



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**

**ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL PROTOCOLO IPTV APLICANDO EL SOFTWARE  
WIRESHARK PARA MEDIR FLUJO DE TRÁFICO EN LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN  
FIBRA ÓPTICA Y COAXIAL BASADO EN LA CONFIGURACIÓN DE UN PUERTO VLAN  
PARA USUARIOS DE ÚLTIMA MILLA DEL SERVICIO DE INTERNET**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero en Telecomunicaciones

AUTOR 1: ALEJANDRO ABEL COELLO SOLIS

AUTOR 2: PAUL WAGNER LEON ESPINAL

TUTOR: ING. PABLO FABIAN ECHEVERRIA ÁVILA, MSc.

Guayaquil-Ecuador

2022

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Alejandro Abel Coello Solis con documento de identificación N° 0952058568 y Paul Wagner Leon Espinal con documento de identificación N° 1721063715; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, <#día> de Agosto del año 2022

Atentamente,



---

Alejandro Abel Coello Solis

0952058568



---

Paul Wagner Leon

1721063715

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Alejandro Abel Coello Solis con documento de identificación No. 0952058568 y Paul Wagner Leon Espinal con documento de identificación No. 1721063715, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Análisis del rendimiento del protocolo IPTV aplicando el software Wireshark para medir flujo de tráfico en los medios de transmisión Fibra óptica y Coaxial basado en la configuración de un puerto VLAN para usuarios de última milla del servicio de internet”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Telecomunicaciones, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, <#día> de Agosto del año 2022

Atentamente,



---

Alejandro Abel Coello Solis  
0952058568



---

Paul Wagner Leon Espinal  
1721063715

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Pablo Fabian Echeverria Ávila con documento de identificación N° 0916893357, docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL PROTOCOLO IPTV APLICANDO EL SOFTWARE WIRESHARK PARA MEDIR FLUJO DE TRÁFICO EN LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN FIBRA ÓPTICA Y COAXIAL BASADO EN LA CONFIGURACIÓN DE UN PUERTO VLAN PARA USUARIOS DE ÚLTIMA MILLA DEL SERVICIO DE INTERNET, realizado por Alejandro Abel Coello Solis con documento de identificación N° 0952058568 y por Paul Wagner Leon Espinal con documento de identificación N° 1721063715, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, <#día> de Agosto del año 2022

Atentamente,

---

Pablo Fabian Echeverria Ávila  
0916893357

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO**

*El presente trabajo de titulación lo dedico principalmente a Dios, por brindarme la inteligencia, fortaleza y sabiduría necesaria para seguir adelante en todo momento.*

*A mis padres, por darme todo el apoyo, confianza, formarme con buenos valores y ser todo un ejemplo a seguir. A mi familia, en especial a mis abuelos por sus buenos consejos y quien siempre me brindaron todo su apoyo y cariño desde pequeño.*

*A mis profesores quienes gracias a su dedicación, paciencia y tiempo lograron hacer de mí una mejor persona, no solo en el ámbito académico sino en la vida personal.*

*A mis amigos quienes han compartido sus alegrías, apoyo, gratitud y lealtad conmigo siempre.*

*Alejandro Abel Coello Solis*

*El presente se proyecto se lo dedico principalmente a Dios todo poderoso, que me dio el don, sabiduría y desempeño para alcanzar las metas que me he propuesto hasta el día de hoy*

*A mis padres por haberme acompañado durante todo momento en el que me supieron guiar encaminar en lo que me propongo también me enseñaron los buenos valores, a mi hermana por darme los consejos en los momentos más difíciles. A mi familia que me dieron el apoyo necesario y sus consejos*

*A mis profesores quienes con sus conocimientos impartidos y amplia experiencia hicieron de mí una mejor persona tanto como el ámbito laboral, académico y vida personal, a mis amigos que con su apoyo necesario realizaron que a lo largo de mi carrera profesional hicieron inspirarme para seguir siempre adelante con mis objetivos*

*Paul Wagner Leon Espinal*

## ABREVIATURAS

### A

AN	Apertura Numérica
AWG	American Wire Gauge
ANSI	American National Standards Institute

### C

CMTS	Cable Modem Termination System
CPE	Costumer Premise Equipment

### D

DB	Decibel
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specifications
DTV	Digital Television

### E

EIA	Electronic Industries Alliance
EMC	Electromagnetic Compatibility

### F

FTP	Foiled Twisted Pairs
FTTH	Fiber to the Home

### H

HD	High-Definition
HFC	Hybrid Fiber-Coaxial
HTTP	Hypertext Transfer Protocol

### I

IP	Internet Protocol
IPTV	Internet Protocol Television
IGMP	Internet Group Management Protocol

### L

LAN	Local Area Network
-----	--------------------

### M

MAC	Media Access Control
-----	----------------------

MAN	Metropolitan Area Network
MPEG	Moving Picture Experts Group
<b><u>Q</u></b>	
OLT	Optical Line Terminal
ONT	Optical Network Terminal
OSI	Open Systems Interconnection
<b><u>P</u></b>	
PON	Passive Optical Networking
PVC	Polyvinyl Chloride
<b><u>Q</u></b>	
QoS	Quality of Service
<b><u>R</u></b>	
RJ	Jack Register
<b><u>S</u></b>	
SD	Standard Definition
SLR	Pérdida de Retorno Estructural
SNR	Signal to Noise Ratio
STP	Shielded Twisted Pair
<b><u>T</u></b>	
TCP	Transmission Control Protocol
TDMA	Time Division Multiple Access
TIA	Telecommunications Industry Association
TV	Television
<b><u>U</u></b>	
UDP	User Datagram Protocol
USB	Universal Serial Bus
UTP	Unshielded Twisted Pair
<b><u>V</u></b>	
VC	Video Codec-1
VLAN	Virtual LAN

VMPS VLAN Management Policy Server

WAN Wide Area Network

WDM Wavelength Division Multiplexing



## **RESUMEN**

En el presente proyecto de titulación se realiza un estudio de rendimiento del protocolo IPTV, usando dos tipos de medios de transmisión, estos temas se encuentran relacionados en la rama de las telecomunicaciones. El análisis tiene como finalidad hacer la comparativa de los dos tipos medios de transmisión haciendo uso de dos tipos de proveedores de internet: por cable coaxial y por cable de fibra óptica, usando un software de análisis de red llamado Wireshark para medir el tráfico de red aplicado a dicho protocolo previamente mencionado, debido a los problemas que afrontan los usuarios de última de milla del servicio de internet para poder hacer uso del protocolo IPTV de una manera fluida se opta por realizar la configuración de un puerto VLAN en cada router de los dos proveedores de internet de dichos medios de transmisión. Para lograr esta comparativa se recurre al uso del software Wireshark para analizar las gráficas con el ancho de banda y el tiempo en que se pierde cada paquete de red primero haciendo la prueba sin y luego con la configuración del puerto VLAN. Para el proyecto se investiga diferentes técnicas como por ejemplo filtrado por IP o TCP que pudieran servir de apoyo para interpretar los resultados obtenidos de las pruebas realizadas y mejorar la QoS (calidad del servicio) del usuario usando técnicas como bridging/routing. Finalmente, este proyecto sirve como un aprendizaje para los usuarios de última milla y que puedan comparar el tipo de medio de transmisión con el cual se accede al servicio de internet.

**Palabras claves:** Ancho de banda, IPTV, QoS, VLAN.

## **ABSTRACT**

In the present work, an analysis of the performance of the IPTV protocol is carried out, using two types of transmission media, these issues are related in the field of telecommunications. The purpose of the analysis is to compare the two types of transmission media using two types of internet providers: coaxial cable and fiber optic cable, using network analysis software called Wireshark to measure network traffic. applied to said previously mentioned protocol, due to the problems faced by last mile users of the internet service to be able to use the IPTV protocol in a fluid way, it is decided to configure a VLAN port in each router of the two internet providers of such transmission media. To achieve this comparison, the use of the Wireshark software is used to analyze the graphs with the bandwidth and the time in which each network packet is lost, first doing the test without and then with the VLAN port configuration. For the project, different techniques were investigated, such as IP or TCP filtering that could serve as support to interpret the results obtained from the tests carried out and improve the user's QoS (quality of service) using techniques such as bridging/routing. Finally, this project will serve as an apprenticeship for last-mile users so that they can compare the type of transmission medium with which they will access the internet service.

**Key words:** Bandwidth, IPTV, QoS, VLAN.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	I
Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación.....	II
Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana.....	III
Certificado de Dirección del Trabajo de Titulación.....	IV
Dedicatoria y agradecimiento.....	V
Resumen.....	VI
Abstract.....	VII
Índice de contenido.....	VIII
Introducción.....	1
Problema.....	5
Objetivos Generales y Específicos.....	6
Revisión de la literatura o fundamentos teóricos.....	7
Marco metodológico.....	9
Resultados.....	39
Cronograma.....	45
Presupuesto.....	47
Conclusiones.....	48
Recomendaciones.....	49
Referencias bibliográficas.....	50
Anexos.....	52

## **INTRODUCCIÓN**

*“IPTV se ha convertido en la denominación más común para los sistemas de distribución por suscripción de señales de televisión y/o vídeo usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP (Protocolo de internet) y a su vez, cada día se mejoran la funcionalidad de las tecnologías y aplicaciones para entregar una buena QoS”.* (Velásquez, Moreno, & Orlando, 2021)

En un sistema IPTV, la televisión digital (DTV) se entrega a los usuarios a través de una red de conmutadores de paquetes IP. Cabe recalcar que IPTV se diferencia de la TV por Internet en que permite a los usuarios ver películas o canales de TV con el máximo impacto; mientras que los sistemas de IPTV requieren una adecuada gestión tanto del servicio como de la red de telecomunicaciones que permita asegurar la calidad del contenido que se brinda a los usuarios. (Rueda & Ramos, 2013)

Sabemos que las VLAN en el ámbito de las redes mejoran el rendimiento e implementan medidas de seguridad más sólidas, y es relativamente fácil saber cuándo necesitamos una VLAN para implementar una de estas medidas por lo que no usar una VLAN afecta el rendimiento de toda la red cuando hay muchos usuarios conectados como un servicio que desea utilizar para el entretenimiento.

### **1.1. IPTV**

El sistema de televisión por protocolo de Internet (IPTV) describe el mecanismo para transmitir flujos de contenido de video a través de una red utilizando el protocolo IP. Los beneficios de este mecanismo de entrega de señal de TV van desde un soporte interactivo mejorado hasta tiempos de cambio de canal más rápidos y una mejor interoperabilidad con las redes domésticas existentes. (O’Driscoll, 2008)

### **1.2. VLAN**

Una VLAN consta de un conjunto de dispositivos de red interconectados (concentradores, puentes, conmutadores o estaciones de trabajo). Lo definimos como una subred definida por software y lo tratamos como un dominio de difusión que puede estar en el mismo entorno físico o en el mismo entorno. Pueden estar en diferentes áreas de la corporación. (Huaman, 2008)

La tecnología VLAN se basa en el uso de switches en lugar de hubs de manera que permite una gestión más inteligente del tráfico de la red porque el dispositivo opera en la capa 2 del modelo OSI y puede aislar el tráfico, mejorando así el rendimiento de toda la red. (De Luz, 2022)

### **1.3. Ancho de banda**

El ancho de banda en un entorno de red es un recurso finito y, en cualquier momento, la saturación de los usuarios de la red y la competencia de recursos entre aplicaciones puede hacer que la información se mueva por debajo del ancho de banda y la disponibilidad de la red, lo que afecta a los servicios, reduce su nivel de calidad o los pierde por completo. (Bustillos, 2014)

### **1.4. Protocolo**

Un usuario de computadora se convierte en cliente cuando intenta acceder a un sitio web de la misma manera que puede solicitar información sobre un servicio o producto de un proveedor que identifica como el servidor a través de la línea telefónica. El método de acordar cómo enviar y recibir un artículo comprado por teléfono se llama protocolo. (Estrada, 2004)

### **1.5. IP**

El protocolo IP es responsable de marcar cada paquete de información con las direcciones de origen y destino adecuadas. Cada computadora conectada a Internet tiene una dirección de Internet (dirección IP) que es única, exclusiva y diferente de cualquier otra computadora en Internet. Cada programa o aplicación web necesita saber la dirección IP de la computadora con la que desea comunicarse. (Fernández, Protocolo TCP/IP)

### **1.6. TCP**

TCP (Transmission Control Protocol) es el encargado de recibir la información transmitida y dividirla en paquetes o segmentos. También numera cada paquete para que el destinatario pueda verificar la información y ponerla en el orden correcto. En el receptor, el software TCP extrae información de estos paquetes y los clasifica en consecuencia. (Fernández, Protocolo TCP/IP)

## **1.7. UDP**

Protocolo de datagramas de usuario o UDP. Esto se usa en lugar del protocolo TCP en algunas aplicaciones. El protocolo UDP es mucho más simple porque no tiene que preocuparse de que los paquetes de información se pierdan o lleguen en un orden particular. UDP se usa a menudo en programas que envían mensajes cortos que solo se reenvían si no reciben una respuesta dentro de un cierto período de tiempo. (Fernández, Protocolo TCP/IP)

## **1.8. HTTP**

*“HyperText Transfer Protocol o HTTP, es considerado el corazón de la web, está definido en [RFC 1945] y [RFC 2616]”* y se implementa en dos programas que se ejecutan en diferentes sistemas: el programa cliente y el programa servidor, el programa de intercambio de mensajes HTTP. La estructura de estos mensajes está determinada por HTTP cuando el cliente y el servidor los intercambian. (Anturi, 2020)

## **1.9. Bluestacks**

BlueStacks es un programa que ha sido popular durante mucho tiempo porque le permite ejecutar aplicaciones de Windows en Android. BlueStacks App Player le permite ejecutar rápidamente aplicaciones de Android en pantalla completa en computadoras y tabletas con Windows. (Gaikar, 2012)

## **1.10. Wireshark**

Wireshark es un analizador de paquetes de red. Intenta interceptar paquetes de red y mostrar estos paquetes con el mayor detalle posible. Se puede pensar en un analizador de paquetes de red como un dispositivo de medición que se usa para verificar lo que sucede en un cable de red, al igual que un electricista usa un voltímetro para verificar lo que sucede en un cable. En el pasado, tales herramientas eran muy costosas, propietarias o ambas. (Sharpe, Warnicke, & Lamping)

### **1.11. HFC**

Una red de comunicación por cable que admite la distribución de señales mediante la combinación de fibra óptica y cable coaxial se denomina red HFC (coaxial de fibra híbrida). Esta red se utiliza para proporcionar servicios de banda ancha. (Escobar, Bedoya, & Cano, 2007)

### **1.12. FTTH**

Las redes FTTH pertenecen a la familia de sistemas de transmisión FTTx dentro del mundo de las telecomunicaciones. Estas redes, consideradas de banda ancha, tienen la capacidad de transportar gran cantidad de datos e información a velocidades binarias muy elevadas, hasta un punto próximo al usuario final. La familia FTTx, comprende un conjunto de tecnologías basadas en el transporte de señales digitales a través de fibra óptica como medio de transmisión. (Corchero, 2009)

### **1.13. QoS**

La calidad de servicio (QoS) es la capacidad de un elemento de red (una aplicación, un proveedor) para mantener niveles satisfactorios de manejo de tráfico y servicio. (Semeria, 1999)

## **PROBLEMA**

El problema nace por la gran demanda de consumo del recurso de ancho de banda que posee una red alámbrica o en su defecto una red inalámbrica cuando recién está comenzando con un sistema de entretenimiento llamado Internet Protocol Television (IPTV). Al momento de transmitir la televisión por internet, el número de dispositivos conectados a la red hace que disminuya este recurso. Para obtener una óptima calidad del servicio depende de algunos factores, tales como: el medio de transmisión, el rendimiento de la red, la configuración en la red, el perfil de los servicios y contenidos.

Hoy en día la tecnología se ha transformado en un elemento básico de los seres humanos y en las actividades diarias que realiza, lo cual conlleva a que el servicio de Internet se convirtió en una necesidad ya sea por trabajo, por aprendizaje o entretenimiento, y la gestión de la información, así como los diferentes servicios se pueden brindar, cada vez hay más solicitudes de ancho de banda no solo de usuarios profesionales, sino también de clientes privados. Lo importante para el usuario hoy en día es tener acceso a internet de una manera fluida y algo innovador de esta tecnología IPTV es que modifica el concepto de la manera en que se ve televisión.

El funcionamiento de este sistema capta canales de televisión bajo demanda en dirección IP específica, obteniendo así un alto ancho de banda en Internet.

Para obtener una buena calidad del servicio (QoS), el recurso de ancho de banda debe ser constante lo que permite obtener mejores resultados con relación a la calidad de imagen y sonido.

En una línea de cobre es menor el recurso de ancho de banda por la frecuencia en que trabaja, a parte que es un recurso muy limitado que solo puedo operar ciertos servicios como voz y datos. Dado este resultado, nace la idea de la transmitir por cable coaxial porque permite la transmisión de energía y datos sobre el mismo cable, tiene una alta protección: excelente durabilidad de compatibilidad electromagnética (EMC). En una línea de cobre, la atenuación de la señal es mayor y requiere una mayor cantidad de amplificadores que la fibra óptica (FTTH), que tiene menos atenuación y requiere menos amplificadores. Posee una tasa de datos más alta, y está inmune de ruido eléctrico porque al ser un material completamente dieléctrico, no conduce electricidad.



## **OBJETIVO GENERAL**

Analizar el rendimiento del protocolo IPTV aplicando el software Wireshark para medir flujo de tráfico en los medios de transmisión Fibra óptica y Coaxial basado en configurar un puerto VLAN para usuarios de última milla del servicio de Internet.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Usar los dos tipos de medio de transmisión (fibra óptica y cable coaxial) para la elaboración de las pruebas en el router TP-Link y Totolink.
- Realizar la configuración de un puerto VLAN en los equipos router TP-Link Archer C50 y Totolink A3002RU para realizar la prueba de medición de la señal de tráfico del proveedor de internet de fibra óptica y de cable coaxial.
- Medir la señal transmitida de los dos medios de transmisión a través del simulador de un sistema de IPTV y Analizar los datos que se obtienen al momento de utilizar el software de simulación Wireshark.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Se han determinado una serie de estudios y encuestas relacionados con el sistema de televisión basada en IP (IPTV), entre los que se destacan los trabajos más fundamentales que permitieron la elaboración de este documento.

Estudio de Alvaro Gabriel Vázquez Calle y Pedro Daniel Elaje Alvares autores de la tesis *“Estudio para brindar el servicio de IPTV en una red a la ciudad de Azogues”* (Vázquez & Elaje, 2018), en la cual realizan un estudio técnico y diseño de la red para implementar el servicio de IPTV la cual indican las bases en las que se compone un sistema de IPTV, canalización, decodificación, estructura y el costo con el que se puede llegar a implementar.

En el estudio se concluyó que el ancho de banda de los sistemas de IPTV puede convertirse en una limitación a la hora de brindar esta tecnología a los hogares, ya que requiere un ancho de banda dedicado y costoso, lo que hace que IPTV se asemeje más a servicios de televisión complejos.

Estudio de Marcos Gerardo Espinoza Ortega y Andrés Felipe Orellana Cordero autores de la tesis *“Estudio de factibilidad técnico-económico para la implementación de IPTV (Internet Protocol Television) en la red de cobre de la “Empresa CNT azogues”* (Espinoza & Orellana, 2011), en la actual ellos evalúan la factibilidad del sistema de IPTV en una red de cobre en la cual destaca la evolución, los parámetros y sus características.

En este proyecto se llega a la conclusión que las ventajas más importantes de la plataforma IPTV son: la capacidad de administrar mayores cantidades de contenido gracias a la liberación del canal, desarrollar aplicaciones interactivas y reducir los costos de envío. Funciona a diferencia de otras ofertas de TV en el mercado como la satelital o televisión por cable.

En él recomiendan que, a diferencia de un servicio de Internet cuyo tráfico es agregado, IPTV requiere más ancho de banda y puede que haya que tener en cuenta el crecimiento de la demanda del servicio con el tiempo.

Estudio de Diego Fernando Ruano Chinguercela autor de las tesis *“Propuesta de implementación de calidad de servicio (QoS) en redes locales virtuales (VLAN) mediante las normas 802.1D y 802.1Q aplicado a la empresa Sinergy Hard”* (Ruano, 2016). En este documento se basa en realizar una mejora en la calidad de servicio implementando una estructura que

conformen un grupo de puertos VLAN's, en la cual designa diferentes parámetros de seguridad, fiabilidad, controles de recursos y detallar en que segmentos trabajan los puertos VLAN's.

Donde este documento concluye que para crear una mejor QoS en una red es necesario conocer y definir las clases y tipos de servicios que se van a tratar y que el uso de QoS trae muchos beneficios que la LAN, VLAN o WAN nivel e incluso los proveedores de servicios proporcionan. (Ruano, 2016)

Aconsejan que el modelo de dirección IP estática es recomendable distinguir y observar el tráfico de la red en ciertos intervalos, para detectar posibles interrupciones en el futuro que pueden presentar.

## MARCO METODOLÓGICO

El proyecto consta de seis fases:

La **primera** es el realizar un esquema del diseño a ejecutar en el proyecto.

La **segunda** es el estudiar y conocer los fundamentos teóricos de los medios de transmisión y cómo estos se relacionan con el internet, el protocolo IPTV, el software Wireshark y la red de área local virtual.

La **tercera** fase trata sobre adquisición de información del cable LAN y del cable de fibra óptica y cable coaxial orientado a las redes: FTTH y HFC.

La **cuarta** fase es obtener información acerca de IPTV orientado tanto a una red FTTH como a una red HFC, enfocado en todo lo relacionado a la estructura, sus ventajas y desventajas del uso de estas redes.

La **quinta** fase consta en analizar, estudiar y obtener información acerca del software Wireshark y la VLAN en cuanto a su uso en el ámbito de redes informáticas y telecomunicaciones, la calidad del servicio, las técnicas apropiadas para su uso y las ventajas que proporciona.

La **sexta** fase establece el proceso o método a realizar para la ejecución del proyecto junto con la adquisición de información y especificaciones acerca de los equipos router: **TP-Link Archer C50** y **Totolink A3002RU**.

➤ Esquema del diseño:

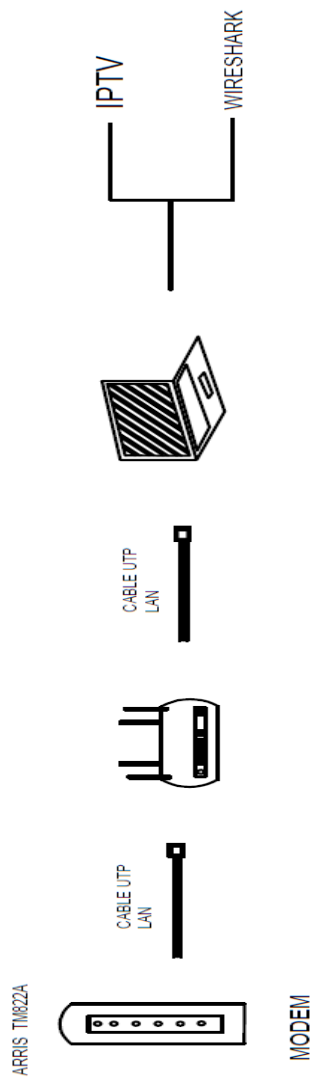
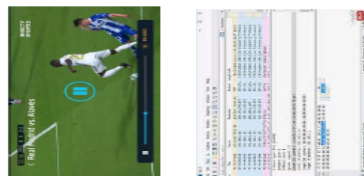


Figura 1. Esquema del diseño en coaxial.

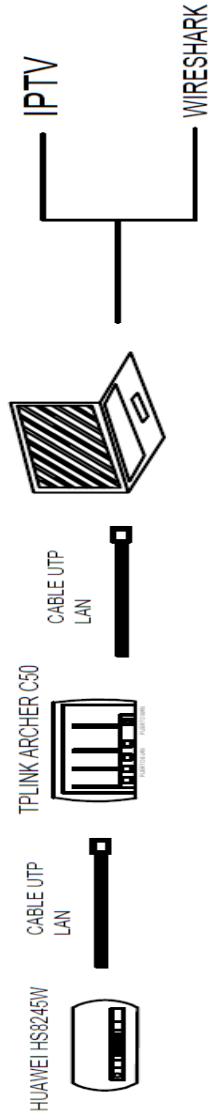


Figura 2. Esquema del diseño en fibra óptica.

## ➤ **Fundamentos teóricos**

### **Medios de transmisión**

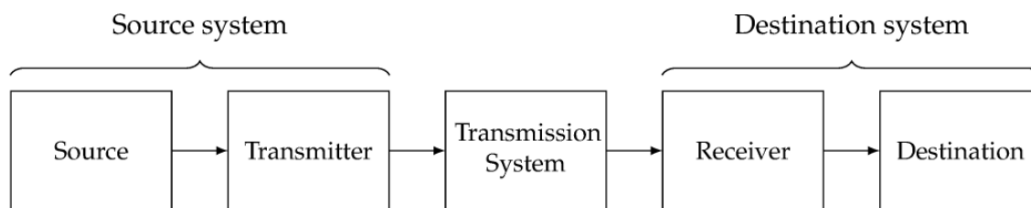
El medio de transmisión es el que se encarga de formar el medio físico entre emisor y receptor con la finalidad de llevar el flujo original de bits de una máquina a otra. Los medios de transmisión no forman parte del nivel físico del modelo OSI, pero es incuestionable su importancia en el mundo de las redes. (Sanchez, Barchino, & Martínez, 2020)

(ver Fig. 3) para tener una mayor noción de un modelo de transmisión.

En ambos casos, por medio de ondas electromagnéticas se da la transmisión. (Molina, 2015)

Entre los tipos de medios se puede encontrar: los guiados que usan el cable físico como medio de transmisión y por otro lado los no guiados que no usan un medio de transmisión físico.

Ejemplos de dichos medios guiados son: cables coaxiales, fibras ópticas y pares trenzados. Para los medios no guiados se encuentran: microondas, ondas de radio, etc.



*Figura 3. Modelo de transmisión simplificado (Entrialgo, y otros, 2018).*

## ➤ **Atributos de los medios de transmisión: Cable coaxial, de fibra óptica y UTP**

### **A. Cable coaxial**

Este es un tipo de cable que se suele utilizar para transportar señales eléctricas de alta frecuencia. (Castaño, 2013)

Tiene un mayor ancho de banda que el par trenzado, normalmente y se utiliza para transmisión de datos, vídeo y voz. (Fernández, Medios de Transmisión, 2008)

## A.1 Parámetros de los cables coaxiales

Tabla 1. Parámetros y características de los cables coaxiales

<b>Impedancia característica (Ohm)</b>	Se refiere a una relación de tensión aplicada por un cable coaxial de una longitud infinita.
<b>Impedancia de transferencia (Ohm/m)</b>	Se puede definir de la eficiencia del blindaje del conductor externo.
<b>Capacitancia (F/m)</b>	Es el valor de la medida entre el conductor central y el conductor externo.
<b>Velocidad de propagación (%)</b>	Se refiere a la velocidad de propagación de la señal en el cable de fibra y la velocidad de propagación de la luz en el vacío.
<b>Atenuación (dB/m)</b>	Se refiere a la pérdida de potencia a una determinada frecuencia, expresada generalmente en decibel cada 100 metros.
<b>Potencia de transmisión (W)</b>	Se refiere a la potencia que se puede transmitir a una determinada frecuencia sin que la temperatura del cable pueda afectar al funcionamiento del mismo.
<b>Tensión de Trabajo (kV)</b>	Esta genera la máxima tensión entre el conductor externo e interno a la cual esta puede trabajar constantemente en el cable sin que se generen las nocivas consecuencias del “efecto corona”.
<b>Pérdidas de retorno estructural (S.R.L)</b>	Estas son pérdidas por retorno ocasionadas por falta de uniformidad en el tipo construcción y en los materiales utilizados.

Fuente: Tomado de Electricasas, (s/f).

## A.2. Cable Coaxial en una red HFC (Híbrido de Fibra Coaxial)

El cable coaxial es un medio de transmisión muy común para comunicar señales de televisión, especialmente en redes HFC.

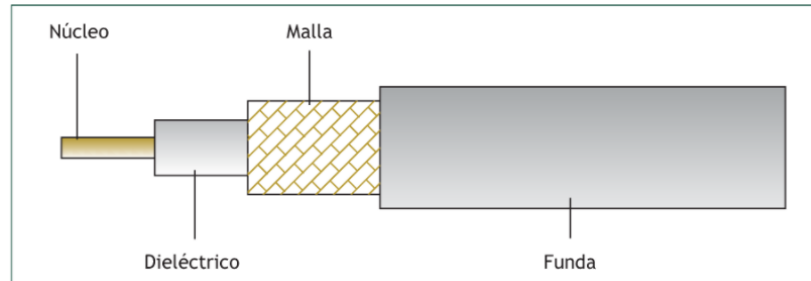
Este es específicamente responsable de la comunicación entre el CMTS y el módem por cable. Su "enlace" es muy importante para el sistema bidireccional y la comunicación de datos a por de Internet y se llama DOCSIS.

*“Un nodo híbrido de fibra y coaxial (HFC) es un dispositivo de campo de dos vías que convierte las frecuencias analógicas a señales digitales y viceversa.”* (Tumbalobos, 2016)

Los nodos HFC a menudo se ubican en áreas donde se pueden enlazar en la mayor cantidad de usuarios con la distancia media general más corta. Estos nodos individuales se conectan a un nodo central en la terminal del proveedor.



“Los equipos del cliente o CPE (Customer Premise Equipment) por sus siglas en inglés, tales como una PC casera, se comunican sobre una conexión de red utilizando el protocolo IP. Usualmente esto es hecho con una tarjeta de interfaz de red Ethernet y un cable de categoría-5 (CAT5)” (Tumbalobos, 2016); sin embargo, los modelos de módem más actuales tienen una interfaz USB. El módem por cable en sí está conectado a un cable coaxial compartido, que generalmente conecta varios módems y termina en el nodo HFC.



**Figura 4. Esquema del Cable Coaxial (Castaño, 2013).**

La red HFC se compone por tres estructuras básicas para proporcionar la interconexión hacia el cliente:

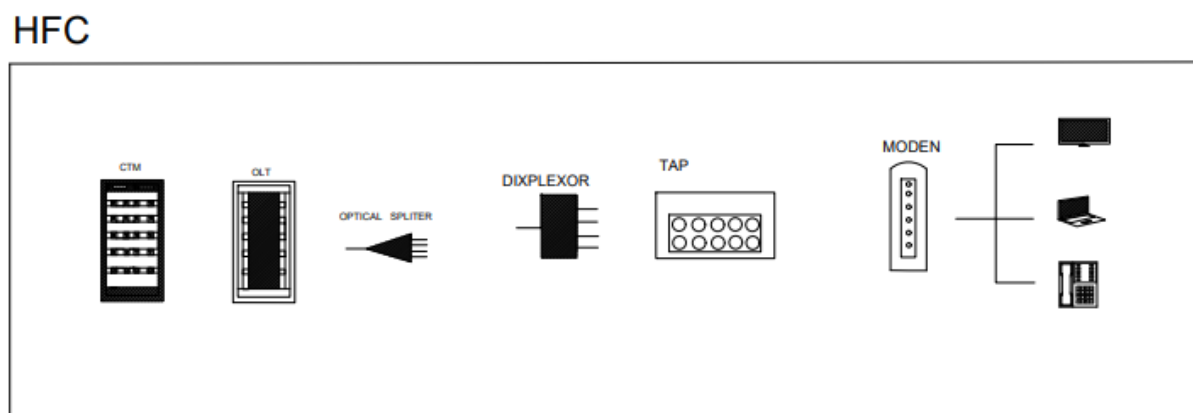
**Planta interna:** Esto se denomina configuración HFC interna del dispositivo CMTS para conectarse al terminal de la red, el conmutador de IP está incluido en el mismo segmento, por lo que las nubes de red IP donde se encuentra la red de transporte permiten la conexión entre el conmutador IP del dispositivo con la configuración interna de los nodos al CMTS.

“El primer equipo a conformar la planta interna es el CMTS quien recibe la información a través de fibra óptica por medio de la Red IP. Una característica de estos equipos son sus conexiones ya que por cada downlink se le conectan 4 uplinks.” (Tumbalobos, 2016)

**Planta Externa:** Este segmento de la red HFC comprende en la transmisión de la señal desde el interior de la empresa hacia el cliente, el dispositivo utilizado es un nodo óptico, el mismo se encarga de convertir la señal óptica de la fibra óptica interna de la empresa en una señal eléctrica, es decir transmitida a través de cable coaxial y se instalan nodos ópticos en lugares estratégicos.

“Entre los nodos ópticos pueden existir amplificados cuando la distancia entre el cliente sea mayor y si esta supera la distancia se colocan armarios, estos son pequeños nodos que permiten reconstruir la señal y volver a transmitirla.” (Tumbalobos, 2016)

**Usuario final:** Esta parte es la encargada de conectar el cable coaxial en el cable módem al mismo dispositivo del usuario final, que recibe diferentes servicios como telefonía, Internet y televisión, se cree que, en esta nueva era, “el sistema de IPTV es en forma de IP para cable. módem y para conectarse a la TV, el medio de transmisión puede ser cable coaxial, como se llama IPTV debido a la construcción del conector y su medio de transmisión.” (Tumbalobos, 2016)



*Figura 5. Esquema de los componentes de una red HFC.*

## **B. Cable de Fibra óptica**

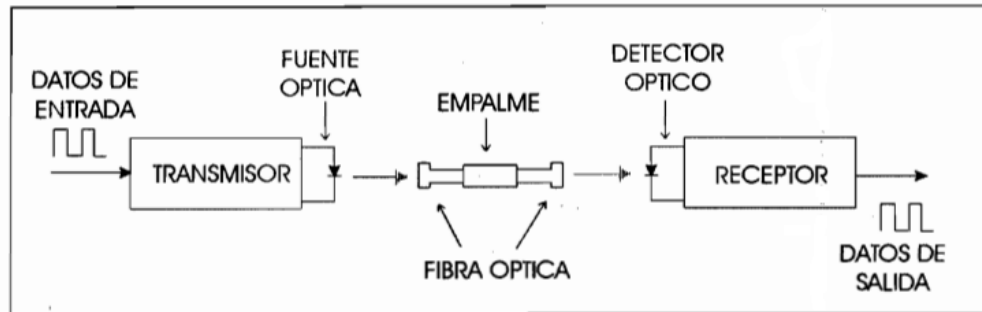
El cable de fibra óptica es un recurso de red apto para transmitir pulsos de luz modulada. Entre sus características más importantes se obtiene que proporciona velocidades de datos más altas, mayor distancia de propagación de la señal y no es susceptible a interferencias electromagnéticas ni de radiofrecuencia. (Castaño, 2013)

El cable de fibra óptica envía señales por medio de pulsos de luz y es ideal para comunicar datos a alta velocidad y capacidad.

La fibra óptica posee tiene un sistema de transmisión compuesta por los siguientes elementos: Transmisor, Fibra óptica, Regenerador óptico y Receptor óptico. (Mariana, 2015)

(ver Fig. 6) para un mejor entendimiento de los componentes que intervienen en un sistema de transmisión de fibra óptica.

Los dos principios básicos y fundamentales para el correcto funcionamiento de este cable son la reflexión y refracción.



*Figura 6. Elementos de un sistema de transmisión de fibra óptica (Mariana, 2015).*

### **B.1. Parámetros característicos del cable de fibra óptica**

- **Atenuación:** Esta se da por medio de una reducción de potencia óptica conforme las señales se transportan a lo largo de la vía de transmisión, pese a que no exista refracción. Las pérdidas están causadas por algunos factores que se pueden clasificar en: Pérdidas extrínsecas e intrínsecas.

- **Ancho de Banda:** Este suele ser limitado por la dispersión modal en Fibra óptica Multimodo y en Fibra óptica Monomodo es la dispersión cromática. (Vázquez & Elaje, 2018)

- **Apertura Numérica:** Esta representa a el ángulo máximo de acoplamiento para que de esta manera los rayos de luz sean capturados por el núcleo de la fibra óptica. A la Apertura Numérica (AN), se la conoce como el seno del ángulo de aceptación ( $\alpha$ ), y está dada por la siguiente expresión:  $AN = \text{Sen}(\alpha)$ , donde:  $AN = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ . (Cabezas & Pinto, 2014)

### **B.2. Clases de fibras ópticas**

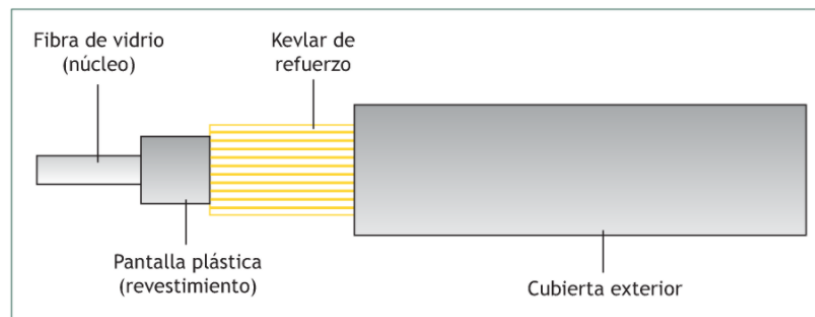
Existen dos clases de fibras ópticas de acuerdo con la cantidad de trayectorias de propagación que tienen, las multimodo tienen varios caminos para la circulación de la luz y las monomodo solamente uno. (GeoEnciclopedia, s.f.)

### B.3 Cable de Fibra óptica en una red FTTH (Fibra hasta el Hogar)

Actualmente, esta tecnología en todo su esplendor para redes ópticas es la Red Óptica Pasiva (PON). En este tipo de red no hay ningún elemento activo en el bucle que transmita la señal a través de varios divisores. El uso exclusivo de dispositivos pasivos ha reducido significativamente los costos, lo que convierte a esta topología en la mejor solución para las redes de acceso de usuarios y conduce a la aparición de redes de fibra óptica para interiores. (Prieto, 2014)

En una red óptica típica, el elemento activo establece una conexión dedicada con cada receptor, pero en una red PON, todos los paquetes se distribuyen por todas partes, por lo que se requiere el filtrado de información del propio receptor.

La información se envía desde un transmisor llamado OLT (Optical Line Termination). El dispositivo utiliza técnicas WDM y TDMA para entregar información a los usuarios a través de un rayo láser. (Prieto, 2014)



*Figura 7. Esquema del cable de fibra óptica (Castaño, 2013).*

La red FTTH se compone por tres estructuras básicas para proporcionar la interconexión hacia el cliente:

**Planta Interna:** *“Este servicio de dominio técnico resuelve la continuidad de la red IP para dispositivos XGPON OLT. Este conjunto es el único que forma su propio conjunto ya que tiene una diferencia significativa en el consumo de recursos con este tipo de dispositivo.”* (Tumbalobos, 2016)

La OLT está equipada con fibra óptica en la entrada y funciona principalmente como administrador del tráfico de entrada y salida. De esta forma, se puede administrar las redes de distribución y los canales de distribución que se distribuyen durante la transferencia de datos hacia planta externa.

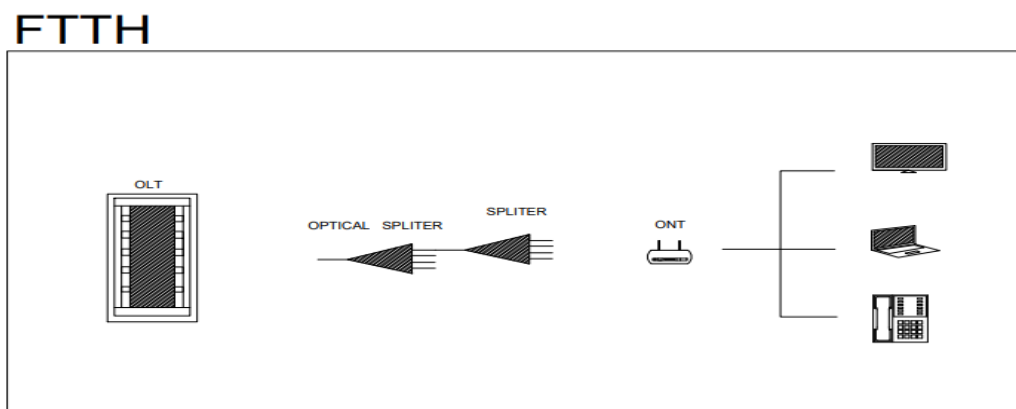
“OLT operará en tres longitudes de onda para servicios de transmisión, incluido IPTV. Los datos de enlace descendente utilizan 1550 nm para servicios de video y 1310 nm para servicios de voz y datos.” (Tumbalobos, 2016)

Inicialmente, este dispositivo se considera una gran inversión, pero el mantenimiento refleja un bajo costo y alta calidad debido a la pequeña cantidad de ranuras dedicadas que requieren menos mantenimiento. Hay aún etiqueta de origen, etiqueta de enlace descendente, etiqueta de enlace ascendente, etiqueta de comando y control y etiqueta de servicio que son responsables de manejar encabezados u otras etiquetas.

**Planta Externa:** Esta área se compone principalmente de dispositivos pasivos, lo que significa que el dispositivo no necesita una fuente de alimentación para funcionar correctamente. Se colocan entre una o dos capas de divisores ópticos o detectores, según el número de clientes atendidos en el proceso.

“Si se establece un nivel de splitter, se utiliza un total de 32 usuarios por fibra, ya que se utiliza un duplexor 1x32. Sin embargo, si es en dos niveles, se considera que la primera capa consta de hasta 16 fibras y la segunda capa consta de hasta ocho ramas.” (Tumbalobos, 2016)

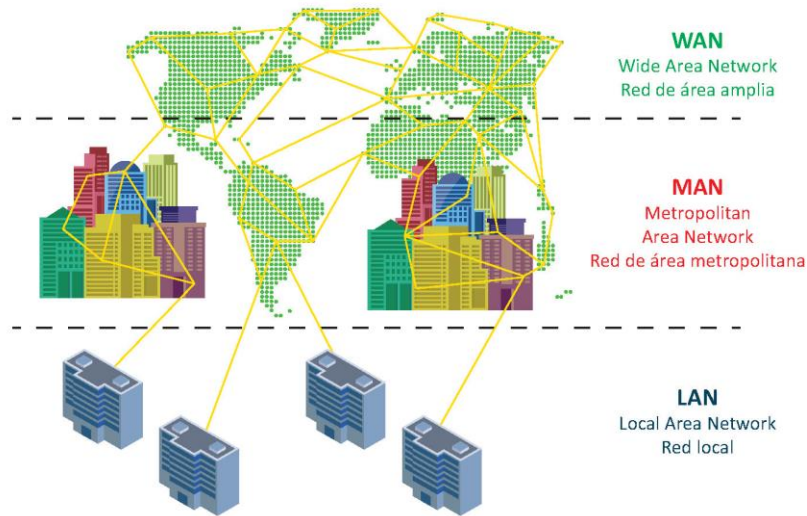
**Cliente:** Con este tipo de tecnología del lado del usuario, si la fibra llega a la ONT, ésta se encarga de llevar el servicio por fibra a los terminales del dispositivo. El equipo de la ONT puede emitir el servicio de IPTV por cable o Wi-Fi conectando el adaptador al televisor.



**Figura 8. Esquema de los componentes de una red FTTH.**

### C. Cable UTP

Hoy todos contamos con una serie de dispositivos interconectados (hardware), estaciones (nodos) y software especializado para capturar información común disponible para uno, varios o cada dispositivo de red.

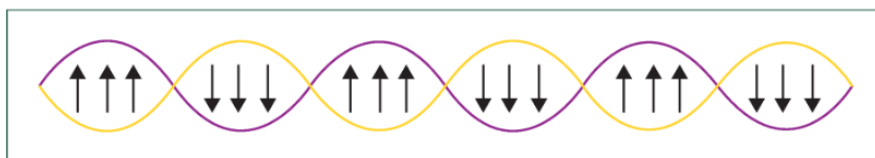


**Figura 9. Esquema de redes WAN, MAN y LAN (CENTELSA).**

El cable de par trenzado es el método de transmisión más antiguo y, de hecho, se utilizó en las primeras líneas telefónicas.

Los cables de par trenzado constan de dos hilos trenzados helicoidalmente para formar una trenza que reduce la interferencia electromagnética a través de los efectos de cancelación.

*“El efecto de cancelación lo produce el hecho de entrelazar el cable ya que, al tener esta disposición, cada una de las vueltas del cableado genera un campo electromagnético en dirección opuesta al de la vuelta anterior. Esto provoca que el efecto de un campo se cancele con el del otro.”* (Castaño, 2013)

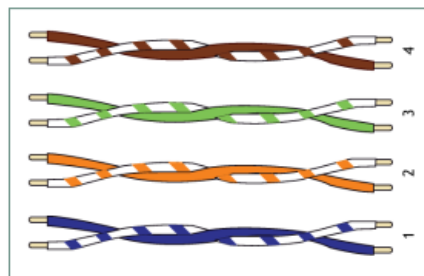


**Figura 10. Campos electromagnéticos (Castaño, 2013).**

El cable de par trenzado que se utiliza en las redes LAN consta de cuatro pares de hilos de 1 mm de grosor, normalmente recubiertos con aislamiento de PVC. Los conjuntos de cables suelen estar envueltos en una cubierta de teflón. Los pares se identifican mediante un código de colores: (ver Fig. 11) para tener una mayor comprensión de los códigos de colores.

Cable de par trenzado			
Par 1	blanco-azul	Par 3	blanco-verde
	azul		verde
Par 2	blanco-naranja	Par 4	blanco-marrón
	naranja		marrón

*Figura 11. Codificación de colores (Castaño, 2013).*



*Figura 12. Numeración de los pares de cable (Castaño, 2013).*

### C.1 Categorías de cable UTP

“Una categoría de cableado es un conjunto de parámetros de transmisión que garantizan un ancho de banda determinado en un canal de comunicaciones de cable de par trenzado.” (López J.)

Los cables de par trenzado se dividen en categorías según el ancho de banda y la calidad. Tres organizaciones internacionales, ANSI, TIA y EIA, se han unido para definir un conjunto de estándares que debe cumplir cada categoría de cable. (Castaño, 2013)

*“Todo ello se agrupó en lo que se conoce como TIA/EIA-568. Es un estándar creado en 2001 con el objetivo de definir el tipo de cableado que usar en una LAN y cómo conectarlo.”*  
(Castaño, 2013)

Dentro del cableado las categorías más comunes son:

- **UTP categoría 1**

Este tipo de cable fue diseñado específicamente para redes telefónicas y es típico de los cables utilizados por las compañías telefónicas para llamadas telefónicas. Puede alcanzar una velocidad máxima de hasta 4 Mbps.

- **UTP categoría 2**

El cable UTP de categoría 2 también se utiliza para transmisión de voz y datos de hasta 4Mbps.

- **UTP categoría 3**

La categoría 3 define los parámetros de transmisión hasta 16 MHz. Los cables de categoría 3 se fabrican con conductores de 24AWG.

- **UTP categoría 4**

Se define para redes informáticas en anillo como Token Ring con anchos de banda de hasta 20 MHz y velocidades de hasta 20Mbps.

- **UTP categoría 5**

Un estándar para la comunicación en redes LAN. Tiene un ancho de banda máximo de 100MHz y una velocidad máxima de comunicación de 100Mbps. Este tipo de cable es de 8 hilos, equivalente a 4 pares trenzados.

- **UTP categoría 5e**

Alcanza hasta 1Gbps. Similar a la categoría anterior, pero con mejores criterios de prueba. Definido para los estándares FastEthernet y GigabitEthernet.

- **UTP categoría 6**

Se utiliza pero no estandarizado. Sus características están definidas para un ancho de banda de 250MHz y puede alcanzar velocidades de transmisión de 1Gbps.



- **UTP categoría 7**

Definido y no estandarizado. Aunque el ancho de banda se define como 600 MHz, el principal inconveniente de esta categoría es el tipo de conector elegido: RJ-45 de 1 pin.

## C.2 Conectores y sus tomas

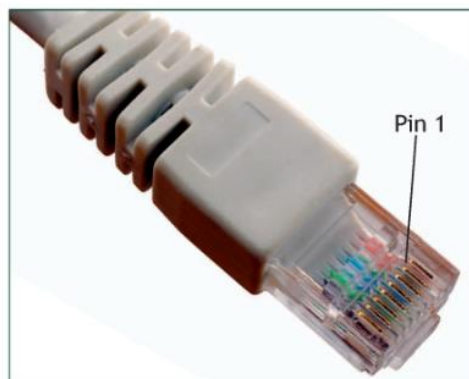
Los enchufes y tomas comúnmente utilizados para cables UTP categoría 5 son RJ45. Un conector es una pieza de plástico transparente en la que se inserta un cable. El gato también es de plástico, pero con un enchufe. El acrónimo RJ significa Jack Register y el 45 se refiere al esquema de numeración de pines. El cable se enchufa en un enchufe que se conecta a un enchufe en la pared, tarjeta de red de computadora o concentrador. (Escobar E. , 2016)

Para los cables de par trenzado se utilizan básicamente tres tipos de conectores:

**RJ-45 macho:** es el conector usado para los cables de par trenzado (UTP). Posee 8 pines de conexión, siendo el primero.

**RJ-49 macho:** es el que se utiliza para los cables FTP y STP. Este conector es exactamente igual al RJ-45, con la única excepción de que incluye una chapa metálica que, en conexión con la tarjeta de red del ordenador, puede poner a tierra el apantallamiento de aluminio que poseen estos cables para evitar que el propio aluminio haga de antena y genere interferencias.

**RJ-45 hembra:** es el que hace de toma de conexión con los machos. Es adecuado para instalarse en rosetas, patch panel o cualquier otro dispositivo. También se le conoce como keystone jack.



*Figura 13. Conector RJ-45 macho (Castaño, 2013).*



*Figura 14. Conector RJ-49 macho (Castaño, 2013).*



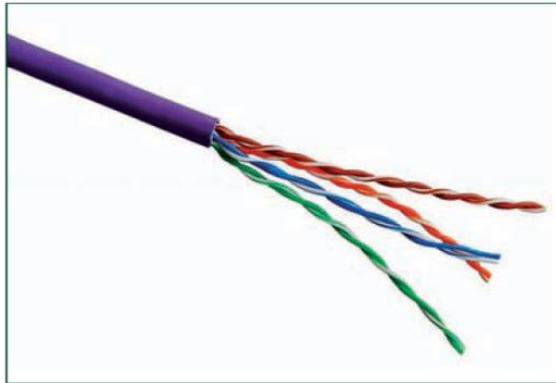
*Figura 15. Conector RJ-45 hembra (Castaño, 2013).*

### **C.3 Tipos de cables de par trenzado**

Los cables de par trenzado se clasifican según una propiedad denominada blindaje. Los cables que usan blindaje tienen una hoja de metal o una trenza de metal que rodea cada par o grupo de pares. (Castaño, 2013)

- **Cable de par trenzado no apantallado o UTP**

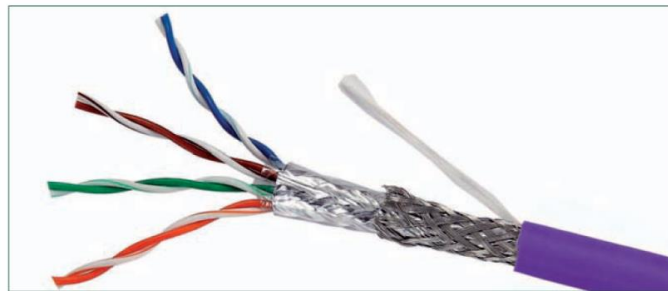
*“Como su propio nombre indica, este cable no posee ningún tipo de apantallamiento adicional. Su impedancia característica es de 100 ohmios.”* (Castaño, 2013)



*Figura 16. Cable UTP (Castaño, 2013).*

- **Cable de par trenzado apantallado o STP**

*“Cada uno de los pares de este tipo de cable viene recubierto por una malla conductora cuya función es realizar un apantallamiento frente a interferencias. Su impedancia característica es de 150 ohmios.” (Castaño, 2013)*



*Figura 17. Cable STP (Castaño, 2013).*

- **Cable de par trenzado con pantalla global o FTP**

También conocido como ScTP, este tipo de cable es un híbrido de UTP y STP. En lugar de blindar cada par individualmente, el cable está envuelto en una lámina de aluminio blindada que ofrece propiedades entre UTP y STP, incluido el precio. Su impedancia característica es de 120 ohmios. (Castaño, 2013)



*Figura 18. Cable STP (Castaño, 2013).*

➤ **IPTV**

IPTV es un servicio multimedia de video, audio, texto, gráficos, datos los cuales se entregan por redes basadas en el protocolo IP. Las redes deben tener un nivel de calidad de servicio, experiencia, seguridad, interactividad y confiabilidad. (Coro & Cruz, 2016)

En cuanto a la recolección de señales de video estas se distinguen por dos tipos: Canales SD y Canales HD, la principal diferencia entre ambos es la velocidad de conexión que utilizan. (Vázquez & Elaje, 2018)

Para el buen funcionamiento del sistema de IPTV depende de cumplimiento de ciertos factores:

- **Ancho de banda**

*Tabla 2. Ancho de banda requerido para el servicio de IPTV*

Servicio	Tasa Básica	Conexión a Internet	Capacidad total requerida
Canales en SD	2-4 Mbit/s	1 Mbit/s	3-5 Mbit/s
Canales en HD	8-10 Mbit/s	2 Mbit/s	10-12 Mbit/s

Fuente: Tomado de Vázquez, A. & Elaje, P., (2018).

- **Relación Señal a ruido (SNR)**

Para garantizar la calidad del servicio este debe tener un valor superior a los 13dB.

- **Atenuación**

Esta debe tener un valor < a 40dB, en caso de que sobrepase esa cifra, puede ocurrir detención en el servicio.

- **Tiempo de respuesta**

La necesidad de una respuesta inmediata está limitada por el tiempo de respuesta mínimo requerido para un escaneo de canales. Esto significa que cuando los usuarios usan el televisor,

deben tener la libertad de cambiar de canal y tomar las medidas adecuadas para una visualización óptima. (Vázquez & Elaje, 2018)

- **Métodos de compresión**

La compresión que se aplica al contenido de IPTV, es denominado relación de compresión. *“Es medible con representaciones numéricas. Si se considera una relación de compresión 100:1, significa que se ha reducido en 100 el tamaño original.”* (Vázquez & Elaje, 2018)

Tenga en cuenta que aumentar la relación de compresión reduce la calidad de la señal.

El método de compresión sin pérdidas permite a los clientes utilizar un decodificador de IPTV para recrear con precisión la imagen original en la pantalla. En este caso, no hay pérdida en la compresión y transmisión del contenido. Es común que las imágenes fijas se codifican utilizando algoritmos de compresión sin pérdidas. (Vázquez & Elaje, 2018)

Sin embargo, la mayoría de los métodos usados para la compresión de contenido, son pérdidas, ya que durante el proceso se destruye parte de la información de las señales de vídeo. A pesar de esto, *“los algoritmos con pérdidas son diseñados para garantizar que se destruyan mínimas cantidades de información al momento de la codificación. Los métodos de compresión más usados son MPEG y VC-1.”* (Vázquez & Elaje, 2018)

## **A. IPTV en una red de Fibra Óptica**

Brindar el servicio de IPTV sobre la red FTTH tiene grandes ventajas debido a la alta capacidad de la red, así como al menor costo operativo, la resistencia a la interferencia electromagnética, así como otros factores que alientan fuertemente a la red de fibra óptica a brindar IPV. En cuanto al ancho de banda, *“la fibra óptica es el único medio de transmisión que soporta un ancho de banda de 25,000GHz. Puede alcanzar velocidades de 10 y 100Gb/s por cada usuario conectado con este material.”* (Vázquez & Elaje, 2018)

### **A.1 Fibra para el hogar (FTTH)**

Esta infraestructura significa que todo el camino desde el centro de datos de IPTV hasta el hogar está conectado por cables de fibra óptica. Un rasgo característico de este tipo de infraestructura es su capacidad para proporcionar grandes cantidades de datos al usuario final.

FTTH es un sistema de comunicación dúplex que admite conexión a IPTV. (Vázquez & Elaje, 2018)

### **A.2 IPTV en tiempo real y Codificación**

Antes de que el vídeo llegue a la etapa de codificación, se llevan a cabo dos procesos. El primero es relativamente simple e implica usar una cámara para grabar contenido de vídeo. Una vez capturado, debe convertirse a un formato digital, ya que generalmente es un formato analógico. Para ello, entra en un proceso conocido como digitalización y utiliza un conversor de analógico a digital. *“Las técnicas tanto de muestreo como de cuantificación se aplican durante el procesamiento de la señal. El muestreo se refiere a tomar un número de muestras tomadas de la señal analógica entrante”*. (Vázquez & Elaje, 2018)

La cuantificación es la segunda parte del proceso, en esta parte se asignan algunos bits a la muestra tomada de la señal. Una vez que la señal está en formato digital, está lista para ser codificada. En el proceso de codificación se utilizan dispositivos especializados llamados codificadores. El cifrado de IPTV es complejo y se lleva a cabo en tres pasos:

- 1) Se recibe una señal de vídeo de una fuente en particular. El formato puede variar mucho ya que abarca señales analógicas de baja calidad hasta transmisiones digitales de alta calidad.
- 2) Una vez recibida la señal el codificador emplea un esquema de compresión en particular.
- 3) Una vez comprimido el vídeo, este está listo para la transmisión. Previamente se realiza una preparación efectiva, esto implica insertar al vídeo comprimido en paquetes de datos.

### **B. IPTV en una red HFC (Híbrido de Fibra Coaxial)**

*“El sistema IPTV en HFC es un servicio extra para poder mejorar los otros dos servicios que ya se implementan con este tipo de arquitectura. Por medio del HFC ya se transmite internet como voz IP y un punto que faltaba es la televisión. Paquetizar la televisión en HFC tiene sus ventajas y desventajas”* (Tumbalobos, 2016), por ejemplo, una vez empaquetado, puede ver la televisión no solo en su televisor, sino también en otros dispositivos electrónicos como tabletas y

teléfonos móviles, simplemente ingresando la dirección IP especificada por el proveedor de este servicio.

Sin embargo, la desventaja es la velocidad que produce este tipo de arquitectura, ya que no hay forma de aumentar la velocidad en el futuro. *“Su velocidad con HFC llega a un máximo de 100 Mbps y la fibra se puede expandir hasta 1 Gbps o más.”* (Tumbalobos, 2016)

*“Para la tecnología de HFC es necesario tomar en cuenta el programa a usar para el equipo de CMTS, siendo dos candidatos posibles, DOCSIS 2.0 y DOCSIS 3.0.”* (Tumbalobos, 2016)

La diferencia está en la actualización del dispositivo y la rapidez con la que el operador brinda el servicio.

El ancho de banda requerido para reproducir estos canales de forma ininterrumpida y optimizar los recursos en coaxial y fibra depende del tipo de compresión de video digital que se utilice.

HFC tiene sus ventajas y desventajas, por ejemplo, si es paquetizada puede permitir la visualización de la televisión no sólo en los televisores sino también en cualquier otro equipo electrónico como tablets y teléfonos celulares tan solo ingresando la IP asignada por la proveedora para proporcionar ese servicio. Sin embargo, una desventaja la velocidad que este tipo de arquitectura emite debido a que ya no hay posibilidades de una posible expansión de velocidad a futuro. (Tumbalobos, 2016)

### ➤ **Wireshark**

Wireshark es un software que me permite analizar los protocolos de código abierto actualmente disponible para las plataformas de Windows y Unix. (Merino, 2011)

El objetivo principal es el análisis de tráfico, pero también es una gran aplicación educativa para estudiar la comunicación y resolver problemas de redes. Wireshark se encarga de capturar paquetes que mediante filtros permite una búsqueda para varios protocolos actualmente establecidos, todo a través de una interfaz simple e intuitiva que permite la fragmentación de paquetes individuales tomados en capas. Los problemas que este software puede resolver incluyen paquetes caídos, problemas de latencia e incluso actividad maliciosa en su red, como a través de solicitudes HTTP.

## ➤ **VLAN**

Una LAN virtual (VLAN) es un método que crea una red lógica dentro de una red física. Por lo tanto, se consigue que la información que se genera dentro de cada una de las redes virtuales solo sea recibida por el host de la propia red lógica y no por toda la red física. (Castaño, 2013)

La característica principal de las redes virtuales es que reducen los costos administrativos y prácticos de crear la red, ya que están configurados por software, no por hardware. Ya no es necesario instalar un enrutador cada vez que se crea un nuevo dominio de transmisión, pero el uso de conmutadores más económicos produce el mismo efecto. (Castaño, 2013)

### **Escalabilidad de una VLAN**

Cuando utilizamos VLAN's el sistema se vuelve más escalable ya que las VLAN's proveen más flexibilidad a la hora de conectarse a la red. No estamos limitados a una conexión en un único punto, sino que podemos conectarnos a la misma red desde varias posiciones.

Cada dispositivo de una VLAN puede ser determinado de dos maneras.

- Estáticas
- Dinámicas

Estos dos métodos definen como un puerto de un switch que se asocia a una VLAN en concreto.

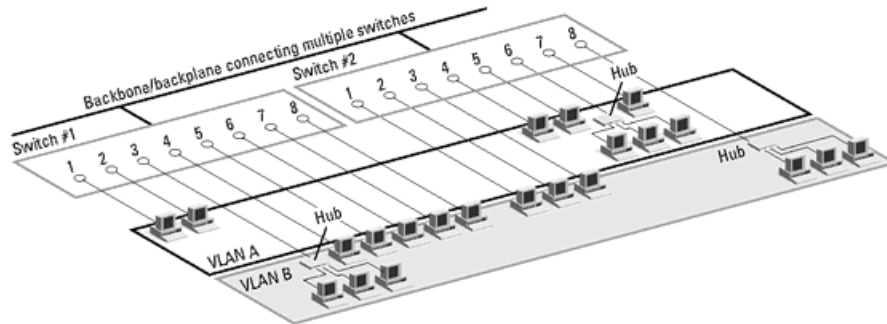
Las VLAN estáticas también se denominan VLAN basadas en el puerto. Las asignaciones en una VLAN estática se crean mediante la asignación de los puertos de un switch o conmutador a dicha VLAN.

En las VLAN dinámicas, la asignación se realiza mediante paquetes de software tales como el CiscoWorks 2000. Con el VMPS (acrónimo en inglés de VLAN Management Policy Server o Servidor de Gestión de Directivas de la VLAN), el administrador de la red puede asignar los puertos que pertenecen a una VLAN de manera automática basándose en información tal como la dirección MAC del dispositivo que se conecta al puerto o el nombre de usuario utilizado para acceder al dispositivo.



### **VLAN basada en puertos**

Según este esquema, la VLAN consiste en una agrupación de puertos físicos que puede tener lugar sobre un conmutador o también, en algunos casos, sobre varios conmutadores. La asignación de los equipos a la VLAN se hace en base a los puertos que están conectados físicamente.



*Figura 19. VLAN basa en puertos (Ruano, 2016).*

Este tipo de estructura es el más fácil ya que un grupo de puertos forman una VLAN, la asignación de los equipos a la VLAN se hace en base a los puertos que están conectados físicamente.

### **VLAN basada en MAC**

“Constituye la segunda etapa de la estrategia de aproximación a la VLAN, y trata de superar las limitaciones las VLANs basadas en puertos. Operan agrupando estaciones finales en una VLAN en base a sus direcciones MAC.

Las VLANs basadas en MAC que son implementadas en entornos de medios compartidos se degradan seriamente como miembros de diferentes VLANs coexistiendo en un mismo conmutador. Además, el principal método de compartición de información entre miembros de una VLAN mediante conmutadores en una red virtual basada en MAC también se degrada cuando se trata de una implementación a gran escala.

### **Tecnología**

Existen algunas opciones que se pueden considerar como aproximaciones que pueden implementarse para para proporcionar redes virtuales:

- Conmutación de puertos
- Conmutación de segmentos con funciones de bridging
- Conmutación de segmentos con funciones de bridging/routing

Estas tres soluciones están basadas en arquitecturas de red que emplean conmutadores, aunque las tres soluciones son capaces de proporcionar redes virtuales, solo la última, con funciones de bridge/router, proporciona todas las ventajas de una VLAN. (Ruano, 2016)

### ➤ **Características de los equipos routers**

#### **TP-Link Archer C50**

Wi-Fi de CA más rápido: el AC1200 de doble banda es ideal para transmisión de video 4K y descarga de alta velocidad. Posee una cobertura de gran alcance: 4 x antenas y Beamforming que brindan una amplia cobertura Wi-Fi y conexiones confiables.

Es multimodo 3 en 1: admite los modos de enrutador, punto de acceso y extensor de rango para mayor flexibilidad. Tiene controles parentales: administra cuándo y cómo los dispositivos conectados pueden acceder a Internet, red de invitados: proporciona acceso independiente a los invitados para proteger la red del host.

Posee una transmisión fluida de HD: admite IGMP Proxy / Snooping, Bridge y Tag VLAN para optimizar la transmisión de IPTV, compatible con IPv6: compatible con IPv6 (la última versión 6 del Protocolo de Internet), Compacto y montable: diseñado para ahorrar espacio y complementar cualquier decoración. (TP-Link, 2020)

#### **Totolink A3002RU**

Este equipo es un enrutador gigabit inalámbrico de banda dual que cumple con los últimos estándares IEEE802.11ac Wave 2, compatible con la conexión y comunicarse con varios dispositivos inalámbricos al mismo tiempo.

Equipado con antenas omnidireccionales de 4 piezas, A3002RU\_V2 ofrece Velocidad de Wi-Fi de hasta 1167 Mbps, que ofrece una velocidad de Internet más rápida y más conexión estable a Internet con otros dispositivos inalámbricos.

Mientras tanto, el puerto WAN de gigabit completo y los puertos LAN ofrecen una mayor capacidad para la transmisión de datos a través de una conexión por cable. Es una opción ideal para el hogares u oficinas con alta demanda de acceso a Internet. (The Smartest Network Device TOTOLINK, 2020)

➤ **Herramientas y Materiales**

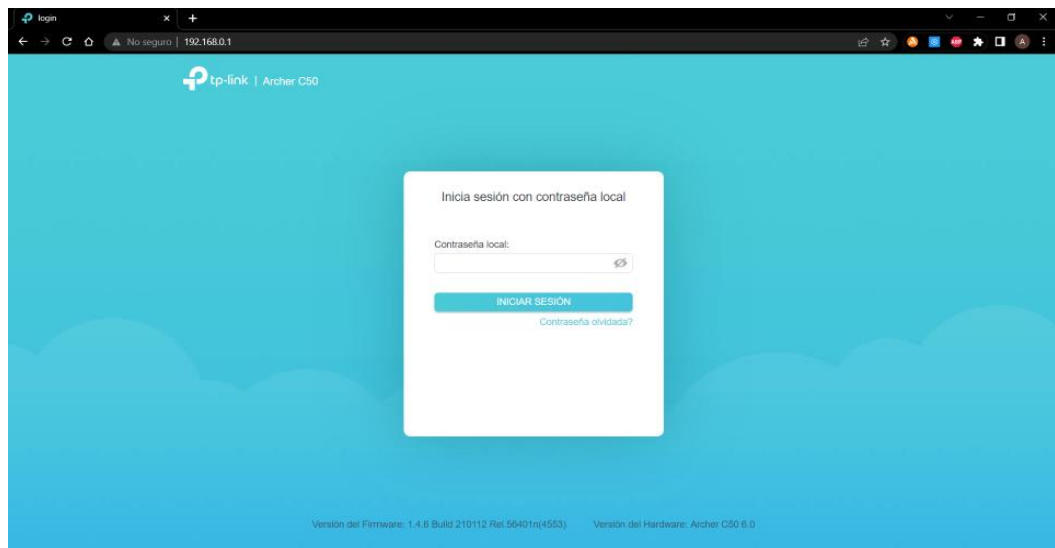
- Softwares de simulación de IPTV
- Laptop Dell
- Cable LAN categoría 5e
- Router HUAWEI HS8245W
- Router TP-Link Archer C50
- Router Totolink A3002RU

➤ **Métodos utilizados dentro del proyecto:**

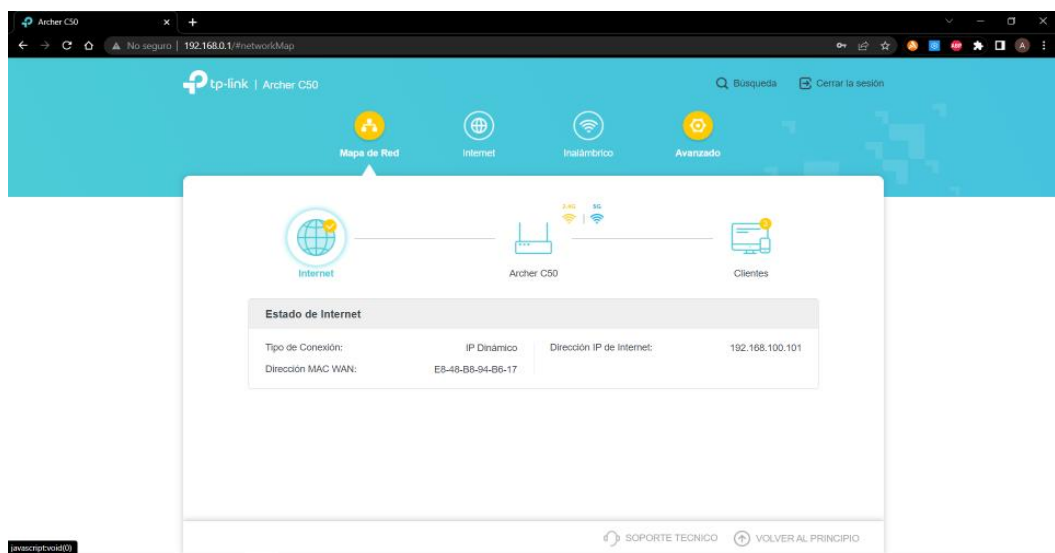
Los métodos o técnicas para el análisis incluyen la configuración de puertos VLAN en cada enrutador para que el tráfico se pueda desviar con una pérdida mínima de paquetes y un bajo consumo de ancho de banda, la instalación del software de emulación de IPTV para permitir el análisis del tráfico mientras se usa el servicio y la instalación del software Wireshark que se utiliza análisis para medir el flujo y analizar en consecuencia. Estas configuraciones e instalaciones son las siguientes:

**Configuración del puerto VLAN en el router TP-Link Archer C50**

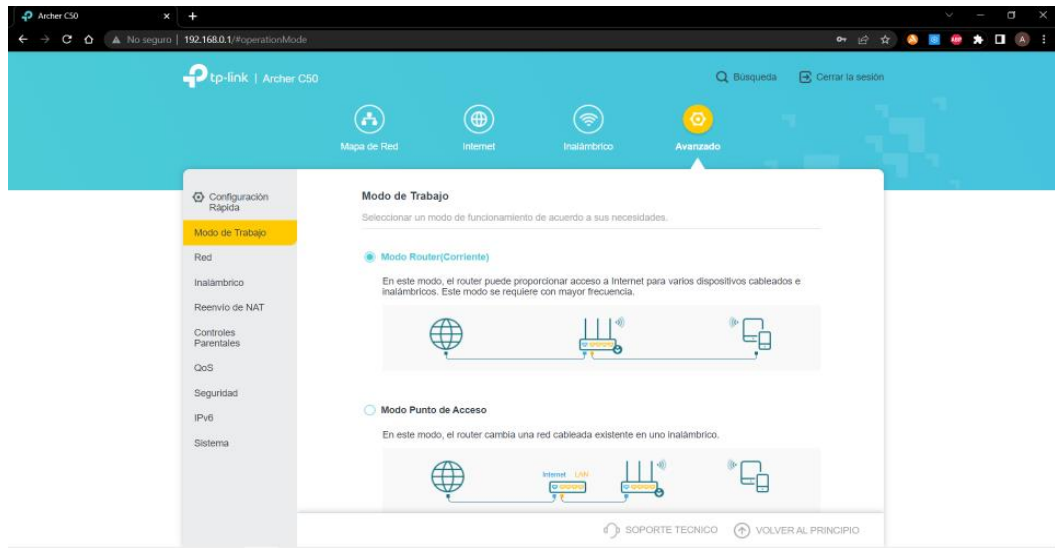
Accedemos al navegador, luego ingresamos la dirección IP del enrutador TP-Link en el navegador: 192.168.0.1. Ingresamos el usuario y contraseña del dispositivo, seleccionamos la opción avanzada, vamos a la opción de red y seleccionamos la opción IPTV/VLAN. Habilitamos la opción IPTV/VLAN y seleccionamos el puerto del router sobre el que queremos configurar VLAN. Finalmente, elegimos el modo puente (bridge) y guardamos los cambios.



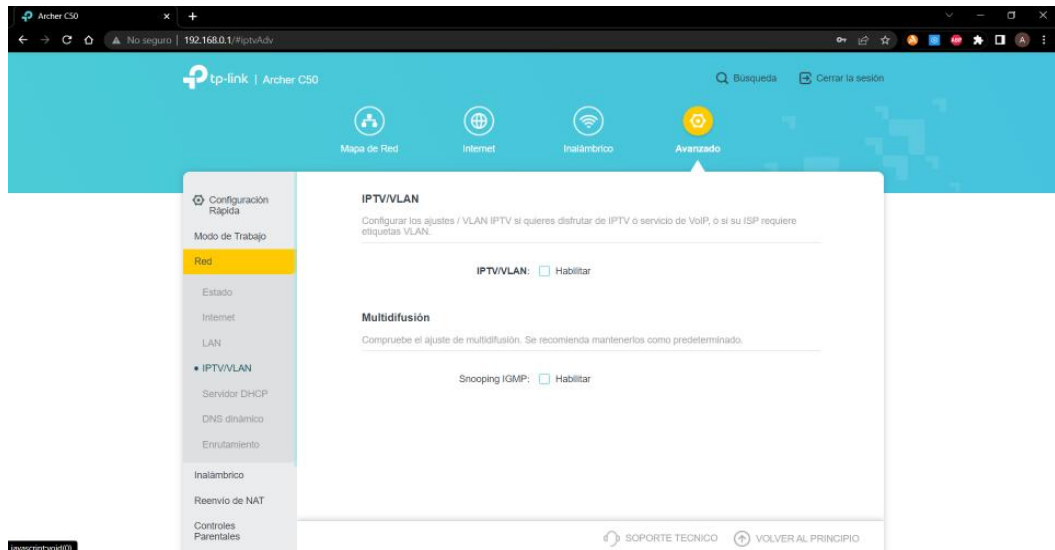
**Figura 20. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TP-Link Archer C50.**



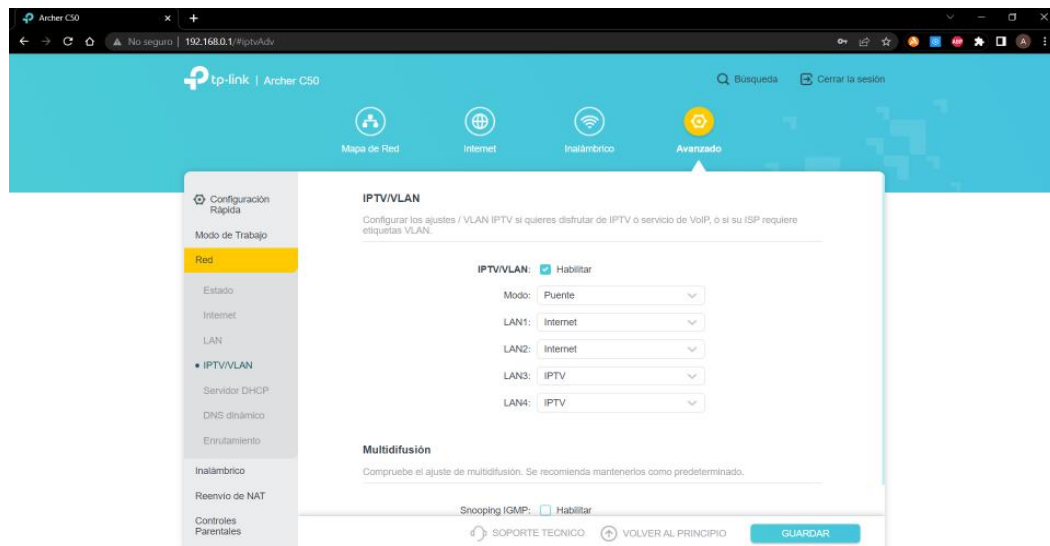
**Figura 21. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TP-Link Archer C50.**



**Figura 22. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TP-Link Archer C50.**



**Figura 23. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TP-Link Archer C50.**



*Figura 24. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TP-Link Archer C50.*

### **Configuración del puerto VLAN en el router TOTOLINK A3002RU**

Accedemos al navegador, luego ingresamos la dirección IP del router TOTOLINK en el navegador: 192.168.1.1. Ingresamos el nombre de usuario y la contraseña del dispositivo, seleccionamos la opción de configuración avanzada del dispositivo, ingresamos a la opción de red y seleccionamos la opción de configuración de IPTV. Habilitamos la opción IPTV y seleccionamos el puerto del router sobre el que queremos configurar la VLAN. Finalmente, seleccionamos el modo puente (bridge) en la sección de reglas de reenvío de datos y le asignamos una etiqueta, luego aplicamos y guardamos los cambios.

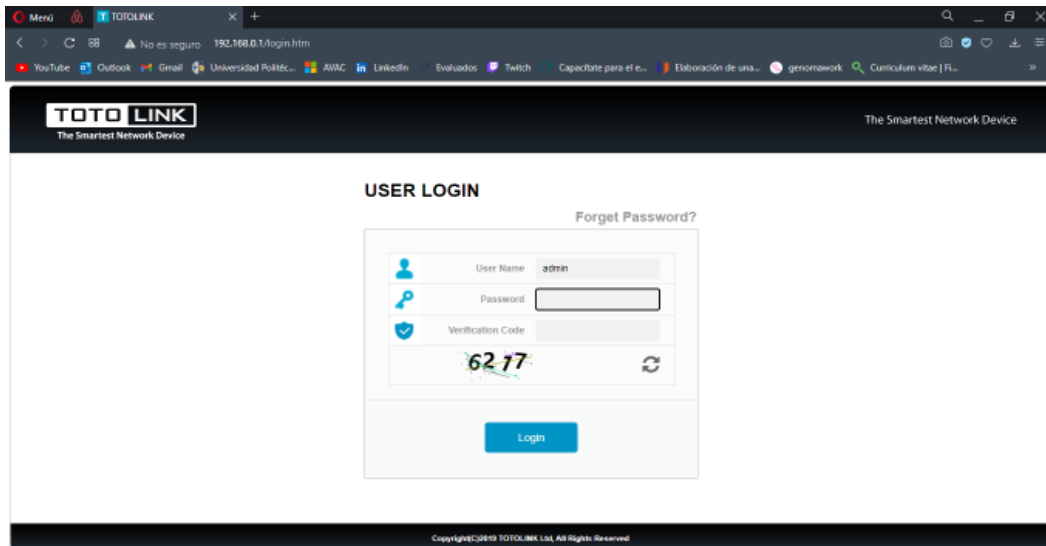


Figura 25. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TOTOLINK A3002RU.

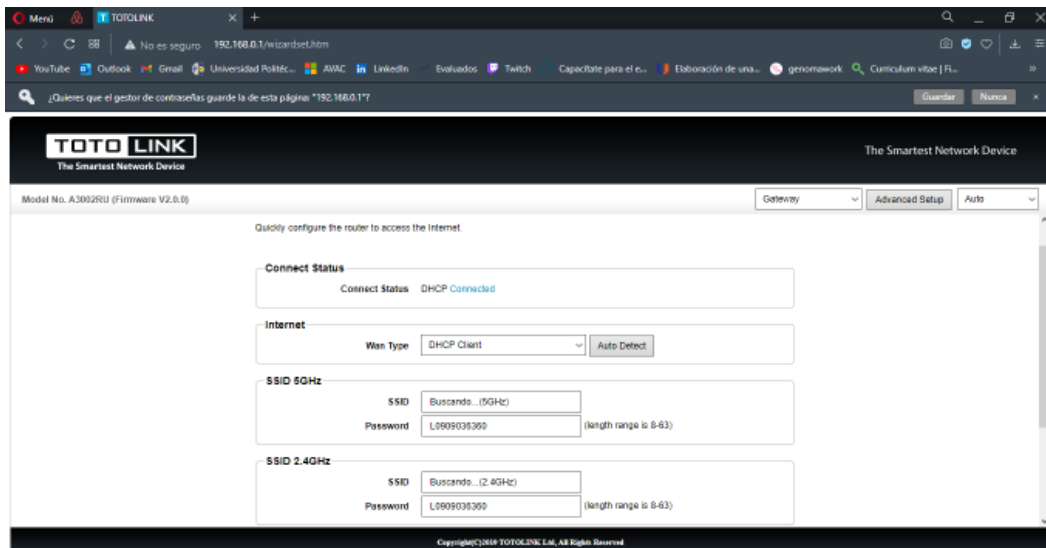


Figura 26. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TOTOLINK A3002RU.

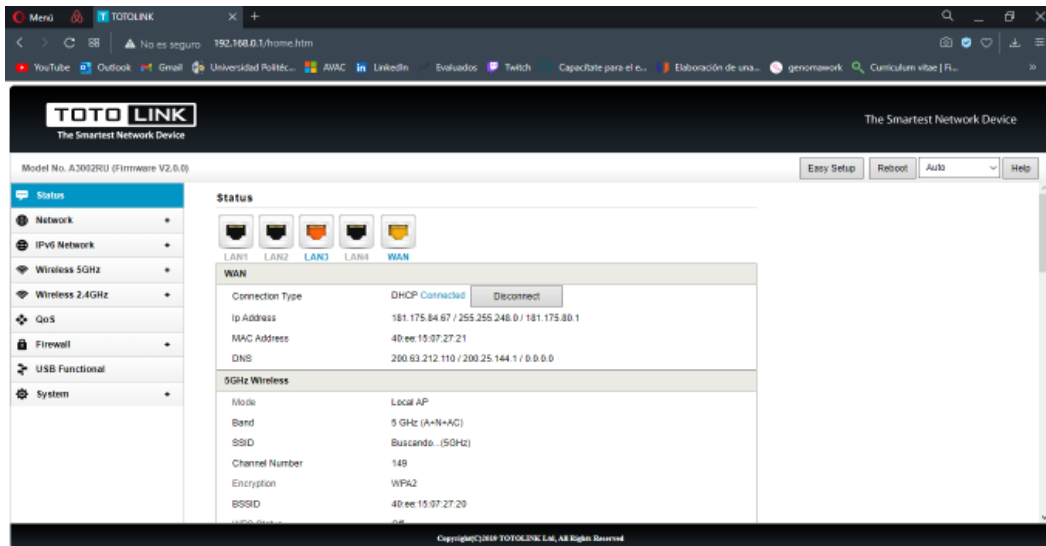


Figura 27. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TOTOLINK A3002RU.

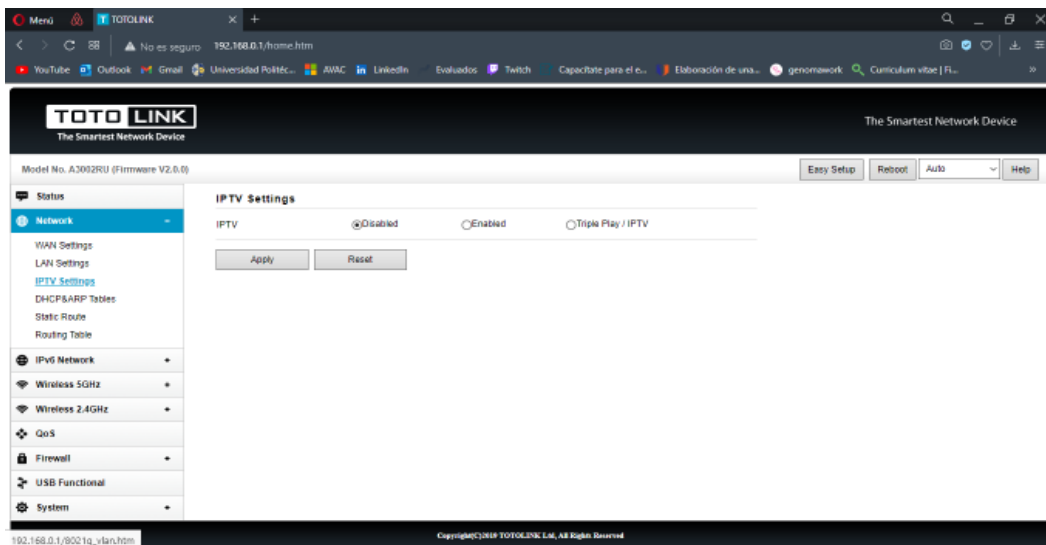


Figura 28. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TOTOLINK A3002RU.



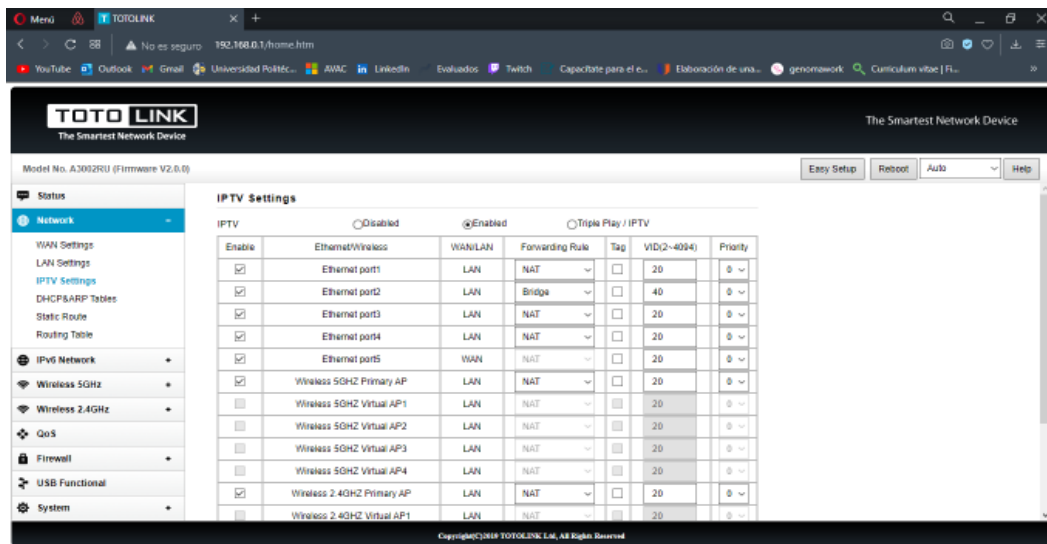


Figura 29. Pasos para Configurar el puerto VLAN en el router TOTOLINK A3002RU.

### Instalación del software de simulación IPTV

En el televisor, celular o computador ingresar a la App Store. Buscar el aplicativo de Directv GO o PatoPlayer en su página principal y a continuación, se procede a descargar e instalar, una vez finalizado se ejecuta la aplicación y se procede a ingresar con un usuario y contraseña para el caso de Directv GO.

### Medición de tráfico con Wireshark

Descargar e instalar Wireshark, abrir el programa, seleccionar por qué medio inicia la captura y filtrar solo por paquetes TCP. Se inicia la captura de los paquetes y después de un cierto periodo de tiempo seleccionar el botón detener captura e identificar los paquetes capturados. Por último, analizar los resultados obtenidos.

## RESULTADOS

### ➤ Análisis Comparativo de los resultados

En este apartado se revisa y analiza los resultados de las diferentes pruebas obtenidas del sistema de entretenimiento (IPTV) en el que se procede a capturar dentro de un periodo de tiempo el tráfico que genera este sistema (Protocolo) mediante un software denominado Wireshark que permite visualizar todo lo que pasa en nuestra red, durante esta captura se toma en cuenta datos específicos que genera la congestión en la red a ser analizada.

**Tabla 3. Prueba en Cable Coaxial Con Pato Player**

PatoPlayer	Con VLAN	Sin VLAN
Tiempo	223s	281s
Cantidad de Paquetes	91270	935870
Paquetes con errores	17	30
Dirección IP de origen	200.25.160.130	192.168.0.7
Dirección IP de destino	66.201.168.106	66.201.168.106
Protocolo	TCP	TCP
Latencia	Bajo	42
	Medio	648
	Alto	1387
Ancho de banda	Bajo	2.12Mbps
	Alto	15.57Mbps
		28Mbps

**Nota. Elaboración propia.**

Esta prueba se realiza en el sistema IPTV con el proveedor Pato Player en el cual se ejecuta una prueba con una configuración VLAN, la que dio como resultado que en un periodo de tiempo de **223s** esta capturó **91270** paquetes entre los cuales hay **17** paquetes con errores que se produce cuando hay pérdida de paquetes; se identifica la IP de origen que es **200.25.160.13**, esta es la IP que se encuentra como defecto en el equipo donde se va a visualizar el sistema IPTV y una IP de destino **66.201.168.106** que corresponde a la IP de donde transmite el canal que se sincroniza, en este caso ellos utilizan el protocolo TCP para poder transmitir. En esta prueba verificamos que el ancho de banda con un pico más alto es de **15.57Mbps** y que el pico más bajo es de **2.12Mbps** a comparación de cuando se realiza la prueba sin la configuración de un puerto VLAN en la que ésta da como resultados un periodo de tiempo de **281s** y captura **935870** paquetes los cuales **30** paquetes tienen algún error en esta se identifica la IP de origen que es **192.168.0.7** que esta es la IP cuando no se utiliza el puerto VLAN y es la que receipta el servicio de IPTV, y la IP de destino **66.201.168.106** que corresponde al canal transmisor que utiliza un protocolo TCP al momento de transmitir. En esta se puede verificar que el ancho de banda con un pico más alto es de **28Mbps** y que el pico más bajo es de **15.931Mbps**.

**Tabla 4. Prueba en Cable Coaxial Con Directv GO**

PatoPlayer	Con VLAN	Sin VLAN
Tiempo	329s	256s
Cantidad de Paquetes	42861	22618
Paquetes con errores	7	5
Dirección IP de origen	200.25.160.130	192.168.0.8
Dirección IP de destino	206.247.32.34	206.247.32.34
Protocolo	TCP	TCP
Latencia	Bajo	42
	Medio	571
	Alto	1514
Ancho de banda	Bajo	1584bps
	Alto	0.1198Mbps

**Nota. Elaboración propia.**

Esta prueba fue realizada en el sistema IPTV con el proveedor Directv Go en el que se realizó una prueba con una configuración VLAN, la que nos dio como resultado que en un periodo de tiempo de **329s** esta capturó **42861** paquetes entre los cuales hubo **7** paquetes con errores que este se produce cuando hay pérdida de paquetes. Se identifica la IP de origen que es **200.25.160.13** esta es la IP que se encuentra como defecto en el equipo donde vamos a visualizar el sistema IPTV y una IP de destino **206.247.32.34** que esta IP es de donde transmite el canal que se sincroniza en este caso ellos utilizan el protocolo TCP para poder transmitir, en esta prueba pudimos verificar que el ancho de banda con un pico más alto fue de **0.1198Mbps** y que el pico más bajo fue de **1584bps** a comparación de cuando se realizó la prueba sin la configuración de un puerto VLAN en la que esta nos dio los resultados en un periodo de tiempo de **256s** y capturó **22618** paquetes los cuales **5** paquetes tuvieron algún error en esta se identifica la IP de origen que es **192.168.0.8** que esta es la IP cuando no se utiliza el puerto VLAN y es la que receipta el servicio de IPTV, y la IP

de destino **206.247.32.34** que corresponde al canal transmisor que utiliza un protocolo TCP al momento de transmitir, en esta prueba se puede verificar que el ancho de banda con un pico más alto fue de **0.172Mbps** y que el pico más bajo fue de **2272bps**.

**Tabla 5. Prueba en Fibra óptica Con Pato Player**

<b>PatoPlayer</b>	<b>Sin VLAN</b>								
<b>Tiempo</b>	271s								
<b>Cantidad de Paquetes</b>	68395								
<b>Paquetes con errores</b>	29								
<b>Dirección IP de origen</b>	192.168.0.100								
<b>Dirección IP de destino</b>	66.201.186.106								
<b>Protocolo</b>	TCP								
<b>Latencia</b>	<b>Bajo</b>	54							
	<b>Alto</b>	1466							
<b>Ancho de banda</b>	<b>Bajo</b>	0.0822Mbps							
	<b>Alto</b>	6.73Mbps							

**Nota. Elaboración propia.**

Esta prueba fue realizada en el sistema IPTV con el proveedor Pato Player en el que se realizó una prueba con una configuración VLAN, la que nos dio como resultado que en un periodo de tiempo de **273s**, esta capturó **100180** paquetes entre los cuales hubo **4** paquetes con errores que este se produce cuando hay pérdida de paquetes. Se identifica la IP de origen que es **192.168.0.10** esta es la IP que se encuentra como defecto en el equipo donde vamos a visualizar el sistema IPTV y una IP de destino **66.201.168.106** que esta IP corresponde a la IP de donde transmite el canal que se sincroniza en este caso ellos utilizan el protocolo TCP para poder transmitir. En esta prueba pudimos verificar que el ancho de banda con un pico más alto fue de **6.73 Mbps** y que el pico más

bajo fue de **0.0822Mbps** a comparación de cuando se realizó la prueba sin la configuración de un puerto VLAN en la que esta nos dio los resultados en un periodo de tiempo de **271s** y capturó **68395** paquetes los cuales **29** paquetes tuvieron algún error en esta se identifica la IP de origen que es **192.168.0.100** que esta es la IP cuando no se utiliza el puerto VLAN y es la que recepta el servicio de IPTV, y la IP de destino **66.201.168.106** que corresponde al canal transmisor que utiliza un protocolo TCP al momento de transmitir. En esta prueba pudimos verificar que el ancho de banda con un pico más alto fue de **11Mbps** y que el pico más bajo fue de **1.38 Mbps**.

**Tabla 6. Prueba en Fibra óptica Con Directv GO**

<b>PatoPlayer</b>	<b>Sin VLAN</b>								
<b>Tiempo</b>	271s	6820	11	192.168.0.100	206.247.32.34	TCP	54	60	3768bps
<b>Cantidad de Paquetes</b>	270s	2710	4	192.168.0.10	206.247.32.34	TCP	54	60	1184bps
<b>Paquetes con errores</b>									0.2064Mbps
<b>Dirección IP de origen</b>									
<b>Dirección IP de destino</b>									
<b>Protocolo</b>									
<b>Latencia</b>							<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	
<b>Ancho de banda</b>							<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	

**Nota. Elaboración propia.**

Esta prueba fue realizada en el sistema IPTV con el proveedor Directv Go en el que se realizó la prueba con una configuración VLAN, la que nos dio como resultado que en un periodo de tiempo de **270s**. esta capturó **2710** paquetes entre los cuales hubieron **4** paquetes con errores que este se produce cuando hay pérdida de paquetes, Se identifica la IP de origen que es **192.168.0.10** esta es

la IP que se encuentra como defecto en el equipo donde vamos a visualizar el sistema IPTV y una IP de destino **206.247.32.34** que esta IP es de donde transmite el canal que se sincroniza en este caso ellos utilizan el protocolo TCP para poder transmitir. En esta prueba pudimos verificar que el ancho de banda con un pico más alto fue de **0,1164Mbps** y que el pico más bajo fue de **1184bps** a comparación de cuando se realizó la prueba sin la configuración de un puerto VLAN en modo bridge en la que esta nos dio los resultados en un periodo de tiempo de **271s** y capturó **6820** paquetes los cuales **11** paquetes tuvieron algún error en esta se identifica la IP de origen que es **192.168.0.100** que esta es la IP cuando no se utiliza el puerto VLAN y es la que recepta el servicio de IPTV, y la IP de destino **206.247.32.34** que corresponde al canal transmisor que utiliza un protocolo TCP al momento de transmitir. En esta prueba pudimos verificar que el ancho de banda con un pico más alto fue de **0,2064Mbps** y que el pico más bajo fue de **3768bps**.

## CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Tabla 8. Cronograma

	Mes Mayo Semanas				Mes Junio Semanas				Mes Julio Semanas				Mes Agosto Semanas			
1. Portada	x	x														
2. Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación			x	x												
3. Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana			x	x												
4. Certificado de Dirección del Trabajo de Titulación					x	x										
5. Dedicatoria y agradecimiento							x	x								
6. Resumen									x	x	x					
7. Abstract												x	x	x		
8. Índice de contenido																x
9. Introducción																x
10. Problema																x
11. Objetivos Generales y Específicos																x
12. Revisión de la literatura o fundamentos teóricos																x
13. Marco metodológico															x	x
14. Resultados															x	x



<b>15. Cronograma</b>																	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>16. Presupuesto</b>																	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>17. Conclusiones</b>																	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>18. Recomendaciones</b>																	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>19. Referencias bibliográficas</b>																		<b>X</b>
<b>20. Anexos</b>																		<b>X</b>

**Nota. Elaboración Propia**

## **PRESUPUESTO**

### **➤ Costo del servicio**

**Tabla 9. Presupuesto**

<b>Servicio de internet Netlife</b>	<b>\$46.48</b>
<b>Servicio de internet Tvcable</b>	<b>\$55.89</b>
<b>Software Wireshark</b>	<b>\$0.00</b>
<b>Software IPTV “Directv GO”</b>	<b>\$14.00</b>
<b>Software IPTV “PatoPlayer”</b>	<b>\$0.0</b>
<b>Costo de instalación del servicio Netlife</b>	<b>\$100.00</b>
<b>Costo de instalación del servicio Tvcable</b>	<b>\$64.00</b>

**Nota. Elaboración Propia**

## CONCLUSIONES

Para este proyecto de titulación fue necesario implementar el uso de dos equipos routers los cuales mediante las configuraciones del puerto VLAN permitieron reducir el consumo de ancho de banda ya que es capaz de crear una red lógica dentro de una red física lo cual permite que la información solo sea recibida por el host de la propia red lógica y no por toda la red física. Para los routers: TP-Link Archer C50 y Totolink A3002RU se hizo el uso del modo puente (bridge).

De los resultados obtenidos a través de pruebas realizadas en el análisis de la señal IPTV con el proveedor Pato player mediante el software Wireshark, se pudo observar que mediante el medio de transmisión coaxial la demanda de consumo de ancho de banda fue mayor, el cual fue de 28 Mbps de la señal de IPTV y cuando se configuró el puerto VLAN en router Totolink A3002RU el consumo de ancho de banda fue de 15.57 Mbps obteniendo así un menor consumo de ancho de banda.

De los resultados obtenidos a través de pruebas realizadas en el análisis de la señal IPTV con el proveedor Pato player mediante el software Wireshark, con el medio de transmisión fibra óptica las pruebas realizadas obtuvieron un consumo de ancho de banda de 11Mbps. Cuando se realizó la configuración del puerto VLAN fue de 6.73 Mbps, lo cual denota que mediante la configuración el ancho de banda disminuyó significativamente.

Se concluyó que la señal IPTV proporcionada por el proveedor Directv GO haciendo uso del software Wireshark, se identificó que en el medio de transmisión coaxial tuvo pérdidas de paquetes en un lapso de tiempo de 256 s en el cual se pierden 9 paquetes y en fibra óptica se obtuvo una pérdida de 7 paquetes en un lapso de tiempo de 270 s lo que causó que la calidad de la señal IPTV no sea la óptima, pese a que el proveedor cuenta con una aplicación optimizada que no genera mucho congestionamiento en la red.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los usuarios de última milla del servicio de internet hacer una configuración VLAN en su router para tener una buena confiabilidad, menor latencia, mejor rendimiento, mayor seguridad y desviar el tráfico causado por la cantidad de dispositivos conectados en la red LAN.

Se recomienda a los usuarios de última milla que adquieran el servicio de internet que indiquen a los proveedores de este servicio que realicen en el modem o el ONT una configuración en un puerto el cual les permita integrar en su red el servicio de IPTV.

Se recomienda a los usuarios que deseen continuar con estudio comparativo, hacer pruebas en otros tipos de software que permitan captar y analizar el flujo de tráfico a través del ancho de banda en un servicio de IPTV para poder comparar las diferencias entre los tipos de servicio que proporciona el protocolo de internet y verificar el rendimiento de las aplicaciones al momento de conectarse a dicho protocolo.

Se recomienda usar el medio de transmisión de fibra óptica para el uso del servicio de IPTV porque este permite tener menor costo en cuanto al mantenimiento de los equipos que ofrece, mejor rendimiento y mayor velocidad de transmisión de datos.

Se recomienda que los proveedores que otorgan el servicio de IPTV realicen una actualización en sus diferentes aplicativos con la posibilidad de mejorar y optimizar las aplicaciones que proporcionan este servicio y que cuando se sintonice algún canal del servicio de IPTV esta no consuma mucho recurso del ancho de banda.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

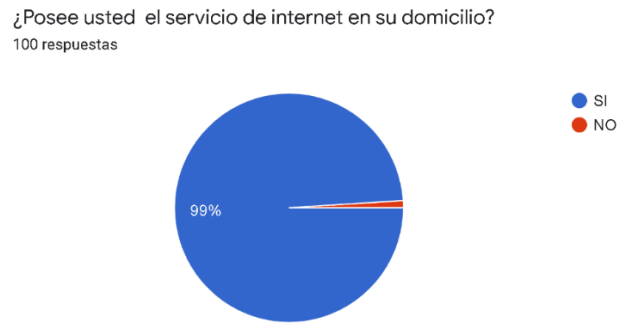
- [1] Sánchez, M. Barchino Plata, R. y Martínez Herráiz, J. J. (2020). *Redes de computadoras*. Editorial Universidad de Alcalá.
- [2] Molina, F. (2015). *Redes locales*. RA-MA Editorial.
- [3] Entrialgo, y otros (2018). *Computers and networks*. Ediciones de la Universidad de Oviedo.
- [4] O'Driscoll, G. (2008). *Servicios y tecnologías de IPTV de próxima generación*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- [5] Castaño, R. (2013). *Redes locales*. Macmillan Iberia, S.A.
- [6] Fernández, M. (2014). *Medios de transmisión*.
- [7] Vázquez, A. & Elaje, P. (2018). *Estudio para brindar el servicio de IPTV sobre una red FTTH a la ciudad de Azogues*.
- [8] (2019, 15 de Octubre) Cable Coaxial. Blogger. <https://cablecoaxial11.blogspot.com/2019/10/cable-coaxial-el-cable-coaxial.html>
- [9] López, A. (2021) *Todo sobre el cableado de fibra óptica: tipos de fibras, conectores y más*. Redes Zone. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/cableado-fibra-optica-caracteristicas-tipos-conectores/>
- [10] (s/f) *Cables coaxiales ¿Qué son? Ventajas y desventajas*. Tipos de cables y características. Electricasas. <https://www.electricasas.com/cables-coaxiales/>
- [11] Thomas, T. (2021, 19 de Febrero) *Cómo identificar los cables y conectores de coaxiales adecuados*. Fisrt Source Wireless. <https://firstsourcewireless.com/es/blogs/blog/how-to-identify-the-right-coax-cables-connectors>
- [12] (s/f) *Fibra óptica*. GeoEnciclopedia. <https://www.geoenciclopedia.com/fibra-optica/>
- [13] (s/f) *Tipos de conectores*. SYSCOM. <https://soporte.syscom.mx/es/articles/1523798-tipos-de-conectores>
- [14] (2020) *A3002RU\_V2*. The Smartest Network Device TOTOLINK. [https://www.totolink.net/home/menu/newstpl/menu\\_newstpl/products/id/181.html](https://www.totolink.net/home/menu/newstpl/menu_newstpl/products/id/181.html)
- [15] (2020) *Archer C50 V6*. TP-Link. <https://www.tp-link.com/ec/home-networking/wifi-router/archer-c50/v6/>
- [16] Mariana. (2015, 28 de Septiembre) *Fibra óptica: ¿Qué es?, tipos, características y ventajas (infografía)*. PANDAANCHA. <https://www.pandaancha.mx/noticias/fibra-optica-caracteristicas-ventajas.html>
- [17] Cabezas, A., & Pinto, R. (2014) *Sistemas de comunicaciones ópticas (Monografía)*. Universidad Militar Nueva Granada.

- [18] Merino, B. (2011). *Análisis de tráfico con Wireshark*. INTECO-CERT.
- [19] Espinoza, M. & Orellana, A. (2011). *Estudio de factibilidad técnico-económico para la implementación de IPTV en la red de cobre de la empresa CNT Azogues*.
- [20] Tumbalobos, B. (2016). *Estudio del diseño de servicio de IPTV con tecnología HFC y FTTH. (HFC y FTTH)*
- [21] Fichamba, S. (2015). *Diseño de la red híbrida coaxial-fibra óptica (HFC) para brindar servicio de IP-TV en la empresa multicable de la ciudad de Otavalo*.
- [22] Prieto, J. (2014). *Diseño de una red de acceso mediante fibra óptica*.
- [23] Ruano, D. (2016). *Propuesta de implementación de calidad de servicio (QoS) en redes locales virtuales (VLAN) mediante las normas 802.1D y 802.1Q. Aplicado a la empresa SINERGY HARD*.
- [24] Coro, A., & Cruz, D. (2016). *Diseño de un plan de acción para la implementación la televisión digital basada en la tecnología IPTV en el Ecuador*.
- [25] Velásquez, J., Moreno, L., & Orlando, J. (2021). *Configuración del servicio de IPTV*.
- [26] Anturi, A. (2020). *Uso práctico de encabezados HTTP para mejorar la seguridad en el protocolo*.
- [27] Bustillos, M. (2014). *Gestión del ancho de banda en redes de área local utilizando software libre*.
- [28] De Luz, S. (2 de Junio de 2022). *VLANS: Que son, tipos y para qué sirven*. Obtenido de RedesZone: <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/VLAN-tipos-configuracion/>
- [29] Estrada, A. (2004). *Protocolos TCP/IP de internet. DGSCA-UNAM*, 7.
- [30] Fernández, M. (s.f.). *Protocolo TCP/IP*.
- [31] Gaikar, V. (14 de Julio de 2012). *How to run Android Apps on Mac?* Obtenido de Tricks Machine: <https://www.tricksmachine.com/2012/07/how-to-run-android-apps-on-mac.html>
- [32] Huaman, J. (Junio de 2008). *Virtual LAN*. Obtenido de INICITEL: [http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2008/junio/inicitel\\_e.asp](http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2008/junio/inicitel_e.asp)
- [33] Sharpe, R., Warnicke, E., & Lamping, U. (s.f.). *Wireshark User's Guide Version 3.7.2*.
- [34] Rueda, D., & Ramos, Z. (2013). *Revisión de la implementación del servicio de IPTV sobre redes inalámbricas y móviles con calidad de servicio (QoS)*.
- [35] Amoroso, L. (2006). *Rediseño de la red interna de la Universidad Técnica de Ambato implementando redes virtuales (VLAN)*.
- [36] CENTELSA. (s.f.). *Cables para transmisión de datos UTP categoría 6*.
- [37] López, J. (s.f.). *Cables UTP*.

## ANEXOS

### ➤ Preguntas de investigación

#### 1.- ¿Posee usted el servicio de internet en su domicilio? Sí/No



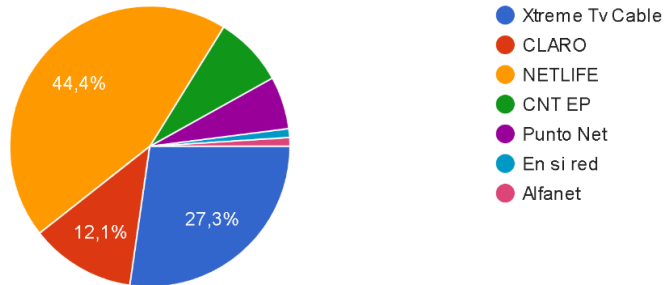
**Figura 30. Pregunta 1.**

Es una pregunta objetiva para el encuestado para saber si adquiere el servicio en su domicilio, según las encuestas realizadas en la Figura (30) indica que actualmente un 99% de las personas cuentan con el servicio de internet en su domicilio, mientras que un 1% no dispone de este servicio.

#### 2.- ¿Cuál es el nombre de su proveedor de servicio de Internet?

- Xtreme Tv Cable.
- CLARO.
- NETLIFE.
- CNT EP.
- Punto Net.
- Otra.

¿Cuál es el nombre de su proveedor de servicio de Internet?  
99 respuestas



**Figura 31. Pregunta 2.**

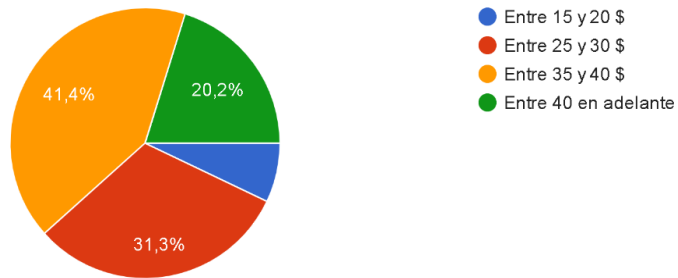
Esta es una pregunta objetiva con cinco opciones de respuesta de las cuales debe solo escoger una, en el caso que el encuestado escoja la opción (Otro), debe indicar el nombre del proveedor de servicio que tiene, con ello podremos deducir que tipo de medio de transmisión poseen, en la Figura (31) destacamos los proveedores de internet residencial que prestan sus servicios, las personas respondieron que el 44,4% indicaron que su proveedor actuar es NETLIFE, este es un proveedor de servicio de internet que tiene el medio de transmisión la Fibra óptica, el 27,3% de las personas cuentan con el proveedor Xtreme TV Cable, este es un proveedor de servicio de internet que su red de medio de transmisión suele ser en la mayoría por HFC y llega al domicilio con cable coaxial, así mismo con el servicio de Claro que el 12,1% de las personas encuestadas, el 8,1% su proveedor es CNT EP, el cual su medio de transmisión es por Fibra óptica así como Punto Net y Alfanet que entre los dos proveedores las personas encuestadas fue de un 7,1%, así podemos verificar que el 59,6% de las personas utilizan Fibra óptica como medio de transmisión y que el 39,4 utiliza un medio de transmisión de cable coaxial.



### 3.- ¿Cuánto cancela mensualmente por el servicio de internet?

- Entre \$15 y \$20
- Entre \$25 y \$30
- Entre \$35 y \$40
- Entre \$40 en adelante.

¿Cuánto cancela mensualmente por el servicio de internet?  
99 respuestas



*Figura 32. Pregunta 3.*

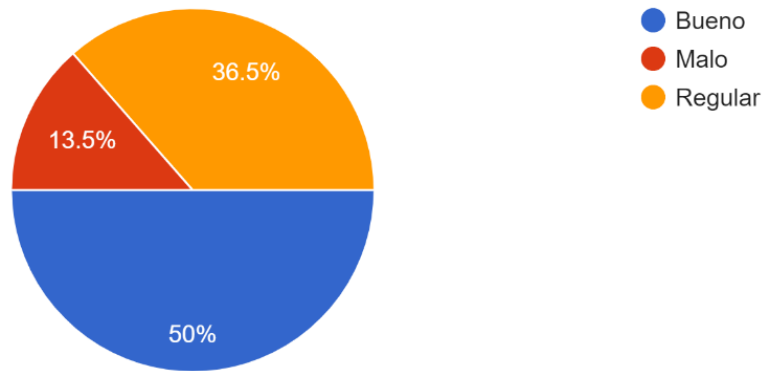
Esta es una pregunta cerrada con cuatro opciones para su respuesta que indica el rango de los valores que pagan por el servicio, esta pregunta permite analizar el costo beneficio del servicio de proveedores, en la figura (32) el rango de valores mayoritario se encuentra entre los \$35 y \$40 americanos que corresponde al 41,4% de las personas encuestadas seguido por el 31,3% de encuestados que cancela mensualmente entre \$25 y \$30, mientras que el 20,2% cancela entre \$40 en adelante y solo el 7,1% cancela entre \$15 y \$20.

#### 4.- ¿Qué tan eficiente es el servicio de su proveedor de internet?

- **Bueno.**
- **Malo.**
- **Regular**

¿Qué tan eficiente es el servicio de su proveedor de internet?

96 respuestas



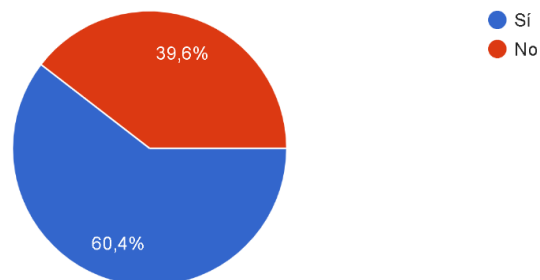
**Figura 33. Pregunta 4.**

Esta es una pregunta cerrada con tres opciones de respuesta que nos indica la eficiencia del servicio en el que ayuda a verificar como se encuentra el servicio, como se observa en la Figura (33) el 50% personas encuestadas indicaron que el servicio es bueno, estos nos indica que la eficiencia del servicio de internet de la mayoría de las personas es óptimo, pese a esto el 36,5 % de las personas indico que es regular y el 13,5% indicaron que es malo esto nos indica que el servicio de internet no es óptimo.

**5.- ¿Presenta usted algún tipo de inconveniente o problema con el servicio de internet? Sí/No**

¿Presenta usted algún tipo de inconveniente o problema con el servicio de internet?

91 respuestas



**Figura 34. Pregunta 5.**

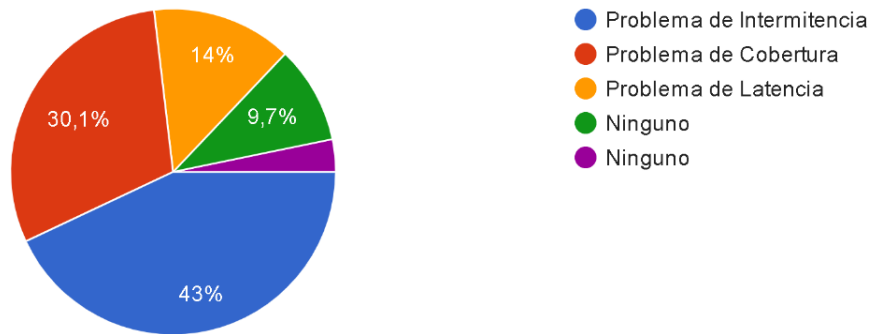
Esta es una pregunta cerrada con solo dos opciones de respuesta una positiva y una negativa que indica si con el servicio de internet que tiene presenta algún tipo de problema con el servicio, en la figura (34) el 60,4% indica que si presenta algún problema pese a que en la pregunta anterior indicaron que el servicio es óptimo, y el 39,6 indica que no presenta inconveniente.

## 6.- ¿Qué tipo de problema del servicio de internet suele poseer?

- **Problema de Intermittencia.**
- **Problema de Cobertura.**
- **Problema de Latencia.**
- **Ninguno.**
- **Otra.**

¿Qué tipo de problema del servicio de internet suele poseer?

93 respuestas



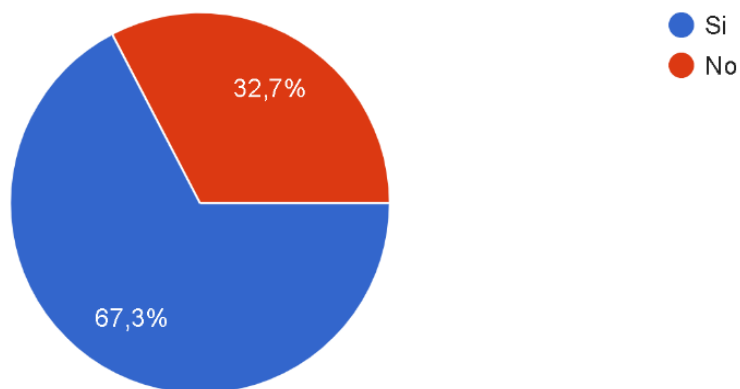
*Figura 35. Pregunta 6.*

Esta es una pregunta objetiva para las personas encuestadas en la cual debe seleccionar solo una, en caso de que el encuestado escoja la opción “otro” debe indicar el problema que presente, en la que permite verificar cual es el tipo de problema que suele tener con su proveedor de servicio de internet, en la figura (35) el 30,1% de las personas encuestadas indicaron que tienen un inconveniente de Cobertura, la que nos permite conocer que se necesita hacer un estudio en el domicilio para que el proveedor de servicio pueda cubrir toda esta zona en el domicilio y el cliente no tenga este inconveniente, el 43% de las personas indicaron que el problema es de Intermittencia la cual nos permite reconocer que algo en su red está afectando al momento de navegar así mismo con 14% de las personas que indicaron que tienen un problema con su Latencia, mientras que el 12,9 de las personan indicaron que no presentan ningún inconveniente en su servicio de internet.

### 7.- ¿Conoce usted acerca de la tecnología IPTV? Sí/No

¿Conoce usted acerca de la tecnología IPTV?

98 respuestas

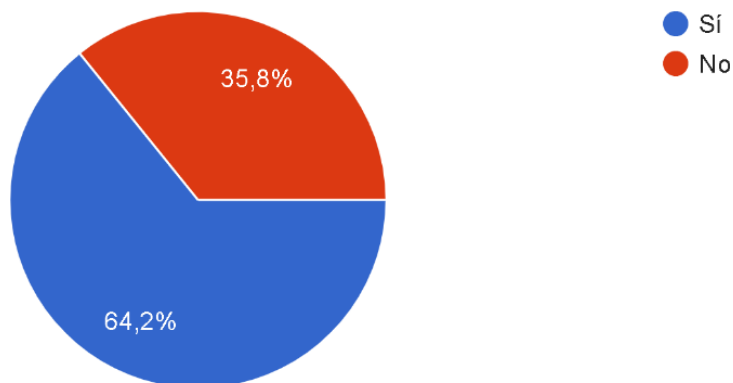


*Figura 36. Pregunta 7.*

Esta es una pregunta cerrada que solo tiene dos opciones una positiva y una negativa, la que ayuda a ver cuántas personas conocen acerca de la tecnología IPTV, en la Figura (36) el 67,3% de personas indica que sí conocen acerca de esta tecnología, mientras que el 32,7% de personas indicaron que no conocen acerca de esta tecnología, los que respondieron que no conocen sobre esta tecnología se les dio a conocer sobre que se trata la tecnología IPTV.

### 8.- ¿Usted cuenta con el servicio de IPTV? Sí/No

¿Usted cuenta con el servicio de IPTV?  
67 respuestas



*Figura 37. Pregunta 8.*

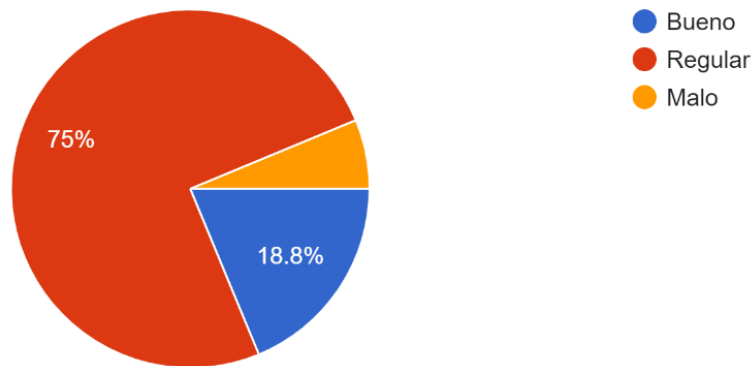
Esta es una pregunta cerrada de dos opciones de Sí o No, en la que a los encuestados se les consulta si cuentan con un servicio de IPTV, para así verificar cuantas personas utilizan esta tecnología, en la figura (37) el 64.2% de las personas respondieron que sí, lo que nos indica que la mayoría de las personas utilizan la tecnología IPTV, mientras que el 35,8% de las personas respondieron que no utilizan esta tecnología.

### 9.- ¿Qué tan óptimo es el servicio de IPTV?

- **Bueno**
- **Regular**
- **Malo**

¿Qué tan óptimo es el servicio de IPTV?

64 respuestas

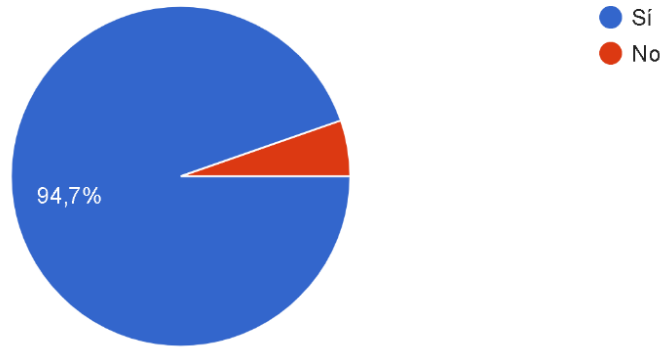


*Figura 38. Pregunta 9.*

Esta es una pregunta cerrada de tres opciones en la que los encuestados indica que tan óptimo es esta tecnología de IPTV, en la Figura (38) el 75% de las personas encuestadas indicaron que el servicio es Regular así mismo el 6,3% de las personas que indicaron que es Malo el servicio lo cual nos indica que la mayoría de las personas no están conforme con este servicio de IPTV y el 18,8 indican que el servicio es Bueno lo cual indica que están conforme con el servicio.

**10.- ¿Estaría de acuerdo en recibir este servicio de IPTV? Sí/No**

¿Estaría de acuerdo en recibir este servicio de IPTV?  
94 respuestas

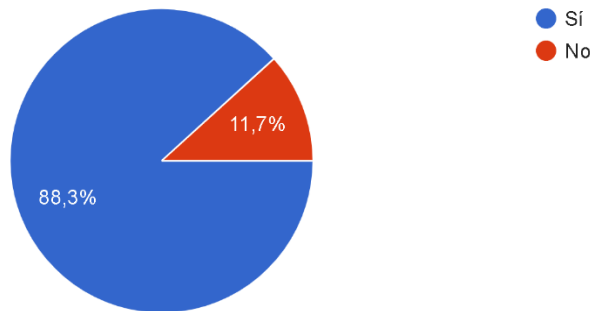


**Figura 39. Pregunta 10.**

Esta es una pregunta cerrada de dos opciones una positiva y una negativa, la cual indica si las personas encuestadas están de acuerdo en recibir este servicio de IPTV, en la figura (39) podemos observar que el 94,7% de las personas encuestadas sí desea recibir este servicio mientras que el 5,3% no desea recibir el servicio.

**11.- ¿Usted está de acuerdo en recomendar esta tecnología a sus conocidos? Sí/No**

¿Usted está de acuerdo en recomendar esta tecnología a sus conocidos?  
94 respuestas



**Figura 40. Pregunta 11.**



Esta pregunta es una pregunta cerrada de dos opciones de Sí o No, en la cual las personas encuestadas indican si recomiendan esta tecnología, en la figura (40) podemos observar que el 88,3% de las personas encuestadas recomiendan esta tecnología, lo que indica que esta tiene una gran acogida y se puede implementar de una manera fortuita, mientras que el 11,7% de las personas no recomiendan esta tecnología, lo que nos ayuda a verificar que se debe mejorar esta tecnología para que sea más eficiente y ese cierto porcentaje de personas opten por este tipo de la nueva era de la tecnología.

➤ **Fotos de los equipos y materiales**



*Figura 41. Prueba de velocidad con el proveedor de internet de cable coaxial.*

**Fuente: Tomada de SpeedTest**



*Figura 42. Equipo router TOTOLINK A3002RU.*



*Figura 43. Equipo router TOTOLINK A3002RU.*



*Figura 44. Equipo router TOTOLINK A3002RU, laptop Dell y Módem Arris TM822A.*



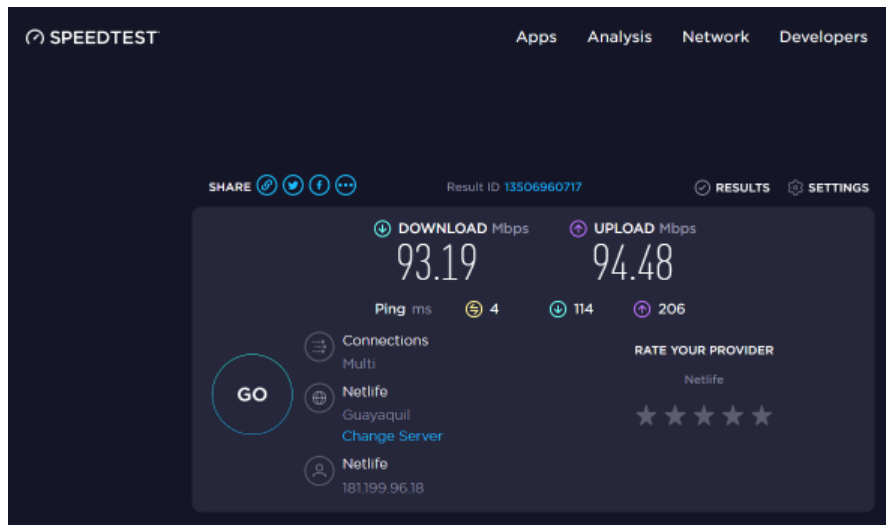
*Figura 45. Equipo M3dcm Arris TM822A.*



*Figura 46. Equipo M3dcm Arris TM822A.*

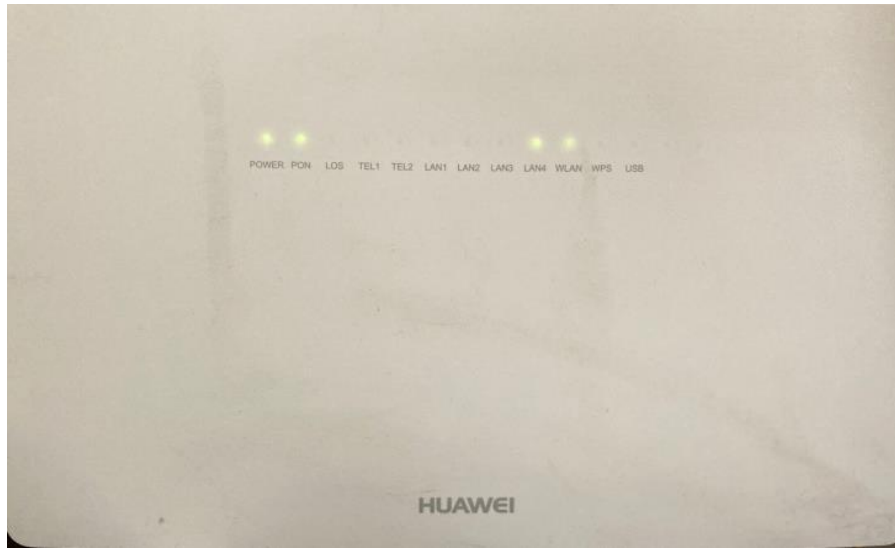


*Figura 47. Cable coaxial RG6 de 75ohms.*



*Figura 48. Prueba de velocidad con el proveedor de internet de cable de fibra óptica.*

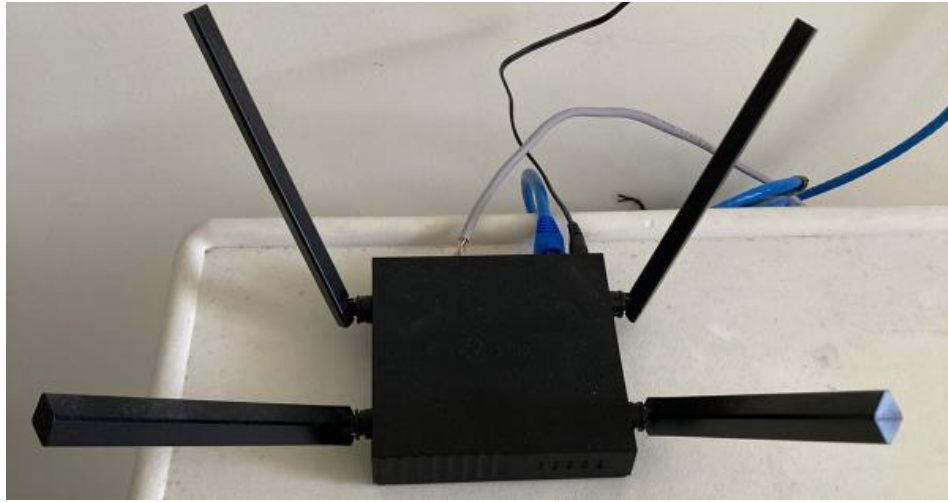
**Fuente: Tomada de SpeedTest**



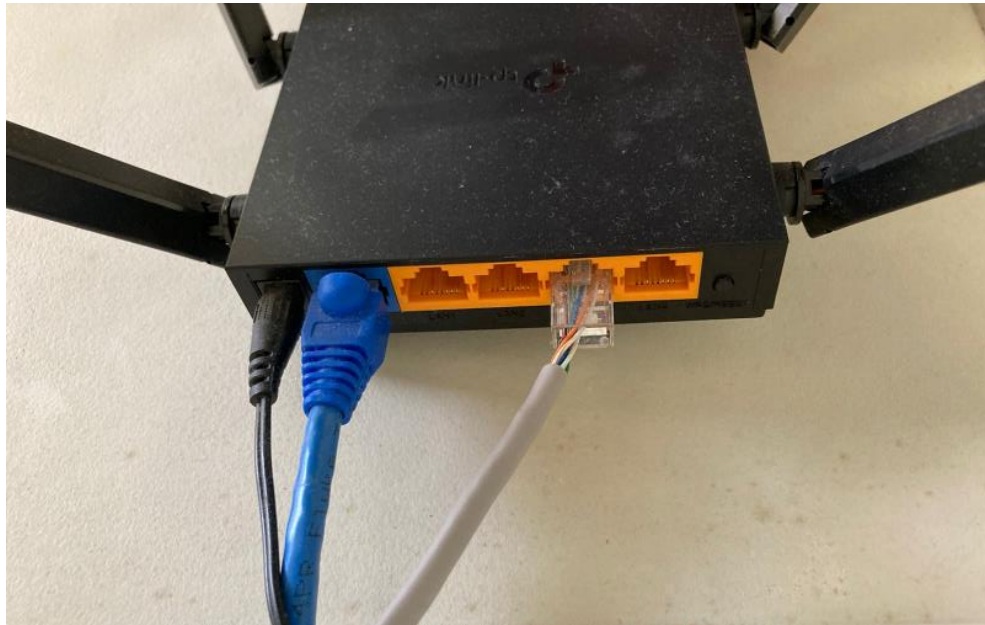
*Figura 49. Equipo router HUAWEI HS8245W.*



*Figura 50. Equipo router HUAWEI HS8245W.*



*Figura 51. Equipo router TP-Link Archer C50.*



*Figura 52. Equipo router TP-Link Archer C50.*



*Figura 53. Equipo router TP-Link Archer C50 y laptop Dell.*



*Figura 54. Caja de fibra óptica.*

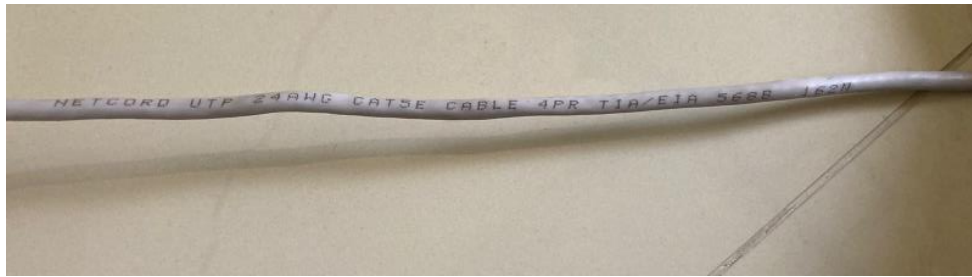


*Figura 55. Caja de fibra óptica.*



*Figura 56. Cable de fibra óptica.*



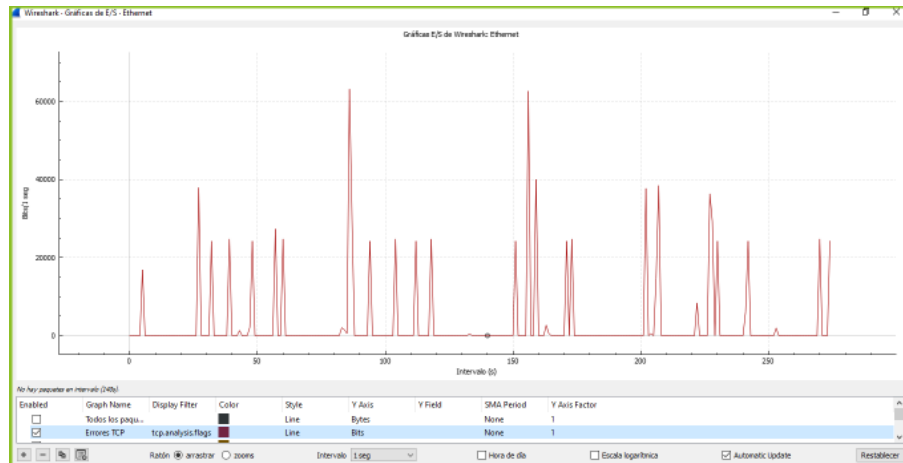


**Figura 57. Cable de UTP Cat 5e.**



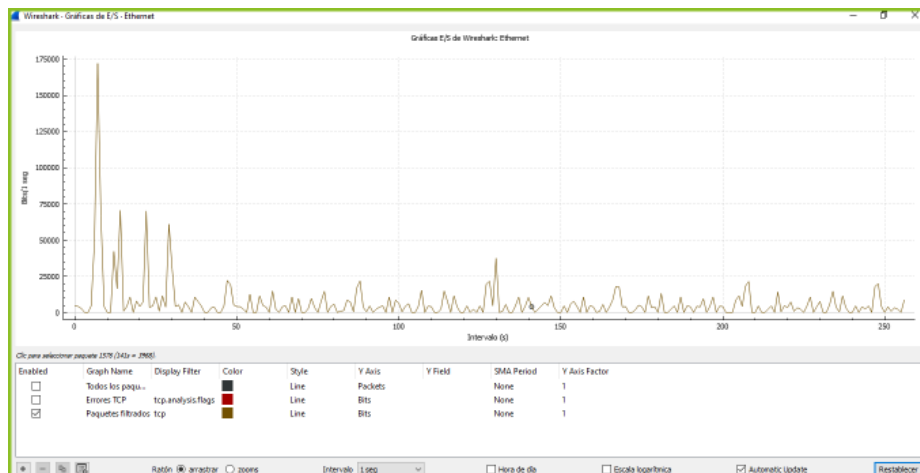
**Figura 58. Gráfica del ancho de banda sin la configuración VLAN en coaxial del proveedor de IPTV Patoplayer.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



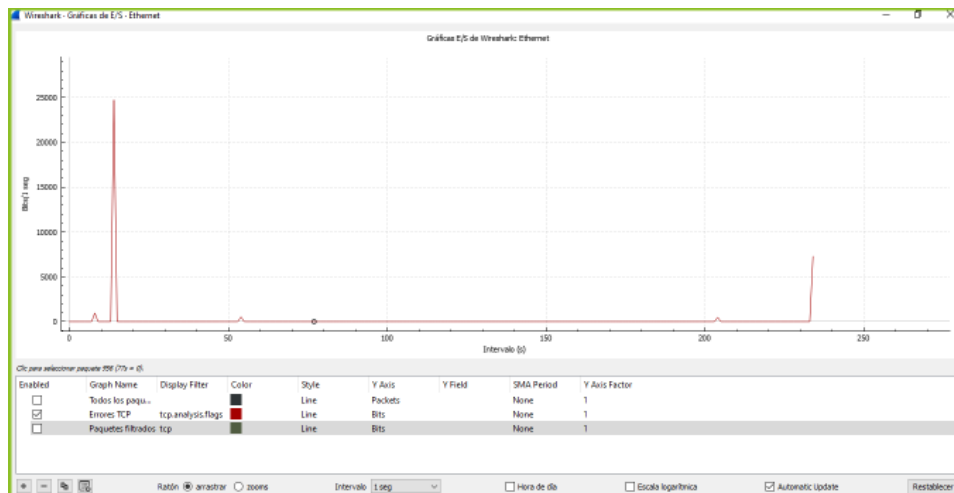
**Figura 59. Captura del tráfico sin la configuración VLAN en coaxial del proveedor de IPTV Patoplayer.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



**Figura 60. Captura del ancho de banda sin la configuración VLAN en coaxial del proveedor de IPTV Directv GO.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



**Figura 61. Captura del tráfico sin la configuración VLAN en coaxial del servicio de IPTV Directv GO.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



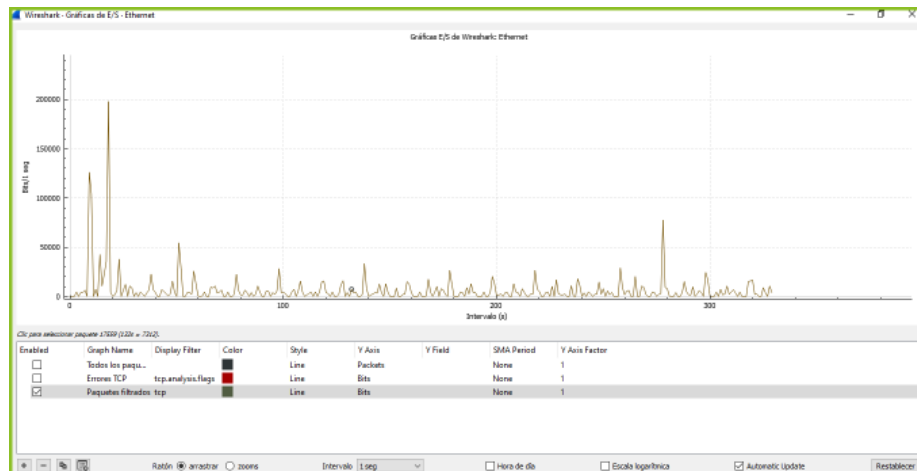
**Figura 62. Captura del ancho de banda con la configuración VLAN en coaxial del proveedor de IPTV Patoplayer.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



**Figura 63.** Captura del tráfico con la configuración VLAN en coaxial del proveedor de IPTV Patoplayer.

**Fuente:** Tomada de Wireshark



**Figura 64.** Captura del ancho de banda con la configuración VLAN en coaxial del proveedor de IPTV Directv GO.

**Fuente:** Tomada de Wireshark



**Figura 65. Captura del ancho de banda con la configuración VLAN en coaxial del proveedor de IPTV Directv GO.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



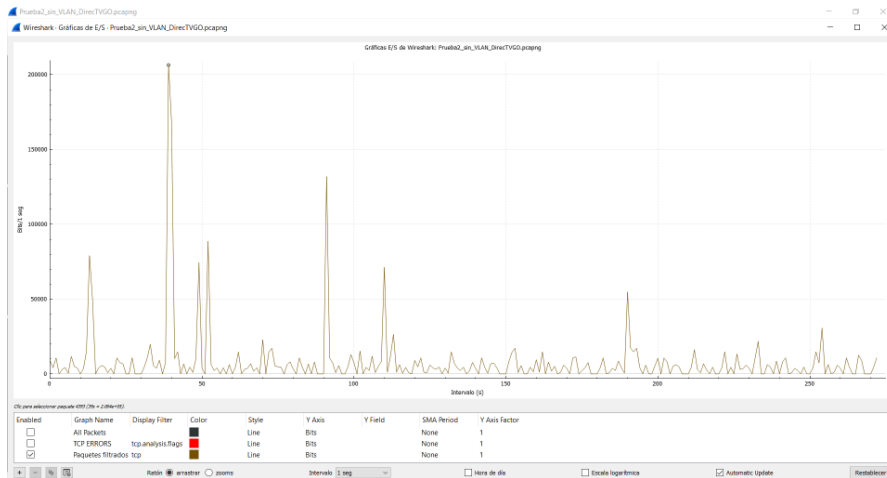
**Figura 66. Gráfica del ancho de banda sin la configuración VLAN en fibra óptica del proveedor de IPTV Patoplayer.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



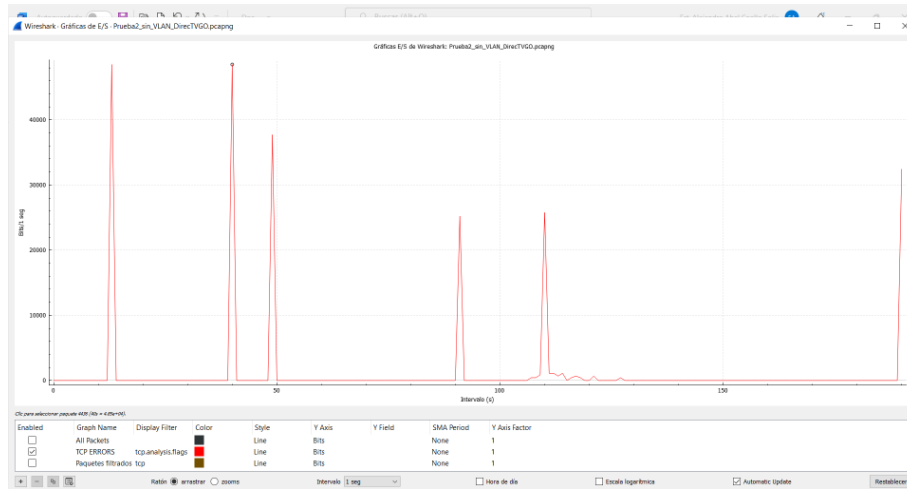
**Figura 67. Captura del tráfico sin la configuración VLAN en fibra óptica del proveedor de IPTV Patoplayer.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



**Figura 68. Gráfica del ancho de banda sin la configuración VLAN en fibra óptica del proveedor de IPTV Directv GO.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



**Figura 69. Gráfica del tráfico sin la configuración VLAN en fibra óptica del proveedor de IPTV Directv GO.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



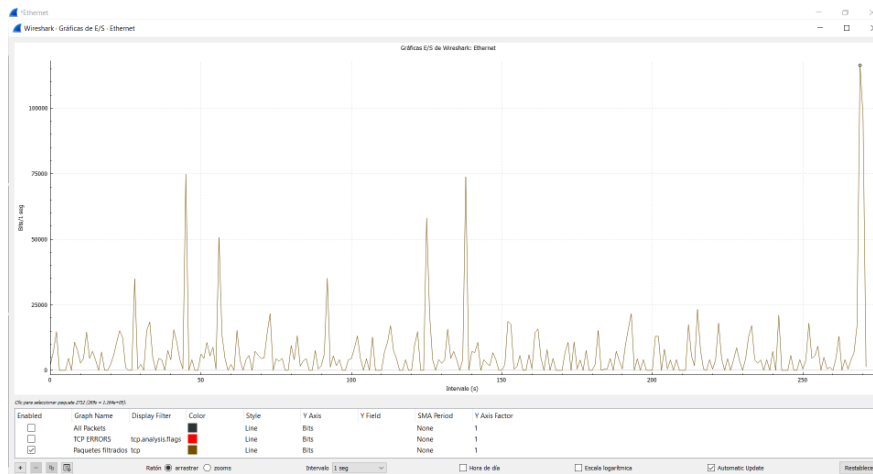
**Figura 70. Gráfica del ancho de banda con la configuración VLAN en fibra óptica del proveedor de IPTV Patoplayer.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



**Figura 71. Gráfica del tráfico con la configuración VLAN en fibra óptica del proveedor de IPTV Patoplayer.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**



**Figura 72. Gráfica del ancho de banda con la configuración VLAN en fibra óptica del proveedor de IPTV Directv GO.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**





**Figura 73. Gráfica del tráfico con la configuración VLAN en fibra óptica del proveedor de IPTV Directv GO.**

**Fuente: Tomada de Wireshark**