



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS DE
DESEMPEÑO DE RED EN LA EMPRESA DE
INTERNET INALAMBRICO
UTP SERVICES C.A.**

Autor: Fernando Cofelice P.

C.I.: 24.818.208

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master)- Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS DE DESEMPEÑO DE
RED EN LA EMPRESA DE INTERNET INALAMBRICO
UTP SERVICES C.A.**

Empresa: UTP SERVICES C.A.

Autor: Fernando Cofelice P.

C.I.: 24.818.208

San Diego, Febrero de 2020



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Wilmer Mendoza portador(a) de la cedula de identidad N° 22.225.097, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadano Fernando Cofelice Polito, portador de la cedula de identidad N° 24.818.208, titulado **CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS DE DESEMPEÑO DE RED EN LA EMPRESA DE INTERNET INALAMBRICO UTP SERVICES C.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

San Diego, a los veinte (20) días del mes de febrero del año dos mil veinte (2020).

Ing. Wilmer Mendoza

C.I. 22.225.097



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS DE
DESEMPEÑO DE RED EN LA EMPRESA DE
INTERNET INALAMBRICO
UTP SERVICES C.A.**

CONSTANCIA DE APROBACION

TUTOR EMPRESARIAL

Ing. Carlos Arocha

C.I. 18.990.292

TUTOR ACADEMICO

Ing. Wilmer Mendoza

C.I. 22.225.097

Autor: Fernando Cofelice P.

C.I.: 24.818.208

San Diego, Febrero de 2020

AGRADECIMIENTOS

Al Dios todopoderoso por haberme concedido siempre el espíritu, inspiración, voluntad, salud y vocación para iniciar y culminar mi carrera universitaria. A mis padres Adriana y Giovani, quienes han sido mi motor de vida, ejemplo a seguir y apoyo incondicional. A mis hermanos: Gianluigi y Andreina, que siempre me han demostrado lo que es el amor y apoyo de un verdadero hermano. A mi pareja: María Valentina, quien desde el día uno del inicio de esta carrera ha estado a mi lado amándome, apoyándome, dándome consuelos cuando más los necesite. A el resto de mi familia, a los que hoy están y a los que ya han partido de este mundo, su apoyo y presencia nunca faltó. A mis padres, hermanos, pareja y familia, gracias por su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, por el tiempo que me han concedido, un tiempo robado a la historia familiar. Sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también es suyo.

A mi tutores el Ing. Rainier Blanco e Ing. Wilmer Mendoza por su incondicional apoyo y orientación desde el primer día de desarrollo de esta investigación, siempre prestos a compartir sus conocimiento para poder llevar a delante este trabajo que hoy se convierte en una de las mejores experiencias de vida, y en su trayecto dejarme plantado una infinidad de conocimientos que quedaran por el resto de mi vida.

A la empresa UTP SERVICES C.A. por permitirme la entrada a sus instalaciones para poder llevar a cabo este proyecto, nunca me sentí un extraño sino parte de su cuerpo de trabajo del día a día.

A mis amigos y compañeros de la Universidad de Carabobo y Universidad José Antonio Páez, mucho que ya hoy en día son mis colegas y otros que el futuro lo serán.

A todos los que de una u otra forma han contribuido para el logro del éxito de la presente investigación. Por su comprensión y ayuda en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

	PP
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE GRAFICAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO	
 I. LA EMPRESA	
1.1. Descripción de la empresa	3
1.2. Ubicación de la empresa	3
1.3. Reseña histórica	3
1.4. Misión de la empresa	4
1.5. Visión de la empresa	4
1.6. Valores de la empresa	4
1.7. Estructura organizativa	6
 II. EL PROBLEMA	
2.1. Planteamiento de problema	7
2.2. Formulación del problema	10
2.3. Objetivos de la investigación	10
2.3.1. Objetivo general	10
2.3.2. Objetivos específicos	10
2.4. Justificación	10
2.5. Limitaciones	11
 III. MARCO TEORICO	
3.1. Antecedentes de la investigación	13
3.2. Bases teóricas	14
 IV. MARCO METODOLÓGICO	
4.1. Tipo de la investigación	24
4.2. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos.	25
4.3. Población y muestra	25
4.4 Fases de la investigación	26
4.4.1. Fase I. Levantamiento de la infraestructura de la red tanto de hardware como de software de la empresa.	26

4.4.2. Fase II. Diagnóstico del desempeño de la infraestructura de la red de la empresa.	27
4.4.3 Fase III. Determinación de políticas de desempeño y calidad de servicio (QoS) a aplicar para el servicio de internet.	27
4.4.4. Fase IV. Validación del comportamiento de la red luego de la aplicación de las políticas de desempeño y calidad de servicio.	28
V. RESULTADOS	
5.1. Fase I. Levantamiento de la infraestructura de la red tanto de hardware como de software	29
5.2. Fase II. Diagnóstico del desempeño de la infraestructura de red de la empresa	35
5.3. Fase III. Determinación de la políticas de desempeño y calidad de servicio (QoS) a aplicar para el servicio de Internet	40
5.4. IV. Validación del comportamiento de la red luego aplicación de las políticas de desempeño y calidad de servicio.	45
5.4.1 Garantizar un ancho de banda mínimo a cada cliente	45
5.4.2 Priorización y limitación de ancho de banda del tipo de tráfico en la red	46
5.4.3 Desempeño actual de la red de la empresa	48
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	
Referencias Bibliográficas	52
Referencias Electrónicas	53

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	PP
1	Especificaciones técnicas RB3011	34
2	Cantidad de ancho de banda contratados y vendidos por la empresa	36
3	Distribución de ancho de banda vendido	36
4	Ancho de banda dispuesto y vendido por tipo de cliente	37
5	Porcentajes de consumo por tipo de tráfico en cliente residencial	41
6	Porcentajes de consumo por tipo de tráfico en cliente empresarial	42

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICA	DESCRIPCIÓN	PP
1	Porcentaje de consumo por tipo de tráfico en cliente residenciales	42
2	Porcentaje de consumo por tipo de tráfico en clientes empresariales	43

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PP
1	Organigrama General de la empresa	6
2	Diseño de configuración ISP básica	14
3	Topología red WISP	14
4	Modelo TCP/IP	16
5	Clasificación de paquetes	23
6	Representación de un WISP	30
7	Topología de red en árbol	31
8	Enrutamiento estático de la red de la empresa	32
9	Router Mikrotik RB3011	33
10	Prueba de ping a Google en hora de máximo tráfico	38
11	Router RB3011 de UTP SERVICES C.A.	39
12	Marcado de paquetes según el tipo de tráfico en Winbox Mikrotik	41
13	General queue simple RouterOS	45
14	Advanced queue simple RouterOS	46
15	Queue tree Router UTP SERVICES C.A.	47
16	Prueba de ping a Google luego de aplicación de QoS	48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	DESCRIPCIÓN	PP
I	Instalación de Winbox para Windows	55
II	Export del código generado para el marcado de paquetes	57
III	Export del código generado para queue tree (árbol de colas)	58
IV	Oficina de UTP SERVICES C.A.	59

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los sistemas de comunicaciones han cambiado la manera en que opera la sociedad, facilitando el compartir cualquier tipo de información de una manera rápida y eficaz, lo que ha supuesto una revolución muy importante en el mundo de las Telecomunicaciones.

Con la creciente incorporación de Internet y las redes en los quehaceres en el día a día, se han generado, se han generado diversas clases de aplicaciones, y con ellas existen en la actualidad múltiples tipo de tráfico que demandan diferente ancho de banda para circular por nuestras redes y por Internet.

Puesto que siempre se exige al máximo la capacidad de la red, especialmente la conexión a Internet, es que termina siendo importante controlar el uso que se hace de ese “factor escaso”, para administrarlo adecuadamente según exijan las necesidades.

Para estos fines, diversas herramientas que hasta hace poco estaban reservadas a entornos corporativos, ahora se hacen accesibles como funcionalidades nuevas de los routers domésticos, por lo que resulta interesante comprender en general cómo funcionan para poder obtener el máximo provecho de ellas.

Se observa frecuentemente una función denominada QoS, una sigla por Quality of Service o Calidad de Servicio, que se refiere a diversos mecanismos destinados a asegurar el flujo ágil de datos en la red, valiéndose de mecanismos de asignación de prioridades a diferentes tipos de tráfico que requieran tratamiento más especial. Manejaremos el concepto de QoS como diferenciado y comprensivo de Control de Ancho de Banda, o sea, este último como una parte dentro del Quality of Service.

Actualmente la empresa UTP SERVICES C.A. no posee políticas de calidad de servicio que pueda brindar a sus clientes una mayor experiencia en sus conexiones, y más aún en las hora de mayor tráfico que es cuando el precio parámetro de ancho de banda queda escaso.

Mediante la realización de este proyecto se permite dar respuesta a la problemática planteada realizando una caracterización de los parámetros de desempeño de red.

Este trabajo se enfocara en los parámetros de: ancho de banda, latencia o retardo, jitter o variación de retardo, pérdida de paquetes y throughput.

La caracterización de estos parámetros busca enseñar a la empresa la realidad que actualmente experimenta su red, para así desarrollar políticas de calidad de servicio que logren mejorar el desempeño de la red y así una mayor satisfacción de los clientes que contratan sus servicio.

Inicialmente se realiza una breve descripción sobre la empresa, su historia, misión, visión y objetivos en el Capítulo I.

Luego en el Capítulo II, se realiza el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación y el alcance del proyecto.

Seguidamente se presenta el capítulo III, el cual contiene las bases teóricas y los elementos conceptuales que sustenta la investigación de la misma.

En el Capítulo IV se realiza la descripción metodológica necesaria para el desarrollo de la investigación. Además, presenta las fases en las que se fue desarrollando el proyecto.

Y finalmente en el Capítulo V se definen los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, incluyendo las referencias bibliográficas que dan soporte a la investigación realizada.

CAPITULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

UTP Services es una empresa especializada en ofrecer servicio de Internet y telefonía vía inalámbrica por enlaces microondas.

1.2. Ubicación de la empresa

UTP Services está ubicada en el Centro Comercial Diga Center, nivel 2 local m-25, Turmero Edo. Aragua.

1.3. Reseña histórica de la empresa

UTP Services C.A., nace en el año 2015 debido a que se requería una empresa que administrase los servicios de Internet y telefonía, ya que desde hace varios años, Venezuela viene presentando graves problemas en estos servicios, es por ello, que en el Centro Comercial Diga Center, se requerían estos servicios, para poder inaugurar la nueva ampliación del centro comercial, decidiendo crear a UTP Services, como empresa contratante de los servicios principales y quien pasaría a ser la prestadora de servicio interno, con el fin de suplir la grave falla o ausencia de la telefónica estatal.

UTP Services, realizó una fuerte inversión en equipamiento y redes en todos y cada uno de los locales comerciales, a fin de ir de la mano con la arrendadora a la hora de entregar los locales con los servicios de internet, telefonía, CCTV, etc.

Posteriormente, y debido a la crisis masificada de averías, robo de las redes en el entorno del Centro Comercial, iniciamos la entrega del servicio bajo la modalidad de enlaces PTP desde nuestra Torre Principal. Actualmente contamos con un gran número de empresas y hogares alrededor, quienes disfrutan de nuestros servicios, por lo que se ha tenido que realizar inversiones progresivas en el equipamiento y contratación de nuevos proveedores para garantizar un servicio de excelencia, debido a la proliferación de pequeñas empresas ofreciendo servicios engañosos y de baja calidad.

Actualmente, estamos en búsqueda de la excelencia, es por ello que

realizaremos modernización de nuestra plataforma tecnológica pensando en la ampliación de nuestra cobertura, para así abarcar una zona más amplia en la ciudad de Maracay y ciudades aledañas.

14. Misión de la empresa

Somos una empresa dedicada a la comercialización y distribución de Servicio de Internet y Telefonía VoIP, desarrollo de aplicaciones informáticas de gestión, soluciones en Internet, servicio técnico y mantenimiento de equipos y sistemas informáticos. Ofreciendo una solución global a empresas, profesionales, administraciones y usuarios particulares, en la ciudades de Maracay, Turmero y Cagua.

15. Visión de la empresa

Pretendemos ser un referente en el mercado regional en el sector de las Telecomunicaciones, y para ello abarcaremos todos los servicios que ofrecemos actualmente incrementando los que vayan surgiendo debido a la necesidad de cambio provocado por los avances tecnológicos. Esto es así, ya que somos una empresa en constante innovación ya que el sector de la tecnología así lo requiere.

16. Valores de la empresa

Nuestros valores sobre los que se sostiene esta estrategia de crecimiento y diferenciación en el servicio son:

- Trabajo en equipo: promoviendo y apoyando un equipo homogéneo, polivalente e interdepartamental.
- Colaboración: nos integramos con nuestros proveedores y clientes para mejorar día a día la calidad con los mismos para satisfacer sus necesidades.
- Servicio: cumplimos con nuestros compromisos y nos hacemos responsables de nuestro rendimiento en todas nuestras decisiones y acciones, basándonos en una gran voluntad de servicio por y para nuestros clientes.

- Innovación y mejora continua: nos damos cuenta de la importancia de mirar hacia el futuro, por tanto ofrecemos lo último del mercado para dar un apoyo y servicio óptimo a nuestros clientes.

- Transparencia: la implicación y compromiso del personal no sería posible sin una absoluta transparencia en los procesos, disponiendo el personal de la máxima información de la empresa.

- Comunicación: promovemos y facilitamos la comunicación entre todos los niveles de la organización, disponiendo de herramientas eficaces, convocando los foros adecuados y con el compromiso constante de la dirección.

- Integridad y Ética: promovemos un compromiso social y cumplimos nuestra normativa interna.

- Modelo de dirección participativo: el personal de la empresa asume responsabilidades y participa en el proceso de toma de decisiones.

- Formación: la empresa se preocupa de la formación continua en todos los ámbitos.

- Responsabilidad Social Corporativa: contribuimos activamente al mejoramiento social, económico y ambiental, para mejorar nuestra situación competitiva y valorativa.

1.7. Estructura organizacional

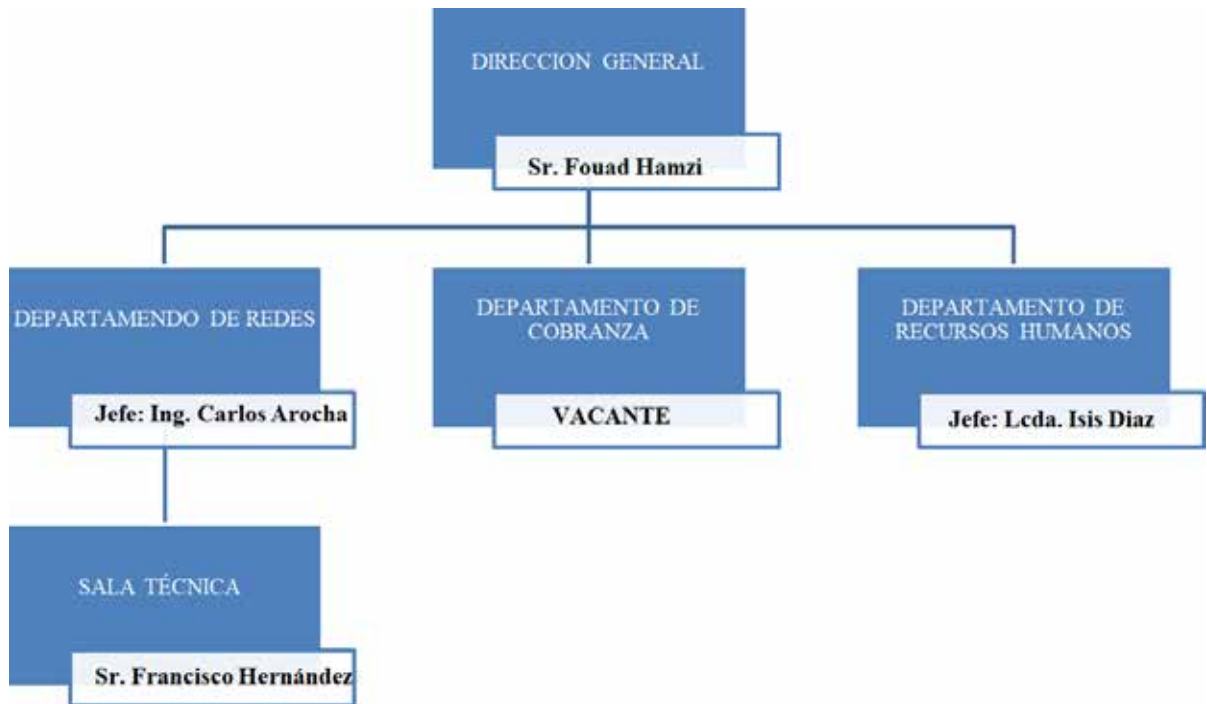


Figura 1. Organigrama General
Fuente: UTP SERVICES C.A.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del Problema

Desde sus inicios el Internet planteó la idea de una red de ordenadores creada para permitir la comunicación general entre usuarios de varias computadoras sea tanto desarrollos tecnológicos como la fusión de la infraestructura de la red ya existente y los sistemas de telecomunicaciones.

Un proveedor de servicio de Internet (ISP por sus siglas en ingles de Internet Service Provider) es la empresa dedicada a vender a los usuarios (sus clientes) la conexión a Internet. Así, un mismo ISP brinda a su conjunto de clientes acceso a la web a través de distintos medios o tecnologías, como por ejemplo: Dial-up (conexión de marcado), ADSL (banda ancha), CATV (conexión vía televisión por suscripción), red de telefonía móvil, acceso por fibra óptica, entre otras.

En un mismo país o región pueden existir diversos ISP, que constituyen entre todos un mercado. La competencia entre los ISP eventualmente condujo a un mercado de usuarios cada vez más amplio, a nuevas y más veloces tecnologías de conexión, que permitieron la gran explosión informativa del Internet, llevándolo a prácticamente todos lados: cyber-cafés y locutorios inicialmente, luego a los propios hogares de sus usuarios y finalmente, como se evidencia hoy, a los teléfonos celulares que estos poseen.

En los dos últimos años una nueva tecnología se está abriendo paso. Normalizada bajo el conjuntos de normar que describe el estándar 802.11 de la IEEE, y mucho más conocida por WI-FI o Wireless LAN.

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar ordenadores mediante tecnología inalámbrica. Las redes inalámbricas facilitan la operación en lugares donde el ordenador no se encuentra a cortas distancias.

Aunque no se espera que las redes inalámbricas lleguen a remplazar a las redes cableadas, estas sí que serán cada vez más un complemento. Éstas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica. Mientras que las redes inalámbricas actuales ofrecen velocidades de 11 Mbps, y hasta 54 Mbps, las redes cableadas ofrecen velocidades de 10, 100 y hasta 1 Gbps. y se espera que alcancen velocidades de hasta 100 Gbps.

Un proveedor de servicio de internet inalámbrico (WISP por sus siglas en inglés de Wireless Internet Service Provider) no necesita instalar un cableado en una zona para prestar servicio, lo que lo convierte en una buena solución para particulares y empresas situadas en zonas rurales o aisladas. A medida que evoluciona la tecnología inalámbrica, el negocio como operador WISP está incrementando las velocidades de conexión permitiendo competir con el cable.

Los operadores WISP comienzan a competir en la zona urbana tanta en velocidad, ancho de banda como en precio. Pero este al trabajar con redes de comunicaciones, es de suma importancia que se conozca la manera como se están comunicando los datos, para que de esta manera se pueda realizar un análisis que permita determinar la calidad del servicio de comunicaciones. Para esto es necesario analizar el desempeño de la red y de esta manera estimar su rendimiento, debido a que una red mal configurada, con un pobre rendimiento, o una alta latencia puede ocasionar grandes pérdidas de tiempo, bajas en la productividad, entre otros problemas, en sistemas de comunicaciones de gran tamaño.

El conocimiento de los parámetros de desempeño de red permite conocer la calidad de funcionamiento, el proveer información disponible del desempeño de la red (hardware y software), asegurar que la capacidad y prestaciones de la red correspondan con las necesidades de los usuarios, analizar y controlar parámetros como: utilización y tipo de tráfico, la latencia, pérdidas de paquetes y throughput; esto de los distintos componentes de red como switches, enrutadores, hosts, entre otros, para poder ajustar los parámetros de la red, mantener el funcionamiento de la red interna en un nivel óptimo, poder efectuar análisis precisos y mantener un historial con datos estadísticos y de configuración, predecir puntos conflictivos antes de que éstos causen problemas a los usuarios.

El conocimiento de esta información permite en el futuro tomar acciones correctivas como balanceo o redistribución de tráfico, establecer y reportar tendencias para ser utilizadas en la toma de decisiones y planificación del crecimiento.

La empresa UTP SERVICES C.A. tiene contratada en la actualidad el servicio de un proveedor de Internet, el cuales se reciben vía inalámbrica por enlace de microondas. En adición, la empresa no cuenta con las políticas de desempeño y calidad suficientes para ofrecer el servicio lo más óptimo posible a todos sus clientes.

Actualmente la empresa ofrece sus servicios a más 80 clientes, siendo en su mayoría clientes empresariales los cuales requieren un servicio de la mayor calidad posible.

En relación a lo expresado en el párrafo anterior, UTP SERVICES C.A. ha adoptado para la administración de su red la tecnología de Mikrotik, la cual es una empresa letona proveedora de tecnología disruptiva de hardware y software para la creación y administración de redes.

2.2 Formulación del Problema

Considerando la situación antes planteada, se formula la siguiente interrogante:

¿Cómo la caracterización de los parámetros de red de la empresa de UTP SERVICES C.A. incidirá en la mejora del servicio de internet inalámbrico?

2.3 Objetivos de la Investigación

2.3.1 Objetivo General

Caracterizar los parámetros de desempeño de red de la empresa proveedora de internet inalámbrico UTP SERVICES C.A..

2.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de la infraestructura de la red tanto de hardware como software de la empresa.
- Diagnosticar desempeño de la infraestructura de la red de la empresa.
- Determinar políticas de desempeño y calidad de servicio (QoS) a aplicar para el servicio de internet.
- Validar el comportamiento de la red luego de la aplicación de las políticas de desempeño y calidad de servicio.

2.4 Justificación del trabajo de pasantías.

En las industrias dedicada a proveer servicios de internet la experiencia que experimente los usuarios respecto a sus conexiones, ya sea: velocidad, tiempo de espera, rendimiento y estabilidad del servicio son los principales factores que deben caracterizar la red de la empresa que les provee la conexión a internet, ya que estos parámetros mencionados son los responsables de que los usuarios experimentan pérdidas de tiempo en sus conexiones. Es por ello que al caracterizar los parámetros de desempeño de red se podrá validar como está comportándose la red de la empresa desde el punto de vista de proveedora de internet y así sugerir mejoras que conlleven a dar una mejoría en cuanto a la calidad de servicio ofrecido.

Para aplicar las configuraciones respondientes se trabaja en base al software MikroTik RouterOS, es un sistema operativo basado en el kernel de Linux 2.6 usado en el hardware de los Mikrotik RouterBOARD que es la división de hardware de la marca Mikrotik. Se caracteriza por poseer su propio sistema operativo de avanzada configuración. Mikrotik ofrecen una relación costo desempeño sin competencia, debido a que integran tecnología propia desarrollada en base a estándares de la industria.

La integración entre switches, routers y antenas está garantizada por la marca ofreciendo alto desempeño y más valor por cada dinero invertido. Si se desea integrar soluciones multimarca, Mikrotik establece parámetros de conexión totalmente compatible con varias marcas, ofreciendo un ecosistema integrado a soluciones ya establecidas o nuevos parques de interconexión.

Mikrotik ofrece desde un equipo simple como el RB750 (router) con un costo promedio de 30 USD donde se podría realizar muy bien el balanceo de líneas de internet para una red extensa, aunque se podría tener mejores prestaciones con un equipo de mayor rendimiento como el RB3011UiAS-RM, utilizado actualmente por muchas WISP.

2.5 Limitaciones

Uno de los factores que podrían convertirse en limitantes para el desarrollo del proyecto es el uso adecuado de RouterOS, ya que este posee múltiples herramientas tales como analizador de tráfico, protocolos y conexiones, que es utilizado para realizar análisis y solucionar problemas en redes de comunicaciones. Aunque RouterOS de Mikrotik es un sistema operativo configuración no tan compleja, al tener ya la empresa una configuración establecida en cuanto a los servicios de cada cliente, como requisito se debe que trabajar sobre esta, sin afectar la misma.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

Para poder respaldar el desarrollo de la investigación una de las principales herramientas en las que se debe apoyar es en la documentación, buscar líneas de investigación relativas al desarrollo actual, para poder comparar distintos enfoques a conceptos relativos.

Chancosí (2017) en su proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas e Informática de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes en Ecuador, titulado “Implementación de Políticas de Calidad de Servicio (QoS) para los Servidores de internet de la Empresa Saitel” determina que debido al factor escaso que resulta ser el ancho de banda disponible en diversas condiciones, se han ideado los sistemas de QoS que incorporan los routers modernos para poder paliar de alguna forma esta escasez. Estos sistemas requieren la definición de privilegios para ser asignados a diferentes tipos de tráfico, y que para poder asignar estos privilegios diferenciados, el router debe clasificar los paquetes de tráfico en diferentes categorías o clases a las que otorgará diferente ancho de banda y marcará de diversa forma únicamente en el momento en que esos paquetes salen del router.

Juca (2016) en su informe final de caso de estudio para la titulación especial de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) titulado “Estudio de la implementación de Calidad de Servicio (QoS) para el mejoramiento de la red de datos que optimice el acceso a los servicios en la Planta de Producción de la Compañía Yanbal Ecuador S.A.”, señala la que la implementación de calidad de servicio (QoS) en la red de datos, ayuda a solucionar el problema de congestión y retardos en la información así como también a distribuir el ancho de banda según las prioridades de la red y destaca que los parámetros tomados como referencia para mejorar la calidad de

servicio, de los diferentes servicios que utilizan en la red a estudiar son el ancho de banda y la velocidad, debido a que a partir de estos es posible mejorar otros factores como el retardo, el jitter y el tiempo empleado para la transmisión de los paquetes, llegando a obtener una mejor prestación de los servicios para los usuarios que laboran en la red.

Finalmente, Gálvez (2012) en su trabajo final de grado previo a la obtención del grado de Magíster en Telecomunicaciones en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en Ecuador, titulado “Enfoque comparativo entre IPv4 e IPv6 de la QoS en Redes Inalámbricas” expone la necesidad de brindar Calidad de Servicio (QoS) en redes inalámbricas con tecnología IPv4 en tiempo real se presenta como un problema a resolver. Esta versión del protocolo IP en redes inalámbricas entrega características como retardo, jitter, pérdida de paquetes, requerimiento de ancho de banda, entre otros, que impactan en el rendimiento y Calidad de Servicio (QoS) que ofrecen al usuario. Gálvez concluye que el estándar 802.11e está enfocado a proveer Calidad de Servicio mediante el manejo de prioridades de acuerdo a las diferentes clases de tráfico, lo que ayuda a mejorar la transmisión de aplicaciones en tiempo real y disminuir los retardos en redes inalámbricas, volviéndolas redes más seguras.

3.2. Bases Teóricas

3.2.1 Proveedor de servicio de internet (ISP).

El proveedor de servicios de Internet, (ISP por las siglas en inglés de Internet Service Provider) es la empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes. Un ISP conecta a sus usuarios a Internet a través de diferentes tecnologías como DSL, cable módem, GSM, dial-up, entre otros. En la figura 1 se puede observar un diseño básico de configuración de ISP.

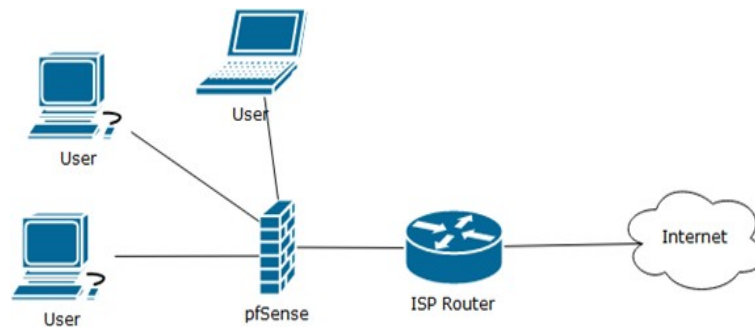


Figura 2. Diseño de configuración ISP básica
Fuente: NETGATE.COM (2019)

3.2.2 Proveedor de servicio de internet inalámbrico (WISP).

Un proveedor de servicios de Internet inalámbrico (WISP por las siglas en inglés de Wireless Internet Service Provider) es un proveedor de servicios de Internet con una red basada en conexiones inalámbricas. Pueden ser hotspots wifi, un operador con una infraestructura wifi o Wi-Max. En la figura 2 se muestra una topología de red de un WISP.

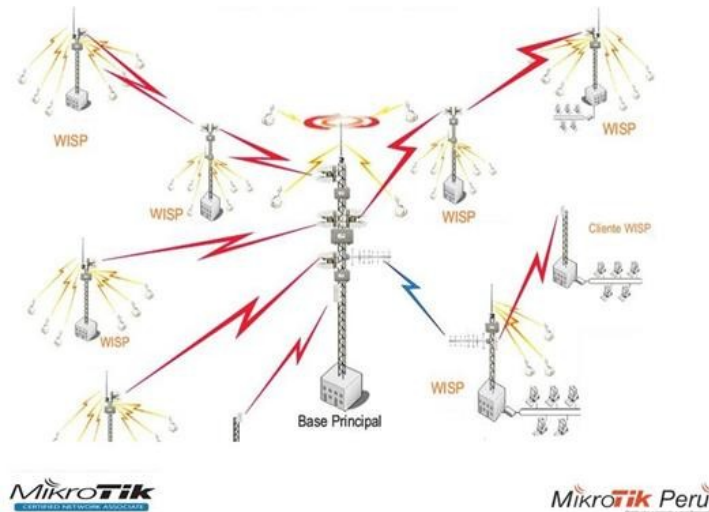


Figura 3. Topología red WISP
Fuente: Mikrotik (2016)

3.2.3 Red.

Es un conjunto de equipos informáticos conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio de transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios. Englobando también los medios que permiten compartir información.

El tamaño de una red se puede expresar por el área geográfica que ocupa y la cantidad de computadoras que forman parte de la red. Las redes pueden abarcar desde un puñado de dispositivos en una habitación individual hasta millones de dispositivos repartidos por todo el mundo.

Algunas de las clasificaciones diferentes de redes basadas en el tamaño son: red de área personal (PAN), red de área local (LAN), red de área metropolitana (MAN), red de área amplia (WAN). En términos de propósito, muchas redes pueden considerarse de propósito general, lo que significa que se usan para todo, desde enviar archivos a una impresora hasta acceder a Internet. Algunos tipos de redes, sin embargo, tienen un propósito muy particular. Algunas de las diferentes redes basadas en su objetivo principal son: red de área de almacenamiento (SAN), red privada de la empresa (EPN), red privada virtual (VPN).

3.2.4 Protocolos de red.

Es un término designado para denominar el conjunto de normas o pautas que rigen el patrón de comunicación de una red, estableciendo la sintaxis y la semántica del intercambio de información constituyendo un estándar. Este además incluye diversa información que es imprescindible para la conexión. El protocolo indica cómo se concreta la conexión física, establece la manera en que debe comenzar y terminar la comunicación, determina cómo actuar ante datos corrompidos, protege la información ante el ataque de intrusos, señala el

eventual cierre de la transmisión.

Las computadoras en red, de este modo, tienen que actuar de acuerdo a los parámetros y los criterios establecidos por el protocolo en cuestión para lograr comunicarse entre sí y para recuperar datos que, por algún motivo, no hayan llegado a destino.

Alsina, G. (2017), un protocolo de red se define como: todos los aspectos de la interacción de los dispositivos en la red, desde su registro en ella hasta la forma en que debe transmitirse la información entre los distintos nodos.

Un protocolo de red consiste en una serie de reglas implementadas por software que se rigen en un “idioma común” para que dos dispositivos dialoguen a través de una red informática.

Uno de los protocolos de red más amplio y común es el protocolo de Control de Transmisión (TCP por las siglas en inglés de Transmission Control Protocol) el cual es el protocolo fundamental del internet. El protocolo TCP da soporte a muchas de las aplicaciones más populares de Internet (navegadores, intercambio de ficheros, clientes FTP, entre otros) y protocolos de aplicación HTTP, SMTP, SSH y FTP. En la figura 3 se puede observar el modelo TCP/IP junto con protocolos de cada nivel.

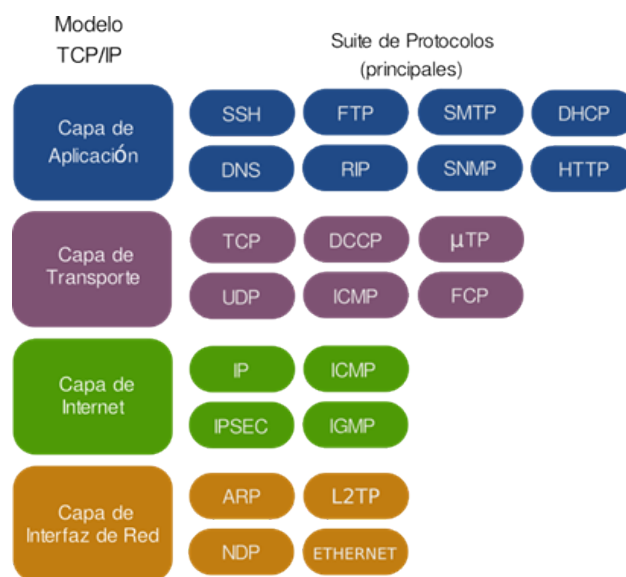


Figura 4. Modelo TCP/IP
Fuente: WIKIPEDIA. (2019)

3.2.4.1 Protocolo de control de transmisión.

Conocido como TCP (por sus siglas en inglés Transmission Control Protocol) es uno de los principales protocolos de la capa de transporte del modelo TCP/IP. En el nivel de aplicación, posibilita la administración de datos que vienen del nivel más bajo del modelo, o van hacia él, (es decir, el protocolo IP). Cuando se proporcionan los datos al protocolo IP, los agrupa en datagramas IP, fijando el campo del protocolo en 6 (para que sepa con anticipación que el protocolo es TCP). TCP es un protocolo orientado a conexión, es decir, que permite que dos máquinas que están comunicadas controlen el estado de la transmisión.

3.2.4.2 Protocolo de datagramas de usuario.

Conocido como UDP (por sus siglas en inglés User Datagram Protocol), es un protocolo que permite la transmisión sin conexión de datagramas en redes basadas en IP. Para obtener los servicios deseados en los hosts de destino, se basa en los puertos que están listados como uno de los campos principales en la cabecera UDP. Como muchos otros protocolos de red, UDP pertenece a la familia de protocolos de Internet, por lo que debe clasificarse en el nivel de transporte y, en consecuencia, se encuentra en una capa intermedia entre la capa de red y la capa de aplicación.

3.2.4.3 Sistemas de nombres de dominio.

Conocido como DNS (por sus siglas en inglés Domain Name System), usa el concepto de espacio de nombres distribuido. Los nombres simbólicos se agrupan en zonas de autoridad, o más comúnmente, zonas. En cada una de estas zonas, uno o más hosts tienen la tarea de mantener una base de datos de nombres simbólicos y direcciones IP y de suministrar la función de servidor para los clientes que deseen traducir nombres simbólicos a direcciones IP.

Estos servidores de nombres locales se interconectan lógicamente en un árbol jerárquico de dominios.

3.2.4.4 Protocolo de control de mensajes de Internet.

Conocido como ICMP (por sus siglas en inglés Internet Control Message Protocol), es de características similares a UDP, pero con un formato mucho más simple, y su utilidad no está en el transporte de datos de usuario, sino en controlar si un paquete no puede alcanzar su destino, si su vida ha expirado, si el encabezamiento lleva un valor no permitido, si es un paquete de eco o respuesta, entre otros. Es decir, se usa para manejar mensajes de error y de control necesarios para los sistemas de la red, informando con ellos a la fuente original para que evite o corrija el problema detectado. ICMP proporciona así una comunicación entre el software IP de una máquina y el mismo software en otra.

3.2.4.5 Protocolo de hipertexto.

Conocido como HTTP (por sus siglas en inglés Hypertext Transfer Protocol) es un sencillo protocolo cliente-servidor que articula los intercambios de información entre los clientes Web y los servidores HTTP. La especificación completa del protocolo HTTP 1/0 está recogida en el RFC 1945. Fue propuesto por Tim Berners-Lee, atendiendo a las necesidades de un sistema global de distribución de información como el World Wide Web.

Desde el punto de vista de las comunicaciones, está soportado sobre los servicios de conexión TCP/IP, y funciona de la misma forma que el resto de los servicios comunes de los entornos UNIX: un proceso servidor escucha en un puerto de comunicaciones TCP (por defecto, el 80), y espera las solicitudes de conexión de los clientes Web. Una vez que se establece la conexión, el protocolo TCP se encarga de mantener la comunicación y garantizar un intercambio de datos libre de errores.

3.2.4.6 Protocolo seguro de transferencia de hipertexto.

Conocido como HTTPS (por sus siglas en inglés hypertext transfer protocol secure), es un protocolo de aplicación basado en el protocolo HTTP, destinado a la transferencia segura de datos de Hipertexto, es decir, es la versión segura de HTTP.

El sistema HTTPS utiliza un cifrado basado en la seguridad de textos SSL/TLS para crear un canal cifrado (cuyo nivel de cifrado depende del servidor remoto y del navegador utilizado por el cliente) más apropiado para el tráfico de información sensible que el protocolo HTTP. De este modo se consigue que la información sensible (usuario y claves de paso normalmente) no pueda ser usada por un atacante que haya conseguido interceptar la transferencia de datos de la conexión, ya que lo único que obtendrá será un flujo de datos cifrados que le resultará imposible de descifrar. El puerto estándar para este protocolo es el 443.

3.2.5 QoS: Calidad de servicio.

Se entiende por QoS o calidad de servicio (quality of service, en inglés) a la capacidad de una red para sostener un comportamiento adecuado del tráfico que transita por ella, cumpliendo a su vez con los requerimientos de ciertos parámetros relevantes para el usuario final, esto puede entenderse también como el cumplimiento de un conjunto de requisitos estipulados en un contrato (SLA: Service Level Agreement) entre un ISP (Internet Service Provider, proveedor de servicios de Internet) y sus clientes. (Álvarez y González, 2005).

También puede ser definida como un conjunto de tecnologías que permiten a los administradores de red manejar los efectos de la congestión del tráfico usando óptimamente los diferentes recursos de la red, en lugar de ir aumentando la capacidad. En este punto es necesario prestar una atención especial al hecho de que la QoS no es aumentar el ancho de banda sino distribuirlo de acuerdo a las necesidades de la empresa. (Semeria, 1999).

El término QoS engloba toda la técnica que se refiere a ella y a menudo se confunde con los términos Clase de Servicio (CoS) y Tipo de Servicio (ToS), técnicas que son utilizadas para su obtención.

3.2.5.1 CoS: Clase de servicio.

Es un esquema de clasificación con que son agrupados los tráficos que tienen requerimientos de rendimiento similares. Involucra dos procedimientos: en primer lugar la priorización de los distintos tipos de tráfico claramente definidos a través de la red y, en segundo lugar la definición de un pequeño número de clases de servicio a las que aplicara. (Semeria, 1999).

CoS no garantiza ancho de banda o latencia, en cambio permite a los administradores de red solicitar prioridad para el tráfico basándose en la importancia de este. (Azogue, 2015).

3.2.5.2 ToS: Tipo de Servicio.

Originalmente, para el protocolo IPv4 se diseñó el campo ToS (Type of Service) para capacitar el marcado de paquetes con un nivel de servicio requerido. Esta definición no se utilizó mayormente debido a la ambigüedad de su significado, por lo que más tarde se convirtió en el denominado campo DSCP (Differentiated Services Code Point). (Álvarez y González, 2005).

Parte del protocolo IP Versión 4 reserva un campo de 8 bits en el paquete IP para el tipo de servicio (ToS). En este campo se pueden especificar los atributos de fiabilidad, throughput y retardos del servicio. Este campo puede emplearse para soportar CoS, siempre y cuando los routers hayan sido programados para ello.

3.2.6 Parámetros de desempeño de red.

3.2.6.1 Ancho de banda (Bandwith).

Garantiza que se transmita cierta cantidad de datos en un tiempo determinado. Permite que los ISP puedan garantizar un mínimo de ancho de banda y de servicios, se logra mediante identificadores de cabecera de los paquetes y se utiliza para dar prioridad al tráfico de un determinado tipo de archivos (video, sonido, voz, entre otros), reservando en el momento del envío un determinado ancho de banda para estos archivos, siempre y cuando estos los soliciten.

3.2.6.2 Retardo (Latencia).

Se define retardo o latencia al tiempo que se demora de los paquetes entre el envío de paquetes y su recepción. Los retardos que se producen en la red se pueden medir o captar con varias herramientas de monitoreo como (CACTI, Cisco Prime, PRTG, entre otros), herramientas que son parametrizables o ajustarse de acuerdo a la infraestructura de los componentes físicos de la red que por lo general se pasan por alto o no se toman en consideración tales como: conectores en mal estado, campos eléctricos o magnéticos, que se encuentren cercanos, como por ejemplo: lámparas o focos fluorescentes que se cruzan por la ruta que se encuentra el cableado de datos y demás. (Wong, 2007). Lo óptimo para la aplicación de QoS es necesario que este parámetro sea reducido al mínimo.

3.2.6.3 Variación de retardo (Jitter).

Es la variación en los tiempos de retardo de los diferentes paquetes que conforman un mismo flujo de datos, dentro de las causas se puede indicar las siguientes:

- Paquetes de un mismo flujo son procesados, encolados, desencolados, entre otros, de manera independiente y diferente.
- En consecuencia cada paquete puede llegar al destino fuera de

secuencia y con un retardo diferente cada uno.

- Para aplicaciones de tiempo – real es esencial que en el destino los paquetes lleguen en el orden correcto y con la misma velocidad que fueron generados.

3.2.6.4 Pérdida de paquetes (Packet Loss).

Es la medida de los paquetes que no se han transmitido con éxito sobre la red en relación con todos los paquetes enviados sobre la misma. Usualmente detectada por métodos ARQ (Automatic Repeat-reQuest) y medidos en bits sobre segundo (bps). Principalmente existen cuatro causas principales de perder paquetes en la red:

- Debido a la mala calidad del medio ya sea por interferencias físicas o electromagnéticas (esto se da muy frecuentemente en medios inalámbricos).
- Debido a la congestión de enlaces, causando desbordamiento de buffer en los dispositivos de red usados.
- Fallos en los dispositivos de la red.
- Cambios en el esquema de enrutamiento o protocolos de red, causando pérdida o daños en los paquetes.

3.2.7 Análisis de tráfico de red.

Los estudios de tráfico en redes IP se basan en la captura o registro de la información contenida en el frame (trama) o datagrama IP que se transfiere por un Segmento red LAN por un enlace WAN.

Una vez capturados, los paquetes entregan información sobre el sentido del flujo (origen-destino), cantidad de información transferida, protocolos empleados (TCP, UDP, TELNET, FTP, HTTP, entre otros). El análisis posterior de la información que se transfiere a través de las redes y/o sus enlaces y la búsqueda posterior de patrones o características que muestren alguna tendencia o comportamiento estándar usando simple inspección o alguna técnica estadística es lo que se conoce como caracterización del tráfico, que es el punto central de esta investigación.

El objetivo principal es estudiar el comportamiento de las redes de datos que representen de la mejor manera a la empresa, para así tener un acercamiento empírico al uso que hoy en día se le da a las redes de datos. Además, se debe estudiar tanto el uso de las redes al interior de las instituciones, es decir, el uso de la intranet como la interacción de la red privada interna con la red pública Internet.

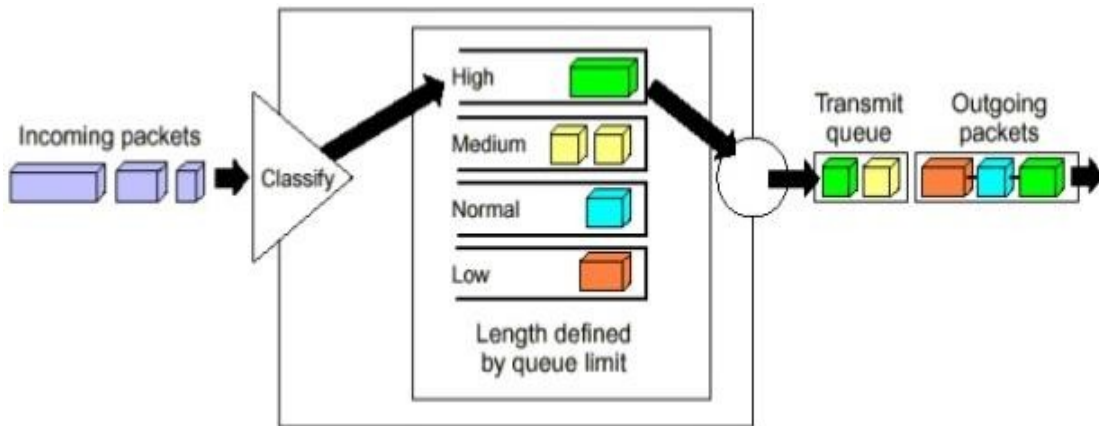


Figura 5. Clasificación de paquetes
Fuente: REDESZONE.NET (2012)

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO

4.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación se refiere al enfoque que puede tener un estudio científico según alcance del objetivo general y la profundidad con la que aborde el problema; la presente investigación se enmarca dentro del concepto de proyecto factible, que según el manual de la UPEL (2010) se define como “la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades”.

En este sentido se considera el presente trabajo como una investigación de campo no experimental en concordancia con la definición de Arias (2016) la cual plantea: “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental.” La factibilidad en sí de la investigación, se fundamenta en la posibilidad de desarrollar cada uno de los objetivos planteados en el análisis del problema.

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio; la presente investigación cumple con todas las características para representar una investigación de nivel descriptivo ya que según Arias (2016) define la investigación descriptiva como “la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. Dicho esto el presente proyecto busca la descripción del comportamiento de la red de la empresa a estudio.

Al determinar las políticas desempeño y calidad de servicios (QoS) a aplicar para el servicio de internet, se está desarrollando un conjunto de configuraciones que permiten dar solución a problemas, requerimientos y necesidades de la empresa, por consiguiente esta investigación queda dentro de los parámetros de un proyecto factible. De la misma forma, se obtienen datos de las fuentes primarias de información, en este caso los equipos de administración de la red de la empresa UTP SERVICES C.A., por lo que califica como un trabajo de campo.

4.2. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos.

La técnica utilizada para el presente proyecto será la observación libre o no estructurada. Arias (2016) la define como “la que se ejecuta en función de un objetivo, pero sin una guía prediseñada que especifique cada uno de los aspectos que deben ser observados”. El presente proyecto resalta la importancia de visualización del comportamiento de la red de la empresa para poder así caracterizar los parámetros desempeño y aplicar las políticas de calidad de servicio que más se adapte a la red de la empresa. Como instrumento de recolección de datos se utilizara una libreta o cuaderno de notas.

Según Hurtado (2007) Para el entendimiento e interpretación de la información recopilada en el presente proyecto se realizó un análisis de contenido el cual, puede ser utilizado en investigaciones descriptivas para hacer un diagnóstico y agrupar contenidos significativos de una serie de entrevistas, conversaciones u observaciones.

La información recopilada está constituida principalmente por los protocolos utilizados en la red de la empresa. Esta información será observada directamente del router que administra la red de la empresa.

4.3. Población y muestra.

Se tomara como población el tráfico generado por los 80 clientes que posee la empresa UTP SERVICES C.A. en un periodo de 24 horas. Estos clientes están distribuidos en dos grupos, clientes empresariales y clientes residenciales.

El muestreo utilizado para la presente investigación es el muestreo intencional u opinático. Según Arias (2016) en este muestreo los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador.

Para el desarrollo de este proyecto se ha realizado un marcado de paquetes de datos en los dos tipo de clientes que tiene la empresa: residenciales y empresariales, con el fin de conocer ambas tendencia de tráfico. Como muestra se tomó el tráfico ocurrido en 60 minutos para ambos tipos de clientes. El tráfico será tomado en la mayor hora de ocupación de la red ya que en este momento es cuando más saturada se visualiza la red de la empresa por la falta de ancho de banda disponible para responder a la demanda de los clientes.

4.4. Fases de la investigación.

4.4.1. Fase I. Levantamiento de la infraestructura de la red tanto de hardware como software de la empresa.

Antes de proceder a realizar un diagnóstico, se realizó un levantamiento de tipo informativo, que permitió conocer cómo se estructura la red tanto en software como en hardware. Al obtener esta información se conoció la topología de red, equipos que la conforman y los sistemas operativos que se utilizan tanto en los equipos como en su administración. En base a esto se obtuvo un punto de partida, ya que esto nos ayudó a definir que se tiene, y en función a lo que se busca lograr, se evalúan y listan los requisitos para lograrlo y se desarrolló el planteamiento del cómo proceder.

La topología de red la determina únicamente la configuración de las conexiones entre nodos. La distancia entre los nodos, las interconexiones físicas, las tasas de transmisión y los tipos de señales no pertenecen a la topología de la red, aunque pueden verse afectados por la misma.

4.4.2. Fase II. Diagnóstico del desempeño de la infraestructura de la red de la empresa.

Posterior al conocimiento de la infraestructura de red lo siguiente que se realizó fue un diagnóstico de tipo evaluativo, ya que con este se logró evaluar el desempeño que la red posee. Este diagnóstico se respaldó en las muestras tomadas de los dos tipos de cliente que maneja la empresa, y en sus tendencias de tráfico. En este paso se logró formular las siguientes interrogantes: ¿Cómo es el rendimiento de la red de la empresa?, ¿Experimentan retrasos y pérdida de tiempo al ingresar en ciertas páginas el cliente?, ¿En ciertas horas del día experimentas conexiones con más retraso?, ¿Cuál es la cantidad de paquetes que pierde el usuario en sus conexiones a internet?, ¿Los retrasos y pérdidas de paquetes del usuario están totalmente relacionadas con la red local de la empresa?

Respondiendo a todas estas interrogantes, es importante destacar que la empresa no ha desarrollado una correcta y acertada política de calidad de servicio (QoS), ya que la empresa solamente limita la cantidad de Mbps. contratados por el cliente, y no aplica un proceso de priorización de tráfico ni un control de rehusó de ancho de banda adecuado. Es decir todo el tráfico que reciba el router principal de la empresa, sale en el mismo orden que llega. Y en cuanto a un mal rehusó de ancho de banda, al tener muchos de los clientes conectados a la misma hora del día, se incrementará considerablemente el retraso y la pérdida de paquetes en las conexiones de los clientes.

Aprovechando los amplios recursos que ofrece MikroTik que son los equipos que la empresa utiliza actualmente para la administración de su red, se podría desarrollar políticas de calidad de servicio adecuadas a la red de la empresa.

4.4.3. Fase III. Determinación de políticas de desempeño y calidad de servicio (QoS) a aplicar para el servicio de internet.

En esta fase se determinó las políticas de desempeño y calidad de servicio (QoS) que se adapten de la mejor manera a la red de la empresa. Se debe validar el tipo de tráfico más recurrente que ingresa en la red de la empresa, también se debe

verificar la existencia de políticas de tráfico programadas por los administradores de la empresa, y por último el balance de las interfaces de acuerdo a las políticas programadas de existir alguna.

La determinación de estas políticas estarán basadas en la conclusión de las muestras tomadas por ambos tipos de clientes de la empresa, con la finalidad de establecer un punto en común y así mejorar la experiencia de uso del servicio.

4.4.4. Fase IV. Validación del comportamiento de la red luego de la aplicación de las políticas de desempeño y calidad de servicio.

Al aplicar las políticas de desempeño y calidad de servicio determinadas como las más adecuadas para la red de la empresa, se validó si estas han logrado responder la siguientes interrogantes: ¿mejoró la experiencia de los usuarios a utilizar la conexión a internet?, ¿los usuarios en horas de mayor congestión ha experimentado menos retraso?, ¿la red de la empresa posee un mayor rendimiento? Si se aplica correctamente las políticas de desempeño y calidad de servicio las anteriores interrogantes deberán tener respuestas afirmativas, ya que todo lo anterior expuesto busca este fin.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. Fase I. Levantamiento de la infraestructura de la red tanto de hardware como de software de la empresa.

En esta primera etapa del proyecto fue requerido hacer un levantamiento de la infraestructura de red con la que cuenta la empresa en la actualidad, haciendo uso de las técnicas observación directa, entrevista al personal y análisis documental, lo que permitió la correcta orientación de la investigación y por consiguiente, dio pie al inicio de la solución del problema planteado. Para este procedimiento se contó con la colaboración del jefe del departamento de redes que permitiendo un recorrido guiado se le realizó una entrevista de manera no estructurada. Se enfocó directamente en obtener la información necesaria para el conocimiento de:

- Funcionamiento básico de un WISP (Proveedor de Internet Inalámbrico).
- Topología y enrutamiento de la red.
- Equipo que se utiliza para la administración de la red.

Un proveedor de servicio de Internet inalámbrico no necesita instalar un cableado en una zona para prestar servicio, lo que lo convierte en una buena solución para particulares y empresas situadas en zonas rurales o aisladas.

Los WISP tienen la oportunidad añadida de tener una cobertura del 100% de la zona sin llegar a disponer de una infraestructura para el 100% de la zona en la que se está prestando servicio.

Tener una infraestructura de telecomunicaciones propia, es básicamente contar con un router principal que recibe servicio de Internet de un proveedor (carrier), y luego tenemos los “router” wifi, que son pequeñas antenas llamadas estaciones base que se colocan en torres de telecomunicaciones pequeñas (estas torres pueden

instalarse en cualquier terraza de una vivienda), en la casa de cada uno de los clientes se coloca una antena (receptor) que conecta con las estaciones base. En la figura 6 se puede observar de manera gráfica lo descrito anteriormente.

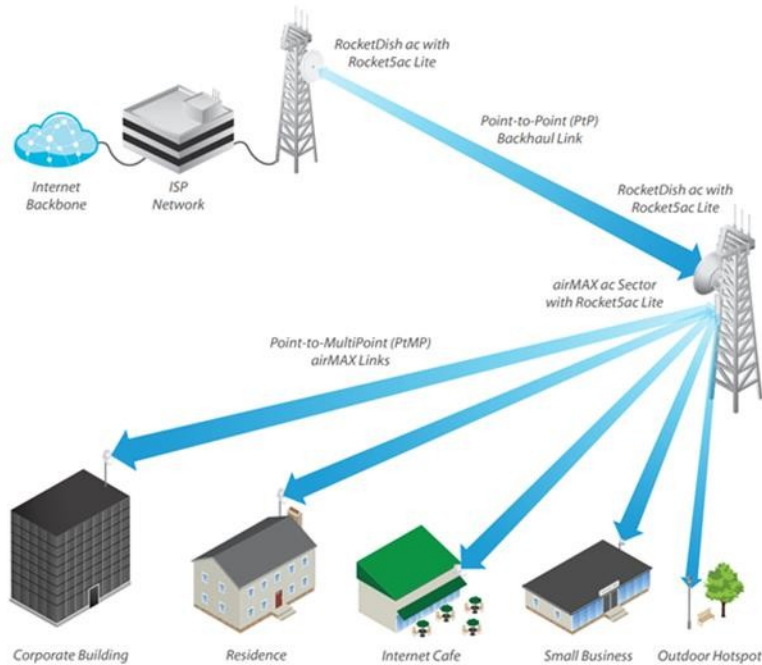


Figura 6. Representación de un WISP
Fuente: Ubiquiti Networks (2019)

Una topología de red es la disposición de una red, incluyendo sus nodos y líneas de conexión. Hay dos formas de definir la geometría de la red: la topología física y la topología lógica.

La topología física de una red es la disposición geométrica real de las estaciones de trabajo. Existen varias topologías físicas comunes, como se describe a continuación y como se muestra en la ilustración.

La topología lógica se refiere a la forma en que una red transfiere tramas de un nodo al siguiente. Esta disposición consta de conexiones virtuales entre los nodos de una red. Los protocolos de capa de enlace de datos definen estas rutas de señales lógicas. La topología lógica de los enlaces punto a punto es relativamente simple, mientras que los medios compartidos ofrecen métodos de control de acceso al medio

deterministas y no deterministas.

Se determinó que la empresa UTP SERVICES C.A. se basa en una topología de árbol. Como en la estrella, los nodos del árbol están conectados a un concentrador central que controla el tráfico de la red (véase la figura 7) . Sin embargo, no todos los dispositivos se conectan directamente al concentrador central.

Figura 7. Topología de red en árbol

Fuente: Cofelice, F (2020)

En cuanto el tipo de enrutamiento que utiliza la empresa se determinó que es del tipo estático. El enrutamiento estático es la forma más sencilla y que menos conocimientos exige para configurar las tablas de ruteo en un dispositivo. Es un método manual que requiere que el administrador indique explícitamente en cada equipo las redes que puede alcanzar y por qué camino hacerlo (véase la figura 8).

Ventajas del enrutamiento estático:

Desventajas del enrutamiento estático:

La configuración y el mantenimiento son prolongados.

La configuración es propensa a errores, especialmente en redes extensas.

Se requiere la intervención del administrador para mantener la información cambiante de la ruta.

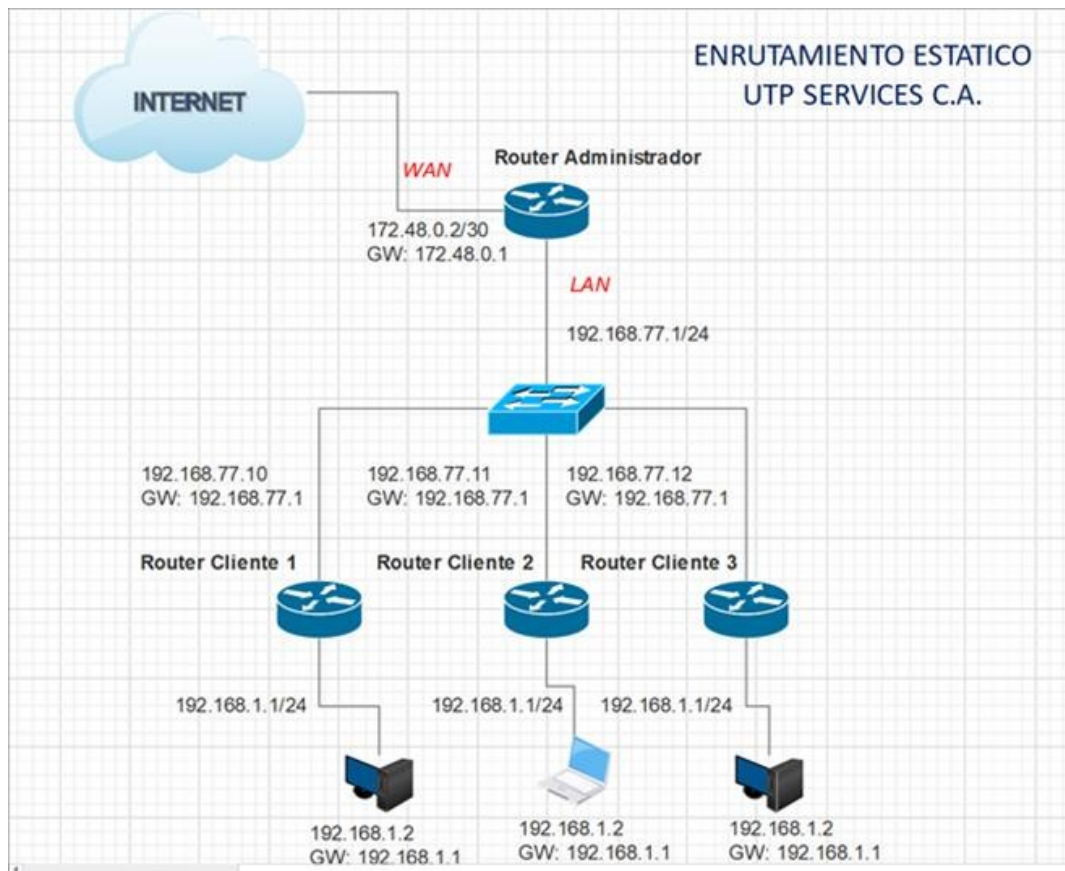


Figura 8. Enrutamiento estático de la red de la empresa

Fuente: Cofelice, F (2020)

El cerebro que lleva la tarea de administrar toda la red de la empresa, es el router RB3011UiAS-RM (véase figura 9).

El RB3011 es un nuevo dispositivo multipuerto, el primero en ejecutar una CPU de arquitectura ARM para un rendimiento más alto que nunca. El RB3011 tiene diez puertos Gigabit divididos en dos grupos de conmutadores, una jaula SFP y, por primera vez, un puerto USB 3.0 SuperSpeed de tamaño completo, para agregar almacenamiento o un módem 3G / 4G externo.

La unidad RB3011UiAS-RM viene con un gabinete de montaje en rack de 1U, un panel LCD con pantalla táctil, un puerto de consola serie y funcionalidad de salida PoE (Power over Ethernet) en el último puerto Ethernet.



Figura 9. Router Mikrotik RB3011
Fuente: Mikrotik (2019)

Este equipo es diseñado por la compañía letona Mikrotik, y posee el sistema operativo RouterOS, este es un sistema operativo basado en el núcleo Linux, el cual implementa funcionalidades que los NSP e ISP tienden a implementar, como por ejemplo BGP, IPv6, OSPF o MPLS. La venta de RouterOS, combinado con su línea de productos de hardware conocida como MikroTik RouterBOARD, está enfocada a los pequeños y medianos proveedores de acceso a Internet, que normalmente proporcionan acceso de banda ancha en áreas remotas

En el cuadro 1, se puede observar las especificaciones más relevantes del equipo.

Especificaciones Generales

Detalles	
Código del Producto	RB3011UIAS-RM
Arquitectura	ARM 32bit
CPU	IPQ-8064-0-S19FCBGA-TR-01-0
Cantidad de Núcleos del CPU	2
Frecuencia del CPU	1.4 GHz
Dimensiones	443x92x44mm
Nivel de Licencia	5
Sistema Operativo	RouterOS
Memoria RAM	1 GB
Almacenamiento	128 MB
Tipo de Almacenamiento	NAND
Temperatura	-30 + 70 C

Alimentación

Detalles	
Consumo energético	10W
Fuentes de Alimentación	2 (DC jack, PoE-IN)
Tipo de Alimentación PoE	PoE pasivo
Voltaje de entrada del jack	10-30 V DC
Voltaje de entrada del PoE	10-30 V DC
PoE de Salida	PoE Pasivo

Ethernet

Detalles	
Puertos Ethernet	10 x 10/100/1000 Mbps

Fibra Optica

Detalles	
Puertos SFP	1

Perifericos

Detalles	
Cantidad de puertos USB	1
Puerto Serial (Consola)	RJ45
Reinicio de energía del puerto USB	Si
Tipo de puerto USB	USB 3.0 tipo A

Cuadro 1. Especificaciones técnicas RB3011

Fuente: Mikrotik (2019)

5.2 Fase II. Diagnóstico del desempeño de la infraestructura de red de la empresa.

Por En esta etapa del proyecto fue requerido hacer una evaluación detallada de la infraestructura de red, haciendo uso de las técnicas de observación directa, entrevista no estructurada al personal y análisis documental, lo que permitió la correcta orientación de la investigación y por consiguiente, dio pie al inicio de la solución del problema planteado. En este caso particular, se contó con el apoyo del Jefe del departamento de redes, quien es el encargado de todo el soporte y administración de la red de la empresa. Para realizar una correcta evolución, se procedió en primer lugar realizar una serie de preguntas abiertas al jefe del departamento:

¿Cuántos proveedores de internet posee la empresa en la actualidad?

¿Por qué medios recibe el servicio de internet la empresa?

¿Cuántos clientes posee la empresa?

¿Cuánto ancho de banda tiene la empresa contratado con su proveedor?

¿Cuánto ancho de banda dedicado tiene vendido la empresa?

¿Cuánto ancho de banda a clientes no dedicados tiene vendido la empresa?

¿Poseen alguna política de calidad de servicio aplicada a la red de la empresa?

¿Conoce la latencia promedio en la hora de máximo tráfico de la red de la empresa?

¿Conoce la cantidad de paquetes perdidos en la hora de máximo tráfico de la empresa?

¿Conoce cuáles son los tipos de paquetes que más atraviesan por la red de la empresa?

Seguidamente, con la información recolectada de las interrogantes anteriormente planteadas, se detalla el siguiente panorama:

La empresa UTP SERVICES C.A. cuenta con un solo proveedor de servicio de internet, el cual es recibido vía enlace microondas, utilizando la tecnología de las antenas Ubiquiti, que trabaja bajo el estándar 802.11ac. La empresa cuenta con 80 clientes, entre los cuales se separan en dos grupos, los clientes residenciales (no dedicados) y los clientes empresariales (dedicados), la diferencia entre estos es que a

los clientes empresariales les asegura el 100% del ancho contratados y de forma simétrica, es decir poseen el mismo ancho de banda en descarga como en carga, a cambio de los clientes residenciales, el cual la empresa no posee establecido ningún reuso de ancho de banda para ellos.

Por otra parte la empresa posee contratado con su proveedor de internet un enlace simétrico y dedicado de 25 Mbps. y posee vendido 60 Mbps. de descarga y 54 Mbps. de carga. La única política de calidad de servicio que emplean es la de limitar el ancho de banda por cliente dependiendo de su contratación. Con respecto a los conocimientos de su latencia promedio y la pérdida de paquetes que posee la empresa en la hora de máximo tráfico, expresaron no poseer esa información. En el cuadro 2, se puede observar las cantidades correspondientes a ancho de banda contratado y vendido por la empresa:

	DESCARGA	CARGA
CONTRATADO	25 Mbps.	25 Mbps.
VENDIDO	60 Mbps.	54 Mbps.

Cuadro 2. E Cantidad de ancho de banda contratados y vendidos por la empresa

Fuente: Cofelice, F (2020)

Mientras que en el cuadro 3 se puede observar cómo está distribuida la venta del ancho de banda en la empresa:

	DESCARGA	CARGA
RESIDENCIAL	45 Mbps.	39 Mbps.
EMPRESARIAL	15 Mbps.	15 Mbps.

Cuadro 3. Distribución de ancho de banda vendido

Fuente: Cofelice, F (2020)

Analizando los cuadros anteriores, se corrobora que la empresa posee 15 Mbps. de los 25 Mbps. ya comprometidos hacia los clientes empresariales por los enlaces dedicados que se les fue ofrecido, lo que lleva a tener solamente 10 Mbps. tanto de descarga como de carga para distribuir entre los clientes residenciales.

Es común en la empresas WISP la aplicación del reuso de ancho de banda entre sus clientes residenciales. El reuso se refiere a la capacidad de conectividad vendida a un grupo de usuarios, que en realidad no es exclusiva de ellos (no dedicado), sino que anteriormente ya había sido vendía a otro grupo de usuarios, es decir, aprovechando que no todos los internautas navegan al mismo tiempo, es posible vender varias veces la capacidad de acceso a la red, lo cual alivia sustancialmente los costos, pues no es lo mismo que un solo usuario pague por un mega de internet, a que 5 usuarios paguen por ese mismo mega.

Pero el diagnóstico más crítico ya presentado en la fase anterior, era la inexistencia de un reuso adecuado para los clientes residenciales, que en horas de máximo tráfico experimentan un retardo en sus conexiones a Internet considerable.

En el cuadro 4, se puede observas la cantidad de clientes y el ancho de banda dispuesto:

TIPO	CANTIDAD DE CLIENTES	ANCHO DE BANDA DISPUESTO: DESCARGA/ CARGA	ANCHO DE BANDA VENDIDO: DESCARGA/CARGA
EMPRESARIAL	20	15 Mbps./15 Mbps.	15 Mbps./15 Mbps.
RESIDENCIAL	60	10 Mbps./10 Mbps.	45 Mbps. / 39 Mbps.

Cuadro 4. Ancho de banda dispuesto y vendido por tipo de cliente

Fuente: Cofelice, F (2020)

Basados en los datos presentados en el cuadro anterior, se observa que la empresa solo posee un total de 10 Mbps. tanto de descarga como de carga para repartir a sus clientes residenciales, ya que el resto (15 Mbps. debe estar totalmente disponible para sus clientes empresariales, ya que se le ofrece enlaces dedicados).

Se tomará como dato para la presente investigación, el ancho de banda vendido por la empresa de 45 Mbps. tanto de descarga como de carga.

Analizando el cuadro 4, observamos que: se tienen 10 Mbps. disponibles para una venta de 45 Mbps. de la empresa, lo que nos daría una relación aproximada de reuso de 1:5.

Un reuso de 1:5 quiere decir que si todos los usuarios están conectados al mismo instante se le asegura un 20% de su ancho de banda contratado.

Dicho esto, se debe ajustar los parámetros de ancho de banda que tendrá mínimo cada cliente residencial a su 20% que posea contratado, para así al momento de una hipotética conexión de todos los usuarios a la vez, repartir de manera equitativa lo disponible y no beneficiar a uno clientes más que a otros.

Al no ajustar el ancho de banda mínimo a cada cliente residencial en los hora de máximo tráfico se logra apreciar como el retardo, jitter y las pérdidas de paquetes aumenta considerablemente en la red (véase la figura 10).

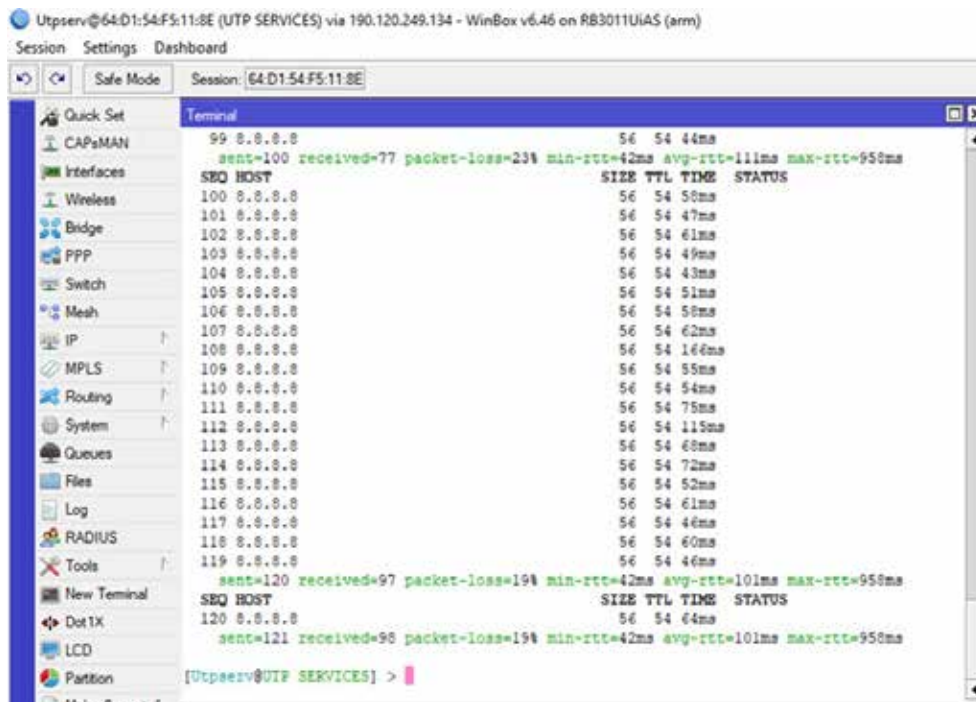


Figura 10. Prueba de ping a Google en hora de máximo tráfico

Fuente: Cofelice, F (2020)

De la siguiente prueba podemos extraer lo siguiente: del envío de 121 paquetes, se contabilizó una pérdida del 19% de los paquetes, así como también se obtuvo un retardo promedio de 101ms.

En esta fase de la investigación se pudo también observar que el CPU del Router RB3011, quien es el encargado de la administración de toda la red de la empresa, poseía un consumo de procesador bajo (9%), es decir, está siendo utilizado correctamente, y puede con todo el procesamiento que se está asignando (véase la figura 11). Se recomienda que cuando el CPU del Router posea un consumo del 70% de su procesador, se es recomendable sustituirlo por uno de mayor capacidad de procesamiento, si no este podría afectar a todos los clientes que dicho router este administrando.

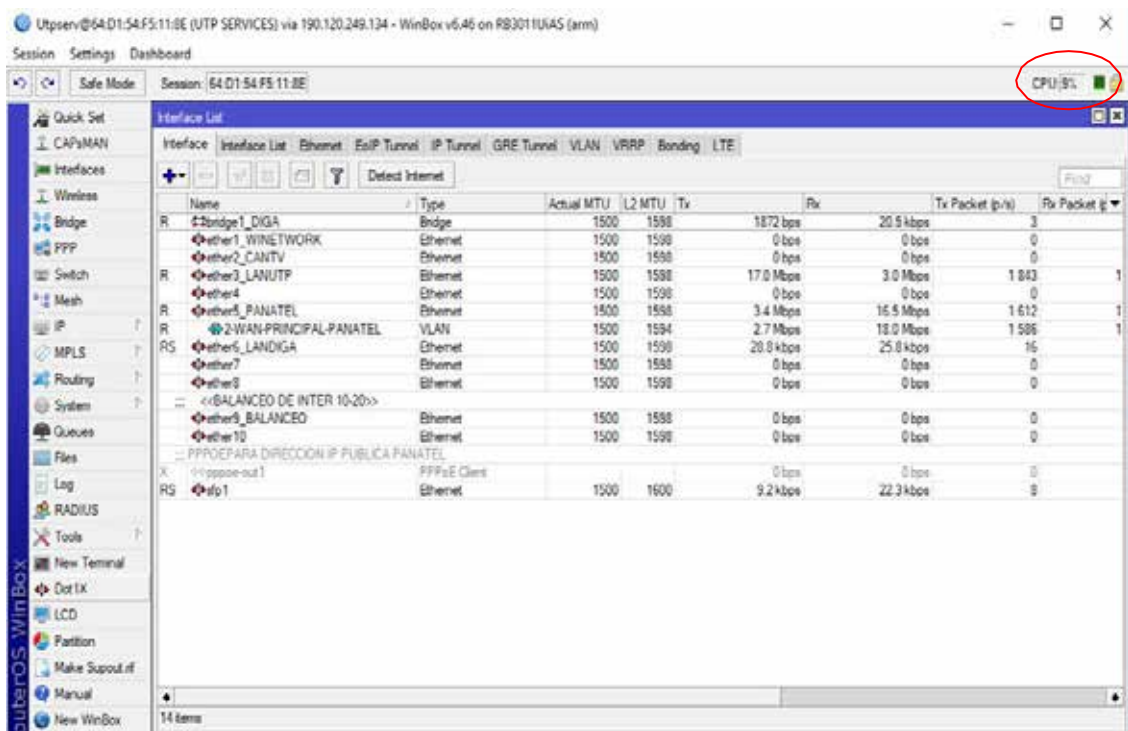


Figura 11. Router RB3011 de UTP SERVICES C.A

Fuente: Cofelice, F (2020)

53 Fase III. Determinación de políticas de desempeño y calidad de servicio (QoS) a aplicar para el servicio de Internet.

Ya teniendo conocimiento del ancho de banda que posee la empresa, así como también como lo posee distribuido, la siguiente investigación se enfocó a partir del diagnóstico para poder aumentar la experiencia del usuario al momento de conectarse, conociendo cuales eran los principales tipos de tráfico que atravesaban la red en las horas máximo tráfico. Así como también establecer un reuso de ancho de banda para los clientes residenciales adecuado a la red.

En la actualidad, la información fluye rápidamente. Cada vez más, los datos son transportados mediante las redes de comunicación. Todo ello ha conllevado a la innovación en torno a la tecnología y a la forma de comunicarse. Ello conlleva a la posibilidad de congestión; por consiguiente, el QoS, representa un rol fundamental en la conexión de este tipo de negocio.

Para esta investigación tomamos la tendencia de tráfico evaluado es hora de máximo tráfico de la red, separando las tendencia de los clientes residenciales y los empresariales.

Se realizó la toma de muestra en base al porcentaje (%) de consumo por tipo de tráfico y al porcentaje (%) de paquetes por tipo de tráfico.

Los tipos de tráfico estudiar fueron: ICMP (PING), DNS (TCP y UDP), HTTP y HTTPS, Redes sociales (Youtube, Facebook, Instagram, Twitter) , Archivos (.exe, .rar, .iso, .zip, .7zip, .flv, .mkv, .avi, .mp4, .3gp, .jpg, .m3u8, .mp3, .img, .png, .dat, .mov, .archive) y otros.

El marcado de paquetes según el tipo de tráfico se realizó directamente el router de algunos de los clientes que se prestaron a colaborar con dicha investigación (véase figura 12).

#	Action	Chain	Proto...	In. Inter...	Out. Int...	In. Inter...	Out. Int...	New Routing Mark	Bytes	Packets
83	mark connection	prerouting	1 (ic...						963.3 MB	7 182 937
84	mark packet	prerouting							1985.3 MB	11 233 420
85	mark connection	prerouting	17 (u...						791.6 MB	8 914 944
86	mark packet	prerouting							791.6 MB	8 914 862
87	mark connection	prerouting	6 (tcp)						4825.2 KiB	59 711
88	mark packet	prerouting							4823.2 KiB	59 673
89	mark connection	prerouting							130.2 GiB	171 025 ...
90	mark packet	prerouting							130.2 GiB	171 025 ...
91	mark connection	prerouting	6 (tcp)						454.0 GiB	613 590 ...
92	mark packet	prerouting							453.9 GiB	612 752 ...
93	mark connection	prerouting							40.1 GiB	74 013 352
94	mark packet	prerouting							40.1 GiB	74 013 352
95	mark connection	prerouting							3561.1 MB	22 718 581
96	mark packet	prerouting							3474.8 MB	21 404 811

Figura 12. Marcado de paquetes según el tipo de tráfico en Winbox Mikrotik

Fuente: Cofelice, F (2020)

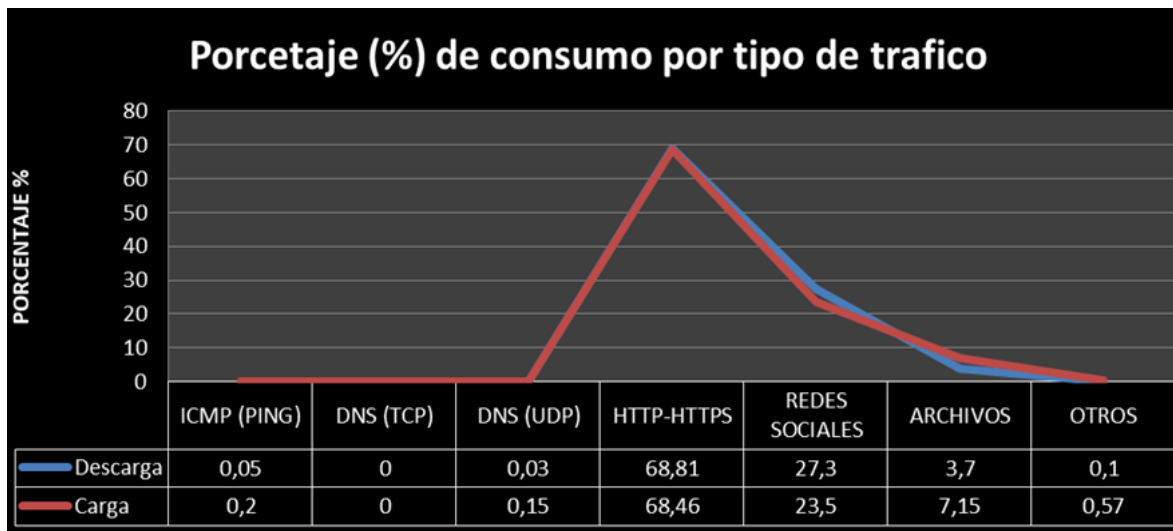
Al realizar este marcado para un cliente residencial y un cliente empresarial obtuvimos las siguiente muestras:

Para el cliente residencial, estudio día Lunes de 10:00am a 11:00am:

	PORCENTAJES CONSUMO	
	Descarga	Carga
ICMP (PING)	0,05	0,2
DNS (TCP)	0	0
DNS (UDP)	0,03	0,15
HTTP-HTTPS	68,81	68,46
REDES SOCIALES	27,3	23,5
ARCHIVOS	3,7	7,15
OTROS	0,1	0,57
TOTAL	100	100

Cuadro 5. Porcentajes de consumo por tipo de tráfico en cliente residencial

Fuente: Cofelice, F (2020)

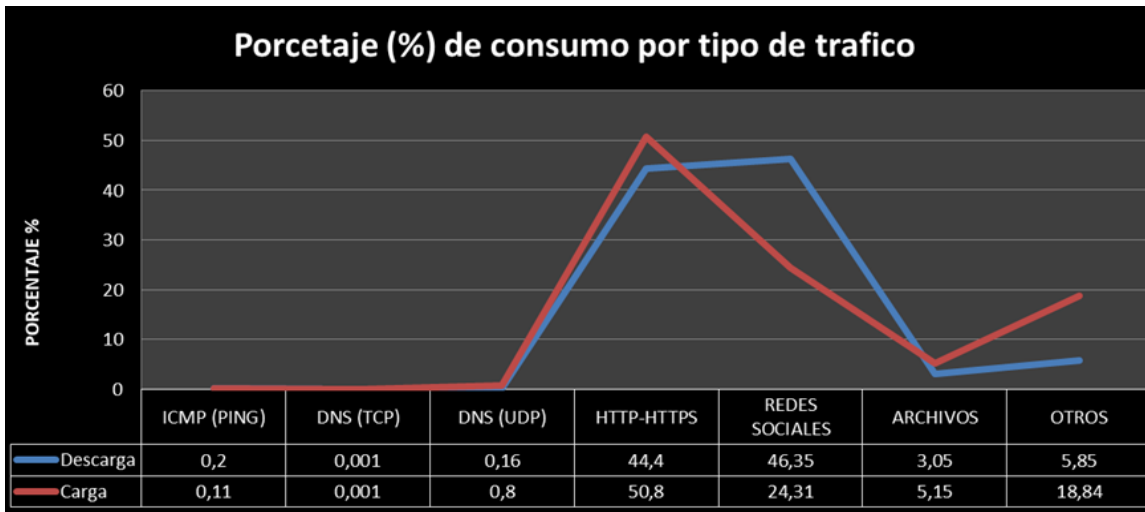


Grafica 1. Porcentaje de consumo por tipo de tráfico en cliente residencial
Fuente: Cofelice, F (2020)

Para el cliente empresarial, estudio día Lunes de 10:00am a 11:00am:

	PORCENTAJES CONSUMO	
	Descarga	Carga
ICMP (PING)	0,2	0,11
DNS (TCP)	0,001	0,001
DNS (UDP)	0,16	0,8
HTTP-HTTPS	44,4	50,8
REDES SOCIALES	46,35	24,31
ARCHIVOS	3,05	5,15
OTROS	5,85	18,84
TOTAL	100	100

Cuadro 6. Porcentajes de consumo por tipo de tráfico en cliente empresarial
Fuente: Cofelice, F (2020)



Grafica 2. Porcentaje de consumo por tipo de tráfico en cliente empresarial

Fuente: Cofelice, F (2020)

Observando las gráfica podemos resaltar lo siguiente: en el mercado de maquete “Redes Sociales” se puede apreciar un mayor consumo en clientes empresariales, algo que no sorprende en lo absoluto este tipo de estudio, ya que una empresa promedio cuenta con 10 trabajadores, y en su mayoría todos estos tienen acceso al servicio de Internet de la empresa, y muchas de estas empresas no posee políticas de prohibición de acceso a estas redes sociales. En cuanto a carga observamos un consume un casi 20% en otros tipos de paquetes.

Otro parámetro a destacar es el alto consumo en el tipo de paquete HTTP-HTTPS, para ambos clientes tanto en descarga como en carga, y esto es de esperarse ya que en la hora realizada la muestra generalmente los clientes realizan labores de transferencias bancarias, acceso a páginas del estado, entre otros.

Ahora ya este estudio posee una tendencia de trafico de paquetes tanto para los clientes residenciales como los empresariales.

Se podría entonces ya establecer las siguientes políticas de calidad de servicio a aplicar en el router RB3011 de la empresa:

a.- La empresa posee un reuso 1:5, es decir que debería garantizar un mínimo del 20% del ancho contratado por los clientes residenciales, se configurara el ancho de banda mínimo garantizado correspondiente a cada cliente.

b.- Al obtener las tendencias de tráfico de ambos tipos de clientes podemos establecer la siguiente priorización:

1) Protocolo ICMP (PING), el PING nos permite verificar el estado de conexión de los ordenadores que forman parte de una red de computadoras. Para lograr su objetivo, el Ping envía paquetes de un ordenador a otro, esperando una respuesta, para así poder diagnosticar el estado completo de la conexión y su velocidad.

2) Protocolo DNS (UDP y TCP), los DNS sirven para indicarle al usuario que teclea un dominio a que servidor debe ir a recoger la página web que desea consultar, hay que tener cuidado con la gestión de DNS, pues como ya hemos explicado, de ellas depende que funcione un dominio, o lo que es lo mismo, la web, nuestro correo o nuestras aplicaciones y bases de datos.

3) Protocolos HTTP y HTTPS (páginas web), crucial para los clientes en las horas de máximo tráfico ya que muchos de ellos trabajan o realizan alguna gestión administrativa mediante una página web, y la empresa considero en darle una prioridad por sobre otros.

4) Archivos (.exe, .rar, .iso, .zip, .7zip, .flv, .mkv, .avi, .mp4, .3gp, .jpg, .mvp, .mp3, .img, .png, .dat, .mov, .archive), la descarga o carga de estos tipos de archivos.

5) Redes sociales (Youtube, Facebook, Instagram, Twitter), si bien en las gráficas presentadas (véase Grafica 1 y Grafica 2) el acceso a redes sociales poseía un % similar a acceso a las páginas web (que no fuesen redes sociales) se consideró que al momento de las horas de máximo tráfico de la red se podría prescindir un poco del tráfico en estas páginas, ya que como se mencionó anteriormente para la empresa en la hora donde la red se encuentra más saturada estas páginas no ameritan un tráfico “urgente”.

6) Otros, todos aquellos protocolos que no sean marcados por las reglas anteriores creada en el firewall del router RB3011 de la empresa.

54 Fase IV. Validación del comportamiento de la red luego de la aplicación de las políticas de desempeño y calidad de servicio.

5.4.1 Garantizar un ancho de banda mínimo a cada cliente

Luego de haber determinado las políticas de calidad de servicio a aplicar a la red de la empresa, se procedió a aplicar cada una de ellas y validar nuevamente el comportamiento de la red.

Al haber determinado el reuso que la empresa aplica sobre sus clientes residenciales (1:5 determinado en fase II), se procederá a ajustar el ancho de banda mínimo que obtendrá cada cliente en las horas de mayor tráfico de la red, es decir cuando la red se ve más saturada.

RouterOS de Mikrotik permite mediante el uso de queue simple o cola simple traducido al español, que es la forma más sencilla de limitar la velocidad de datos para direcciones IP y / o subredes. Esta es una manera sencilla de controlar el tráfico. Como su nombre lo indica son simples reglas de prioridad por IP.

Estas reglas te permiten establecer un límite de ancho de banda para un cliente definiendo su IP (véase figura 13).

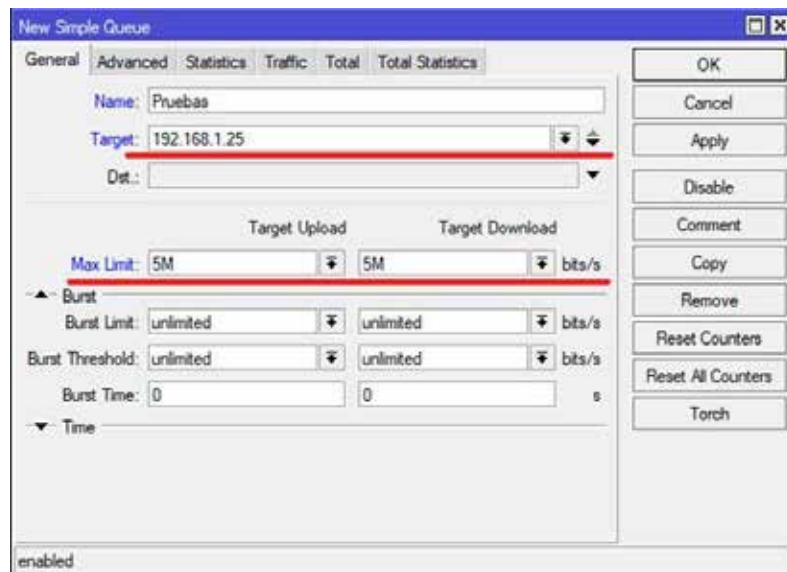


Figura 13. General Queue simple RouterOS

Fuente: Cofelice, F (2020)

La empresa ya contaba con configuraciones en sus colas simples, como las IP de los clientes y el máximo ancho de banda que le proporcionara la red, y se procedió a indicar al ancho de banda mínimo a cada cliente basados en el reuso 1:5 (20% de lo contratado).

Limit At es utilizada para certificar que el cliente seleccionado tendrá al menos cierta cantidad de Mbps. de bajada o subida. Se puede utilizar juntamente con Max Limit para equilibrar el máximo y el mínimo.

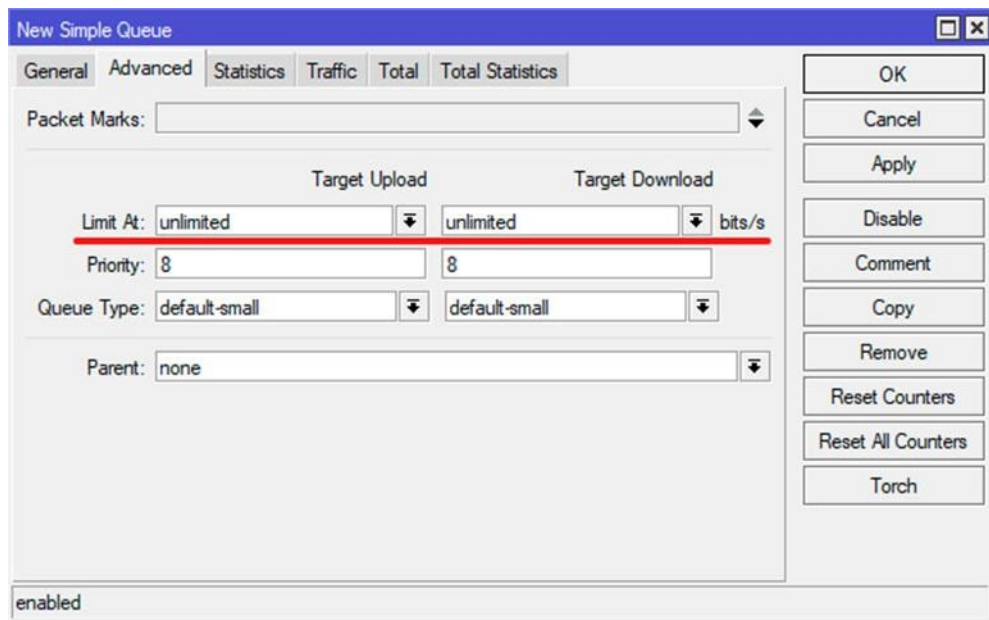


Figura 14. Advanced Queue simple RouterOS
Fuente: Cofelice, F (2020)

Como ya fue mencionado, para esta caso se seleccionó el Limit at de cada cliente siguiendo el reuso de 1:5 es decir garantizándole un mínimo del 20% de su ancho de banda contratado.

5.4.2 Priorización y limitación de ancho de banda del tipo de tráfico en la red

En RouterOS queue tree es similar queue simple queue pero por tipo de tráfico. Es decir, se establece un mínimo y máximo (dependiendo de las necesidades) pero por tipo de tráfico en vez de IP.

Por ejemplo, puede establecer un máximo de consumo para el tráfico HTTP y HTTPS pero establecer prioridad para todo lo que sea RDP (Escritorio Remoto). Usualmente siempre se es recomendable dar prioridad al tráfico DNS y ICMP, ya que son muy livianos y lo importante en este tipo de comunicación es la velocidad.

Para esta fase, se utiliza el marcado de paquete según el tipo de tráfico realizado en la fase III (véase figura 12) pero en esta ocasión en el router principal de la empresa. Luego de esto debemos establecer las reglas en el queue tree. Creando un grupo general y dividiendo en subidas y bajadas (véase figura 15).

Name	Parent	Packet Marks	P.	Limit At	Max Li.	Avg. Rate	Bytes	Packets
PROYECTO QoS FERNANDO	global		8	25M	12.0 Mbps	54.7 GiB	74 240 799	
Downloads								
ICMP_D	Downloads	ICMP	1	125k	2M	16.3 kbps	149.8 MB	722 760
DNS2_D	Downloads	DNS2	2	256k	2M	0 bps	42.6 KB	711
DNS_D	Downloads	DNS	2	256k	2M	10.0 kbps	65.5 MB	605 151
HTTP_D	Downloads	HTTP	3	12M	25M	8.5 Mbps	37.0 GiB	47 641 298
ARCHIVOS_D	Downloads	DESCARGAS	4	3M	25M	529.2 kbps	3306.9 MB	5 804 394
REDES-SOCIALES_D	Downloads	REDES-SOCIALES	5	7M	25M	2.7 Mbps	14.1 GiB	17 904 413
OTROS_D	Downloads	OTROS	8	2M	25M	145.8 kbps	255.9 MB	1 562 082
Uploads #1	2-WAN-PRINCIPAL-PANATEL		8	25M	1245.3 kbps	6.7 GiB	30 143 562	
Uploads								
ICMP_S	Uploads #1	ICMP	1	512k	2M	2.4 kbps	29.9 MB	303 539
DNS2_S	Uploads #1	DNS2	2	256k	2M	0 bps	30.3 KB	446
DNS_S	Uploads #1	DNS	2	256k	2M	3.2 kbps	19.4 MB	236 563
HTTP_S	Uploads #1	HTTP	3	12M	25M	1045.7 kbps	4676.1 MB	19 217 890
ARCHIVOS_S	Uploads #1	DESCARGAS	4	3M	25M	47.5 kbps	1244.0 MB	2 890 377
REDES-SOCIALES_S	Uploads #1	REDES-SOCIALES	5	7M	25M	110.8 kbps	770.2 MB	6 703 116
OTROS_S	Uploads #1	OTROS	8	2M	25M	35.6 kbps	92.1 MB	791 631

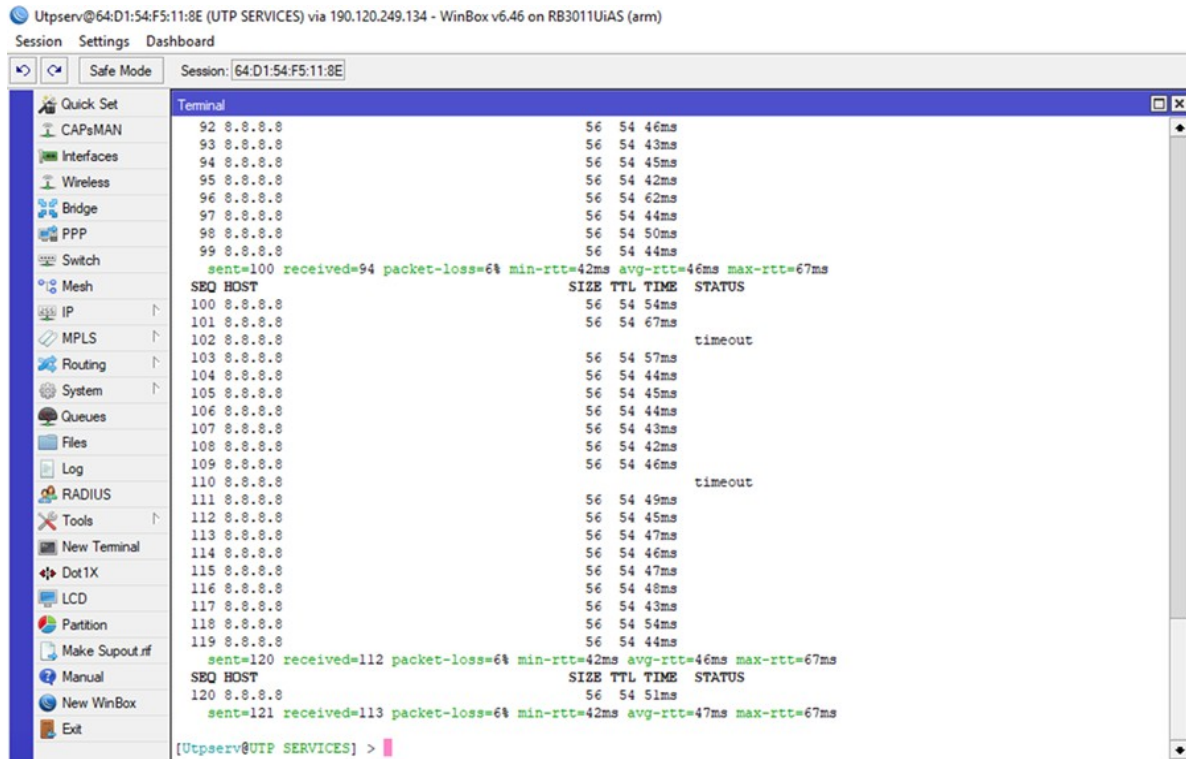
Figura 15. Queue tree Router UTP SERVICES C.A.

Fuente: Cofelice, F (2020)

Se estableció la priorización mencionada en la fase anterior de la investigación, siendo el protocolo ICMP (ping) el más importante y el tráfico marcado como “otros” el de menor importancia. Así como también se les asignó un ancho de banda mínimo y máximo acordado con la empresa a cada tipo de tráfico como se logra apreciar en la figura 14. La suma de todos los anchos de banda mínimo asegurado a cada protocolo debe ser igual o menor al ancho de banda total contratado por la empresa.

5.4.2 Desempeño actual de la red de la empresa

Luego de la aplicación de las políticas de calidad de servicio (QoS) se procedió a realizar un diagnóstico de la red directamente desde el router principal en hora de máximo tráfico. Se realizó PING a un servidor de Google para verificar que el valor del retador, jitter y perdidas de paquetes sufrieran las mejoras esperadas véase (figura 16).



```
Utpserv@64:D1:54:F5:11:8E (UTP SERVICES) via 190.120.249.134 - WinBox v6.46 on RB3011UiAS (arm)
Session Settings Dashboard
Safe Mode Session: 64:D1:54:F5:11:8E
Terminal
92 8.8.8.8 56 54 46ms
93 8.8.8.8 56 54 43ms
94 8.8.8.8 56 54 45ms
95 8.8.8.8 56 54 42ms
96 8.8.8.8 56 54 62ms
97 8.8.8.8 56 54 44ms
98 8.8.8.8 56 54 50ms
99 8.8.8.8 56 54 44ms
sent=100 received=94 packet-loss=6% min-rtt=42ms avg-rtt=46ms max-rtt=67ms
SEQ HOST SIZE TTL TIME STATUS
100 8.8.8.8 56 54 54ms
101 8.8.8.8 56 54 67ms
102 8.8.8.8 timeout
103 8.8.8.8 56 54 57ms
104 8.8.8.8 56 54 44ms
105 8.8.8.8 56 54 45ms
106 8.8.8.8 56 54 44ms
107 8.8.8.8 56 54 43ms
108 8.8.8.8 56 54 42ms
109 8.8.8.8 56 54 46ms
110 8.8.8.8 timeout
111 8.8.8.8 56 54 49ms
112 8.8.8.8 56 54 45ms
113 8.8.8.8 56 54 47ms
114 8.8.8.8 56 54 46ms
115 8.8.8.8 56 54 47ms
116 8.8.8.8 56 54 48ms
117 8.8.8.8 56 54 43ms
118 8.8.8.8 56 54 54ms
119 8.8.8.8 56 54 44ms
sent=120 received=112 packet-loss=6% min-rtt=42ms avg-rtt=46ms max-rtt=67ms
SEQ HOST SIZE TTL TIME STATUS
120 8.8.8.8 56 54 51ms
sent=121 received=113 packet-loss=6% min-rtt=42ms avg-rtt=47ms max-rtt=67ms
[Utpserv@UTP SERVICES] >
```

Figura 16. Prueba de ping a Google luego de aplicación de QoS.

Fuente: Cofelice, F (2020)

Podemos apreciar una clara mejoría comparada con la prueba realizada antes de la implementación de las políticas descritas anteriormente. Notamos como los paquetes perdidos se redujo del 19% al 6% y como el retardo promedio paso de los 101ms. a 47ms. mostrando una clara mejoría la red en hora de máximo tráfico.

CONCLUSIONES

El resultado del proyecto realizado caracterización de parámetros de desempeño de red en la empresa de internet inalámbrico UTP SERVICES C.A. mediante la determinación y aplicación de las políticas de desempeño y calidad de servicio (QoS) , permite inferir que los objetivos planteados fueron logrados.

Los resultados obtenidos luego del estudio de la problemática encontrada en la empresa, la evaluación de cada una de sus variables y la consideración de todos los escenarios posibles de fallas e inconvenientes, teniendo presente en todo momento las disposiciones de hardware y software ya existentes en la empresa, se procedió a determinar y aplicar políticas de calidad de servicio que lograra darle un valor agregado a los principales parámetros de desempeño de red, como los son el retardo (ping), jitter y perdidas de paquetes, permitiendo estas políticas implementadas al router principal de la empresa solucionar de la mejor forma posible la problemática planteada previamente.

Una empresa de servicios de Internet necesita administrar su ancho de banda, esta administración es más fácil por la vía del software pues permite una mejor granularidad en su control.

La fundamentación teórica proporcionó de manera directa y confiable bases conforme a conceptos fundamentales como lo que es un proceso automatizado en una empresa y el espacio de almacenamiento dispuesto para el soporte, asistencia y gestión de la información de dicha organización.

El éxito en la implementación de QoS depende del estudio previo que determine que se va a marcar y cuál es la prioridad que se debe asignar a cada puerto, protocolo o servicio.

Es esencial que una empresa proveedora de servicio de Internet conozcas cuales son los valores de sus parámetros de desempeño de red así como también el reuso de ancho de banda que maneje con sus clientes, ya que este será el punto de partida para que en el futuro se pueda seguir mejorando su red.

La empresa debe cuida que se esté realizando el correcto reuso de ancho de banda, ya que una gestión irresponsable del reuso termina perjudicando a todos los agentes que

componen la cadena de valor de Internet, pero especialmente al WISP, que, si no compete con un buen servicio, tarde o temprano experimentará la deserción de sus clientes.

RouterOS de Mikrotik ha demostrado ser una tecnología robusta y confiable, con una relación calidad precio de las mejores en el mercado de la redes de telecomunicaciones. Su interfaz gráfica Winbox permite de manejo agradable y sencillo con los equipos.

Finalmente, a lo largo del desarrollo del presente trabajo se adquirieron conocimientos en materia de redes de telecomunicaciones, referente al tráfico y marcado de paquetes, protocolos de Internet, reuso de ancho de banda y enrutamiento, y de manera un poco más específica el uso y configuración de RouterOS.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones se sugiere:

La implementación de políticas de calidad de servicio (QoS) es necesaria cuando los ambientes donde se implementan son de altos requerimientos o en su defecto el número de usuarios es alto. En el escenario contrario no se suele notar las ventajas y más bien el sistema sufre retardos y pérdidas de paquetes, sobre todo en las horas de máximo tráfico de la red.

Se deberá monitorear exhaustivamente los niveles de procesamiento del router principal así como también monitorear el flujo de paquetes y su ocupación de ancho de banda señalado en el queue tree, esto con el fin de evitar que se empiecen a encolar los flujos de tráfico y se termine ralentizando el sistema.

El fabricante Mikrotik, que distribuye el software RouterOs suele trabajar constantemente en mejoras para el desempeño de su solución. Es necesario e imperativo mantener la última versión del sistema (firmware) operativa pues en este último año muchas mejoras implementadas por ellos han beneficiado el desempeño tanto de las características de marcado, encolado, priorización y del rendimiento mismo de sus equipos.

La implementación de nuevos cambios no debe hacerse en “caliente” en sistemas de alta productividad, es muy complicado intuir si los cambios aplicados mejora o no la red. Para esto se debe contar con un ambiente de pruebas que permita afinar nuestras ideas antes de sacarlas a ejecución.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arias, F. (2016). **El proyecto de investigación, Introducción a la metodología científica**. Editorial EPISTEME. Caracas Venezuela.

Hurtado, J. (2007). **Metodología de la investigación**. Editorial Quirón Ediciones. Caracas Venezuela.

UPEL (2010). **Manual de trabajos de grado de especialización y maestrías doctorales y tesis doctorales**. Editorial FEDUPEL. Caracas Venezuela.

García, Díaz y López (2003). **Transmisión de datos y redes de computadores**. Editorial PEARSON PRENTICE HALL. Madrid, España.

Figueiras, A. (2002). **Una panorámica de las telecomunicaciones**. Editorial PEARSON PRENTICE HALL. Madrid, España.

Toala, Mero, Ortiz y Mero Y. (2018). **Sistema de comunicación inalámbrico con tecnología Mikrotik**. Editorial 3ciencias. Alicante, España.

Gálvez, J. (2012). **Enfoque comparativo entre IPv4 e IPv6 de la QoS en Redes Inalámbricas**. La Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Juca, P. (2016). **Estudio de la implementación de Calidad de Servicio (QoS) para el mejoramiento de la red de datos que optimice el acceso a los servicios en la Planta de Producción de la Compañía Yanbal Ecuador SA**. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Chanconsi, W. (2017). **Implementación de políticas de calidad de servicio (QoS) para los servidores de internet de la empresa SAITEL**. La Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato, Ecuador.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.

Mikrotik: Manual: TOC. Disponible en:

<https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:TOC>

Networking and Emerging Optimization. Disponible en:

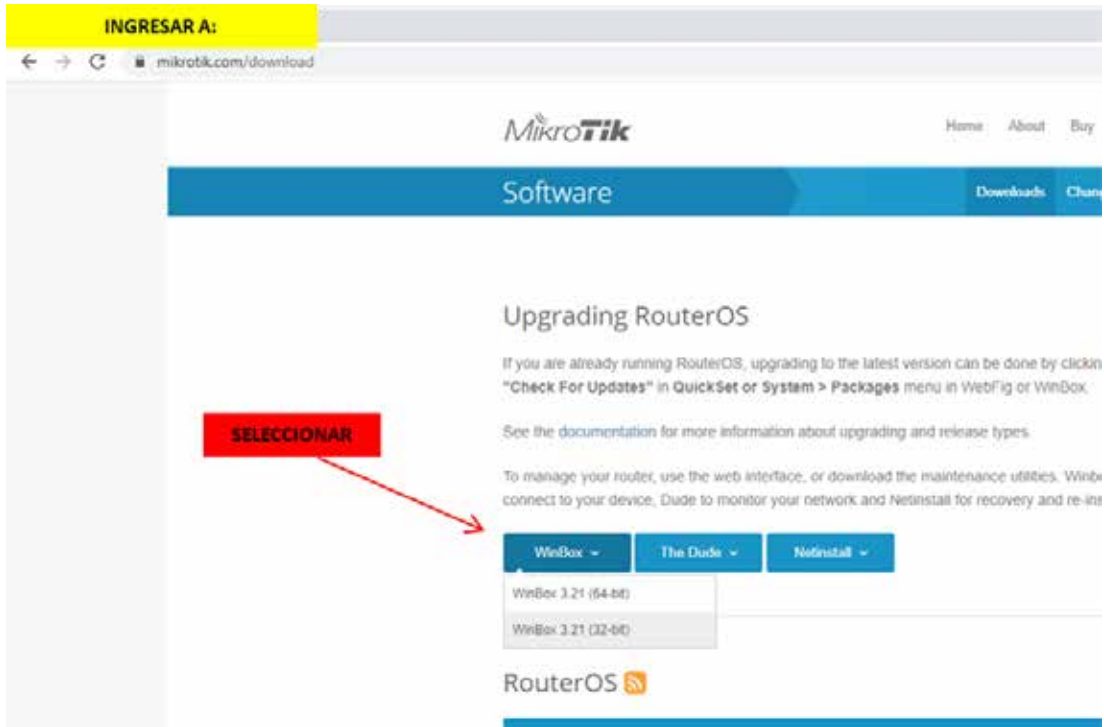
<https://neo.lcc.uma.es/links.html>

Control de ancho de banda. Disponible en:

<https://www.redeszone.net>

ANEXOS

Anexo I: Instalación de Winbox para Windows



INGRESAR A:

mikrotik.com/download

MikroTik Home About Buy

Software Downloads

Upgrading RouterOS

If you are already running RouterOS, upgrading to the latest version can be done by clicking "Check For Updates" in Quickset or System > Packages menu in WinBox or WinBox.

See the documentation for more information about upgrading and release types.

To manage your router, use the web interface, or download the maintenance utilities. WinBox connect to your device, Dude to monitor your network and Netinstall for recovery and re-its

WinBox - The Dude - Netinstall

WinBox 3.21 (64-bit)

WinBox 3.21 (32-bit)

RouterOS



RouterOS

	6.46.8 (Long term)	6.46.3 (Stable)	6.47beta
MIPSBE <small>CRS11x, CR12x, CR1312, 4G-EOL, CR1226 24G-2Q+, D13C, Firewall, MAP, MAP-aa, MAP-8, FW-Pro, GW, R80x, SXTee, xAP, xEX Lite, R84x, xAP, BaseBox, DynaDish, R10211, SXT</small>			
Main package			
Extra packages			
SMP5 <small>MAP mini, xAP-5s</small>			
Main package			
Extra packages			
TILE <small>CCR</small>			
Main package			
Extra packages			

winbox64.exe
1.021 MB, Quick-Start

Anexo II: Export del código generado para el marcado de paquetes

```
Terminal
add action=mark-connection chain=prerouting comment="ICMP (ping)" new-connection-mark=icmp_C passthrough=yes \
protocol=icmp
add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=icmp_C new-packet-mark=ICMP passthrough=no
add action=mark-connection chain=prerouting comment="DNS" new-connection-mark=dns_C passthrough=yes port=53 protocol=\
udp
add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=dns_C new-packet-mark=DNS passthrough=no
add action=mark-connection chain=prerouting comment="DNS 2" new-connection-mark=dns2_c passthrough=yes port=53 \
protocol=tcp
add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=dns2_c new-packet-mark=DNS2 passthrough=no
add action=mark-connection chain=prerouting comment="REDES SOCIALES" layer7-protocol="Redes Sociales" \
new-connection-mark=redes-sociales_C passthrough=yes
add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=redes-sociales_C new-packet-mark=REDES-SOCIALES \
passthrough=no
add action=mark-connection chain=prerouting comment="PAGINAS WEB" new-connection-mark=http_C passthrough=yes port=\
80,443,993,25,587,110,995 protocol=tcp
add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=http_C new-packet-mark=HTTP passthrough=no
add action=mark-connection chain=prerouting comment="ARCHIVOS" layer7-protocol=Archivos new-connection-mark=\
descargas_C passthrough=yes
add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=descargas_C new-packet-mark=DESCARGAS passthrough=no
add action=mark-connection chain=prerouting comment="OTROS" new-connection-mark=otros_C passthrough=yes
add action=mark-packet chain=prerouting connection-mark=otros_C new-packet-mark=OTROS passthrough=no
add action=accept chain=prerouting
add action=accept chain=prerouting
[Utpserv@UTP SERVICES] /ip firewall mangle>
```

```
Terminal

MMM   MMM   KKK               TTTTTTTTTT   KKK
MMMM  MMMM  KKK               TTTTTTTTTT   KKK
MMM  MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR   OOOOOO   TTT   III  KKK  KKK
MMM  MM  MMM  III  KKKKK  RRR  RRR  OOO  OOO   TTT   III  KKKKK
MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR   OOO  OOO   TTT   III  KKK  KKK
MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRR  RRR   OOOOOO   TTT   III  KKK  KKK

MikroTik RouterOS 6.46 (c) 1999-2019      http://www.mikrotik.com/

[?]          Gives the list of available commands
command [?]  Gives help on the command and list of arguments

[Tab]       Completes the command/word. If the input is ambiguous,
            a second [Tab] gives possible options

/           Move up to base level
..         Move up one level
/command   Use command at the base level
[Utpserv@UTP SERVICES] > ip firewall layer7 export
# feb/26/2020 22:56:54 by RouterOS 6.46
# software id = QF92-WFBS
#
# model = RouterBOARD 3011UiAS
# serial number = 783E077998C
/ip firewall layer7-protocol
add name=Archivos regexp=\
"^.+\.\. (exe|rar|iso|zip|7zip|flv|mkv|avi|mp4|3gp|jpg|mbv|mp3|img|png|dat|mov|archive|).\*$"
add name=Streaming regexp="^.+\.\. (youtube.com|dailymotion.com|metacafe.com|netflix.com|facebook.com|playstation.c\
om|instagram.com).\*$"
add name=Youtube regexp="^.+\.\. (youtube.com|googlevideo.com|akamaihd.net).\*$"
add name="Redes Sociales" regexp="^.+\.\. (youtube.com|googlevideo.com|akamaihd.net|dailymotion.com|metacafe.com|ne\
tflix.com|facebook.com|playstation.com|instagram.com).\*$"
[Utpserv@UTP SERVICES] >
```

Anexo III: Export del código generado para queue tree (árbol de colas)

```
Terminal
command [?]      Gives help on the command and list of arguments

[Tab]           Completes the command/word. If the input is ambiguous,
                a second [Tab] gives possible options

/              Move up to base level
..            Move up one level
/command      Use command at the base level
[Ctscorp@CTS-NODO_1] > queue tree
[Ctscorp@CTS-NODO_1] /queue tree> export
# feb/26/2020 22:53:05 by RouterOS 6.42.12
# software id = UXIK-IF09
#
# model = RouterBOARD 3011UiAS
# serial number = B88E0A768A1A
/queue tree
add comment="PROYECTO QoS FERNANDO" disabled=yes max-limit=21M name=Downloads parent=global
add disabled=yes max-limit=21M name="Uploads #1" parent=VLAN-77
add disabled=yes limit-at=125k max-limit=2M name=ICMP_D packet-mark=ICMP parent=Downloads priority=1 \
queue=pcq-download-default
add disabled=yes limit-at=125k max-limit=2M name=ICMP_S packet-mark=ICMP parent="Uploads #1" \
priority=1 queue=pcq-upload-default
add disabled=yes limit-at=256k max-limit=2M name=DNS_D packet-mark=DNS parent=Downloads priority=2 \
queue=pcq-download-default
add disabled=yes limit-at=256k max-limit=2M name=DNS_S packet-mark=DNS parent="Uploads #1" priority=\
2 queue=pcq-upload-default
add disabled=yes limit-at=5M max-limit=21M name=REDES-SOCIALES_D packet-mark=REDES-SOCIALES parent=\
Downloads priority=5 queue=pcq-download-default
add disabled=yes limit-at=5M max-limit=21M name=REDES-SOCIALES_S packet-mark=REDES-SOCIALES parent=\
"Uploads #1" priority=5 queue=pcq-upload-default
add disabled=yes limit-at=2M max-limit=21M name=OTROS_S packet-mark=OTROS parent="Uploads #1" queue=\
pcq-upload-default
add disabled=yes limit-at=2M max-limit=21M name=OTROS_D packet-mark=OTROS parent=Downloads queue=\
pcq-download-default
add disabled=yes limit-at=3M max-limit=21M name=ARCHIVOS_D packet-mark=DESCARGAS parent=Downloads \
priority=4 queue=pcq-download-default
add disabled=yes limit-at=3M max-limit=21M name=ARCHIVOS_S packet-mark=DESCARGAS parent="Uploads #1" \
priority=4 queue=pcq-upload-default
add disabled=yes limit-at=10M max-limit=21M name=HTTP_D packet-mark=HTTP parent=Downloads priority=3 \
queue=pcq-download-default
add disabled=yes limit-at=10M max-limit=21M name=HTTP_S packet-mark=HTTP parent="Uploads #1" \
priority=3 queue=pcq-upload-default
add disabled=yes limit-at=256k max-limit=2M name=DNS2_D packet-mark=DNS2 parent=Downloads priority=2 \
queue=pcq-download-default
add disabled=yes limit-at=256k max-limit=2M name=DNS2_S packet-mark=DNS2 parent="Uploads #1" \
priority=2 queue=pcq-upload-default
[Ctscorp@CTS-NODO_1] /queue tree> █
```

Anexo IV: Oficina de UTP SERVICES C.A.

