



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

ESCUELA DE POSGRADOS “ESPOG”

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES MENCIÓN: GESTIÓN DE TELECOMUNICACIONES

Resolución: RPC-SE-01-No.016-2020

PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGÍSTER

Título del proyecto:
Comparación entre GPON Y ADSL para IPTV mediante RIVERBED MODELER
Línea de Investigación:
Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable
Campo amplio de conocimiento:
Tecnologías de la Información y Comunicación
Autor/a:
Adrian Stalin Gavilanes Carvajal
Tutor/a:
Ph. D. Fidel David Parra Balza / Mg. Wilmer Fabian Albarracín Guarochico

Quito – Ecuador

2022

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, Fidel David Parra Balza, con C.I: 1757469950 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Comparación entre GPON Y ADSL para IPTV mediante Riverbed Modeler.

Elaborado por: Adrian Stalin Gavilanes Carvajal, de C.I: 0604257527, estudiante de la Maestría: Maestría En Telecomunicaciones, mención: Gestión de las Telecomunicaciones de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 10 de abril de 2022

Firma

Tabla de contenidos

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE	iii
INFORMACIÓN GENERAL	1
Contextualización del tema	1
Problema de investigación	2
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:	4
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
1.1. Contextualización general del estado del arte	6
1.2. Proceso investigativo metodológico	7
1.2.1 Tipo de Investigación	8
1.2.2 Técnicas de recolección	8
1.2.3 Población y muestra	9
1.3 Análisis de resultados	9
1.3.1 Representación Delay en tecnología GPON y ADSL	9
1.3.2 Paquetes de video en tecnología GPON y ADSL	10
1.3.3 Voz en tecnología GPON y ADSL	12
1.3.4 Paquetes HTTP en tecnología GPON y ADSL	14
CAPÍTULO II: PROPUESTA	17
2.1 Fundamentos teóricos aplicados	17
2.1.1 IPTV	17
2.1.2 Arquitectura IPTV	17
2.1.3 Triple Play	18
2.1.4 Parámetros de calidad (QoS) de IPTV	18
2.1.5 Métodos de direccionamiento	19
2.1.6 IPTV Multicast	21
2.1.7 Tecnologías de red para IPTV	22
2.1.8 Riverbed Modeler	24
2.2 Descripción de la propuesta	25
Gpon sobre IPTV	26
2.3 Validación de la propuesta	44
Instrumento para validar	44

2.4 Matriz de articulación de la propuesta	47
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51

Índice de tablas

Tabla 1 Transmisión de paquetes de video	11
Tabla 2 Transmisión de paquetes de voz resultados comparativos	13
Tabla 3 Transmisión de paquetes HTTP	15
Tabla 4 Tecnologías de red para IPTV	22
Tabla 5 Descripción de perfil de validadores	44
Tabla 6 Criterios de Evaluación	45
Tabla 7 Escala de evaluación de criterios	45
Tabla 8 Preguntas Instrumento de validación	46
Tabla 9 Matriz de articulación	47

Índice de figuras

Figura 1 Comportamiento Delay en tecnología GPON	10
Figura 2 Comportamiento Delay en tecnología ADSL	10
Figura 3 Paquetes de video en tecnología GPON	11
Figura 4 Paquetes de video en tecnología ADSL	11
Figura 5 Paquetes enviados por segundo GPON Vs ADSL	12
Figura 6 Paquetes recibidos por segundo GPON Vs ADSL	12
Figura 7 Voz en tecnología GPON	13
Figura 8 Voz en tecnología ADSL	13
Figura 9 Paquetes enviados por segundo GPON Vs ADSL	14
Figura 10 Paquetes recibidos por segundo GPON Vs ADSL	14
Figura 11 Paquetes HTTP en tecnología GPON	15
Figura 12 Paquetes HTTP en tecnología ADSL	15
Figura 13 Comparación Paquetes enviados por segundo GPON Vs ADSL	16
Figura 14 Paquetes recibidos por segundo GPON Vs ADSL	16
Figura 15 Arquitectura de un sistema IPTV	17
Figura 16 UNICAST	19
Figura 17 Método Broadcast	20
Figura 18 Método Multicast	20
Figura 19 Arquitectura Multicast IPTV	22
Figura 20 Esquema de interconexión de ADSL	23
Figura 21 Esquema de la red IPTV en GPON	24
Figura 22 Estructura de la red propuesta	25
Figura 23 Riverbed Modeler	26
Figura 24 Pasos para la construcción del producto	27
Figura 25 Apertura del proyecto	28
Figura 26 Elección de escenario	28
Figura 27 Selección de topología	29
Figura 28 Entorno de trabajo	29
Figura 29 Creación de topología	30
Figura 30 Topología Estrella	30
Figura 31 Parámetros topología estrella	31
Figura 32 Topologías estrella	31
Figura 33 Elementos topología GPON	32
Figura 34 Conector FDDI Duplex Link	32
Figura 35 Elementos para la configuración	33
Figura 36 Editar Atributos	33
Figura 37 Designar nombre de la app	34
Figura 38 Crear Perfiles	34
Figura 39 Parámetro de video conferencia	35
Figura 40 Atributos de navegación	35
Figura 41 Perfil de vos y su atributo	36
Figura 42 Perfil IPTV	36
Figura 43 Numero de túneles	37
Figura 44 Aplicaciones Definidas	37
Figura 45 Selección de nodos	38
Figura 46 Elección de servicios soportados	38

Figura 47 Elección de perfiles para túneles	39
Figura 48 Escoger estadísticas	39
Figura 49 Selección de parámetros HTTP, FDDI, Video Conferencing, Voice	40
Figura 50 Correr la simulación	40
Figura 51 Tiempo de simulación	40
Figura 52 Visualización de parámetros	41
Figura 53 Elección de herramientas para topología XDSL	41
Figura 54 Elección de parámetros para topología estrella	42
Figura 55 Topología Estrella	42
Figura 56 Elementos DSLAM_ATM_32	43
Figura 57 Topología completa ADSL	43

INFORMACIÓN GENERAL

Contextualización del tema

A nivel mundial se están utilizando nuevas formas de transmisión, intentando llegar a más usuarios de forma barata y sin problemas. Es por eso que muchas formas de comunicación se transmiten a través de la red. Favoreciendo así, la gran velocidad de conexión a internet que se tiene actualmente además de tener un gran avance tecnológico en la compresión de video, siendo así que la Televisión por Protocolo de Internet del inglés *Internet Protocol Televisión* (IPTV) puede convertirse en la próxima aplicación disruptiva de Internet.

Es así como los operadores de telecomunicaciones pueden utilizar redes administradas basadas en protocolos de internet (IP) para proporcionar servicios multimedia para televisores. IPTV se ha convertido en el nombre más común para señales de TV o sistemas de distribución de suscripción de video que utilizan conexiones de banda ancha de protocolo IP. Es un sistema completo en el que la señal de TV se entrega al usuario a través del IP. (Castro *et al.*, 2016)

En tal sentido la red da prioridad al IPTV para proporcionar Calidad de Servicio (QoS) garantizada, priorizando el tráfico asignado a diferentes categorías de acceso a cada paquete de datos según las categorías de QoS predefinidas. Al generar datos de video multimedia, el servidor de IPTV prioriza los datos del usuario para distinguir el tráfico multimedia del tráfico típico de mejor esfuerzo en la red doméstica (Lee *et al.*, 2008).

En el Ecuador la forma de ver televisión se ha ido desarrollando con el tiempo al llegar a tener tecnologías que permiten el acceso a este medio a través de enlaces satelitales, por cable coaxial, teniendo así varias empresas proveedores del servicio de televisión como son DirecTV, TvCable, etc. pero estas aun no llegan a cubrir la necesidad del cliente por sus altos costos y poca variedad en su oferta de contenido. (Vázquez y Elaje, 2018)

Sin embargo la tecnología IPTV aún no se encuentra completamente desarrollada e implementada en el país, pero gracias al incremento de cobertura de internet en más zonas, IPTV puede ser considerado un servicio novedoso para la ciudadanía ya que es una red medianamente nueva y de calidad, ofreciendo ventajas sobre la televisión tradicional como es disfrutar del contenido cuando y donde quiera, además es compatible con dispositivos inteligente como es Televisores inteligentes, laptops, celulares, tabletas, etc. así aumenta el número de usuarios y dispositivos que puede receptor las señales de televisión.

Con todas estas ventajas y servicios que no ofrece el IPTV es necesario el análisis comparativo de la tecnología de la red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (GPON) con la Línea de Abonado Digital (ADSL) ya que son dos tecnologías vigentes en el país, así se va aprovechar en obtener los mejores resultados del IPTV para encaminar a una nueva era tecnológica.

Problema de investigación

En Ecuador, la tendencia de los usuarios es alquilar servicios de TV satelital y comprar televisores inteligentes, pero la calidad del servicio se ve afectada porque no se consideran en su totalidad los parámetros de rendimiento de la red. Por tanto, el principal problema es la limitación de las señales de televisión y la preferencia del usuario por internet y los videos en línea. En respuesta a este desafío, el servicio se ha mejorado y estudiado para llevarlo a la era *IP*, permitiendo la comunicación bidireccional entre el televisor y el usuario.

En ese sentido, es esencial una comprensión profunda de los mecanismos de entrega de IPTV, especialmente para las arquitecturas de entrega que son más prometedoras para un despliegue generalizado en el futuro cercano. Un parámetro fundamental en la transmisión de *IPTV* es la calidad de servicio que se ve afectada por las condiciones físicas y la configuración de la red.

El problema se presenta ya que los servicios de *IPTV* están acoplados efectivamente con la tecnología de la red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (*GPON*) pero aún tenemos tecnologías vigentes en el país como es la línea de abonado digital (*ADSL*). Por tal razón, en el análisis comparativo, esta tecnología es fundamental estudiar, y conocer el posible impacto sobre el *IPTV*. Para ello utilizamos la herramienta de simulación de red RIVERBED MODELER, que nos permite comparar las tecnologías *GPON* y *ADSL* sobre *IPTV*.

Por lo antes expuesto surge la siguiente interrogante: ¿Cuál es la mejor tecnología de acuerdo a sus medidas técnicas susceptibles de los parámetros de la calidad de servicio para decidir sobre el servicio de IPTV mediante el software Riverbed Modeler?

La importancia del estudio de las medidas técnicas susceptibles de los parámetros de calidad (*QoS*) es fundamental en los sistemas de televisión por *IP*, esto sirve para brindar un servicio de calidad y productos de calidad a los clientes finales, ya que el *QoS* permite un procesamiento rápido de aplicaciones de misión crítica como son audio, voz y video; de esta manera hay que poner énfasis en la gestión adecuada del *QoS*, porque si se aplica incorrectamente, este servicio puede apoderarse de la red, lo que afectará gravemente a otros servicios. Es por esta razón que el análisis comparativo de las medidas técnicas susceptibles de *QoS* es tan importante para

predecir los problemas de congestión que surgirán cuando los proveedores ofrezcan servicios de IPTV con las diferentes tecnologías, garantizando así la QoS para los usuarios finales.

La IPTV puede llegar a ser muy importante para las instituciones en sus programas educativos a distancia, utilizando tecnologías disponibles sirviendo para aumentar la interactividad entre educadores y estudiantes, siendo un eje primordial en este proceso. Así se ejemplifica en el proyecto Teleclip, que fue creado para que los niños participen activamente como creadores de contenidos educativos en formato de canales de TV por Internet, con la mediación de profesionales de la comunicación y la educación. La plataforma está diseñada para permitir que los niños visualicen y carguen contenido de video a través del ciberespacio con fines educativos e informativos.

Siendo así que IPTV no debe quedar de lado para los gobiernos, la industria, las empresas, las organizaciones educativas, etc., IPTV brinda gran cantidad de beneficios por el campo amplio de sus aplicaciones.

Entonces la investigación realiza aportes tecnológicos ya que IPTV es una tecnología de punta que permite a las organizaciones e individuos interactuar con el contenido provisto. En la actualidad, numerosas aplicaciones inspiran esta tecnología porque, si bien la IPTV está integrada con muchas aplicaciones empresariales, su misión natural es la entrega de contenido.

De esta forma, también puede realizar aportes sociales ya que tiene la facilidad de llegar a más usuarios con más contenido de calidad, facilitando así el acceso a la información, y favoreciendo a los difusores de información ya que pueden convertirse en productor y/o emisor de programas informativos y de entretenimiento para público seleccionado, ofreciendo la oportunidad de distribuir su contenido a través de canales privados a audiencias determinadas.

Además, realiza aportes económicos ya que IPTV es una gran plataforma en donde las industrias pueden segmentar la publicidad así dirigiéndose a un público específico, personalizando los anuncios para que los usuarios tengan acceso en línea a la compra de productos y servicios, porque es información que llega a través de Internet.

Objetivo general

Analizar las medidas técnicas susceptibles de los parámetros de calidad de servicio de las tecnologías GPON y ADSL para decidir sobre el servicio de IPTV mediante el software Riverbed Modeler

Objetivos específicos

- Identificar las medidas técnicas susceptibles de las tecnologías GPON y ADSL relacionados con el servicio de IPTV mediante revisión de literatura.
- Diseñar una red GPON y ADSL mediante un proceso metodológico definido para aplicar en Riverbed Modeler.
- Comparar las medidas técnicas susceptibles de los parámetros de calidad de servicio de las tecnologías GPON y ADSL relacionados con el servicio de IPTV.
- Validar los resultados obtenidos de ambas tecnologías con expertos en el área.

Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:

IPTV tiene el potencial de promover la inclusión tecnológica, creando una vinculación con la sociedad ampliando el acceso a la información, la educación, la salud y la cultura. En otras palabras, pueden promover el progreso en varios campos sociales, económicos y productivos, porque la IPTV utiliza una red bidireccional, brindando una gran cantidad de servicios interactivos para llegar a más usuarios creando un entorno que genera innovación tecnológica y creatividad. De esta manera, es posible impulsar el desarrollo tecnológico a nivel local, regional y nacional, acortando la brecha digital.

La investigación proporcionará la toma de las mejores decisiones de los usuarios finales sobre qué tecnología escoger para obtener los mejores resultados del IPTV, ya que esta es una nueva forma de ver televisión, la distribución de material programado por sus proveedores de televisión será suplantada a favor de la multitud de contenido y aplicaciones que se pueden descargar de la web, el control de la visualización de contenido pasa del proveedor al consumidor, quien generará su propia programación de múltiples proveedores internacionales disfrutará en cualquier momento y en cualquier lugar de la satisfacción de sus necesidades a un bajo precio.

Además, IPTV utiliza la red en ambas direcciones, dando oportunidad a obtener y desarrollar servicios interactivos, no solo a nivel televisivo si no a nivel gubernamental e industrial, organizaciones educativas, organizaciones comerciales, ofreciendo a sus usuarios la posibilidad

de realizar videoconferencias punto a punto o punto a multipunto, con la mejor calidad de video y sonido posible, lo que impulsa las fronteras de la innovación tecnológica.

Los principales beneficiarios son los usuarios que tienen la opción de acceder a más contenidos, pudiendo realizar búsquedas más personalizadas en medios alternativos y, por tanto, potencialmente interactuando con los contenidos que se ofrecen, también los proveedores del servicio podrán extender su cobertura para llegar a más usuarios, siendo así de gran importancia contar con las mejores medidas métricas de calidad de servicio.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Contextualización general del estado del arte

IPTV es el resultado del auge de la conexión a Internet y el avance tecnológico, lo que permite a los usuarios proporcionar más ancho de banda a un costo menor. Este servicio puede proporcionar nuevas opciones de entretenimiento y modelos de comunicación, y generar mayores ingresos para las empresas que brindan servicios al aprovechar y desarrollar la infraestructura existente.

Al respecto un grupo de expertos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en IPTV afirman que el servicio de IPTV debe tener suficiente QoS, seguridad, interactividad y confiabilidad así satisfaciendo las necesidades de los usuarios finales. Por lo tanto, se necesitan técnicas de transmisión, como multidifusión, y algoritmos de gestión para abordar la congestión, el retardo, el jitter, la pérdida de paquetes, etc

Para llevar a cabo esta investigación se realizó un estudio profundo de trabajos previos a los sistemas de televisión basados en IP con el fin de proponer soluciones más acertadas, así se indago en las diferentes fuentes de información como son (IEEEExplorer, Redalyc, Google Academic, etc.), bibliotecas y repositorios de universidades como (ESPOCH, ESPE, UISRAEL, etc). A continuación, se destacan los trabajos más relevantes para el desarrollo de la presente investigación.

De tal forma, en el estudio realizado por Carrera (2017) “Análisis técnico de la implementación de Televisión por Protocolo de Internet (IPTV) en la red de acceso de banda ancha de la empresa nacional de telecomunicaciones CNT EP en Riobamba”, el cual considera el método científico para fines técnicos. Una muestra intencional de 10 % de 215 clientes, fueron sometidos a las diferentes mediciones eléctricas presentadas en el protocolo de prueba, utilizando métricas e instrumentación para cumplir con los objetivos. En base a los resultados obtenidos, concluyeron que el 86% de los clientes cumplían con los parámetros técnicos favorables para implementar la tecnología IPTV, mientras que el 14% restante presentaba fallas en las pruebas realizadas, lo que conlleva a la pérdida de paquetes. Se transmite el servicio. En resumen, es factible realizar el servicio de IPTV a través de la red de acceso CNT, y se sugiere realizar la red de telecomunicaciones a través de nuevas tecnologías como la Red Óptica Pasiva Gigabit (GPON). Teniendo gran relación con la investigación presente en el estudio del IPTV ya que esta es montada sobre la tecnología GPON, contribuyendo con ideas para la simulación de

la investigación actual ya que la tecnología GPON es un buen escenario para la implementación del IPTV demostrando que existen pocas pérdidas de datos en esta tecnología.

Por otra parte, en la investigación realizada por Yanez y Chico (2018) que tiene como título “La elaboración de una propuesta técnica y económica de una red Híbrido de Fibra Coaxial (HFC) para el servicio de Televisión por Protocolo de Internet (IPTV) en la parroquia Calpi para la empresa Riotelecom-Network” en el cual su objetivo principal fue dotar de una propuesta técnica y económica de una red HFC para la parroquia de Calpi, por lo tanto, realizan una investigación de mercado en el campo del entretenimiento televisivo a través de encuestas a los habitantes de Calpi, obteniendo resultados que estiman la aceptación del nuevo servicio de IPTV, además, de un pronóstico de demanda para fortalecer la factibilidad del proyecto. Desde el punto de vista técnico, los estándares de diseño e implementación de las redes HFC se basan en: Recomendaciones aprobadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), además estudiaron el estándar DOCSIS 3.0 para determinar los aspectos más importantes que acompañan a los estándares técnicos utilizados por los sistemas y parámetros de IPTV, utilizando el software Autocad, y luego seleccionando los equipos requeridos, los resultados son los siguientes: El estudio del costo de referencia de adquisición de bienes y servicios demostrando así que IPTV es un servicio de gran proyección ya que en las encuestas realizadas existe más de 300 clientes potenciales interesados en el servicio. Esta investigación se vincula al trabajo de investigación ya que IPTV es una arquitectura en crecimiento, aportando con una conclusión significativa, indicando que el IPTV necesita la implementación de tecnologías que ofrezcan un gran ancho de banda. También se cuenta con el trabajo realizado por Camilo et al. (2018) llamado “Análisis de QoS para IPTV en un entorno de redes definidas por software” indica que el despliegue a gran escala de servicios impulsados por la tecnología de transmisión de video ha provocado una expansión de las redes de datos y un aumento en el ancho de banda requerido para transmitir información. Esto, a su vez, requiere mayores capacidades de gestión y control de red para garantizar el QoS para los usuarios finales. Esta demanda impulsa la innovación en las arquitecturas de red. Este artículo analiza uno de los servicios de transmisión de video como IPTV, métricas de QoS en una red SDN real. Relacionándose así con el análisis del QoS para la transmisión de IPTV de la investigación realizada, siendo de gran aporte las medidas métricas del QoS para obtener una mejor experiencia percibida por el usuario final.

1.2. Proceso investigativo metodológico

La presente investigación será realizada con un enfoque cuantitativo según Sampieri (2006) cuando hablamos de investigaciones cuantitativas, nos referimos al análisis de la realidad

objetiva a través de la medición numérica y el análisis estadístico para determinar las previsiones o patrones de comportamiento del fenómeno o cuestión planteada. Este enfoque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, con enfoques cuantitativos se formula una pregunta y preguntas específicas de las cuales se deriva la hipótesis.

Para el desarrollo de esta investigación se adoptó el enfoque cuantitativo ya que se realiza el estudio de los parámetros de la calidad del servicio de IPTV como son el *delay*, paquetes de video, paquetes de voz, paquetes http todos estos parámetros montados sobre dos escenarios GPON y ADSL además de la valoración de los parámetros ya mencionados.

1.2.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es correlacional y descriptiva según Hurtado (2002), razonó que el objetivo de la investigación descriptiva es una descripción precisa del evento en estudio, y este tipo de investigación es relevante para el diagnóstico; el objetivo es exponer el evento en estudio, enumerando sus características en detalle, resultando en dos niveles en el análisis de resultados; dependiendo del fenómeno o del propósito del investigador; estas investigaciones trabajan con uno o varios eventos de investigación en un contexto dado, pero su propósito no es establecer una relación causal entre ellos.

Así mismo nos indica Hernández (2014), el propósito de la investigación correlacional es medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables, miden cada concepto o variable, para luego cuantificar y analizar la conexión. Esta correlación está respaldada por la hipótesis de prueba.

En ese sentido, la investigación es correlacional y descriptiva por cuanto se entenderá en detalle el funcionamiento de la *IPTV*, para lograr el objetivo es necesario seguir un modelo de investigación con métodos teóricos y computacionales. A través del diseño basado en la simulación proporcionada por el software Riverbed Modeler, se recopilará información deductiva para realizar análisis específicos sobre los parámetros de calidad del servicio además de la comparación de estos parámetros.

1.2.2 Técnicas de recolección

Dado que las ideas, conceptos y teorías reveladas en este proyecto de investigación son verificables, se utilizará el método científico, y se utilizará para recopilar la información necesaria para encontrar la tecnología adecuada para ser aplicada en el entorno de prueba.

Como técnica tenemos la observación directa, incluye la observación directa de fenómenos, hechos o casos, obtener información y registrarla para su posterior análisis, así obtendremos

datos técnicos de los parámetros de la calidad del servicio de IPTV a través del software Riverbed Modeler, así se tiene como objetivo comparar los resultados de los dos escenarios GPON y ADSL para su posterior validación con expertos.

1.2.3 Población y muestra

Para la toma de la muestra se tomó una población infinita, así el autor Moguel (2005) define una población infinita como una porción de la cual se desconoce el número exacto de unidades que componen la población, de esta manera puede obtener mayor confianza y exactitud.

La ecuación 1 permite obtener las muestras necesarias para la investigación realizada.

$$\eta = \frac{Z_{\alpha}^2 P_0 q_0}{d^2}$$

Z_{α}^2 = nivel de confianza (95 %)

q_0 = Resto de la población 80% 1-p

P_0 = Prevalencia esperada

d = error de 8%

Una vez reemplazado los datos se obtiene el siguiente resultado,

$$\eta = \frac{1.96^2 \times 0.2 \times 0.8}{0.08^2}$$
$$\eta = 96$$

Al obtener la respuesta nos indica que se debe tomar 96 muestras para la correcta realización del estudio.

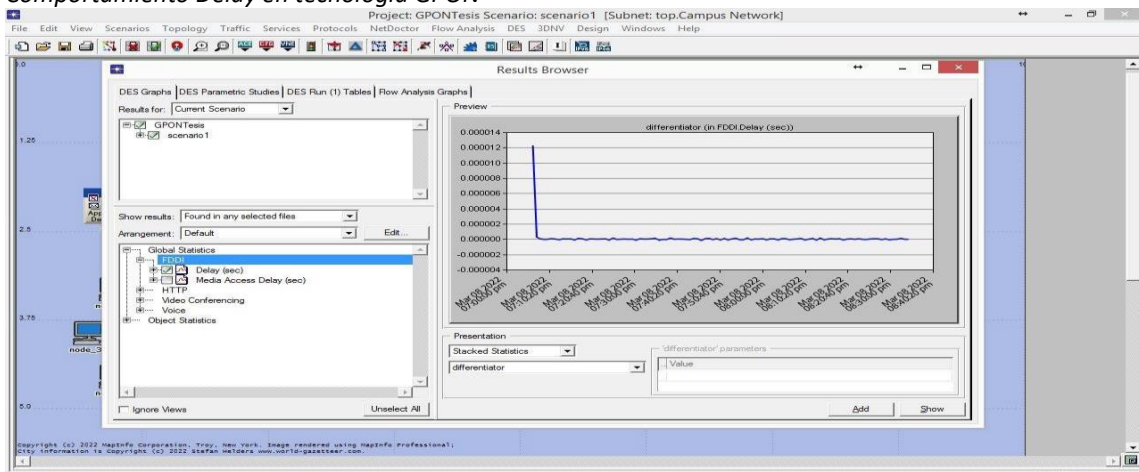
1.3 Análisis de resultados

Riverbed Modeler permitió tomar las muestras necesarias que son 96 y las podemos observar en los anexos así se con el promedio de los valores tomados se realizó un análisis comparativo, para obtener de esta manera los siguientes resultados:

1.3.1 Representación Delay en tecnología GPON y ADSL

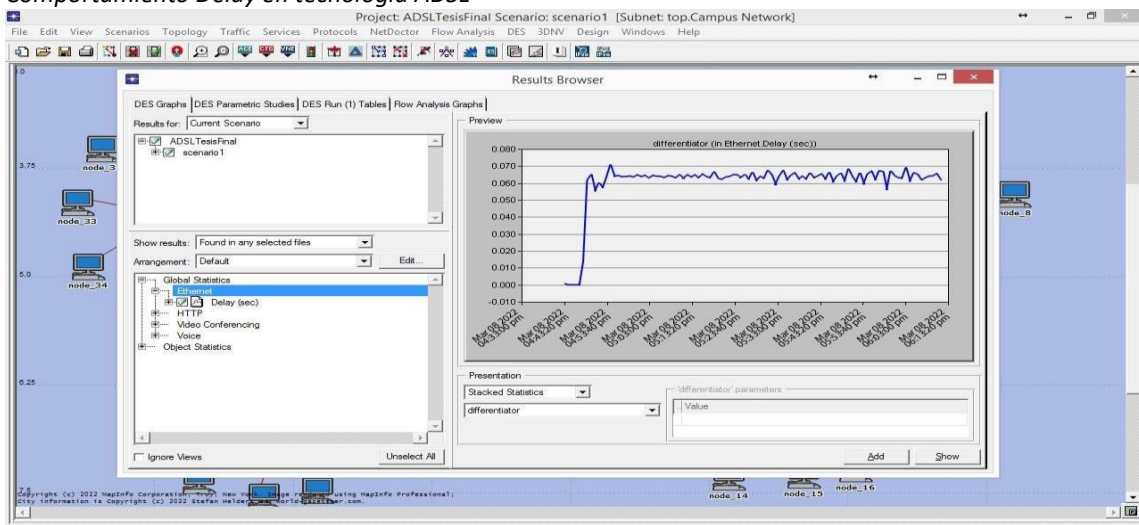
Para este sistema se enfocó reflejar el comportamiento retardado Delay en tecnología GPON y en tecnología ADSL, como se muestra en la figura 1 y figura 2.

Figura 1
Comportamiento Delay en tecnología GPON



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2
Comportamiento Delay en tecnología ADSL



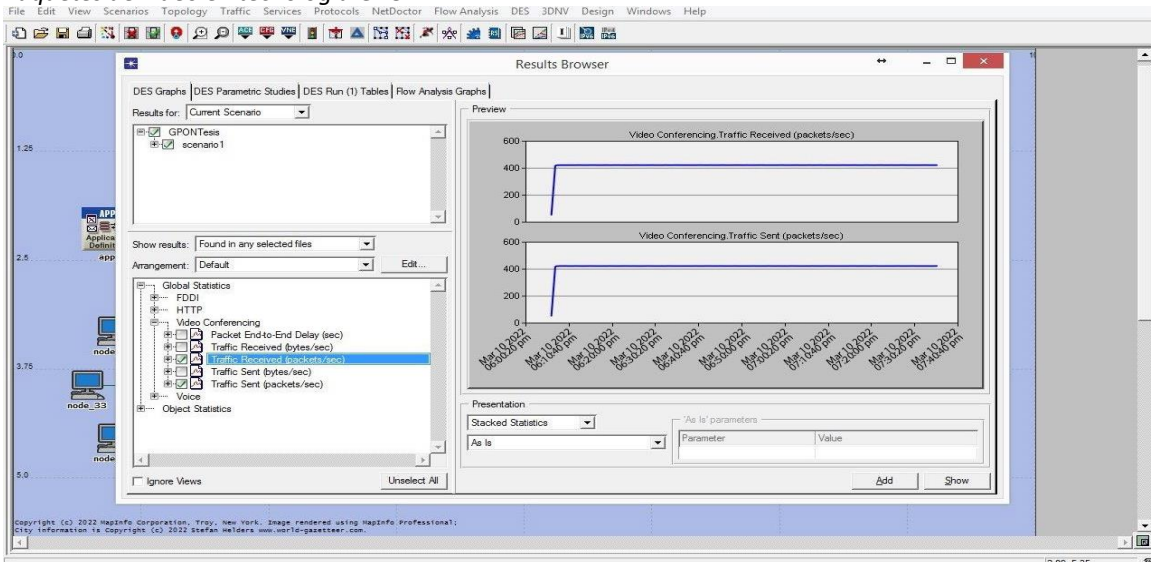
Fuente: Elaboración propia

Comparando ambas tecnologías se evidencia una alta discrepancia donde la figura 1 tiene un retardo imperceptible de 0.011 ms que llega a su estabilización al momento de que el Delay se acerca a los 0.001 ms, arrojando claramente que dicho valor obtenido para servicios IPVT es óptimo. Sin embargo, con respecto a la figura 2, el Delay es directamente proporcional con el tiempo, provocando puntos picos hasta 0.07 s. y generando un posible incremento de la tasa de clientes lo que estaría conllevando a un déficit de fluidez para servicios IPVT.

1.3.2 Paquetes de video en tecnología GPON y ADSL

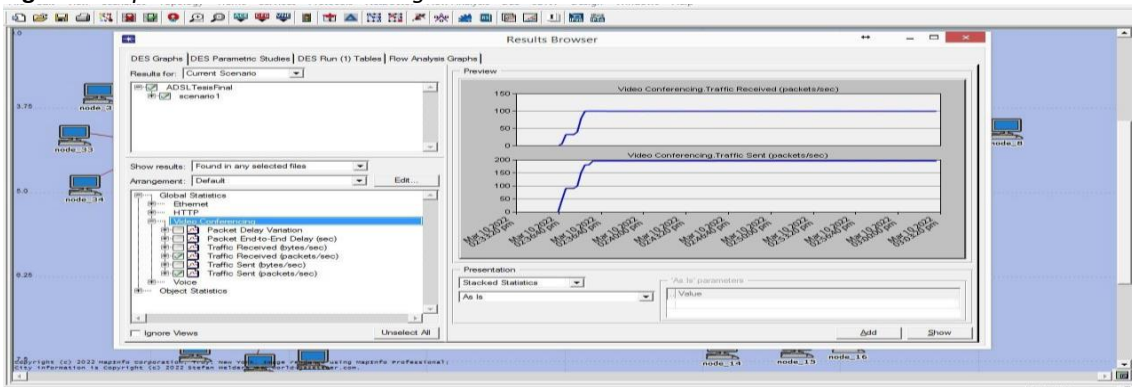
En esta simulación se reflejó la comparación de la tecnología GPON y ADSL, así se puede observar en la figura 3 y en la figura 4.

Figura 3
Paquetes de video en tecnología GPON



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4 Paquetes de video en tecnología ADSL



Fuente: Elaboración Propia

Después de haber realizado la observación y haber obtenido las 96 muestras se obtuvo el promedio que nos muestra en la tabla 1 para su debida comparación.

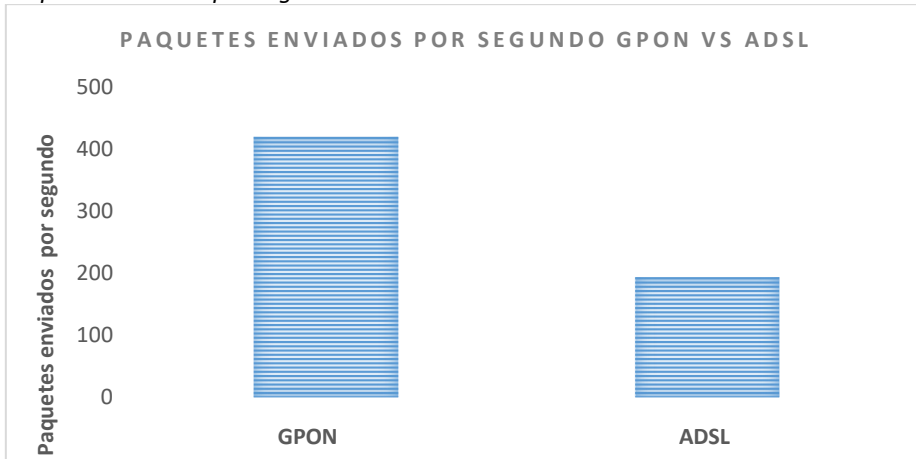
Tabla 1
Transmisión de paquetes de video

Tecnología GPON		Tecnología ADSL	
Paquetes promedio enviados por segundo	Paquetes promedio recibidos por segundo	Paquetes promedio enviados por segundo	Paquetes promedio recibidos por segundo
420	420	194	99

Fuente: Elaboración propia

Figura 5

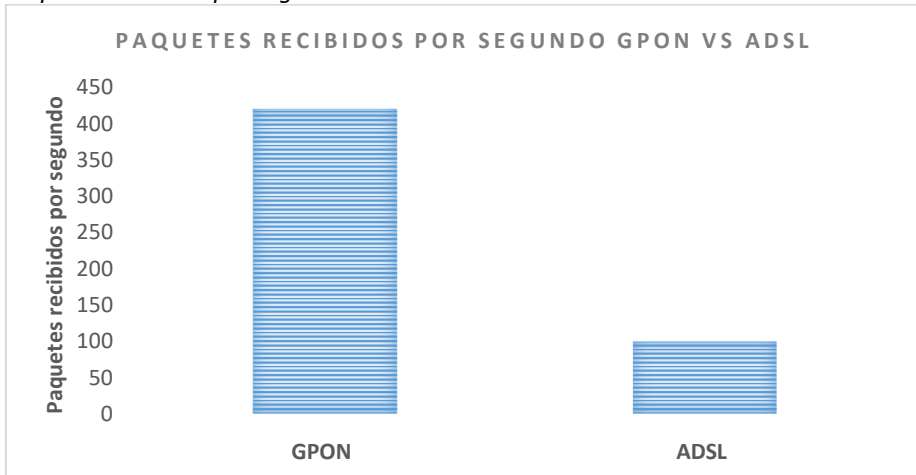
Paquetes enviados por segundo GPON Vs ADSL



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6

Paquetes recibidos por segundo GPON Vs ADSL



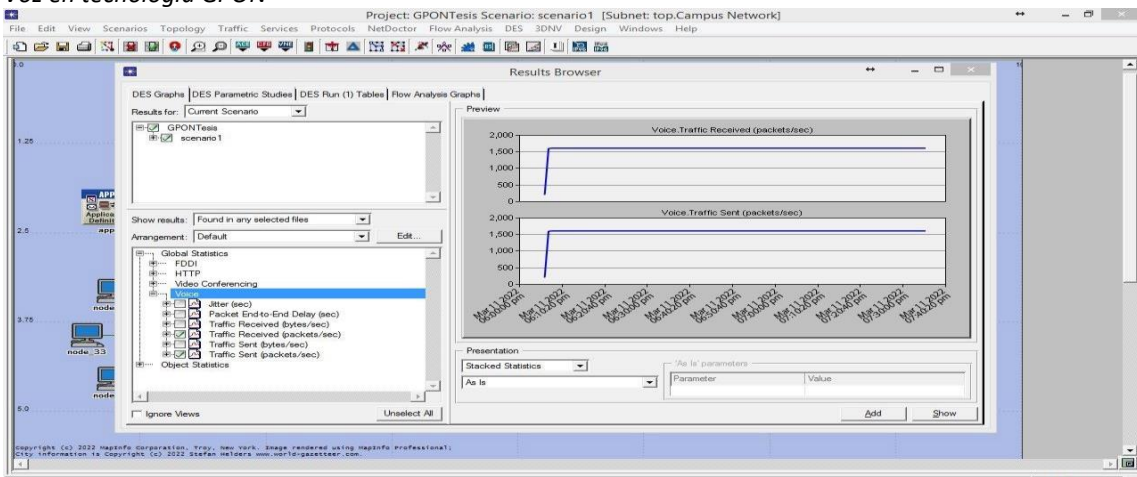
Fuente: Elaboración propia

Así se puede observar que en la transmisión de los paquetes enviados y recibidos por cada segundo transcurrido son los valores máximos promedios arrojados que se reflejan en la tabla, donde se demuestra que en la figura 3 con tecnología GPON el valor arrojado de 420 paquetes enviados y recibidos por cada segundo transcurrido representan un mayor beneficio de ancho de banda, lo contrario de la figura 4 con la tecnología ADSL que tan solo muestra como promedio 99 paquetes recibidos y 194 enviados.

1.3.3 Voz en tecnología GPON y ADSL

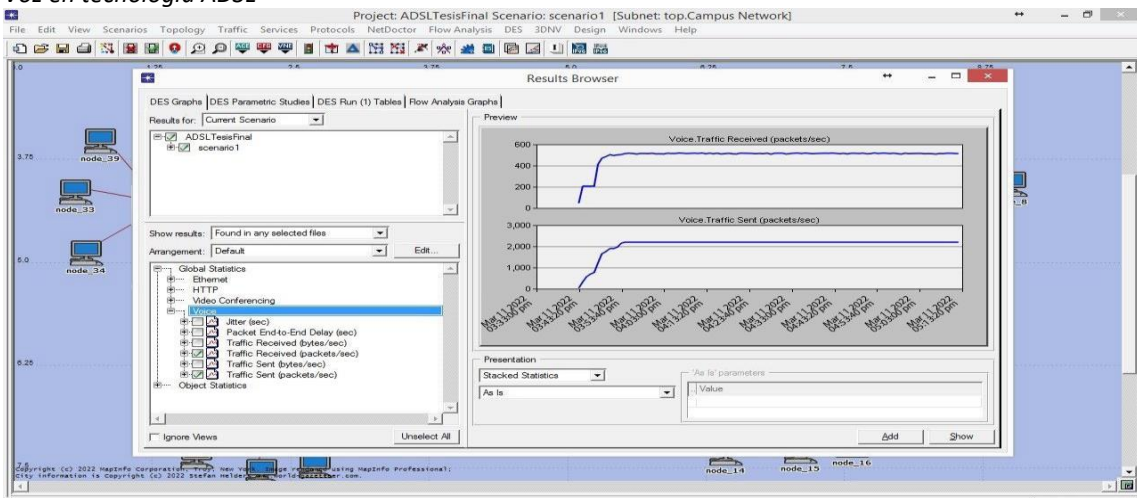
En esta simulación se refleja la comparación de la tecnología GPON y ADSL.

Figura 7
Voz en tecnología GPON



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8
Voz en tecnología ADSL



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la tabla 2 comparando ambas tecnologías.

Tabla 2
Transmisión de paquetes de voz resultados comparativos

Tecnología GPON		Tecnología ADSL	
Paquetes promedio enviados por segundo	Paquetes promedio recibidos por segundo	Paquetes promedio enviados por segundo	Paquetes promedio recibidos por segundo
1515	1515	2096	505

Fuente: Elaboración propia

Figura 9

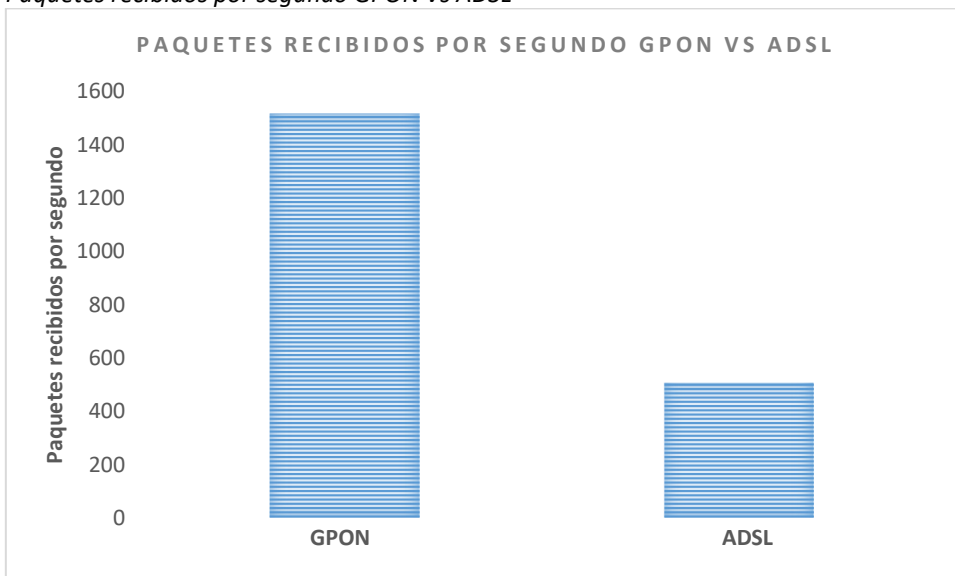
Paquetes enviados por segundo GPON Vs ADSL



Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Paquetes recibidos por segundo GPON Vs ADSL



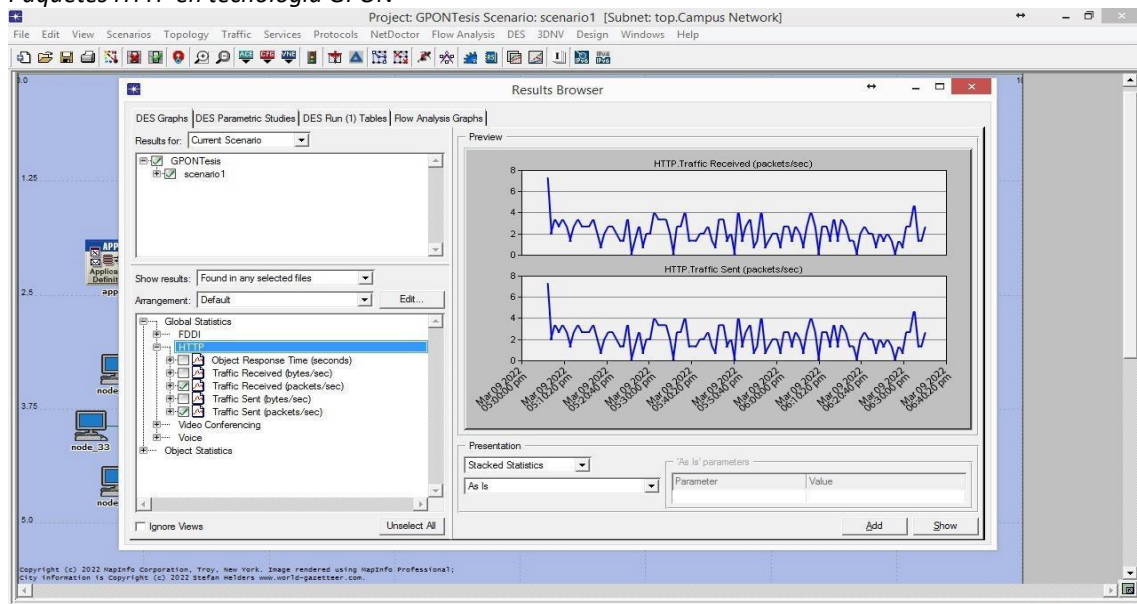
Fuente: Elaboración propia

Así se obtuvo que en la transmisión de voz mediante VoIP (Voice Over Internet Protocol), teniendo paquetes de voz tanto enviados como recibidos por cada segundo transcurrido. Los valores arrojados se reflejan en la tabla 2, donde se evidencia que con la tecnología GPON los paquetes por segundo recibidos, representan una mejor eficiencia que la tecnología ADSL.

1.3.4 Paquetes HTTP en tecnología GPON y ADSL

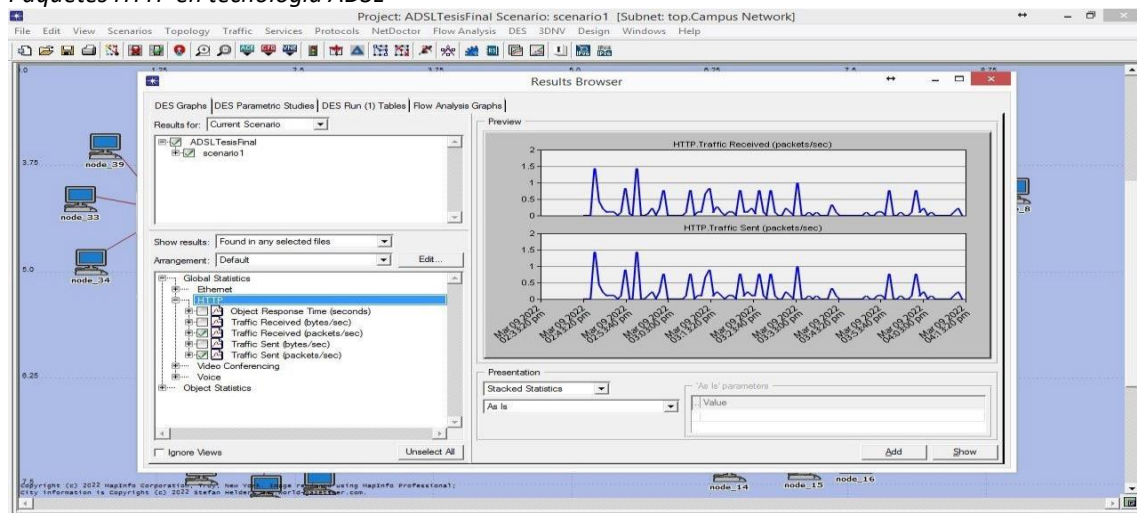
En esta simulación se reflejó la comparación de la tecnología GPON y ADSL como se muestra en la figura 11 y figura 12.

Figura 11
Paquetes HTTP en tecnología GPON



Fuente: Elaboración propia

Figura 12
Paquetes HTTP en tecnología ADSL



Fuente: Elaboración Propia

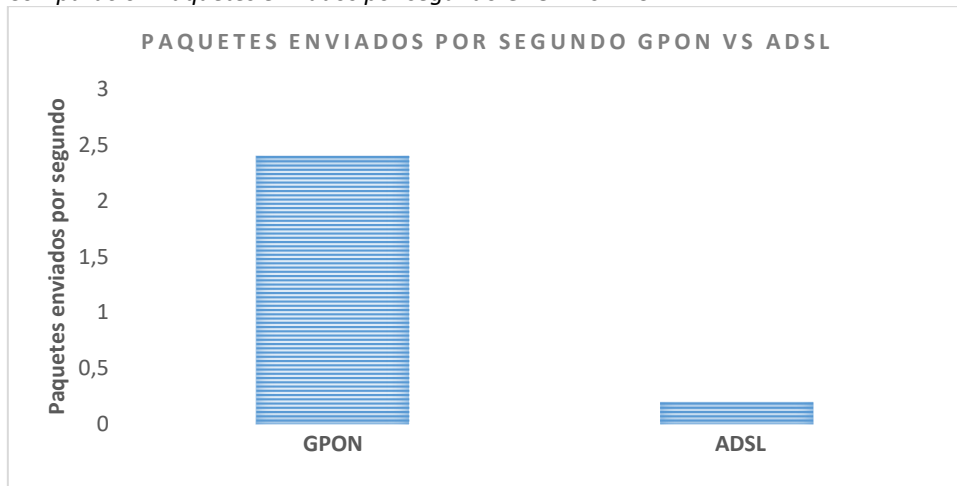
Tabla 3
Transmisión de paquetes HTTP

Tecnología GPON		Tecnología ADSL	
Paquetes enviados por segundo	Paquetes recibidos por segundo	Paquetes enviados por segundo	Paquetes recibidos por segundo
2.4	2.4	0.2	0.2

Fuente: Elaboración propia

Figura 13

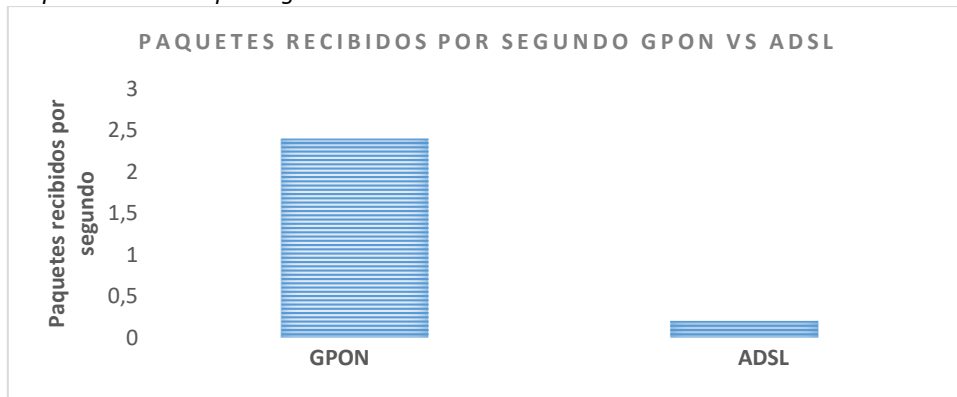
Comparación Paquetes enviados por segundo GPON Vs ADSL



Fuente: Elaboración propia

Figura 14

Paquetes recibidos por segundo GPON Vs ADSL



Fuente: Elaboración propia

En la navegación web que mantienen los usuarios, teniendo paquetes de voz tanto enviados como recibidos por cada segundo transcurrido. Los valores máximos arrojados se reflejan en la tabla 3, donde se evidencia que con la tecnología GPON los paquetes por segundo recibidos, representan de igual manera que los casos anteriores una superioridad en eficiencia que la tecnología ADSL.

CAPÍTULO II: PROPUESTA

2.1 Fundamentos teóricos aplicados

2.1.1 IPTV

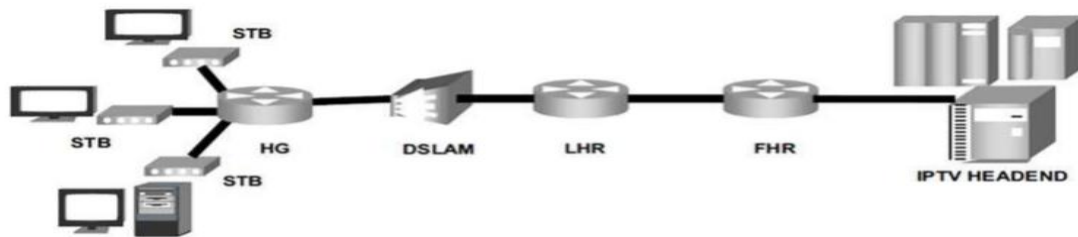
IPTV es un sistema completo a través del cual las señales de TV se entregan a los usuarios a través del protocolo IP. El sistema consta de servidores de contenido que codifican y segmentan señales, encapsulan paquetes para entregarlos a través de la red central IP a través de multidifusión o unidifusión.

IPTV proporciona servicios de televisión digital sobre el IP para usuarios residenciales y comerciales a un costo menor. Estos servicios de IPTV incluyen TV de multidifusión, video bajo pedido (*VoD*), triple play, más allá de los servicios tradicionales de televisión por cable. La IPTV tiene una infraestructura diferente a la de los servicios de TV, que utilizan una metáfora *push* en la que todo el contenido se envía a los usuarios. La infraestructura de *IP* se basa en elecciones personales, combinando empujar y tirar, según las necesidades e intereses de las personas. IPTV permite la interactividad con el usuario pudiendo realizar funciones como retroceder, pausar y adelantar- (Xiaou, 2007)

2.1.2 Arquitectura IPTV

En la primera etapa, se expone el componente de recepción, donde el *Home Gateway* (HG) contiene el tráfico de todos los *Set Top Boxes* (STB) conectados a él. Siguiendo una topología jerárquica, un multiplexor de acceso a línea de abonado digital (DSLAM) a su vez recibe tráfico de todos los HG conectados directamente a él. Finalmente, está el *Last Hop Router* (LHR), que concentra el tráfico para los DSLAM involucrados. Independientemente de la arquitectura del núcleo, en la fase de transmisión, el router de primer salto (FHR) recibe el tráfico de todos los canales del sistema IPTV, mientras que la cabecera (*IPTV HEADEND*) se encarga de gestionar, administrar y distribuir los diferentes contenidos en el sistema IPTV. En la figura 15 se muestra cada componente de la arquitectura de *IPTV* (Joskowicz y Sotelo, 2005).

Figura 15
Arquitectura de un sistema IPTV



Fuente: (Joskowicz y Sotelo, 2005)

2.1.3 Triple Play

IPTV es un servicio de contenido multimedia, en otras palabras, es una Televisión trasladada en un protocolo IP, sin referirse de forma puntual al internet a diferencia de las redes IP que tienen una implementación en calidad del respectivo servicio. Siendo así, el Triple Play es compartir mediante un solo operador tres paquetes de telecomunicaciones como servicios de voz, video y de datos de navegación.

El conjunto de estos paquetes de servicios, a nivel global viene a formar parte del mercado de telecomunicaciones, por lo que este empaquetamiento tiene una gran amplitud de oferta contra los proveedores de TV cable, incorporando diferentes servicios públicos por redes de banda ancha como ADSL, VDSL y fibra óptica, para atender servicios de voz y datos. (Fontan, 2016)

2.1.4 Parámetros de calidad (QoS) de IPTV

Los parámetros de QoS son importantes para la calidad del IPTV, ya que si funcionan de una forma óptima los usuarios finales serán los beneficiados obteniendo una mejor calidad de experiencia (QoE), así se describe a continuación los más influyentes

Retardo (*delay*)

Se refiere al tiempo que tarda un paquete en viajar a través de un componente de red, computadora, laptop, dispositivo de interconexión o parte de la red. Según ITU, (2017) cuando el retardo empieza a superar el nivel adecuado que es de 100 ms la calidad de video se ve afectada así teniendo una imagen pixelada.

Variación del retardo (*Jitter*)

Es el tiempo de espera de llegada de cada paquete, si se supera el límite de tiempo que es 50 ms recomendado por la ITU (2017) para el IPTV, nos indica que esto afectara al video ya que empezara a congelarse la imagen y así produciendo que el usuario final tenga una mala experiencia.

Perdida de paquetes

Se refiere a la tasa de pérdida de paquetes, que se obtiene de la relación entre el número total de paquetes perdidos y el número total de paquetes transmitidos. Es el parámetro que tiene mayor impacto en la calidad del video, cuando supera el rango de 0 a 1×10^{-3} , hará que el video se congele y salte cuadros (frames) o hasta la pérdida total de la señal del IPTV, ya que, si hay un cuadro caído, será reemplazado por el marco previamente decodificado, lo que reducirá la calidad del video.

2.1.5 Métodos de direccionamiento

Unicast

El método de direccionamiento de unidifusión significa que la comunicación en la red involucra un solo remitente (origen) y un solo receptor (destino). Como analogía, podemos pensar en una comunicación de unidifusión como una conversación privada con una persona (unicast) en una parte donde haya varias personas (red) pero esto no garantiza que las demás personas no escuchen la conversa. A continuación, en la Figura 16 se ilustra el método unicast.

Figura 16
UNICAST



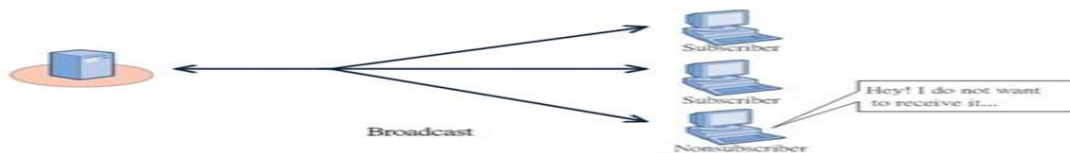
Fuente:(Tony, 2017)

Por lo tanto, el direccionamiento de mensajes mediante el método unicast supone una comunicación privada. Sin embargo, dado que los mensajes pueden ser interceptados por otras entidades, el uso de una dirección de unidifusión no garantiza comunicaciones privadas en la red. Algunos ejemplos de estos protocolos son HTTP, Telnet, FTP y SMTP. De esta manera, podemos ver concretamente las comunicaciones de unidifusión que ocurren en el uso diario de la red, como cuando navegamos por sitios o descargamos archivos en Internet. (Fulber, 2021)

Broadcast

El método de direccionamiento de difusión considera la comunicación a través de una red que involucra un solo remitente (fuente) y múltiples receptores (destino). De forma predeterminada, los destinatarios de las transmisiones son todos los dispositivos conectados a la misma red que el remitente. A continuación, en la Figura 17 se ilustra el método broadcast

Figura 17
Método Broadcast



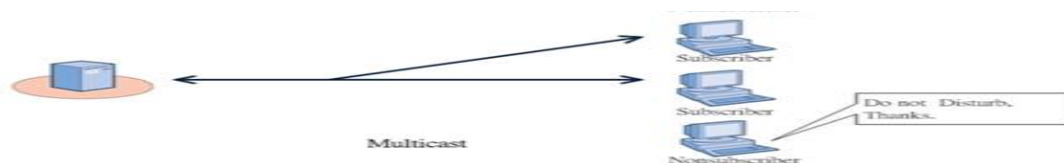
Fuente: (Tony, 2017)

Entonces, usando la misma analogía que el unicast, podemos entender la comunicación de difusión como una persona (emisor) en un grupo (red) de pie sobre una mesa y gritando un mensaje a todos los oyentes (receptores), es posible que gritar en una fiesta no resulte en una interacción con todos los asistentes a la fiesta. Del mismo modo, enviar un mensaje no significa recibir una respuesta de todos los dispositivos conectados a la red. (Fulber, 2021)

Multicast

Mensajes de direcciones de multidifusión para grupos específicos de dispositivos en la red. Tenga en cuenta que, en teoría, el multicast es diferente del broadcasting, aunque un grupo contiene todos los dispositivos de la red. La diferencia es que, en el caso del multicast, los dispositivos se suscriben para recibir mensajes. Sin embargo, en el caso del broadcasting, el dispositivo recibirá el mensaje lo quiera o no. A continuación, en la Figura 18 se ilustra el método Multicast.

Figura 18
Método Multicast



Fuente: (Tony, 2017)

En nuestro ejemplo de grupo (red), podemos pensar en la comunicación de multidifusión como un grupo de personas que tienen una conversación. Los miembros de este grupo pueden hablar con otros miembros (emisor) y escuchar (receptor). Además, las personas pueden elegir ser parte del grupo y abandonar la conversación si ya no les gusta.

El desafío aquí es que los enrutadores solo necesitan transmitir mensajes para los hosts (miembros de un grupo de multidifusión) que desean recibirlos. Por lo tanto, una estrategia basada en el árbol de expansión crea rutas sin bucles desde el origen hasta todos los destinos. Con estas rutas, los enrutadores pueden transmitir mensajes a todos los miembros del grupo de multidifusión al mismo tiempo. (Fulber, 2021)

Varios sistemas utilizan multidifusión para diferentes propósitos. Un ejemplo relacionado es un sistema de distribución multimedia. En este caso, las aplicaciones de videoconferencia e IPTV a menudo usan multidifusión para transmitir datos.

Anycast

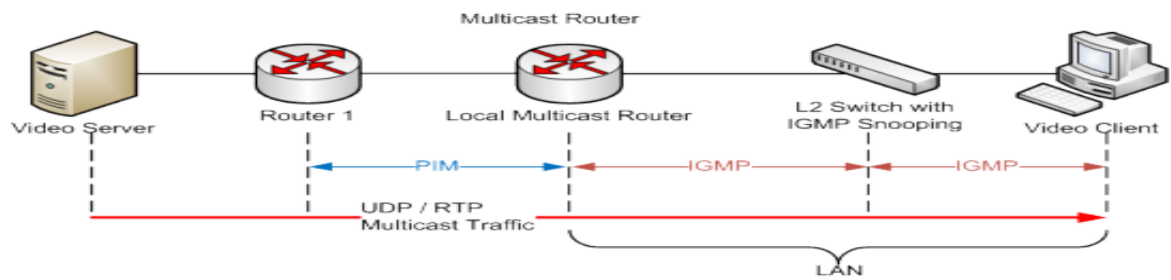
El método de direccionamiento anycast reenvía mensajes de un grupo específico de dispositivos a un solo dispositivo. En general, dada la ubicación del remitente, el dispositivo topológicamente más cercano en el grupo anycast de destino recibirá el mensaje. (Fulber, 2021)

En nuestro ejemplo de fiesta (red), podemos entender la comunicación anycast cuando una persona (remitente) está a punto de abandonar la fiesta, pero quiere despedirse primero del anfitrión (grupo anycast). Dado que la fiesta aún continúa y la mayoría de los anfitriones están ocupados con varios invitados, está bien despedirse de un solo invitado. Entonces, la persona mira a su alrededor, encuentra al anfitrión de la fiesta más cercano (destino), agradece a la fiesta y se va.

2.1.6 IPTV Multicast

Los flujos de video de IPTV se replican según sea necesario mediante enrutadores y conmutadores de red para permitir que cualquier cantidad de dispositivos cliente reciban la transmisión mediante la suscripción a direcciones de multidifusión. IPTV Multicast funciona a través de un servidor centralizado que envía un único flujo continuo a muchos dispositivos finales. El tráfico de multicast se maneja en la capa de transporte mediante *User Datagram Protocol* (UDP), ya que *Transmission Control Protocol* (TCP) proporciona conexiones punto a punto, lo que no es factible para el tráfico de multidifusión. (Flynn, 2019)

Figura 19
Arquitectura Multicast IPTV



Fuente:(Aguilera y Cayo, 2019)

El remitente del contenido solo necesita entregar una transmisión, y los nodos de la red replicarán esa transmisión en toda la red, como una carrera de relevos. Los clientes deben extraer el contenido que les parezca interesante. Un sistema de multidifusión requiere esfuerzo y tiempo para configurarse, pero ofrece ventajas sobre unidifusión: utiliza menos ancho de banda y minimiza el tráfico de red.

2.1.7 Tecnologías de red para IPTV

En la actualidad contamos con las siguientes tecnologías que se muestran en la Tabla 4 estas nos ofrecen el ancho de banda necesario para el IPTV.

Tabla 4
Tecnologías de red para IPTV

Tecnologías de red para IPTV	
Cobre	Línea de abonado digital (XDSL)
Radio	Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMax) Servicio Multicanal de Distribución Multipunto (MMDS) Wireless Local Loop (WLL)
Fibra Óptica	Redes Híbrido de fibra y coaxial (HFC) Gigabit Passive Optical Network (GPON)

Fuente:(Guamano, 2017)

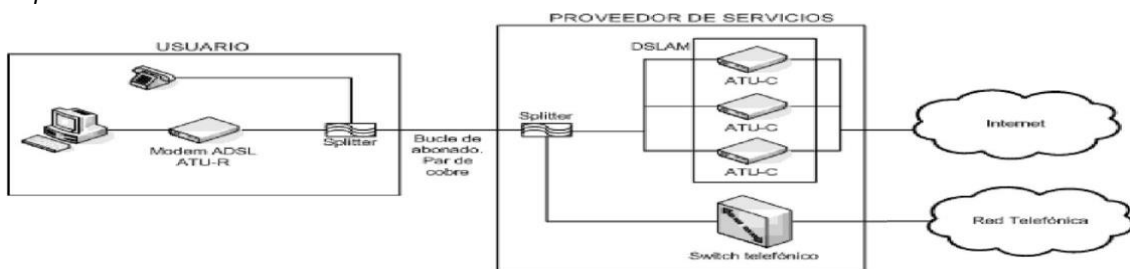
ADSL

ADSL es una conexión de banda ancha para el acceso a Internet tiene una velocidad muy limitada, su nombre proviene del hecho de que la capacidad de descarga (de la red a la computadora) y la capacidad de carga (de la computadora a la red) no se superponen, pero la

primera es mayor que la segunda. Después de todo, la mayoría de los usuarios de Internet reciben más información de la que envían. (Jackson, 2018)

Algunos operadores de telecomunicaciones utilizan la tecnología DSL (línea de abonado digital) para proporcionar servicios de banda ancha e IPTV a los hogares. Pueden elegir entre varias tecnologías DSL como: ADSL (DSL asimétrico) o DSL, DSL2, DSL2+ y VDSL. Los multiplexores de acceso a línea de suscriptor digital (DSLAM) transportan señales de fibra a cobre para la entrega de DSL a los hogares de los clientes. Los DSLAM a menudo se instalan dentro de las ciudadelas, razón por la cual estos sistemas de IPTV a menudo se denominan implementaciones de fibra hasta el borde (Orbe, 2010). La red de acceso utilizada para conectarse al DSLAM proporciona contenido de IPTV desde el núcleo de la red a través de la interfaz WAN Gigabit Ethernet del conmutador de distribución, que puede ser fibra óptica o cable UTP. A continuación, en la figura 20 se muestra el esquema de interconexión de ADSL.

Figura 20
Esquema de interconexión de ADSL



Fuente:(Guamano, 2017)

GPON

Gigabit Passive Optical Network (GPON) es una tecnología de acceso a telecomunicaciones que utiliza fibras ópticas para llegar a los usuarios, está definida por las recomendaciones ITU-T1 y sus estándares son G.984.1, G.984.2, G.984.3, G.984.4 y G.984.5 todas estas basadas G.984 definiendo las características generales de GPON siendo una versión mejorada en comparación con APON. Todos los fabricantes de dispositivos deben cumplirlo para garantizar la interoperabilidad. GPON puede transportar no solo tráfico Ethernet, sino también ATM y TDM. (Cale et al., 2007)

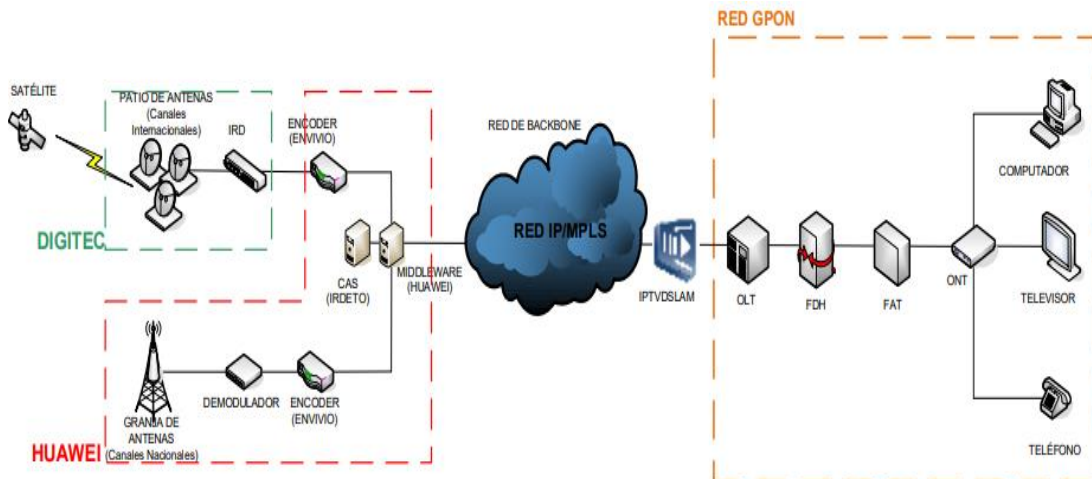
La arquitectura GPON permite la transmisión de información de encapsulado de varias tecnologías. Es decir, no solo podrá viajar la información que aplica a la fibra, sino que también se modificará otro tipo de servicios para su correcto transporte y luego se separarán de la fibra, además de ayudar a unificar los tipos de tecnologías que ya están desplegadas en el área. Actualmente, la fibra se encuentra en un auge de implementación junto con el tipo de

arquitectura *fiber to the home* (FTTH), ya que proporciona a los usuarios un gran ancho de banda. Por ello, la ITU (2017) ha conseguido crear un estándar para una nueva forma de transmisión que puede alcanzar velocidades de hasta 1Gbps por segundo, aumentando la velocidad de FTTH, que antes tenía un mínimo de 100Mbps.

IPTV en FTTH

Como se mencionó en el capítulo anterior, IPTV tiene varias características que lo convierten en una mejor opción que la televisión por cable. Sin embargo, para su uso es necesario un gran ancho de banda. Necesita al menos 8 Mbps para un televisor de alta definición y 1,2 Mbps para un televisor estándar, lo que suma 9,2 Mbps, que está más cerca de los 10 Mbps siempre que solo haya un televisor de alta definición y un televisor de definición estándar. Por otro lado, estas velocidades pueden variar y disminuir dependiendo del tipo de códec que utiliza la señal de TV en su transmisión. Asimismo, una de las ventajas de IPTV sobre FTTH es que al conectar la fibra directamente al domicilio del usuario, se aumenta la velocidad y ya no hay demora mientras el dispositivo está conectado a Internet. Sin embargo, dado que el televisor no tiene conexión de fibra óptica o conector UTP, se requiere un dispositivo WiFi. (Tumbalobos, 2016)

Figura 21
Esquema de la red IPTV en GPON



Fuente: (Dik et al., 2015)

2.1.8 Riverbed Modeler

Simula todos los tipos de redes y tecnologías (incluidos VoIP, TCP, OSPFv3, MPLS, LTE, WLAN, protocolos de IoT, IPv6 y más) para analizar y comparar los impactos de diferentes diseños de tecnología en el comportamiento de un extremo a otro. (Jacome & Tafur, 2013)

Es un software que permite analizar y diseñar redes, dispositivos, protocolos y aplicaciones de comunicaciones además proporciona un entorno de desarrollo integral para modelar y analizar redes de comunicación y sistemas distribuidos.

2.2 Descripción de la propuesta

En el análisis comparativo en GPON y ADSL para IPTV se realizó la simulación de dos escenarios para obtener los parámetros QoS en IPTV, siendo así se utilizó el software Riverbed Modeler en donde se montó dos simulaciones siendo estas la red multicast sobre GPON y ADSL para IPTV, para lo siguiente se aplicó las siguientes fases

Fase 1. Identificación de las medidas técnicas susceptibles de las tecnologías GPON y ADSL relacionados con el servicio de IPTV mediante revisión de literatura.

Fase 2. Diseño de una red GPON y ADSL mediante un proceso metodológico definido para aplicar en Riverbed Modeler.

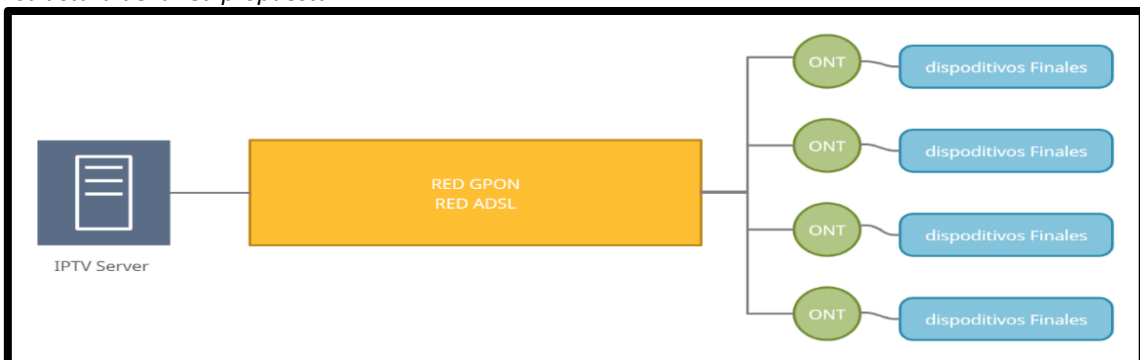
Fase 3. Comparación de las medidas técnicas susceptibles de los parámetros de calidad de servicio de las tecnologías GPON y ADSL relacionados con el servicio de IPTV.

Fase 4. Validación de los resultados con expertos

a. Estructura general

Figura 22

Estructura de la red propuesta



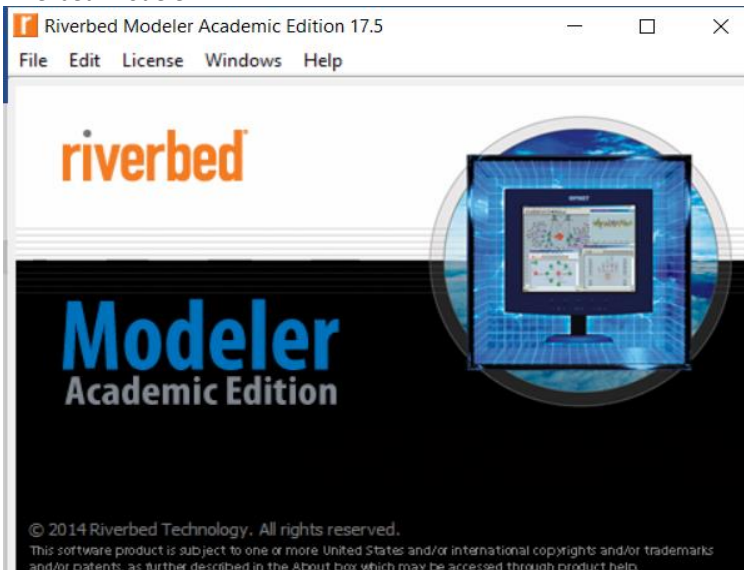
Fuente: Elaboración propia

b. Explicación del aporte

En la figura 22 se puede observar la estructura de la red propuesta en la investigación, en donde se puede verificar que se ha montado dos estructuras de red para la presente simulación que son la red GPON y red ADSL. Para obtener los parámetros necesarios para su comparación

se optó por realizar la simulación en el software Riverbed Modeler, ya que es una herramienta que permite simular escenarios muy complejos con gran facilidad.

Figura 23
Riverbed Modeler



Fuente: Riverbed(2022)

Para efectos de la simulación se utilizó diferentes componentes que ofrece el entorno Riverbed Modeler una vez ya realizado el estudio teórico se decidió modelar las diferentes tecnologías GPON y ADSL de la siguiente manera.

Gpon sobre IPTV

Para la simulación de esta tecnología se utilizó un server que nos permite realizar el empaquetado del servicio triple *play*, video, voz y llamadas para el usuario final, para poder llegar al usuario final se utilizó el OLT que lleva un gran ancho de banda a través de la red óptica así llegando a los *splitter* dividiendo la señal óptica permitiendo llegar al ONT de cada hogar.

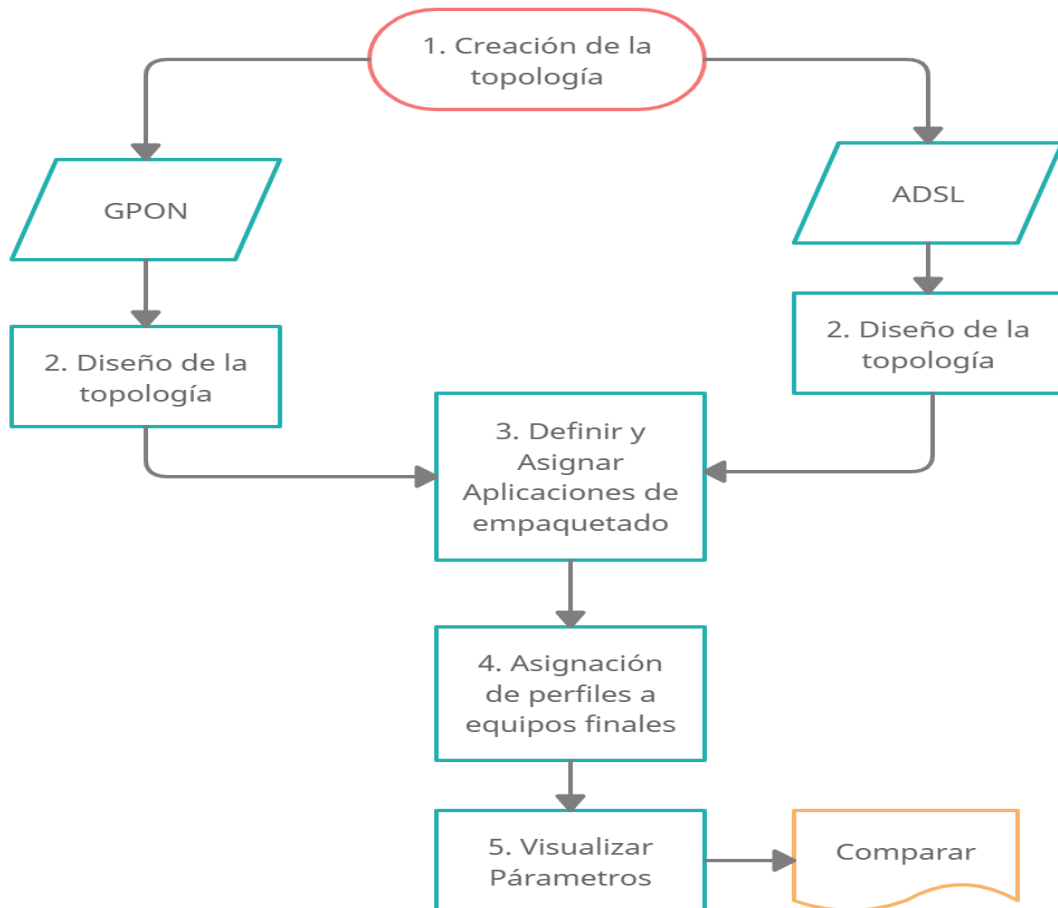
ADSL sobre IPTV

Aquí se utilizó un servidor en donde se empaqueta todos los servicios necesarios para el estudio, además de un DSLAM que permite conectar el servidor a través de cobre, así permitiendo llegar a los hogares a través de un modem ADSL conectándose a la línea DSL a través de ethernet.

c. Estrategias y/o técnicas

Para la correcta simulación en este software solo se necesitan 5 pasos que se describen en la figura 24.

Figura 24
Pasos para la construcción del producto



Fuente: Elaboración propia

d. Desarrollo de la propuesta

Fase 1. Esta fase radicó en comprender las bases teóricas que residen actualmente para el proceso de realización de la investigación, en donde intervienen aspectos de simulación como de comparación. En este caso, mediante el fundamento teórico se analizó las tecnologías GPON y ADSL para el desarrollo y relevancia en las tecnologías IPTV, lo cual se utilizó en el proceso de realización de la propuesta, así se pudo comprender la arquitectura para el diseño de cada red como es la de GPON y ADSL, ya que esta alternativa propone ventajas al usuario final en términos de calidad de servicio.

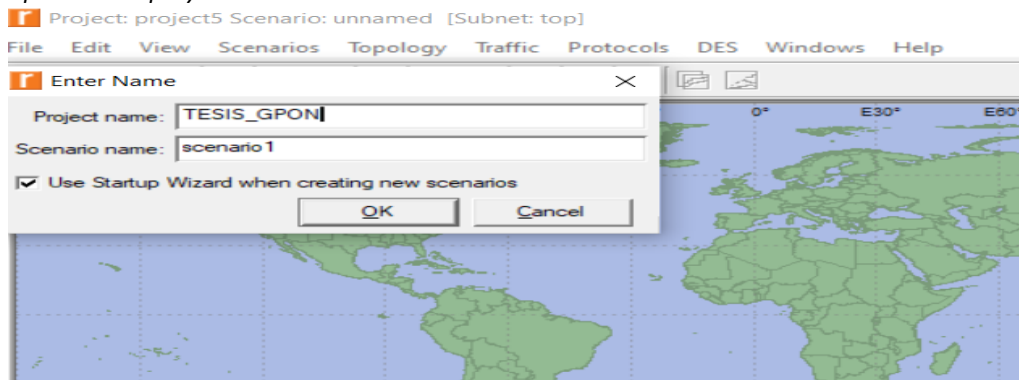
Fase 2. Se realizó el desarrollo de la simulación después de haber estudiado las tecnologías propuestas como son GPON y ADSL.

1. Creación de la topología

Primer paso. Abrimos un nuevo proyecto y elegimos el nombre como se muestra en la figura 25.

Topología GPON

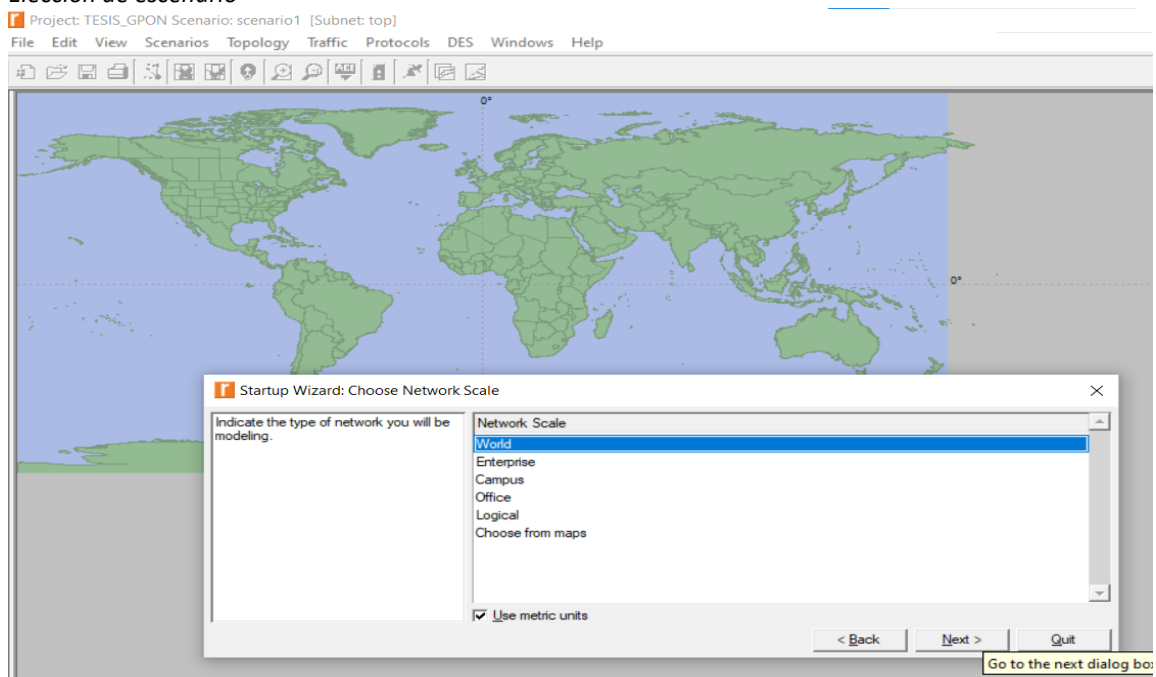
Figura 25
Apertura del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Segundo Paso. Elegimos un escenario y pulsamos en campus como se ve la figura 26.

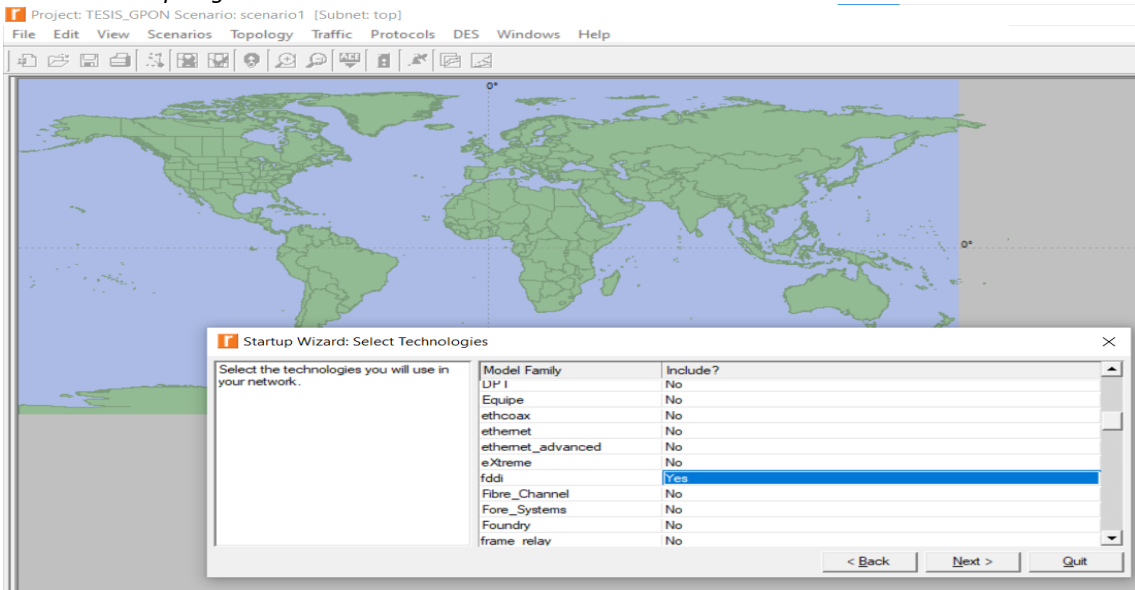
Figura 26
Elección de escenario



Fuente: Elaboración propia

Tercer Paso. Seleccionamos la tecnología a utilizar, esta es FDDI como se observa en la figura 27.

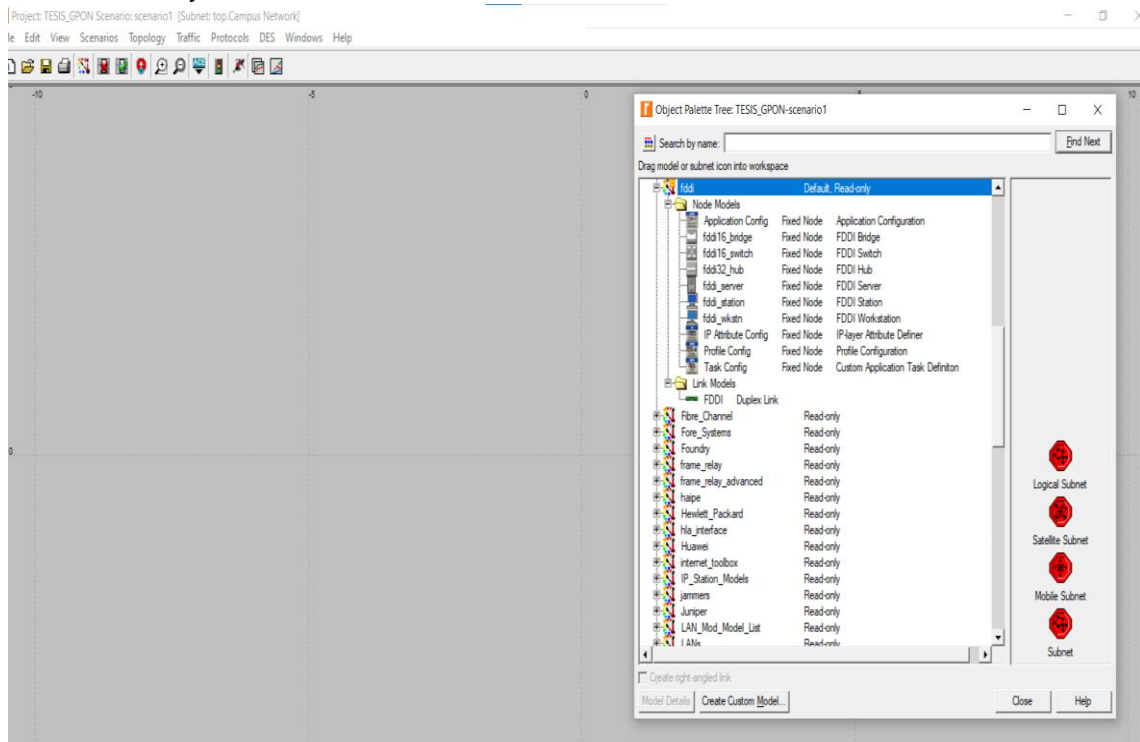
Figura 27
Selección de topología



Fuente: Elaboración propia

Cuarto Paso. En la figura 28 ya se tiene el entorno de trabajo para crear la red se muestra.

Figura 28
Entorno de trabajo

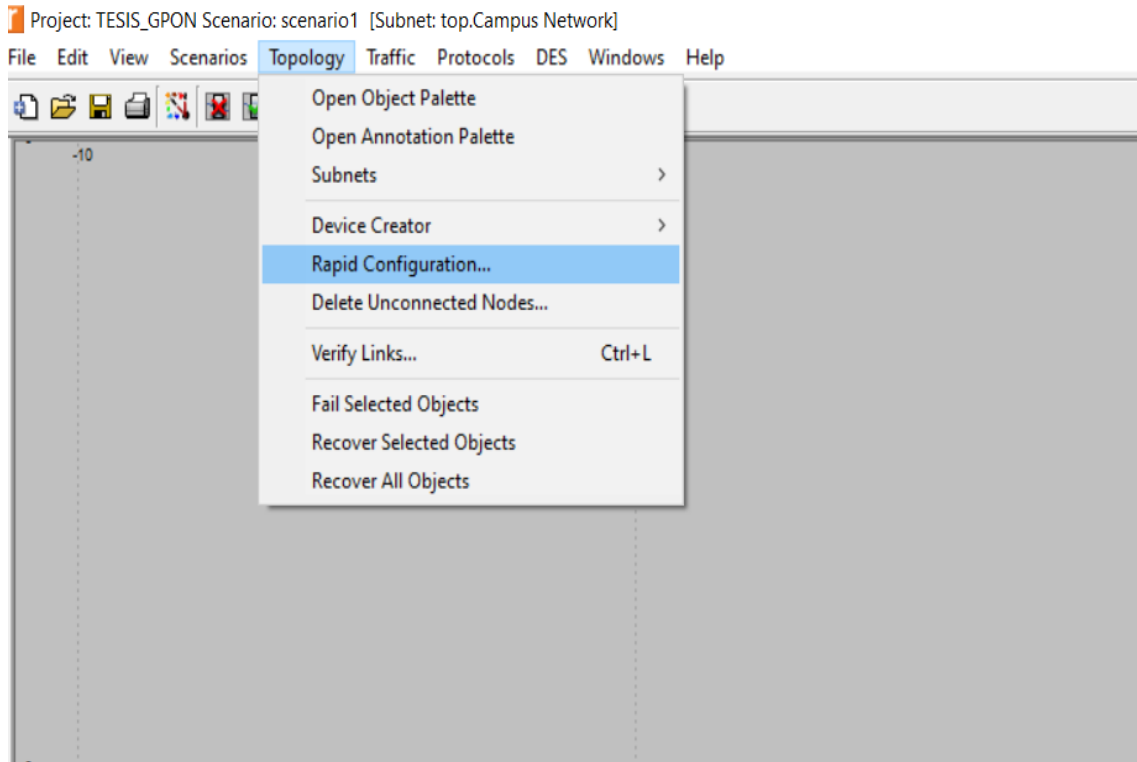


Fuente: Elaboración propia

2. Diseño de la topología

Primer Paso. El software permite el diseño de la topología de manera automática así se ingresa en “Rapid Configuration” y pulsamos en “Topology” como se muestra en la figura 29.

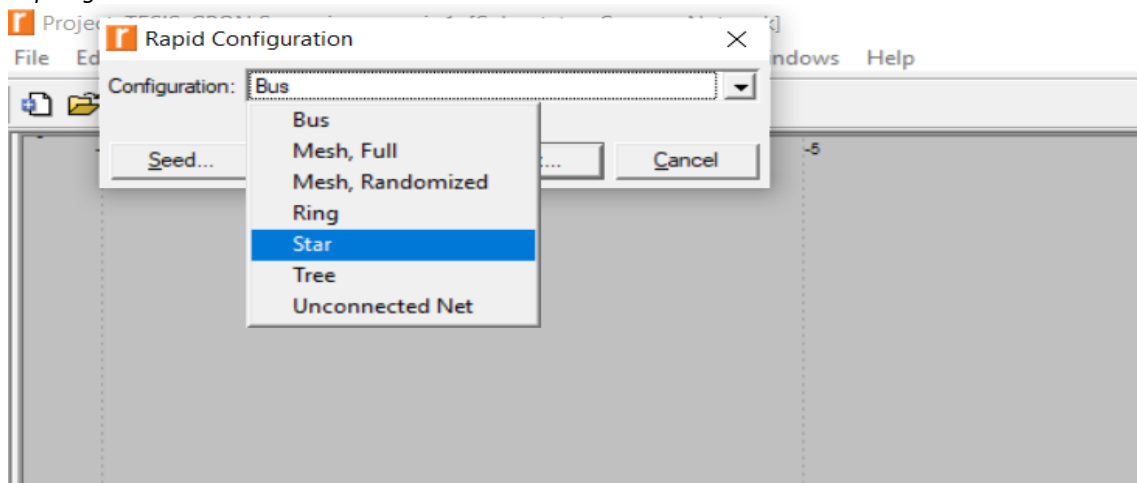
Figura 29
Creación de topología



Fuente: Elaboración propia

Segundo Paso. Escogemos la topología estrella “Star” se observa en la figura 30.

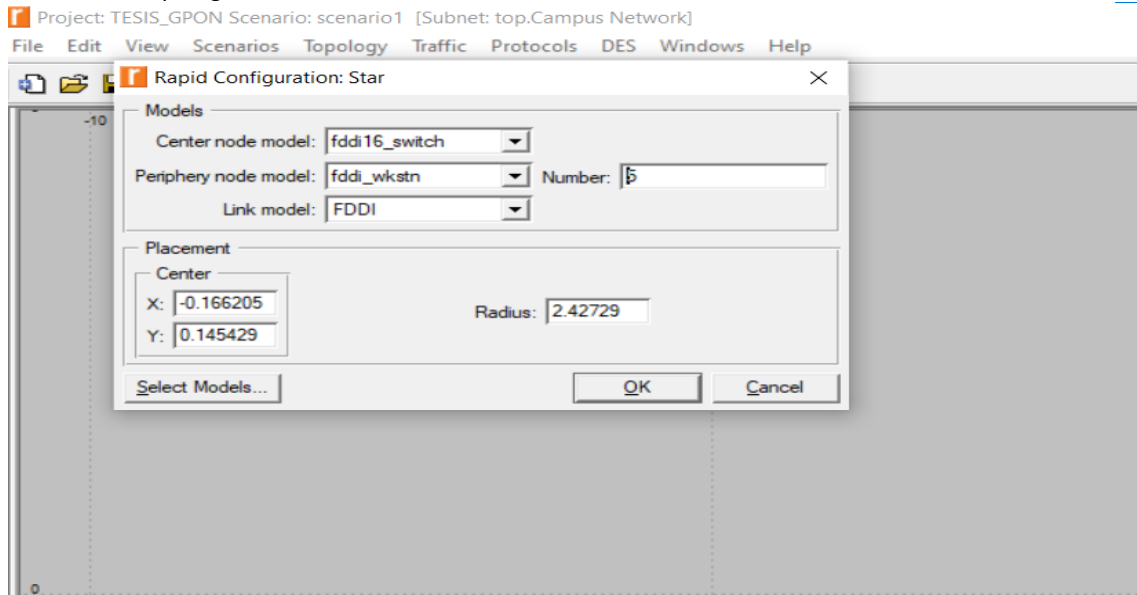
Figura 30
Topología Estrella



Fuente: Elaboración propia

Tercer Paso. Realizamos la configuración de la Topología Estrella como se muestra en la figura 31 con los parámetros indicados

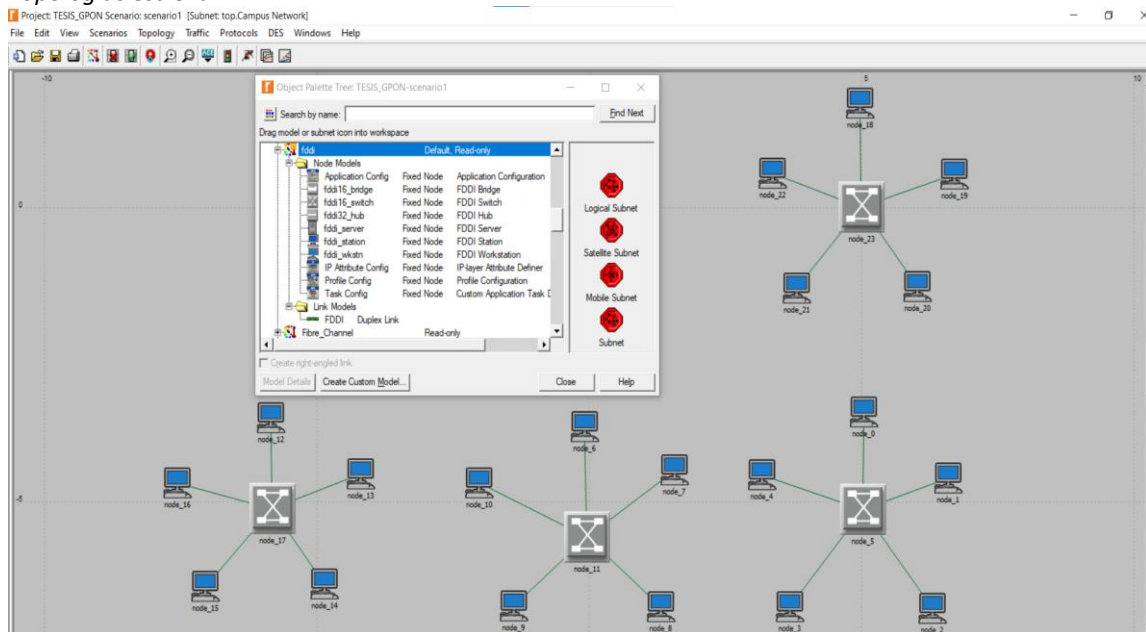
Figura 31
Parámetros topología estrella



Fuente: Elaboración Propia

Cuarto Paso. Se crea 3 topologías similares a la ya mostrado con la misma configuración, se muestra en la figura 32.

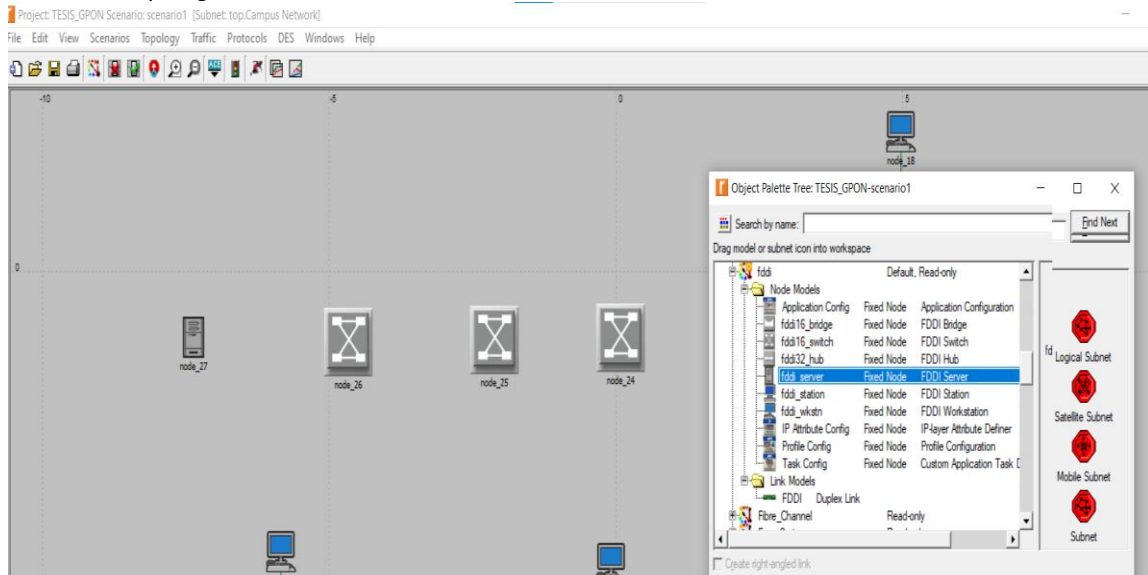
Figura 32
Topologías estrella



Fuente: Elaboración propia

Quinto Paso. Se añade un server “FDDI_SERVER” además de tres splitter “FDDI_Switch” como se muestra en la figura 33.

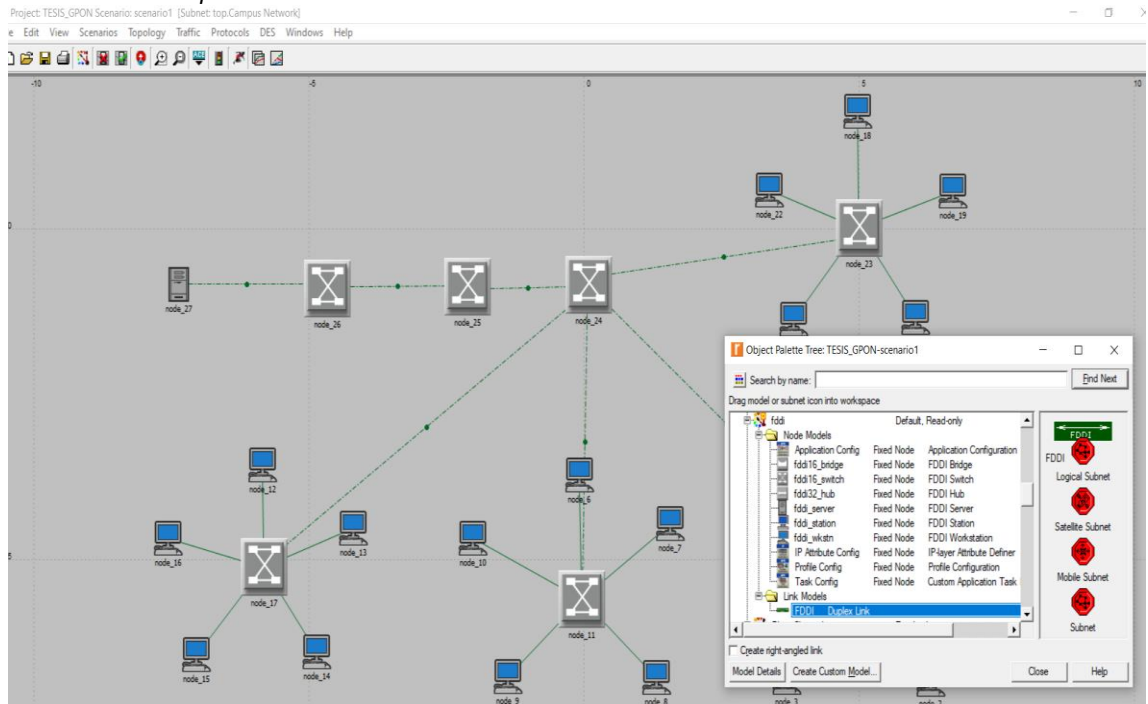
Figura 33
Elementos topología GPON



Fuente: Elaboración Propia

Sexto Paso. Se conecta los elementos que están previamente creados a través de un “FDDI Duplex Link” así se puede observar en la figura 34.

Figura 34
Conector FDDI Duplex Link

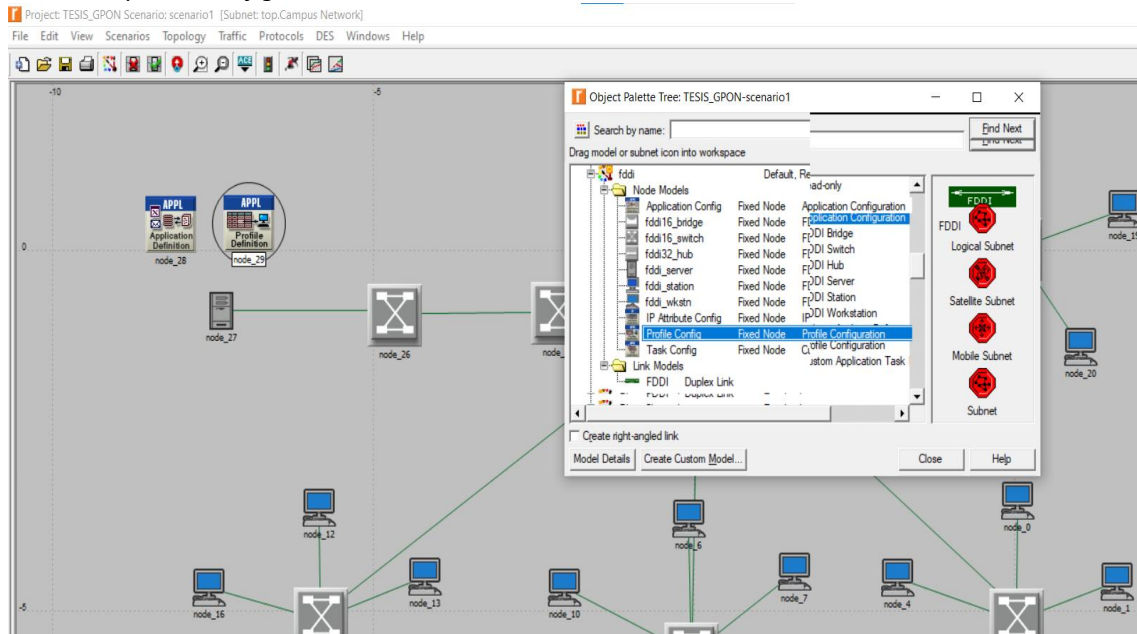


Fuente: Elaboración propia

3. Definir, Asignar los perfiles y aplicaciones

Primer Paso. Pulsamos en “Profile Config” y “Application Config” y llevamos al área de trabajo.

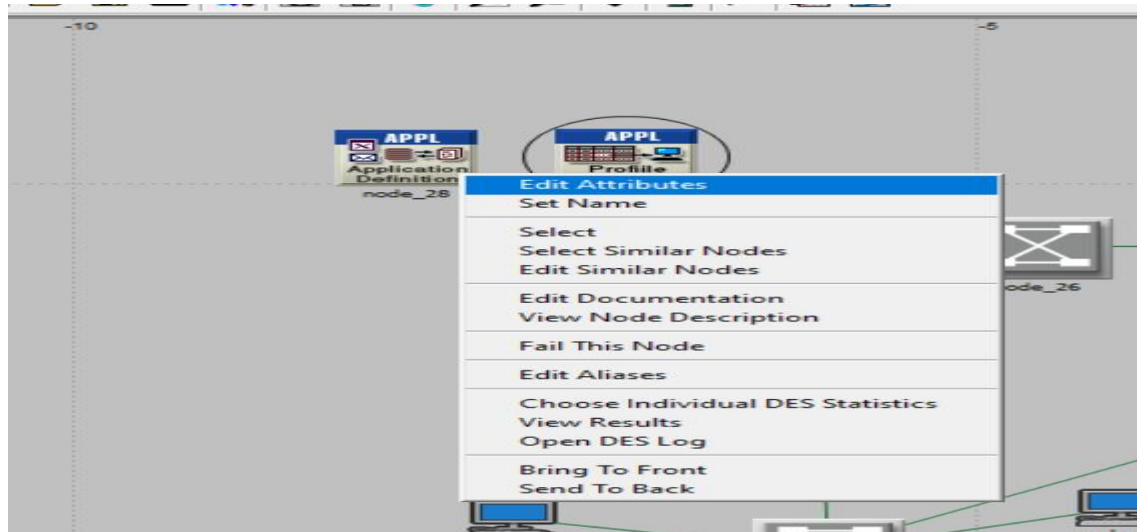
Figura 35
Elementos para la configuración



Fuente: Elaboración Propia

Segundo Paso. Pulsar en “Application Config” elegir “Edit Attributes”

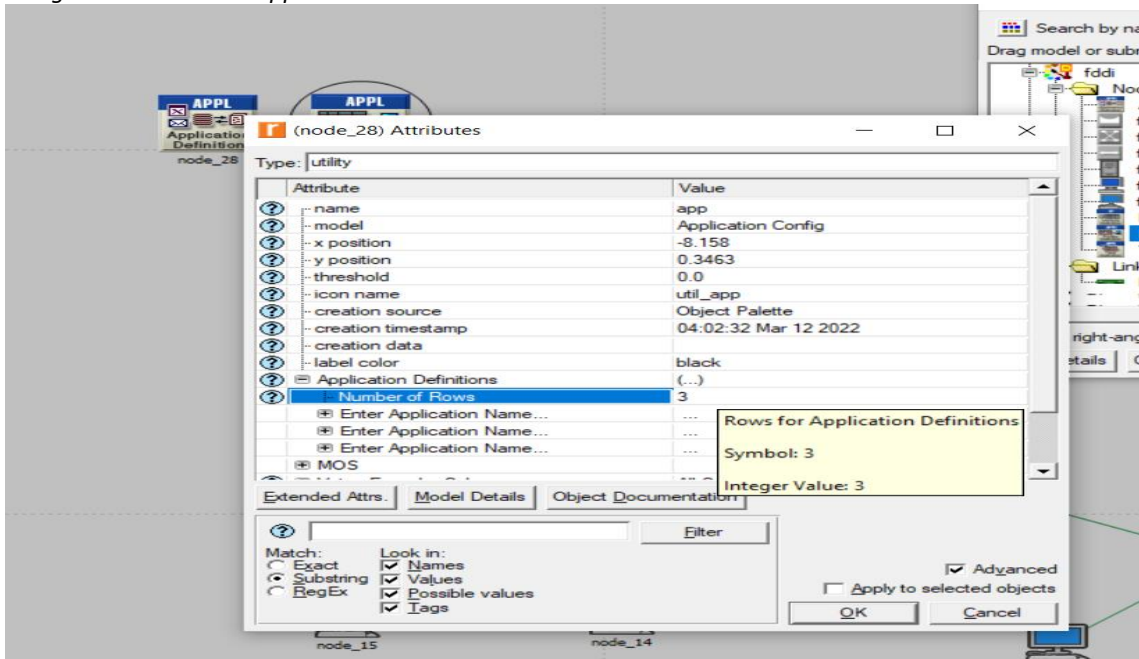
Figura 36
Editar Atributos



Fuente: Elaboración propia

Tercer Paso. Elegir name y colocar app que es el caso de la investigación, además añadir tres filas en “Number Row” como se ve en la figura 37.

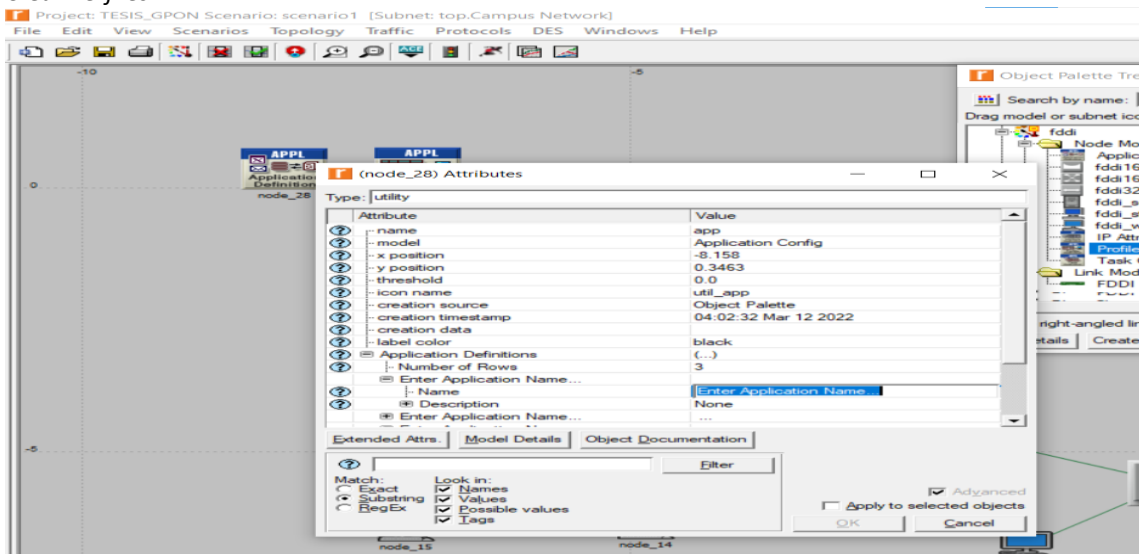
Figura 37
Designar nombre de la app



Fuente: Elaboración propia

Cuarto Paso. A continuación, se ingresa los perfiles deseados, ingresando en “Enter Application name” se le da el nombre de tv.

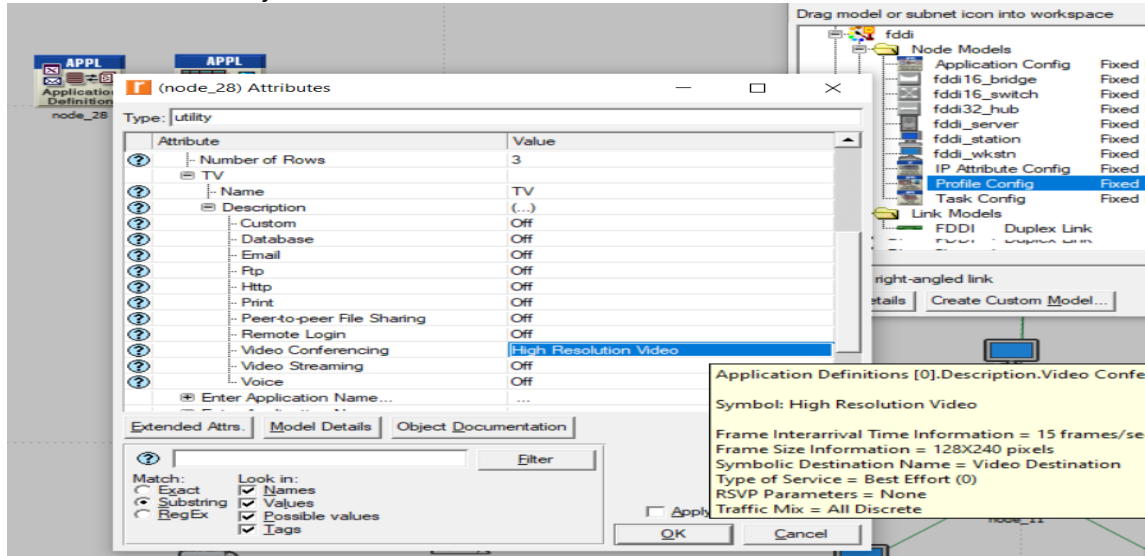
Figura 38
Crear Perfiles



Fuente: Elaboración Propia

Quinto Paso. Ingresar en “Video Conferencing” y pulsar en el parámetro Hight Resolution Video” como se muestra en la figura 39.

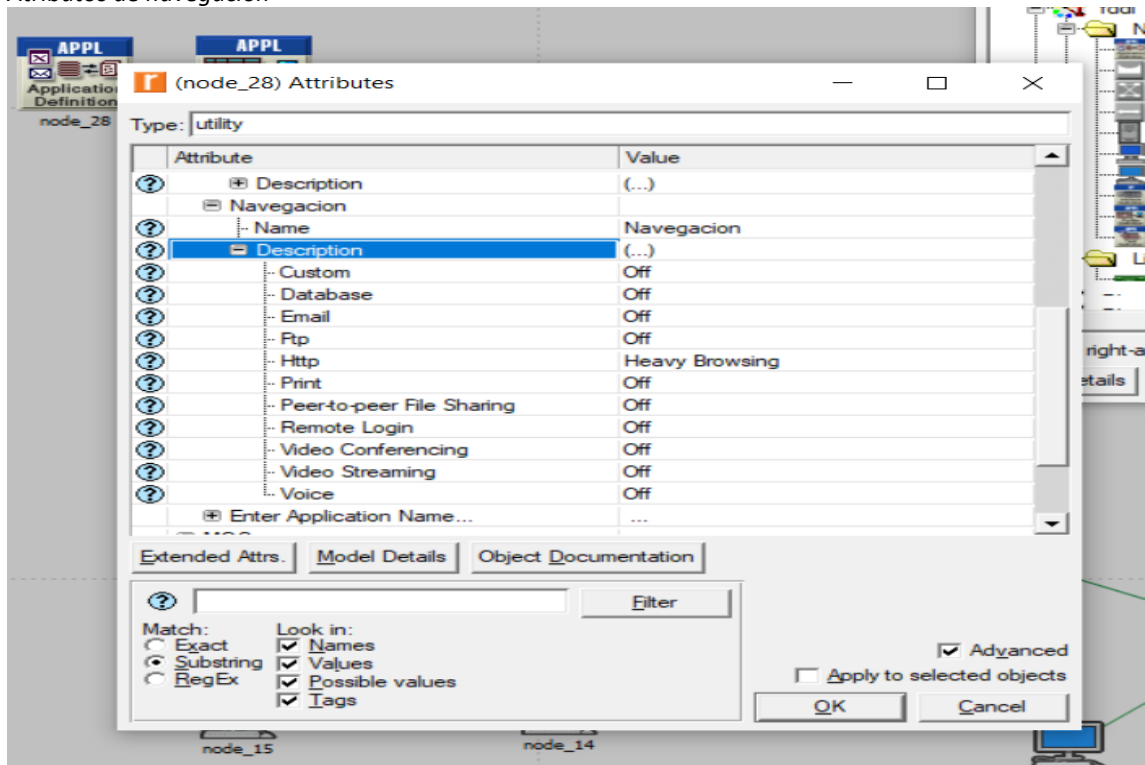
Figura 39
Parámetro de video conferencia



Fuente: Elaboración Propia

Sexto Paso. En la figura 40, se nombra los siguientes perfiles con sus atributos Navegación, HTTP y pulsar en “Heavy Browsing”.

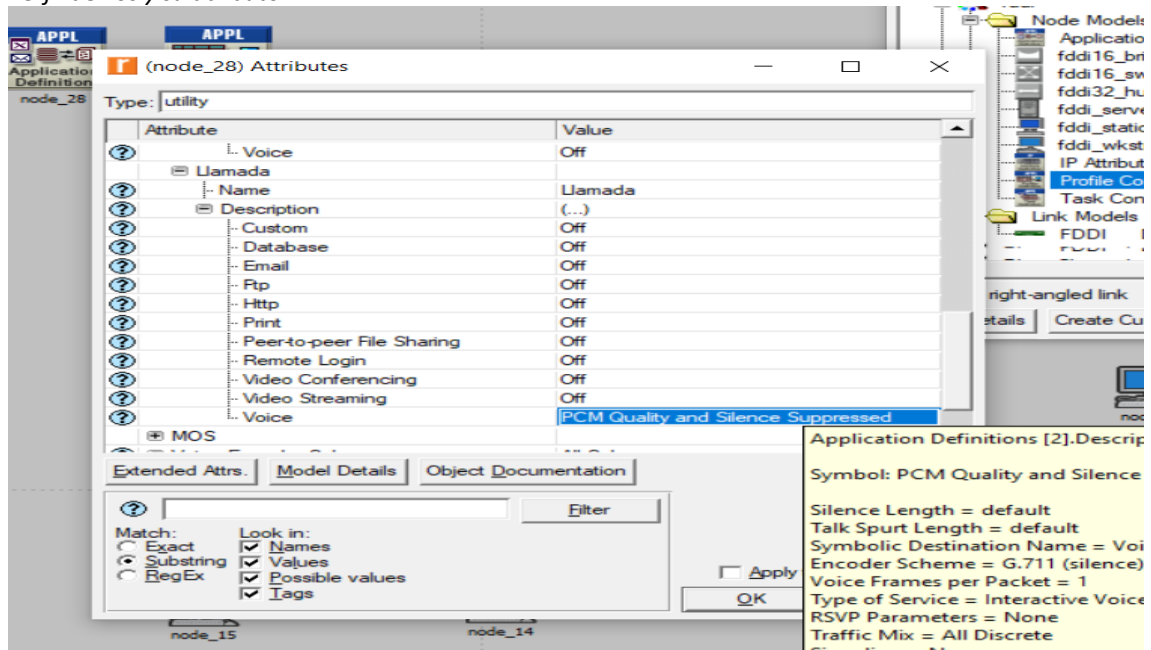
Figura 40
Atributos de navegación



Fuente: Elaboración Propia

Séptimo Paso. Además en la figura 40, se nombra el siguiente perfil Llamada “Voice”, “PCM Quality and Silence Suppressed”.

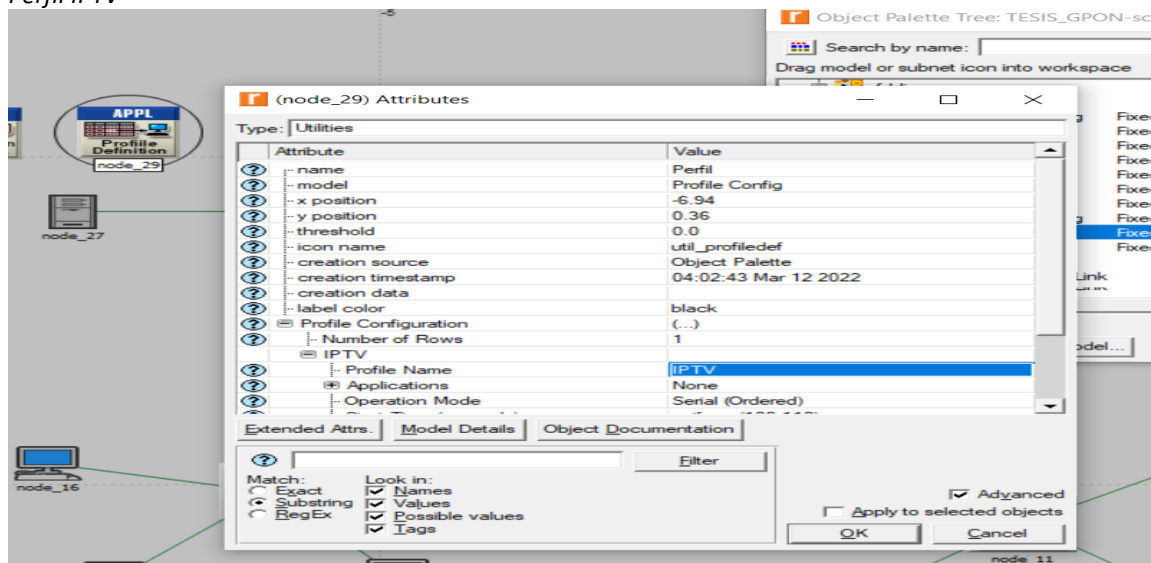
Figura 41
Perfil de voz y su atributo



Fuente: Elaboración Propia

Octavo Paso. Se dirige a definir el perfil como vemos en la figura 42, y la nombramos IPTV

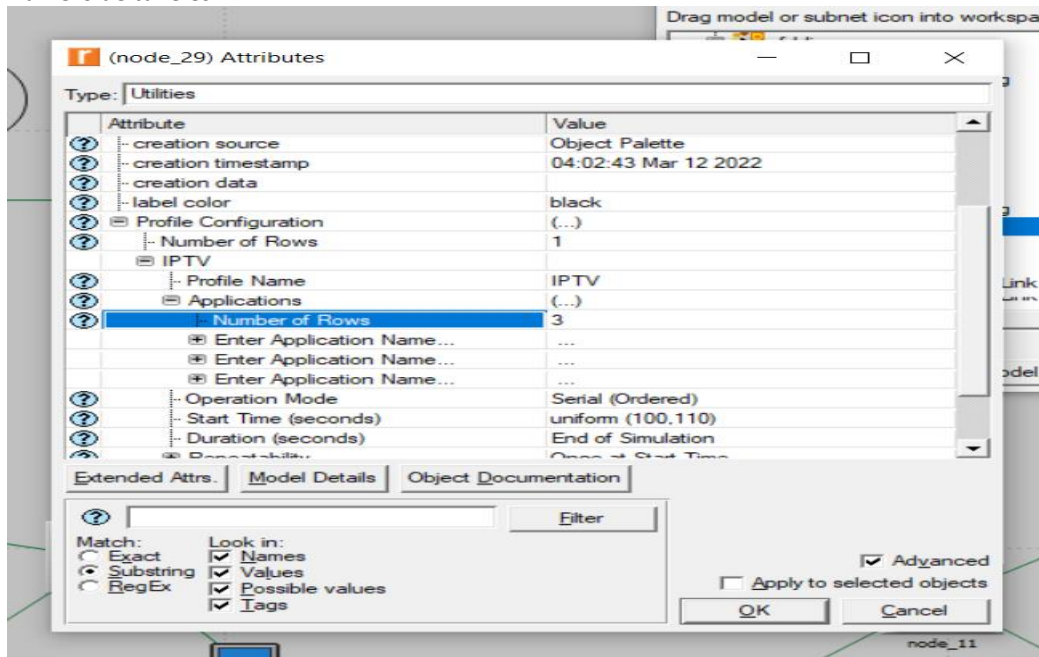
Figura 42
Perfil IPTV



Fuente: Elaboración Propia

Noveno Paso. A continuación, pulsar en “Numbers of Rows” se escoge 3 como se ve en la figura 43.

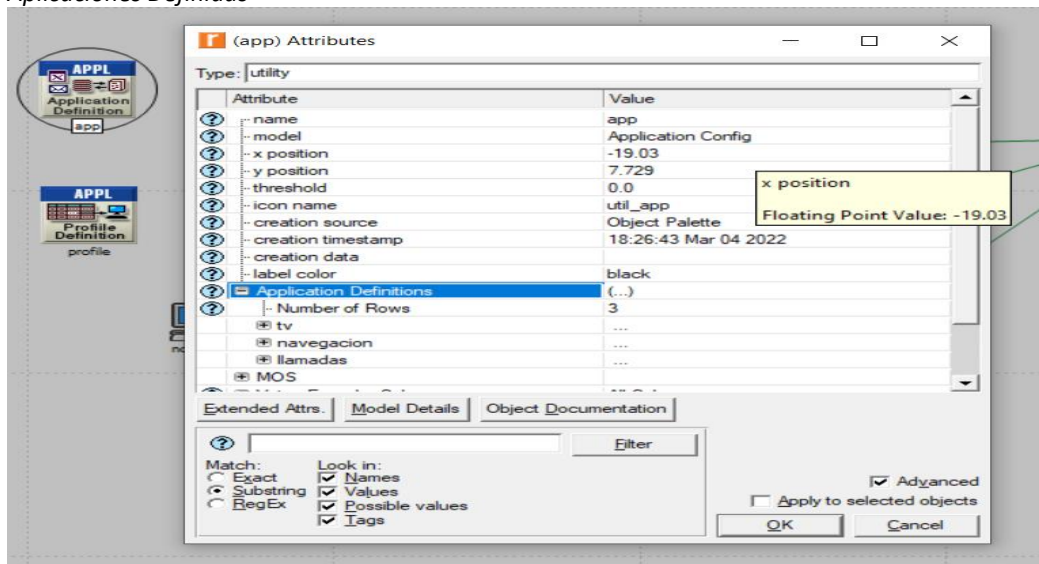
Figura 43
Numero de túneles



Fuente: Elaboración propia

Decimo Paso. Definir las tres aplicaciones que fueron definidas anteriormente TV, Navegación, Llamadas.

Figura 44
Aplicaciones Definidas

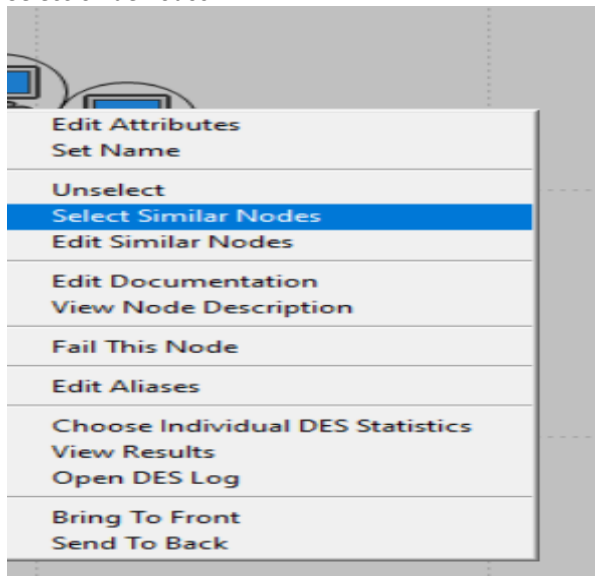


Fuente: Elaboración Propia

4. Asignar los perfiles a los nodos correspondientes

Primer Paso. Seleccionar todos los nodos como se muestra en la figura 45.

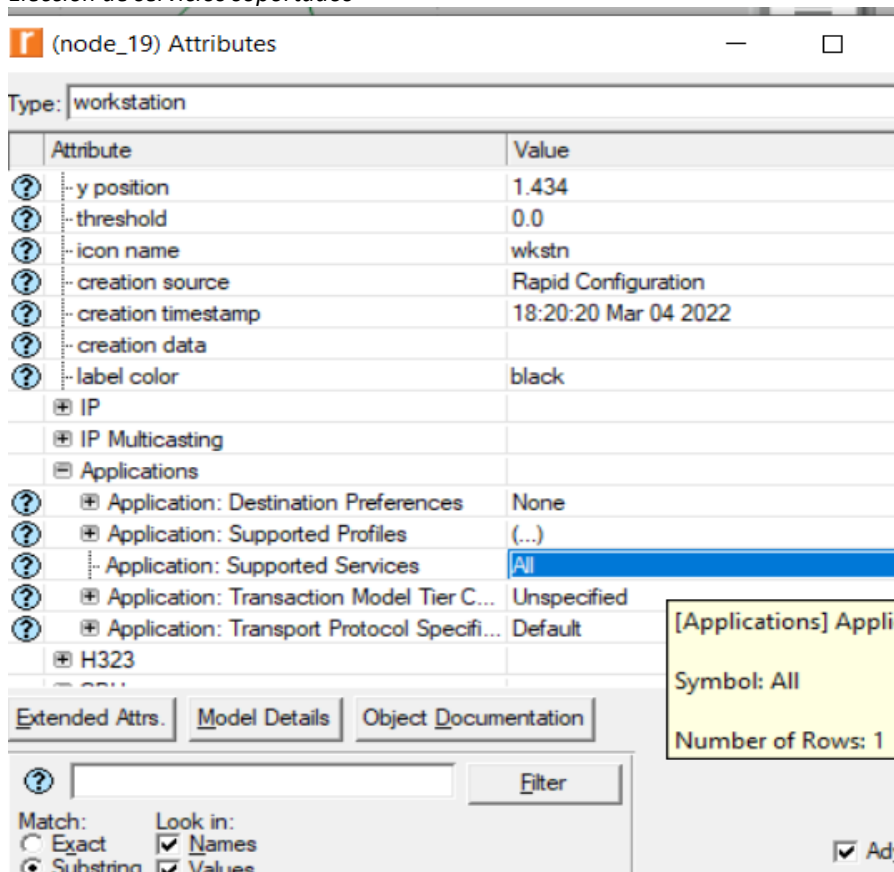
Figura 45
Selección de nodos



Fuente: Elaboración Propia

Segundo Paso. Dirigirse a “Edit Attributes”, “Applications”, buscar “Supported Services” seleccionar “All” como se muestra en la figura 46.

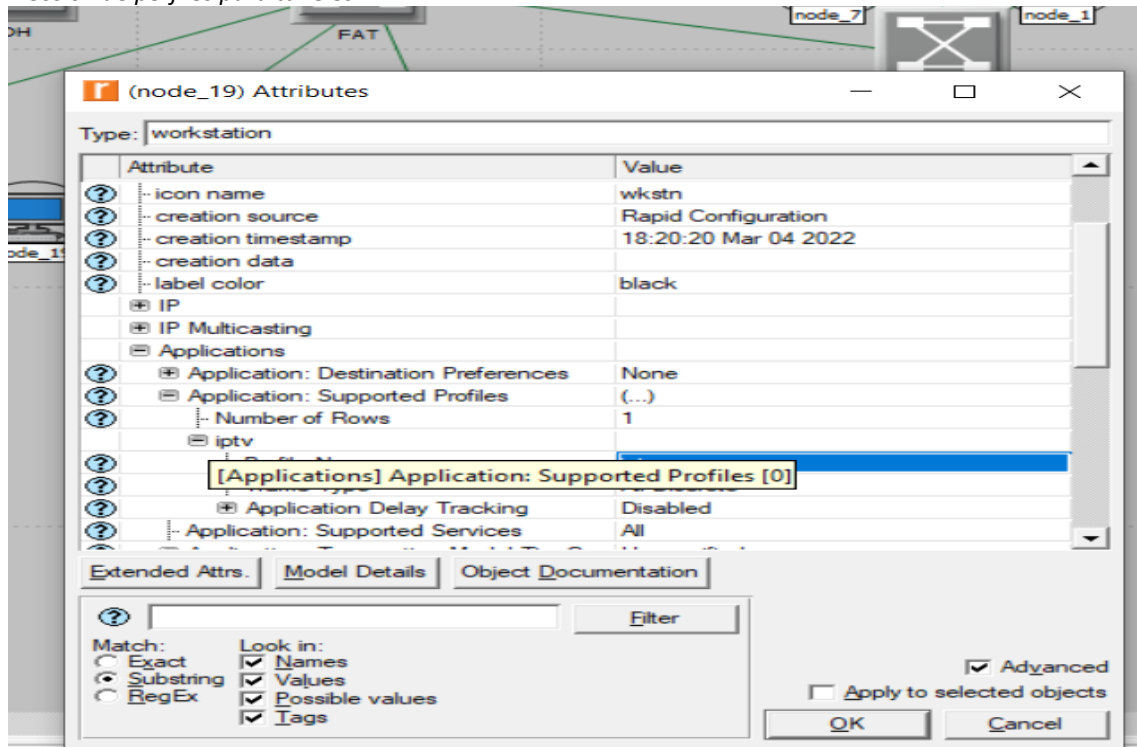
Figura 46
Elección de servicios soportados



Fuente: Elaboración Propia

Tercer Paso. A continuación, pulsamos en “Supported Profiles”, “Edit” buscar “Rows” tal como se muestra en la figura 47.

Figura 47
Elección de perfiles para túneles

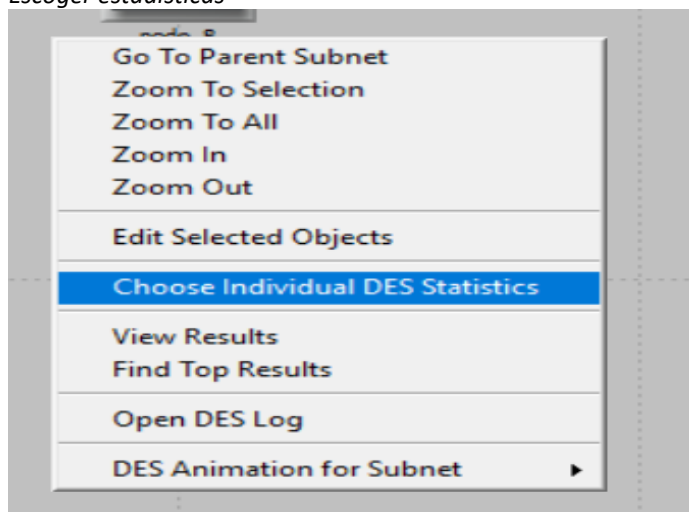


Fuente: Elaboración propia

5. Visualizar Parámetros

Primer Paso. Pulsar click derecho a continuación dirigirse a escoger estadísticas tal como lo muestra la figura 48.

Figura 48
Escoger estadísticas

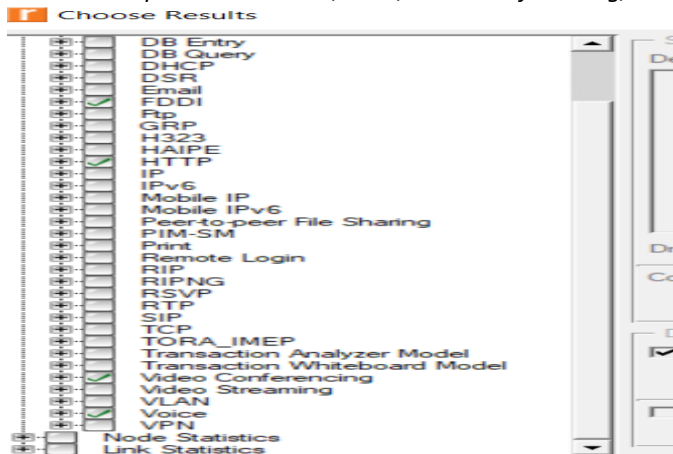


Fuente: Elaboración Propia

Segundo Paso. Seleccionamos los valores mostrados en la figura 49.

Figura 49

Selección de parámetros HTTP, FDDI, Video Conferencing, Voice

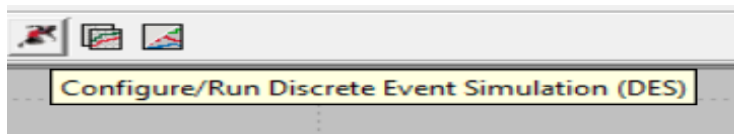


Fuente: Elaboración Propia

Tercer Paso. Correr la simulación como se muestra en la figura 50.

Figura 50

Correr la simulación

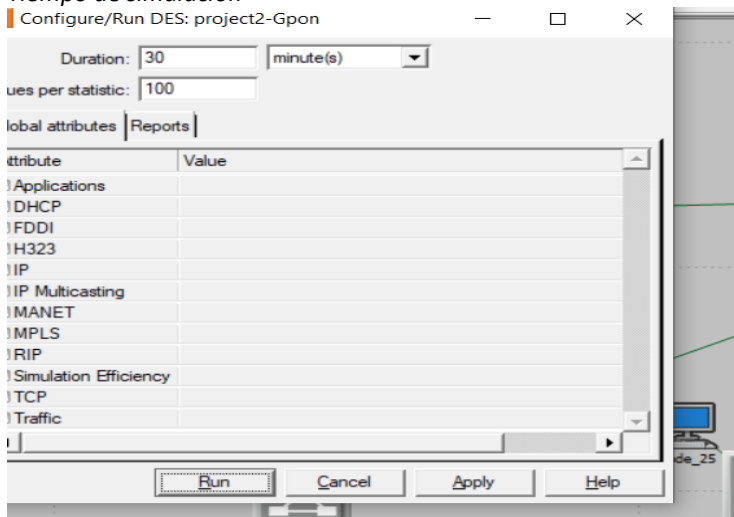


Fuente: Elaboración propia

Cuarto Paso. Seleccionar el tiempo deseado para la simulación como se ve en la figura 51.

Figura 51

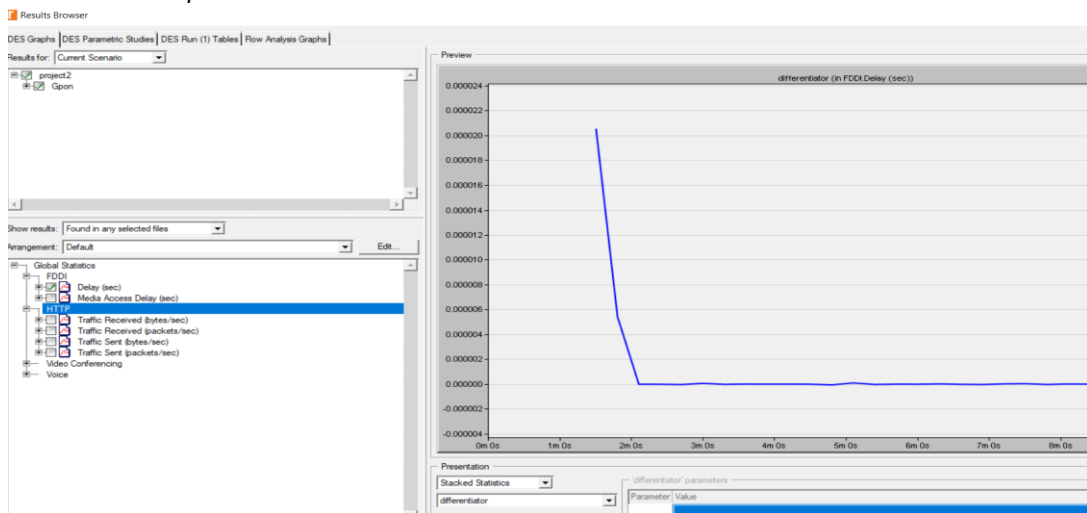
Tiempo de simulación



Fuente: Elaboración propia

Quinto Paso. Finalmente, visualizamos los parámetros como se muestra en la figura 52.

Figura 52
Visualización de parámetros

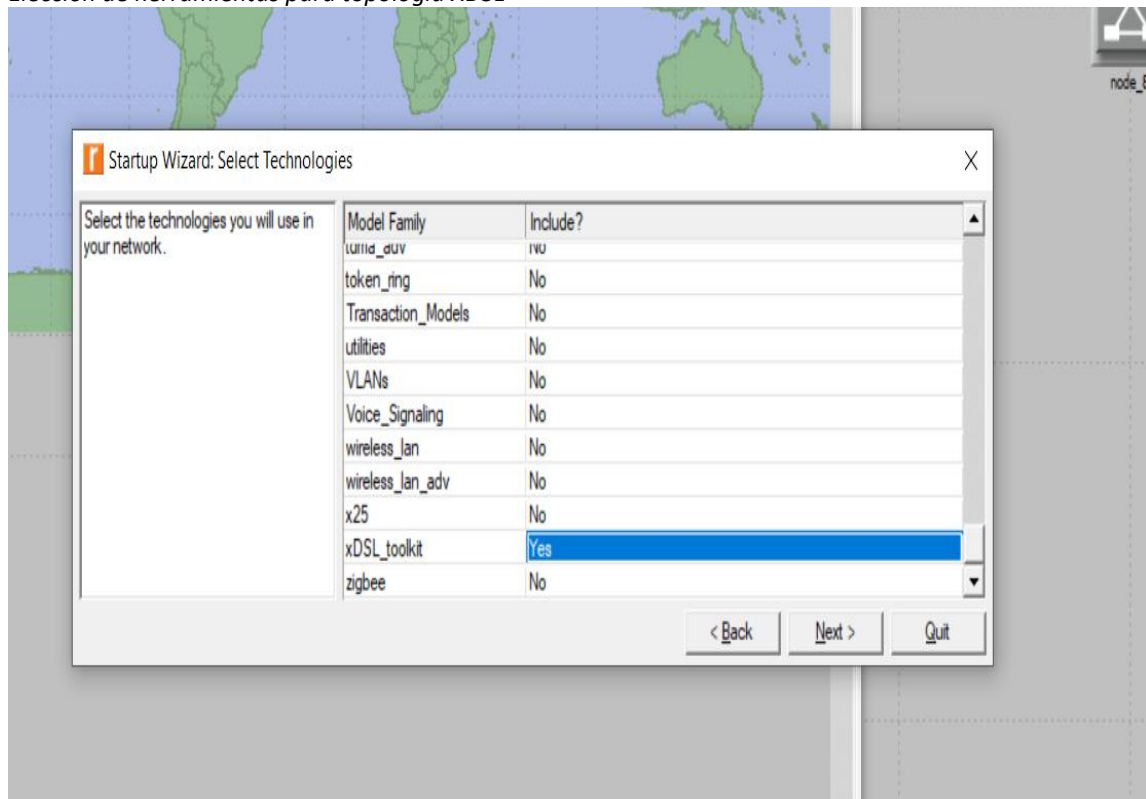


Fuente: Elaboración propia

Diseño Red ADSL

Primer Paso. Elegir xDSL_toolkit y ethernet como se muestra en la figura 53.

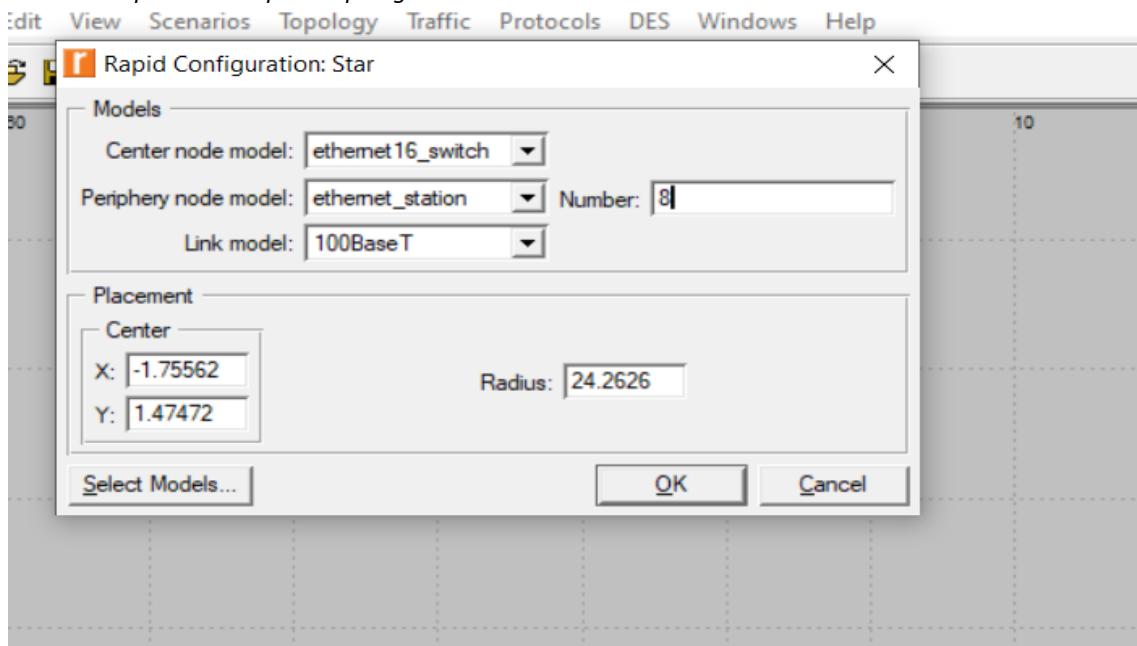
Figura 53
Elección de herramientas para topología XDSL



Formato: Elaboración propia

Segundo Paso. Crear la topología estrella con los parámetros indicados en la figura 54.

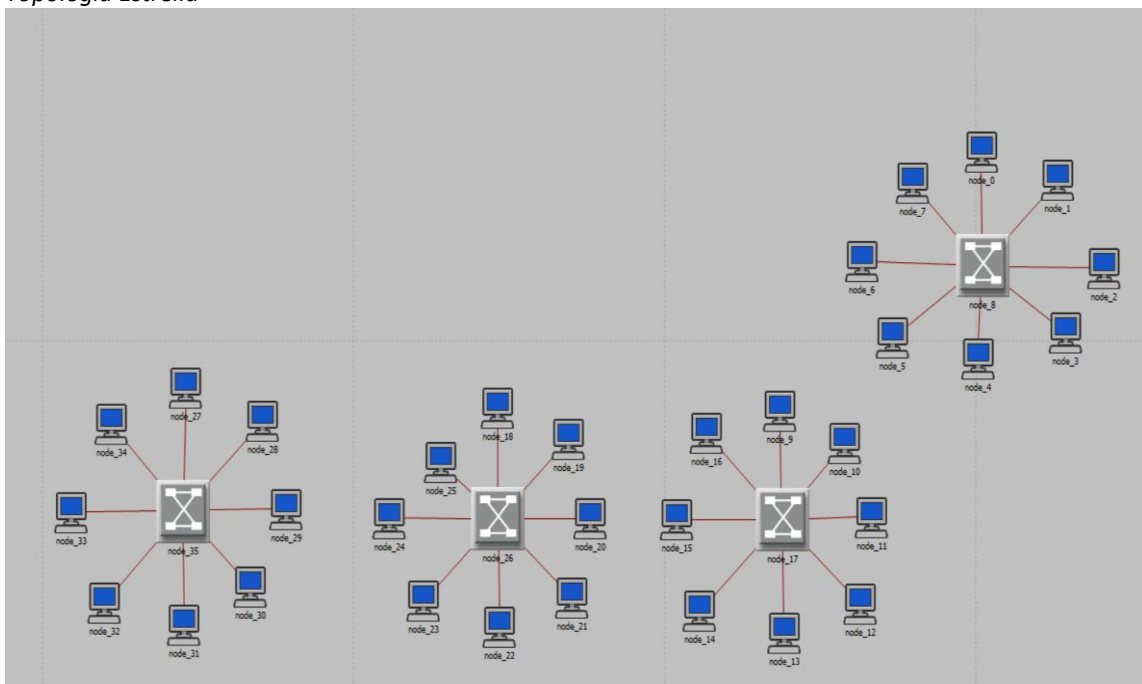
Figura 54
Elección de parámetros para topología estrella



Fuente: Elaboración Propia

Tercer Paso. Crear 4 topologías estrella con los mismos parámetros.

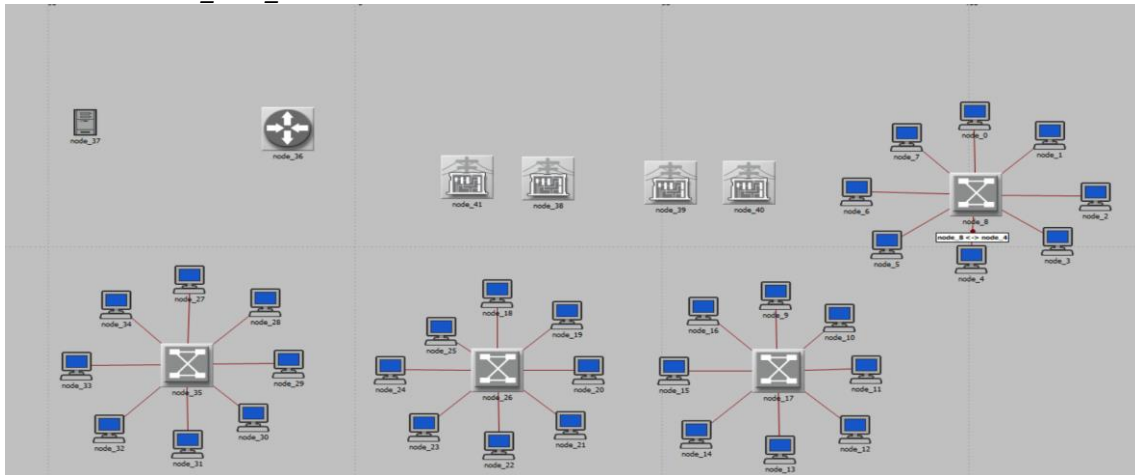
Figura 55
Topología Estrella



Fuente: Elaboración propia

Quinto Paso. Añadir los siguientes elementos DSLAM_ATM_32, server, 4 modem XDSL como se muestra en la figura 56.

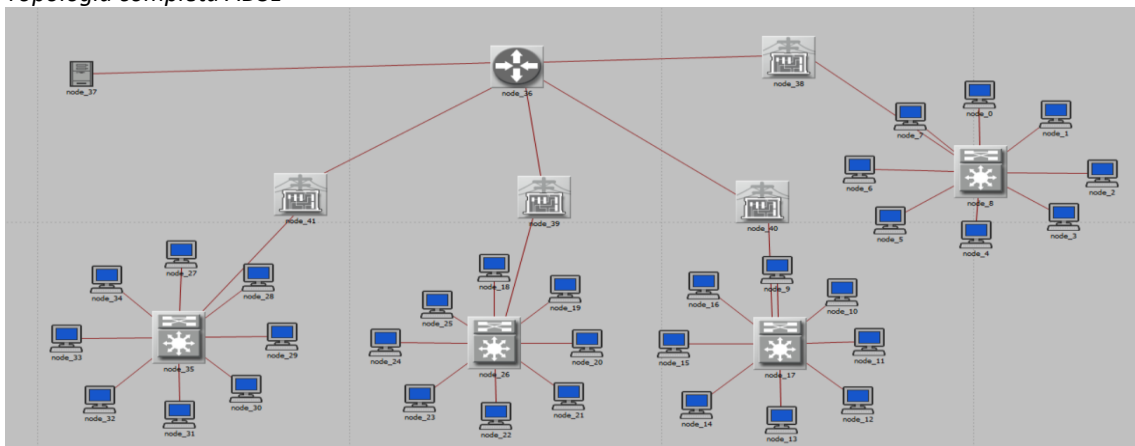
Figura 56
Elementos DSLAM_ATM_32



Fuente: Elaboración Propia

Sexto Paso. Unimos todos los elementos con 100BaseT como se muestra en la figura 57.

Figura 57
Topología completa ADSL



Fuente: Elaboración Propia

Por último, se sigue los pasos 3,4,5 de la topología GPON para agregar los perfiles, los atributos del IPTV, así se obtendrá las medidas para el estudio de la topología ADSL y poder realizar la comparativa entre las dos tecnologías.

Fase 3. En esta fase Riverbed Modeler permitió realizar la comparación de las tecnologías ADSL y GPON a través de los paquetes de video, voz y paquetes HTTP, lo que conllevó a considerar como parámetro fundamental el Delay para representar la efectividad de la red y la recepción de paquetes individuales, las comparación y resultados se muestra en el primer capítulo en análisis de resultados.

2.3 Validación de la propuesta

Para la elección de especialistas se ha considerado un perfil acorde a los siguientes criterios: formación académica relacionada con el tema investigativo, experiencia académica y/o laboral orientada a la gestión administrativa y motivación para participar. La siguiente tabla presenta información detallada de los actores seleccionados para la validación del modelo.

Tabla 5

Descripción de perfil de validadores

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Genesis Alondra Aldas Samaniego	2	MASTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGIAS, SISTEMAS Y REDES DE COMUNICACIONES	Docente Universitario en el área de Telecomunicaciones ESPOCH
Andrés Fernando Morocho Caiza	8	MAGISTER EN SISTEMAS DE CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	Docente Universitario en el área de Telecomunicaciones ESPOCH
Andrea Magali Llerena Pintag	2	MAGISTER EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES	Docente Universitario en el área de Telecomunicaciones ESPOCH

Fuente: Elaboración propia

Los objetivos perseguidos mediante la validación son los siguientes:

- Validar la metodología de trabajo aplicada en el desarrollo de la investigación.
- Aprobar los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas.
- Redefinir (si es necesario) el enfoque de los elementos desarrollados en la propuesta, considerando la experiencia de los especialistas.
- Constatar las posibilidades potenciales de aplicación del modelo de gestión propuesto.

Instrumento para validar

Luego de seleccionar a los profesionales que conformaron el panel para la validación, se procedió a desarrollar los criterios de evaluación; facilitando un link de acceso que detalla los parámetros considerados a cada validador. A continuación, se especifican los criterios en mención:

Tabla 6
Criterios de Evaluación

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

Fuente: Elaboración propia

Una vez puntualizados los criterios utilizados en la validación, se determinó la escala de criterios cualitativos para su evaluación, según el nivel de importancia y representatividad

Tabla 7
Escala de evaluación de criterios

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8*Preguntas Instrumento de validación*

Criterios	Preguntas
Impacto	¿Considera que el modelo de gestión propuesto representará un impacto significativo en la generación de valor público?
Aplicabilidad	¿Los contenidos de la propuesta son aplicables?
Conceptualización	¿Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías de la gestión por resultados?
Actualidad	¿Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y nuevos cambios que puedan producirse?
Calidad Técnica	¿El modelo propicia el cumplimiento de los protocolos de atención analizados desde la óptica técnico-científica?
Factibilidad	¿Es factible incorporar un modelo de gestión por resultados en el sector?
Pertinencia	¿Los contenidos de la propuesta pueden dar solución al problema planteado?

Fuente: Elaboración de la autora

Se han establecido los niveles de importancia y representatividad y un valor máximo de cinco puntos, el cual, será otorgado según el desempeño adecuado del criterio; y un mínimo de un punto en el caso de observarse un cumplimiento insuficiente.

2.4 Matriz de articulación de la propuesta

En la presente matriz se sintetiza la articulación del producto realizado con los sustentos teóricos, metodológicos, estratégicos-técnicos y tecnológicos empleados.

Tabla 9

Matriz de articulación

EJES O PARTES PRINCIPALES	SUSTENTO TEÓRICO	SUSTENTO METODOLÓGICO	ESTRATEGIAS / TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS	INSTRUMENTOS APLICADOS
Estudio de las medidas métricas de las topologías de red para la calidad de servicio.	IPTV es una tecnología novedosa que permite montar sobre tecnologías GPON y ADSL,	Revisión documental y teórica permitiendo obtener conocimientos necesarios sobre IPTV, red GPON y ADSL además de los parámetros necesarios para el análisis comparativo.	Fuentes bibliográficas, documentos web.	Diseño de las topologías de red GPON y ADSL. Medidas métricas o parámetros de estudio sobre Triple Play de IPTV.	Recolección de información a través de documentos físicos y web.
Simulación de topologías de red GPON y ADSL en Riverbed Modeler	Riverbed Modeler es un software que permite el envío de paquetes triple play para el análisis de los parámetros	Verificación del funcionamiento de las topologías GPON y ADSL en el software Riverbed Modeler.	Simulación en el software Riverbed Modeler.	Se pudo observar el comportamiento de envío y llegada de cada paquete HTTP, Vos, Video y el delay.	Laptop y software Riverbed Modeler

	en las topologías GPON y ADSL.				
Comparación de los parámetros de la red GPON y ADSL	Riverbed modeler permite el análisis de los paquetes de envío y llegada de la calidad de servicio.	Validación de los parámetros de calidad para Iptv sobre las tecnologías GPON y ADSL	Observación directa de los parámetros de calidad en el software Riverbed Modeler	GPON es una mejor tecnología según el estudio realizado a través de las pruebas que se obtuvieron en software Riverbed Modeler.	Software Riverbed Modeler

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Al haber obtenido los resultados en la investigación la cual consiste en el análisis comparativo de la Red GPON y ADSL sobre IPTV, permitiendo llegar a conclusiones vinculadas con los objetivos planteados como el diseño, simulación y comparación de los parámetros de calidad.

IPTV es una tecnología en auge que permite a los usuarios interactuar con el contenido, para ello se debe tener en cuenta que para brindar una buena calidad de experiencia, debe existir una buena calidad de servicio, pues las dos van de la mano, también ofrece servicios de triple play, audio, video y voz, por lo que se puede determinar que la medida técnica vulnerable más importante es la latencia, pues aquí se pueden observar los paquetes enviados y recibidos, que permiten la fluidez del servicio.

Durante este procedimiento se utilizó el software Riverbed Modeler, que permitió comparar los diferentes servicios de Tripleplay con las tecnologías GPON y ADSL, la transmisión de paquetes enviados y recibidos por segundo correspondientes a la tecnología GPON muestra un mayor beneficio de ancho de banda para navegación y visualización del contenido multimedia, lo contrario del servicio obtenido por la tecnología ADSL. Además, que la tecnología GPON tiene un bajo valor de Delay lo que significa que tiene mayor efectividad de la red y la recepción de paquetes individuales, esto arroja claramente que dichos resultados para servicios IPTV son óptimos, a diferencia del servicio que proporciona la tecnología ADSL.

Sabiendo que el servicio IPTV va de la mano de la calidad de conexión a internet, paulatinamente se ha ido posicionando como una de las mejores alternativas para tener contenido multimedia personalizado para cada usuario y considerando que la tecnología GPON arrojó un aumento de paquetes enviados y recibidos contra la tecnología ADSL, se verifica que el servicio IPTV al trabajar de la mano con GPON, ayudará al incremento proporcional de usuarios y de la cantidad de servicios proporcionados, sin afectar la calidad en su infraestructura, por lo que se puede deducir que usando tecnología GPON se tendrá un mejor desarrollo en la escalabilidad.

Después del análisis de expertos esta tecnología IPTV ha llamado la atención de gran manera ya que permite llegar a más hogares con más información ya que en el Ecuador ha aumentado la conexión de internet a través de tecnología GPON permitiendo así una mejor calidad de servicio para el usuario.

RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, datos analíticos y conclusiones, se realizan las siguientes propuestas de proyectos de investigación para considerar aspectos importantes de futuras investigaciones de este tipo.

Para la utilización del IPTV se necesita contar con un gran ancho de banda que, si ofrece la tecnología GPON, además de esto el usuario debe contar con un set top box como es una Smart tv, laptop, tv box o celular en donde permita navegar en internet, recibir audio y video, así se podría obtener el servicio IPTV.

Se recomienda crear en primera instancia un entorno virtual, como en esta investigación que fue usado el software Riverbed Modeler para simular o predecir comportamientos de una red, de tal manera que se facilite el análisis de su respectiva eficacia e impacto al momento de implementarla como un servicio.

Además del análisis en Riverbed Modeler se recomienda realizar el análisis en el software GNS3, siendo este un software libre que permitirá evaluar el desempeño de la red bajo diversas condiciones para la investigación permitiendo realizar comparaciones con simulaciones en GNS3 para obtener un estudio más preciso del IPTV.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, S., & Cayo, J. (2019). *Uso de Multicast en IPTV y su efecto en el ancho de banda esado*. http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo323.ipd438/2s19/projects/reports/LacayoAguilera_ReporteFinal.pdf
- Caicedo Torres, J. D. (2014). *Estudio de Factibilidad para la Implementación del Servicio de IPTV sobre redes GPON para Empresas de Telecomunicaciones* [Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3443>
- Cale, I., Salihovic, A., & Ivekovic, M. (2007). Gigabit passive optical network - GPON. *Proceedings of the International Conference on Information Technology Interfaces, ITI*, 679–684. <https://doi.org/10.1109/ITI.2007.4283853>
- Camilo, J., Valencia, C., Campo-Muñoz, W., Elías, G., & Golondrino, C. (2018a). *Análisis de QoS para IPTV en un entorno de redes definidas por software*. <https://doi.org/10.22395/rium.v19n36a2>
- Camilo, J., Valencia, C., Campo-Muñoz, W., Elías, G., & Golondrino, C. (2018b). *Análisis de QoS para IPTV en un entorno de redes definidas por software*. <https://doi.org/10.22395/rium.v19n36a2>
- Carrera Cabezas, L. A. (2017). *Análisis técnico para la implementación de IPTV en la red de acceso de banda ancha de CNT EP de la ciudad de Riobamba*. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7329>
- Carrera, L. (2017a). *Análisis Técnico para la implementación de IPTV en la red de acceso de banda ancha de CNT EP de la ciudad de Riobamba*.
- Carrera, L. (2017b). *Análisis técnico para la implementación de IPTV en la red de acceso de banda ancha de CNT EP de la ciudad de Riobamba*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7329>
- Casco Brito, N. C. (2019). *Simulación y evaluación de una arquitectura IPTV de video en tiempo real, mediante software libre*. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/12637>
- Castro, C., Villamarin, D., Olmedo, G., & Garcia, E. (2016). Towards to a Usable and Accesible Mixed Global Standard DTT-IPTV. *Communications in Computer and Information Science*, 605, 93–101. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-38907-3>
- Chicaiza Jami, W. R. (2018). *Implementación de un Set Top Box híbrido para TDT e IPTV con Middleware Ginga basado en componentes de bajo costo*. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/14102>
- Cuéllar, J. C., Ortiz, J. H., & Arciniegas, J. L. (2014). Clasificación y análisis de métodos para medir calidad de la experiencia del servicio de televisión sobre protocolo IP (IPTV). *Informacion Tecnológica*, 25(5), 121–128. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000500017>
- Cuellar Quiñones, J. C., Arciniegas H., J. L., & Ortiz, J. H. (2018). Modelo para la medición de QoE en IPTV. *Modelo Para La Medición de QoE En IPTV*. <https://doi.org/10.18046/EUI/EE.3.2018>

- Facchini, , Higinio Alberto, Pérez, , Santiago Cristóbal, Dantiacq, , Alejandro, & Hidalgo, F. (2020). Evaluación de métricas del comportamiento del tráfico de video en una red experimental multidifusión. *Enfoque UTE*, 11(1), 15–27. <https://doi.org/10.29019/ENFOQUE.V11N1.576>
- Fernandez, J. (n.d.). *El Enfoque Cuantitativo – Metodologías de la Investigación*. Retrieved February 22, 2022, from <https://jorgelfdez.wordpress.com/2016/07/12/el-enfoque-cuantitativo/>
- Fernández, P. T. (2016). Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual. *Atenas*, 2(34), [1-15]. <http://atenas.umcc.cu/index.php/atenas/article/view/194/363>
- Fernando, D., & Pepinosa, R. (2013). Revisión de la Implementación del Servicio de IPTV sobre Redes Inalámbricas y Móviles con Calidad de Servicio (QoS). *UIS Ingenierías*, 12, 39–50.
- Ferro, R., Rodríguez, J., & Hernández, C. (2015). Modelo en Series de Tiempo del Retardo del Cambio de Canal en una Transmisión IPTV. *Informacion Tecnologica*, 26(6), 155–168. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000600017>
- Flynn, A. (2019, September 19). *Is IPTV multicast or unicast? – Greedhead.net*. <https://greedhead.net/is-iptv-multicast-or-unicast/>
- Fontan. (2016). *info@citel*. http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2006/septiembre/iptv_e.asp
- Fulber, V. (2021, November 2). *Multicast vs. Broadcast vs. Anycast vs. Unicast*. <https://www.baeldung.com/cs/multicast-vs-broadcast-anycast-unicast>
- Garcés, C. R., & Muñoz, D. S. (2017). Digital stratification: ICT acces and use in chilean students. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 19(1), 21–34. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.1.902>
- Guamán, F. (2017). UNA MIRADA A LA TELEVISIÓN DIGITAL POR TECNOLOGÍAS IPTV A TRAVÉS DE LA RED DE COBRE CON TECNOLOGÍA ADSL. *Revista de La Facultad de Ciencias Químicas*, 24.
- Guamano, F. (2017). UNA MIRADA A LA TELEVISIÓN DIGITAL POR TECNOLOGÍAS IPTV A TRAVÉS DE LA RED DE COBRE CON TECNOLOGÍA ADSL. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/1663/1303>
- Hei, X., Liu, Y., & Ross, K. W. (2008). IPTV over P2P Streaming Networks: The Mesh-Pull Approach. *IEEE Communications Magazine*, 46(2), 86–92. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2008.4473088>
- ITU. (2017). *Quality of service Regulation Manual*. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.QOS_REG01-2017-PDF-E.pdf
- Jackson, A. (1998). ADSL for high-speed broadband data service. *IEEE Aerospace Conference Proceedings*, 4, 451–465. <https://doi.org/10.1109/AERO.1998.682212>
- Jacome, T., & Tafur, A. (2013). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DEL SERVICIO DE TELEVISION IPTV EN LA CNT E.P. *ESPE*, 1–17.
- Kihl, M. (n.d.). *Measuring Quality of Video of Internet Protocol Television (IPTV)*.
- Lee, K.-H., Trong, S. T., Lee, B.-G., & Kim, Y.-T. (2008). QoS-Guaranteed IPTV Service Provisioning in Home Network with IEEE 802.11e Wireless LAN. *2008 IEEE Network Operations and Management Symposium Workshops - NOMS 08*, 71–76. <https://doi.org/10.1109/NOMSW.2007.15>

- Obaridoa Obele, B., Han Hee, S., Kyun Choi, J., & Kang, M. (2009). On building a successful IPTV business model based on personalized IPTV content & services. *2009 9th International Symposium on Communications and Information Technology, ISCIT 2009*, 809–813. <https://doi.org/10.1109/ISCIT.2009.5341129>
- Orbe, C. (2010). *Estudio de migración de sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico a IPTV con sugerencias en el ámbito regulador*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1956/>
- Qiu, D. (2010). On the QoS of IPTV and its effects on home networks. *International Journal of Digital Multimedia Broadcasting, 2010*. <https://doi.org/10.1155/2010/253495>
- Qiu, D., & Srikant, R. (2004). Modeling and performance analysis of BitTorrent-like peer-to-peer networks. *Computer Communication Review*, 34(4), 367–377. <https://doi.org/10.1145/1030194.1015508>
- Quintero Acevedo, C. C. (2014). *Análisis de requerimientos técnicos para implementar una solución de IPTV sobre una red académica de alta velocidad*. <http://repositorio.ucp.edu.co/handle/10785/2100>
- Tena, D. (2020). *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO MULTICAST SOBRE MULTIPROTOCOLO LABEL SWITCHING APLICADO A LA PROVISIÓN DEL SERVICIO DE IPTV*.
- Tony. (2017). *Ethernet: Addressing – Be The Packets – CCIE Study Blog*. <https://bethepacketsite.wordpress.com/2016/02/11/ethernet-addressing/>
- Tumbalobos Cubas, B. J. (2016). Estudio del diseño de servicio IPTV con tecnología HFC y FTTH [Pontificia Universidad Católica del Perú]. In *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6860>
- Valle, P. (2015). *“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA GPON PARA BRINDAR SERVICIO DE VOZ, VIDEO Y DATOS (TRIPLE PLAY) A LA CIUDAD DE MACAS DEL CANTÓN MORONA DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.”* <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11125/Caso%20de%20Estudio%20%20Paulina%20Valle.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vázquez Calle, A., & Elaje Alvarez, P. (2018). *Estudio para brindar el servicio de IPTV sobre una red FTTH a la ciudad de Azogues*.
- Yarali, A., & Cherry, A. (2005). Internet Protocol Television (IPTV). *IEEE Region 10 Annual International Conference, Proceedings/TENCON, 2007*. <https://doi.org/10.1109/TENCON.2005.300861>
- Ziwich, R. P., Duarte, E. P., & Silveira, G. P. (2020). Distributed mitigation of content pollution in peer-to-peer video streaming networks. *IET Communications*, 14(11). <https://doi.org/10.1049/IET-COM.2019.0627>

ANEXO 1

ANÁLISIS ESTADÍSTICO-PAQUETES DE VIDEO EN TECNOLOGÍA GPON Y ADSL

Muestra: 96 datos.

Tecnología GPON			
# Paquetes enviados	Tiempo (s)	# Paquetes recibidos	Tiempo (s)
420	22020	420	22020
420	22055	420	22055
420	22090	420	22090
420	22125	420	22125
420	22160	420	22160
420	22195	420	22195
420	22230	420	22230
420	22265	420	22265
420	22300	420	22300
420	22335	420	22335
420	22370	420	22370
420	22405	420	22405
420	22440	420	22440
420	22475	420	22475
420	22510	420	22510
420	22545	420	22545
420	22580	420	22580
420	22615	420	22615
420	22650	420	22650
420	22685	420	22685
420	22720	420	22720
420	22755	420	22755
420	22790	420	22790
420	22825	420	22825
420	22860	420	22860
420	22895	420	22895
420	22930	420	22930
420	22965	420	22965
420	23000	420	23000
420	23035	420	23035
420	23070	420	23070
420	23105	420	23105
420	23140	420	23140
420	23175	420	23175
420	23210	420	23210
420	23245	420	23245
420	23280	420	23280
420	23315	420	23315

420	23350	420	23350
420	23385	420	23385
420	23420	420	23420
420	23455	420	23455
420	23490	420	23490
420	23525	420	23525
420	23560	420	23560
420	23595	420	23595
420	23630	420	23630
420	23665	420	23665
420	23700	420	23700
420	23735	420	23735
420	23770	420	23770
420	23805	420	23805
420	23840	420	23840
420	23875	420	23875
420	23910	420	23910
420	23945	420	23945
420	23980	420	23980
420	24015	420	24015
420	24050	420	24050
420	24085	420	24085
420	24120	420	24120
420	24155	420	24155
420	24190	420	24190
420	24225	420	24225
420	24260	420	24260
420	24295	420	24295
420	24330	420	24330
420	24365	420	24365
420	24400	420	24400
420	24435	420	24435
420	24470	420	24470
420	24505	420	24505
420	24540	420	24540
420	24575	420	24575
420	24610	420	24610
420	24645	420	24645
420	24680	420	24680
420	24715	420	24715
420	24750	420	24750
420	24785	420	24785
420	24820	420	24820
420	24855	420	24855
420	24890	420	24890

420	24925	420	24925
420	24960	420	24960
420	24995	420	24995
420	25030	420	25030
420	25065	420	25065
420	25100	420	25100
420	25135	420	25135
420	25170	420	25170
420	25205	420	25205
420	25240	420	25240
420	25275	420	25275
420	25310	420	25310
420	25345	420	25345
420	25380	420	25380
420	25415	420	25415
420	23717,5	420	23717,5

Tecnología ADSL			
# Paquetes enviados	Tiempo (s)	# Paquetes recibidos	Tiempo (s)
98	9400	45	9400
98	9435	45	9435
98	9470	47	9470
98	9505	47	9505
180	9540	101	9540
180	9575	101	9575
180	9610	101	9610
199	9645	101	9645
199	9680	101	9680
199	9715	101	9715
199	9750	101	9750
199	9785	101	9785
199	9820	101	9820
199	9855	101	9855
199	9890	101	9890
199	9925	101	9925
199	9960	101	9960
199	9995	101	9995
199	10030	101	10030
199	10065	101	10065
199	10100	101	10100
199	10135	101	10135
199	10170	101	10170
199	10205	101	10205
199	10240	101	10240

199	10275	101	10275
199	10310	101	10310
199	10345	101	10345
199	10380	101	10380
199	10415	101	10415
199	10450	101	10450
199	10485	101	10485
199	10520	101	10520
199	10555	101	10555
199	10590	101	10590
199	10625	101	10625
199	10660	101	10660
199	10695	101	10695
199	10730	101	10730
199	10765	101	10765
199	10800	101	10800
199	10835	101	10835
199	10870	101	10870
199	10905	101	10905
199	10940	101	10940
199	10975	101	10975
199	11010	101	11010
199	11045	101	11045
199	11080	101	11080
199	11115	101	11115
199	11150	101	11150
199	11185	101	11185
199	11220	101	11220
199	11255	101	11255
199	11290	101	11290
199	11325	101	11325
199	11360	101	11360
199	11395	101	11395
199	11430	101	11430
199	11465	101	11465
199	11500	101	11500
199	11535	101	11535
199	11570	101	11570
199	11605	101	11605
199	11640	101	11640
199	11675	101	11675
199	11710	101	11710
199	11745	101	11745
199	11780	101	11780
199	11815	101	11815

199	11850	101	11850
199	11885	101	11885
199	11920	101	11920
199	11955	101	11955
199	11990	101	11990
199	12025	101	12025
199	12060	101	12060
199	12095	101	12095
199	12130	101	12130
199	12165	101	12165
199	12200	101	12200
199	12235	101	12235
199	12270	101	12270
199	12305	101	12305
199	12340	101	12340
199	12375	101	12375
199	12410	101	12410
199	12445	101	12445
199	12480	101	12480
199	12515	101	12515
199	12550	101	12550
199	12585	101	12585
199	12620	101	12620
199	12655	101	12655
199	12690	101	12690
199	12725	101	12725
199	12760	101	12760
199	12795	101	12795
194	11097,5	99	11097,5

ANEXO 2

ANÁLISIS ESTADÍSTICO-PAQUETES DE VOZ EN TECNOLOGÍA GPON Y ADSL

Muestra: 98 datos.

Tecnología GPON			
# Paquetes enviados	Tiempo (s)	# Paquetes recibidos	Tiempo (s)
1515	22020	1515	22020
1515	22055	1515	22055
1515	22090	1515	22090
1515	22125	1515	22125
1515	22160	1515	22160
1515	22195	1515	22195
1515	22230	1515	22230
1515	22265	1515	22265
1515	22300	1515	22300
1515	22335	1515	22335
1515	22370	1515	22370
1515	22405	1515	22405
1515	22440	1515	22440
1515	22475	1515	22475
1515	22510	1515	22510
1515	22545	1515	22545
1515	22580	1515	22580
1515	22615	1515	22615
1515	22650	1515	22650
1515	22685	1515	22685
1515	22720	1515	22720
1515	22755	1515	22755
1515	22790	1515	22790
1515	22825	1515	22825
1515	22860	1515	22860
1515	22895	1515	22895
1515	22930	1515	22930
1515	22965	1515	22965
1515	23000	1515	23000
1515	23035	1515	23035
1515	23070	1515	23070
1515	23105	1515	23105
1515	23140	1515	23140
1515	23175	1515	23175
1515	23210	1515	23210
1515	23245	1515	23245
1515	23280	1515	23280
1515	23315	1515	23315

1515	23350	1515	23350
1515	23385	1515	23385
1515	23420	1515	23420
1515	23455	1515	23455
1515	23490	1515	23490
1515	23525	1515	23525
1515	23560	1515	23560
1515	23595	1515	23595
1515	23630	1515	23630
1515	23665	1515	23665
1515	23700	1515	23700
1515	23735	1515	23735
1515	23770	1515	23770
1515	23805	1515	23805
1515	23840	1515	23840
1515	23875	1515	23875
1515	23910	1515	23910
1515	23945	1515	23945
1515	23980	1515	23980
1515	24015	1515	24015
1515	24050	1515	24050
1515	24085	1515	24085
1515	24120	1515	24120
1515	24155	1515	24155
1515	24190	1515	24190
1515	24225	1515	24225
1515	24260	1515	24260
1515	24295	1515	24295
1515	24330	1515	24330
1515	24365	1515	24365
1515	24400	1515	24400
1515	24435	1515	24435
1515	24470	1515	24470
1515	24505	1515	24505
1515	24540	1515	24540
1515	24575	1515	24575
1515	24610	1515	24610
1515	24645	1515	24645
1515	24680	1515	24680
1515	24715	1515	24715
1515	24750	1515	24750
1515	24785	1515	24785
1515	24820	1515	24820
1515	24855	1515	24855
1515	24890	1515	24890

1515	24925	1515	24925
1515	24960	1515	24960
1515	24995	1515	24995
1515	25030	1515	25030
1515	25065	1515	25065
1515	25100	1515	25100
1515	25135	1515	25135
1515	25170	1515	25170
1515	25205	1515	25205
1515	25240	1515	25240
1515	25275	1515	25275
1515	25310	1515	25310
1515	25345	1515	25345
1515	25380	1515	25380
1515	25415	1515	25415
1515	23717,5	1515	23717,5

Tecnología ADSL			
# Paquetes enviados	Tiempo (s)	# Paquetes recibidos	Tiempo (s)
100	13400	120	13400
300	13435	150	13435
400	13470	180	13470
600	13505	200	13505
800	13540	200	13540
1700	13575	200	13575
1800	13610	200	13610
1900	13645	230	13645
2000	13680	270	13680
2200	13715	300	13715
2200	13750	330	13750
2200	13785	370	13785
2200	13820	400	13820
2200	13855	430	13855
2200	13890	470	13890
2200	13925	500	13925
2200	13960	550	13960
2200	13995	550	13995
2200	14030	530	14030
2200	14065	550	14065
2200	14100	555	14100
2200	14135	550	14135
2200	14170	550	14170
2200	14205	550	14205
2200	14240	550	14240

2200	14275	550	14275
2200	14310	550	14310
2200	14345	530	14345
2200	14380	550	14380
2200	14415	555	14415
2200	14450	550	14450
2200	14485	550	14485
2200	14520	550	14520
2200	14555	550	14555
2200	14590	550	14590
2200	14625	555	14625
2200	14660	530	14660
2200	14695	550	14695
2200	14730	550	14730
2200	14765	550	14765
2200	14800	550	14800
2200	14835	550	14835
2200	14870	550	14870
2200	14905	550	14905
2200	14940	550	14940
2200	14975	550	14975
2200	15010	550	15010
2200	15045	550	15045
2200	15080	530	15080
2200	15115	550	15115
2200	15150	555	15150
2200	15185	550	15185
2200	15220	550	15220
2200	15255	550	15255
2200	15290	550	15290
2200	15325	550	15325
2200	15360	550	15360
2200	15395	550	15395
2200	15430	550	15430
2200	15465	550	15465
2200	15500	550	15500
2200	15535	550	15535
2200	15570	550	15570
2200	15605	550	15605
2200	15640	555	15640
2200	15675	550	15675
2200	15710	530	15710
2200	15745	550	15745
2200	15780	550	15780
2200	15815	550	15815

2200	15850	550	15850
2200	15885	550	15885
2200	15920	550	15920
2200	15955	530	15955
2200	15990	550	15990
2200	16025	555	16025
2200	16060	550	16060
2200	16095	550	16095
2200	16130	550	16130
2200	16165	550	16165
2200	16200	550	16200
2200	16235	550	16235
2200	16270	550	16270
2200	16305	555	16305
2200	16340	550	16340
2200	16375	530	16375
2200	16410	550	16410
2200	16445	550	16445
2200	16480	550	16480
2200	16515	550	16515
2200	16550	550	16550
2200	16585	530	16585
2200	16620	550	16620
2200	16655	550	16655
2200	16690	555	16690
2200	16725	550	16725
2200	16760	550	16760
2200	16795	550	16795
2096	15097,5	505	15097,5

ANEXO 3

ANÁLISIS ESTADÍSTICO-PAQUETES DE HTTP EN TECNOLOGÍA GPON Y ADSL

Muestra: 98 datos.

Tecnología GPON			
# Paquetes enviados	Tiempo (s)	# Paquetes recibidos	Tiempo (s)
7	18420	7	18420
2	18455	2	18455
3	18490	3	18490
3	18525	3	18525
1	18560	1	18560
3	18595	3	18595
4	18630	4	18630
2	18665	2	18665
1	18700	1	18700
4	18735	4	18735
3	18770	3	18770
4	18805	4	18805
0	18840	0	18840
4	18875	4	18875
1	18910	1	18910
3	18945	3	18945
0	18980	0	18980
3	19015	3	19015
4	19050	4	19050
1	19085	1	19085
3	19120	3	19120
1	19155	1	19155
3	19190	3	19190
1	19225	1	19225
3	19260	3	19260
1	19295	1	19295
4	19330	4	19330
3	19365	3	19365
1	19400	1	19400
4	19435	4	19435
3	19470	3	19470
4	19505	4	19505
1	19540	1	19540
4	19575	4	19575
1	19610	1	19610
3	19645	3	19645
0	19680	0	19680
3	19715	3	19715

4	19750	4	19750
1	19785	1	19785
3	19820	3	19820
1	19855	1	19855
4	19890	4	19890
1	19925	1	19925
3	19960	3	19960
1	19995	1	19995
3	20030	3	20030
2	20065	2	20065
1	20100	1	20100
4	20135	4	20135
3	20170	3	20170
3	20205	3	20205
1	20240	1	20240
4	20275	4	20275
1	20310	1	20310
3	20345	3	20345
0	20380	0	20380
3	20415	3	20415
4	20450	4	20450
1	20485	1	20485
3	20520	3	20520
1	20555	1	20555
4	20590	4	20590
1	20625	1	20625
3	20660	3	20660
1	20695	1	20695
3	20730	3	20730
4	20765	4	20765
1	20800	1	20800
4	20835	4	20835
0	20870	0	20870
4	20905	4	20905
1	20940	1	20940
4	20975	4	20975
0	21010	0	21010
1	21045	1	21045
3	21080	3	21080
0	21115	0	21115
3	21150	3	21150
4	21185	4	21185
1	21220	1	21220
3	21255	3	21255
1	21290	1	21290

4	21325	4	21325
1	21360	1	21360
4	21395	4	21395
1	21430	1	21430
3	21465	3	21465
4	21500	4	21500
1	21535	1	21535
4	21570	4	21570
2	21605	2	21605
4	21640	4	21640
1	21675	1	21675
4	21710	4	21710
1	21745	1	21745
5	21780	5	21780
1	21815	1	21815
2,4	20117,5	2,4	20117,5

Tecnología ADSL			
# Paquetes enviados	Tiempo (s)	# Paquetes recibidos	Tiempo (s)
0	9800	0	9800
0	9835	0	9835
1,49	9870	1,49	9870
1	9905	1	9905
0,5	9940	0,5	9940
0,1	9975	0,1	9975
0,1	10010	0,1	10010
0	10045	0	10045
0,7	10080	0,7	10080
0	10115	0	10115
1,49	10150	1,49	10150
0	10185	0	10185
0,1	10220	0,1	10220
0	10255	0	10255
0,7	10290	0,7	10290
0	10325	0	10325
0	10360	0	10360
0	10395	0	10395
0,7	10430	0,7	10430
0	10465	0	10465
0,1	10500	0,1	10500
0,75	10535	0,75	10535
0,1	10570	0,1	10570
0	10605	0	10605
0,1	10640	0,1	10640

0	10675	0	10675
0,7	10710	0,7	10710
0,1	10745	0,1	10745
0,11	10780	0,11	10780
0,7	10815	0,7	10815
0	10850	0	10850
0,1	10885	0,1	10885
0,75	10920	0,75	10920
0,1	10955	0,1	10955
0	10990	0	10990
0,1	11025	0,1	11025
0	11060	0	11060
0,7	11095	0,7	11095
0,1	11130	0,1	11130
0,11	11165	0,11	11165
0,7	11200	0,7	11200
0	11235	0	11235
0,1	11270	0,1	11270
0,75	11305	0,75	11305
0,1	11340	0,1	11340
0	11375	0	11375
0,1	11410	0,1	11410
0	11445	0	11445
0,7	11480	0,7	11480
0,1	11515	0,1	11515
0,11	11550	0,11	11550
0,1	11585	0,1	11585
0	11620	0	11620
0,1	11655	0,1	11655
0	11690	0	11690
0,3	11725	0,3	11725
0	11760	0	11760
0	11795	0	11795
0	11830	0	11830
0	11865	0	11865
0	11900	0	11900
0,1	11935	0,1	11935
0	11970	0	11970
0	12005	0	12005
0,1	12040	0,1	12040
0	12075	0	12075
0,7	12110	0,7	12110
0	12145	0	12145
0,1	12180	0,1	12180
0,7	12215	0,7	12215

0,1	12250	0,1	12250
0	12285	0	12285
0	12320	0	12320
0	12355	0	12355
0,1	12390	0,1	12390
0,7	12425	0,7	12425
0	12460	0	12460
0,1	12495	0,1	12495
0,7	12530	0,7	12530
0,1	12565	0,1	12565
0	12600	0	12600
0	12635	0	12635
0	12670	0	12670
0,1	12705	0,1	12705
0,3	12740	0,3	12740
0	12775	0	12775
0	12810	0	12810
0	12845	0	12845
0	12880	0	12880
0	12915	0	12915
0,1	12950	0,1	12950
0	12985	0	12985
0	13020	0	13020
0,1	13055	0,1	13055
0	13090	0	13090
0,7	13125	0,7	13125
0	13160	0	13160
0,1	13195	0,1	13195
0,20	11497,5	0,20	11497,5

ANEXO 4

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL / ESCUELA DE POSGRADOS

Estudiante(s):	Adrian Stalin Gavilanes Carvajal
Programa de maestría:	Semipresencial
Proyecto desarrollado:	Comparación entre GPON Y ADSL para IPTV mediante RIVERBED MODELER
Fecha de entrega final del TT:	19 de Marzo del 2022
Línea de investigación institucional a la cual tributa el proyecto:	Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable
Beneficiarios directos e indirectos del proyecto:	
<p>Los principales beneficiarios son los usuarios que tienen la opción de acceder a más contenidos, pudiendo realizar búsquedas más personalizadas en medios alternativos y, por tanto, potencialmente interactuando con los contenidos que se ofrecen, también los proveedores del servicio podrán extender su cobertura para llegar a más usuarios, siendo así de gran importancia contar con las mejores medidas métricas de calidad de servicio.</p>	
Resumen de los aportes de la investigación para el área del conocimiento	
<p>realiza aportes tecnológicos ya que IPTV es una tecnología de punta que permite a las organizaciones e individuos interactuar con el contenido provisto. En la actualidad, numerosas aplicaciones inspiran esta tecnología porque, si bien la IPTV está integrada con muchas aplicaciones empresariales, su misión natural es la entrega de contenido.</p> <p>De esta forma, también puede realizar aportes sociales ya que tiene la facilidad de llegar a más usuarios con más contenido de calidad, facilitando así el acceso a la información, y favoreciendo a los difusores de información ya que pueden convertirse en productor y/o emisor de programas informativos y de entretenimiento para público seleccionado, ofreciendo la oportunidad de distribuir su contenido a través de canales privados a audiencias determinadas.</p> <p>Además, realiza aportes económicos ya que IPTV es una gran plataforma en donde las industrias pueden segmentar la publicidad así dirigiéndole a un público específico, personalizando los anuncios para que los usuarios tengan acceso en línea a la compra de productos y servicios, porque es información que llega a través de Internet.</p>	
Resumen de los aportes de vinculación con la sociedad: empresas, organizaciones y comunidades	

IPTV tiene el potencial de promover la inclusión tecnológica, creando una vinculación con la sociedad ampliando el acceso a la información, la educación, la salud y la cultura. En otras palabras, pueden promover el progreso en varios campos sociales, económicos y productivos, porque la IPTV utiliza una red bidireccional, brindando una gran cantidad de servicios interactivos para llegar a más usuarios creando un entorno que genera innovación tecnológica y creatividad. De esta manera, es posible impulsar el desarrollo tecnológico a nivel local, regional y nacional, acortando la brecha digital.

Nota: se adjunta al proyecto

Firmas de responsabilidad:

Estudiante	Profesor-tutor del proyecto	Coordinador del programa de maestría

Revisado por:

Coordinación de Vinculación con la Sociedad	Coordinación de Investigación



Yo, **Genesis Alondra Aldas Samaniego**, con C.I **0603905225**, en mi calidad de validador de la propuesta del proyecto titulado: **Comparación entre GPON Y ADSL para IPTV mediante RIVERBED MODELER**

Elaborado por el Ing. **Adrian Stalin Gavilanes Carvajal**, con C.I **0604257527**, estudiante de la Maestría en Telecomunicaciones, mención gestión de las telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Quito D.M., 17 de marzo de 2022



Firmado electrónicamente por:
**GENESIS ALONDRA
ALDAS SAMANIEGO**

MsC. Genesis Aldas Samaniego

C.I 0603905225

7241188980



Yo, Ing. Andrea Magali Llerena Pintag M.Sc, con C.I 0604224121, en mi calidad de validador de la propuesta del proyecto titulado: **Comparación entre GPON Y ADSL para IPTV mediante RIVERBED MODELER**

Elaborado por el Ing. **Adrián Stalin Gavilanes Carvajal**, con **C.I 0604257527**, estudiante de la Maestría en Telecomunicaciones, mención gestión de las telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Quito D.M., 17 de marzo de 2022



Firmado electrónicamente por:
**ANDREA MAGALI
LLERENA PINTAG**

Ing. Andrea Magali Llerena Pintag M.Sc.

C.I: 060422412-1

Registro SENESCYT: 1002-2019-2056984



Yo, **Andrés Fernando Morocho Caiza**, con C.I **0604201467**, en mi calidad de validador de la propuesta del proyecto titulado: **Comparación entre GPON Y ADSL para IPTV mediante RIVERBED MODELER**

Elaborado por el Ing. **Adrian Stalin Gavilanes Carvajal**, con C.I **0604257527**, estudiante de la Maestría en Telecomunicaciones, mención gestión de las telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Quito D.M., 17 de marzo de 2022



Firmado electrónicamente por:
**ANDRES FERNANDO
MOROCHO CAIZA**

Ing. Andrés Fernando Morocho Caiza Mg.

C.I. 0604201467

Registro SENESCYT: 1002-2018-1935917