red hacia el enlace con el proveedor mayorista en la hora pico de la empresa modelo, necesario para atender la máxima demanda de clientes, es de 2,327 Gbps, pero esta velocidad no se contrata desde el primer año. Como se considera un incremento paulatino del servicio de acuerdo a la demanda, se contrata un enlace inicial de 1,982 Gbps y se realizará el respectivo upgrade con el proveedor de acuerdo a la estimación de la demanda realizada en el apartado anterior.

En el mercado mayorista existen algunas empresas reconocidas como CNT, Nedetel, Otecel, Telconet, Gedatecu, Claro, Ufinet. El servicio mayorista que ofrecen consiste en brindar un enlace a los proveedores minoristas con la red mundial de internet a través de otorgar direcciones IP públicas, permitiendo el acceso a puntos de intercambio de tráfico como es el NAP Ecuador u otros puntos de intercambio de tráfico a nivel nacional, cediendo el alcance a servidores de contenido y brindando una salida internacional para el tráfico de internet. De acuerdo a la tecnología y características o servicios especiales y adicionales como enlaces de backup, tiempos de respuesta frente a fallas de la red, retardos, disponibilidad y velocidad contratada, los precios del servicio mayorista varían entre las empresas.

En el mercado nacional los precios para un enlace mayorista varían entre 8 y 100 dólares por Mbps incluido IVA. La variación de los costos se debe a las distintas características que ofrece cada proveedor. Para el caso de la Empresa Eficiente, al ser creada con lo absolutamente necesario, se elige el plan mayorista con menor costo.

## **3.2 INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA EFICIENTE**

### **3.2.1 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA**

El diseño de la red de la Empresa Eficiente se basa en el análisis de demanda previo y en las características de la zona, el tráfico y los usuarios. Un aspecto muy importante es considerar las limitaciones de las tecnologías a usarse así también como sus capacidades

y costos. Anteriormente en el apartado 1.3.6.4 se describió las tecnologías disponibles para ofrecer el servicio SAI en el país.

La zona donde se desarrolla la empresa es un sector urbano bastante poblado, donde también existen proveedores cableados e inalámbricos. En el caso de la Empresa Eficiente, su papel es cubrir la demanda prevista, y promover la eficiencia; sin embargo, también puede ser un punto de referencia a la migración a nuevas tecnologías.

Actualmente la fibra, como medio de transmisión para el acceso de internet, es lo más usado en el país con un 37,03% [18] de todas las cuentas a nivel nacional. Por los altos beneficios, avances tecnológicos, escalabilidad y gran capacidad para brindar muchos servicios, la fibra óptica es la seleccionada para el diseño de la empresa simulada. Las limitaciones respecto a velocidad y capacidad de la red influyen en excluir las opciones de redes inalámbricas, de cobre y redes híbridas. Además en el mercado ecuatoriano se observa una gran migración de los proveedores hacia estas redes, sobre todo en las zonas urbanas y densamente pobladas.

### 3.2.2 TOPOLOGÍA



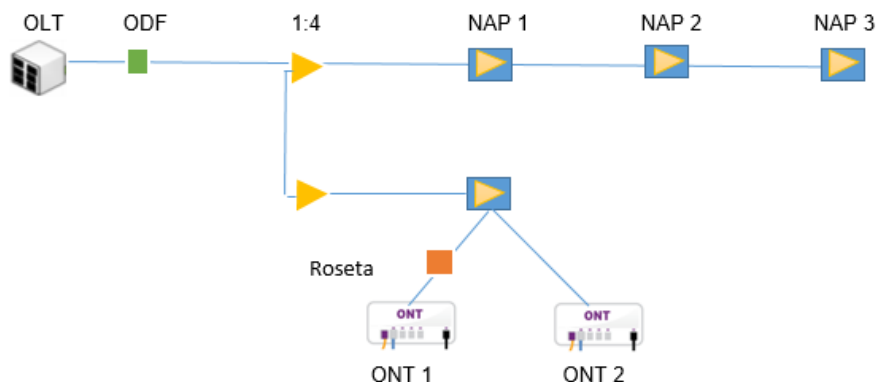
**Figura 3-3** Topología de la red

Se considera una topología tipo estrella donde el área de cobertura se divide en 15 zonas de acuerdo a la Figura 3-3. Se implementan dos niveles de splitting, siendo el primero el principal de 1:4 y el secundario en cada Network Access Point (NAP) de 1:16. Para cada zona se usa 11 NAPs con 16 puertos por lo que se obtiene una capacidad de 176 clientes, lo que es aceptable asumiendo una demanda equitativa por cada zona de 166 clientes.

Para la red troncal se considera el uso de una fibra monomodo G.652 ADSS (All Dielectric Self-Supported) de 12 hilos que viaja desde la oficina central hasta el splitter principal que está ubicado en una manga, donde se realiza el respectivo sangrado para llegar a los splitters principales del resto de zonas. El uso de una fibra de 12 hilos permite tener 3 hilos de reserva para la red troncal ya que cada zona requiere de 3 hilos para abastecer la demanda.

La red de distribución se la realiza usando la misma fibra de la red troncal, con igual número de hilos que viaja desde el splitter principal y se sangra de acuerdo al avance en los NAPs. Cada NAP cuenta con un splitter 1:16 para la distribución a los clientes. Para tener hilos de reserva se plantea un esquema en donde se tiene 2 cables de 12 hilos, cada uno cubriendo a 6 y 5 NAPS respectivamente.

En la red de acceso que va desde la NAP de distribución hasta el domicilio del cliente se usa fibra monomodo G.657A2 tipo drop de acuerdo a las recomendaciones de la ITU. Se usa la fibra drop ya que es resistente a la manipulación que implica llegar a la roseta del cliente y porque cuenta con cables mensajeros de protección y además porque soporta radios de curvatura más estrechos, ideal para las instalaciones residenciales.



**Figura 3-4** Esquema de la red

El tendido de la fibra se realiza de forma aérea y tomando en cuenta los lineamientos de la Norma Técnica para el Ordenamiento, Despliegue y Tendido de Redes Físicas Aéreas de Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones y Redes Privadas (Resolución ARCOTEL-2017-0584 de 23 de junio de 2017). Para el tendido se contempla el respectivo arriendo de los postes a la Empresa Eléctrica Quito y la normativa respectiva del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD). Para la sujeción del cable se considera el uso de herrajes y preformados.

Considerando lo anterior, se tienen las siguientes distancias para las fibras:

**Tabla 3-3** Distancia al divisor óptico principal de cada zona

<b>CÁLCULO DE DISTANCIAS</b>	
Red de distribución	Distancia (metros)
1	1205,24 m
2	1325,97 m
3	740,29 m
4	1290,68 m
5	1430,61 m
<b>Total</b>	5992,79 m

En resumen, el área de cobertura fue dividida en 16 zonas, cada zona es atendida por tres puertos de la OLT (Optical Line Terminal). A cada zona y divisor principal se viaja con fibra ADSS de 12 hilos. En cada zona existe una manga donde se sangra 3 hilos de la red principal y se divide con un splitter 1:4 para que nuevamente viajen 12 hilos para la zona de distribución que se sangra a medida que se avanza por los 11 NAPs ubicadas en cada zona. En cada NAP se tiene capacidad de atender a 16 clientes por lo que la demanda queda cubierta e inclusive se tiene un margen de crecimiento de ser necesario.

Las distancias estimadas por cada zona se encuentran en la Tabla 3-3 y considerando un margen del 20% se tiene un total de 7.192 m. Para la red de distribución se asume el uso de 2 km de fibra por cada zona. Para el último tramo de acceso se considera el uso de 250 metros fibra drop por cliente. En total la cantidad de fibra de 12 hilos necesaria considerando un 20% de margen es 45.592 metros; conociendo que las bobinas a adquirirse son de 4 km, da un total de 12 bobinas.

### **3.2.3 PRESUPUESTO DEL ENLACE**

Para el cálculo del presupuesto de enlace tiene que tomarse en cuenta el esquema de la red, como lo indica en la Figura 3-4 y verificar cuantos puntos de fusión, conectores, splitter y la distancia que recorre la fibra. El cálculo de las pérdidas que sufre la señal en el camino de la OLT (Optical Line Terminal) a la ONT (Optical Network Terminal) es importante para seleccionar la sensibilidad de los equipos, y también para corroborar que en el caso más crítico (con mayores pérdidas) el cliente tenga una experiencia adecuada del servicio.

**Tabla 3-4** Atenuación para el presupuesto de enlace

ELEMENTO	VALOR DE ATENUACIÓN	CANTIDAD	ATENUACIÓN TOTAL
Atenuación Splitter 1:4	7.5 dB	1	7.5 dB
Atenuación Splitter 1:16	13.8 dB	1	13.8 dB
Atenuación por fusión	0.30 dB	4	1.2 dB
Atenuación Conectores mecánicos	0.50 dB	4	2 dB
Atenuación fibra	0.5 dB/km	3km	1.5 dB

Considerando un escenario basado en el esquema de la red de la Figura 3-4 y usando los valores de atenuación de la Tabla 3-4, se tiene, para el caso más crítico y con un margen de 3 dB, un valor de atenuación total de 29 dB.

De acuerdo a la norma G.984.2 se tienen las siguientes características para el diseño de la red GPON clase de acuerdo a la clase:

**Tabla 3-5** Niveles de potencia óptica

CLASE	B+	C+	C++
Longitud de onda	Tx: 1490 nm		Rx: 1310 nm
Sensibilidad mínima OLT	- 28 dBm	- 32 dBm	- 35 dBm
Sensibilidad mínima ONT	- 27 dBm	- 30 dBm	- 30 dBm
Mínima para saturación OLT	- 8 dBm	- 12 dBm	- 15 dBm
Mínima para saturación ONT	- 8 dBm	- 8 dBm	- 8 dBm
Máxima de salida OLT	+ 5 dBm	+ 7 dBm	+ 10 dBm
Máxima de salida ONT	+ 5 dBm	+ 5 dBm	+ 5 dBm
Mínima de salida OLT	+ 1.5 dBm	+ 3 dBm	+ 6 dBm
Mínima de salida ONT	+ 0.5 dBm	+ 0.5 dBm	+ 0.5 dBm
Máxima pérdida para el enlace	28 dB	32 dB	35 dB
Mínima pérdida para el enlace	13 dB	17dB	20 dB

Por lo tanto, se elige para el desarrollo de la empresa simulada una red GPON de clase C+ ya que sus características de sensibilidad cumplen con lo requerido para el caso más crítico de la red. Además, verificando la oferta del mercado, las tarjetas GPON de clase C+ se encontraron disponibles en casi todos los proveedores analizados.

### 3.2.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Hablar sobre todos los equipos usados en la empresa no aporta significativamente al objetivo principal de este trabajo, no obstante y en base a la metodología eficiente se hablará brevemente de la selección de los elementos principales de la red de acuerdo a la disponibilidad de mercado y se incluirá una tabla con todos los elementos necesarios para el despliegue y funcionamiento de la infraestructura. Se ha considerado precios y equipos ofertados por proveedores de telecomunicaciones como: ALTALA S.A., ZC Mayoristas, Aire E.C., Infofast y ARPATEL.

#### 3.2.4.1 Equipo Optical Line Terminal (OLT)

Como previamente se estableció que el plan básico de internet que oferta la empresa es de 15 Mbps, el nivel de división que tendrá cada puerto de la OLT es de 1:64. Esta división cumple con la normativa ya que considerando la tasa de transmisión del estándar GPON para downstream de 2.5 Gbps, se tiene un total de casi 40 Mbps disponible por cliente en el caso más crítico de la red, lo que deja una holgura para el crecimiento y solicitud de incremento de velocidad para la creación de planes más avanzados que el plan básico de este estudio.

La cantidad de puertos necesarios que necesita la OLT se calcula de acuerdo a la demanda estimada, en este caso se espera 2.482 clientes. Como se estableció que cada puerto de la OLT atenderá a 64 clientes, se tiene lo siguiente:

$$\#de\ puertos\ OLT = \#clientes\ totales / \#clientes\ por\ puerto \quad (3.5)$$

$$2482/64 = 38.78$$

Es decir 39 puertos. Las tarjetas cuentan con 16 puertos GPON disponibles, por lo que se tiene un total de 3 tarjetas GPON de 16 puertos para cubrir la demanda.

En un barrido de mercado realizado en enero de 2020, las marcas de OLT más usadas son Huawei, ZTE y Vsol, por lo tanto se presenta los modelos disponibles en el mercado y por temas de confidencialidad, se realiza una comparación de precios sin distinguir la empresa que ofertó dicha propuesta.



**Tabla 3-6 Modelos OLT disponibles en el mercado**

	<b>OLT HUAWEI</b>	<b>OLT Vsol</b>	<b>OLT ZTE</b>
<b>Modelo</b>	MA5680T	V1600G2	ZTE ZXA10 C320
<b>Descripción</b>	- 1 Chasis ma5680t - Tarjeta de control: 2 - Fuente de poder externa AC/DC	- 1 Chasis - Tarjeta de control: 2 - Tarjeta de 16 puertos SFP C+	- 1 Chasis C320 - Tarjeta de control: 1 - Tarjeta de 16 puertos SPF C+ - Fuente de poder externa AC/DC
<b>Cantidad de tarjetas Gpon</b>	- 16 tarjetas de 16 puertos	- 1 tarjeta de 16 puertos	- 4 tarjetas de 8 puertos - 2 tarjetas de 16 puertos
<b>Garantía</b>	1 año	1 año	1 año
<b>Precio (USD)</b>	\$ 2600 +IVA	\$ 2780.73 +IVA	\$ 3800.30 +IVA

Los tres modelos de OLT que se encuentran en el mercado corresponden cada una a un proveedor diferente. La marca Vsol es descartada debido a que su chasis no permite aumentar tarjetas GPON adicionales. De igual manera, de acuerdo a la demanda del diseño y el nivel de división óptica para cada puerto escogido, la OLT ZTE no puede soportar todos los clientes requeridos. La OLT Huawei es seleccionada para el proyecto ya que cumple con los parámetros técnicos y de demanda del diseño, además que tiene una escalabilidad considerable por la cantidad de slots para colocar tarjetas GPON de acuerdo a la necesidad que se tenga.

### **3.2.4.2 Equipo Optical Network Terminal (ONT)**

En el apartado anterior se seleccionó la OLT de marca Huawei, por lo tanto las opciones para la ONT se reducen a elegir de los modelos Huawei ofertados en el mercado, además que lo recomendado es usar la OLT y ONT de la misma marca. En la Tabla 3-7 se presentan tres opciones del mercado:

**Tabla 3-7 Modelos ONT**

	<b>ONT HUAWEI</b>	<b>ONT HUAWEI</b>	<b>ONT HUAWEI</b>
<b>Modelo</b>	HG8546M	HG8310	HS8545m
<b>Descripción</b>	- 1 puerto LAN 10/100/1000 Mbps - 3 puerto LAN	- 1 puerto LAN 10/100/1000 Mbps	- 1 puerto LAN 10/100/1000 Mbps - 3 puerto LAN

	10/100 Mbps – 1 puerto telefónico – 1 puerto de fibra SC/UPC – 2 antenas omni desmontables de 5dBi	– 1 puerto de fibra SC/UPC	10/100 Mbps – 1 puerto telefónico – 1 puerto de fibra SC/UPC – 2 antenas omni desmontables de 2dBi
Garantía	1 año de fábrica	1 año de fábrica	1 año de fábrica
Disponibilidad	Inmediata	Inmediata	Inmediata
Precio (USD)	\$ 35+IVA	\$ 27 +IVA	\$ 33 +IVA

El modelo HG8310m que no dispone de Wifi incorporado y funciona como un bridge, requiere de la compra de un router home y esto incrementaría los costos, por lo que la opción es una ONT con Wifi. Los dos modelos restantes son muy similares, por tanto puede usarse cualquiera de los dos de acuerdo a la disponibilidad en el mercado. En este caso se opta por el modelo HG8546m debido a que tiene antenas de más potencia y por ende una mejor cobertura wifi para el cliente.

### 3.2.4.3 Fibra óptica

La oferta en el mercado para fibra óptica es amplia y con un sinnúmero de marcas. La recomendación ITU-T G.987.2 propone el uso de la fibra tipo G.652D para la Optical Distribution Network (ODN) [36]. La fibra G.652D trabaja en la ventana de 1310 nm y es altamente distribuida por lo que su costo es bajo en comparación a otras fibras y muy usada para las secciones de corta distancia como las redes GPON.

En el caso de la fibra, una de las marcas más usadas en el mercado es Hengtong por su relación entre características técnicas y su precio. Otra excelente propuesta de los proveedores de fibra es la marca Prysmian; sin embargo, tiene costos más elevados y características de mejor calidad. Para el objetivo de eficiencia de la empresa y procurando reducir los gastos, se elige la fibra de marca Hengtong que cumple con los parámetros necesarios al ser una fibra G.652D ADSS con 12 hilos y a un precio de \$0.68 +IVA el metro.

La fibra que completa el acceso de los clientes es la fibra Drop con características G.657A2 debido a su flexibilidad para las instalaciones finales. Las ofertas en el mercado existen en varias marcas y precios por bobinas de 1 km y 2 km y de 1, 2 y 6 hilos. Para esta fibra se selecciona fibra drop de 2 km compuesta de 2 hilos que se extiende desde el NAP hasta la roseta ubicada en el domicilio del cliente. En el mercado las ofertas respecto a la fibra drop son muy variadas y económicas, pero las más económicas carecen de un cable mensajero que ayuda a la resistencia y protege a la fibra de las tensiones que sufre cuando

se manipula en la instalación. Por lo tanto la fibra seleccionada será aquella que tenga un cable mensajero y además es la misma que usa una de las grandes empresas del sector, es decir la fibra drop marca Hengtong con un costo de 11.3 centavos + IVA el metro.

#### 3.2.4.4 Splitter

El divisor óptico o splitter es otro elemento de la red GPON para la distribución del servicio. Como se mencionó en el apartado 3.2.2 Topología, el esquema de la red debe incluir un splitter 1:4 por cada puerto de la OLT que se esté usando, por lo tanto se necesitan 39 divisores ópticos. Para el segmento de distribución se utiliza en cada NAP un splitter 1:16, por lo tanto se necesitan 165 splitter (11 NAP por cada zona) para cubrir la demanda máxima. La variedad de la oferta sobre estos elementos en el mercado es muy grande con precios similares en cada proveedor por lo que se toma el mejor precio para estos equipos.

#### 3.2.4.5 Lista de elementos para la infraestructura de Telecomunicaciones

En la Tabla 3-8 se presenta la lista de los materiales necesarios para el despliegue total de la infraestructura, así también los elementos necesarios para la operación de la red. Se detallan los elementos principales, elementos para manejo de la fibra, protección eléctrica de equipos, equipamiento para el cuarto de equipos y accesorios para el montaje de la fibra óptica. Los precios considerados en la lista corresponden a los más bajos entre los consultados con los proveedores, además para todos los elementos se ha considerado en sus cantidades un margen de holgura del 10% para materiales de instalación del cliente y equipo de administración, y un 20% para material de montaje de la fibra.

**Tabla 3-8** Equipos de red

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (USD)	CANTIDAD	PRECIO TOTAL (USD)
1	OLT Huawei MA5680T Chasis+FAN+GICF+2PRTE+SC UN	\$ 2,912.00	1	\$ 2,912.00
2	Tarjeta de 16 puertos C+	\$ 1,232.00	3	\$ 3,696.00
3	ONT Huawei Hg8546m	\$ 39.20	2730	\$ 7,016.00
4	Fibra óptica ADSS de 12 hilos de 120 vanos (4km)	\$ 3,046.40	12	\$ 36,556.80
5	Preformados	\$ 7.06	900	\$ 6,350.40
6	Herrajes tipo A	\$ 2.43	233	\$ 566.28
7	Hebillas 3/4	\$ 34	400	\$ 134.40

8	NAP + splitter 1:16 conectorizado	\$ 72.80	160	\$ 11,648.00
9	Tensores con gancho	\$ 0.39	8190	\$ 3,210.48
10	Splitter 1:4 para fusión	\$ 13.44	45	\$ 604.80
11	Rosetas	\$ 6.89	2730	\$ 8,804.24
12	ODF de 64 puertos	\$ 616.00	1	\$ 616.00
13	Fusionadora	\$ 2,462.88	3	\$ 7,388.64
14	kit de fibra óptica	\$ 324.80	3	\$ 974.40
15	Router board Mikrotik CCR 1036	\$ 3,460.80	3	\$ 10,382.40
16	Pigtail de fibra	\$ 2.06	40	\$ 82.43
17	Patchcord de fibra 1m	\$ 4.37	2730	\$ 11,924.64
18	Rack de 19 UR	\$ 1,332.80	1	\$ 1,332.80
19	UPS Forza	\$ 672.00	2	\$ 1,344.00
20	Configuración de la OLT	\$ 1,120.00	1	\$ 1,120.00
21	Tubillos protector de fusión	\$ 0.11	2730	\$ 305.76
22	Fibra Drop (2km)	\$ 283.36	335	\$ 4,925.60
23	Sistema de cableado estructurado	\$ 5,600.00	1	\$ 5,600.00
24	Generador eléctrico	\$ 5,040.00	1	\$ 5,040.00
TOTAL ACTIVOS FIJOS				\$ 332,536.08

### 3.2.5 INVERSIONES ADMINISTRATIVAS

Para las inversiones administrativas se considera la compra de una edificación donde se alojan los equipos principales de la red, además también se invierte en adecuar la infraestructura para albergar los equipos de telecomunicaciones, al personal de la empresa y todo espacio necesario para que se desarrollen las actividades de comercio y administración de la empresa. La compra del inmueble y la adecuación del mismo se consideran dos rubros separados, donde se asume que la Empresa Eficiente contrata a gente especializada para realizar todos los arreglos. Los costos se obtienen de los valores comerciales que se manejan en las viviendas de la zona.

El tamaño de las oficinas para el personal se adecúa de acuerdo al tamaño del inmueble que se adquiere de 250 metros cuadrados, con igual metros de construcción y cuenta con dos plantas. Los espacios requeridos son: una bodega pequeña, oficinas para el personal comercial y administrativo por separado, al igual que una oficina principal de gerencia, garaje para dos vehículos de la compañía, cuarto de equipos, sala de reuniones y recepción. Este modelo se encuentra basado en un proveedor que cuenta con

características similares de demanda del servicio y con la misma tecnología de fibra en la ciudad de Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua.

Se considera el uso de un sistema de video vigilancia tanto interno como a los exteriores del edificio, alarmas y, en la planta baja puertas metálicas adicionales cubriendo la entrada principal como sus ventanas.

Para que el edificio preste las condiciones necesarias para el desenvolvimiento de las labores, es necesario equipar al personal con equipos e insumos. Para esto se considera la instalación de una red de telefonía interna, que debido al pequeño número de personal, se lo implanta mediante software libre en un servidor interno de la empresa, la conexión con la red de telefonía nacional se la realizará con el mismo que brinde los servicios de telefonía móvil. Se adquiere una computadora por cada empleado administrativo y comercial, y un celular por cada empleado para que sean administrados los equipos por cuentas empresariales. El equipo de oficina se lo adquiere de acuerdo al número de empleados y se agrupa como un solo rubro junto con los equipamientos de escritorio.

Se considera la adquisición de licencias para un software administrativo y para el departamento comercial, además de contratar servicios en la nube y de correo electrónico. Las inversiones que realiza la empresa para proveer los servicios son consideradas en la Tabla 3-9:

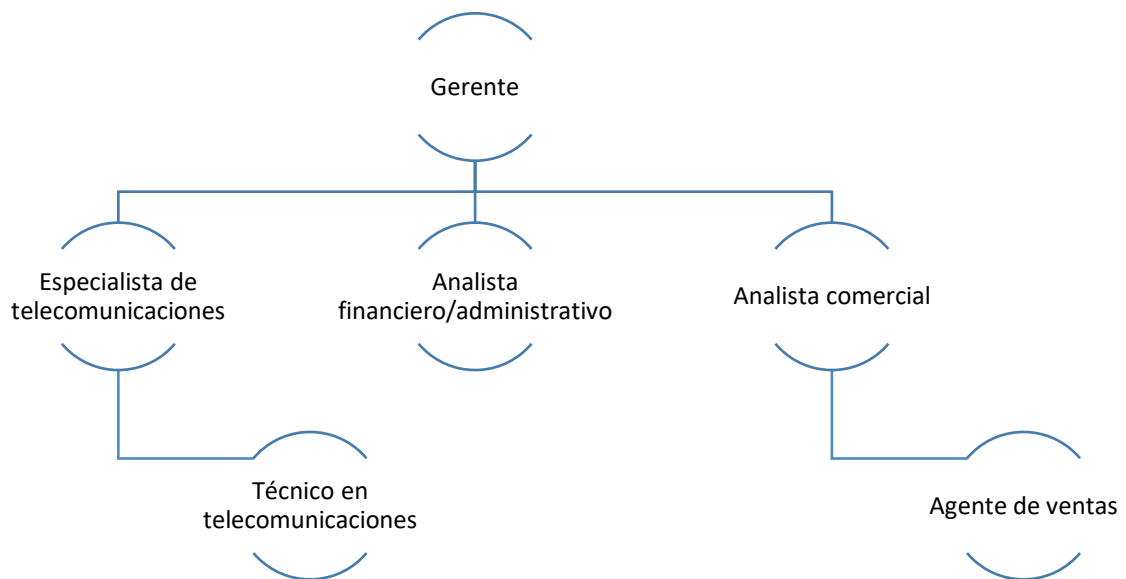
**Tabla 3-9** Gastos administrativos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
1	Adquisición de la inmobiliaria	\$100.000,00	1	\$100.000,00
2	Adecuación de instalaciones para alojar equipos y personal	\$30.000,00	1	\$30.000,00
3	Mobiliario	\$10.000,00	1	\$10.000,00
4	Software de Administración empresarial	\$10.000,00	1	\$10.000,00
5	Software de Gestión de clientes	\$10.000,00	1	\$10.000,00
6	Red telefónica interna	\$2.000,00	1	\$2.000,00
7	Elementos de computación	\$15.000,00	1	\$15.000,00
8	Adquisición de celulares	\$2.400,00	1	\$2.400,00
9	Vehículo empresarial para instalaciones	\$40.000,00	2	\$80.000,00

10	Permiso SAI	\$500,00	1	\$500,00
11	Sistema de video vigilancia CCTV + instalación	\$1.000,00	1	\$1.000,00
12	Software de seguridad	\$5.000,00	1	\$5.000,00
13	Montaje de la fibra y estudio técnico	\$40.000,00	1	\$40.000,00
<b>TOTAL ACTIVOS NOMINALES</b>				<b>\$305.900,00</b>

### 3.2.6 RECURSOS HUMANOS

De acuerdo a las visitas y conversaciones con proveedores de Internet se asume la estructura de la empresa de la manera que muestra la Figura 3-5. Cada departamento se encuentra asignado con empleados y actividades que permiten la operación de la empresa.



**Figura 3-5** Organigrama de la Empresa Eficiente

Las actividades y área comercial que tiene cada empleado se encuentra detallado en la Tabla 3-10. Se estima que tanto el área comercial y técnica realizarán actividades de postventa, tanto en atención al cliente como ofrecimientos de mejoras en los planes y sus respectivas configuración y soluciones.

**Tabla 3-10** Funciones de cada área y puesto de trabajo

NO.	ÁREA A CARGO	FUNCIONES
<b>4</b>	<b>Área técnica</b>	<b>Responsable de emplear técnicas para la transformación de los insumos recibidos por la empresa en resultados.</b>
1	Especialista de telecomunicaciones	-Gestión, configuración y mantenimiento de las redes de telecomunicación
3	Técnicos en telecomunicaciones	-Instalaciones de la red de telecomunicación. -Atiende requerimientos de servicio técnico
<b>1</b>	<b>Área financiera/administrativa</b>	<b>Realiza un conjunto de actividades tendientes a lograr los objetivos de custodiar e invertir los valores y recursos de una empresa.</b>
1	Analista financiero/administrativo	Realiza actividades contables, administrativas, financieras, presupuestarias, resolución de problemas actividades de control.
<b>2</b>	<b>Área comercial</b>	<b>Responsable de procurar la relación con los clientes y de la consecución de los objetivos de venta.</b>
1	Analista comercial	Desarrolla estrategias de mercado y analiza movimientos, marketing empresarial, capta clientes potenciales, realiza compras y ventas, atención y asesoramiento a clientes.
1	Agente de ventas	Atención y asesoramiento a clientes, recepción de requerimiento de servicio técnico.
<b>1</b>	<b>Gerencia general</b>	<b>Impulsa el trabajo del equipo de trabajo para operar de manera eficiente y obtener ganancias además de liderar y coordinar las funciones de la planeación estratégica.</b>
1	Gerente	Conducción estratégica y toma de decisiones de altura, para lograr el cumplimiento de objetivos organizacionales.

El personal que labore dentro de las áreas mencionadas será remunerado de acuerdo a su experiencia, formación y disponibilidad, para lo cual se ha establecido una tabla de sueldos base de acuerdo a la tabla sectorial de sueldos 2020 [37]:

**Tabla 3-11** Gastos por sueldos del recurso humano

<b>CARGO</b>	<b>SUELDO MENSUAL</b>	<b>APORTE IESS (11.15%)</b>	<b>DÉCIMO TERCERO</b>	<b>DÉCIMO CUARTO</b>	<b>TOTAL ANUAL</b>
Gerente	\$ 800,00	\$ 89,20	\$ 800,00	\$ 400,00	\$ 11.870,4
Especialista de telecomunicaciones	\$ 450,00	\$ 50,18	\$ 450,00	\$ 400,00	\$ 6.852,16
Técnico en telecomunicaciones	\$ 428,00	\$ 47,72	\$ 428,00	\$ 400,00	\$ 6.536,64
Técnico en telecomunicaciones	\$ 428,00	\$ 47,72	\$ 428,00	\$ 400,00	\$ 6.536,64
Técnico en telecomunicaciones	\$ 428,00	\$ 47,72	\$ 428,00	\$ 400,00	\$ 6.536,64
Analista financiero	\$ 440,00	\$ 49,06	\$ 440,00	\$ 400,00	\$ 6.708,72
Analista comercial	\$ 440,00	\$ 49,06	\$ 440,00	\$ 400,00	\$ 6.708,72
Agente de ventas	\$ 410,00	\$ 45,72	\$ 410,00	\$ 400,00	\$ 6.278,64
<b>Total</b>					\$58.028,56

Para realizar los cálculos presentados en la Tabla 3-11 se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- La aportación total que recibe el IESS por cada afiliado es del 20,6%, de lo cual el 11.15% aporta el empleador y el 9.45% se descuenta al empleado de su sueldo mensual.
- El décimo tercero corresponde a la doceava parte de todo lo percibido en el año (sueldo, comisiones, horas extras y cualquier retribución de carácter normal).
- El décimo cuarto corresponde a un salario básico unificado.

Si algún colaborador contratado llegase a desvincularse de la empresa se deberá cancelar la parte proporcional a sus vacaciones, por lo que serán valores añadidos que no se encuentran estimados en esta tabla, de igual manera los fondos de reserva que se pagarán cuando el trabajador cumpla 1 año de trabajo. Otro limitante para el cálculo son las comisiones que reciban los trabajadores; sin embargo, este valor de comisiones se encuentra considerado como un gasto operativo en base a una estimación anual.

### **3.2.7 GASTOS OPERACIONALES**

Los gastos operacionales de la empresa simulada no se diferencian de los gastos de cualquier otra empresa. Para el desarrollo de las actividades, la empresa necesita pago de



servicios básicos, costos de mantenimiento de equipos, gastos relacionados al uso de los vehículos, primas y actividades para el personal de la empresa, material de oficina, publicidad, permisos de funcionamiento, renovaciones o cambios de equipos y gastos varios o imprevistos de la empresa. Los gastos que implican todos estos servicios se estimaron en la Tabla 3-12. Para una correcta aplicación de la metodología se necesita el apoyo de la empresa regulada para que brinde los valores de los costos, y mediante un análisis de la información, dichos costos puedan ser justificados.

**Tabla 3-12** Gastos operacionales para el año 1

ITEM	DESCRIPCION	COSTO/MES	COSTO TOTAL ANUAL
1	Pago de servicios básicos	\$ 672.00	\$ 8,064.00
2	Mantenimiento programas	\$ 336.00	\$ 4,032.00
3	Insumos de oficina	\$ 560.00	\$ 6,720.00
4	Publicidad	\$ 448.00	\$ 5,376.00
5	Imprevistos	\$ 336.00	\$ 4,032.00
6	Capacitaciones del personal	\$ 336.00	\$ 4,032.00
7	Comisiones	\$ 560.00	\$ 6,720.00
8	Gasolina para vehículos	\$ 336.00	\$ 4,032.00
9	Servicio técnico	\$ 1,120.00	\$ 13,440.00
10	Alquiler de postes	\$ 432.60	\$ 5,191.20
11	Mantenimiento de equipos e infraestructura	\$ 2,660.15	\$ 31,921.80
12	Renovación de equipos	\$ 1,120.00	\$ 13,440.00
13	Planes de internet móvil empresarial	\$ 336.00	\$ 4,032.00
14	Enlace Proveedor Mayorista	\$ 5,853.39	\$ 190,240.63
TOTAL			\$ 301,273.63

### 3.3 ANÁLISIS TARIFARIO

#### 3.3.1 CÁLCULO DE LA TARIFA DE INTERNET

El cálculo de la tarifa de internet se realiza en base a la información disponible. Al no contar con la información de la empresa real en este estudio, se asumen valores del mercado nacional, o de no existir se opta por mercados internacionales. El procedimiento a seguir es en base a las definiciones de la metodología de Empresa Eficiente aplicando características del mercado nacional, en donde sea posible.

### 3.3.1.1 Tasa de costo de capital

La tasa de costo de capital representa el retorno de los activos y para el cálculo se toma como referencia los datos disponibles del mercado de Estados Unidos. Los valores consideran el horizonte de regulación que fue planteado para 5 años en el ejemplo que se está desarrollando. Los valores para la ecuación 2.1 se detallan a continuación:

- La tasa de rentabilidad libre de riesgo (RF) toma el valor de los bonos de oro del Gobierno estadounidense, cuya tasa de retorno es considerada como una inversión segura de referencia para análisis a nivel mundial. Tiene un valor de 2.94% [38].
- El riesgo sistemático de las actividades propias de la empresa  $\beta$  mide la variación de los ingresos de la empresa respecto a las variaciones del mercado. Para este caso, el valor de Beta utilizado en la industria de internet que se aplica es el de la empresa AT&T (AT&T Mobility) con un valor de 0.72 [39].
- El premio por riesgo del mercado (PRM), es la diferencia entre el retorno del mercado y la tasa libre de riesgo. Para el cálculo del rendimiento del mercado se utilizó el índice bursátil NASDAQ-100. Este índice considera a las 100 empresas más importantes que participan en la industria de la tecnología, hardware, software, telecomunicaciones y biotecnología, tanto en ventas al por mayor como al por menor. El índice también considera los días que el mercado cotizó en la bolsa durante el periodo revisado.

De acuerdo a la información del índice NASDAQ-100 [40] para el período de 5 años entre el año 2015 al 2019, la variación del mercado se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 3-13** Valores índice Nasdaq-100

<b>AÑO</b>	<b>VARIACIÓN</b>
2019	37.96%
2018	-1.04%
2017	31.52%
2016	5.89%
2015	8.43%

La variación del mercado representa un promedio de la rentabilidad del mismo para cada año, siendo positiva cuando hubo ganancias; y negativa cuando presentó pérdidas. Realizando un promedio de las variaciones anuales del mercado se obtiene un rendimiento

promedio igual al 16.552% anual. Restando al rendimiento del mercado la tasa libre de riesgo se obtiene un PRM con un valor de 13.612%.

Aplicando todos los valores en la ecuación 2.1 se obtiene:

$$K_0 = 0.0294 + 0.72 * 0.13612 = 0.1274$$

Como resultado del análisis se tiene una tasa de costo de capital igual al 12.74%. La tasa de costo de capital que se obtiene es la misma que se usa como tasa de descuento para el cálculo del VAN del flujo de caja de la empresa.

### **3.3.1.2 Proyecto de expansión**

Para el desarrollo del proyecto de expansión no se cuenta con datos de una empresa real para estimar los aumentos de la demanda que se deben cubrir y los resultados de una contabilidad previa para estimar una tarifa, por lo que se asume una ausencia del plan de expansión y se realiza el análisis de la tarifa en base al proyecto de reposición.

### **3.3.1.3 Proyecto de reposición**

De acuerdo a la metodología de Empresa Eficiente, en ausencia de proyectos de expansión, las tarifas se fijan en base a los costos de largo plazo que se obtienen del proyecto de reposición. El proyecto de reposición que se usa es el desarrollado en el diseño de la empresa eficiente de los apartados anteriores, tomando como base que para el año en el que inicia la regulación la empresa está atendiendo un total de 2114 clientes. El diseño asume que esa demanda será atendida al inicio del primer año; sin embargo, los gastos los distribuye en el periodo tarifario. El proyecto de reposición contempla los comienzos de la empresa hasta la satisfacción total de la demanda al culminar la regulación, es decir atender a 2482 clientes.

La inversión de la empresa es muy fuerte al inicio de su operación debido a la puesta en marcha de la infraestructura necesaria para brindar el servicio. El costo de la inversión de la empresa se la considera en el año cero, el cual es el año base para el análisis del flujo de caja. Para las inversiones de puesta en marcha de la empresa se consideran los rubros de las inversiones en infraestructura de la Tabla 3-8 y los gastos administrativos de la Tabla 3-9, con lo que se tiene un costo total de la inversión de:

$$\text{Costo total de inversión} = \$ 638,436.08$$

La empresa simulada necesita financiar este rubro de alguna manera, y para esto se asume que existe un presidente y dueño de la empresa dispuesto a invertir en el proyecto, y además un préstamo al banco con el fin de tener el dinero necesario de la inversión al inicio de sus operaciones.

**Tabla 3-14 Accionistas de la empresa y su capital**

Accionista 1	\$30.000	31.6%
Accionista 2	\$40.000	42.1%
Accionista 3	\$15.000	15.8%
Accionista 4	\$10.000	10.5%
Capital total	\$95.000	100%

Se asume que la empresa simulada es una compañía formada por un grupo de 4 accionistas quienes colocan su capital de acuerdo al detalle mostrado en la Tabla 3-14. El capital invertido apenas representa un 14.88% del costo total de la inversión, por lo tanto el 85.12% será financiado a través de un préstamo al banco.

Las condiciones para el préstamo se plantean para un horizonte de 5 años y con la tasa efectiva más alta de acuerdo al Banco Central del Ecuador. La tasa de interés efectiva usada es del 11.83% con cuotas anuales. La tabla de amortización se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 3-15 Amortización del préstamo**

Período	Saldo Inicial	Pago capital	Pago intereses	Pago Total anual	Saldo final
1	\$ 43,436.08	\$ 5,831.59	\$ 64,288.49	\$ 150,120.08	\$457,604.49
2	\$ 57,604.49	\$ 95,985.47	\$ 54,134.61	\$ 150,120.08	\$361,619.02
3	\$ 61,619.02	\$107,340.55	\$ 42,779.53	\$ 150,120.08	\$254,278.47
4	\$ 254,278.47	\$120,038.93	\$ 30,081.14	\$ 150,120.08	\$134,239.54
5	\$ 34,239.54	\$134,239.54	\$ 15,880.54	\$ 150,120.08	-

Los ingresos de las operaciones de la Empresa Eficiente corresponden a los percibidos por el servicio que brinda a la demanda previamente calculada. No se tienen datos previos sobre el crecimiento y el desarrollo de la demanda a lo largo del tiempo en una empresa real, por lo que se asume el crecimiento de la demanda del servicio de la empresa simulada. Por lo tanto se tiene el detalle de la demanda atendida de acuerdo a la Tabla 3-

16, donde se asume que para su primer año de funcionamiento ya cuenta con la demanda calculada para el año 2020 y el resto de años tiene un crecimiento equitativo.

**Tabla 3-16** Demanda del servicio para la Empresa Eficiente

<b>Año</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Demanda</b>	85.16%	88.87%	92.58%	96.29%	100.00%
<b>Cuentas</b>	2114	2206	2298	2390	2482
<b>Instalaciones</b>	2114	92	92	92	92

El flujo de caja del proyecto se realiza en base a lo descrito por la metodología, tomando en cuenta la participación en utilidades de los trabajadores y el impuesto a la renta. En la Tabla 3-17 se expone el flujo caja del proyecto de reposición donde en la primera columna el signo representa la operación que se está realizando suma (+) o resta (-) y los valores que se encuentran entre paréntesis representan valores negativos en el flujo de caja.

**Tabla 3-17** Flujo de caja del proyecto de reposición

<b>(Signo) / Descripción</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
(+) Ingresos de operación	\$ -	\$654,176.45	\$513,525.82	\$534,635.18	\$555,744.54	\$576,853.91
(-) Costos de operación	\$ 58,028.56	\$362,314.93	\$370,685.65	\$379,056.37	\$387,427.09	\$395,797.81
(-) Depreciación	\$ -	\$ 62,866.74	\$ 62,866.74	\$ 62,866.74	\$ 62,866.74	\$ 62,866.74
(-) Amortización de activos	\$ -	\$ 33,833.33	\$ 33,833.33	\$ 34,833.33	\$ 34,833.33	\$ 34,833.33
(-) Pago de interés por los créditos	\$ -	\$ 64,288.49	\$ 54,134.61	\$ 42,779.53	\$ 30,081.14	\$ 15,880.54
Utilidad antes de participación e impuestos	\$ (58,028.56)	\$130,872.96	\$ (7,994.52)	\$ 15,099.20	\$ 40,536.23	\$ 67,475.48
(-) Participación a trabajadores (15%)	\$ -	\$ 19,630.94	\$ -	\$ 2,264.88	\$ 6,080.43	\$ 10,121.32

Utilidad antes de impuesto a la renta	\$ (58,028.56)	\$111,242.02	\$ (7,994.52)	\$ 12,834.32	\$ 34,455.80	\$ 57,354.16
(-) Impuesto a la renta (25%)	\$ -	\$ 27,810.50	\$ -	\$ 3,208.58	\$ 8,613.95	\$ 14,338.54
Utilidad neta	\$ (58,028.56)	\$ 83,431.51	\$ (7,994.52)	\$ 9,625.74	\$ 25,841.85	\$ 43,015.62
(+) Valor residual de los activos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$204,423.32
(+) Depreciación	\$ -	\$ 62,866.74	\$ 62,866.74	\$ 62,866.74	\$ 62,866.74	\$ 62,866.74
(+) Amortización de activos	\$ -	\$ 33,833.33	\$ 33,833.33	\$ 34,833.33	\$ 34,833.33	\$ 34,833.33
(-) Costo de inversión	\$ 638,436.08	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Capital de trabajo	\$ 95,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(+) Recuperación de capital de trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 95,000.00
(+) Crédito recibido	\$ 543,436.08	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Pago de capital	\$ -	\$ 85,831.59	\$ 95,985.47	\$107,340.55	\$120,038.93	\$134,239.54
<b>FLUJO DE FONDOS</b>	<b>\$(248,028.56)</b>	<b>\$ 94,300.00</b>	<b>\$ (7,279.91)</b>	<b>\$ (14.73)</b>	<b>\$ 3,502.99</b>	<b>\$305,899.47</b>
<b>VAN</b>	<b>\$ (0,97)</b>					

### 3.3.1.4 Costo total de largo plazo

En base al flujo del proyecto de reposición, los costos totales de largo plazo serían equivalentes a las recaudaciones o ingresos de la empresa representados en el flujo de caja de la Tabla 3-15. La tarifa que produce este valor, es la tarifa que se considera como definitiva para establecer la regulación de precios del servicio.

**Tabla 3-18** Costo total de largo plazo

<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
\$ 654,176.45	\$ 513,525.82	\$ 534,635.18	\$ 555,744.54	\$ 576,853.91

La tarifa con la que se obtienen estos costos de largo plazo es de \$19,1208, que para fines prácticos se considera el valor de \$19,13 y podría considerarse como la tarifa definitiva ya que como indica la metodología se obtiene un VAN muy cercano a cero.

### **3.3.2 TARIFA DE INTERNET**

La tarifa de internet como resultado del estudio y aplicación de la metodología de Empresa Eficiente resulta en un valor de \$21.43 que de acuerdo a las indicaciones de la ITU para estadísticas de precios debe incluir impuestos. La cesta considerada para este análisis se conforma de la siguiente manera:

**Tabla 3-19** Cesta básica de precios de internet fijo

<b>Características de la cesta aplicada para la regulación</b>
Plan de uso ilimitado mensual
Periodo de duración de un año
Velocidad simétrica
Uso de tecnología FTTH
Plan con compartición 2:1
El plan no tiene limitaciones de horario
Velocidad de acceso mayor o igual a 15 Mbps

La tarifa representa el máximo valor a cobrarse por un servicio que cumpla con las características de la canasta. El regulador debería proponer esto en zonas geográficas con características de demanda similares. El hecho de aplicar una tarifa máxima promueve la eficiencia de los proveedores que se desarrollan en similares condiciones para que siendo más eficientes puedan incrementar sus ingresos.

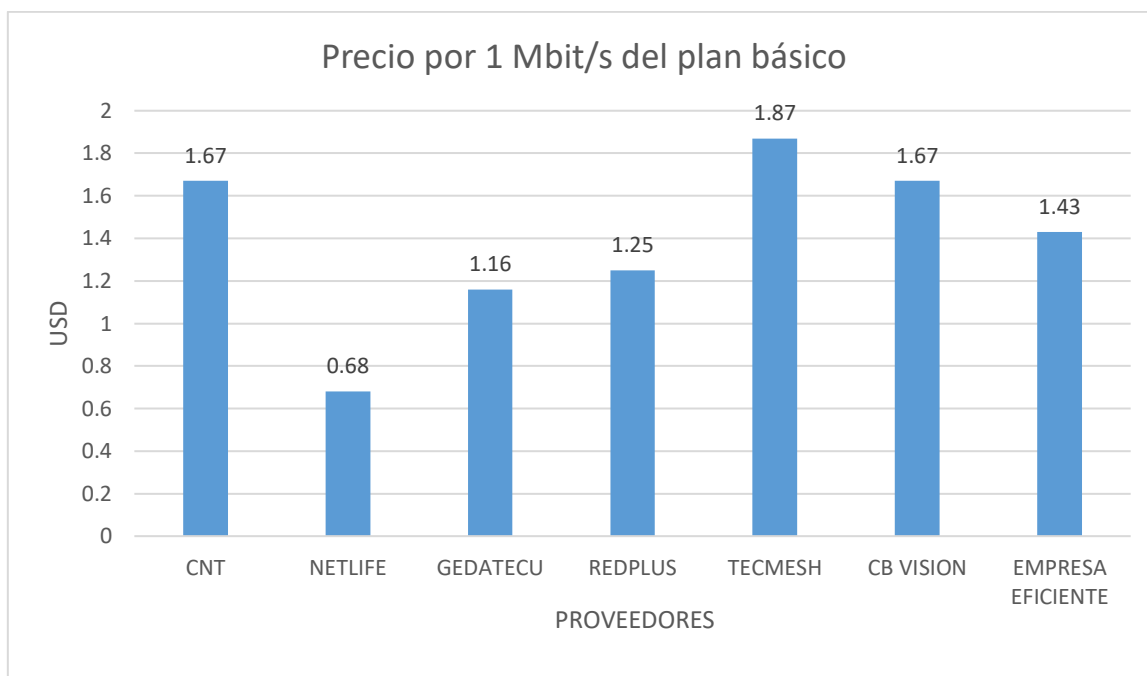
Para obtener un precio de comparación y de asequibilidad se recomienda el uso de un valor referencial respecto a 1 Mbps. Evidenciando que no todas las empresas con las que se realiza la comparación cuentan con un plan de 15 Mbps, se incluye también un plan de 20 Mbps para la Empresa Eficiente.

**Tabla 3-20** Precio por Mbps del plan básico

TIPO DE PLAN	PRECIO FINAL	PRECIO POR 1 MBPS
<b>CNT</b>		
20 Mbps	\$33.49	\$1.674
30 Mbps	\$40.32	\$1.344
<b>NETLIFE</b>		
60 Mbps	\$40.88	\$0.681
75 Mbps	\$47.79	\$0.637
<b>GEDATECU</b>		
25 Mbps	\$29.10	\$1.164
30 Mbps	\$34.70	\$1.157
<b>REDPLUS</b>		
20 Mbps	\$25.00	\$1.25
<b>TECMESH</b>		
15 Mbps	\$28.00	\$1.867
20 Mbps	\$39.20	\$1.96
<b>CB VISION</b>		
15 Mbps	\$25.00	\$1.67
20 Mbps	\$30.00	\$1.50
<b>EMPRESA EFICIENTE</b>		
15 Mbps	\$21.43	\$1.43
20 Mbps	\$24.25	\$1.22

La Tabla 3-20 muestra los valores para los planes de cuatro proveedores mayoristas y tres proveedores minoristas, incluida la Empresa Eficiente. Todos manejan la misma tecnología para otorgar el servicio de acceso a internet y la misma característica de compartición. Son planes ilimitados y de tarifa plana, y en su mayoría tienen contratos de 12 meses o más, por lo que entran en la categoría de la canasta considerada para la regulación; no se toma en cuenta al operador TV CABLE debido a que no cumple con la característica de velocidad simétrica necesaria para entrar en la canasta de precios planteada. De todos los precios por 1 Mbit/s presentados, ninguno supera el valor de \$2 dólares, y además el único proveedor que tiene un precio inferior a \$1 dólar es NETLIFE.





**Figura 3-6** Comparativa de precio por Mbit/s de los proveedores analizados

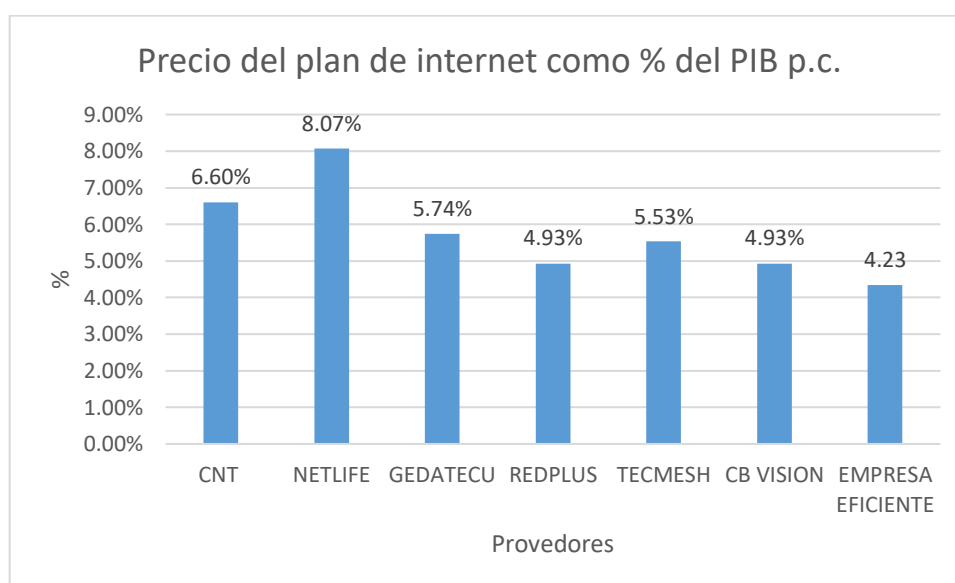
Los proveedores que se encuentran integrados verticalmente o que se desarrollan en varios eslabones de la cadena de producción tienen una ventaja notoria y mejor precio en los valores de sus planes. Una de las razones para tener mejores precios es que mientras la empresa proveedora del servicio de internet acumula más clientes, sus costos se distribuyen de mejor manera pudiendo ofrecer mejores precios. La diferencia de precios del proveedor NETLIFE puede darse por la misma razón por la cual los valores de la empresa simulada presentan un precio menor en su plan de 20 Mbps respecto al plan de 15 Mbps. Los planes con mayor cantidad de Mbps tienen un mejor precio, esto sucede ya que usan la misma infraestructura instalada que para un plan de menor velocidad; y además al ofrecer más velocidad, los clientes tienen un tiempo de uso del enlace menor ( $tc/tu$ ), por lo que se tiene un mayor nivel de reventa del servicio. Por lo tanto un plan que oferte una mayor velocidad, hará que sus costos sean mejor distribuidos y por ende tendrá un mejor precio por 1 Mbps.

Respecto a los proveedores minoristas, como la Empresa Eficiente, uno de sus mayores rubros, luego de la inversión en la infraestructura, es el enlace con el proveedor mayorista. Este enlace hace que la empresa minorista del SAI dependa de la capacidad y disponibilidad del proveedor mayorista para la calidad de su servicio. Otro aspecto que convive con las empresas minoristas de internet es el costo del enlace mayorista que deben contratar, el cual significa un costo inevitable y que puede elevar los costos de su servicio respecto a otro proveedor integrado como se mostró en la Figura 1-4.

Como se observa en la Figura 3-6, los precios por Mbps de los proveedores integrados son más bajos ya que pertenecen a varios eslabones del mercado. Los precios que manejan proveedores minoristas del primer y segundo eslabón de la cadena tienden a ser más costosos y sus planes básicos ofrecen un menor número de Mbps. Por este motivo la regulación debe ser enfocada de manera adecuada y tomando en cuenta esta desventaja competitiva.

En comparación al precio del servicio de la empresa simulada, las empresas minoristas tienen precios más altos, pero esta diferencia puede darse ya que en el diseño de la Empresa Eficiente se estiman muchos costos, y comportamientos del mercado que en la parte práctica pueden ser diferentes y ocasionar estas variaciones en los precios. Por este motivo es recomendable que el análisis del proyecto de reposición y diseño de la empresa lo haga un actor del mercado y no el regulador. Para fines de estudio el valor es adecuado y acorde al mercado, por lo tanto podría decirse que las dos empresas que están siendo comparadas no igualan en eficiencia a la empresa modelo.

La diferencia entre los precios de empresas que se manejan al mismo nivel del mercado puede darse tanto por ineficiencias como por mejores características en el servicio; sin embargo, para el fin práctico de esta comparación y por la falta de información no se consideran estas particularidades.



**Figura 3-7** Comparativa de precio de acceso a internet respecto al PIB p.c.

Los precios de los proveedores como un porcentaje del PIB p.c. nacional, en base a la cesta de precios analizada, demuestran que 4 de los 7 planes presentados no cumplen con el objetivo de asequibilidad planteado por la ITU. El objetivo de asequibilidad de la ITU es

que el precio del servicio de banda ancha de internet se encuentre entre el 2% y 5% del PIB p.c. para el año 2025. La empresa simulada cumple con este objetivo junto con otros dos proveedores; sin embargo, los proveedores más grandes del mercado a pesar de ofrecer un mejor costo por Mbps, el precio de su plan es menos asequible.

### **3.4 GUÍA PARA LA REGULACIÓN**

Para el planteamiento de la regulación de precios, es necesario verificar antes el marco legal en el cual se desarrolla el ente regulador, determinar los objetivos que se quieren alcanzar, un análisis de los mercados y la forma de actuar del regulador. Las recomendaciones para regular son muchas y muy variadas, por lo que en este caso se toman en cuenta las recomendaciones de la ITU y se desarrolla una guía básica para aplicar una regulación en el mercado de telecomunicaciones.

#### **3.4.1 MARCO LEGAL**

El primer paso a seguir por parte del regulador, antes de plantear una fijación de precios en el mercado, es verificar que el marco político en el que se desarrolla se lo permita y que además el objetivo de la regulación vaya acorde a las políticas de Gobierno. La normativa debe respaldar las acciones del regulador, es decir brindar el poder para establecer un nuevo marco regulatorio que permita establecer la fijación de precios. Si el marco legal es muy general, es tarea del regulador otorgar la prioridad a los distintos objetivos de la legislación y además intervenir en los aspectos críticos de la ley donde el marco actual no es adecuado para la realidad que se vive.

Las pautas que el regulador establece son fundamentales para cuando éste deba intervenir o aplicar la regulación. El detalle de los principios a seguir por el regulador para alcanzar los objetivos planteados deben ser claros y lo más específicos posibles, planteando metodologías y procesos. La regla a alcanzar para el marco regulatorio es mejorar el mercado a lo largo de la cadena de suministro mediante la integración de nuevos actores que permitan mejorar la competencia y ésta sea la encargada de fijar los precios.

#### **3.4.2 ANÁLISIS DEL MERCADO**

Para realizar un análisis del mercado se requiere de la información que éste genera. Un adecuado manejo de la información que receipta el regulador puede ayudar a obtener estadísticas que ayuden a estimar comportamientos del mercado y en base a estos datos generar modelos regulatorios que permitan mejorar el mercado de telecomunicaciones.

Los temas de ingeniería, asuntos comerciales, administrativos y de demanda, no es algo que el regulador pueda conocer al 100%. Pero el regulador tiene la capacidad de solicitar información a los actores del mercado, y en base a la información que obtiene, generar estimaciones del comportamiento del mercado, promedio de precios, promedio de la demanda del servicio y otros datos que podrían ser de utilidad para ayudar a la inversión en el sector. En el caso ecuatoriano el artículo 144 de la LOT, numeral 23, establece, como una competencia de la ARCOTEL, la siguiente: *“Requerir a las y los prestadores de servicios de telecomunicaciones cualquier información que considere conveniente, producida como consecuencia de la prestación de los servicios y ejecución de los títulos habilitantes dentro del ámbito de sus competencias.”*

El análisis del mercado necesita definir los mercados existentes, los operadores dominantes, identificar los mercados con mala competencia y determinar las acciones para remediar los inconvenientes detectados. Cuando el análisis del mercado arroja la necesidad de una regulación que determine una fijación de precios, es importante que el ente regulador asegure que los precios estén relacionados con los costos. La ausencia de un control y análisis adecuado de la información proporcionada del mercado, pueden provocar que el regulador omita que existen malas prácticas por parte de los proveedores preponderantes al realizar negociaciones injustas con otros proveedores

El sector de las telecomunicaciones se encuentra siempre en cambio, debido al avance de la tecnología, es muy dinámico. El desarrollo del internet plantea nuevos esquemas al ser un servicio que permite acceder a otros servicios usando la misma infraestructura (como por ejemplo la telefonía, televisión, IPTV, etc.) haciendo que un cálculo de los costos asociados al servicio sea más complicado. Las variaciones de la tecnología y servicios de internet provocan cambios en los niveles de inversión, de costos y demanda, lo que puede generar un cambio en el desarrollo del mercado. Lo ideal es una revisión de la regulación de los mercados en periodos cortos para verificar su correcta aplicación.

### **3.4.3 APLICAR LA REGULACIÓN**

En base al análisis del mercado, el regulador debe plantear el tipo de regulación a aplicar. Debe realizar una revisión periódica al mercado donde se compruebe si dicho mercado tiene un desarrollo de competencia adecuado o inadecuado. En el caso que el mercado tenga una competencia inadecuada, el regulador debe aplicar una estrategia para mejorarlo.

En caso de que la competencia del mercado tenga niveles de competencia más desequilibrados, como en los mercados con proveedores dominantes, la regulación debe

indicar los niveles de intervención por parte del ente regulador. La recomendación en cualquier caso es que el regulador intervenga lo menos posible para evitar distorsionar más la competencia y precautelar los intereses de los consumidores. El primer propósito del regulador sería intervenir en los mercados mayoristas, y cuando esto no sea lo adecuado se regula los mercados minoristas. Las directrices deben ser claras sobre las intervenciones del regulador con respecto al acceso de las instalaciones y los servicios de internet, es decir cuándo actuar sobre los precios y cuándo establecerlos.

El estándar de costos a usar debe ser estudiado en base a los objetivos de la política regulatoria y en el contexto en el cual se desarrolla el mercado. En este caso de regulación de precios, el regulador indica qué metodología se usa para la estimación de los costos y cálculo de las tarifas.

#### **3.4.4 TRANSICIÓN DE TECNOLOGÍA**

Los procesos de transición entre tecnologías pueden complicar las regulaciones, sobre todo cuando estas son de precios. Se debe considerar que existen operadores que otorgan el servicio con tecnologías antiguas, otros con nuevas y otros híbridos en etapa de transición, por lo que plantear una regulación general es más que un desafío. Buscar la manera de incentivar y apoyar la inversión en nuevas tecnologías provoca que exista una mejora en la asequibilidad de los precios o en la capacidad y calidad del servicio de internet que se brinda.

En la transición tecnológica es importante considerar la percepción del cliente, ya que pueden existir segmentos de mercado que no deseen una renovación de la tecnología o aumento de la capacidad si estos incurrir en gastos adicionales. El traspaso entre tecnologías debe ser lo más transparente posible y otorgar la misma funcionalidad para que el cliente no se sienta afectado a las nuevas innovaciones. Sin embargo, la necesidad de migrar de tecnología es algo que los operadores buscan hacerlo de la manera más rápida posible.

La opción para conservar una transición de tecnologías de manera ordenada y paulatina es que la nueva tecnología tenga un precio por encima de la tecnología que reemplaza, y a futuro no es mantener la tecnología vieja, sino más bien ayudar a la migración de todos los operadores para luego bajar los precios de la nueva tecnología.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo a la investigación realizada se ha demostrado que el modelo de Empresa Eficiente promueve a que las empresas reguladas busquen eliminar sus ineficiencias para mejorar sus retornos, esta metodología de regulación actúa mediante la fijación de incentivos por lo cual ayuda a que las empresas sean más eficientes si quieren mejorar sus ingresos.
- El resultado de aplicar la metodología de Empresa Eficiente al Servicio de Acceso a Internet en el país, demuestra que los actores que se desarrollan solo en el mercado minorista tienen un costo por Mbps que supera el valor estimado por este estudio; sin embargo, los proveedores que están integrados en varios eslabones de la cadena de producción cuentan con tarifas mucho más bajas que la estimada, con esto se demuestra que en ciertas zonas donde existen estos proveedores integrados, la entrada de nuevos competidores es complicada; por otro lado, en zonas donde existen solo proveedores minoristas que se desenvuelven con características similares tanto en demanda como en tecnología, se tienen precios más elevados, por lo tanto la entrada de nuevos competidores es más factible debido a que se puede ingresar a competir con los precios.
- La metodología de Empresa Eficiente sirve como un gran incentivo para el mercado cuando este tiene una mala competencia; sin embargo, el fijar los precios no siempre es lo adecuado. En el caso de Ecuador se tiene un mercado sectorizado porque los operadores preponderantes se centran en zonas específicas del país. En otras zonas la competencia puede estar marcada por varios competidores y por tanto los mercados se han desarrollado sin mucho control. La falta de información verificada por la ARCOTEL impide que se tenga un análisis del mercado más profundo. El ente regulador nacional solicita información a las empresas del mercado acerca de sus nuevos enlaces y clientes registrados, pero estos datos no reflejan lo que sucede en muchos sectores, sobre todo en los más alejados. Este problema de la asimetría de la información complica la labor del regulador para aplicar una regulación más efectiva.
- Regular un mercado tiene aspectos positivos y negativos, y no existe una metodología general que funcione para aplicar una regulación en cualquier lugar, todo depende de las circunstancias y el sitio donde se desarrolla el mercado. En el caso de ser necesaria una regulación del mercado debido a imperfecciones en

su competencia o por malas prácticas de los actores dominantes, se recomienda realizar un análisis de mercado más profundo que permita identificar en dónde se encuentra el origen del problema e implementar una solución adecuada. Si como resultado del análisis, se considera como solución la aplicación de una regulación a los precios minoristas, dicha regulación debe ser lo menos invasiva posible para minimizar el riesgo de dañar o distorsionar el mercado.

- El ente regulador debe enfocarse en el servicio básico, un servicio con un ancho de banda mínimo o estándar que todos los proveedores de acceso a internet ofrezcan de manera obligatoria. La ventaja de esto es que se deja a otros servicios con la libertad de ser controlados por la propia competencia del mercado y también se tiene un servicio básico a un precio asequible que puede contribuir a alcanzar los objetivos planteados por el regulador, como el acceso universal.
- Una forma de determinar un servicio con parámetros básicos para aplicar una regulación es la creación de canastas de servicio. Estas canastas cuentan con información sobre las características del servicio a regular como tiempo de uso, velocidad, plan de pago y otras que considere el regulador necesario. Una vez que se obtienen estas canastas, la regulación se aplicaría a todos los servicios que cumplan con las características de dichas canastas y estarán bajo el régimen de precios establecidos por el regulador.
- El ajuste de precios en el mercado minorista, puede verse como una opción atractiva, pero muy arriesgada que podría llegar a dañar el mercado en el caso de que su aplicación no sea adecuada o necesaria, pudiendo inclusive empeorar la situación de la asequibilidad. Otro factor relevante es en qué segmento de la cadena se encuentra el proceso, servicio o producto que incrementa los costos del internet minorista.
- Los precios en el mercado de internet se determinan mejor por las propias fuerzas del mercado. Lo importante es que el mercado funcione correctamente, evitando prácticas desleales de competencia. Si en el mercado se considera necesario la aplicación de la metodología de Empresa Eficiente para regular los precios minoristas, es aconsejable dejar que las empresas reguladas desarrollen los estudios técnicos y financieros ya que cuenta con más información y personal mejor capacitado en la parte técnica. La aplicación de esta metodología por parte del regulador conlleva a enfrentarse con asimetrías de la información y una deficiencia tanto en el aspecto técnico como en el análisis de costos.

- Los precios manejados en el mercado del país son muy variados y dependen mucho de la zona geográfica donde se desarrollan. Los principales proveedores del país no tienen la capacidad de estar presente en todos los lugares por lo que es extremadamente complicado intentar una regulación o estimación a nivel nacional del precio del servicio de acceso a internet (SAI). Las zonas urbanas y altamente pobladas permiten un mejor desarrollo de estos negocios, y eso se refleja en mayores competidores en la oferta del servicio y mejores precios en comparación a sectores menos poblados y urbanizados.
- El incremento de proveedores SAI se refleja en la penetración del servicio del país. La barrera para entrada de competidores al SAI parece adecuada y los costos de la tecnología también se han reducido, permitiendo alcanzar valores por Mbps incluso menores a \$1. El plan básico determinado en este proyecto tiene un valor de \$22 dólares incluido impuestos, lo que representa un 4.27% del PIB per cápita del año 2019.
- El precio alcanzado por la empresa simulada corresponde a la tecnología más usada en el país para proveer el SAI, la cual es la fibra óptica del esquema FTTH. Esta tecnología además de sus excelentes características técnicas ha reducido sus costos, convirtiéndose así en el favorito de los proveedores de internet del país, por lo cual técnicamente, así como por su popularidad, es la tecnología a alcanzar por los proveedores que brindan este servicio, demostrando así su alta eficiencia y buenas prestaciones para usuarios y proveedores.
- El análisis efectuado en este proyecto se desarrolló en un escenario muy diferente al que se vive actualmente debido a la pandemia COVID19, donde las características del mercado han variado notablemente. El análisis desarrollado se basa en las estadísticas finales del año 2019 y los inicios del 2020, donde se tenía un escenario de demanda del Servicio de Acceso a Internet “normal”. En el transcurso de la pandemia, el teletrabajo, la educación virtual y el comercio electrónico ha incrementado su demandan de una manera acelerada, demanda que podría también ser temporal debido al aumento del desempleo y la crítica situación financiera del país.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Para obtener una estimación del precio eficiente que se tiene en el país, se recomienda trabajar directamente con un proveedor del servicio ya que esto permitiría disponer de información exacta y real, y además se podría verificar



aspectos técnicos, contables y estimaciones de demanda que en este proyecto se asumieron en base a la información disponible.

- Para suplir la falta de información sobre las estadísticas que maneja la ARCOTEL se recomienda un trabajo en conjunto, debido a que por motivos de confidencialidad, las estimaciones de la demanda de usuarios y del tipo de tráfico que circula por las redes del país se limita a un análisis de infografía, el cual no es completamente concreto.
- Para el análisis de la tasa de costo de capital se recomienda realizar un estudio económico específico con alguna empresa del sector que permita obtener los datos de retornos del mercado, los riesgos que asume la empresa y en conjunto obtener una estimación de dicha tasa, con un valor más cercano a la realidad del país.
- Las estimaciones de demanda y características de la población se podrían mejorar si los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos estuvieran actualizados al año en el que se realiza el estudio. Además, la ARCOTEL en calidad de regulador y como entidad gubernamental, debería trabajar coordinadamente con el MINTEL para crear alianzas estratégicas para un manejo adecuado de la información, tanto con entidades del gobierno como con actores del mercado (proveedores y usuarios), que posibiliten obtener estadísticas que reflejen de mejor manera la realidad del SAI y a la vez se promuevan estimaciones del mercado que ayuden a la regulación y a la mejora del servicio.
- Para un mejor análisis y aplicación de la metodología de Empresa Eficiente se recomienda la colaboración de especialistas en el aspecto económico, de regulación y un experto en el desarrollo y administración de empresas proveedoras del servicio de acceso a internet, con el fin de obtener los tres puntos de vista necesarios para un correcto desarrollo, tanto de la metodología regulatoria, de aspectos económicos y de costos, así también, como de la ingeniería necesaria y demanda de servicio que existe.

## 5. REFERENCIAS

- [1] International Telecommunication Union, *Measuring digital development Fact and Figures 2019*, Geneva, 2019.
- [2] ITU, «Empresa Eficiente: Metodologías, Modelación y Aplicación para Fines de Regulación Tarifaria,» Noviembre 2008. [En línea]. Available: [https://www.itu.int/ITU-D/finance/Studies/Efficient%20operator/Empresa\\_Eficiente\\_final\\_sp.pdf](https://www.itu.int/ITU-D/finance/Studies/Efficient%20operator/Empresa_Eficiente_final_sp.pdf). [Último acceso: 11 2019].
- [3] «Constitución de la República del Ecuador,» 2008.
- [4] ITU, «Regulating Broadband Price,» 2012. [En línea]. Available: [https://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/ITU-BB-Reports\\_RegulatingPrices.pdf](https://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/ITU-BB-Reports_RegulatingPrices.pdf). [Último acceso: 12 2019].
- [5] B. Califano y M. Baladron, «La regulación de Internet: formas emergentes de gobierno privado,» Buenos Aires, 2013.
- [6] María Albornoz-Flacso Ecuador, «El estado de la Banda ancha en,» 2011.
- [7] International Telecommunication Union, «ITU, Committed to connecting the world,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>. [Último acceso: 2 2020].
- [8] We Are Social, «Digital 2020 ECUADOR,» 2020.
- [9] ARCOTEL, «Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones,» [En línea]. Available: <https://www.arcotel.gob.ec/>. [Último acceso: 2020].
- [10] ITU, «Normas de la UIT relativas a la recopilación de datos sobre los precios,» Marzo 2019. [En línea]. Available: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/ICT\\_Prices/ICT%20Price%20Basket%20rules\\_S.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/ICT_Prices/ICT%20Price%20Basket%20rules_S.pdf). [Último acceso: Febrero 2020].
- [11] ITU , «Measuring digital ICT price trends,» ITU Publications, 2019.
- [12] CEPAL, «Estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe 2015,» Julio 2015. [En línea]. Available: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38605/S1500568\\_es.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38605/S1500568_es.pdf?sequence=1). [Último acceso: 11 2019].
- [13] Asamblea nacional, «Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder De Mercado,» Quito, 2011.
- [14] Asamblea Nacional, «Ley Orgánica de Telecomunicaciones,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf. [Último acceso: 11 2019].

- [15] R. Correa, «Reglametno General a la Ley Orgánica de Telecomunicaciones,» 2016.
- [16] A. Lopez y X. Vives, «Inversión de Banda Ancha: Competencia en Infraestructuras y Competencia en Servicios,» 2007.
- [17] Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, «Resolución 05-03-ARCOTEL-2016,» 2016.
- [18] ARCOTEL, «BOLETIN NO. 2020-01,» 2020.
- [19] J. A. R. Sastre, «Tecnología DSL,» 2018. [En línea]. Available: <https://techclub.tajamar.es/tecnologia-dsl/>. [Último acceso: 4 2020].
- [20] J. R. Felipe Borja, «Modem, xDSL y Cable».
- [21] J. Cartagena, «Redes HFC (Híbrido FiberCoaxial) y sus vulnerabilidades,» Valparaíso, 2007.
- [22] L. M. T. Mejía, «Análisis Técnico comparativo entre LR-PON y XPON.,» Quito, 2018.
- [23] Unión Internacional de telecomunicaciones, «Recomendación UIT-T G.984.1,» 2003.
- [24] ITU-T, «Recommendation ITU-T G.984.1,» 2008.
- [25] E. Quisnacela y N. Espinosa, «Certificación de redes GPON, normativa ITU G.984.x,» Enfoque UTE, Quito, 2016.
- [26] Á. Bustos y A. Galetovic, «REGULACIÓN POR EMPRESA EFICIENTE: ¿QUIÉN ES REALMENTE USTED?,» 2002.
- [27] Inversiones Rio Hurtado Ltda., «Revisión de la Regulación Tarifaria en Telecomunicaciones,» 2007.
- [28] FEDESARROLLO, «Estudio de la regulación de cargos de acceso en telefonía móvil y una propuesta para Colombia,» 2013.
- [29] Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, «Ecuador en cifras,» [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>. [Último acceso: Marzo 2020].
- [30] Alcaldía de Quito, «Instituto de la Ciudad de Quito,» [En línea]. Available: <http://institutodelaciudad.com.ec/>. [Último acceso: Marzo 2020].
- [31] AT&T, «AT&T,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.att.com/es-us/esupport/speed-calculator/index.jsp>. [Último acceso: 5 2020].

- [32] Diario El Mercurio, «Datos curiosos sobre el consumo de los servicios digitales en Ecuador,» Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://ww2.elmercurio.com.ec/2019/11/28/datos-curiosos-sobre-el-consumo-de-los-servicios-digitales-en-ecuador/>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [33] Federal Communications Commission, «FCC,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.fcc.gov/consumers/guides/guia-de-velocidades-de-banda-ancha>. [Último acceso: 15 Agosto 2020].
- [34] Federal Communications Commission, «FCC,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.fcc.gov/consumers/guides/guia-de-velocidades-de-banda-ancha>. [Último acceso: 5 2020].
- [35] D. Pástor, «Diseño de un Sistema de Acceso a Internet para un Proveedor Regional,» Quito, 2001.
- [36] ITU-T, «Recommendation ITU-T G.984.2,» 2019.
- [37] MINISTERIO DE TRABAJO, «Acuerdo Ministerial 395 2019,» 2019.
- [38] Fusion Media Ltd, «Investing.com,» 2020. [En línea]. Available: <https://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-5-year-bond-yield>. [Último acceso: 14 JULIO 2020].
- [39] Zacks Investment Research, «ZACK,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.zacks.com/stock/chart/T/fundamental/beta>. [Último acceso: 14 Julio 2020].
- [40] Fusion Media Ltd, «Investing.com,» 2020. [En línea]. Available: <https://es.investing.com/indices/nq-100>. [Último acceso: 14 Julio 2020].
- [41] Grupo Banco Mundial, «Banco Mundial,» 2019. [En línea]. Available: <https://datos.bancomundial.org/indicador/IT.NET.USER.ZS>. [Último acceso: 1 2020].
- [42] Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, «Acuerdo Ministerial N0. 015-2019,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2019/10/Acuerdo-No.-015-2019-Politica-Ecuador-Digital.pdf>. [Último acceso: 12 2019].
- [43] Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, «Resolución 15-16-ARCOTEL-2019,» 2019.

## **6. ANEXOS**

### **ANEXO A.**

#### **Fichas técnicas de los equipos principales de la red GPON**

## **ORDEN DE EMPASTADO**