

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
3	www.miniplib.org Fuente de Internet	1%
4	addi.ehu.es Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	<1%
7	www.wificanarias.com Fuente de Internet	<1%
8	produccioncientificaluz.org Fuente de Internet	<1%
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (X) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: GUTIERREZ SICLLA CARLO ADRIAN
D.N.I.: 77392278
Otro Documento: -
Nacionalidad: PERUANA
Teléfono: 922 877 181
e-mail: 2014100791@untels.edu.pe

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico: TESIS
Título Profesional otorgado: INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: "ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN ESQUEMA DE TRABAJO BASADO EN EL RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE PAQUETES CON MIKROTIK PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE SERVICIO DE INTERNET EN EL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO"
Fecha de Sustentación: 05 DE DICIEMBRE DE 2023
Calificación: APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación: 2025



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo X No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

GUTIERREZ SICLLA CARLO ADRIAN

APELLIDOS Y NOMBRES

7739 2278

DNI

Firma y huella:



Lima, 12 de DICIEMBRE del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN ESQUEMA DE TRABAJO BASADO EN
EL RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE PAQUETES CON
MIKROTIK PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE SERVICIO DE
INTERNET EN EL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
GUTIERREZ SICLLA, CARLO ADRIAN
ORCID: 0000-0001-8013-2588**

**ASESOR
CAMPOS AGUADO, FREDY
ORCID: 0000-0003-3419-925X**

**Villa El Salvador
2023**



DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

En Villa El Salvador, siendo las **12:15** horas del día 5 de diciembre de 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: Mg. PABLO ANDRÉS VILLEGAS CHUNGA DNI N° 09694556 C.I.P. N° 199274
SECRETARIO: DR. RICARDO JOHN PALOMARES ORIHUELA DNI N° 06795282 C.I.P. N° 105002
VOCAL : MG. EDGARD OPORTO DÍAZ DNI N° 09352077 C.I.P. N° 106881
ASESOR : MG. FREDY CAMPOS AGUADO DNI N° 10115837 C.I.P N° 173769

Designados mediante Resolución de Decanato N° 331-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto de 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al : Grado de Bachiller Título Profesional

Don : CARLO ADRIAN GUTIERREZ SICLLA identificado con D.N.I. N° 77392278 procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación Tesis Trabajo de suficiencia Artículo científico

Titulada: **"ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN ESQUEMA DE TRABAJO BASADO EN EL RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE PAQUETES CON MIKROTIK PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE SERVICIO DE INTERNET EN EL DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO".**

Aprobado mediante Resolución de Decanato N° 967-2023-UNTELS-R-D de fecha 27 de noviembre de 2023, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.

Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante **APROBADO** porcon la nota de:**QUINCE**.....(letras).....**15**..... (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
15	QUINCE	APROBADO POR UNANIMIDAD	BUENO

Siendo las **13:00** horas del día 5 de diciembre de 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.


DR. RICARDO JOHN PALOMARES ORIHUELA
 SECRETARIO


Mg. PABLO ANDRÉS VILLEGAS CHUNGA
 PRESIDENTE


CARLO ADRIAN GUTIERREZ SICLLA
 BACHILLER


MG. EDGARD OPORTO DÍAZ
 VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres, por ser mi inspiración y ejemplo de dedicación.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi asesor Fredy Campos A. por ser mi guía y mentor a lo largo de este desafiante pero gratificante camino académico. Su sabiduría, paciencia y apoyo han sido fundamentales para alcanzar este logro.

RESUMEN

La pandemia de COVID-19 incrementó la necesidad de conectividad y la mejora del acceso a Internet. En zonas alejadas de las ciudades, la ausencia de grandes proveedores de Internet (ISP) genera la dependencia de otros de menor escala, los que enfrentan retos para cumplir estándares de calidad de servicio debido a limitaciones económicas y desconocimiento de marcos de trabajo. En esta investigación se aborda la falta de un servicio de Internet adecuado en la zona de Alto Tiwinza en Villa María del Triunfo para un proveedor local, por lo que se propone un análisis y diseño de un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes con equipos MikroTik a fin de mejorar su calidad de servicio.

La metodología comprende cuatro fases: primero, se analiza la calidad de servicio de Internet actual en la zona de Alto Tiwinza de Villa María del Triunfo mediante una evaluación por encuesta a una muestra de 137 hogares de 442 disponibles. Luego, se identifican los parámetros clave de calidad de servicio específicos en base a estándares nacionales e internacionales. Posteriormente, se diseña un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes, que consiste en la identificación y marcado de tráfico, administración de colas, monitoreo y evaluación en el nodo del proveedor, enfocándose en optimizar las aplicaciones clave. Finalmente, se verifica el esquema propuesto mediante pruebas en campo realizadas en los usuarios finales.

Los resultados de las pruebas realizadas antes y después de aplicar QoS (Calidad de servicio) muestran una mejora significativa en el rendimiento de la red. Utilizando la interfaz de MikroTik y pruebas de ping desde CMD (Intérprete de comandos), se evaluaron plataformas de clases en línea y streaming de video. Los datos revelan un control efectivo del ancho de banda, con una tasa de pérdida de paquetes reducida al 0% y una disminución de la latencia de 202 ms a 35 ms, lo que indica una optimización en la transmisión de datos y en la calidad del servicio de Internet.

Palabras clave: marco de trabajo, calidad de servicio, reconocimiento automático, servicio de internet, parámetros de calidad.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic increased the need for connectivity and improved access to the Internet. In areas far from the cities, the absence of large Internet Service Providers (ISPs) has led to reliance on smaller-scale providers, which face challenges in meeting quality of service standards due to economic limitations and lack of knowledge regarding established frameworks. This research addresses the lack of adequate Internet service in the Alto Tiwinza area of Villa María del Triunfo for a local provider, proposing an analysis and design of a working scheme based on automatic packet recognition using MikroTik equipment to improve the quality of service.

The methodology consists of four phases: First, the current Internet service quality in the Alto Tiwinza area of Villa María del Triunfo is analyzed through a survey evaluation of a sample of 137 households out of 442 available. Then, the key quality of service parameters is identified based on national and international standards. Subsequently, a work scheme based on automatic packet recognition is designed, which involves identifying and marking traffic, queue management, monitoring, and evaluation at the provider's node, focusing on optimizing key applications. Finally, the proposed scheme is validated through field tests conducted with end users.

The results of the tests conducted before and after applying QoS (Quality of Service) show a significant improvement in network performance. Using the MikroTik interface and ping tests from CMD (Command Prompt), online class platforms and video streaming services were evaluated. The data revealed effective bandwidth control, with a packet loss rate reduced to 0% and latency decreased from 202 ms to 35 ms, indicating an optimization in data transmission and Internet service quality.

Keywords: framework, quality of service, automatic recognition, internet service, quality parameters.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Motivación	2
1.2. Estado del arte.....	2
1.3. Descripción del problema	4
1.4. Formulación del problema	5
1.4.1. Problema general	5
1.4.2. Problemas específicos.....	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo general	6
1.5.2. Objetivos específicos	6
1.6. Justificación de la investigación	6
1.6.1. Social	6
1.6.2. Práctica	7
1.6.3. Tecnológica	7
II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	10
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Esquema de trabajo con MikroTik	12
2.2.2. Calidad de servicio (QoS).....	15
III: METODOLOGÍA	18
3.1. Descripción de la metodología	18
3.2. Tipo y diseño de la investigación	19
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnicas de recolección de datos.....	20
3.5. Instrumentos de recolección de datos	21
3.6. Resultados.....	21
3.6.1. Análisis de la satisfacción del servicio de Internet de los pobladores	21
3.6.2. Calidad de Servicio	23
3.6.3. Identificación de parámetros de calidad de servicio	27

3.6.4. Esquema de trabajo	30
3.6.5. Verificación de diseño del esquema de trabajo aplicado	46
IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	60
V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXOS	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Descripción del proceso de la investigación	19
Figura 2. Ubicación del AA.HH. Ampliación Alto Tiwinza (8416)	20
Figura 3. Satisfacción de los clientes respecto a los servicios de Internet	23
Figura 4. Preferencia de uso de los servicios de Internet	24
Figura 5. Medios de conexión a Internet	25
Figura 6. Prueba de ping de un usuario del AAHH “Alto Tiwinza”	26
Figura 7. Prueba de ping de otro usuario del AAHH “Alto Tiwinza”	26
Figura 8. Pérdida de conexión de red en google meet	27
Figura 9. Aspectos QoS y su correspondencia con los parámetros QoS	28
Figura 10. Diagrama de metodología del diseño	30
Figura 11. Topología de red GPON	31
Figura 12. Ingreso al Firewall del Mikrotik	33
Figura 13. Creación de nueva regla Mangle	34
Figura 14. Declaración de protocolo ICMP	34
Figura 15. Selección del New Connection Mark	35
Figura 16. Muestra de marcado ICMP	35
Figura 17. Conexión de paquetes ICMP	36
Figura 18. Cierre de marcado de paquetes ICMP	36
Figura 19. Primer marcado de paquete ICMP	37
Figura 20. Marcado total de los tráficos de red en el Firewall	38
Figura 21. Creación de cola de bajada	39
Figura 22. Creación de cola de subida	39
Figura 23. Colas de subida y de bajada	40
Figura 24. Creación de las colas padre e hijo	40
Figura 25. Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el DNS	41
Figura 26. Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el HTTP	41
Figura 27. Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el ICMP	42
Figura 28. Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el IMAP	43
Figura 29. Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el RDP	43
Figura 30. Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el winbox	44
Figura 31. Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el Resto	44
Figura 32. Prioridad y consumo de ancho de banda de todas las colas hijo	45

Figura 33. Interfaz de Mikrotik para visualizar el consumo de ancho de banda.....	45
Figura 34. Medida de ancho de banda en plataforma de clases en línea sin QoS	47
Figura 35. Estadísticas para ping 8.8.8.8 sin QoS para clases en línea	48
Figura 36. Medida de ancho de banda en plataforma de clases en línea con QoS	49
Figura 37. Estadísticas para ping 8.8.8.8 con QoS para clases en línea	50
Figura 38. Medida de ancho de banda en videos streaming sin QoS	51
Figura 39. Estadísticas para ping 8.8.8.8 sin QoS para videos streaming	52
Figura 40. Medida de ancho de banda en videos streaming con QoS	53
Figura 41. Estadísticas para ping 8.8.8.8 con QoS para videos streaming	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de licencia MikroTik disponibles	13
Tabla 2. Confiabilidad del instrumento de Satisfacción.....	21
Tabla 3. Nivel de satisfacción en comunicación	22
Tabla 4. Nivel de satisfacción en transparencia	22
Tabla 5. Nivel de satisfacción en expectativa.....	22
Tabla 6. Nivel de satisfacción total	23
Tabla 7. Designación de puertos para los diferentes tráficos de red	37
Tabla 8. Parámetros de calidad de servicio en plataforma de clases	56
Tabla 9. Parámetros de calidad de servicio en videos Streaming.....	56

INTRODUCCIÓN

En los tiempos actuales, la revolución digital ha impulsado y normalizado el uso cotidiano del Internet a una dependencia social sin precedentes. La conectividad a Internet es ahora un pilar básico para acceder a múltiples oportunidades de crecimiento profesional y personal al ser las redes un medio efectivo de comunicación, por lo que podemos apreciar un cambio social significativo con respecto al acceso y uso de información y servicios en línea. Sin embargo, la demanda creciente de aplicaciones y servicios de alto consumo de recursos de red (como las transmisiones a tiempo real, videoconferencias, juegos en línea, entre otros) exige que se evalúen diferentes alternativas que garanticen la experiencia del usuario de manera óptima en las redes de comunicaciones. En este contexto, el distrito de Villa María del Triunfo, como parte de los barrios emergentes de la gran capital peruana, no escapa a tal realidad, por lo que hace necesario considerar a la calidad de servicio (QoS) como un factor crucial para la satisfacción de los usuarios y el funcionamiento eficiente de las redes de comunicaciones.

La presente investigación realiza el análisis y diseño de un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes con equipos MikroTik, con el propósito de garantizar la calidad de servicio de Internet para un proveedor de Internet (ISP) emergente en un sector del distrito de Villa María del Triunfo. Para ello, se busca abordar las limitaciones y desafíos que se presentan durante la gestión y control de la red, evaluar los parámetros alcanzados según los estándares y proponer soluciones prácticas y efectivas basados en marcos de trabajo repercutan positivamente en el usuario final.

El presente trabajo se divide en 4 capítulos principales, en el primer capítulo abordamos la motivación y problemática que impulsa el desarrollo del presente trabajo, así como sus limitaciones, objetivos e importancia que justifica su relevancia. En el segundo capítulo se presentan las investigaciones previas y fundamentos teóricos relacionados al tema bajo estudio, en el tercer y cuarto capítulo se detalla la metodología y resultados respectivamente. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Motivación

En el distrito de Villa María del Triunfo, específicamente en el asentamiento humano "Ampliación Alto Tiwinza", se presenta un desafío persistente en cuanto a la conectividad hacia Internet. La falta de acceso confiable a la red ha sido una fuente de problemas en esta comunidad, limitando su acceso a la información, la educación en línea, las oportunidades de empleo y la comunicación con el mundo exterior.

Este estudio nace de la necesidad de abordar estos desafíos técnicos y mejorar el acceso a los servicios de Internet en "Ampliación Alto Tiwinza". La motivación detrás de este proyecto reside en el principio de que la tecnología y la conectividad a Internet son herramientas fundamentales en la sociedad actual, y que nadie debería quedarse atrás debido a limitaciones geográficas o infraestructurales.

Por lo tanto, el objetivo principal es diseñar un sistema automático de paquetes que optimice la conexión a Internet en esta área, superando las dificultades que actualmente afectan a la comunidad. Esto no solo implica resolver cuestiones técnicas, como la mejora de la infraestructura de red y la estabilidad de la señal, sino también garantizar que la solución sea eficiente y sostenible en el largo plazo.

Asimismo, se busca proporcionar a los residentes de "Ampliación Alto Tiwinza" un acceso más equitativo a la información y las oportunidades en línea. La mejora en la conectividad impulsará la educación, el acceso a recursos esenciales y la capacidad de aprovechar las ventajas de la era digital. Además, facilitará la comunicación y el contacto con el mundo exterior.

Finalmente, este proyecto técnico representa una oportunidad para transformar la calidad de vida en esta comunidad al mejorar su acceso a los servicios de Internet. A través de esta iniciativa, se pretende contribuir a la igualdad de oportunidades y la inclusión digital en "Ampliación Alto Tiwinza".

1.2. Estado del arte

La mejora de la calidad y accesibilidad de los servicios de Internet es un área crítica en la actualidad, ya que la conectividad a la red desempeña un papel fundamental en una

amplia gama de actividades humanas, desde la educación hasta la comunicación y el comercio. En este contexto, el reconocimiento automático de paquetes ha surgido como una solución prometedora para optimizar la administración de la red y, en última instancia, mejorar la experiencia de los usuarios (Bakri et al., 2018).

Con respecto al reconocimiento automático de paquetes, se destaca la alternativa de los dispositivos Mikrotik ya que posee un sistema operativo estable y robusto, que tiene características inherentes que lo protegen de ataques externos, permitiéndole al usuario configurar el router para minimizar vulnerabilidades en la seguridad del sistema (Rahmar y Rahmar, 2018).

La tecnología Mikrotik emerge como una opción viable y rentable debido a que presenta características y funcionalidades que la hacen adecuada para entornos con limitaciones económicas debido a su costo por debajo del promedio del mercado, permitiendo la expansión de servicios de conectividad a áreas rurales ya que reemplaza al acceso múltiple por detección de portadora (CSMA/CA) y gestiona el acceso múltiple por medio de una estrategia de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), esta capacidad de Mikrotik para adaptarse a contextos específicos y ofrecer conectividad confiable la posiciona como una herramienta valiosa en la reducción de la brecha digital y el fomento del progreso en regiones desfavorecidas (Rosero, 2015).

Entre los avances notables se encuentra el trabajo de Báez (2018), quien desarrolló un sistema de enrutamiento y filtrado de paquetes basado en MikroTik que permitió una gestión más eficiente del ancho de banda y el tráfico de red. Este enfoque se centró en la priorización de paquetes de datos críticos, mejorando así la calidad del servicio en entornos con recursos limitados.

Otro proyecto destacado fue llevado a cabo por Enriquez y Casas (2023), quienes implementaron un sistema de reconocimiento automático de paquetes en un entorno de red MikroTik para la detección de patrones de tráfico y la aplicación de políticas de calidad de servicio (QoS). Este enfoque permitió una gestión proactiva de la red, optimizando la distribución de ancho de banda y garantizando un servicio más uniforme y confiable.

A pesar de estos avances significativos, todavía existen lagunas en el estado actual del arte. Algunos desafíos incluyen la adaptación de estos sistemas a entornos de red más grandes y complejos, la mejora de la precisión del reconocimiento de paquetes, y la

optimización de algoritmos de QoS para satisfacer las necesidades cambiantes de los usuarios. El futuro de la mejora del servicio de Internet a través del reconocimiento automático de paquetes con MikroTik ofrece soluciones más eficaces y escalables para garantizar una conectividad a Internet de alta calidad, incluso en áreas con recursos limitados.

1.3. Descripción del problema

A nivel mundial, el Internet es una tecnología que ha transformado la forma en que las personas se comunican, trabajan y acceden a la información en todo el mundo, facilita la comunicación instantánea, el acceso a recursos educativos y de entretenimiento, y el comercio electrónico a escala global. Además, ha impulsado la innovación tecnológica, el emprendimiento y la participación ciudadana, al tiempo que ha cambiado la forma en que las empresas operan y las personas se relacionan. Sin embargo, su crecimiento también ha planteado desafíos, como la ciberseguridad y la privacidad en línea, que deben ser abordados de manera responsable (Torres et al., 2016).

En Latinoamérica, la velocidad del Internet suele ser más lenta en comparación con otros países más desarrollados, esto puede atribuirse en gran parte a la problemática de la infraestructura de telecomunicaciones menos desarrollada y obsoleta, particularmente en áreas rurales y remotas debido a la geografía y topografía desafiantes. Las limitaciones económicas también desempeñan un papel importante, ya que los altos costos de acceso a Internet pueden limitar la inversión en tecnología y redes de alta velocidad, esto sumado a la congestión y la ralentización del tráfico de red en áreas densamente pobladas pueden afectar negativamente la calidad de la conexión, por ello, la mejora de la infraestructura, la inversión en tecnología y la promoción de la competencia en el mercado de telecomunicaciones son esenciales para abordar estos desafíos y mejorar la calidad del acceso a Internet en la región (Corzo y Alvarez, 2020).

En Perú, existe una marcada brecha digital entre áreas urbanas y rurales, debido a la limitada infraestructura de telecomunicaciones y los costos elevados de acceso, la calidad del servicio varía significativamente según la ubicación y el proveedor, y la seguridad cibernética es una preocupación creciente debido a la falta de conciencia y prácticas débiles. Además, algunas comunidades aún carecen de acceso confiable a Internet, lo que limita su acceso a servicios esenciales en línea, estos desafíos requieren esfuerzos para

expandir la infraestructura, reducir los costos, promover la alfabetización digital y fortalecer la seguridad en línea en el país (Martínez, 2020).

La mala calidad de servicio de Internet puede ser atribuida a un diseño deficiente de red puede provocar cuellos de botella, congestión de la red y tiempos de respuesta lentos, esto puede incluir problemas como una topología de red inadecuada, configuraciones incorrectas de enrutamiento, falta de redundancia y escalabilidad insuficiente. Además, una gestión ineficiente de la red y la falta de monitorización constante no permiten mantener un rendimiento óptimo de la red (Behdadfar et al., 2015).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cómo analizar y diseñar un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes con Mikrotik para garantizar la calidad de servicio de Internet en el distrito de Villa María del Triunfo?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿Cómo realizar un análisis de la calidad de servicio del Internet en los usuarios finales para conocer la situación actual de la red en el distrito de Villa María del Triunfo?
- ¿De qué forma se puede identificar los parámetros de la calidad de servicio del Internet en el distrito de Villa María del Triunfo?
- ¿Cómo se puede determinar un esquema de trabajo que garantice la calidad de servicio del Internet en el distrito de Villa María del Triunfo?
- ¿Cómo verificar que el diseño de un esquema de trabajo en el reconocimiento automático de paquetes con Mikrotik garantice la calidad de servicio del Internet en el distrito de Villa María del Triunfo?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Analizar y diseñar un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes con Mikrotik para garantizar la calidad de servicio de Internet en el distrito de Villa María del Triunfo.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis de la calidad de servicio del Internet en los usuarios finales para conocer la situación actual de la red en el distrito de Villa María del Triunfo.
- Identificar los parámetros de la calidad de servicio del Internet en el distrito de Villa María del Triunfo
- Determinar un esquema de trabajo que garantice la calidad de servicio del Internet en el distrito de Villa María del Triunfo.
- Verificar que el diseño de un esquema de trabajo en el reconocimiento automático de paquetes con Mikrotik garantice la calidad de servicio del Internet en el distrito de Villa María del Triunfo.

1.6. Justificación de la investigación

1.6.1. Social

La justificación social implica identificar y describir claramente el problema o la cuestión que afecta a la sociedad y que se abordará mediante la investigación, se deben destacar cómo los resultados de la investigación beneficiarán a las personas, ya sea mejorando su calidad de vida, resolviendo un problema social o contribuyendo a la comprensión de un tema relevante (Musallam et al., 2019).

La justificación social de la presente investigación se genera en brindar una solución a la problemática de las grandes falencias en el sistema actual de las estructuras de redes de todo el país, generando un aumento en reporte de fallas técnicas, pérdidas de conexión, lentitud y falta de estabilidad. Todo esto da un alto índice de insatisfacción de parte de los usuarios al ver que no pueden cumplir con sus necesidades.

1.6.2. Práctica

La justificación práctica implica identificar claramente el problema o la necesidad que la investigación abordará y cómo los resultados de la investigación se traducirán en acciones concretas o mejoras, se deben destacar las aplicaciones prácticas de la investigación y cómo estas aplicaciones beneficiarán a individuos, organizaciones o la sociedad en general, además, es importante considerar la viabilidad y la implementación de las soluciones propuestas (Fernández, 2020).

Para la presente investigación, la justificación práctica se basa en que el uso de nuevas herramientas enfocadas a la educación y el teletrabajo demandan un mayor tasa de tráfico de conexión constante a Internet, por lo que el sistema de redes externo y equipos conformados tanto en las troncales como en el cliente de última milla, deben tener capacidad suficiente para garantizar los parámetros mínimos de estabilidad de conexión y cobertura, por lo tanto los equipos que utilizaremos en esta propuesta cumplen con todas las observaciones antes mencionadas.

1.6.3. Tecnológica

La justificación tecnológica implica explicar cómo la investigación se relaciona con tecnologías actuales o emergentes y cómo se espera que contribuya al progreso tecnológico. Se debe destacar cómo los resultados de la investigación tendrán aplicaciones tecnológicas prácticas y cómo esto beneficiará a la industria, la economía o la sociedad en general (González et al., 2017).

En la presente investigación, la justificación tecnológica está referida a la utilización de herramientas tecnológicas vinculadas a las últimas tendencias en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), generando ventajas para el asentamiento humano y abordando el desafío identificado de elevar la calidad del servicio de Internet utilizando los recursos existentes.

II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Martínez et al., (2023) publicaron un estudio comparativo entre equipos MikroTik y Cisco en condiciones de tráfico real evaluó parámetros como ancho de banda, latencia, pérdida de paquetes, jitter y uso de CPU, empleando un entorno de clientes y servidores mediante la herramienta TRex. Al aplicar el modelo de Calidad de Servicio DiffServ, se observó una mejora significativa en el rendimiento: el ancho de banda se redujo de 0.1502 Mbps a 0.0844 Mbps, la latencia bajó de 39.56 ms a 0.162 ms y la pérdida de paquetes disminuyó del 14.4352%, destacando la efectividad del modelo en optimizar la estabilidad y calidad de la red.

Zulfia et al. (2023) realizaron un estudio en el Trienggadeng State Vocational School, analizando la calidad de red en un entorno educativo donde el manejo inadecuado de la red en los laboratorios afectaba la distribución uniforme del ancho de banda, necesaria para una conexión óptima. Utilizando métodos de simple queue y queue tree en un router proxy para distribuir el ancho de banda, los investigadores evaluaron la calidad de servicio (QoS) en términos de retraso, pérdida de paquetes y rendimiento (throughput). Los resultados mostraron que el método queue tree obtuvo un retraso de 9 ms, una pérdida de paquetes de 0% y un throughput de 549 k, mientras que el simple queue presentó un retraso de 8 ms, una pérdida de paquetes de 0.15% y un throughput de 629 k. Según el estándar Tiphon, se concluye que el método queue tree se destacó como el más óptimo para mejorar la QoS en esta red educativa.

Kusbandono et al. (2024) realizaron un estudio que aborda la gestión de ancho de banda en redes WLAN Mikrotik utilizando los métodos Hierarchical Token Bucket (HTB) y Per Connection Queue (PCQ) para optimizar la Calidad de Servicio (QoS). Mediante observación y revisión bibliográfica, los investigadores diseñaron una topología de red e implementaron ambos métodos, evaluando el rendimiento en términos de throughput, retraso, jitter y pérdida de paquetes. Los resultados indicaron que el método HTB logró un throughput promedio de 97%, un retraso de 98 ms, un jitter de 77 ms y sin pérdida de paquetes, lo que lo hace ideal para aplicaciones sensibles al rendimiento que requieren asignación de ancho de banda basada en prioridades. En

comparación, el método PCQ obtuvo un throughput promedio de 93.5%, un retraso de 217 ms, un jitter de 55 ms y tampoco registró pérdida de paquetes, siendo más adecuado para distribuir equitativamente el ancho de banda entre los usuarios. Por lo tanto, se recomienda HTB para redes con asignación prioritaria de ancho de banda y PCQ para una distribución justa entre los usuarios.

Saputra et al. (2021) realizaron un estudio en el contexto de un incremento significativo en el uso de redes informáticas debido a la pandemia de Covid-19, se aborda la gestión de ancho de banda para mejorar la calidad de servicio (QoS) en redes con limitaciones de transferencia de datos. Para implementar la gestión de ancho de banda, se empleó el dispositivo Mikrotik Router-board RB951Ui-2HnD, siguiendo un proceso que incluyó recopilación de datos, análisis de requerimientos, diseño del sistema mediante diagramas de flujo, representación de la red con topología en estrella, e implementación y pruebas tanto en el cliente como en el sistema en el router Mikrotik. Los resultados, presentados en tablas estadísticas y obtenidos mediante pruebas con la aplicación Wireshark, mostraron mejoras significativas en parámetros clave de QoS, con una disminución de la latencia a 120 ms, una tasa de pérdida de paquetes reducida al 0.5% y un throughput promedio del 95%, lo que indica una gestión más eficiente del ancho de banda y una mayor estabilidad en la transferencia de datos en la red bajo estudio.

Guntoro (2022) analizó la comparación de rendimiento entre los protocolos VPN SSTP (Secure Socket Tunneling Protocol) y OpenVPN, con el fin de evaluar cuál ofrece una mejor Calidad de Servicio (QoS) en condiciones de seguridad y estabilidad de conexión en redes públicas. Las pruebas se llevaron a cabo en escenarios de Denial of Service (DoS), diseñadas para simular intentos de sobrecargar el servidor y poner a prueba la resiliencia de cada protocolo. Utilizando paquetes de 1300 bytes y un total de 100 paquetes enviados, los resultados mostraron que OpenVPN experimentó una pérdida de paquetes del 5% en el envío de 50 paquetes y una del 8% al alcanzar los 100 paquetes, con tiempos de espera (RTO) pero sin desconexiones del servidor. En comparación, SSTP mostró una pérdida de paquetes del 8% en 50 paquetes y una reducción al 6% en el envío de 100 paquetes, también con tiempos de espera, pero manteniendo la conexión estable. Se concluyó que se ofrece una leve ventaja en la

reducción de pérdida de paquetes en pruebas prolongadas, aunque se mantiene una conexión ligeramente más estable en pruebas iniciales.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Lanchipa (2021), en la actualidad, se estima que el 80% de las organizaciones enfrentan una creciente demanda de una red de comunicaciones confiable y de alto rendimiento para satisfacer las necesidades de sus usuarios. La tecnología MikroTik se ha destacado como una solución versátil y escalable, lo que la convierte en una elección estratégica para optimizar la calidad de servicio (QoS) y la eficiencia operativa. En un estudio de implementación de MikroTik en una empresa de tamaño mediano, se observó una mejora del 75% en la velocidad de transferencia de datos, lo que permitió a la organización atender de manera efectiva el aumento del 60% en la demanda de ancho de banda.

De acuerdo con Mejía (2023), la creciente diversidad de aplicaciones y servicios en línea ha generado desafíos significativos en la gestión del tráfico de red en Huaraz. Se estima que el tráfico de video en alta definición representa aproximadamente el 60% del ancho de banda total en muchas redes, lo que subraya la importancia de la tecnología MikroTik en la aplicación efectiva de políticas de calidad de servicio (QoS). En un entorno de proveedor de servicios de Internet (ISP), la implementación de MikroTik resultó en una disminución del 45% en la latencia de red, lo que llevó a una mejora del 20% en la satisfacción del cliente al tiempo que se gestionaba el crecimiento del tráfico de video en alta definición.

Ormachea et al. (2022) evaluaron la influencia de un modelo de gestión de tráfico de red en la calidad de servicio (QoS) de una red WAN del Router Mikrotik con un enfoque cuantitativo y diseño experimental. La investigación incluyó una muestra de 16 de los 120 terminales (hosts) de la red. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en los parámetros de QoS: la tasa de transferencia aumentó de 647,25 kbps a 4.592,19 kbps, representando un incremento del 609,49%, mientras que el retardo de paquetes se redujo de 1.405,13 ms a 87,44 ms, lo que implica una disminución del 93,77%. Además, la variación del retardo (jitter) disminuyó de 60 ms a 0,49 ms, una reducción del 99,12%, y la pérdida de paquetes pasó de 9,88 a 1,50 paquetes en promedio, representando una reducción del 84,82%. Las pruebas

estadísticas realizadas mediante el T-student confirmaron que el modelo de gestión implementado mejora significativamente el QoS en la red WAN de la empresa.

Blas (2022) tuvo como objetivo diseñar una red inalámbrica de banda ancha para un centro poblado en La Libertad, empleando un enfoque cuantitativo y un estudio descriptivo. Para la implementación se utilizaron equipos Ubiquiti, específicamente el Rocket AC Lite, una tecnología de radioenlace que contribuyó significativamente al incremento de ancho de banda. Los indicadores clave fueron velocidad de navegación, porcentaje de tiempo de estabilidad de la banda ancha y pérdida de paquetes. Los resultados mostraron una transferencia y velocidad de navegación del 77%, una estabilidad de la red del 99% y una pérdida de paquetes del 0%. Se concluyó que, para lograr los objetivos de eficiencia en la red, es fundamental definir claramente los indicadores que permitan evaluar su rendimiento.

Pérez (2024) tuvo como objetivo resolver problemas de calidad de servicio mediante un diseño de red Mesh. La investigación, de tipo aplicada y nivel explicativo, con diseño pre-experimental, incluyó una muestra de 150 de los 244 terminales (hosts) de la red. La metodología siguió un enfoque Top Down, abarcando desde el análisis de requerimientos y diseño lógico hasta la implementación, pruebas y optimización. Se evaluaron indicadores como velocidad de transmisión (carga y descarga), tiempo de respuesta promedio y pérdida de paquetes. Los resultados mostraron mejoras significativas: la velocidad de carga aumentó de 3.02 a 14.65 Mbps y la velocidad de descarga de 1.43 a 13.71 Mbps, mientras que el tiempo promedio de respuesta se redujo de 708.07 ms a 74.81 ms, y la pérdida de paquetes disminuyó del 30% al 4%. Se concluyó que el diseño Mesh mejora efectivamente la calidad de servicio en la red académica del COAR Huancavelica.

2.2. Bases teóricas

En el ámbito de las redes de telecomunicaciones, la gestión eficiente del tráfico de red y la garantía de una calidad de servicio (QoS) óptima son elementos cruciales para satisfacer las demandas de los usuarios y asegurar un rendimiento confiable de la red. En este contexto, se exploró el concepto de "esquema de trabajo" como un enfoque estratégico para diseñar y configurar redes utilizando la tecnología MikroTik, con el objetivo de mejorar la calidad de servicio (QoS) ofrecida a los usuarios de Internet.

2.2.1. Esquema de trabajo con MikroTik

Un esquema de trabajo se refiere a un plan detallado y estructurado que describe cómo se diseñará, implementará y gestionará una red para satisfacer los requisitos de calidad de servicio de los usuarios. Este plan establece los pasos específicos que se seguirán para garantizar que la red proporcione niveles adecuados de rendimiento, fiabilidad y seguridad para las aplicaciones y servicios que se ejecutarán sobre ella (Calderón y Álava, 2023).

El concepto de "esquema de trabajo" en la gestión de redes mediante la tecnología MikroTik es un enfoque estratégico que abarca numerosos aspectos, desde el diseño inicial de la red hasta la operación y el mantenimiento continuo (Tijero y Yuca, 2017). A continuación, se desglosan con mayor detalle algunos de los elementos clave:

- El diseño de la red es un componente fundamental del esquema de trabajo. A medida que las organizaciones crecen y se adaptan a las demandas cambiantes, el diseño de la red debe ser escalable y flexible. La topología de la red debe ser cuidadosamente planificada, teniendo en cuenta factores como la redundancia, la eficiencia y la capacidad de recuperación ante fallos (Pérez, 2016).
- La configuración de reglas de calidad de servicio (QoS) es el corazón del esquema de trabajo. Aquí, se deben definir y aplicar políticas que determinen cómo se gestionará el tráfico en la red. Esto implica la creación de colas y clasificadores que permitan la identificación y el tratamiento diferenciado de los diversos tipos de tráfico, como voz, datos, video y aplicaciones críticas (Montesinos, 2015)
- La seguridad de la red es de vital importancia en cualquier esquema de trabajo. La configuración de políticas de seguridad, que incluyen firewalls, sistemas de detección de intrusiones (IDS) y sistemas de prevención de intrusiones (IPS), debe ser parte integral de la estrategia. Además, se debe establecer un protocolo de autenticación de usuarios y una gestión adecuada de las políticas de acceso (Báez, 2018).
- Un esquema de trabajo efectivo no puede prescindir de una documentación detallada. Esta documentación incluye registros de configuración, procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, así como registros de incidentes y

actualizaciones. La documentación es esencial para el entendimiento, la administración y la resolución de problemas en la red (Rodríguez, 2019)

- La optimización continua y la escalabilidad son dos pilares del esquema de trabajo. A medida que la red evoluciona, se deben realizar ajustes y mejoras para garantizar un rendimiento óptimo. Los cambios en la carga de trabajo, la incorporación de nuevos servicios y la expansión de la red deben abordarse de manera planificada (Báez, 2018).

2.2.1.1. Niveles de licencia

RouterOS basa su esquema de licencias en niveles, los que están clasificados por ID's, de estos el nivel 1 y nivel 2 son licencias temporales de prueba de 24 horas de duración, mientras que el nivel 2 y 3 se encuentran actualmente deshabilitados, por lo que solo se pueden obtener los niveles de licencia MikroTik del nivel 4 al nivel 6.

Tabla 1.

Niveles de licencia MikroTik disponibles

Nivel de licencia	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
AP inalámbrico	Si	Si	Si
Cliente Wireless y Bridge	Si	Si	Si
Protocolos RIP,OSPF,BGP	Si	Si	Si
Túneles EoIP	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Túneles PPPoE	200	500	Ilimitado
Túneles PPTP	200	500	Ilimitado
Túneles L2TP	200	500	Ilimitado
Túneles OVPN	200	Ilimitado	Ilimitado
Interfaces VLAN	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Usuarios Activos de HotSpot	200	500	Ilimitado
Cliente RADIUS	Si	Si	Si
Queues	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Web proxy	200	500	Ilimitado
Sesiones Activas de Administrador	20	50	Ilimitado
Número de invitados KVM	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado

Nota. Adaptado del informe técnico de MikroTik (2020)

2.2.1.2. Equipos router

Los equipos router son los principales componentes de una red, independientemente cual sea el fin o procesos a ejecutar, los routers trabajan una serie de protocolos de comunicación para encaminar paquetes desde un origen hacia un destino (Cruz et al., 2016). Existen distintos tipos de routers dependiendo de su función específica en el sistema, entre los cuales se tienen a los siguientes:

- **Router Principal (Core Router):** También conocido como router central o de núcleo, este tipo de router se encuentra en la capa central de la red del ISP. Su función principal es enrutar grandes volúmenes de tráfico entre diferentes redes y puntos de acceso a Internet. Los routers principales son de alta capacidad y están diseñados para un rendimiento extremadamente alto.
- **Router de Distribución (Distribution Router):** Estos routers se encuentran en una capa intermedia entre los routers principales y los routers de acceso. Ayudan a distribuir el tráfico entre los diferentes segmentos de red y aplican políticas de enrutamiento y seguridad. También pueden proporcionar funciones de agregación y escalabilidad.
- **Router de Acceso (Access Router):** Los routers de acceso están más cerca de los clientes finales y se utilizan para proporcionar conectividad directa a los clientes o a las redes locales. Estos routers son los que los clientes suelen tener en sus ubicaciones para conectarse al servicio de Internet del ISP.
- **Router de Borde (Edge Router):** En algunos casos, especialmente en redes empresariales o de ISP, se utiliza un tipo especial de router llamado "router de borde". Estos routers se colocan en la frontera entre la red del ISP y otras redes, como las redes de clientes o redes externas. Tienen un enfoque en la seguridad, el filtrado de tráfico y la gestión de políticas.
- **Router de Conmutación de Agregación (Aggregation Switch/Router):** En redes de gran escala, especialmente en entornos de centros de datos, se pueden utilizar routers de conmutación de agregación para administrar el tráfico entre varios routers principales y dispositivos finales. Estos dispositivos pueden ofrecer un enrutamiento de alto rendimiento y una conectividad escalable.
- **Router de Peering (Peering Router):** En entornos de ISP, los routers de peering se utilizan para gestionar las conexiones con otros ISP y puntos de interconexión de

Internet (IXP). Estos routers son críticos para el enrutamiento del tráfico a nivel de Internet.

2.2.2. Calidad de servicio (QoS)

La calidad de servicio (QoS) es la métrica que mide la satisfacción del usuario en una red. Implica asegurarse de que los servicios de red cumplan con ciertos niveles de calidad y sean capaces de satisfacer las necesidades de los usuarios. A continuación, se profundiza en los aspectos clave de QoS. Una parte fundamental de QoS es la priorización del tráfico, esto implica dar prioridad a ciertos tipos de datos sobre otros. Por ejemplo, el tráfico de voz (VoIP) y videoconferencias se prioriza para minimizar la latencia y asegurar una comunicación fluida, mientras que las descargas de datos menos críticas pueden recibir menos prioridad (Enriquez y Casas, 2023).

El control de ancho de banda es una técnica vital para evitar la congestión de la red. Permite la asignación adecuada de recursos de ancho de banda a aplicaciones y servicios críticos, evitando que el tráfico no esencial sature la red. El marcado de paquetes (packet marking) es una técnica que etiqueta los paquetes de datos con información relevante para su clasificación posterior. Esto es esencial para aplicar políticas de QoS de manera efectiva. Los paquetes pueden ser etiquetados en función de su origen, destino, tipo de servicio o aplicación (García et al., 2014).

La gestión de colas permite controlar cómo se entrega el tráfico a través de la red. Las colas se utilizan para priorizar y garantizar la entrega de paquetes de alta prioridad antes que los de baja prioridad. Esto evita la degradación del rendimiento en momentos de congestión. La medición y monitorización constantes son esenciales para evaluar el rendimiento y garantizar que se cumplan los objetivos de QoS. Métricas como la latencia, la pérdida de paquetes y la velocidad de transferencia de datos se supervisan para tomar decisiones informadas y realizar ajustes cuando sea necesario (Facchini et al., 2020).

Un router puede implementar el "Quality of Service" (QoS) o "Calidad de Servicio" para administrar y priorizar el tráfico de red de manera efectiva, garantizando un rendimiento óptimo para aplicaciones y servicios críticos. El QoS es especialmente útil en redes donde se comparten recursos y es necesario asignar diferentes niveles de prioridad a diferentes tipos de tráfico, como voz sobre IP (VoIP), videoconferencias,

transmisión de video y transferencias de datos. A continuación, se describen algunos de los métodos y técnicas que un router puede utilizar para implementar el QoS (Cruz et al., 2016):

- **Clasificación de Tráfico:** El primer paso para implementar el QoS es clasificar el tráfico en categorías o clases según su tipo y prioridad. Esto se hace identificando atributos del tráfico, como puertos de origen y destino, direcciones IP, protocolos, aplicaciones, o etiquetas de calidad de servicio (DSCP o TOS).
- **Marcado de Paquetes:** Una vez que el tráfico está clasificado, el router puede marcar los paquetes de datos con etiquetas QoS, como valores DSCP (Differentiated Services Code Point) en el encabezado IP. Estas etiquetas indican la prioridad del paquete y se utilizan en el proceso de enrutamiento y toma de decisiones.
- **Colas de Prioridad:** El router puede utilizar colas de prioridad para dar preferencia a ciertos tipos de tráfico sobre otros. Los paquetes etiquetados con una prioridad más alta se colocan en una cola prioritaria y se envían antes que los paquetes en colas de menor prioridad.
- **Limitación de Ancho de Banda:** Puedes configurar el router para limitar la cantidad de ancho de banda que ciertos tipos de tráfico pueden utilizar. Esto evita que aplicaciones de uso intensivo de ancho de banda saturen la red y afecten a otras aplicaciones críticas.
- **Control de Congestión:** Los routers pueden detectar la congestión en la red y tomar medidas para mitigarla. Esto puede incluir el descarte selectivo de paquetes o la reducción de la velocidad de transmisión para evitar la congestión.
- **Programación de Colas:** Los routers modernos a menudo utilizan algoritmos de programación de colas sofisticados para asignar recursos de manera eficiente a diferentes clases de tráfico. Algunos algoritmos comunes incluyen "Round Robin" y "Weighted Fair Queuing" (WFQ).
- **Priorización de Tráfico:** Los routers pueden priorizar el tráfico en función de las etiquetas de QoS, lo que garantiza que las aplicaciones críticas obtengan la mayor parte del ancho de banda disponible en momentos de congestión.
- **Reserva de Ancho de Banda:** Puedes reservar una cantidad específica de ancho de banda para aplicaciones críticas, asegurando que siempre tengan un rendimiento mínimo garantizado.

- **Monitoreo y Reporte:** Los routers con QoS suelen proporcionar herramientas de monitoreo y generación de informes para que los administradores de red puedan supervisar el rendimiento y tomar medidas cuando sea necesario.

2.2.3. Ancho de Banda.

El ancho de banda se refiere a la cantidad máxima de datos que se pueden transmitir a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. Se mide generalmente en bits por segundo (bps) y representa la capacidad de la conexión para transferir información. Un ancho de banda más alto permite una mayor cantidad de datos para ser transmitidos simultáneamente, lo que se traduce en una conexión de Internet más rápida y eficiente.

El ancho de banda es un factor crítico para determinar la calidad de servicio en una red. Una mayor capacidad de ancho de banda generalmente se asocia con un mejor rendimiento y una experiencia de usuario más satisfactoria. Sin embargo, la calidad de servicio no se limita solo al ancho de banda; también involucra otros aspectos como la latencia, la pérdida de paquetes y la consistencia en la entrega de datos.

En términos prácticos, una conexión de alta calidad de servicio se caracteriza por un ancho de banda adecuado para satisfacer las demandas de los usuarios, asegurando una transmisión fluida de datos, especialmente para aplicaciones que requieren un alto rendimiento, como la transmisión de video en alta definición, videojuegos en línea o conferencias virtuales.

Es importante destacar que la calidad de servicio no solo depende de la cantidad absoluta de ancho de banda disponible, sino también de cómo se gestiona y se asigna ese ancho de banda en la red. La implementación efectiva de políticas de gestión de tráfico y la priorización de ciertos tipos de datos pueden influir significativamente en la experiencia general del usuario, incluso en situaciones donde el ancho de banda total puede ser limitado.

III: METODOLOGÍA

3.1. Descripción de la metodología

Se propone el planteamiento de una solución de implementación en base a un diseño de red que ordene y priorice todo tráfico de datos constantemente, solucionando los problemas de los usuarios. Esto se concreta mediante un estudio de necesidades de conexión a páginas o servidores de Internet a la que se otorga una prioridad jerárquica, garantizando su conexión constante que provea una satisfacción a los usuarios. Esta se divide en 4 fases:

- Fase1: Identificación de tráfico

La identificación de tráfico en MikroTik es esencial para la aplicación efectiva de Quality of Service (QoS) en una red. Al comprender y clasificar distintos tipos de tráfico, como aplicaciones, servicios y protocolos, se logra una gestión más precisa de los recursos de red. Esto permite asignar prioridades y aplicar políticas específicas basadas en las necesidades de cada tipo de tráfico, asegurando una distribución equitativa de los recursos y mejorando la experiencia del usuario. La identificación de tráfico en MikroTik se convierte así en la base sobre la cual se construyen las estrategias de QoS, optimizando la eficiencia de la red y garantizando un rendimiento consistente y satisfactorio para las aplicaciones críticas.

- Fase 2: Marcado de tráfico

Se inicia declarando reglas en este caso usando una herramienta que permita el análisis de direcciones entrantes, salientes y que se mantengan en la red, estas listas deben ser capturadas según la necesidad de conexión del cliente, por ejemplo, si los clientes necesitan conectarse a servidores de estudios como “google meet” debemos tener unas reglas que capturen todas las direcciones de los servidores de esa plataforma para darles una prioridad sobre otras aplicaciones no priorizadas.

- Fase 3: Administración de colas en MikroTik

En este punto haremos uso de las herramientas de reordenamiento, clasificado, etiquetado con las cuales se dará uso a las listas obtenidas anteriormente y clasificaremos cada una con una prioridad de uso en nuestra red. Para poder clasificar las prioridades primordiales de las secundarias primero identificaremos los protocolos fundamentales para

la conexión que garanticen baja latencia, conexión a servidores DNS, conexión de servidores de llamadas o compartimiento de video en vivo, juegos en línea, redes sociales y por último todo tráfico en el cual no necesite una conexión constante como prioridad.

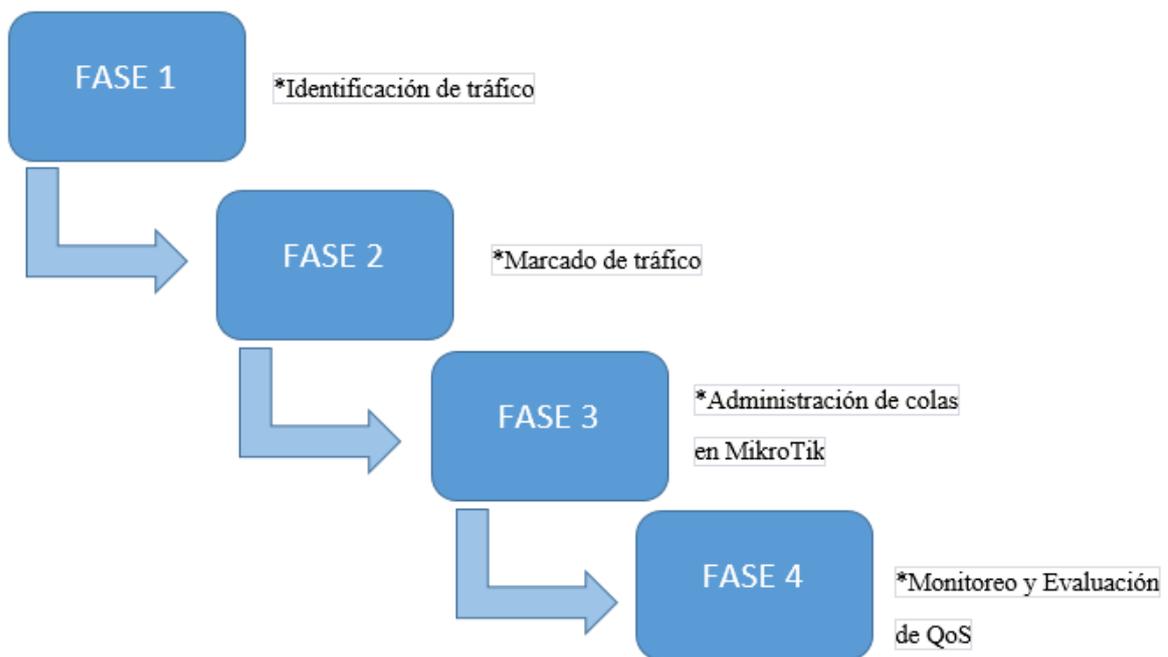
- Fase 4: Monitoreo y Evaluación de QoS

En este punto quedan enlazadas las reglas de Firewall con las de priorización y selección jerárquica de datos para su posterior implementación en el router troncal. Estos cambios se verán reflejados inmediatamente por los usuarios por lo cual se realizará el protocolo de validación en los terminales de prueba a fin de verificar los resultados esperados en los parámetros.

Estas 4 fases son representadas se realizan de forma lineal y en el orden específico planteado, tal como lo señala la Figura 1.

Figura 1.

Descripción del proceso de la investigación



3.2. Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación pertenece a un tipo de estudio descriptivo-explicativo, ya que se enfoca en describir las fases del desarrollo de la propuesta y explicar porque estas pueden solucionar la problemática identificada mediante el instrumento de investigación,

además la investigación es aplicada, ya que el investigador seleccionó los recursos necesarios para realizar una prueba de verificación con el fin de determinar si la propuesta planteada es eficiente, por ello también se considera cuantitativo, ya que los indicadores determinados serán de índole lógico numérico, así también de diseño preexperimental, debido a que el investigador si bien modificó las variables de estudio de forma parcial, en una pequeña sección tomada como muestra (Rodríguez, 2020).

3.3. Población, muestra y muestreo

Para la presente investigación se define como población el distrito de Villa María del Triunfo, y de este se tomó como muestra a una Urbanización/AAHH “Ampliación Alto Tiwinza”, tal como se observa en la Figura 2, compuesto por 442 hogares, de los cuales solo 137 cuentan con acceso a Internet, cada hogar es considerado como la unidad de estudio, ya que el investigador tiene acceso y facilidad para determinar los parámetros requeridos para la investigación en la muestra seleccionada, se calificó al muestreo como no probabilístico por conveniencia, dado que se adapta a la viabilidad del objeto de estudio (Arias et al., 2016).

Figura 2.

Ubicación del AA.HH. Ampliación Alto Tiwinza (8416)



3.4. Técnicas de recolección de datos

La presente investigación planteó usar como técnica de recolección de datos la revisión documental y la encuesta, siendo sus correspondientes instrumentos la ficha

documental y el cuestionario. Mediante la ficha documental recolectaremos la información necesaria sobre la calidad de servicio (QoS) y los parámetros que deben ser medidos para conocer su nivel, así como las normativas peruanas que señalan el estándar de cumplimiento y el análisis de los documentos pertinentes para conocer el estado actual del mercado sobre el servicio que vienen ofreciendo las compañías.

3.5. Instrumentos de recolección de datos

El cuestionario (Anexo 1) se planteó bajo la premisa de conocer el diseño del sistema de datos para establecer la prioridad de paquetes, esta prioridad debe darse en función al uso del Internet que se hace en el área objeto de estudio, mediante este se puede obtener dicha información y tener un diseño más preciso a los requerimientos de los clientes. Los datos recopilados se analizaron en primera instancia en el software Microsoft Excel, para posteriormente ser exportados al software estadístico SPSS v.25, donde se determina si el diseño planteado mejora la calidad de servicio del Internet en el área seleccionada mediante la estadística pertinente.

3.6. Resultados

3.6.1. Análisis de la satisfacción del servicio de Internet de los pobladores

Para determinar si la información recopilada por el cuestionario es confiable se aplicó la prueba de confiabilidad por medio del Alfa de Cronbach para ambos instrumentos.

En la tabla 2 se puede observar que el coeficiente de confiabilidad es superior a 0.8, por lo que la información puede ser procesada de forma que los resultados obtenidos sean confiables.

Tabla 2.

Confiabilidad del instrumento de Satisfacción

α	Alfa de Cronbach del instrumento	0.808
k	Número de ítems del instrumento	9
Esv	Sumatoria de las varianzas de los ítems	13.31
St	Varianza total del instrumento	47.22

Se procedió a evaluar el nivel de satisfacción en cada una de las 3 dimensiones de satisfacción del cliente, Comunicación, Transparencia y Expectativa, y tal como se observa en la Tabla 3, 4 y 5, tienen un grado de tendencia hacia la satisfacción negativa.

Tabla 3.

Nivel de satisfacción en comunicación

Nivel de satisfacción	N	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Muy satisfecho	6	4.38%	4.38%
Satisfecho	8	5.84%	10.22%
Ni satisfecho ni insatisfecho	30	21.90%	32.12%
Insatisfecho	65	47.45%	79.56%
Muy insatisfecho	28	20.44%	100.00%
	137	100.00%	

Tabla 4.

Nivel de satisfacción en transparencia

Nivel de satisfacción	N	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Muy satisfecho	6	4.38%	4.38%
Satisfecho	7	5.11%	9.49%
Ni satisfecho ni insatisfecho	35	25.55%	35.04%
Insatisfecho	56	40.88%	75.91%
Muy insatisfecho	33	24.09%	100.00%
	137	100.00%	

Tabla 5.

Nivel de satisfacción en expectativa

Nivel de satisfacción	N	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Muy satisfecho	10	7.30%	7.30%
Satisfecho	4	2.92%	10.22%
Ni satisfecho ni insatisfecho	37	27.01%	37.23%
Insatisfecho	61	44.53%	81.75%
Muy insatisfecho	25	18.25%	100.00%
	137	100.00%	

Finalmente obteniéndose el nivel de satisfacción total de los clientes con el servicio de Internet, siendo este por lo general, insatisfactorio para un porcentaje considerable de los clientes como se observa en la Tabla 6 y gráficamente en la Figura 3.

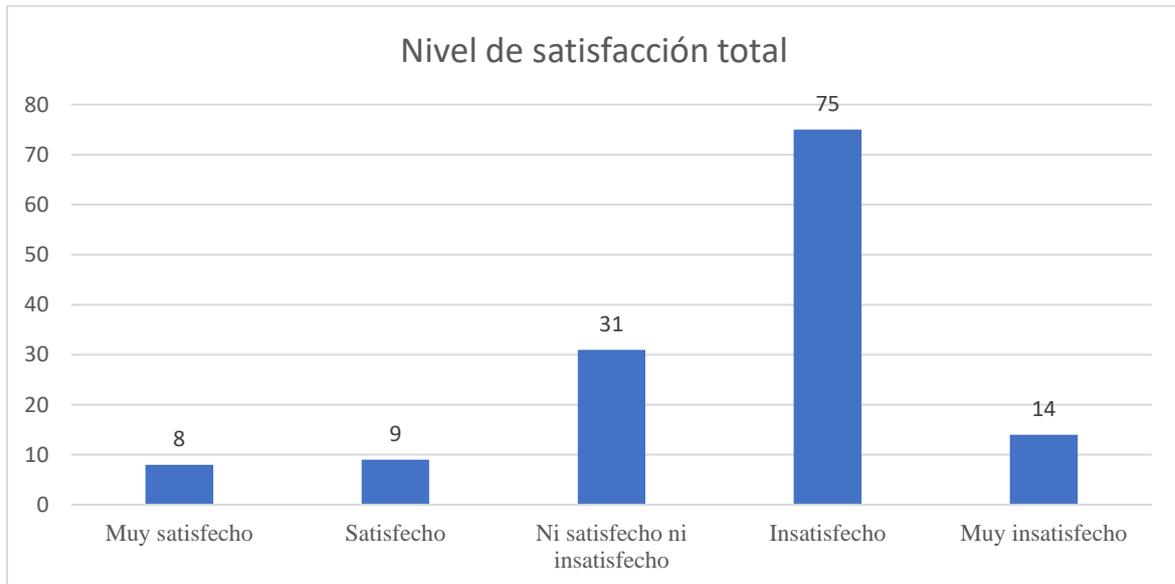
Tabla 6.

Nivel de satisfacción total

Nivel de satisfacción	N	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Muy satisfecho	8	5.84%	5.84%
Satisfecho	9	6.57%	12.41%
Ni satisfecho ni insatisfecho	31	22.63%	35.04%
Insatisfecho	75	54.74%	89.78%
Muy insatisfecho	14	10.22%	100.00%
	137	100.00%	

Figura 3.

Satisfacción de los clientes respecto a los servicios de Internet



3.6.2. Calidad de Servicio

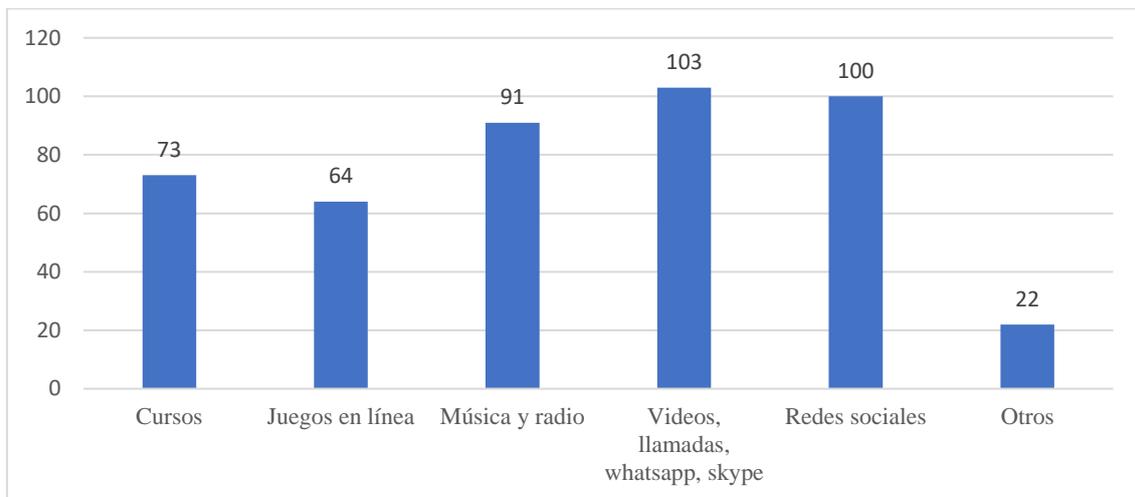
Se realizó un análisis de la calidad de servicio del Internet en los usuarios finales para conocer la situación actual de la red en el distrito de Villa María del Triunfo, tomando como muestra los 137 hogares del asentamiento humano Ampliación Alto

Tiwinza. Así se puede conocer la preferencia de los usuarios y conocer las aplicaciones donde se debe aplicar QoS, además de los dispositivos más usados.

Con respecto a la interrogante sobre el tipo de uso que normalmente le dan al Internet, se puede observar en la Figura 4 que usualmente estos usan el servicio de Internet para la visualización de videos, llamadas, música y radio, y la interacción en redes sociales.

Figura 4.

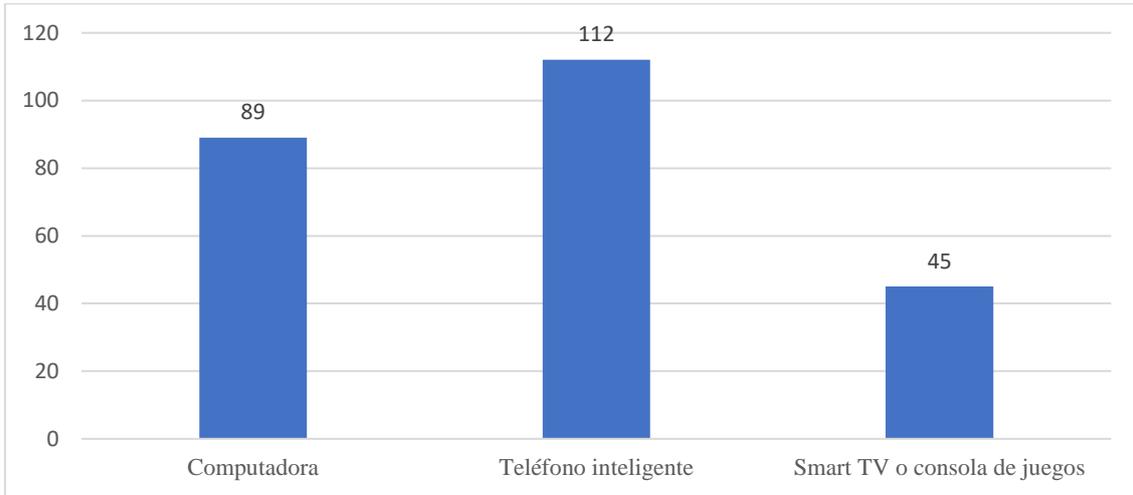
Preferencia de uso de los servicios de Internet



En la Figura 5, se puede observar como el dispositivo donde las personas de la localidad requieren conectividad es en su teléfono inteligente, seguido de otro gran grupo de personas que señalan que acceden a Internet desde su computadora. Además las personas experimentan una creciente insatisfacción con los servicios de Internet proporcionados por su actual proveedor. Los residentes de esta comunidad a menudo enfrentan interrupciones en sus conexiones, lo que dificulta sus actividades diarias, incluyendo la educación en línea, el trabajo remoto y la comunicación con sus seres queridos. Esta problemática ha generado una creciente demanda de soluciones que mejoren la estabilidad y la calidad del servicio de Internet en "Ampliación Alto Tiwinza."

Figura 5.

Medios de conexión a Internet



Adicionalmente, para la realidad peruana, el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones señaló en su Informe N° 00092-GPRC/2020 (OSIPTEL, 2020), que los parámetros para medir la Calidad de Servicio en los hogares del entorno peruano son:

- Cumplimiento de Velocidad Mínima (CVM)
- Velocidad promedio (VP)
- Tasa de transferencia de datos (TTD)
- Tasa de pérdida de paquetes (TPP)
- Latencia (L)
- Variación de latencia (VL)

Se realizó una prueba de ping usando el comando CMD en diferentes hogares obteniendo estos resultados en horas punta:

En la figura 6 se puede observar una conectividad intermitente con picos altos de latencia.

Figura 6.

Prueba de ping de un usuario del AAHH “Alto Tiwinza”

```

C:\> Símbolo del sistema

C:\Users\User>ping 8.8.8.8 -t

Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=1437ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=70ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=134ms TTL=54
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=97ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=677ms TTL=54
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=211ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=220ms TTL=54
Error general.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=77ms TTL=54

Estadísticas de ping para 8.8.8.8:
    Paquetes: enviados = 14, recibidos = 8, perdidos = 6
    (42% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 70ms, Máximo = 1437ms, Media = 365ms

```

En la Figura 7, se observa una situación similar a la de la Figura 6, con una conectividad intermitente con picos altos de latencia.

Figura 7.

Prueba de ping de otro usuario del AAHH “Alto Tiwinza”

```

C:\> Símbolo del sistema

C:\Users\User>ping 8.8.8.8 -t

Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=173ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=340ms TTL=54
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 26.72.46.106: Host de destino inaccesible.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=565ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=220ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=64ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=103ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=117ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=41ms TTL=54
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.

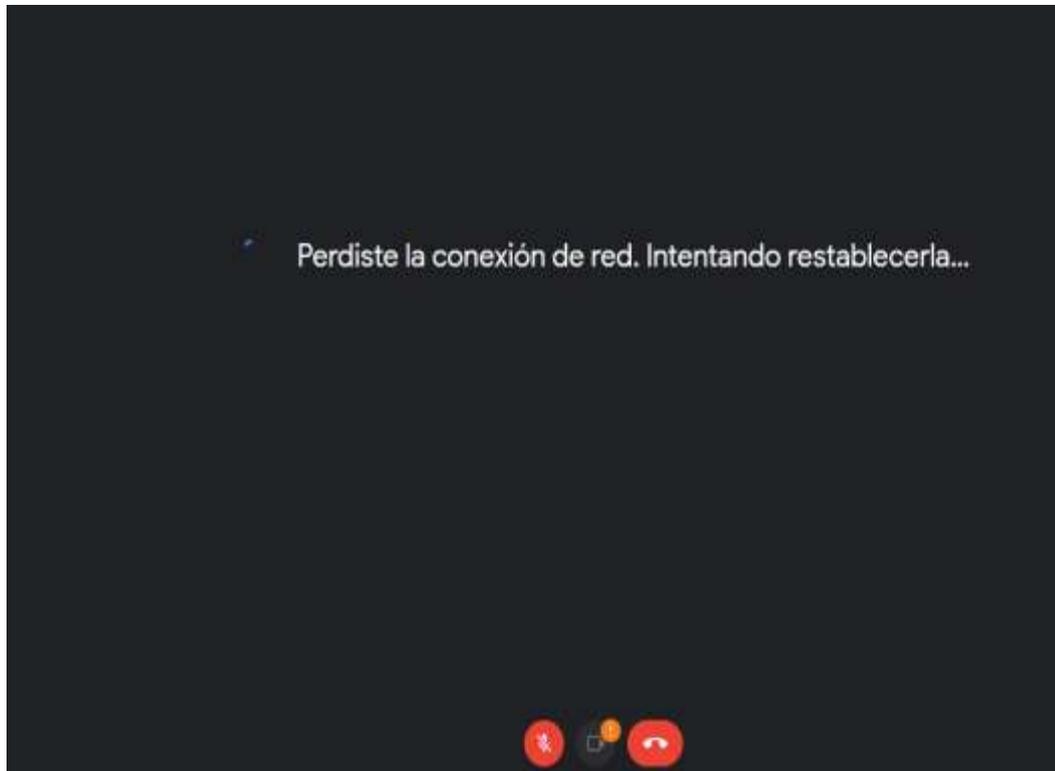
Estadísticas de ping para 8.8.8.8:
    Paquetes: enviados = 14, recibidos = 9, perdidos = 5
    (35% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 41ms, Máximo = 565ms, Media = 202ms

```

En la Figura 8 se observa que el uso de aplicaciones de videollamada en los usuarios tienden a la pérdida de conexión constante.

Figura 8.

Perdida de conexión de red en google meet

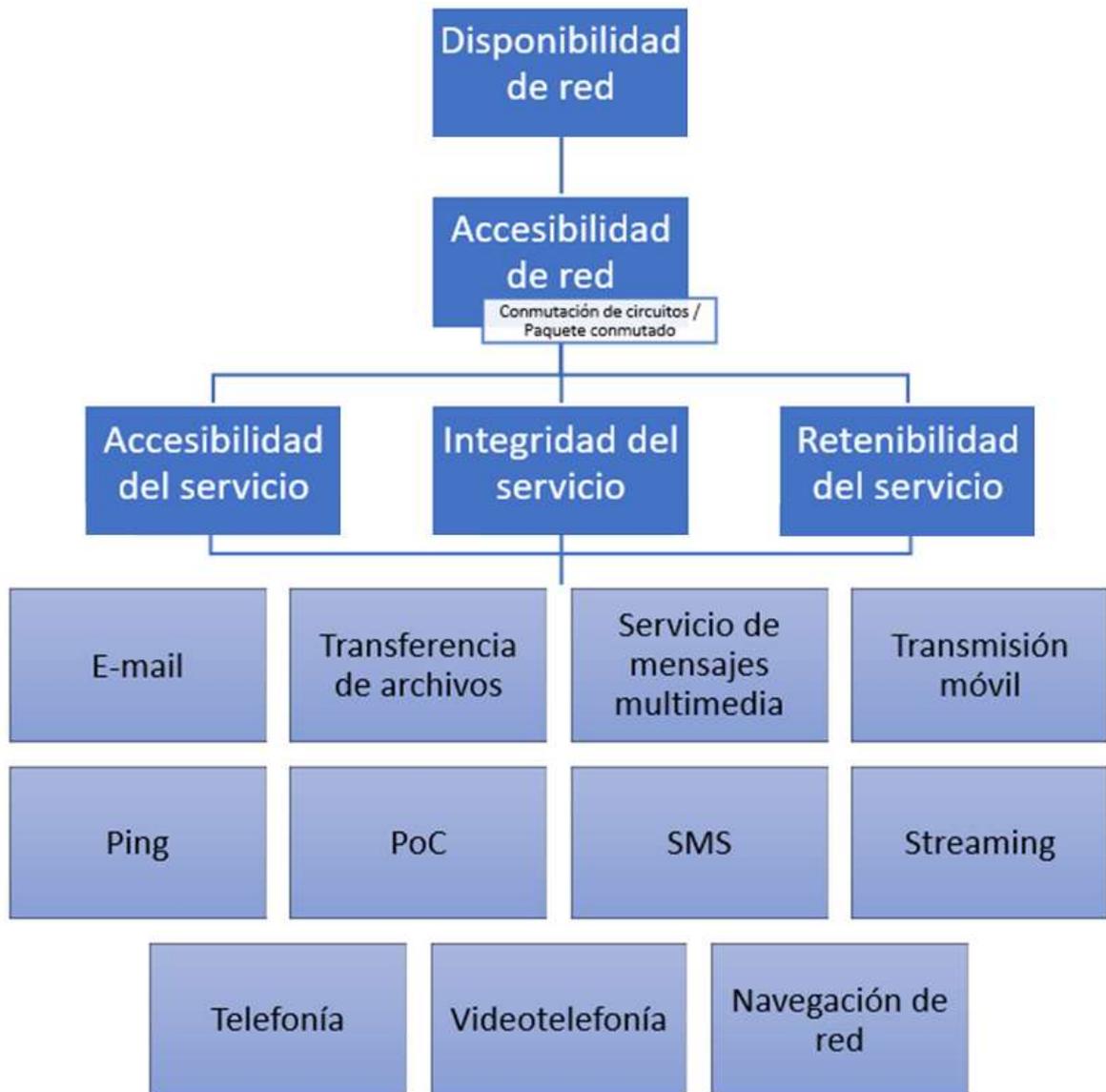


3.6.3. Identificación de parámetros de calidad de servicio

Los parámetros de calidad de servicio según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), son relativos dependiendo del país de origen ya que estos se refieren al servicio de entrega de tráfico con límites que pueden ser físicos o impuestos por mecanismos como el control de velocidad. Sin embargo, también establece por recomendación según el Reporte ITU-T E.804 que señala la calidad de los servicios de telecomunicación: conceptos, modelos, objetivos y planificación de la fiabilidad, mostrando como los aspectos QoS deben alinearse con los parámetros QoS, tal como lo señala la Figura 9.

Figura 9.

Aspectos QoS y su correspondencia con los parámetros QoS



Fuente: Manual de regulación de calidad de servicio (ITU, 2017).

Por lo que se recurrió al manual de regulación de la Calidad de Servicio publicado por la ITU (2017) que señala a los principales parámetros para medir el QoS para servicios de data como los siguientes:

- Ancho de banda: número máximo de bits que puede transportar una vía de transmisión.
- Propagation delay: El tiempo que tarda un paquete, en función de la longitud combinada de todas las rutas de transmisión y la velocidad de la luz a través de la ruta de transmisión.

- Queuing delay: El tiempo que un paquete espera antes de ser transmitido. Tanto el retardo medio como la variabilidad del retardo (jitter) son importantes, ya que los dos juntos establecen un intervalo de confianza para el tiempo en el que se puede esperar que un paquete llegue a su destino.
- Pérdida de paquetes: Probabilidad de que un paquete no llegue nunca a su destino, puede deberse a errores de transmisión, pero los errores son bastante raros en las redes fijas modernas basadas en fibra. Más a menudo los paquetes se pierden porque el número de paquetes en espera de transmisión es mayor que la capacidad de almacenamiento disponible (búferes).

Por su parte el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI, 2007), en su reporte técnico ETSI 126 944 recomienda usar los siguientes parámetros para medir el QoS:

- Upload / download speed
- Delay
- Jitter (variability of delay)
- Packet loss ratio
- Packet error ratio

Adicionalmente, para la realidad peruana, el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones señaló en su Informe N° 00092-GPRC/2020 (OSIPTTEL, 2020), que los parámetros para medir la Calidad de Servicio en los hogares del entorno peruano son:

- Cumplimiento de Velocidad Mínima (CVM)
- Velocidad promedio (VP)
- Tasa de transferencia de datos (TTD)
- Tasa de pérdida de paquetes (TPP)
- Latencia (L)
- Variación de latencia (VL)

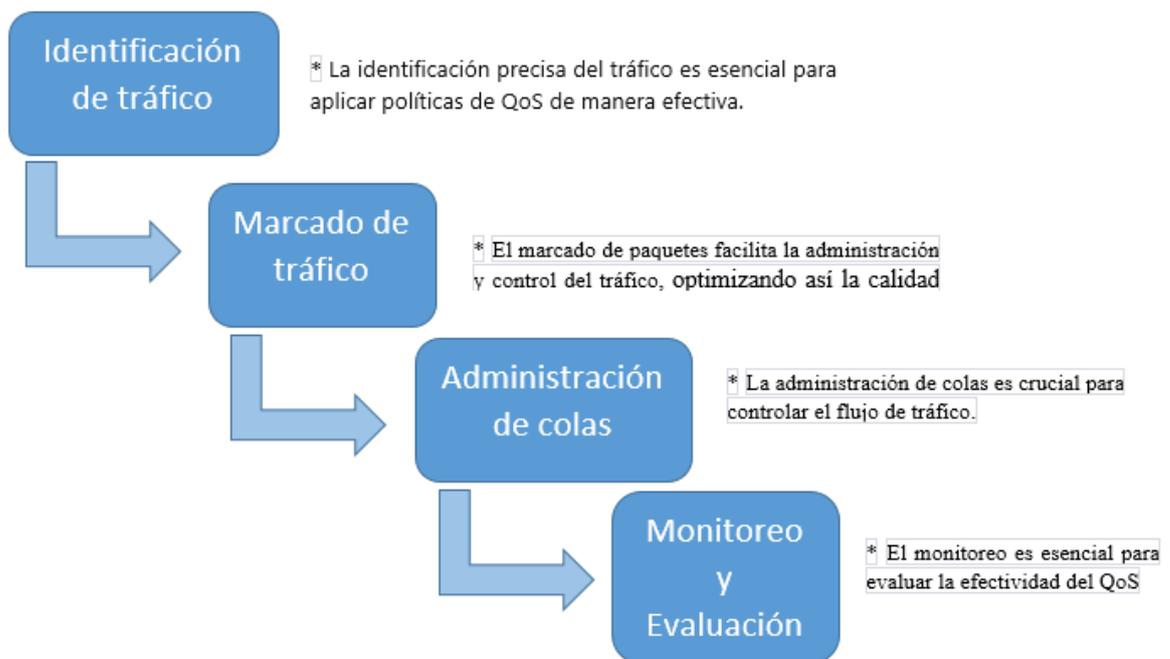
De donde según las pruebas y la encuesta realizada en el AAHH “Alto Tiwinza” tomaremos como parámetros principales la Tasa de pérdida de paquetes (TPP), Retardo y el control de ancho de banda.

3.6.4. Esquema de trabajo

Damos el planteamiento de una solución de implementación en base a un diseño de red que ordene y priorice todo tráfico de datos de red constantemente, solucionando los problemas de los clientes, esto se da mediante un estudio de necesidades de conexión a ciertas páginas o servidores de Internet, para lo cual otorgamos una prioridad jerárquicamente y garantizamos su conexión constante a las mismas dando así una satisfacción a los usuarios a pesar de tener una baja velocidad de Internet contratada, tal como lo señala la Figura 10.

Figura 10.

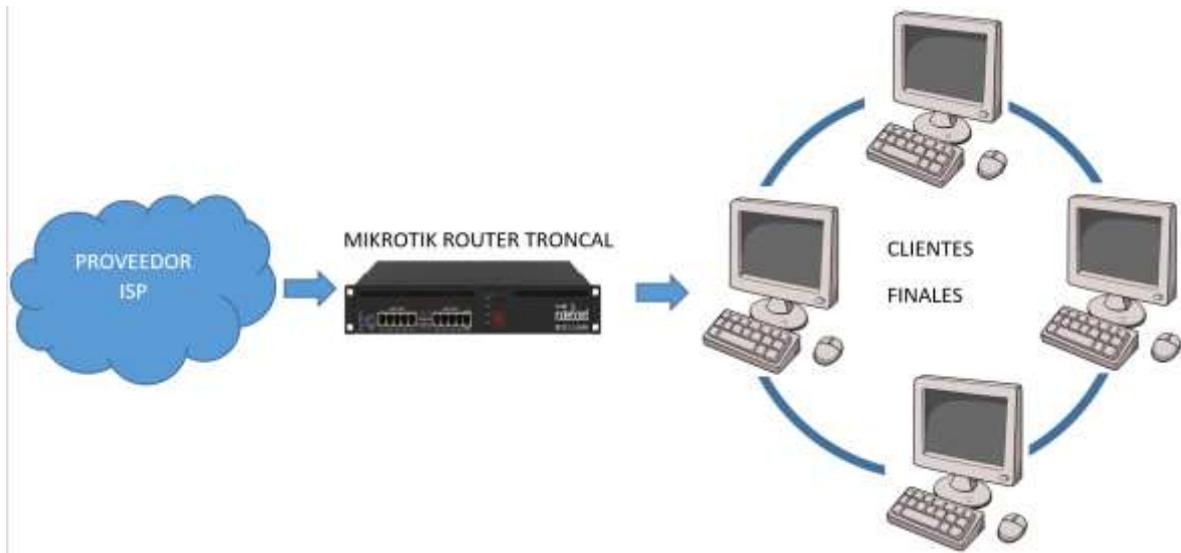
Diagrama de metodología del diseño



En la topología de red GPON se presenta una conexión física que ilustra la distribución y flujo de datos en el sistema. En esta configuración, el MikroTik RB3011 cumple un papel central al concentrar el reconocimiento de paquetes. La red GPON se caracteriza por una arquitectura eficiente donde la conexión física se establece a través de un sistema de fibra óptica. En este contexto, el MikroTik RB3011 desempeña un papel crucial al gestionar y analizar el tráfico de datos, asegurando un reconocimiento eficiente de paquetes para una operación fluida y segura de la red, el diagrama de su topología se puede observar en la Figura 11.

Figura 11.

Topología de red GPON



3.6.4.1. Fase 1: Identificación de tráfico

La identificación de tráfico en la aplicación de Calidad de Servicio (QoS) en MikroTik es fundamental para garantizar un control preciso y eficiente de la red. Cada tipo de tráfico tiene características únicas y, por lo tanto, requiere un tratamiento específico para optimizar la experiencia del usuario. En este contexto, la identificación adquiere una importancia crucial como los siguientes tipos de tráfico:

1. HTTP (Hypertext Transfer Protocol):

- **Definición:** HTTP es un protocolo utilizado para la transferencia de información en la World Wide Web.
- **Ejemplo:** Plataformas de clases en línea como Google Meet, Zoom, Microsoft Teams y visualización de videos (Streaming).
- **Puerto:** TCP 80/443

2. DNS (Domain Name System):

- **Definición:** DNS se utiliza para traducir nombres de dominio en direcciones IP.
- **Ejemplo:** Al ingresar una URL en un navegador, se realiza una consulta DNS para obtener la dirección IP correspondiente.

- **Puertos:** TCP/UDP 53.

3. **IMAP/SMTP (Internet Message Access Protocol/Simple Mail Transfer Protocol):**

- **Definición:** IMAP se utiliza para acceder y gestionar correos electrónicos, mientras que SMTP se utiliza para enviar correos electrónicos.
- **Ejemplo:** Un cliente de correo electrónico que utiliza IMAP para recibir mensajes y SMTP para enviar correos electrónicos.
- **Puertos:** IMAP: TCP 143 (sin cifrar), TCP 993 (cifrado SSL/TLS); SMTP: TCP 25 (sin cifrar), TCP 465 (cifrado SSL/TLS), TCP 587 (cifrado SSL/TLS).

4. **ICMP (Internet Control Message Protocol):**

- **Definición:** ICMP es un protocolo utilizado para enviar mensajes de control y error en la red.
- **Ejemplo:** El comando "ping" utiliza paquetes ICMP para comprobar la conectividad entre dispositivos.
- **Puerto:** ICMP opera a nivel de red y no utiliza puertos.

3.6.4.2. Fase 2: Marcado de tráfico

El marcado de tráfico es esencial en la aplicación de Calidad de Servicio (QoS) en MikroTik porque proporciona una manera efectiva de etiquetar y diferenciar diversos tipos de datos en una red. Esta práctica es crucial para gestionar el tráfico de manera más específica y aplicar políticas de QoS de manera más precisa. Al marcar el tráfico, se pueden asignar prioridades y aplicar medidas específicas según las necesidades de cada tipo de aplicación o servicio.

3.6.3.2.1. Creación de listas de direcciones.

Se inicia declarando reglas en este caso usando una herramienta que permita el análisis de direcciones entrantes, salientes y que se mantengan en la red, estas listas deben ser capturadas según la necesidad de conexión del cliente, por ejemplo, si los clientes necesitan conectarse a servidores de estudios como "google meet" debemos

tener unas reglas que capturen todas las direcciones de los servidores de esa plataforma para darles una prioridad ya que en una red no priorizada se confundiría la conexión de la plataforma con otra conexión por ejemplo “youtube” y esto tendría consecuencias como pérdida de conexión y hasta expulsión de la plataforma.

Se ingresa al apartado IP y se selecciona la pestaña Firewall, como se señala en la Figura 12:

Figura 12.

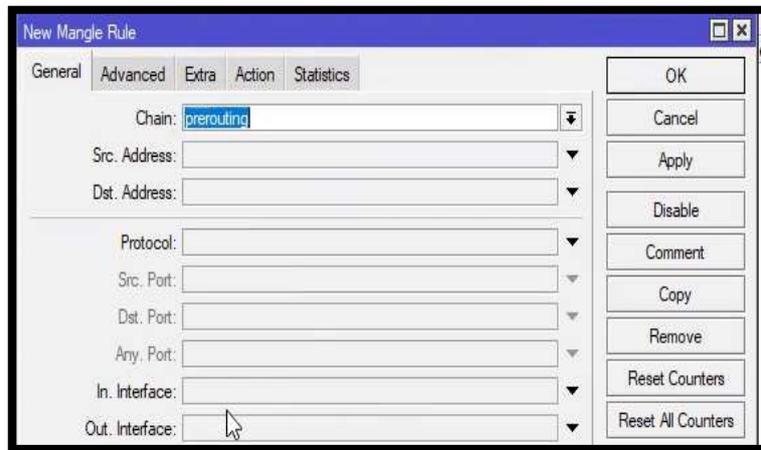
Ingreso al Firewall del Mikrotik



En la pestaña FireWall seleccionamos el simbolo “+” para poder añadir un “NEW MANGLE RULE”, como se señala en la Figura 13.

Figura 13.

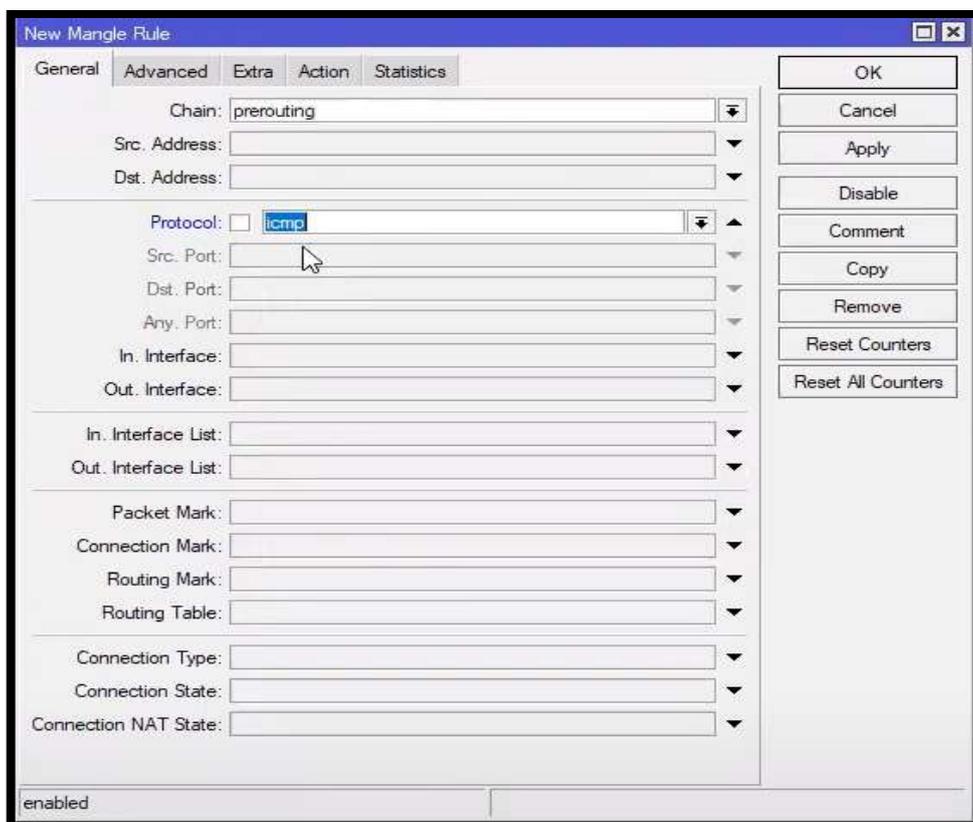
Creación de nueva regla Mangle



Primero se declara el protocolo ICMP para el ping, como se señala en la Figura 14.

Figura 14.

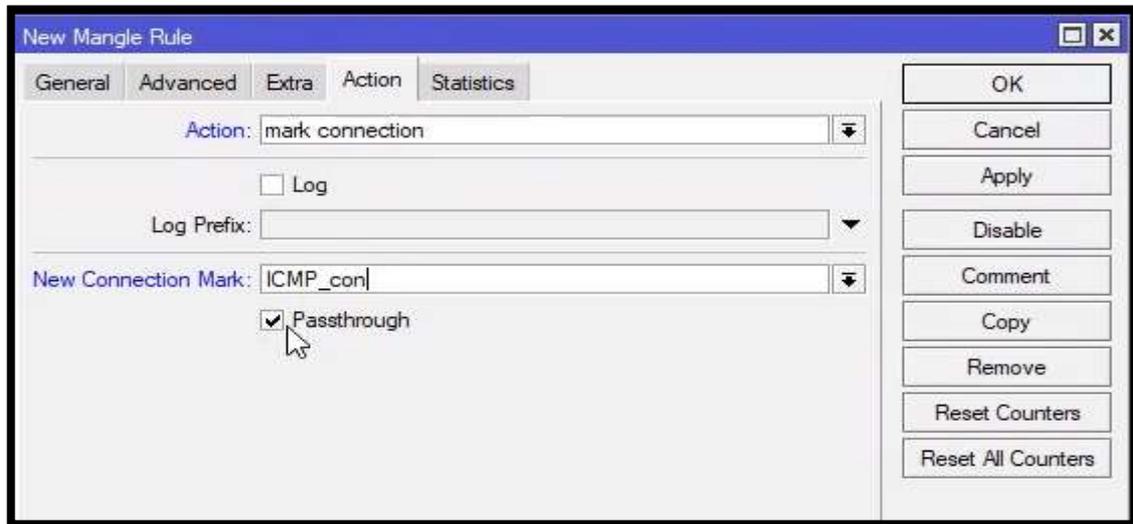
Declaración de protocolo ICMP



En la pestaña Action se selecciona la opción “mark connection” y en New Connection Mark colocamos el nombre ICMP_con, como se observa en la Figura 15.

Figura 15.

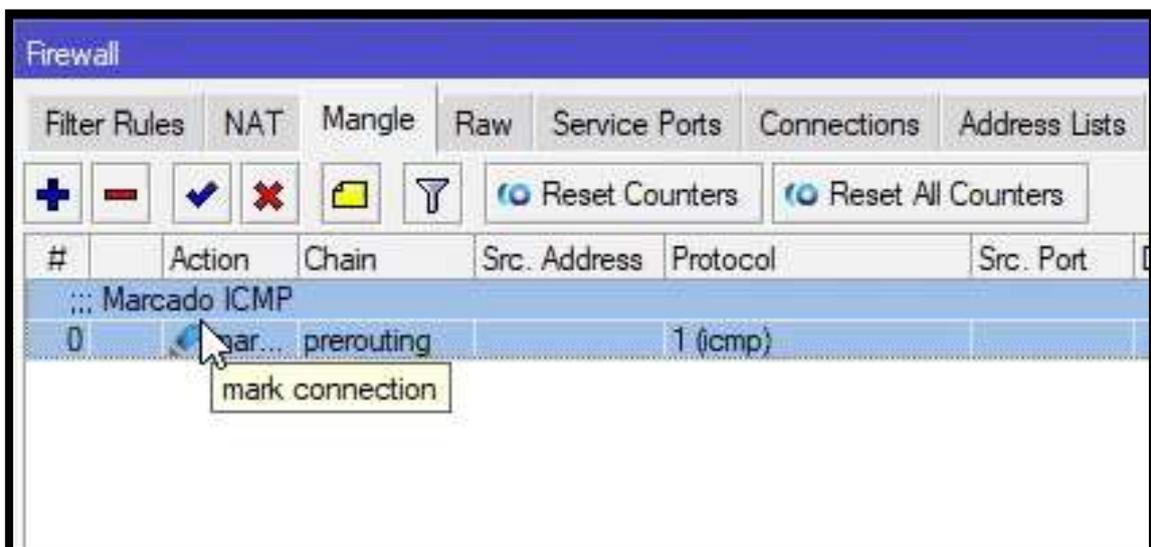
Selección del New Connection Mark



Luego de definir la primera regla se realiza el marcado de paquete seleccionando una nueva regla, como se observa en la Figura 16.

Figura 16.

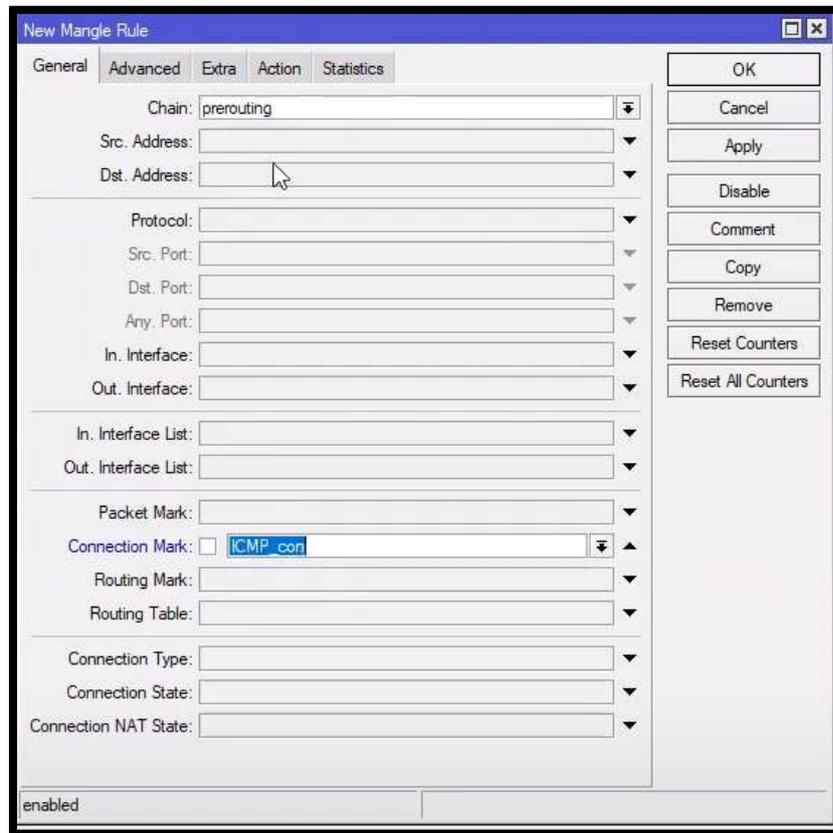
Muestra de marcado ICMP



En connection Mark se selecciona la primera regla “ICMP_con”, como se señala en la Figura 17.

Figura 17.

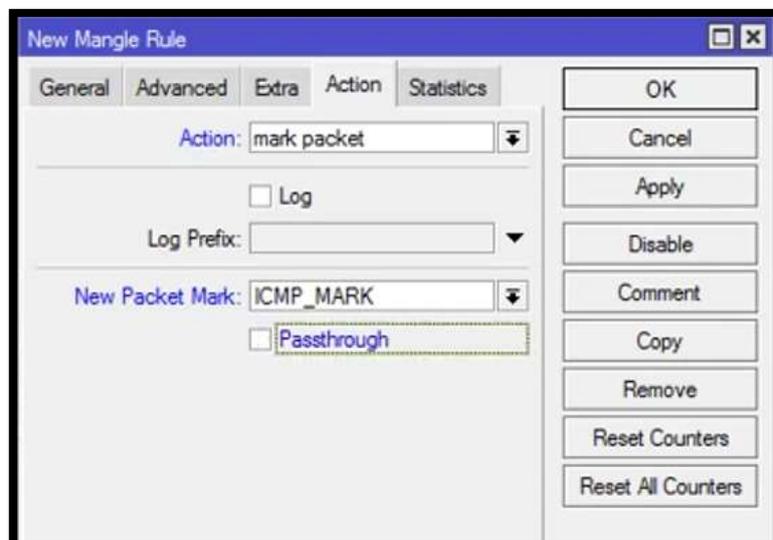
Conexionado de paquetes ICMP



En la pestaña Action se marca el paquete con ICMP_MARK y se quita la marca Passthrough para terminar el primer marcado, como se observa en la Figura 18.

Figura 18.

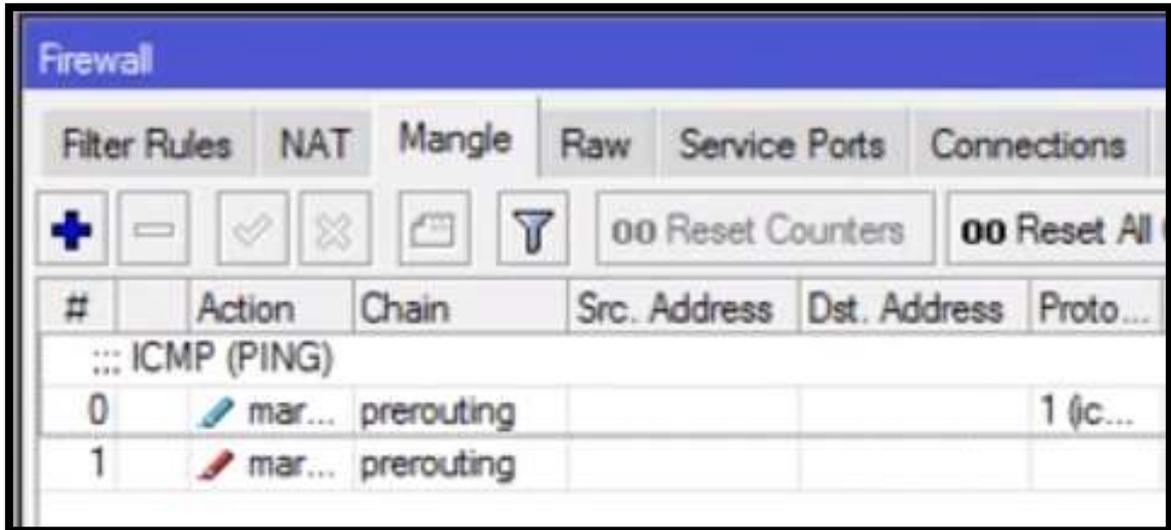
Cierre de marcado de paquetes ICMP



Y se tiene el primer paquete marcado, como se observa en la Figura 19.

Figura 19.

Primer marcado de paquete ICMP



Para los demás tipos de tráfico se usará el mismo procedimiento marcando los puertos que se presentan a continuación:

Tabla 7.

Designación de puertos para los diferentes tráficos de red

TIPO DE TRÁFICO	PUERTO
ICMP (Internet Control Message Protocol)	ICMP/Sin puerto
DNS (Domain Name System)	TCP/ UDP 53
WINBOX:	TCP /UDP 53
QUIC (Quick UDP Internet Connections)	UDP/443
RDP (Remote Desktop Protocol)	TCP/3389
HTTP (Hypertext Transfer Protocol)	TCP/443/80

Teniendo el marcado de la lista de los tráficos mas importantes en la Figura 20 podemos observar el marcado completo con su respectivo puerto asignado.

Figura 20.

Marcado total de los tráficos de red en el Firewall

#	Action	Chain	Src. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port
::: Marcado tráfico ICMP						
0	mark connecti...	prerouting		1 (ic...		
1	mark packet	prerouting				
::: Marcado tráfico DNS						
2	mark connecti...	prerouting		17 (u...		53
3	mark packet	prerouting				
::: Marcado tráfico WINBOX						
4	mark connecti...	prerouting		6 (tcp)		8291
5	mark packet	prerouting				
::: Marcado tráfico HTTP/HTTPS						
6	mark connecti...	prerouting		6 (tcp)		80,443
7	mark packet	prerouting				
::: Marcado tráfico RDP						
8	mark connecti...	prerouting		6 (tcp)		3389
9	mark packet	prerouting				
::: Marcado tráfico IMAP						
10	mark connecti...	prerouting		6 (tcp)		995
11	mark packet	prerouting				
::: Marcado tráfico RESTO						
12	mark connecti...	prerouting				
13	mark packet	prerouting				

3.6.3.3. Fase 3: Administración de colas

En este punto ya quedan enlazadas tanto las reglas de Firewall como las de priorización y selección jerárquica de datos, una vez enlazadas se pone a implementar en el router troncal o en los usuarios, por lo que inmediatamente veremos como estos usaran sus accesos a Internet y notaremos que la separación del tráfico adecuada dará una mejor conexión a los mismos siendo como prueba, baja latencia, conexión constante, se podrá hacer descargas y a la vez no perder conexión con servidores importantes de compartición de video en vivo.

Primero se crea la cola padre DOWNLOAD en el interfaz Queue List el cuál tendrá como parent el interfaz LAN y como Queue Type el PCQ_DWN, como se observa en la Figura 21.

Figura 21.

Creación de cola de bajada

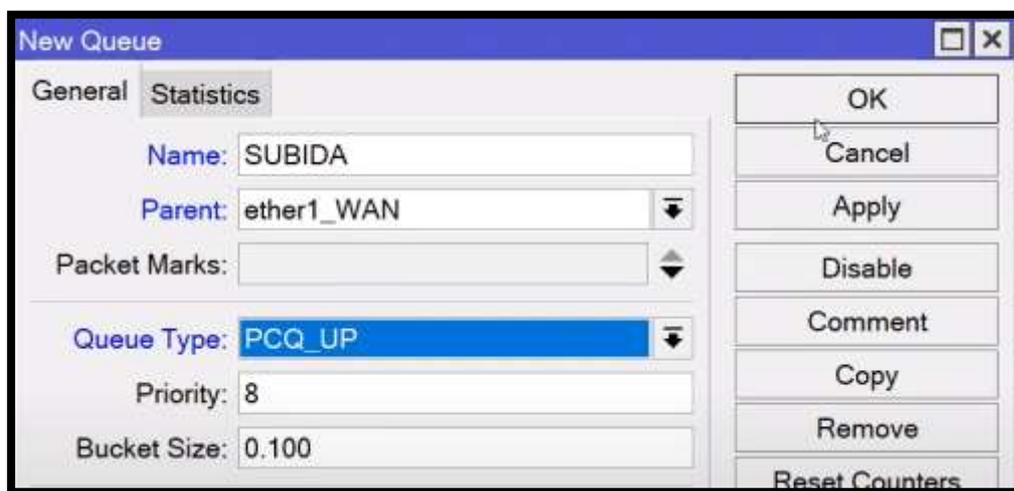


La creación de dos colas (upstream y downstream) al implementar Queue Trees en Mikrotik para la aplicación de QoS en un usuario final es esencial para asegurar un control equitativo y eficiente del tráfico en ambas direcciones, optimizando así la calidad del servicio proporcionado. Por ende se usará los mismo pasos para la cola downstream.

Luego se crea las cola padre UPLOAD en el interfaz Queue List el cuál tendrá como parent el interfaz ether1_WAN y como Queue Type el PCQ_UP, como se señala en la Figura 22.

Figura 22.

Creación de cola de subida



Y se tiene las colas padre de subida y bajada, como se observa en la Figura 23.

Figura 23.

Colas de subida y de bajada

The screenshot shows the 'Queue List' window with the 'Interface Queues' tab selected. The table below represents the data shown in the interface:

	Name	Parent	Packet ...	Limit At (...)	Max Limit...
	BAJADA	LAN			
	SUBIDA	ether1_WAN			

Se procede a la creación de las colas de acuerdo a los paquetes que se han marcado anteriormente, como se señala en la Figura 24.

Figura 24.

Creación de las colas padre e hijo

The screenshot shows the 'Queue List' window with the 'Interface Queues' tab selected. The table below represents the data shown in the interface:

	Name	Parent	Packet ...	Limit At (...)	Max Limit...	Avg. Rate
	BAJADA	LAN				42.1 kbps
	DNS	BAJADA	dns_pq			0 bps
	HTTP/HTTPS	BAJADA	http_pq			2.8 kbps
	ICMP	BAJADA	icmp_pq			0 bps
	IMAP	BAJADA	imap_pq			0 bps
	RDP	BAJADA	rdp_pq			0 bps
	RESTO	BAJADA	resto_pq			39.2 kbps
	WINBOX	BAJADA	winbox...			0 bps
	SUBIDA	ether1_WAN				3.0 Mbps
	DNS_UP	SUBIDA	dns_pq			0 bps
	HTTP_UP	SUBIDA	http_pq			3.0 kbps
	ICMP_UP	SUBIDA	icmp_pq			0 bps
	RDP_UP	SUBIDA	rdp_pq			0 bps
	RESTO_UP	SUBIDA	resto_pq			3.0 Mbps
	WINBOX_UP	SUBIDA	winbox...			0 bps

A partir de aquí se realizó la selección de prioridad por cola y limitar su ancho de banda de acuerdo a la encuesta realizada previamente, como se señala en la Figura 25 y Figura 26.

Figura 25.

Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el DNS

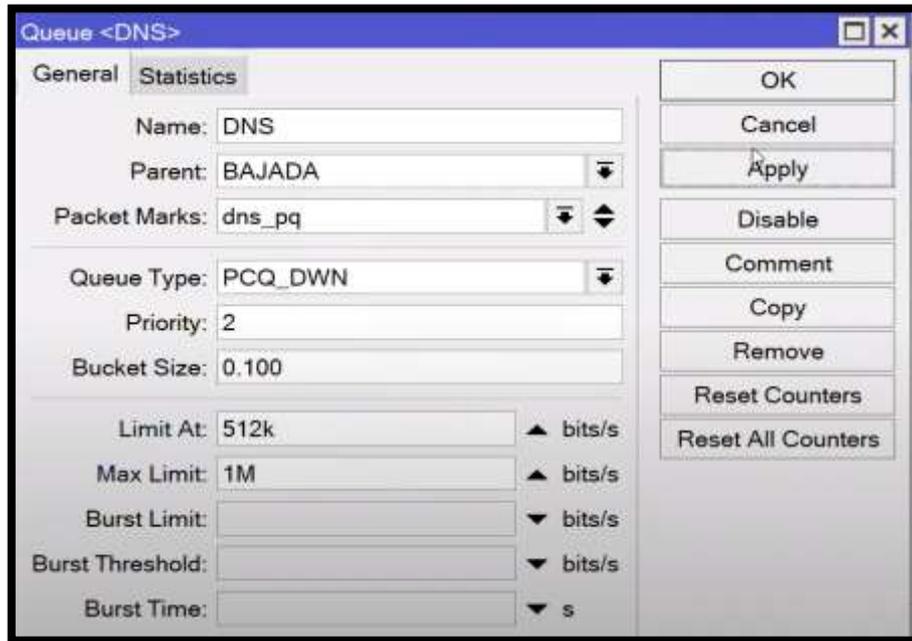
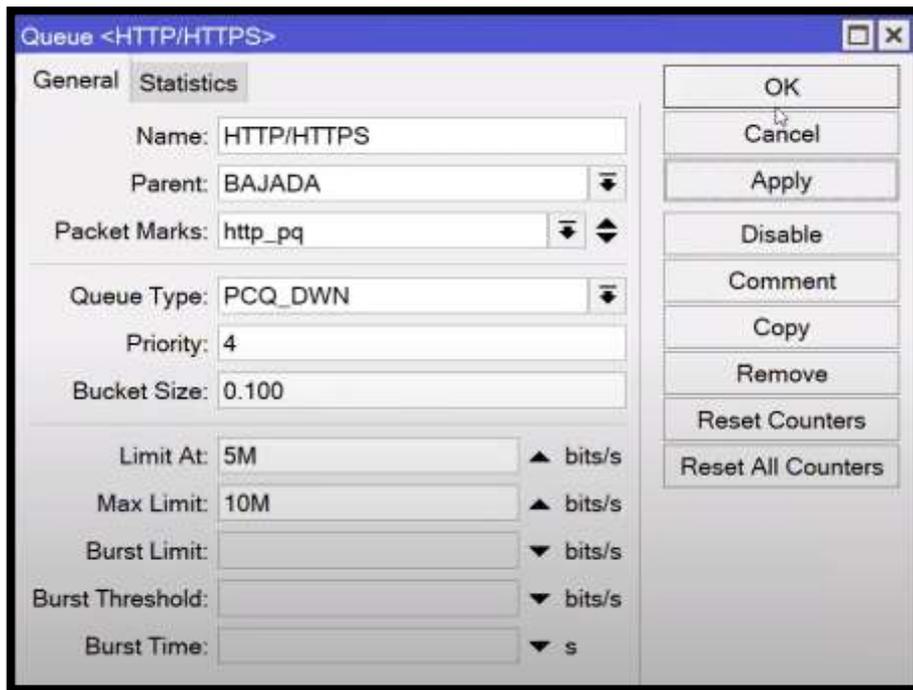


Figura 26.

Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el HTTP



Y así también se realizó la selección de prioridad para el ICMP y el IMAP, como se observa en la Figura 27 y Figura 28 respectivamente.

Figura 27.

Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el ICMP

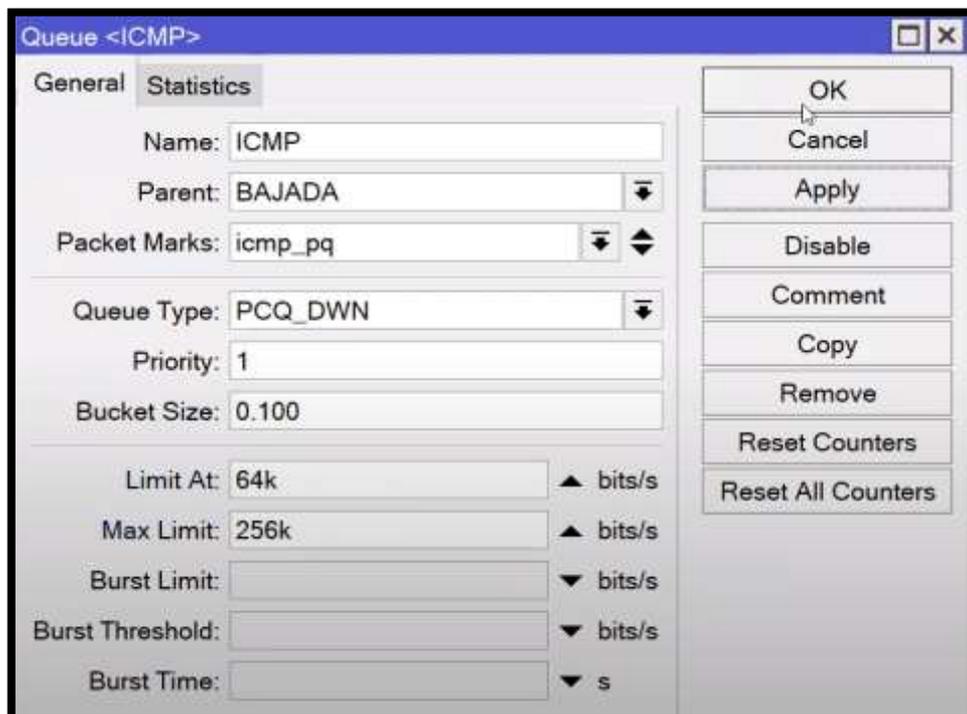
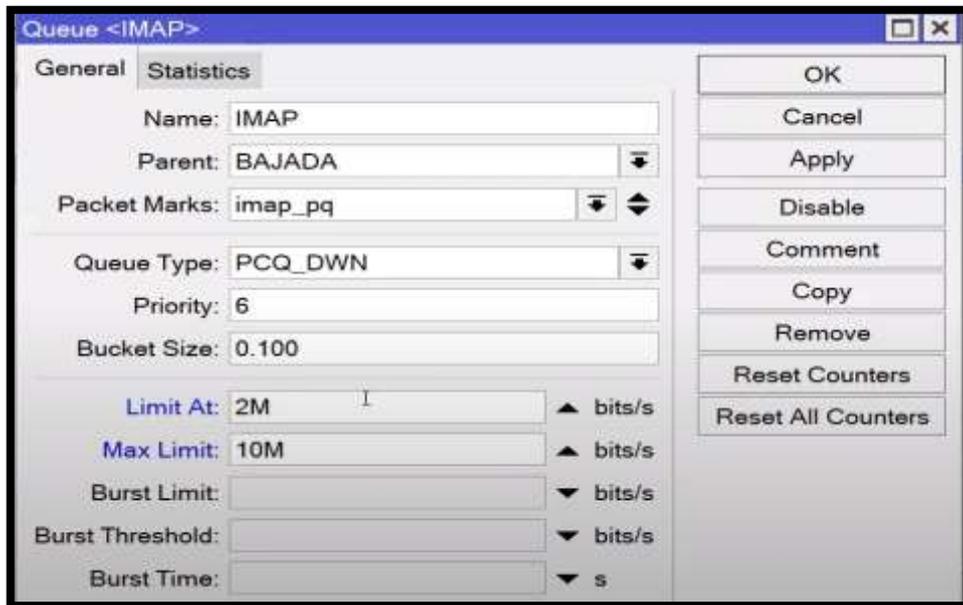


Figura 28.

Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el IMAP



Y finalmente, se consideró la selección de prioridad para el RDP, WINBOX y demás clasificados como RESTO, como se observa en la Figura 29, Figura 30 y Figura 31 respectivamente.

Figura 29.

Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el RDP

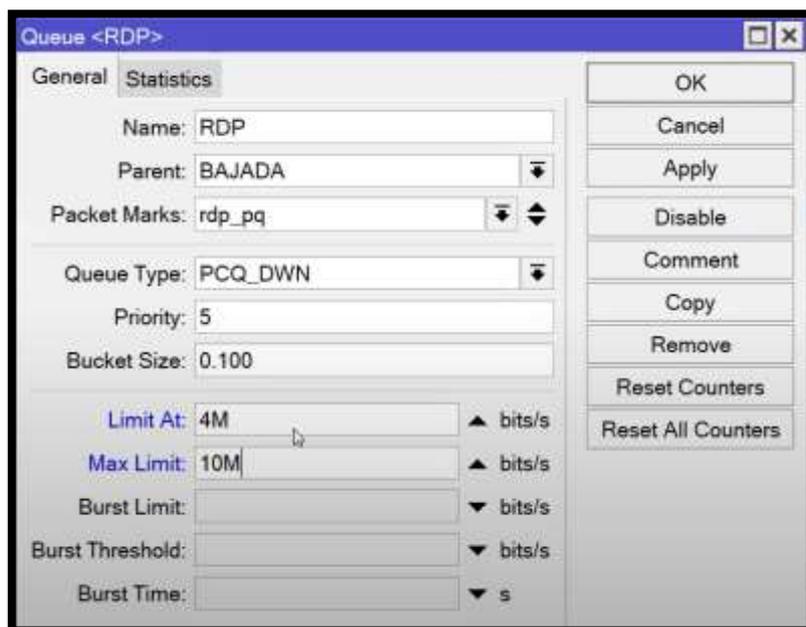


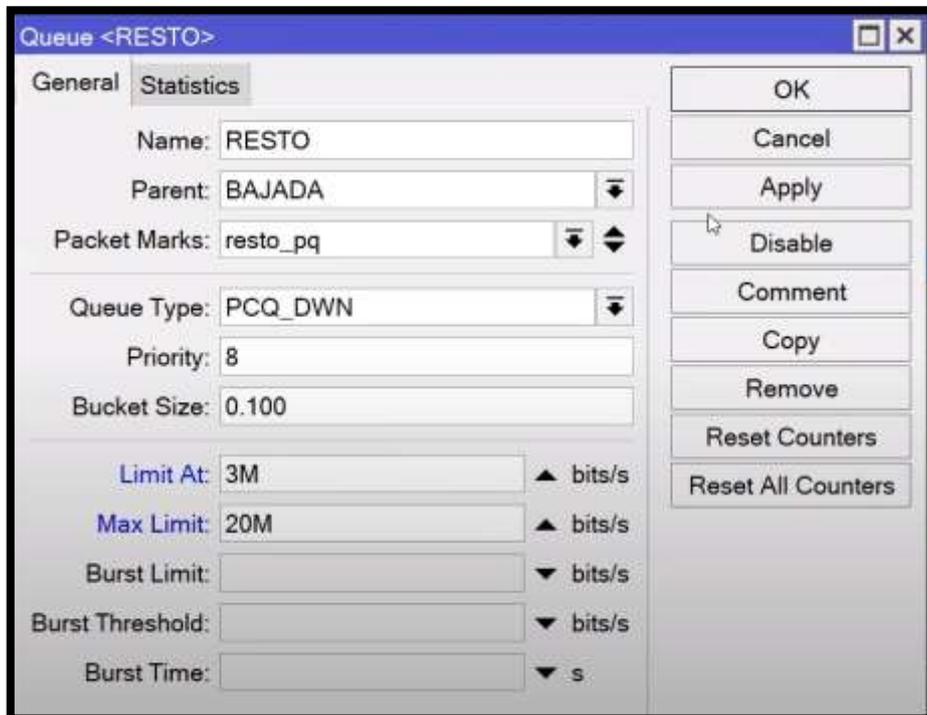
Figura 30.

Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el winbox



Figura 31.

Selección de prioridad y consumo de ancho de banda para el Resto

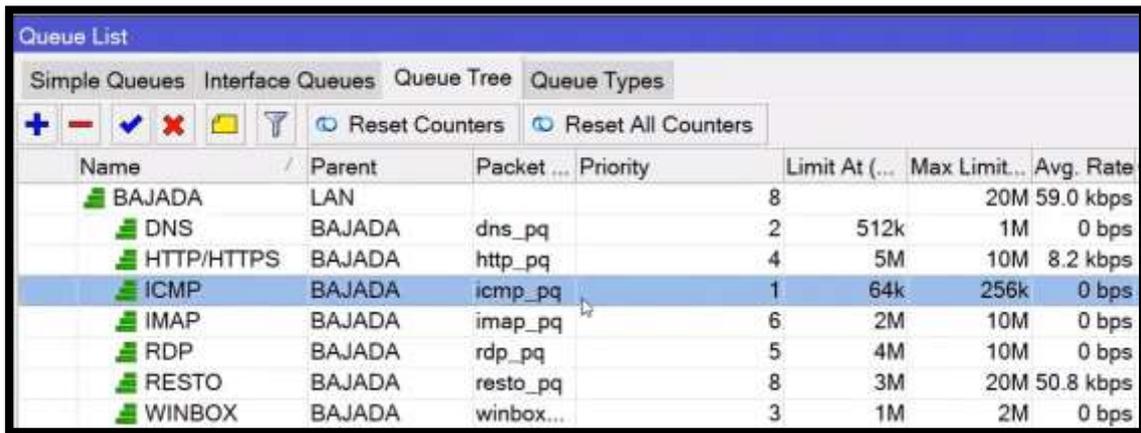


3.6.3.4. Fase 4: Monitoreo y evaluación

Aquí se comprueba la creación y verificamos la prioridad y la limitación de ancho de banda y usando la interfaz de visualización de Mikrotik veremos si cumple las reglas mencionadas anteriormente, como se observa en la Figura 32 y Figura 33, donde se señala la velocidad de subida (upload) y la velocidad de bajada (download).

Figura 32.

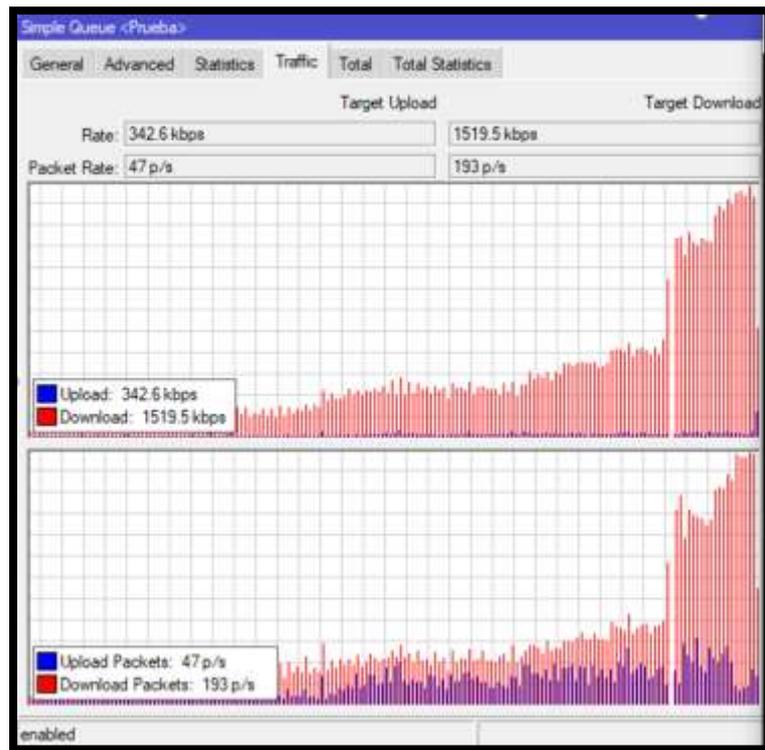
Prioridad y consumo de ancho de banda de todas las colas hijo



Name	Parent	Packet ...	Priority	Limit At (...)	Max Limit...	Avg. Rate
BAJADA	LAN			8		20M 59.0 kbps
DNS	BAJADA	dns_pq		2	512k	1M 0 bps
HTTP/HTTPS	BAJADA	http_pq		4	5M	10M 8.2 kbps
ICMP	BAJADA	icmp_pq		1	64k	256k 0 bps
IMAP	BAJADA	imap_pq		6	2M	10M 0 bps
RDP	BAJADA	rdp_pq		5	4M	10M 0 bps
RESTO	BAJADA	resto_pq		8	3M	20M 50.8 kbps
WINBOX	BAJADA	winbox...		3	1M	2M 0 bps

Figura 33.

Interfaz de Mikrotik para visualizar el consumo de ancho de banda



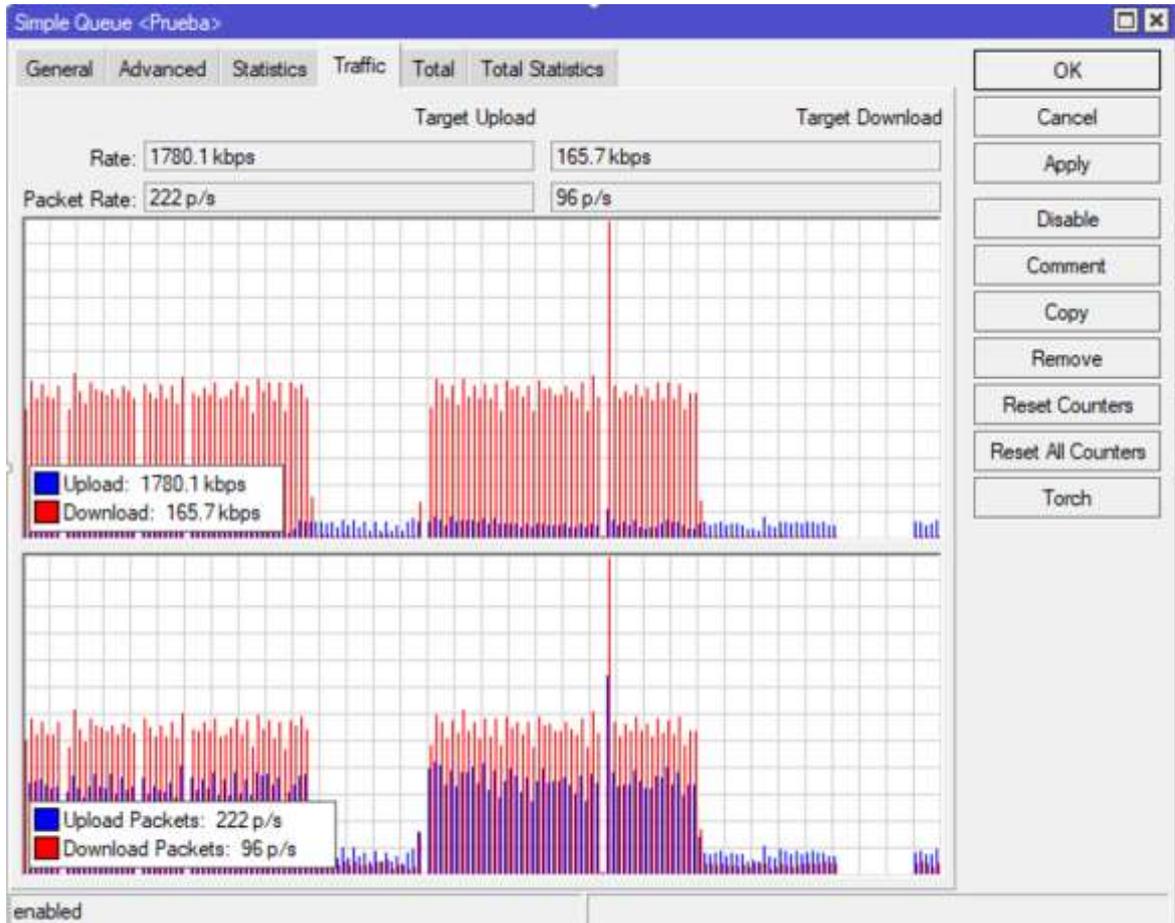
3.6.5. Verificación de diseño del esquema de trabajo aplicado

Se verificó el funcionamiento del diseño del esquema de trabajo con reconocimiento automático de paquetes con Mikrotik garantice la calidad de servicio del Internet en el distrito de Villa María del Triunfo.

En la Figura 34, donde se señala la velocidad de subida (upload) y la velocidad de bajada (download), se tiene la medida del ancho de banda desde el interfaz de Mikrotik en la plataforma de clases en línea antes de aplicar QoS donde vemos que se tiene pérdida de paquetes de datos.

Figura 34.

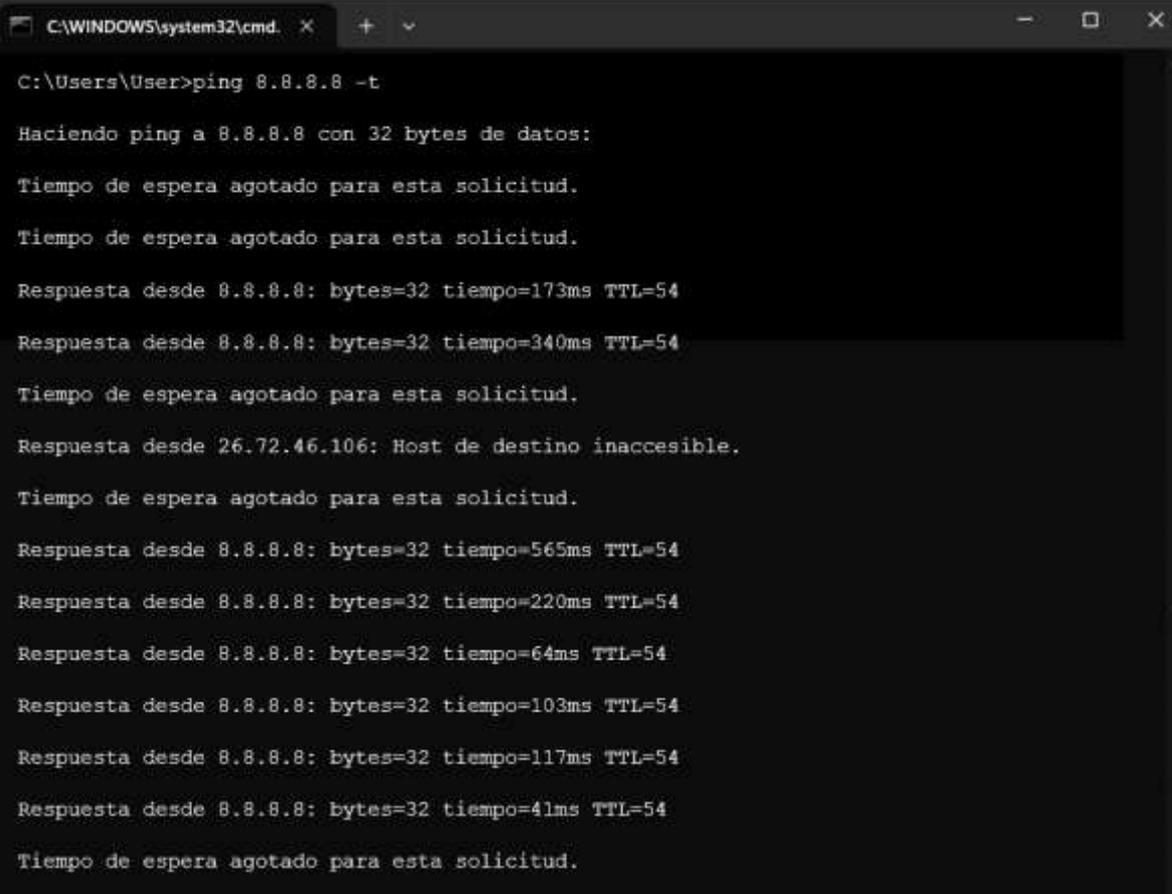
Medida de ancho de banda en plataforma de clases en línea sin QoS



Para verificar este error se realizó prueba de ping en el CMD señalado en la Figura 35, donde se observa que de los 14 paquetes enviados, solo 9 fueron recibidos y 5 fueron perdidos, es decir, se perdió un 35% del total, además los tiempos de ida y vuelta en milisegundos tienen una media de 202 ms, en un rango de entre un mínimo de 41 ms a un máximo de 565 ms.

Figura 35.

Estadísticas para ping 8.8.8.8 sin QoS para clases en línea

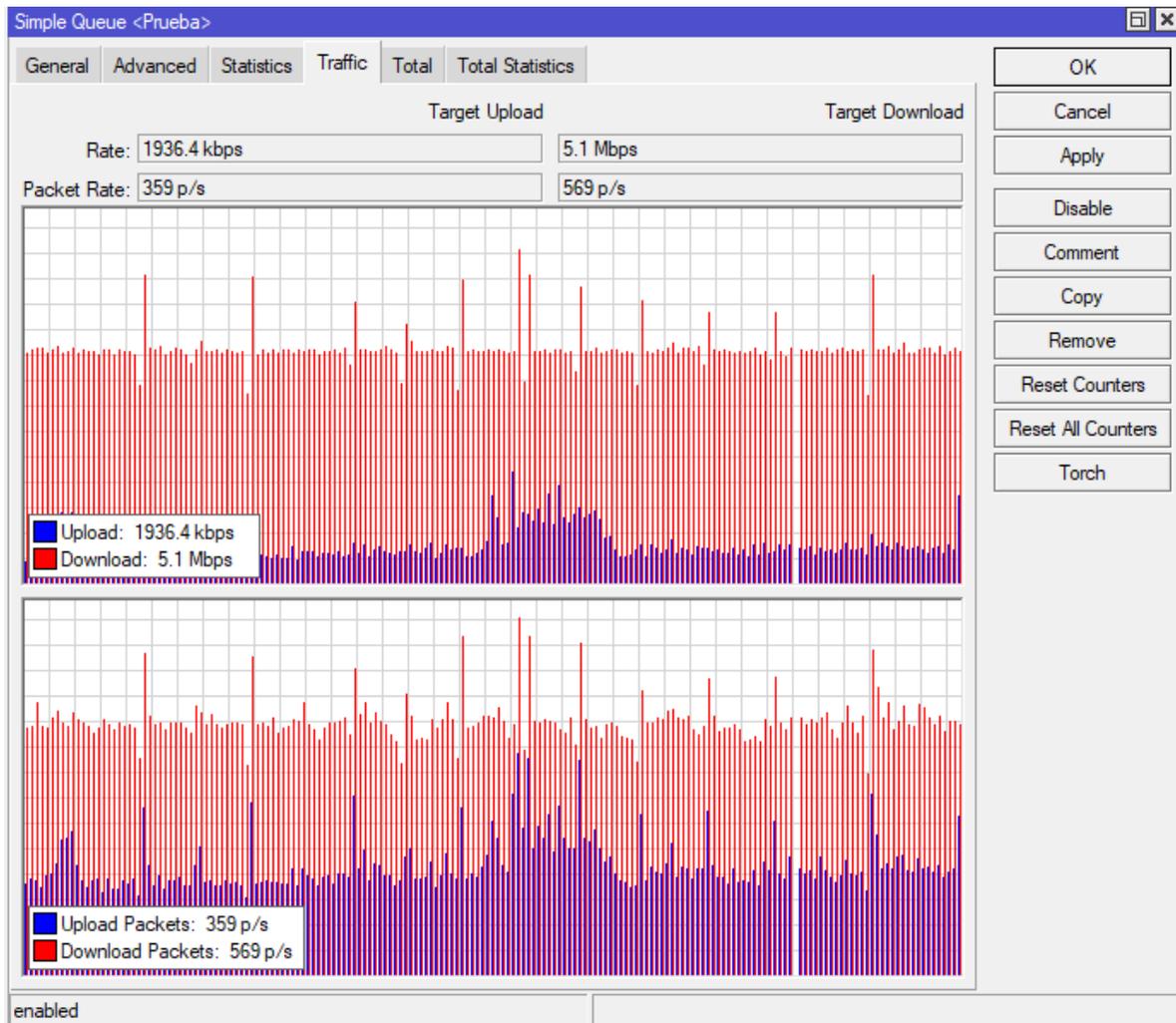


```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
C:\Users\User>ping 8.8.8.8 -t
Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=173ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=340ms TTL=54
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 26.72.46.106: Host de destino inaccesible.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=565ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=220ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=64ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=103ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=117ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=41ms TTL=54
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
```

Luego de aplicar QoS se realizó la misma prueba en el interfaz de Mikrotik, en la figura 36, donde se señala la velocidad de subida (upload) y la velocidad de bajada (download), se observa que hay constancia en el consumo de ancho de banda.

Figura 36.

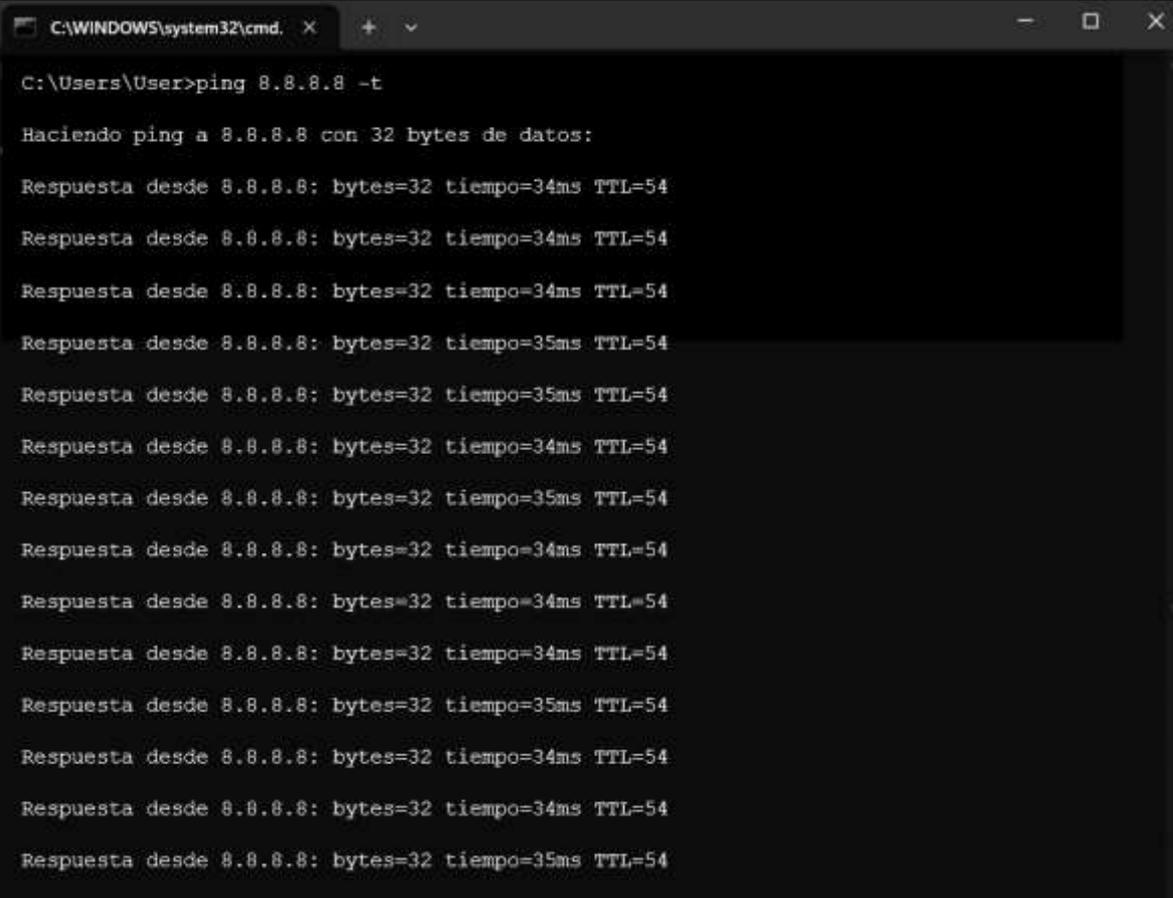
Medida de ancho de banda en plataforma de clases en línea con QoS



Esto se comprueba en la Figura 37, realizando ping en el CMD, donde se observa que de los 14 paquetes enviados, todos fueron recibidos, es decir, no existió pérdida de paquetes, además los tiempos de ida y vuelta en milisegundos tienen una media de 34 ms, en un rango de entre un mínimo de 34 ms a un máximo de 35 ms.

Figura 37.

Estadísticas para ping 8.8.8.8 con QoS para clases en línea

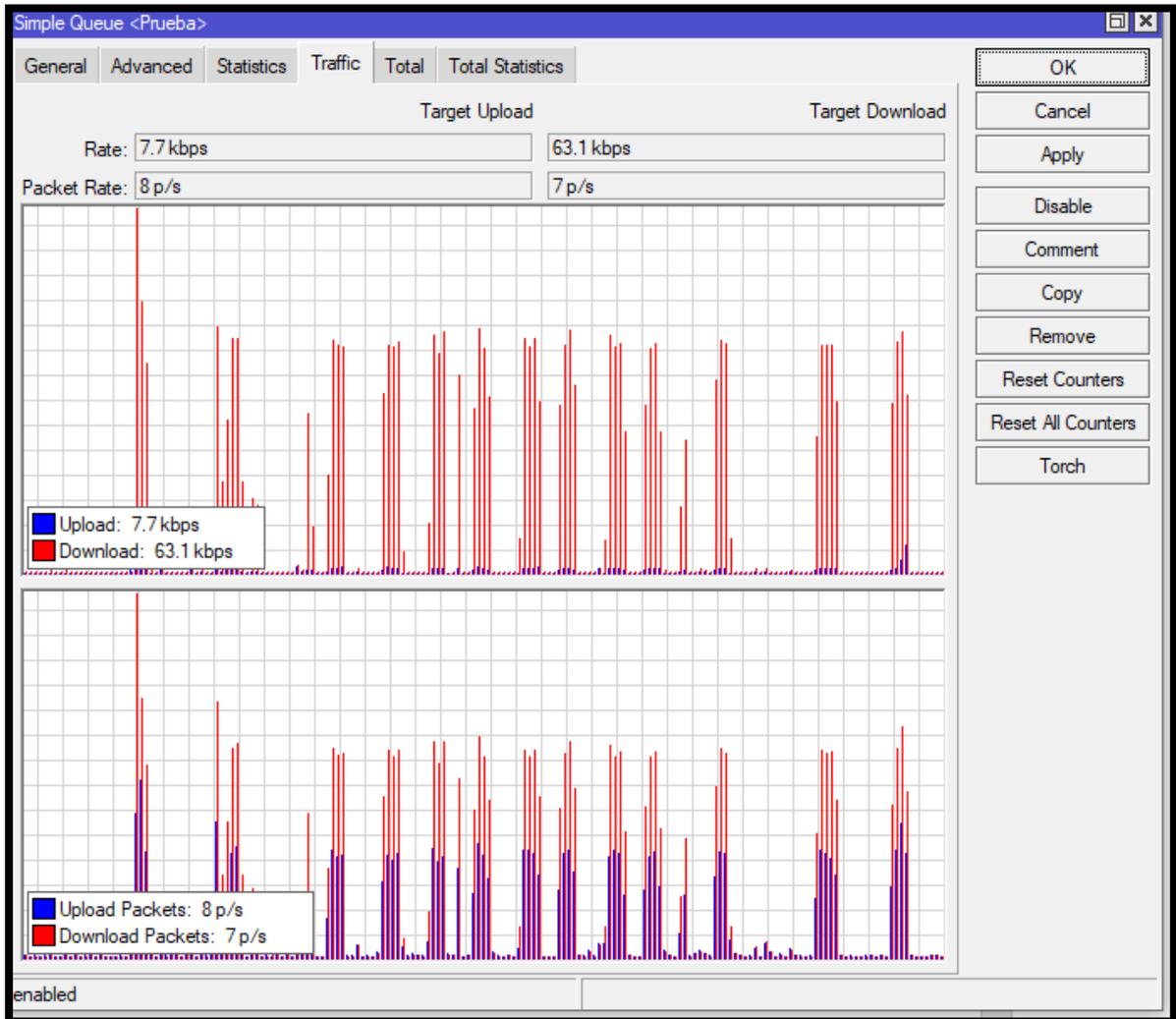


```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v - □ ×  
C:\Users\User>ping 8.8.8.8 -t  
Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54  
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54
```

En la Figura 38, donde se señala la velocidad de subida (upload) y la velocidad de bajada (download), se comprueba con el uso de videos streaming donde vemos que se tiene el mismo problema cuando se mide el ancho de banda con el interfaz Mikrotik.

Figura 38.

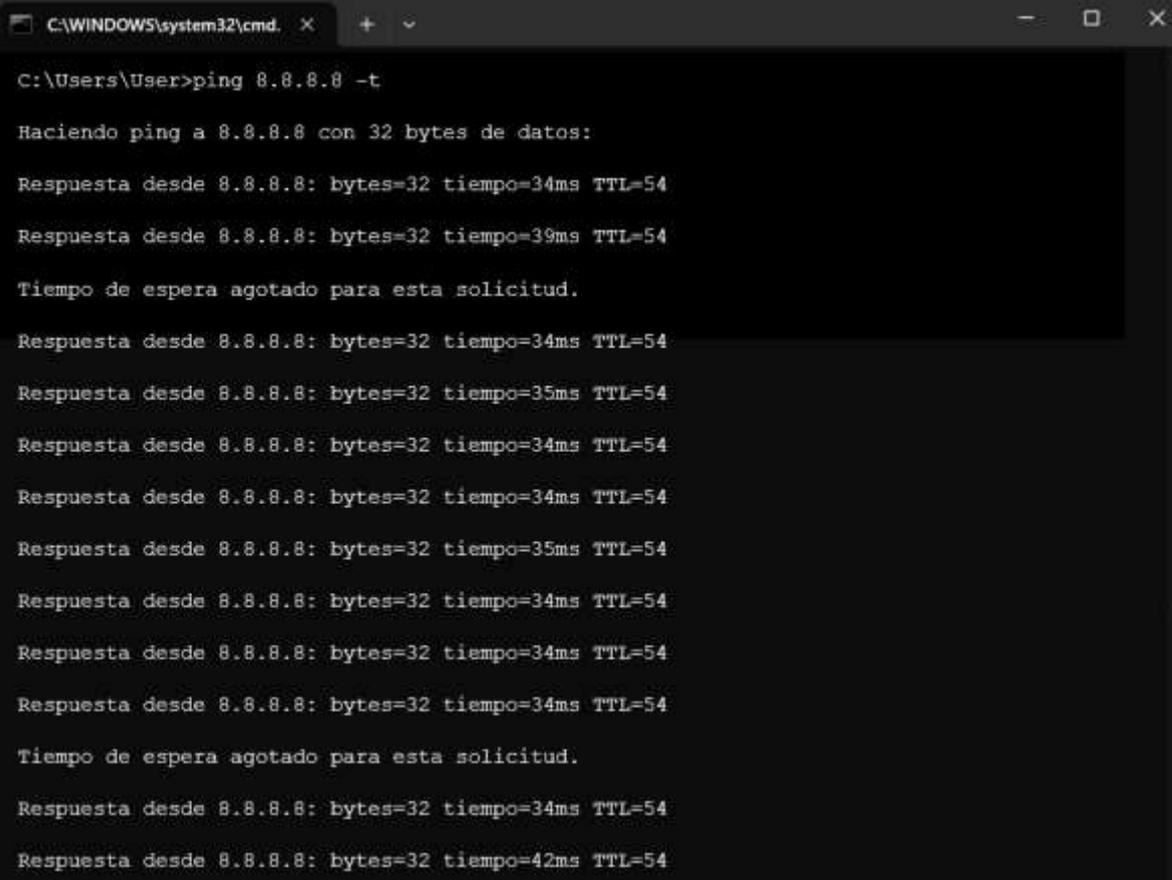
Medida de ancho de banda en videos streaming sin QoS



Para verificar este error se realizó prueba de ping en el CMD, y tal como se observa en la Figura 39, de los 14 paquetes enviados, solo 12 fueron recibidos y 2 fueron perdidos, es decir, se perdió un 14% del total, además los tiempos de ida y vuelta en milisegundos tienen una media de 35 ms, en un rango de entre un mínimo de 34 ms a un máximo de 42 ms.

Figura 39.

Estadísticas para ping 8.8.8.8 sin QoS para videos streaming



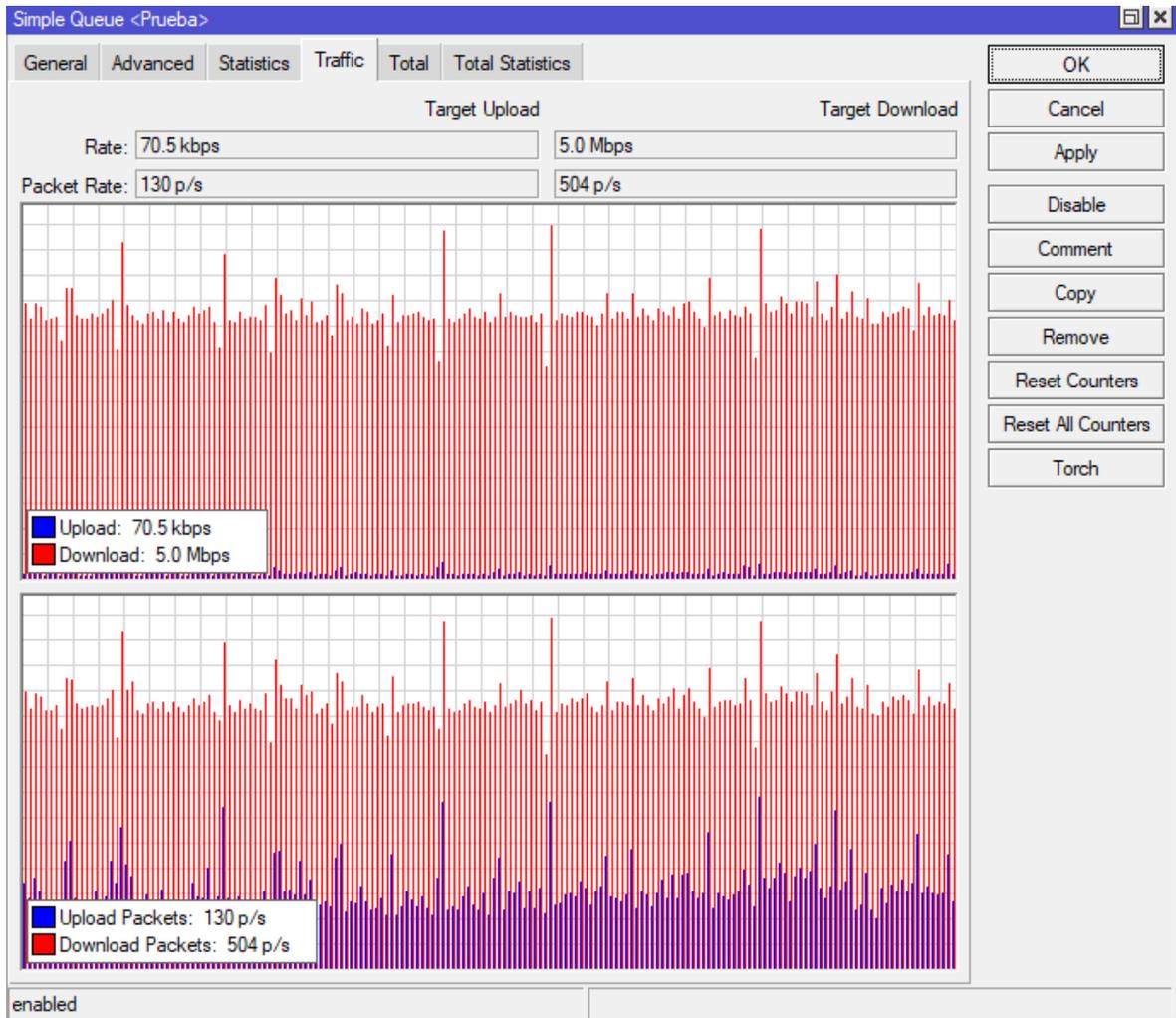
```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
C:\Users\User>ping 8.8.8.8 -t

Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=39ms TTL=54
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=42ms TTL=54
```

En la Figura 40, donde se señala la velocidad de subida (upload) y la velocidad de bajada (download), se tiene videos Streaming con QoS.

Figura 40.

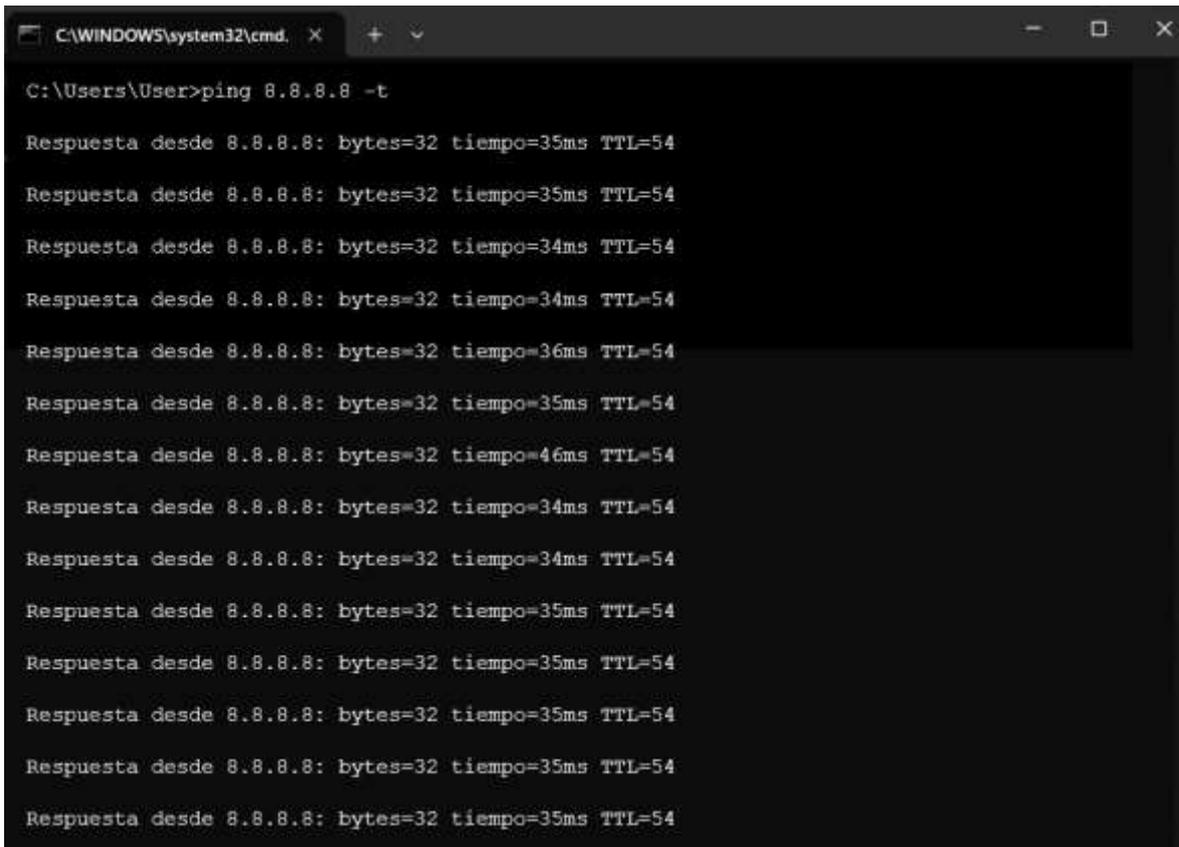
Medida de ancho de banda en videos streaming con QoS



Esto se comprueba en la Figura 41, realizando ping en el CMD, donde se observa que de los 14 paquetes enviados, todos fueron recibidos, es decir, no existió pérdida de paquetes, además los tiempos de ida y vuelta en milisegundos tienen una media de 35 ms, en un rango de entre un mínimo de 34 ms a un máximo de 46 ms.

Figura 41.

Estadísticas para ping 8.8.8.8 con QoS para videos streaming



```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v - □ ×
C:\Users\User>ping 8.8.8.8 -t
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=36ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=46ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=54
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=54
```

Por lo tanto, se observa una notable mejora en el rendimiento de ancho de banda después de aplicar QoS con Mikrotik así como una baja tasa de pérdida de paquetes de datos y poco retardo.

Concluyéndose, que existe una mejora en los parámetros de calidad de servicio como:

- Bajo retardo de entrega de paquetes de datos. Teniendo menos del 5% de variación entre el máximo valor y el mínimo valor, siendo esto casi constante. En cambio, sin QoS la diferencia entre el máximo y mínimo valor puede llegar a 83% de variación y no ser constante.

- 0% de tasa de pérdida de datos con QoS. Con esto podemos tener una conexión constante a Internet en plataformas de clases en tiempo real.
- Consumo de ancho de banda limitado, pudimos comprobar que una adecuada distribución y una buena marcación de paquetes evita que se sature la red, permitiendo a las demás aplicaciones ejecutarse sin interrupción de pérdida de Internet o alto retraso de entrega de paquetes.

IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación denotan una mejora de los servicios de Internet por medio del uso de los parámetros QoS, si bien la mejora puede ser mayor en el caso de unos servicios en comparación con otros, tal como se señala en la Tabla 8, en contraste con la Tabla 9, si bien en ambos casos se mejora, hay una mayor reducción en velocidad promedio en lo relacionado con las plataformas de clases online, por lo que se asume una mejora promedio del 24.5% en la pérdida de paquetes de los servicios de Internet por medio del QoS, y una reducción en los tiempos de respuesta en aproximadamente 71%.

Tabla 8.

Parámetros de calidad de servicio en plataforma de clases

Parámetros QoS	Sin QoS	Con QoS
Retardo de plataforma de clases	202 ms	34 ms
Consumo de ancho de banda de plataforma de clases	Variable	5 Mbps constante
Tasa de pérdidas de paquetes de plataforma de clases	35%	0%

Tabla 9.

Parámetros de calidad de servicio en videos Streaming

Parámetros QoS	Sin QoS	Con QoS
Retardo de plataforma de videos Streaming	35 ms	35 ms
Consumo de ancho de banda de videos Streaming	Variable	5 Mbps constante
Tasa de pérdidas de videos Streaming	14%	0%

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran puntos de coincidencia y diferenciación con estudios previos en el campo de la calidad de servicio (QoS) en redes de internet. Al comparar con Martínez et al. (2023), quienes evaluaron la efectividad del modelo DiffServ en equipos MikroTik y Cisco, se observa una reducción de la latencia y la pérdida de paquetes, similar a la efectividad aquí alcanzada, ya que en ambos casos la implementación de estrategias de optimización de red demostró reducir significativamente el retardo y mejorar la estabilidad de la conexión. No obstante, mientras Martínez et al. trabajaron con entornos simulados de tráfico real, este estudio se enfocó en un esquema adaptado a un contexto residencial específico, lo cual evidencia la aplicabilidad de métodos de QoS en una comunidad rural con recursos limitados.

Zulfia et al. (2023) también abordaron la distribución de ancho de banda en un entorno educativo, comparando métodos de cola para optimizar el rendimiento de la red. Aunque lograron una baja pérdida de paquetes (0.15% en simple queue y 0% en queue tree), este trabajo alcanzó un resultado óptimo en el control de pérdida, con un valor de 0% en el AAHH "Alto Tiwinza", lo que implica un nivel de precisión y estabilidad aún mayor, adaptado a la demanda y estructura de una comunidad específica. En términos de retardo, este estudio logró un promedio de 35 ms, mientras que Zulfia et al. documentaron un retardo de entre 8 y 9 ms, lo cual es un valor bajo aunque en un contexto menos restringido en términos de infraestructura.

Kusbandono et al. (2024) analizaron métodos de gestión de ancho de banda en redes WLAN con un enfoque en HTB y PCQ, obteniendo un throughput de 97% en HTB y sin pérdida de paquetes. Si bien el throughput y la eficiencia logrados son similares a los de esta investigación, el presente trabajo aporta un enfoque orientado a reducir significativamente el retardo, con valores mínimos y consistentes, aplicando técnicas específicas de encolamiento y priorización. En un contexto residencial y comunitario, esta investigación ha probado la eficacia de un esquema de calidad de servicio donde tanto el ancho de banda como la latencia fueron ajustados para maximizar la experiencia de los usuarios en aplicaciones de alta demanda de conectividad.

Por otro lado, los resultados obtenidos por Saputra et al. (2021) también evidencian mejoras en parámetros de QoS, particularmente en throughput, latencia y pérdida de paquetes. Este estudio, que implementó un Mikrotik Router-board en un contexto de pandemia, muestra una latencia de 120 ms y una pérdida de paquetes de 0.5%. En contraste, este estudio alcanzó una pérdida de paquetes del 0% y una latencia mucho menor, reafirmando la ventaja de una implementación ajustada a la realidad de una comunidad con necesidades específicas y limitaciones técnicas.

El análisis de Guntoro (2022) en protocolos VPN, que se centró en la estabilidad y pérdida de paquetes bajo condiciones de ataque DoS, destaca la importancia de QoS en redes vulnerables a tráfico no deseado. Aunque los contextos difieren, ya que este estudio se enfoca en un contexto comunitario controlado, ambos trabajos coinciden en la efectividad de técnicas de QoS para reducir la pérdida de paquetes y el retardo, con Guntoro reportando una pérdida de hasta 8% en SSTP y 5% en OpenVPN, mientras que este estudio logró eliminar dicha pérdida en su totalidad.

En un estudio de Blas (2022), que aplicó una red inalámbrica de banda ancha para una comunidad con un 99% de estabilidad, se logró mejorar el ancho de banda a través de tecnologías Ubiquiti, un enfoque similar al de este estudio en la medida en que se buscó mejorar la QoS en un contexto poblacional. Blas destaca una pérdida de paquetes nula y estabilidad de conexión, que también se observan en los resultados aquí obtenidos, reflejando la efectividad de enfoques orientados a maximizar la cobertura y estabilidad en redes comunitarias.

Pérez (2024), al implementar una red Mesh para optimizar la QoS en un entorno académico, encontró mejoras en la velocidad de transmisión y reducción del retardo promedio de 708.07 ms a 74.81 ms, así como una disminución de la pérdida de paquetes del 30% al 4%. Comparado con esta investigación, los valores alcanzados en retardo (35 ms) y pérdida de paquetes (0%) son aún más precisos, demostrando que el enfoque aquí aplicado supera el esquema Mesh en términos de estabilidad de red en una comunidad residencial.

Los hallazgos de Lanchipa (2021) también resaltan la creciente demanda de una red confiable, señalando una mejora del 75% en la velocidad de transferencia en entornos empresariales con MikroTik, tecnología que ha demostrado ser versátil para responder a necesidades de mayor ancho de banda. A diferencia de Lanchipa, quien se enfocó en una red empresarial, este estudio implementó técnicas de QoS en una comunidad con infraestructura más limitada, pero con resultados que muestran una efectividad considerable, adaptándose a las necesidades locales.

Asimismo, Mejía (2023) destaca la aplicación de QoS en la gestión del creciente tráfico de video en ISP, logrando una reducción del 45% en latencia en un contexto de alta demanda. Este estudio, por su parte, aporta un enfoque complementario en la implementación de QoS para reducir latencia y pérdida de paquetes en una comunidad donde el ancho de banda es un recurso más limitado y compartido, logrando además una experiencia de red estable y satisfactoria para el usuario.

Finalmente, el trabajo de Ormachea et al. (2022), en un modelo de gestión de tráfico en red WAN, alcanzó mejoras notables en tasa de transferencia y una reducción del 93.77% en retardo, evidenciando la efectividad de técnicas QoS en redes de alcance amplio. En este estudio, el enfoque en una comunidad residencial permitió también una

mejora destacable en términos de retardo y estabilidad de conexión, demostrando que, a pesar de las limitaciones, una implementación adecuada de QoS puede mejorar sustancialmente la calidad de servicio en redes locales, como se evidencia en la reducción de retardo y eliminación de pérdida de paquetes en la localidad estudiada.

V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se concluyó que se alcanzaron satisfactoriamente los parámetros establecidos para el control de ancho de banda según lo implementado en el marco de trabajo. Los siguientes resultados específicos en conjunto respaldan el éxito y logro del objetivo general de la investigación:

- Según lo planteado por el primer objetivo específico, se analizó la calidad de servicio del Internet de 137 familias proporcionada por su proveedor local, se reveló un nivel significativo de insatisfacción, con un 54.74% de los encuestados expresando insatisfacción y un 10.22% manifestando una insatisfacción considerable.
- Según lo planteado por el segundo objetivo específico, los parámetros de calidad de servicio del Internet señalados en las pruebas locales realizadas, destacaron problemas notables, como la pérdida de conexión en aplicaciones en tiempo real y un rango de retardo en la entrega de paquetes que oscila entre 70 ms y 1437 ms, con una variación significativa del 95%.
- Según lo señalado por el tercer objetivo específico, se determinó un esquema de trabajo que garantizó la calidad de servicio del Internet en respuesta a las falencias en los parámetros clave de calidad de servicio recomendados por organismos como el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, ITU-T E.804 y ETSI 126 944. En particular, se priorizó el retardo a la conexión, la tasa de pérdida de paquetes y el control de ancho de banda como áreas fundamentales para mejorar la calidad de servicio de un proveedor de Internet emergente.
- Finalmente, según el último objetivo específico, se verificó el diseño del esquema basado en las recomendaciones generales del ITU-T E.804, que incluyó reglas específicas de encolamiento, priorización y control de ancho de banda, diseñadas de acuerdo con las encuestas realizadas en el AAHH "Alto Tiwinza". Como resultado de estas acciones, se logró una mejora considerable garantizando la calidad de servicio del Internet en dicha localidad, alcanzando un 0% de pérdida de paquetes de datos y un retardo promedio en la entrega de paquetes de 35 ms, con una diferencia mínima entre el valor máximo y mínimo de retardo.

5.2. Recomendaciones

Para consolidar los logros obtenidos y fomentar la mejora continua de la calidad de servicio en la conectividad local, se proponen las siguientes recomendaciones, basadas en las conclusiones específicas alcanzadas:

- Se recomienda implementar herramientas de monitoreo adicionales que permitan evaluar con mayor precisión los parámetros de calidad de servicio recomendados por organismos como OSIPTEL y estándares internacionales, para así fortalecer el análisis de insatisfacción expresado por los usuarios.
- Se recomienda incorporar técnicas de priorización y encolamiento optimizado que minimicen la pérdida de conexión y reduzcan la variabilidad en el retardo en aplicaciones en tiempo real, especialmente en áreas con alto tráfico de datos, asegurando una conexión más estable y eficiente.
- Se recomienda replicar el esquema de trabajo desarrollado en otros sectores con proveedores de Internet emergentes, especialmente en localidades cercanas a nuevos desarrollos, para asegurar que las políticas de calidad de servicio se ajusten y respondan efectivamente a las necesidades de conectividad en entornos similares.
- Se recomienda continuar el monitoreo y ajuste del diseño de control de ancho de banda implementado en el AAHH "Alto Tiwinza", a fin de garantizar que se mantengan niveles óptimos de latencia y pérdida de paquetes y extender estas prácticas a otras zonas, promoviendo un acceso de calidad en comunidades con desafíos de conectividad.

VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alerg Méx*, 63(2), 201–206.
- Báez, G. (2018). *Rediseño de la infraestructura de red para la unidad educativa salesiana Domingo Comín aplicando una topología jerárquica redundante con políticas de seguridad perimetral en la red Lan*. [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16354>
- Bakri, A., Amrouche, A., Abbas, M., & Bouchakour, L. (2018). Automatic Speech Recognition for VoIP with Packet Loss Concealment. *Procedia Computer Science*, 128(1), 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.03.010>
- Behdadfar, M., Faghihi, E., & Sadeghi, M. (2015). QoS parameters analysis in VoIP network using adaptive quality improvement. *2015 Signal Processing and Intelligent Systems Conference (SPIS)*, 73–77. <https://doi.org/10.1109/SPIS.2015.7422315>
- Blas, J. (2022). Implementación de un diseño de red inalámbrica de banda ancha, centro poblado california – La Libertad, 2022. [Universidad César Vallejo]. In *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/118810>
- Calderón, A., & Álava, J. (2023). Diseño de infraestructura tecnológica para fortalecer la conectividad en el Malecón de Puerto Cayo. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(5), 547–563. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i5.763>
- Corzo, G., & Alvarez, E. (2020). Estrategias de competitividad tecnológica en la conectividad móvil y las comunicaciones de la industria 4.0 en Latinoamérica. *Información Tecnológica*, 31(6), 183–192. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000600183>
- Cruz, J., Apaza, E., & Baca, L. (2016). Determination of Optimum Parameters In The Implementation of an Antnet Routing Algorithm for Improving Data Transmission. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 18(4), 439. <https://doi.org/10.18271/ria.2016.236>
- Enriquez, J., & Casas, S. (2023). Estudio de QoS (Quality of Service) y QoE (Quality of

- Experience) para servicios web consumidos desde un mashup móvil. *Ingeniería y Desarrollo*, 39(01), 175–189. <https://doi.org/10.14482/inde.39.1.620.004>
- ETSI. (2007). *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)*. http://portal.etsi.org/chaircor/ETSI_support.asp
- Facchini, H., Pérez, S., Dantiacq, A., & Hidalgo, F. (2020). Evaluación de métricas del comportamiento del tráfico de vídeo en una red experimental multidifusión. *Enfoque UTE*, 11(1), 15–27. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n1.576>
- Fernández, V. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. *Espí-ritu Emprendedor TES*, 4(3), 65–76. <https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>
- García, R., Salcedo, O., López, D., & Pedraza, L. (2014). Evaluación de la calidad del servicio para voz sobre protocolo de internet (voip) en redes wimax sobre ambientes ip/mpls. *Información Tecnológica*, 25(2), 24–38. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000200004>
- Gómez, D., & Martínez, M. (2022). Internet uses by young students during the covid-19 pandemic in Mexico. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 12(22), 7–24. <https://doi.org/10.32870/Pk.a12n22.724>
- González, D., Olarte, F., & Corredor, J. (2017). La alfabetización tecnológica: de la informática al desarrollo de competencias tecnológicas. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 43(1), 193–212. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052017000100012>
- Guntoro, G. (2022). Analisa Perbandingan Quality of Service Protokol VPN antara Protokol SSTP Dan Open VPN Berbasis Router Mikrotik. *Indonesian Journal of Computer Science*, 11(1). <https://doi.org/10.33022/ijcs.v11i1.3034>
- ITU. (2017). *Manual de regulación de la Calidad de Servicio*. https://www.itu.int/pub/D-PREF-BB.QOS_REG01-2017
- Kusbandono, H., Lestariningsih, T., & Septianto, T. (2024). Comparative Analysis of Quality of Service (QoS) on WLAN Network Bandwidth Management using HTB Method with PCQ. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 3(10), 4797–4810. <https://doi.org/10.55927/eajmr.v3i10.11675>
- Lanchipa, E. (2021). *Implementación de una web app para facilitar la administración y*

- gestión de una red LAN en una PYMES utilizando un servidor Mikrotik OS*
[Universidad Privada de Tacna].
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1971>
- Martínez, G. (2020). Recursos y herramientas comunicacionales ante los retos de la educación virtual. *Correspondencias & Análisis*, 12, 1–20.
<https://doi.org/10.24265/cian.2020.n12.10>
- Martínez, O., Cando, R., Monar, J., Merino, C., & Bastidas, D. (2023). Modelo Diffserv (QoS) in a real traffic environment to evaluate the behavior of QoS parameters on cisco and mikrotik equipment. *Journal of Namibian Studies : History Politics Culture*, 33(1), 2975–2994. <https://doi.org/10.59670/jns.v33i.666>
- Mejía, L. (2023). *Propuesta de implementación de red inalámbrica con Tecnología Routerboard Mikrotik en centro poblado Unchus – Huaraz; 2021*. [Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote].
<https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/31692>
- MikroTik. (2020). *Licencia de Software RouterOS Nivel 6, Controller*.
https://www.wni.mx/index.php/izqtienda?page=shop.product_details&category_id=79&flypage=flypage_new.tpl&product_id=570
- Montesinos, V. (2015). *Estudios cinéticos y mecanísticos de procesos fotoquímicos para el tratamiento de contaminantes en solución acuosa y fase gaseosa* [Universidad Nacional de Buenos Aires].
https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/tesis/document/tesis_n5651_Montesinos
- Musallam, S., Fauzi, H., & Nagu, N. (2019). Family, institutional investors ownerships and corporate performance: the case of Indonesia. *Social Responsibility Journal*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1108/SRJ-08-2017-0155>
- Ormachea, M., Almidón, C., Vicente, W., & Pacheco, L. (2022). Gestión del tráfico de red en la calidad de servicio “QoS” WAN en Tambopata-Perú 2021. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(2), 300–318. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8378018>
- OSIPTEL. (2020). *Informe N° 00092-GPRC/2020*.

- Pérez, E. (2016). Herramientas tecnológicas aplicables al Kanban para la optimización de los procesos en la empresa. *Visión Gerencial*, 15(1), 82–104.
- Pérez, I. (2024). *Implementación de un diseño de red inalámbrica basada en tecnología Mesh para mejorar la calidad de servicio de la red de datos del área académica del COAR - Huancavelica* [Universidad Nacional del Centro del Perú].
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/11279>
- Rahmar, H., & Rahmar, S. (2018). Enhancing MikroTik Router's Fundamental Security. *Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 7(7), 3154–3160.
https://www.researchgate.net/publication/327834821_Enhancing_MikroTik_Router's_Fundamental_Security
- Rodríguez, D. (2019). *Silla de ruedas autoconstruible de bajo coste*. E.T.S.I. Diseño Industrial (UPM).
- Rodríguez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik Soluciones Educativas.
- Rosero, S. (2015). *Diseño de una red inalámbrica mediante la tecnología Wifi Long Distance para los establecimientos educativos del área andina del Cantón Cotacachi* [Universidad Técnica del Norte].
http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4467/1/04_RED_054_TESIS.pdf
- Saputra, A., Indrajaya, P., Diaz, R., Aryanto, A., & Srinadi, N. (2021). Analysis of quality of service bandwidth management on computer network using mikrotik rb951ui-2hnd. *Journal Techno Nusa Mandiri*, 18(1), 8–16.
<https://doi.org/10.33480/techno.v18i1.2164>
- Tijero, W., & Yuca, J. (2017). *Análisis de los Framework Codeigniter PHP y Twitter Bootstrap para el desarrollo de aplicaciones web, caso: Sistema de gestión de nichos para el cementerio parque del reencuentro*. [Universidad Andina del Cusco].
<http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/879>
- Torres, C., Robles, J., De Marco, S., & Antino, M. (2016). Revisión analítica del modelo de aceptación de la tecnología. El cambio tecnológico. *Papers. Revista de Sociologia*, 102(1), 5. <https://doi.org/10.5565/rev/papers.2233>

Zulfia, A., Abdullah, D., & Fajriana, F. (2023). Comparative Analysis of Network Quality Using QOS Parameters on Mikrotik Routers Using the Queue Tree and Simple Queue Methods. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 1(1), 43–48.
<https://doi.org/10.52088/jaiem.v1i1.12>

ANEXOS

Anexo 1: Instrumento de recolección de datos

CUESTIONARIO

TITULO: ANALISIS Y DISEÑO DE UN ESQUEMA DE TRABAJO BASADO EN EL RECONOCIMIENTO AUTOMATICO DE PAQUETES CON MIKROTIK PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE SERVICIO DE INTERNET EN EL DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO

PRESENTACIÓN:

Este cuestionario es un componente integral de la investigación actual. Le pedimos que participe respondiendo cada pregunta de forma objetiva y veraz. Los resultados se utilizarán exclusivamente con fines académicos y de investigación científica.

INDICACIONES:

A continuación, se le proporciona una serie de preguntas relacionadas a la calidad de servicio de Internet de su proveedor actual, para las cuales se solicita que responda seleccionando una única opción marcando con una "X" en el recuadro apropiado (SI o NO) de acuerdo a su elección.

Satisfacción del servicio						
	Ítem	1	2	3	4	5
Comunicación	La compañía es clara con los contratos					
	El precio que paga refleja el servicio brindado por la campaña					
	La compañía admite sugerencias o reclamos					
Transparencia	Los equipos instalados muestran garantía					
	El operador cumple con solicitudes de averías					
	El operador comprende sus necesidades					
Expectativa	Está pleno con el servicio que le brinda su operador					
	La expectativa sobre la velocidad es lo esperado					
	La calidad del servicio cubre sus expectativas					

Uso del Internet			
Tipos de uso del Internet	Tareas	Si	No
	Cursos		
	Juegos en línea		
	Música y radio		
	Videos, llamadas, whatsapp, skype		
	Redes sociales		
	Otros		
Medios de conexión a Internet	Computadora		
	Teléfono inteligente		
	Smart TV o consola de juegos		

Fuente: Gómez y Martínez (2022)

Anexo 2: Especificaciones del equipo Mikrotik

RB3011UiAS-RM

The RB3011 is a new multi port device, our first to be running an ARM architecture CPU for higher performance than ever before. The RB3011 has ten Gigabit ports divided in two switch groups, an SFP cage and for the first time a Superspeed full size USB 3.0 port, for adding storage or an external 3G/4G modem.

Unit comes with 1U rackmount enclosure, a touchscreen LCD panel, a serial console port and PoE output functionality on the last Ethernet port.



Specifications

Product code	RB3011UiAS-RM
CPU nominal frequency	1.4 GHz
CPU core count	2
Size of RAM	1 GB
10/100/1000 Ethernet ports	10
Switch chip model	QCA8337-AL3C-R
Power Jack	1
PoE In	Yes (passive only)
PoE out	Yes (port 10)
Supported input voltage	10 V - 30 V
Voltage Monitor	Yes
PCB temperature monitor	Yes
Dimensions	443x92x44mm
License level	5
Operating System	RouterOS
CPU	IPQ-8064
Max Power consumption	10 W

Anexo 3: Matriz de consistencia

Pregunta de investigación	Objetivos	Metodología
<p>Problema general: ¿De qué forma el análisis y diseño de un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes con MikroTik garantiza la calidad de servicio de Internet en el distrito de Villa María del Triunfo?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué forma el análisis y diseño de un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes con MikroTik garantiza la calidad de servicio de Internet en el distrito de Villa María del Triunfo? • ¿De qué forma podemos identificar los parámetros de localización de servicio de Internet en el Distrito de Villa María del Triunfo? • ¿Cómo podemos determinar un esquema de trabajo que garantice la calidad de servicio de Internet en el distrito de Villa María del Triunfo? • ¿Cómo verificar que el diseño de un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes con MikroTik garantice la calidad de servicio de Internet en el Distrito de Villa María del Triunfo? 	<p>Objetivo general: Analizar y diseñar un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes con MikroTik y garantizar la calidad de servicio de Internet en el distrito de Villa María del Triunfo.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un análisis de la calidad del servicio de Internet en los usuarios finales para conocer la situación actual de la red en el Distrito de Villa María del Triunfo. • Identificar los parámetros de la calidad de servicio de Internet en el Distrito de Villa María del Triunfo. • Determinar un esquema de trabajo que garantice la calidad de servicio de internet en el Distrito de Villa María del Triunfo • Verificar que el diseño de un esquema de trabajo basado en el reconocimiento automático de paquetes con MikroTik garantice la calidad de servicio de Internet en el Distrito de Villa María del Triunfo. 	<p>Población:</p> <p>-Distrito de Villa María del Triunfo</p> <p>Muestra:</p> <p>-137 hogares de la urbanización “Ampliación Alto Tiwinza”</p> <p>Instrumento de recolección de datos:</p> <p>-Cuestionario -Microsoft Excel -SPSS V.25</p>

Anexo 4: Resultados de encuesta de Satisfacción

	Comunicación				Transparencia				Expectativa				TOTAL		
	S1	S2	S3	Subtotal	S4	S5	S6	Subtotal	S7	S8	S9	Subtotal			
E1	1	4	3		8	3	1	4		8	4	2	2	8	24
E2	1	3	3		7	3	3	3		9	2	2	3	7	23
E3	2	3	1		6	1	3	3		7	1	3	2	6	19
E4	2	3	3		8	4	3	2		9	1	1	3	5	22
E5	3	3	5		11	5	3	5		13	3	4	3	10	34
E6	2	3	4		9	1	4	4		9	4	3	1	8	26
E7	1	4	2		7	3	3	1		7	1	4	1	6	20
E8	1	2	1		4	3	2	2		7	4	4	2	10	21
E9	2	2	1		5	2	1	2		5	1	2	1	4	14
E10	3	3	3		9	2	2	3		7	2	4	4	10	26
E11	3	2	1		6	4	1	2		7	3	4	1	8	21
E12	5	4	5		14	5	4	5		14	5	5	4	14	42
E13	2	2	4		8	3	4	2		9	2	3	3	8	25
E14	2	3	4		9	1	1	4		6	3	4	3	10	25
E15	4	2	3		9	3	3	1		7	4	3	3	10	26
E16	1	1	1		3	2	1	1		4	1	2	2	5	12
E17	1	3	2		6	2	1	2		5	1	2	3	6	17
E18	4	1	4		9	1	2	1		4	2	2	2	6	19
E19	4	5	4		13	5	5	5		15	4	5	5	14	42
E20	3	4	1		8	4	1	2		7	1	1	1	3	18
E21	2	3	4		9	1	1	3		5	1	2	2	5	19
E22	1	1	3		5	4	2	2		8	4	4	4	12	25
E23	2	4	2		8	4	4	4		12	4	4	1	9	29
E24	1	4	1		6	3	1	1		5	4	4	3	11	22
E25	1	1	1		3	3	2	1		6	3	1	3	7	16
E26	4	2	1		7	4	1	1		6	3	4	4	11	24
E27	3	2	1		6	1	1	1		3	2	2	2	6	15
E28	5	4	4		13	4	3	4		11	4	5	5	14	38
E29	3	1	1		5	1	2	3		6	3	1	3	7	18
E30	2	4	2		8	1	4	3		8	3	2	3	8	24
E31	2	1	2		5	3	1	1		5	4	4	2	10	20
E32	2	2	1		5	1	2	1		4	1	2	1	4	13
E33	3	3	1		7	3	2	2		7	2	2	3	7	21
E34	2	2	1		5	2	3	3		8	3	2	3	8	21
E35	4	3	1		8	1	3	3		7	4	2	2	8	23
E36	3	4	2		9	1	2	1		4	3	2	3	8	21
E37	2	4	2		8	1	4	2		7	2	3	4	9	24
E38	4	1	3		8	1	3	1		5	4	1	2	7	20
E39	2	2	3		7	3	1	2		6	3	2	1	6	19
E40	3	2	3		8	4	4	2		10	4	3	1	8	26
E41	2	3	4		9	4	3	3		10	4	1	2	7	26
E42	5	3	3		11	3	5	5		13	3	5	3	11	35
E43	1	4	3		8	1	3	2		6	3	2	3	8	22

	Comunicación				Transparencia				Expectativa				TOTAL
	S1	S2	S3	Subtotal	S4	S5	S6	Subtotal	S7	S8	S9	Subtotal	
E44	2	1	4	7	3	3	2	8	2	3	2	7	22
E45	1	4	3	8	4	3	2	9	2	2	2	6	23
E46	2	1	4	7	1	4	1	6	2	2	3	7	20
E47	5	4	5	14	5	5	4	14	5	4	5	14	42
E48	5	4	5	14	4	5	5	14	5	5	4	14	42
E49	3	4	4	11	1	3	2	6	4	2	1	7	24
E50	1	1	4	6	2	2	3	7	1	1	4	6	19
E51	2	1	4	7	1	4	3	8	1	1	1	3	18
E52	2	4	2	8	2	3	3	8	4	2	2	8	24
E53	2	3	2	7	3	1	1	5	3	3	2	8	20
E54	3	1	1	5	4	1	2	7	4	2	2	8	20
E55	4	2	2	8	3	2	3	8	2	1	4	7	23
E56	2	2	1	5	1	2	1	4	2	2	1	5	14
E57	2	2	1	5	2	1	1	4	2	1	1	4	13
E58	4	2	2	8	4	2	4	10	4	3	4	11	29
E59	3	4	1	8	4	2	4	10	2	4	2	8	26
E60	2	4	2	8	2	1	4	7	3	2	4	9	24
E61	2	4	4	10	2	3	1	6	4	3	2	9	25
E62	1	4	2	7	2	3	2	7	2	4	3	9	23
E63	3	5	4	12	3	4	4	11	3	3	4	10	33
E64	3	4	4	11	2	1	2	5	3	4	2	9	25
E65	4	4	2	10	3	4	4	11	3	1	1	5	26
E66	2	4	2	8	3	4	4	11	3	4	1	8	27
E67	2	1	1	4	3	3	3	9	1	2	2	5	18
E68	1	2	2	5	1	2	2	5	3	4	4	11	21
E69	1	1	1	3	1	2	1	4	1	2	1	4	11
E70	4	2	3	9	4	3	2	9	2	3	4	9	27
E71	2	3	4	9	4	1	1	6	3	4	1	8	23
E72	1	3	3	7	1	4	1	6	4	3	3	10	23
E73	1	4	2	7	1	2	3	6	3	1	2	6	19
E74	1	3	1	5	1	1	2	4	1	1	1	3	12
E75	2	1	3	6	3	2	4	9	2	2	2	6	21
E76	3	3	2	8	4	1	1	6	3	4	3	10	24
E77	4	4	5	13	5	5	5	15	5	4	4	13	41
E78	1	4	4	9	4	2	3	9	2	4	3	9	27
E79	4	4	4	12	1	2	1	4	1	2	1	4	20
E80	2	3	4	9	1	1	3	5	4	3	2	9	23
E81	2	2	3	7	3	2	3	8	2	1	4	7	22
E82	4	3	1	8	1	2	2	5	1	4	3	8	21
E83	4	2	2	8	2	4	1	7	2	1	4	7	22
E84	3	3	5	11	3	3	4	10	3	5	5	13	34
E85	2	3	4	9	3	2	4	9	3	1	4	8	26
E86	1	4	3	8	3	3	4	10	3	2	4	9	27
E87	5	4	5	14	5	4	4	13	5	5	5	15	42
E88	2	2	2	6	4	1	3	8	3	1	3	7	21

	Comunicación				Transparencia				Expectativa				TOTAL
	S1	S2	S3	Subtotal	S4	S5	S6	Subtotal	S7	S8	S9	Subtotal	
E89	2	2	1	5	2	2	1	5	4	2	1	7	17
E90	1	1	1	3	2	1	1	4	1	2	1	4	11
E91	1	3	4	8	4	4	3	11	1	2	4	7	26
E92	1	1	4	6	4	1	2	7	2	2	1	5	18
E93	3	4	4	11	1	3	1	5	2	1	1	4	20
E94	4	2	3	9	4	2	2	8	1	2	4	7	24
E95	3	3	4	10	4	1	4	9	3	2	3	8	27
E96	3	2	1	6	2	3	2	7	2	2	3	7	20
E97	3	3	1	7	1	3	1	5	3	3	3	9	21
E98	2	1	1	4	1	2	2	5	1	1	1	3	12
E99	1	2	2	5	4	2	4	10	1	2	2	5	20
E100	2	2	1	5	2	2	4	8	3	3	2	8	21
E101	2	1	4	7	4	4	3	11	1	3	1	5	23
E102	4	4	4	12	4	4	4	12	5	4	5	14	38
E103	3	2	3	8	1	3	4	8	1	3	1	5	21
E104	3	1	3	7	4	4	3	11	3	1	3	7	25
E105	4	4	5	13	4	3	4	11	4	4	5	13	37
E106	2	1	1	4	2	1	3	6	3	2	3	8	18
E107	1	4	2	7	4	3	4	11	4	3	2	9	27
E108	3	1	3	7	4	3	1	8	3	3	1	7	22
E109	1	2	2	5	2	2	1	5	3	1	1	5	15
E110	1	2	1	4	1	1	3	5	4	3	4	11	20
E111	2	4	1	7	2	4	4	10	1	2	4	7	24
E112	2	4	3	9	3	1	4	8	4	1	4	9	26
E113	2	2	3	7	1	3	1	5	4	3	1	8	20
E114	3	3	1	7	4	3	2	9	3	4	3	10	26
E115	2	2	3	7	3	4	1	8	4	1	3	8	23
E116	4	1	1	6	4	1	1	6	3	2	1	6	18
E117	4	3	4	11	2	1	4	7	2	2	3	7	25
E118	5	4	5	14	4	4	5	13	5	4	5	14	41
E119	3	1	3	7	2	3	1	6	3	3	3	9	22
E120	2	1	1	4	2	2	1	5	1	2	2	5	14
E121	2	4	4	10	2	1	2	5	2	2	1	5	20
E122	1	2	2	5	2	3	3	8	4	3	3	10	23
E123	3	1	4	8	1	3	3	7	3	2	3	8	23
E124	3	4	3	10	4	2	3	9	1	4	2	7	26
E125	4	2	4	10	1	3	3	7	2	3	1	6	23
E126	5	5	4	14	4	3	5	12	4	3	3	10	36
E127	3	4	3	10	4	1	2	7	2	4	1	7	24
E128	3	2	3	8	4	4	3	11	4	3	4	11	30
E129	2	3	1	6	4	2	4	10	3	4	3	10	26
E130	1	4	3	8	1	3	4	8	1	3	4	8	24
E131	3	3	1	7	2	4	4	10	4	3	3	10	27
E132	2	2	3	7	2	4	2	8	4	2	3	9	24
E133	1	2	2	5	2	2	1	5	1	1	1	3	13

	Comunicación				Transparencia				Expectativa				TOTAL
	S1	S2	S3	Subtotal	S4	S5	S6	Subtotal	S7	S8	S9	Subtotal	
E134	4	4	5	13	5	4	5	14	5	5	4	14	41
E135	2	3	3	8	1	4	4	9	2	3	4	9	26
E136	4	4	3	11	4	3	3	10	5	4	5	14	35
E137	1	2	2	5	2	1	2	5	2	3	3	8	18

Anexo 5: Resultados de uso de Internet

Leyenda:

0	El valor es nulo
1	El valor existe

	Resultados del Cuestionario								
	Cursos	Juegos en línea	Música y radio	Videos, llamadas, whatsapp, skype	Redes sociales	Otros	Computadora	Teléfono inteligente	Smart TV o consola de juegos
	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2
E1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
E2	1	0	1	1	1	1	0	1	1
E3	1	0	0	1	1	0	0	1	0
E4	0	1	0	1	0	0	1	1	0
E5	1	1	1	1	1	0	1	0	0
E6	0	1	0	1	1	0	0	1	1
E7	1	0	1	0	1	0	0	1	0
E8	1	1	0	1	1	0	1	1	1
E9	1	0	1	1	0	0	1	0	0
E10	0	1	1	1	0	0	1	1	0
E11	1	0	0	1	1	0	1	0	0
E12	1	0	1	1	1	0	0	1	0
E13	0	0	1	1	1	0	1	1	0
E14	1	1	1	0	0	1	1	1	0
E15	0	0	1	0	1	0	1	0	0
E16	1	0	0	1	0	0	1	1	0
E17	0	1	0	0	1	0	1	0	1
E18	0	1	1	1	1	0	1	1	0
E19	1	1	1	0	1	0	1	1	1
E20	0	1	0	1	1	0	0	1	0

	Resultados del Cuestionario									
	Cursos	Juegos en línea	Música y radio	Videos, llamadas, whatsapp, skype	Redes sociales	Otros	Computadora	Teléfono inteligente	Smart TV o consola de juegos	
E21	0	0	1	1	0	0	1	1	0	
E22	0	1	0	0	1	0	0	0	1	
E23	1	0	1	1	1	0	1	0	0	
E24	1	1	1	1	1	0	1	0	0	
E25	1	1	0	1	1	0	0	1	0	
E26	0	1	1	1	1	0	0	1	0	
E27	1	0	0	0	0	0	1	1	1	
E28	0	1	1	1	1	0	1	1	1	
E29	0	0	1	1	1	0	0	1	0	
E30	1	0	1	1	1	0	1	1	1	
E31	1	1	1	0	1	1	1	0	0	
E32	1	0	1	1	1	1	0	0	1	
E33	1	0	0	1	1	0	0	1	0	
E34	1	1	1	1	0	0	1	1	0	
E35	0	0	1	1	1	1	1	1	0	
E36	0	1	1	1	1	0	1	1	0	
E37	1	1	1	1	1	0	1	1	0	
E38	0	1	1	0	0	0	1	1	0	
E39	1	0	0	1	1	0	1	1	0	
E40	0	0	1	1	1	0	1	1	0	
E41	1	0	1	0	1	0	1	1	0	
E42	0	0	1	1	0	1	1	1	0	
E43	1	0	0	1	0	0	1	1	0	
E44	0	0	1	0	1	0	0	1	1	
E45	1	1	1	1	0	0	1	1	0	
E46	0	1	0	0	1	0	0	1	0	
E47	0	1	1	1	1	1	1	1	0	

	Resultados del Cuestionario									
	Cursos	Juegos en línea	Música y radio	Videos, llamadas, whatsapp, skype	Redes sociales	Otros	Computadora	Teléfono inteligente	Smart TV o consola de juegos	
E48	1	1	0	1	0	1	0	1	1	
E49	0	0	1	1	0	0	1	0	1	
E50	1	1	0	1	0	0	1	0	1	
E51	1	1	0	1	1	0	0	1	0	
E52	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
E53	1	0	0	1	0	0	1	1	1	
E54	0	0	1	1	0	1	1	1	0	
E55	1	1	0	1	1	0	1	1	0	
E56	1	0	0	0	1	0	1	1	0	
E57	1	0	0	0	1	0	1	1	1	
E58	0	1	1	1	0	0	0	1	1	
E59	0	0	1	0	1	0	1	1	0	
E60	1	0	0	1	1	0	0	1	1	
E61	0	0	1	0	1	0	0	1	1	
E62	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
E63	0	1	1	1	1	0	1	1	1	
E64	0	1	1	1	1	0	1	0	0	
E65	0	0	0	1	1	1	1	0	0	
E66	1	1	1	0	1	0	0	1	0	
E67	1	1	1	0	1	0	0	1	1	
E68	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
E69	0	1	1	0	0	0	1	0	0	
E70	0	0	1	1	1	0	0	1	0	
E71	0	1	1	1	1	0	1	1	0	
E72	1	0	1	1	1	0	1	1	0	
E73	1	1	1	0	1	0	1	1	0	
E74	0	1	1	0	0	0	0	0	1	

	Resultados del Cuestionario									
	Cursos	Juegos en línea	Música y radio	Videos, llamadas, whatsapp, skype	Redes sociales	Otros	Computadora	Teléfono inteligente	Smart TV o consola de juegos	
E75	0	0	1	0	1	0	1	1	0	
E76	1	1	0	1	1	0	1	1	1	
E77	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
E78	0	1	1	0	1	0	1	1	0	
E79	1	0	0	1	1	0	1	1	0	
E80	0	1	0	1	1	0	1	1	0	
E81	0	1	0	1	1	1	0	1	0	
E82	1	1	1	1	0	0	0	0	1	
E83	1	1	1	1	0	1	1	1	0	
E84	1	1	0	1	1	0	0	1	1	
E85	1	0	1	1	0	0	1	1	1	
E86	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
E87	0	0	0	1	1	0	1	1	1	
E88	1	0	1	1	0	0	0	1	0	
E89	0	0	1	1	1	0	0	1	0	
E90	1	0	0	1	1	1	1	1	0	
E91	1	0	0	1	1	0	1	0	0	
E92	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
E93	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
E94	0	0	1	1	0	0	0	1	0	
E95	1	1	1	1	1	0	0	1	0	
E96	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
E97	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
E98	1	0	0	1	1	0	1	1	0	
E99	1	0	1	1	0	0	1	1	0	
E100	0	1	1	1	1	0	1	1	1	
E101	1	0	1	1	1	0	1	1	1	

	Resultados del Cuestionario								
	Cursos	Juegos en línea	Música y radio	Videos, llamadas, whatsapp, skype	Redes sociales	Otros	Computadora	Teléfono inteligente	Smart TV o consola de juegos
E102	0	0	1	1	1	0	1	1	0
E103	1	0	1	1	1	0	1	1	0
E104	0	0	1	1	1	0	1	1	0
E105	1	0	1	0	1	0	0	1	0
E106	1	0	1	1	1	1	0	1	0
E107	1	0	0	1	1	1	1	1	0
E108	1	0	1	1	1	0	0	1	1
E109	0	0	1	1	1	1	1	1	1
E110	0	0	0	1	1	0	0	1	0
E111	1	1	1	0	1	0	1	1	1
E112	0	1	1	1	0	0	1	0	1
E113	1	0	0	0	1	0	0	1	1
E114	1	1	1	0	1	1	1	1	1
E115	0	0	0	1	0	0	1	1	0
E116	1	1	1	1	1	0	0	1	0
E117	1	0	1	1	1	0	0	1	0
E118	0	0	1	1	1	0	0	1	1
E119	0	0	1	0	1	0	0	1	0
E120	1	0	1	1	1	0	1	0	1
E121	1	0	1	1	1	0	1	0	0
E122	1	1	1	1	1	0	1	1	0
E123	1	1	1	1	1	0	1	1	0
E124	0	1	1	1	1	0	1	1	1
E125	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E126	1	1	1	0	0	0	0	0	1
E127	0	0	1	1	0	1	0	1	0
E128	0	1	1	1	0	0	0	1	0

Resultados del Cuestionario									
	Cursos	Juegos en línea	Música y radio	Videos, llamadas, whatsapp, skype	Redes sociales	Otros	Computadora	Teléfono inteligente	Smart TV o consola de juegos
E129	1	0	1	1	1	1	0	1	0
E130	0	0	0	1	1	0	1	1	0
E131	0	1	1	0	1	0	1	1	0
E132	1	1	0	0	0	0	0	1	1
E133	0	1	1	1	0	0	1	0	0
E134	0	1	0	1	1	0	1	1	0
E135	0	1	1	1	1	0	1	0	1
E136	0	1	1	1	0	0	1	0	0
E137	0	0	0	0	1	0	0	1	0