



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**LA METODOLOGÍA TOP DOWN EN LA OPTIMIZACIÓN DEL
SERVICIO DE INTERNET EN EDUCACIÓN CONTINUA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO 2019**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ANDREE MONTES DE OCA VALLENAS

Bach. ROXANA RAMOS AZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE SISTEMAS

PUNO - PERÚ

2021



DEDICATORIA

*Dedicado a mi familia, quienes
creyeron en mí a pesar de los
obstáculos que puso la vida, pero aun
así busca lo mejor para mi futuro.*

Andree



DEDICATORIA

A mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos más difíciles, eres una mujer que simplemente me enorgullece te amo y no va a haber manera de devolverte tanto que me has ofrecido, desde que incluso no hubiera nacido, este proyecto es un logro más y sin lugar a dudas es gracias a ti, no sé en donde me encontraría de no ser por tu ayuda tu compañía y tú amor. Te agradezco madre querida Carmen Rosa

Roxana



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestras familias que son un motivo muy grande para sobresalir en la vida tanto profesional como anímicamente.

A la Universidad Nacional del Altiplano, que nos acogió para continuar subiendo en la escalera de la educación.

Un Agradecimiento especial a nuestros ingenieros del jurado, Dr. Edelfré Flores Velásquez, Mg. Robert Antonio Romero Flores y M.Sc. Magali Gianina Gonzales Paco; y a nuestra asesora, M.Sc. Marga Isabel Ingaluque Arapa que nos dan la oportunidad de demostrar que, pese a las adversidades, nunca es tarde para cumplir metas y superarnos a nosotros mismos.

Agradecemos a los docentes de la E.P. Ingeniería de Sistemas que gracias a su experiencia y enseñanza son una inspiración para que uno sea mejor persona y profesional.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRACT 14

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 17

1.3. JUSTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN 17

1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN 19

1.4.1. Objetivo General 19

1.4.2. Objetivos Específicos 19

1.5. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN 19

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN 20

2.1.1. Antecedentes Internacionales 20

2.1.2. Antecedentes Nacionales 22

2.2. MARCO TEÓRICO 25

2.2.1. Metodología Top Down 25

2.2.1.1. Identificar Objetivos y Requerimientos del Cliente 26

2.2.1.1.1. Análisis de Objetivos y Limitaciones del Negocio 26

2.2.1.1.2. Análisis de Objetivos y Limitaciones Técnicas 28

2.2.1.1.3. Análisis de la Red Existente 29

2.2.1.1.4. Evaluación del Ancho de Banda 30

2.2.1.2. Diseño Lógico de Red 31

2.2.1.3. Diseño Físico de Red 31

2.2.1.4. Pruebas y Documentación 32



2.2.2.	Servicio de Internet	33
2.2.2.1.	Red LAN	34
2.2.2.1.1.	Topología Jerárquica	34
2.2.2.1.1.1.	EVE-NG	35
2.2.2.2.	Alta Disponibilidad	36
2.2.2.2.1.	MTBF	36
2.2.2.2.2.	MTTR	37
2.2.2.3.	MikroTik.....	38
2.2.2.3.1.	RouterOS	38
2.2.2.3.1.1.	Protocolo de Redundancia de Enrutador Virtual	39
2.2.2.3.1.2.	Ancho de Banda.....	41
2.2.2.3.1.2.1.	Gestión de Ancho de Banda.....	42
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	43
2.4.	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	45
2.4.1.	Hipótesis General	45
2.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	46
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1.	ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.1.1.	Enfoque de Investigación	47
3.1.2.	Diseño de Investigación	48
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.2.1.	Población.....	48
3.2.2.	Muestra.....	49
3.2.3.	Ubicación y Descripción de la Población	50
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR DATOS	50
3.4.	PLAN DE TRATAMIENTO DE DATOS.....	51
3.5.	DISEÑO ESTADÍSTICO PARA PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	51
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1.	APLICANDO LA METODOLOGÍA TOP DOWN A LA ORGANIZACIÓN.....	52
4.1.1.	Evaluación a Usuarios	52
4.1.2.	Análisis de Red Existente.....	59



4.1.3. Evaluación de Interrupción de Servicio	61
4.2. EVALUACIÓN DE CONSUMO DE ANCHO DE BANDA DE LOS TRABAJADORES.....	63
4.3. DISEÑANDO LA RED LÓGICA DE LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS.....	65
4.4. OPTIMIZANDO LA RED DISEÑADA CONFIGURANDO LA DISPONIBILIDAD Y ANCHO DE BANDA.....	68
4.4.1. Optimización de Disponibilidad	68
4.4.2. Gestión de Ancho de Banda.....	76
4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	85
4.5.1. Prueba de Hipótesis General	85
4.5.2. Decisión.....	87
4.6. DISCUSIÓN.....	87
V. CONCLUSIONES.....	94
VI. RECOMENDACIONES.....	96
VII. REFERENCIAS.....	98
ANEXOS.....	103

Área: Sistemas Distribuidos, Redes y Telemática

Tema: Optimización del Servicio de Internet

Fecha de Sustentación: 21 de Octubre del 2021.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Gráfico de velocidad de red.....	53
Figura N° 2: Gráfico de uso de Internet privado o universitario	54
Figura N° 3: Gráfico de dispositivos adicionales utilizados.....	54
Figura N° 4: Gráfico de calificación del servicio de Internet.....	55
Figura N° 5: Gráfico de aplicaciones utilizadas por usuarios.....	55
Figura N° 6: Gráfico de evaluación de eficiencia de trabajo.....	56
Figura N° 7: Gráfico de motivos de cortes de servicio.....	57
Figura N° 8: Gráfico de duración de cortes de servicio.....	57
Figura N° 9: Gráfico de sugerencias para mejora de servicio	58
Figura N° 10: Gráfico representativo de red actual	59
Figura N° 11: Nuevo diseño lógico de red	66
Figura N° 12: Interfaz gráfica de WinBox RouterOS	68
Figura N° 13: Lista de interfaces de Router	69
Figura N° 14: Scripts de configuración del primer Router.....	69
Figura N° 15: Configuración VRRP en Interfaz gráfica WinBox	70
Figura N° 16: Script de configuración del segundo Router.....	71
Figura N° 17: Configuración VRRP en Interfaz gráfica WinBox	71
Figura N° 18: Router principal deshabilitado.....	72
Figura N° 19: Router de respaldo supliendo al Router principal.....	73
Figura N° 20: VRRP en funcionamiento con prueba de ping	74



Figura N° 21: Comparación de disponibilidad previa y posterior a protocolos	74
Figura N° 22: Comparación de total de horas óptimas posterior a configuración....	75
Figura N° 23: Horas de disponibilidad de red	76
Figura N° 24: Creación de interfaces VLAN	77
Figura N° 25: Lista de VLAN creadas por cada interfaz.....	77
Figura N° 26: Asignación de direcciones IP para cada VLAN	78
Figura N° 27: Asignación DHCP para cada VLAN	79
Figura N° 28: Test de ancho de banda previa configuración.....	81
Figura N° 29: Configuración de límite de ancho de banda	81
Figura N° 30: Configuración total de ancho de banda	82
Figura N° 31: Test de ancho de banda posterior a configuración.....	83
Figura N° 32: Comparación de distribución de ancho de banda	83
Figura N° 33: Gráfico comparativo de ancho de banda actual y propuesto	84
Figura N° 34: Comparación de eficacia de la metodología Top Down.....	86



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de variables.....	46
Tabla N° 2: Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	50
Tabla N° 3: Disponibilidad respecto al año	60
Tabla N° 4: Incidencias de corte durante tres meses	61
Tabla N° 5: Ancho de banda actual	64
Tabla N° 6: Ancho de banda propuesto	79
Tabla N° 7: Prueba T-Student de muestras	85
Tabla N° 8: Prueba de muestras emparejadas.....	86
Tabla N° 9: Modelo de tabla de registro de ancho de banda de usuarios	105
Tabla N° 10: Modelo de tabla de registro de cortes de servicio de usuarios	105



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

BPS: *Bits Per Second.*

DHCP: *Dynamic Host Configuration Protocol.*

GLBP: *Gateway Load Balancing Protocol.*

HSRP: *Hot Standby Router Protocol.*

IEEE: *Institute of Electrical and Electronics Engineers.*

IP: *Internet Protocol.*

ISO: *International Organization for Standardization.*

ISP: *Internet Service Provider.*

LAN: *Local Area Network.*

MAC: *Media Access Control.*

MbPS: *Megabits Per Second.*

MTBF: *Mean Time Before Failure.*

MTBSO: *Mean Time Between Service Outage.*

MTTR: *Mean Time To Repair.*

MTTSR: *Mean Time To Service Repair.*

OSI: *Open Systems Interconnection.*

QoS: *Quality of Service.*

SNMP: *Simple Network Management Protocol.*

UNA: *Universidad Nacional del Altiplano.*



UPS: *Uninterruptible Power Supply.*

VRRP: *Virtual Router Redundancy Protocol.*

VLAN: *Virtual Local Area Network.*



RESUMEN

El proyecto de investigación presenta como problema el defectuoso servicio de Internet en las oficinas administrativas de Educación Continua de la Universidad Nacional del Altiplano 2019, para ello como objetivo se busca la optimización del servicio de Internet en base a la metodología Top Down, la cual consta de las fases: Identificar objetivos y requerimientos del usuario, Diseño lógico de red, Diseño físico de red, Pruebas y documentación de red; igualmente se utiliza herramientas MikroTik basándonos en el protocolo VRRP y la administración de ancho de banda; el diseño de metodología de investigación fue cuasi-experimental porque nos permite el manejo de las variables dependientes como la disponibilidad y la carencia de gestión de ancho de banda, se consideró una población de 120 trabajadores y la muestra obtenida de 63 trabajadores. Se aplicó la metodología Top Down a la organización, se evaluó el consumo de ancho de banda de los trabajadores, se diseñó la red lógica de las oficinas administrativas y se optimizó la red diseñada configurando la disponibilidad y ancho de banda. Finalmente se obtuvo los resultados de disminución de cortes de servicio de 13 horas y 14 minutos a 44 minutos, aumentando la disponibilidad en un 99.94%, del mismo modo se realizó la gestión de ancho de banda aumentando el uso de esta a 97.71% que representa 469.0 Mbps de 480 Mbps totales demostrando que se logró la optimización del servicio de Internet, cumpliendo con los objetivos de investigación.

Palabras clave: Metodología Top Down, Optimización, MikroTik, Alta Disponibilidad, Gestión de Ancho de Banda.



ABSTRACT

The research project presents as a problem the faulty Internet service in the Continuing Education administrative offices of the National University of the Altiplano 2019, for this purpose the optimization of the Internet service is sought based on the Top Down methodology, which consists of of the phases: Identify objectives and needs of the user, Logical design of red, Physical design of red, Testing and documentation of red; MikroTik tools are also used based on the VRRP protocol and bandwidth management; the design of the research methodology was quasi-experimental because it allows us to manage dependent variables such as availability and lack of bandwidth management, a population of 120 workers was considered and the sample obtained was 63 workers. The methodology was applied from top to bottom to the organization, the bandwidth consumption of the workers was evaluated, the logical network of the administrative offices was designed and the designed network was optimized by configuring the availability and bandwidth. Finally, the results of a reduction in service outages from 13 hours and 14 minutes to 44 minutes were obtained, increasing availability by 99.94%, in the same way the bandwidth management was carried out, increasing the use of this to 97.71% which represents 469.0 Mbps of 480 Mbps total demonstrating that the optimization of the Internet service was achieved, fulfilling the research objectives.

Keywords: Top Down Methodology, Optimization, MikroTik, High Availability, Bandwidth Management.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El mundo actual coexiste debido a que la tecnología hizo necesario que las redes de comunicaciones en las organizaciones sean vitales para realizar trabajos, comunicarse y enviar y recibir datos, que son el bien máspreciado en nuestros tiempos, mientras el tiempo pasa estas redes requieren métodos y procesos que soporten todo este trabajo sin dejar de funcionar.

Existen muchos problemas relacionados a las redes que pueden ser perjudiciales para todos los involucrados, ya que un ligero cambio en esta red compuesta de ceros y unos puede cambiar significativamente un dato y así devenir en problemas e inconsistencias; del mismo modo, el brindar un buen servicio a la red contribuye a que no existan problemas como latencia o mala gestión del ancho de banda para cada trabajador.

La investigación busca mejorar los problemas que existen en las oficinas administrativas de Educación Continua de la Universidad Nacional del Altiplano, al aplicar la Metodología Top Down, utilizando dispositivos y herramientas de MikroTik, del mismo modo, diseñar una nueva topología de red, disponibilidad y gestionar el ancho de banda; ya que, estos son algunos de los problemas que aquejan a los trabajadores y causan demora en el envío y recepción de información, incluso generándose cortes repentinos en el servicio de Internet. El proyecto se divide de la siguiente manera:



En el capítulo I se habla del planteamiento del problema el cual desarrolla el análisis de lo que acontece en las oficinas administrativas de la UNA, así como, la formulación, justificación, objetivos y limitaciones de la investigación.

En el capítulo II se desarrolla el marco teórico de la investigación que se centra en la metodología Top Down, uso de las herramientas MikroTik, disponibilidad y Gestión de Ancho de Banda; todo esto bajo la base bibliográfica que fundamente la investigación, del mismo modo la operacionalización de variables;

En el capítulo III se describe los materiales y métodos usados en la investigación, para ello se analizó el enfoque y diseño de investigación e hipótesis de investigación; se menciona las técnicas e instrumentos de investigación utilizados.

En el capítulo IV se explican los resultados y discusión de la investigación, en la cual se realiza el desarrollo de investigación en base a los objetivos propuestos, se analiza las variables de investigación y su efecto en el servicio; igualmente, se incluyen los cuadros descriptivos, la prueba de hipótesis y la discusión de investigación.

El final de la investigación realiza las conclusiones y recomienda posibles acotaciones que pueden mejorar este trabajo y las repercusiones de este; de misma forma, se menciona las referencias bibliográficas y los anexos de investigación.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La red del edificio presenta como problema general un deficiente servicio de Internet, aquejando a los trabajadores, se observa que no existe una correcta



administración en el servicio de Internet que recibe cada sector administrativo, siendo este perjudicial para otros sectores que ven primordial el uso de Internet para el envío de información, así como otros que no lo necesitan demasiado.

Los cortes de servicio con valores que superan días en todo el año, sufren de interrupción de servicio simultáneamente, los cuales varían de 02 minutos a 24 horas, causando una baja disponibilidad de 99.16%, siendo esta crítica para la organización.

El ancho de banda que actualmente no se encuentra gestionado para las oficinas, que tiene un uso del 93.68% representando 449.7 de 480 Mbps, siendo una gran pérdida de ancho de banda, causa lentitud en la mayoría de sectores porque no existe una distribución en base a la cantidad de trabajadores de cada oficina.

Las consecuencias de estos problemas provocan en la red, ineficiencia, pérdida de tiempo y datos, esto limita a los trabajadores, debido a que no pueden realizar sus trabajos excediendo un tiempo establecido que genera gastos extra en el presupuesto.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La metodología Top Down optimizará el servicio de internet en Educación Continua de la UNA-2019?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Los equipos de red son el talón de Aquiles de la organización, porque sin ellos toda labor está perdida, la metodología Top Down evalúa el problema general y en base a sus



fases, se segmenta en problemas específicos, una de las fases describe la optimización de la red, la cual incluye la selección de herramientas y tecnologías a utilizar en bien de la organización.

Al utilizar esta metodología, logramos tener acercamiento con los usuarios, conociendo sus problemas y sugerencias, en base a ellos se realizan los requerimientos técnicos que son realmente útiles para realizar su trabajo sin presentar problemas y de acuerdo a necesidades.

Considerando que una organización que utiliza una red de computadoras necesita mantenerse conectada, si no es el tiempo completo, según las recomendaciones, deben tener una disponibilidad de 99.999% del tiempo de trabajo en un año, de este modo al realizar esta investigación se obtiene un método de reducir los tiempos de interrupción y conseguir valores mínimos en bien de los trabajadores.

El ancho de banda que es recibido por los usuarios de la red, suele ser tan bajo que en momentos no permite un trabajo eficiente, por este motivo, la importancia de realizar una correcta administración de ancho de banda, conociendo la cantidad de usuarios a quienes va dirigida, permite una distribución idónea.

De este modo la investigación propone opciones de solución viables a problemas significantes, que no requieren gastos sobrevaluados y resultan eficaces, por ende, pueden ser aplicados para enmendar e inclusive prevenir este tipo de inconvenientes.



1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Optimizar el servicio de internet en Educación Continua de la UNA mediante la metodología Top-Down.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Aplicar la metodología Top Down a la organización.
- Evaluar el consumo de ancho de banda de los trabajadores.
- Diseñar la red lógica de las oficinas administrativas.
- Optimizar la red diseñada configurando la disponibilidad y ancho de banda.

1.5. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN

Se buscó aumentar la disponibilidad de las oficinas administrativas, así como, mejorar el ancho de banda para cada oficina; de tal manera que la red no sea lenta, no sufran de cortes de servicio constante y realicen su trabajo de manera eficaz en base a las mejoras propuestas en la investigación.

La investigación realizada en las oficinas administrativas de Educación Continua de la UNA-Puno, comprende todos los problemas que se encuentran solo en la red existente, los cuales no abarcan problemas externos que pudiesen ocurrir.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se describirán trabajos de investigación previos que tratan sobre problemas referidos al nuestro, como por ejemplo la optimización del servicio de internet, el uso de MikroTik y la calidad del servicio; para esto se catalogarán en investigaciones internacionales y nacionales.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Lozano (2017) realizó el *“Diseño e implementación de una red de alta disponibilidad para la sede crítica en Adecco Colombia”*, el objetivo general fue: Diseñar e implementar una mejora en la infraestructura de la red de datos tanto física como lógica de Adecco para la sede de la calle 73, mediante la instalación de nuevos dispositivos de red para asegurar el performance y transferencia de datos. El problema de la investigación fue: La sede no tiene una topología e infraestructura que posee la capacidad para soportar el ingreso diario de miles de transacciones por día, acompañado de un número de importantes ingresos de nuevas personas diarias a nuestro sistema conectándose simultáneamente a la red de datos. Y sus conclusiones fueron: Las pruebas desempeñadas en el último capítulo sirvieron para observar de una forma más descriptiva como la configuración de mejora considerablemente los recursos de canal, dejando una base para una futura implementación de aplicaciones digitales basadas en IP como por ejemplo IPTV.



Rodriguez (2017) realizó el “*Análisis para el mejoramiento del tráfico de la red inalámbrica de la facultad de ciencias informáticas de la Universidad Técnica de Manabí*”, su objetivo general fue: Analizar y mejorar el tráfico de la red inalámbrica de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Técnica de Manabí. El problema fue: Debido al avance tecnológico y alta concurrencia que generó la implementación de redes inalámbricas para cada facultad, no todas ofrecen un buen servicio, tales como carecer de buena cobertura, lentitud en transmisión de datos y caídas constantes del servicio. La metodología realizada se basó en el análisis de los resultados a través de técnicas de observación y entrevistas. Y sus conclusiones fueron: la comunicación entre las edificaciones del campus central de la Universidad es deficiente porque el equipo de distribución principal del centro de datos trabaja a una velocidad base de 10/100, lo que provoca lentitud en la transmisión de datos. Además, los dispositivos de distribución intermedios implementados en las dependencias de la UTM presentan inconvenientes en su funcionamiento, pues tienen más de ocho años trabajando, por lo tanto, cumplieron su tiempo de vida útil.

Segobia (2016) realizó el “*Diseño que permite la administración de redes para el control de equipos y acceso al internet de la unidad educativa Ventanas*”, su objetivo general fue: Diseñar un modelo de administración de redes para el control de equipos y acceso al internet de la Unidad Educativa “Ventanas”. El problema encontrado fue: La red LAN y la red de internet al interior de la unidad objeto de investigación se encuentra poco optimizada, desperdiciando este recurso en segmentos que no necesitan de la totalidad del servicio como son los estudiantes y usuarios externos. La metodología utilizada fue Diagnóstica-descriptiva y sus conclusiones fueron: Se logró un diseño que permita la administración de la red que se hace a través de la interfaz gráfica del servidor



proxy, para el control de equipos y acceso a internet de la Unidad Educativa “Ventanas”, de manera que se pueda aprovechar adecuadamente el ancho de banda y el acceso a internet en dicha institución.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Poma (2017) realizó el *“Rediseño de redes mediante la metodología Top Down Network Design para la mejora de la red de datos de los equipos de TIC en la DIRESA Junín”*, el objetivo general fue: Implementar el rediseño de redes de datos mediante la metodología Top Down Network Design para descongestionar el tráfico de datos mejorando la conectividad de los equipos de TICs en la DIRESA Junín. El problema fue: Los usuarios de la red mencionan que la navegación por internet es lenta en horas punta de ocho a diez de la mañana ocasionando retrasos a los trabajadores y público en general. La metodología utilizada fue: nivel explicativo y diseño experimental, además de la metodología Top Down y sus conclusiones fueron: La implementación del rediseño de redes mediante la metodología Top Down para la mejora de la red de datos de los equipos de TIC incidió positivamente en la DIRESA Junín. El análisis de los requerimientos basada en las necesidades detectadas indican el proceso del buen uso de las tecnologías de la información con proyección a futuras implementaciones.

Farah (2016) realizó el *“Modelo de implementación de redes virtuales VLAN y priorización del ancho de banda para la red de área local del Proyecto Especial Lago Titicaca-sede central Puno-2016”*, su objetivo general fue: Diseñar un modelo de implementación de redes virtuales VLAN y priorización del ancho de banda para mejorar el rendimiento de la red de área local del Proyecto Especial Lago Titicaca-sede central Puno, el problema encontrado fue: La red del Proyecto Especial Lago Titicaca presenta



problemas como latencia, fallas de conexión, ausencia de mecanismos de control del uso del ancho de banda y pérdida de información. La metodología utilizada fue: Descriptiva-no experimental y también la metodología Top-Down de diseño de redes, y sus conclusiones fueron: Se diseñó un modelo jerárquico que proyecta mejorar el rendimiento de red, mediante la implementación de políticas de seguridad, mecanismos y configuración de equipos que dan como resultado una red escalable, disponible y segura. El rendimiento de la red se ve reducido a más del 10% debido a la incorrecta configuración de equipos, no existe una administración eficiente de interfaces de red, direccionamiento IP y ancho de banda contratado.

Chuquicondor (2017) realizó la *“Propuesta metodológica para la gestión y administración del ancho de banda de comunicaciones en el campus de la Universidad Nacional de Piura-2016”*, su objetivo general fue: Proponer un modelo de gestión y administración del ancho de banda en la Universidad Nacional de Piura 2016. El problema fue: Los inconvenientes que presenta la comunicación de datos que afecta a los usuarios de la universidad, ya sea para enviar, recibir o descargar información. La metodología utilizada fue: Cuantitativa-experimental y sus conclusiones fueron: Según los resultados obtenidos, se concluye que resulta beneficioso para mejorar la conectividad dentro del campus universitario, el mismo que permitirá ingresar y trabajar más rápido en los diferentes sistemas que maneja la universidad, así como, la navegación por internet y además que los usuarios puedan realizar todos sus trámites sin ningún inconveniente.

Cordova (2016) realizó la *“Implementación de protocolos de comunicación para mejorar la disponibilidad de una red informática”*, su objetivo general fue: Implementar protocolos de comunicación para mejorar la disponibilidad de una red informática. El



problema de investigación fue: En un sistema informático actual existen muchos componentes necesarios para que este funcione, cuanto más componentes, más probabilidad tenemos de que algo falle. Estos problemas pueden ocurrir en el propio servidor, fallos de discos, fuentes de alimentación, tarjetas de red, etc. Y en la infraestructura necesaria para que el servidor se pueda utilizar componentes de red, acceso a internet y sistemas eléctricos. La metodología utilizada fue: la metodología CISCO, y sus conclusiones fueron: Los protocolos HSRP y VRRP presentan tiempos de reposición de mas de 10000 milisegundos y una pérdida de paquetes de 9% y 6% respectivamente, pero, el protocolo GLBP obtuvo una reposición de 1 milisegundo y 0% de pérdida de paquetes, siendo el más eficiente mejorando la disponibilidad de la red informática.

Morán (2020) realizó la *“Implementación de un sistema de alta disponibilidad de un enlace VPN para una entidad financiera”*, su objetivo general fue: Implementar un sistema de alta disponibilidad de un enlace VPN para que permita siempre operar el tráfico de datos, voz y banca telefónica para el grupo financiero. El problema fue: En repetidas ocasiones se presenta corte de red de comunicaciones en cualquier ubicación donde se encuentra operando una agencia a nivel nacional, ocasionando la deficiencia en el funcionamiento de la entidad financiera en las áreas de atención al público, créditos y préstamos. La metodología utilizada fue PPDIOO la cual consta de seis fases: Preparar, Planear, Diseñar, Implementar, Operar y Optimizar y sus conclusiones fueron: Se logró reducir las incidencias de cortes de red de comunicaciones, se logró mantener estables las operaciones de la entidad financiera. Se logró reducir las incidencias de lentitud abrupta de las operaciones en las sedes remotas ya que gracias a la herramienta de monitoreo, les permite en tiempo real mostrar alarmas de lentitud.



Torres (2016) realizó el “*Diseño de una red privada virtual para la optimización de las comunicaciones en la empresa Comunicaciones e Informática SAC*”, su objetivo general fue: Determinar la influencia del diseño de una Red Privada Virtual en la optimización de las comunicaciones para la empresa Comunicaciones e Informática SAC. El problema de investigación fue: Métodos empíricos y con tecnología desactualizada hacían que los productos y servicios que ofrecía Comunicaciones e Informática se desarrollen de manera lenta e ineficiente con esto la productividad y la eficiencia se vió afectada por la lentitud en sus procesos de negocio. Por lo tanto, la empresa se encontró con la necesidad de contar con una Red Privada Virtual, previo diseño, que le permitió tener la disponibilidad de información de primera mano, es decir en tiempo real. A causa de esta falta de diseño, no existía comunicación entre sus redes. La metodología que utilizo fue la metodología CISCO. Y sus conclusiones fueron: El protocolo BGP presentó muchas opciones para forzar medidas administrativas de rutas, lo que garantizó una tabla de enrutamiento eficiente. El protocolo HSRP provee alta disponibilidad a nivel de Default Gateway en la red LAN de la sede principal; además de segmentar la carga en los Routers administrando números de grupos y utilizando solo una dirección IP virtual. La gestión de tráfico para afrontar momentos de congestión provee una solución a los cuellos de botella en la salida de tráfico y a la fácil solución de aumentar el ancho de banda.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Metodología Top Down

El diseño Top Down es una metodología de diseño de redes que empieza en las capas superiores del modelo de referencia OSI antes de avanzar hacia las capas inferiores. La metodología Top Down se enfoca en aplicaciones, sesiones y transporte de datos antes



de la selección de enrutadores, conmutadores y media que opera en las capas inferiores. El diseño de redes Top Down incluye la exploración organizacional y estructura de grupos para encontrar personas para quienes la red proveerá servicios y de quienes el diseñador deberá obtener información para lograr el diseño. (Oppenheimer, 2011, p.4).

Del mismo modo el autor (Saavedra, 2015) menciona que “es el resolver un problema, diseñar una red o programar algo en base a la modularización, encapsulación o segmentación empezando de arriba hacia abajo. Estos módulos deben tener jerarquía y deben integrarse entre sí.”

La metodología Top Down permitirá, en base a cada fase, determinar si la red evaluada es óptima, la evaluación de ancho de banda de cada oficina y los demás problemas que se detallarán para su posterior evaluación y determinar si debe ser optimizada; lo que permite segmentar el problema general, sobre el servicio de Internet y su modularización en sub problemas.

En nuestra opinión, la metodología Top Down resulta bastante beneficiosa para aprendices porque permite partir de un problema general e ir bajando cada vez más, encontrando problemas más pequeños que pueden ser resueltos fácilmente y de esta forma resolver el todo.

2.2.1.1. Identificar Objetivos y Requerimientos del Cliente

2.2.1.1.1. Análisis de Objetivos y Limitaciones del Negocio

Este capítulo sirve como introducción al resto del libro al describir el diseño de redes de arriba hacia abajo. La primera sección explica cómo utilizar un proceso



sistemático de arriba hacia abajo al diseñar redes de computadoras para sus clientes. Dependiendo de su trabajo, sus clientes pueden consistir en otros departamentos dentro de su empresa, aquellos a quienes intenta vender productos o clientes de su negocio de consultoría.

Después de describir la metodología, este capítulo se centra en el primer paso en el diseño de redes de arriba hacia abajo: analizar los objetivos comerciales de su cliente. Los objetivos comerciales incluyen la capacidad de ejecutar aplicaciones de red para cumplir con los objetivos comerciales corporativos y la necesidad de trabajo dentro de las limitaciones del negocio, como presupuestos, personal de redes limitado y plazos ajustados. (Oppenheimer, 2011, p.3)

Este apartado habla sobre los trabajadores administrativos, los cuales cada uno que tiene un computador para trabajar, servirá como parte de la evaluación basándonos en una encuesta hacia ellos sobre la calidad de la red, lo que nos permita determinar qué sectores de la organización tienen falencias y problemas graves por solucionar o mejorar que representan el objetivo principal de la investigación.

Los objetivos y limitaciones incluyen el análisis de objetivos y determinación de la necesidad del cliente, es importante analizar cualquier restricción comercial que afectará su diseño de red.

Por nuestra parte, conocer los problemas que nos dan los trabajadores representa un punto importante, ya que sin ellos podríamos suponer que todo está bien y el objetivo de optimizar la red sería un gasto innecesario, pero conociendo los problemas por los



usuarios afectados, son considerados como datos importantes que ayudaran a la investigación.

2.2.1.1.2. Análisis de Objetivos y Limitaciones Técnicas

Este capítulo proporciona técnicas para analizar los objetivos técnicos de un cliente para un nuevo diseño de red o actualización de red. El análisis de los objetivos técnicos de su cliente puede ayudarlo a recomendar con confianza tecnologías que cumplirán con las expectativas de su cliente.

Los objetivos técnicos típicos incluyen escalabilidad, disponibilidad, rendimiento de la red, seguridad, capacidad de administración, usabilidad, adaptabilidad y asequibilidad. Por supuesto, existen compensaciones asociadas con estos objetivos. Por ejemplo, cumplir con requisitos estrictos de rendimiento, puede dificultar el cumplimiento de un objetivo de asequibilidad (Oppenheimer, 2011, p.25).

Basándose en lo que significa la red y sus dispositivos tecnológicos, en esta sección podemos definir los problemas técnicos de la red, la cual carece de buen rendimiento, una disponibilidad que no va de acuerdo con el normal, no existe gestión alguna del ancho de banda por parte del administrador de red.

Conociendo las metas técnicas de los clientes podremos recomendar nuevas tecnologías que al implementarlas cumplan con sus expectativas.

Consideramos que, una previa evaluación a los usuarios fue básica, una evaluación a la red es vital, porque si antes solo recibíamos respuestas ambiguas por parte de los



usuarios, en esta sección podemos entender completamente el significado y causas del problema.

2.2.1.1.3. Análisis de la Red Existente

Conocer la ubicación de los principales hosts, dispositivos de interconexión y segmentos de red es una buena manera de comenzar a desarrollar una comprensión del flujo de tráfico. Junto con los datos sobre las características de rendimiento de los segmentos de la red, la información de ubicación le brinda información sobre dónde se concentran los usuarios y el nivel de tráfico que debe soportar un diseño de red (Oppenheimer, 2011, p.60).

Esta fase se relaciona con la evaluación a la red y a sus equipos, encontrando que existen varios dispositivos (Switches), los cuales no son utilizados, del mismo modo no existe un orden sobre los Switches y las oficinas, otros que al encontrarse completamente ocupados varios usuarios no disponen de un punto de red por más que existan puertos disponibles; la red presentaba un diseño plano donde si un dispositivo fallaba se podía ver perjudicado todo un sector, por lo que se ve necesario mejorar el diseño de red y los dispositivos para evitar estos problemas.

Esto se basa en una ejecución de un mapa de la red existente y en la evaluación de esta, para determinar problemas físicos y lógicos.

Según nuestra observación, una red bien diseñada representa el esqueleto de toda organización, ya que sin ella todo se vendría abajo; al observar la red y los dispositivos



que la conforman, se determinó que necesitamos mejorarla porque puede representar un riesgo que puede resultar costoso si llega a suceder.

2.2.1.1.4. Evaluación del Ancho de Banda

Este capítulo describe técnicas para caracterizar el flujo de tráfico, el volumen de tráfico y el comportamiento del protocolo. Las técnicas incluyen reconocer fuentes de tráfico y almacenes de datos, documentar el uso de aplicaciones y protocolos y evaluar el tráfico de red causado por protocolos comunes (Oppenheimer, 2011, p.87).

Esta sección describe el flujo de tráfico de la red actual, estas técnicas incluyen el reconocimiento de tráfico fuente y almacenaje de datos y el comportamiento de protocolo.

En este apartado evaluamos el ancho de banda en cada oficina, de manera que, basándonos en los resultados de la encuesta determinaremos si este es el verdadero problema que presentan los trabajadores, para ello se tomará registro del ancho de banda recibido durante tres días, el cual se considera parte de los instrumentos de investigación y promediarlo para generar un total por cada oficina.

Podemos afirmar que, al registrar el ancho de banda y contrastar los resultados con las encuestas de investigación, confirmaríamos que necesitamos optimizar también el ancho de banda de cada oficina, esto determinaría el porqué de la lentitud del servicio para los sectores, por ende, otro problema encontrado en la red.



2.2.1.2. Diseño Lógico de Red

El diseño de una topología de red es el primer paso en la fase de diseño lógico de la metodología Top Down, este se concentra en la topología jerárquica, que es una técnica de diseño escalable y modelo modular por capas. Esta sección también cubre diseño de redes redundantes (Oppenheimer, 2011, p.119).

Se desarrolla un nuevo diseño que permite simplificar la red y a su vez mejorarla, minimizando dispositivos, a su vez costos y de modo que la red existente ya no será plana, tendremos una interconexión de dispositivos que permita solucionar problemas ante fallas físicas en la red para esto se considera la topología jerárquica que podría considerarse mixta con estrella.

El diseño de una topología de red es el primer paso en la fase de diseño lógico de la metodología Top Down, este se concentra en la topología jerárquica, que es una técnica de diseño escalable y modelo modular por capas.

A nuestro parecer, la evaluación de red previa permite identificar un problema considerado de suma importancia, porque si un dispositivo en la red falla, como ya se mencionó anteriormente, supone horas para recuperación del trabajo perdido.

2.2.1.3. Diseño Físico de Red

Selección de tecnologías de red y protocolos de enrutamiento. Esta fase selecciona las tecnologías y dispositivos que se utilizaran para la nueva red. Del mismo modo, seleccionar correctamente los protocolos de conmutación y enrutamiento para el diseño



de red, ubicación de equipos, se toma en cuenta el tendido de cables físico, protocolos de enlace de datos y dispositivos de funcionamiento entre redes (Oppenheimer, 2011, p.283).

Esta fase representa la importancia de la metodología porque habiendo desarrollado varias evaluaciones se determina que dispositivos utilizar, los cuales serán los dispositivos de la empresa MikroTik, porque debido a su alta configuración, calidad y bajo costo nos permitirá optimizar el servicio de internet en base a dos problemas básicos encontrados los cuales son la disponibilidad de la red y la administración de ancho de banda, para ello se aplica el protocolo VRRP el cual permitirá reducir los cortes de servicio, aumentando así la disponibilidad de la red, del mismo modo se realizará una correcta gestión del ancho de banda para cada oficina.

Esta fase selecciona las tecnologías y dispositivos que se utilizaran para la nueva red. Del mismo modo, dispositivos de funcionamiento entre redes.

En nuestra opinión buscamos reemplazar los dispositivos actuales porque demanda gastos, que anteriormente mencionados como el desuso de varios Switches representa un gasto para la universidad, ya sea para el mantenimiento o reparación de ser el caso; pero, observando equipos más baratos que sean igual de buenos puede suponer un cambio razonable y accesible.

2.2.1.4. Pruebas y Documentación

Se culmina el proceso de la metodología realizando la implementación de la red, así se puede verificar que las soluciones que se desarrollaron proporcionarán el rendimiento y QoS que se espera. Las pruebas en la red se realizan para predecir el



rendimiento de los componentes de la red, así como también el resultado de QoS que el diseño proporcionará. Para la documentación se debería incluir un dibujo de topología de red y una lista de los dispositivos requeridos (Oppenheimer, 2011, p.353).

Este apartado es donde se realiza la simulación de red y se resuelven los problemas encontrados anteriormente, por lo tanto, se optimiza la red de la organización, basándonos en pruebas se determinará la mejora según los resultados obtenidos.

Se culmina el proceso de la metodología realizando la implementación de la red. Las pruebas en la red se realizan para predecir el rendimiento de los componentes de la red, así como también el resultado de QoS que el diseño proporcionará.

En la lista de dispositivos se debe incluir Hubs, repetidores, conmutadores, enrutadores, estaciones de trabajo, servidores, cables de red, debe también incluir las versiones tanto de hardware como software de todos los dispositivos utilizados.

Finalmente, podemos agregar que, la utilización de la metodología Top Down siendo utilizada como variable para poder mejorar el servicio de Internet en la organización, resulta favorable, porque, evaluaremos la eficacia de la metodología con respecto a los problemas solucionados.

2.2.2. Servicio de Internet

Internet se podría definir como una red global de redes de ordenadores cuya finalidad es permitir el intercambio libre de información entre todos sus usuarios. Pero sería un error considerar Internet únicamente como una red de computadoras. Podemos



considerar las computadoras simplemente como el medio que transporta la información. En este caso Internet sería una gran fuente de información (Universitat Jaume I, 1999).

2.2.2.1. Red LAN

“Una Red de área local es un sistema que permite la interconexión de ordenadores que están próximos físicamente. Entendemos por próximo todo lo que no sea cruzar una vía pública: una habitación, un edificio, un campus universitario, etc.” (Barceló, Iñigo, Martí, Peig, & Perramon, 2004, p.30).

Se usan para conectar computadoras personales o estaciones de trabajo, con objeto de compartir recursos e intercambiar información. Están restringidas en tamaño, lo cual significa que el tiempo de transmisión en el peor de los casos, se conoce, lo que permite cierto tipo de diseños (deterministas) que de otro modo podrían resultar ineficientes. Además, simplifica la administración de la red (Reina & Ruiz, 2006, p.6).

La organización se encuentra basada en esta red, los usuarios reciben el servicio en esta red sobre la que vamos a trabajar y determinar a qué nivel modificarla, si necesita un rediseño completo o simple.

2.2.2.1.1. Topología Jerárquica

El autor (Dordoigne, 2015, p.145) menciona que “en la estructura en árbol, los equipos se conectan de manera jerárquica entre ellos, por medio de hubs en cascada (stackable hubs). Esta conexión debe ser cruzada.”



Se utilizará esta topología porque la metodología Top Down trabaja generalmente con este tipo de topología, porque tiene una técnica de diseño escalable esto quiere decir que puede crecer con relación a los usuarios, de la misma forma posee un modelo por capas.

A nuestro parecer, una topología que interconecte todos los dispositivos en base a esta estructura, organiza mejor el diseño de la red y permite volverla más eficiente.

2.2.2.1.1.1. EVE-NG

La aplicación es la última versión (evolución) de la plataforma UnetLab. La nueva plataforma Eve-NG, desarrollada por Andrea Dainese, tiene dos versiones: la Profesional, que se paga anualmente, cuenta con atención al cliente y un abanico de funcionalidades y la versión Community, que es una versión dirigida a estudiantes y desarrolladores, con una parte reducida de las mejoras existentes en la versión Profesional... con Eve-NG, basta con instalar la aplicación que viene en un CD o image.iso, que se puede instalar en una máquina con potencia de cálculo razonable, al que se accede a través de un navegador, es decir, un navegador web, como Mozilla Firefox o Google Chrome, este acceso se origina en cualquier otra máquina, por lo que puede ser utilizado por máquinas con menor potencia informática (Oliveira, 2020, p.6).

La simulación se realizará a la red diseñada con anterioridad en la metodología, la cual será modelada y puesta en marcha con las herramientas MikroTik para su posterior configuración y la solución de los problemas encontrados, para determinar la mejora del servicio de internet.



En nuestra opinión, el simulador EVE-NG resulta ser una buena opción para el diseño y prueba de redes porque al poder “añadir” equipos de red para probarlos y configurarlos de cualquier forma resulta incluso valioso para estudiantes y profesionales.

2.2.2.2. Alta Disponibilidad

La disponibilidad de estado estable es la métrica de disponibilidad más comúnmente citada para la mayoría de los sistemas informáticos. La disponibilidad a menudo se mide por el índice de tiempo de actividad, que es una aproximación cercana al valor de disponibilidad de estado estable y representa el porcentaje de tiempo que un sistema informático está disponible a lo largo de su vida útil (Vargas, 2000, p7).

Se determinará la disponibilidad de la red en base al registro de incidencias de corte de servicio por motivos de problemas en la red, de modo que se llevará un registro de estos datos de los usuarios y así, determinar si este problema es grave o no, debemos asegurarnos que exista una disponibilidad del 99.99%, siendo este valor el mejor para determinar si la red es completamente óptima o si necesita mejoras.

En nuestro parecer, conocer la disponibilidad de la red puede determinar si la red no tiene tantos problemas con el corte de servicio y que métodos se utilizan para solucionar los problemas lo más antes posible.

2.2.2.2.1. MTBF

MTBF es un término que proviene de la industria de las computadoras y es más adecuado para especificar cuánto tiempo durará una computadora o un componente de la



computadora antes de que falle. Al especificar los requisitos de disponibilidad en el campo de las redes, MTBF a veces se designa con la frase más engorrosa de *Mean Time Between Service Outage* (MTBSO)... La red no debería fallar más de una vez cada 4000 horas o 166,67 días (Oppenheimer, 2011, p.31).

Se realizará el cálculo del tiempo promedio entre fallas de la organización para determinar si la red supera o no los valores permitidos, según el resultado se determinará la solución del problema en base a protocolos; cabe destacar que se considerará las fallas en equipos de red.

Según nuestra opinión, considerar el tiempo en el que debería fallar la red, deba ser de minutos en todo el año y no exceder estos valores nos dice que clase de red posee una organización que maneja datos cada día y si estos valores son días o semanas, hablamos de un problema de gravedad.

2.2.2.2.2. MTTR

El autor (Oppenheimer, 2011, p.32) indica que “MTTR se puede reemplazar con la frase *Mean Time To Service Repair* (MTTSR)... El objetivo típico de MTTR es de 1 hora. En otras palabras, la falla de la red debe solucionarse en 1 hora.”

En esta sección también se llevará un registro del tiempo al que le toma a los administradores, solucionar estos problemas, según las bases teóricas, estos no deben exceder la hora, si no resulta de esta forma además del tiempo de fallas, se enfrenta un problema que afecta en demasía a nuestra variable, el servicio de Internet.



En nuestra opinión, consideramos que una hora para reparar algún error de red, parece mucho tiempo, sabemos que los problemas se presentan en diferentes dificultades, pero debería existir algún protocolo de prevención, para que así sean solucionados a la brevedad posible.

2.2.2.3. MikroTik

Según (MikroTik, s.f.) explica en su página “MikroTik es una empresa letona fundada en 1996 para desarrollar enrutadores y sistemas ISP inalámbricos. MikroTik ahora proporciona hardware y software para la conectividad a Internet en la mayoría de los países del mundo.”

Al utilizar los equipos MikroTik, así como, su Sistema Operativo, podremos realizar las pruebas y configuraciones en la simulación de red, en base a todos los valores obtenidos anteriormente, esto nos permitirá realizar las configuraciones acordes para solucionar los problemas de disponibilidad y ancho de banda.

2.2.2.3.1. RouterOS

En pocas palabras, es un paquete de software de enrutamiento completamente configurable. Este software te permite usar hardware común para realizar aplicaciones de ruteo de gama alta. MikroTik crea este software, así como muchas de las diferentes plataformas de hardware para ejecutar este software. Las plataformas le brindan muchas opciones, incluidas las empresas de ultra-bajo costo y dispositivos domésticos, hasta las funciones de enrutamiento de proveedores y empresas de internet de gran tamaño. (Burgess, 2011, p.14)



Acotando el autor (Anrrango, 2014) explica que MikroTik RouterOS es un software que funciona como sistema operativo para convertir un PC o una placa MikroTik RouterBoard en un Router dedicado. Además, es un software que ofrece gran flexibilidad para su configuración, con amplias posibilidades de actualización y te permite un mantenimiento fácil gracias a que tú eres el administrador principal.

RouterOS, al ser el SO que utiliza MikroTik, que posee demasiadas opciones de configuración, nos permitirá realizar la aplicación del protocolo VRRP para optimizar la disponibilidad de la red, de igual forma, administrar el ancho de banda correctamente.

2.2.2.3.1.1. Protocolo de Redundancia de Enrutador Virtual

VRRP es un protocolo popular para proporcionar redundancia de dispositivos, para conectar enrutadores de puerta de enlace WAN redundantes o conmutadores de acceso al servidor. Permite que un enrutador o conmutador de respaldo se haga cargo automáticamente si el enrutador o conmutador principal (maestro) falla (Allied Telesis, 2008, p.1).

De la misma forma (2017), expone que VRRP es un protocolo de redundancia diseñado para aumentar la disponibilidad de la puerta de enlace (Gateway). El aumento de disponibilidad se consigue mediante la creación de un Router virtual como (puerta de enlace por defecto en lugar de un Router físico). Dos o más Routers físicos se configuran representando al Router virtual, con solo uno de ellos realizando realmente el enrutamiento. (diapositiva 8).



Una copia de seguridad inicia el temporizador de intervalo de anuncios mientras espera el siguiente del maestro, si no recibe el anuncio VRRP del maestro después de que expira el tiempo, se considerará que el maestro falla y comenzará el proceso de elección para elegir un nuevo maestro para reenviar paquetes (Poh & Ramadhan, 2013, p.256).

Esa entidad de enrutador virtual tiene una dirección IP propia. En lugar de enviar tráfico a un enrutador individual, las PC, etc., envían tráfico a la dirección del enrutador virtual (por ejemplo, utilizando la dirección del enrutador virtual como su dirección de puerta de enlace). El enrutador maestro procesa el tráfico que se dirige a la dirección del enrutador virtual y lo reenvía de manera apropiada (Rajamohan, 2014, p.554).

El protocolo de redundancia de enrutador virtual es un protocolo estándar abierto, lo que significa que lo utilizan varios proveedores. En un entorno totalmente de Cisco, HSRP es el más utilizado. Cuando hay muchos enrutadores de varios proveedores, no se puede utilizar HSRP. Los enrutadores Cisco también son compatibles con VRRP, lo que significa que, si desea utilizar un único protocolo de redundancia de puerta de enlace en toda su red, VRRP es la respuesta al requisito... En VRRP, el enrutador activo principal se considera enrutador maestro y el resto se consideran enrutadores de respaldo. La ventaja de usar VRRP es que obtenemos una mayor disponibilidad para la ruta predeterminada sin requerir la configuración de enrutamiento dinámico o protocolos de descubrimiento de enrutadores en cada host final. VRRP crea un identificador de enrutador virtual (Bhagat, 2011, p.68).

Al tener en funcionamiento la simulación de red, realizaremos la configuración del protocolo VRRP, actuando sobre el problema de disponibilidad de red y así optimizarla,



lo que nos permitirá reducir los tiempos de corte de servicio, en caso de que el primer Router falle y el segundo tome su lugar, permitiendo un servicio continuo.

En nuestra opinión, el conocimiento de protocolos que permitan un eficiente desarrollo de red y su aplicación, resulta de gran importancia debido a que, podremos prevenir errores o fallas que aquejen a las organizaciones.

2.2.2.3.1.2. Ancho de Banda

El ancho de banda en las redes de computadoras se refiere a la velocidad de datos admitida por una conexión o interfaz de red. Uno suele expresar el ancho de banda en términos de bits por segundo (bps). El término proviene del campo de la ingeniería eléctrica, donde el ancho de banda representa la distancia o rango total entre las señales más alta y más baja en el canal de comunicación (banda).

El ancho de banda representa la capacidad de la conexión. Cuanto mayor sea la capacidad, es más probable que se produzca un mayor rendimiento, aunque el rendimiento general también depende de otros factores, como la latencia. En general, el ancho de banda de la red es una medida de la tasa de bits de los recursos de comunicación de datos disponibles o consumidos expresada en bits / segundo o sus múltiplos (kilobits / s, megabits / s, etc.) (Mahanta, Ahmed, & Bora, 2013, p.70).

Como se mencionó anteriormente, se realizará una evaluación del ancho de banda de los usuarios que utilicen un computador, esto permitirá determinar que oficinas obtienen valores altos y bajos.



2.2.2.3.1.2.1. Gestión de Ancho de Banda

La gestión del ancho de banda es una preocupación compleja y en evolución para la mayoría, si no todos, los operadores de red de todo el mundo ... Intenta gestionar el ancho de banda asignado a las rutas virtuales. El ancho de banda representa la capacidad de la conexión. Por lo tanto, para tener una utilización efectiva del ancho de banda, se debe imponer una mejor administración del ancho de banda ... el uso de la administración del ancho de banda para asignar ancho de banda a las aplicaciones o usuarios durante las horas pico puede prevenir la congestión del tráfico en la red. Cuando se compra y se controla el ancho de banda, los datos y las comunicaciones se transfieren fácilmente (Paredes & Hernandez, 2018, p.20).

Según Paessler (s.f.) el ancho de banda se mide como la cantidad de datos que se pueden transferir entre dos puntos de una red en un tiempo específico. Normalmente, el ancho de banda se mide en bits por segundo (bps) y se expresa como una tasa de bits. Del mismo modo, para implementar una gestión adecuada del ancho de banda o controles de calidad de servicio (QoS), primero se debe entender qué ancho de banda se utiliza. Una vez hecho esto, la medición continua garantizará que todos los usuarios obtengan el ancho de banda necesario.

Los Proveedores de Servicio de Internet (ISP) se dieron cuenta que el ancho de banda es la parte más importante de una red. Un limitador de ancho de banda es indispensable para la creación de un acceso rápido y flexible de conexión a Internet, que es estable de acuerdo a las necesidades de cada sector que lo necesita (Lesmana, Sari, & Utama, 2016, p.218).



Encontrándonos en el SO en la simulación de red podremos realizar la gestión del ancho de banda dándole valores a cada oficina en base a los resultados de encuestas y evaluación realizadas; considerando que la red se hace cada vez más lenta para cada oficina si es que recibe valores de ancho de banda irrisorios.

Nos parece que una buena forma de impedir que exista una congestión, es administrar el ancho de banda para oficinas y no solo ellas, sino también hogares, de esta forma cada usuario de la red puede disponer de un valor en base a sus necesidades y no usarlo para motivos que no son para su trabajo.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Ancho de banda, se refiere a la capacidad máxima y la cantidad de datos que se pueden enviar y/o recibir a través de una red.

Calidad de Servicio, es la capacidad de un elemento de red de asegurar que su tráfico y los requisitos del servicio previamente establecidos puedan ser satisfechos.

EVE-NG, es un entorno de emulación virtual basado en Linux para la creación y simulación de redes el cual utiliza para ello imágenes de diferentes dispositivos.

Fail Over, es un método de funcionamiento de respaldo en el que las funciones de un componente del sistema son asumidas por componentes del sistema secundario cuando el principal falla.



Firewall, es un sistema de seguridad para bloquear accesos no autorizados a un ordenador mientras sigue permitiendo la comunicación de este con otros servicios.

LAN, son un grupo de computadoras y dispositivos relacionados que comparten una línea de comunicación común o un enlace inalámbrico con un servidor.

MikroTik RouterOS, está basado en el kernel de Linux, se caracteriza por tener su propio SO de fácil configuración y puede ser instalado en una computadora y convertirla en un Router.

Modelo OSI, es un modelo conceptual que permite que diversos sistemas de comunicación se comuniquen entre si usando protocolos estándar.

MTBF, representa el promedio del tiempo entre averías en un mismo equipo, cuanto más elevado sea su valor, más fiable es su funcionamiento.

MTTR, representa el tiempo promedio en el cual el equipo tarda en repararse, cabe indicar que se busca que su valor sea menor posible.

Router, se utiliza para elegir la ruta más corta para que un paquete llegue a su destino.

Switch, n Switch almacena un paquete recibido, lo procesa para determinar su dirección de destino y lo reenvía a un destino específico.



Scripts, es un conjunto de líneas de código que se encargan de dar órdenes a determinado programa.

SNMP, protocolo orientado a datagramas que monitoriza los dispositivos de red que se comunican con el dispositivo central.

Topología Jerárquica, es una red en la cual la configuración obedece un conjunto de reglas específicas.

VRRP, es un protocolo que permite definir dos o más Routers o Switches en nuestra red en modo redundante, uno funcionando y otro en reserva por si necesita ser relevado.

WinBox, es una pequeña utilidad que permite la administración de MikroTik RouterOS usando una interfaz de usuario fácil y simple.

2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis General

La Metodología Top Down optimizará el servicio de internet en Educación Continua de la Universidad Nacional del Altiplano 2019.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla N° 1: Operacionalización de variables

Variable	Concepto	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Disponibilidad	Tiempo en el que un sistema se encuentra en estado operable para realizar su función de manera continua.	Será medido en base a la supervisión de sucesos en los que ocurren interrupciones del servicio de internet específicamente, ocurridos a cada usuario.	Tiempo	Interrupción de Servicio	Minutos
	Medida de datos y recursos de comunicación disponible o consumida que se pueden transferir entre dos puntos de una red.	Será medido en base al análisis, aplicando test de ancho de banda recibido en cada computador.	Tiempo de Respuesta	Tiempo de Reparación	Minutos
Ancho de banda	Servicio a través del cual, el usuario tiene acceso, basado en la experiencia de uso.	Será medido en base a encuestas personales a la muestra de investigación y encuesta al administrador de red.	Operatividad	Ancho de Banda	bps
Servicio de Internet				Eficacia	Porcentaje

Elaborado por el equipo de trabajo



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se procede a detallar el enfoque y diseño utilizados en la presente investigación, del mismo modo, el porqué de su utilización en las variables a estudiar.

3.1.1. Enfoque de Investigación

El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas; se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.4).

Se Aplicará este enfoque porque necesitaremos medir el ancho de banda que es utilizado por las oficinas además del corte de servicio, este análisis conlleva a la utilización de métodos estadísticos que validen los problemas que aquejan a los trabajadores sobre el uso de internet, así como la realización y aplicación de cuestionarios, sobre las características de la calidad del servicio y para qué es usado el servicio, por ende, en base a estos resultados obtenidos, de acuerdo a la Metodología Top Down se



rediseñará la red y se utilizará el dispositivo MikroTik de acuerdo a los resultados estadísticos.

3.1.2. Diseño de Investigación

Este uso del término es bastante coloquial; así hablamos de “experimentar” cuando mezclamos sustancias químicas y vemos la reacción provocada, o cuando nos cambiamos de peinado y observamos el efecto que causa en nuestras amistades. La esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.129)

“Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula. Pero, para establecer influencias se deben cubrir varios requisitos.” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.130)

Se aplicará el diseño cuasi-experimental porque después de aplicar la Metodología Top Down, se utilizará el dispositivo MikroTik, el cual nos permitirá configurar el dispositivo y la red que se encuentra conectada a este, de esta manera se tendrá el control total para administrar el servicio, optimizando el ancho de banda y permitir la reducción de cortes de servicio, que permitirá determinar la mejoría deseada en cada oficina.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Población

La población de este proyecto de investigación, corresponde a todos los trabajadores administrativos que laboran con una computadora en las oficinas del local

de Educación Continua de la Universidad Nacional del Altiplano, en un número de 156 actualmente. Pero, debido a la metodología aplicada, que requiere las opiniones de los usuarios, priorizamos solamente a los trabajadores que utilizan una computadora, por ende, nuestra población objetivo a considerar será de **120 trabajadores**.

3.2.2. Muestra

Según lo establecido por Ávila (2009), quien indica la fórmula para hallar la muestra:

$$n = \frac{Z_a^2 * N(p * q)}{(d^2 * N) + (Z_a^2(p * q))}$$

Donde:

- n : Muestra
- N : Población = 120
- Za : Nivel de confianza = 1.15
- p : Probabilidad de éxito = 0.5
- q : Probabilidad de confianza = 0.5
- d : Precisión o error máximo admisible = 0.05 - 5%

Ergo la muestra a considerar es de **63 trabajadores**.



3.2.3. Ubicación y Descripción de la Población

País	:	Perú
Departamento	:	Puno
Provincia	:	Puno
Lugar	:	Oficinas Administrativas de Educación Continua-Universidad Nacional del Altiplano.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR DATOS

Definido el enfoque, diseño de la investigación y la muestra de la población, se hizo uso de las siguientes técnicas e instrumentos:

Tabla N° 2: Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Técnica	Instrumento
Entrevista	Entrevista cara a cara realizada con los encargados del área de redes, quienes detallaron problemas técnicos
Encuesta	Cuestionario impreso, el cual responde preguntas sobre los problemas de los usuarios.
Observación directa	Cuadro detallado de registro de problemas suscitados como cortes de servicio y ancho de banda de oficinas.

Elaborado por el equipo de trabajo



3.4. PLAN DE TRATAMIENTO DE DATOS

Posteriormente a la implementación y recolección de información, basadas en nuestros instrumentos de investigación. Para procesamiento e interpretación de los datos se utilizó el software IBM SPSS Statistics, los datos fueron procesados y tabulados, de modo que se construyeron cuadros estadísticos y se utilizó Microsoft Office Excel para la realización de gráficos estadísticos.

3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO PARA PRUEBA DE HIPÓTESIS

La función estadística T-Student para muestras independientes se utiliza para comparar las medias de un mismo grupo en diferentes etapas, obteniendo así una pre-prueba y post-prueba en una tabla ordenada.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. APLICANDO LA METODOLOGÍA TOP DOWN A LA ORGANIZACIÓN

4.1.1. Evaluación a Usuarios

El primer objetivo comprende la aplicación de la metodología Top Down, que consta del análisis de objetivos y limitaciones del negocio y técnicas de esta, se considera las respuestas obtenidas de los usuarios de la red a través de las encuestas realizadas y la entrevista al administrador; posteriormente se realiza el análisis de la red, considerando los problemas físicos y lógicos de esta; finalmente se evalúa los problemas de interrupción de servicio, calculando la cantidad de incidentes.

Análisis de Objetivos y Limitaciones del Negocio

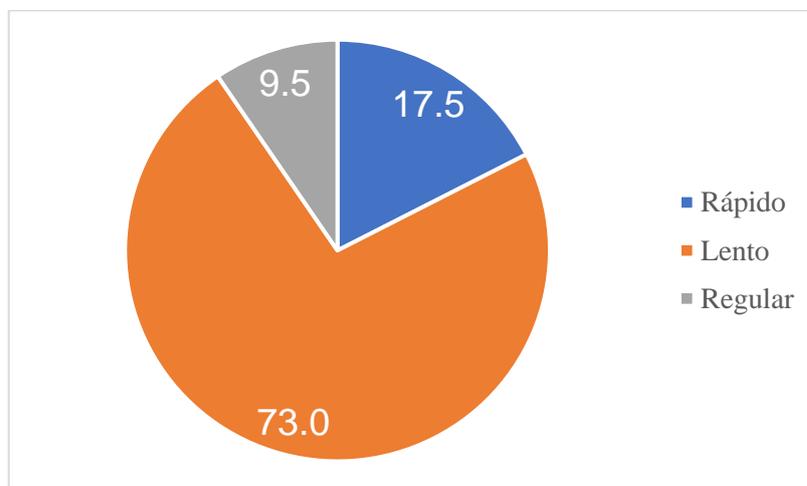
- Brindar un correcto servicio a estudiantes, docentes y trabajadores de la UNA.
- Reducir costos evitando que el personal administrativo no pague por servicios propios de red.

Análisis de Objetivos y Limitaciones Técnicas

- Agilizar el procedimiento de trámites para los usuarios de la Universidad.
- Simplificar el diseño de red, convirtiéndolo en uno más administrable.
- Diseñar la red de forma que más usuarios puedan ser incluidos.
- Solucionar problemas de constantes cortes de red.

La población completa es de 156 trabajadores, pero, solo se considera a los trabajadores que hacen uso de una computadora, por lo que la población objetivo a considerar es de 120 trabajadores, al aplicar la fórmula para muestra poblacional, se obtiene una muestra de 63 personas, de esta forma se les aplicó una encuesta y recolección de información sobre el servicio de internet y los problemas que presentan. Se detallan las preguntas realizadas, así como, los cuadros descriptivos de cada una de estas:

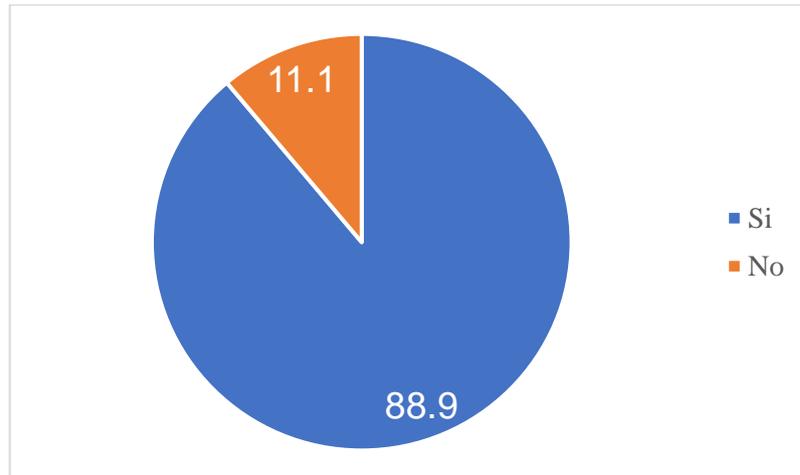
Figura N° 1: Gráfico de velocidad de red



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 1, se observa el resultado a la pregunta número 1, cuyos encuestados calificaron la velocidad de la red como rápida con un valor de 17.5%, lenta un valor 73.0% y regular un valor 9.5%

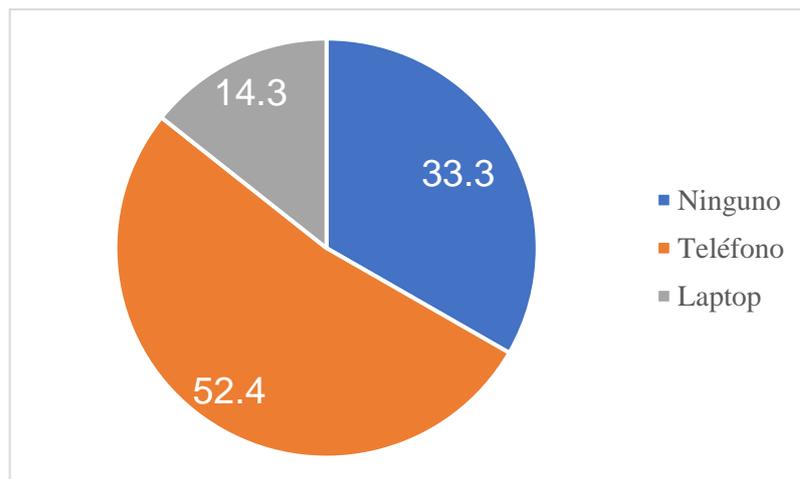
Figura N° 2: Gráfico de uso de Internet privado o universitario



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 2, se observa el resultado a la pregunta número 2, cuyos encuestados respondieron que servicio utilizaban, si era el servicio de internet de la Universidad o tenían su propio servicio; a lo cual el 88.9% respondió que, si utilizaba el servicio universitario, por otro lado, el 11.1% respondió que no, que contaban con su propio servicio para realizar su trabajo.

Figura N° 3: Gráfico de dispositivos adicionales utilizados

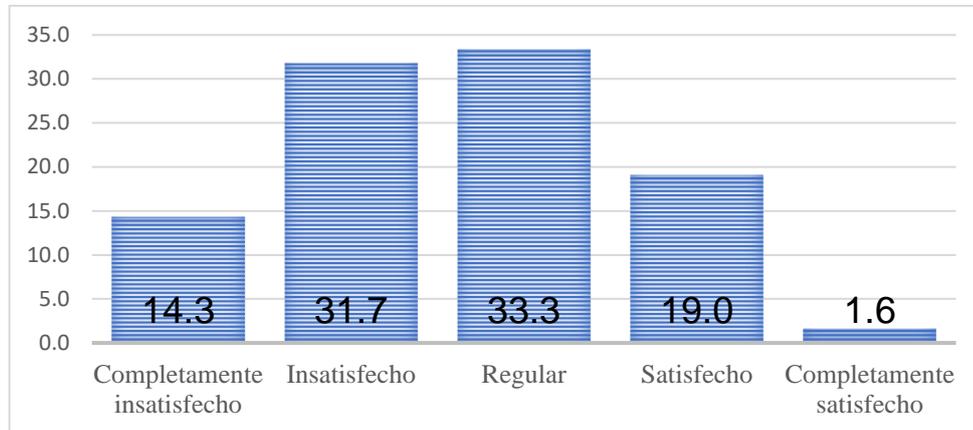


Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Se observa el resultado a la pregunta número 3, cuyos encuestados respondieron, que otro dispositivo utilizaban para realizar su trabajo, de los cuales el

52.4% respondió que utilizaba su teléfono para trabajar, un 14.3% utilizaba una laptop y el 33.3% no utilizaba ninguno, solo utilizaba la computadora asignada.

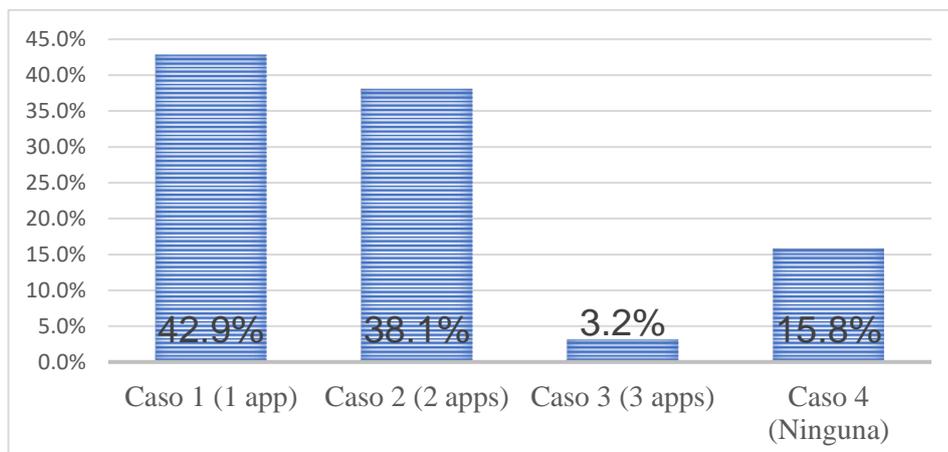
Figura N° 4: Gráfico de calificación del servicio de Internet



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 4, se observa el resultado a la pregunta número 4, cuyos encuestados calificaron el servicio de internet de manera precisa, dando el calificativo de 14.3% a completamente insatisfecho, 31.7% a insatisfecho, 33.3% a regular, 19.0% a satisfecho y 1.6% a completamente satisfecho.

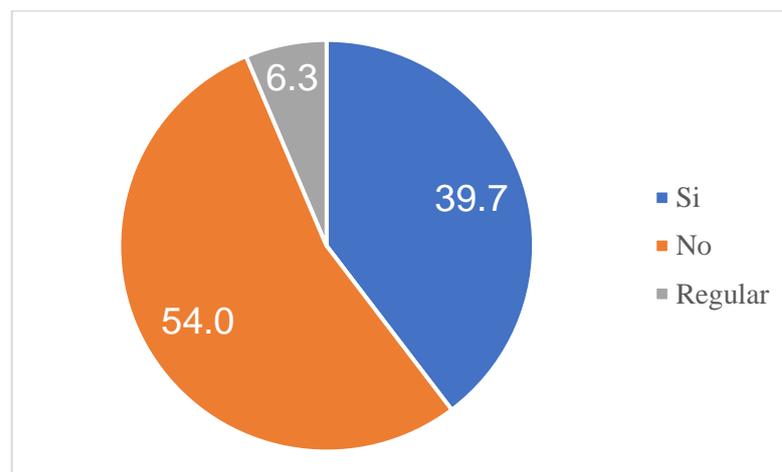
Figura N° 5: Gráfico de aplicaciones utilizadas por usuarios



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 5, se observa el resultado a la pregunta número 5, cuyos encuestados respondieron que aplicaciones utilizan en la red de la organización, esta se presenta en casos; caso 1 representa al uso de una sola aplicación, la cual fue correo electrónico o redes sociales y tiene el valor de 42.9%; caso 2 representa al uso de dos aplicaciones, tanto como correo electrónico y redes sociales o YouTube o servicios de almacenamiento en la nube, y tiene el valor de 38.1%; caso 3 representa al uso de tres aplicaciones, tanto como correo electrónico, redes sociales y YouTube, que tiene el valor de 3.2%; el caso 4 representa a que el usuario usa ninguna aplicación y tiene el valor de 15.8%.

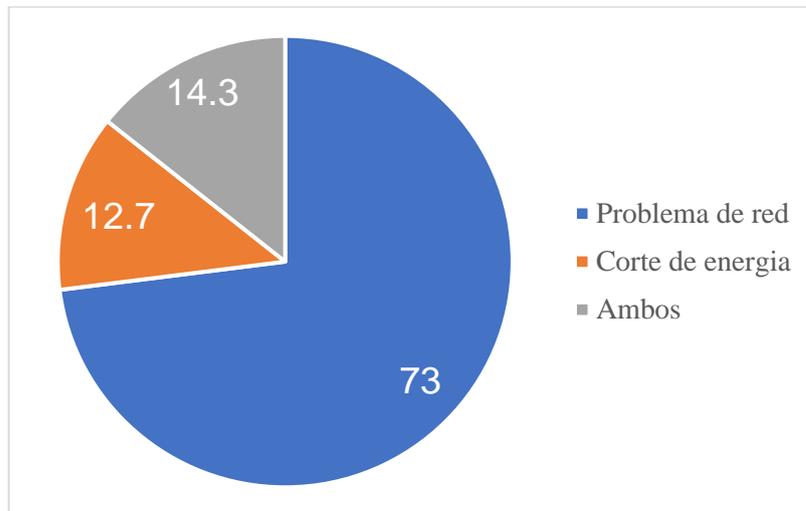
Figura N° 6: Gráfico de evaluación de eficiencia de trabajo



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 6, se observa el resultado a la pregunta número 6, cuyos encuestados respondieron si el servicio era lo suficientemente bueno para desarrollar eficientemente su trabajo, sus resultados fueron, si, con un valor de 39.7%, no, con un valor de 54.0% y regular, con un valor de 6.3%.

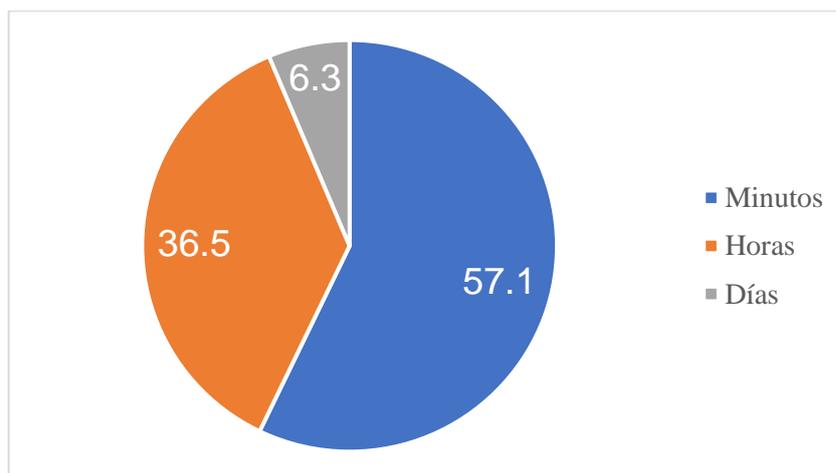
Figura N° 7: Gráfico de motivos de cortes de servicio



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 7, se observa el resultado a la pregunta número 7, cuyos encuestados respondieron cuáles eran los motivos para la interrupción del servicio de internet que sufrían, problema de red tiene un valor de 73%, problema de energía eléctrica tiene un valor de 12.7% y ambos problemas tienen un valor de 14.3%.

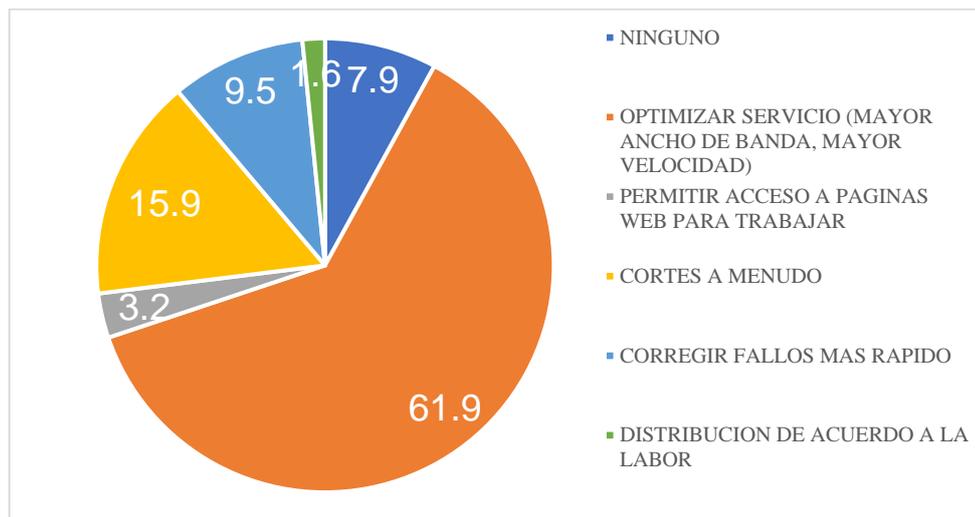
Figura N° 8: Gráfico de duración de cortes de servicio



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 8, se observa el resultado a la pregunta número 8, cuyos encuestados respondieron cuánto tiempo duraban estas interrupciones, minutos tiene un valor de 57.1%, horas tiene un valor de 36.5% y días tiene un valor de 6.3%.

Figura N° 9: Gráfico de sugerencias para mejora de servicio

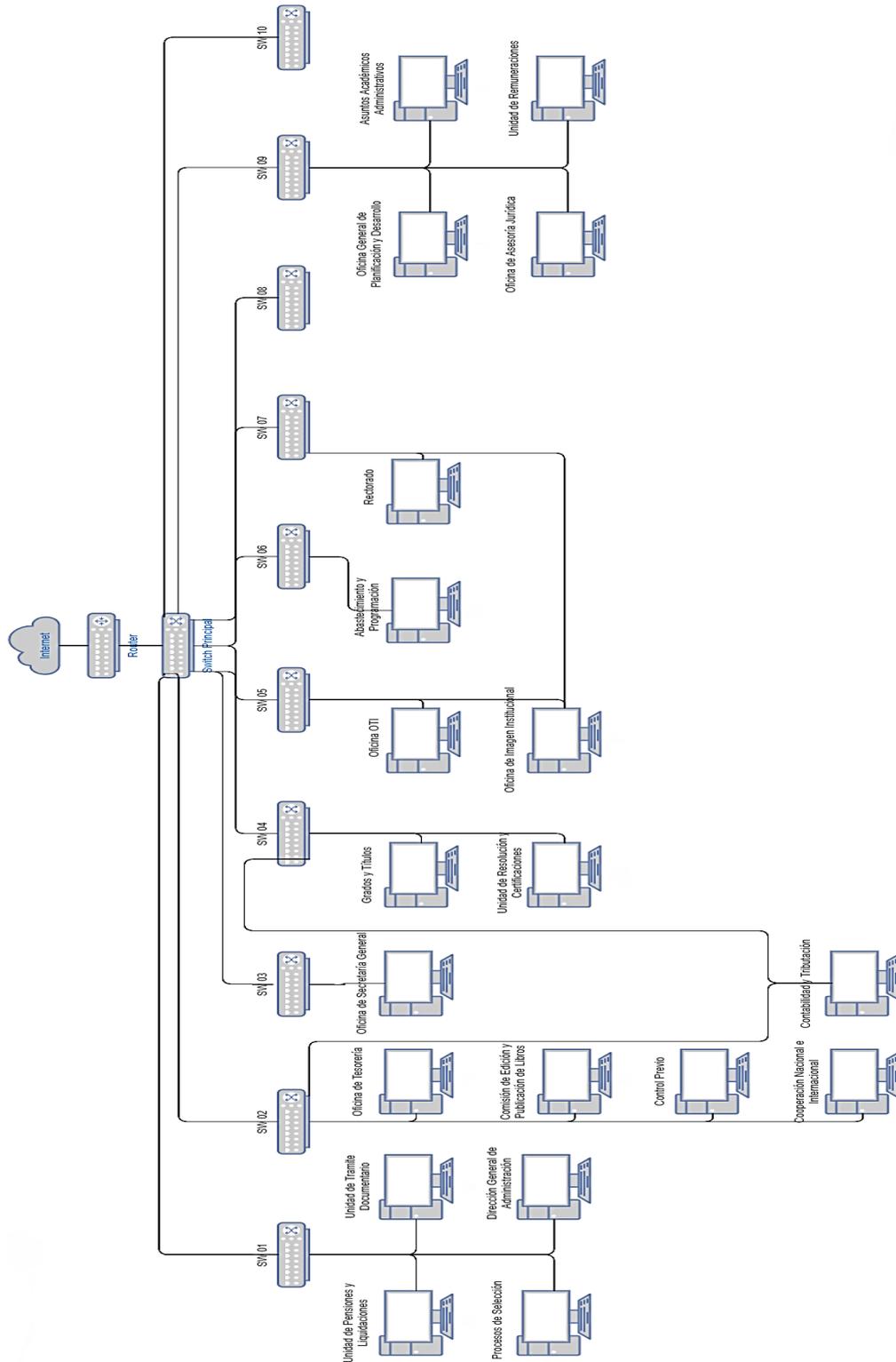


Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 9, se observa el resultado a la pregunta número 9, cuyos encuestados respondieron las sugerencias para la mejora del servicio de red; el 61.9% sugiere optimizar el servicio aumentando ancho de banda, el 3.2% sugiere permitir acceso a páginas web para realizar su trabajo, el 15.9% presenta una queja sobre los cortes de red a menudo, el 9.5% sugiere corregir los fallos en la red más rápido, el 1.6% sugiere una distribución de ancho de banda de acuerdo a la labor realizada y el 7.9% no tiene sugerencias.

4.1.2. Análisis de Red Existente

Figura N° 10: Gráfico representativo de red actual



Elaborado por el equipo de trabajo



Interpretación: El diseño de red nos presenta una topología plana, los Switches distribuidos para las oficinas y cada computador. Del mismo modo se observa en el diseño actual de la red, esta se encuentra desorganizada, existe una mala distribución de los Switches hacia las oficinas, Switches que no son utilizados, pero se encuentran conectados a la red, a esto se suma que no existe gestión alguna del ancho de banda y una buena calidad de servicio para que cada oficina no presente problemas de red.

Al realizar el análisis se observó que había problemas con algunos de los equipos físicos de red, porque varios puertos de Switches se apagaban de un momento a otro por un aproximado de 2 a 3 minutos, de la misma forma el Router sufría de cortes repentinos que duraban aproximadamente 5 minutos, dejando sin servicio a todo el edificio, de modo que, se evalúa este problema como central en la disponibilidad.

En base a la Tabla 3, se nos dice que una red debe encontrarse disponible el 99.999% del tiempo en un año.

Tabla N° 3: Disponibilidad respecto al año

Availability %	Downtime per Year
99	3.65 days
99.9	8.76 hours
99.99	52.6 minutes
99.999	5.26 minutes
99.9999	30.00 seconds

Fuente: (Oliveira, 2020)



Interpretación: La tabla de disponibilidad indica el periodo de tiempo de caída correspondiente de acuerdo a cada 99% y valores más precisos, rozando el 100%, todos sabemos que una red disponible en su totalidad es imposible, pero se busca que no presente caídas que sobrepasen estos valores según el porcentaje que consideremos.

4.1.3. Evaluación de Interrupción de Servicio

Además de esto existe el corte del servicio de internet el cual ocurre casi a diario según las encuestas, durando minutos, horas y en algunos casos incluso días siendo un problema de gravedad en base a la disponibilidad de red la cual debería estar disponible el 99.999% del tiempo.

Tabla N° 4: Incidencias de corte durante tres meses

Oficina	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Sub
	m	h	m	h	m	h	Total
Unidad de Pensiones y Liquidaciones	9		2		5		16
Procesos de Selección	5		3		1		9
Unidad de Tramite Documentario	5						5
Dirección General de Administración	10		4		6		20
Oficina de Tesorería	17	1	22	1	10		152
Grados y Títulos	5		3				8
Unidad de Resolución y Certificaciones	5				2		7
Oficina de Secretaría General	6		2				8
Abastecimiento y Programación	15	1	21	1	12		167



(continuación...)

Oficina OTI	5	4		9		
Oficina de Imagen Institucional	5	3	5	13		
Rectorado	5	2		7		
Comisión de Edición y Publicación de Libros	5	2		7		
Control Previo	5			5		
Contabilidad y Tributación	24	1	15	1	17	169
Cooperación Nacional e Internacional	5					5
Oficina General de Planificación y Desarrollo	33	1	16	1	15	162
Oficina de Asesoría Jurídica	5	7				12
Asuntos Académicos Administrativos	5					5
Unidad de Remuneraciones	5	3				8
Total (h)						13:14

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: La tabla indica la cantidad de tiempo de cortes de servicio para los trabajadores, que ocurrieron durante tres meses continuos, en los cuales, observamos y registramos la duración de cada suceso con ayuda del administrador de la red, se detalla el subtotal en minutos de cada oficina en la última columna derecha, las horas fueron redondeadas en la tabla pero se utilizó el valor real para realizar el sub cálculo; el administrador indicó que hay cortes que duran días pero esos problemas podrían suceder debido a algún problema en los cables de red o problemas en la misma computadora, por lo que no se consideraron para la evaluación, de este modo se obtiene un valor total de 13 horas y 14 minutos de corte en este lapso de evaluación.



Según el valor anterior obtenido, si la cantidad de días laborables son 240 (1680 horas) en todo el año, que representa el 100%, por lo tanto, la disponibilidad de las oficinas administrativas al 99.99% debe ser de 239 días (1679 horas y 49 minutos).

Estos valores nos indican que necesita reducirse el problema de cortes de servicio y alcanzar los valores de disponibilidad para que la red trabaje de manera eficiente; considerando que los valores obtenidos en la Tabla 4, fueron calculados por tres meses, se podría suponer que la cantidad de tiempo es tres veces más, lo que causaría que la disponibilidad actual sea excedida por valores superiores a los recomendados.

4.2. EVALUACIÓN DE CONSUMO DE ANCHO DE BANDA DE LOS TRABAJADORES

Como se puede observar en la Tabla 5, al momento de realizar el cálculo de ancho de banda de todos los equipos y el promedio completo por cada oficina se observa que en algunas de estas existe un bajo ancho de banda cuando son diez o más ordenadores, caso contrario donde se observa que a menos ordenadores poseen, consumen un mayor ancho de banda, esto se debe a que algunos usuarios utilizan el servicio para ver videos o utilizar redes sociales, no siendo estas parte de su trabajo y afectando así el trabajo de los demás, la consecuencia de esto es que las oficinas presenten un recibimiento nulo o no reciban ancho de banda en un aproximado de dos minutos y deben esperar para que se regule su consumo automáticamente.



Tabla N° 5: Ancho de banda actual

Oficina	Subtotal
Unidad de Pensiones y Liquidaciones	8.0
Procesos de Selección	65.0
Unidad de Tramite Documentario	35.0
Dirección General de Administración	4.1
Oficina de Tesorería	19.6
Grados y Títulos	8.1
Unidad de Resolución y Certificaciones	49.9
Oficina de Secretaría General	48.3
Abastecimiento y Programación	22.6
Oficina OTI	8.4
Oficina de Imagen Institucional	8.0
Rectorado	4.3
Comisión de Edición y Publicación de Libros	4.7
Control Previo	4.9
Contabilidad y Tributación	8.2
Cooperación Nacional e Internacional	38.9
Oficina General de Planificación y Desarrollo	24.1
Oficina de Asesoría Jurídica	13.3
Asuntos Académicos Administrativos	4.4



(continuación...)

Unidad de Remuneraciones	69.9
Total	449.7 Mbps

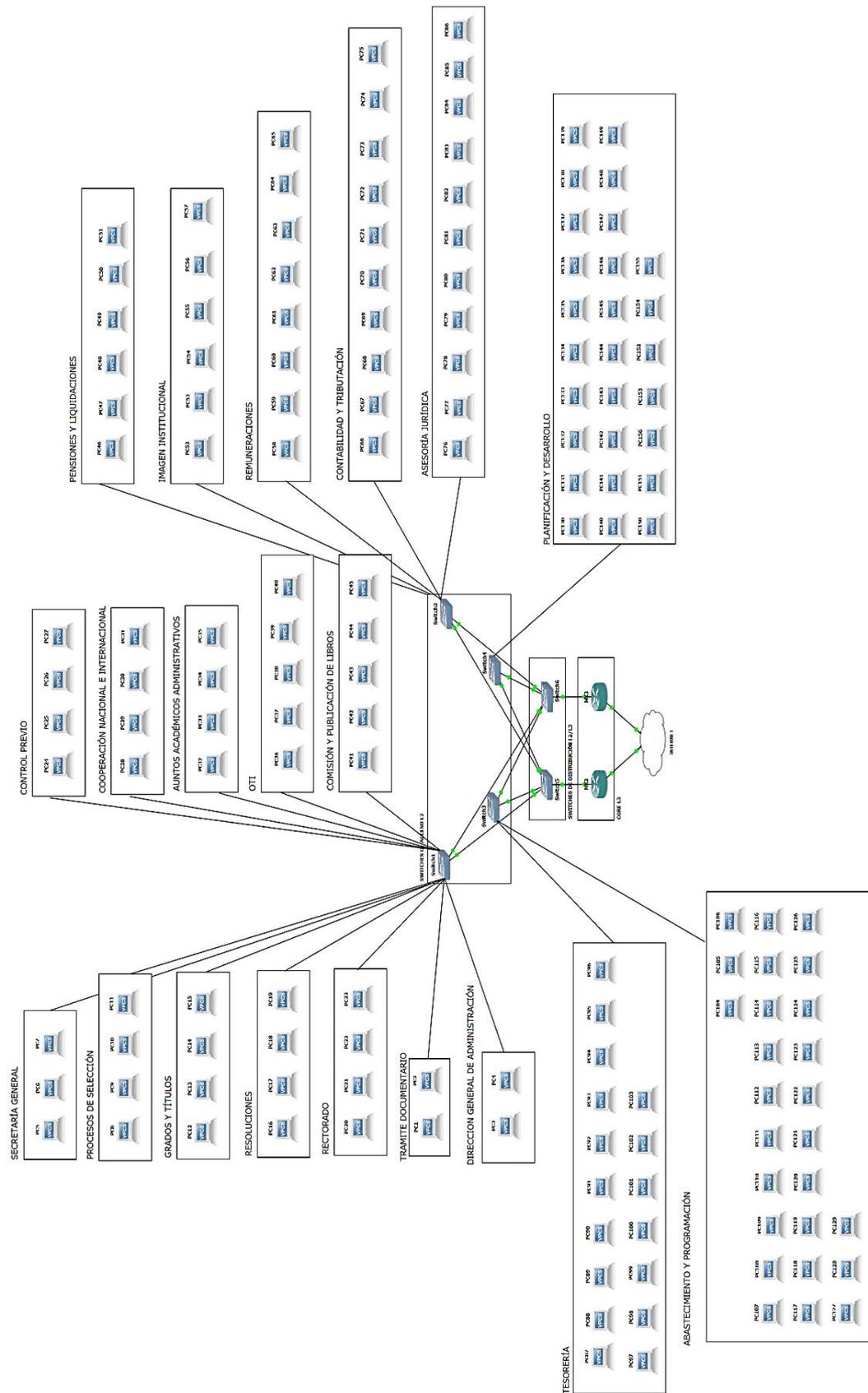
Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Se detalla en la Tabla 5, el actual ancho de banda calculado, que fue realizado por tres días, de los cuales se realizaron tres testeos en un intervalo de cada cinco minutos, calculando su promedio, seguido a esto se calcularon los resultados totales que cada oficina posee, precisando ciertas oficinas donde existen pocos trabajadores que reciben valores altos de Mbps y otros que reciben valores irrisorios, obteniendo un total de 449.7 de 480 Mbps.

4.3. DISEÑANDO LA RED LÓGICA DE LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS

Se pensó en un diseño topológico jerárquico porque el modo de difusión estructurado sobre el cual fluye la información, se propaga hacia todas las estaciones, solo que en esta topología las ramificaciones se extienden a partir de un punto raíz, a tantas ramificaciones como sean posibles, según las características del árbol. Los problemas asociados a otras topologías radican en que los datos son recibidos por todas las estaciones, sin importar para quien vayan dirigidos. Además, debido a la presencia de un medio de transmisión compartido entre muchos ordenadores, puede producirse interferencia entre las señales cuando dos o más ordenadores transmiten al mismo tiempo, para la investigación este se encuentra dividido en capas: Capa Core, Capa de Distribución y Capa de Acceso.

Figura N° 11: Nuevo diseño lógico de red



Elaborado por el equipo de trabajo



Interpretación: En la capa Core se encuentran los Routers, el principal conectado al servicio de internet, luego sigue un Router Backup por si, el principal falla, el siguiente toma su lugar, continúan luego los Switches de distribución.

En la capa de distribución se ubican los Switches de distribución estos transmitirán la señal, uno de los cuales se encargará de transmitirla hacia los equipos del siguiente nivel, si se da el caso de que uno de los equipos presente algún problema, el otro empezará a funcionar dando un trabajo continuo sin presentar un corte prolongado.

En la capa de acceso se ubican los Switches de acceso y estos se encargarán de transmitir la señal hacia los ordenadores de los trabajadores.

RouterOS: Es el sistema operativo que utiliza MikroTik y el cual es el encargado de configurar todas las funciones que nos permitirán administrar de manera eficiente la red, en base a todas las falencias que tiene esta.

Dispositivos:

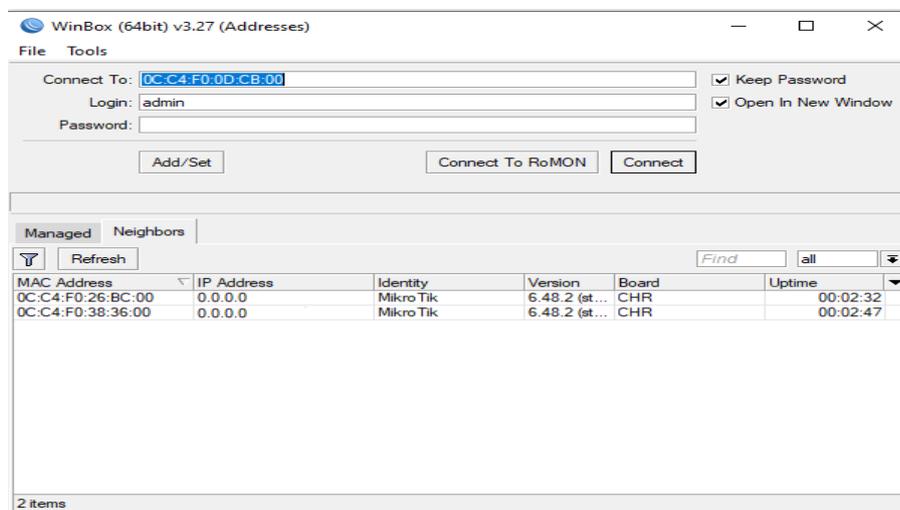
- 02 Router MikroTik: Ethernet Router RB2011UiAS-IN, conectado a la red y a los switches de distribución.
- 02 Switch de distribución MikroTik: CRS112-8G-4S-IN, Switches de distribución.
- 04 Switch de acceso MikroTik: CRS354-48G-4S+2Q+RM, Switches de acceso.

4.4. OPTIMIZANDO LA RED DISEÑADA CONFIGURANDO LA DISPONIBILIDAD Y ANCHO DE BANDA

4.4.1. Optimización de Disponibilidad

Al iniciar la simulación de la red, utilizamos RouterOS y la herramienta WinBox, la cual nos permitirá acceder a los dos Routers de la topología:

Figura N° 12: Interfaz gráfica de WinBox RouterOS



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Podemos observar en la parte inferior, que luego de haber creado los dos Routers en la simulación, una lista que indica la primera y segunda direcciones MAC pertenecientes a estos dos, que serán configurados para el protocolo VRRP el cual está encargado de la disponibilidad y gestión de ancho de banda posteriormente.

Figura N° 13: Lista de interfaces de Router

Interface	Interface List	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP	Bonding	LTE
R	ether1	Ethernet							
R	ether2	Ethernet							
R	ether3	Ethernet							
R	ether4	Ethernet							
R	ether5	Ethernet							
R	ether6	Ethernet							
R	ether7	Ethernet							

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Al iniciar sesión en uno de los dos Routers e ingresar a la opción “interfaces” se detalla la lista de interfaces disponibles existentes en el Router, se utilizarán estas para configurar el protocolo y las pruebas correspondientes.

Figura N° 14: Scripts de configuración del primer Router

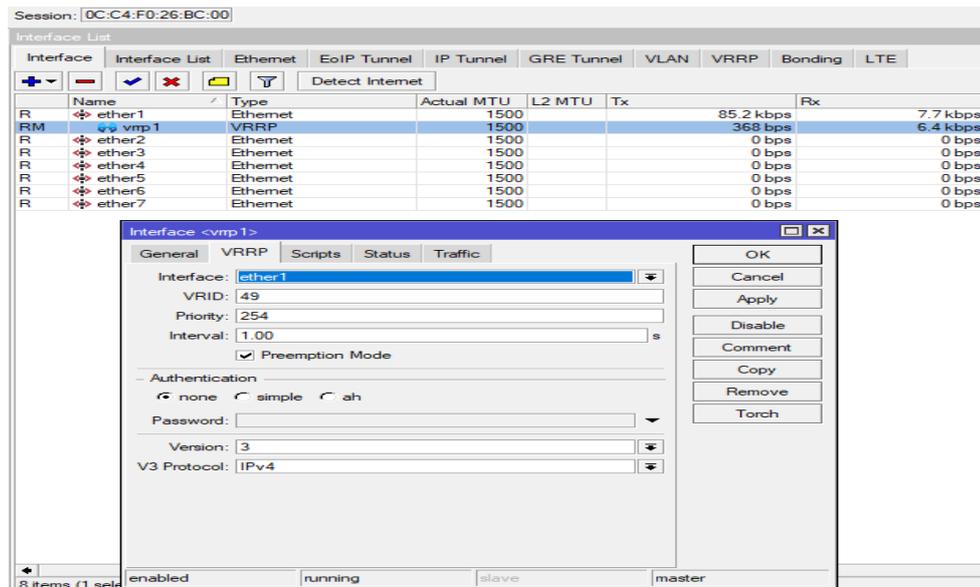
```
[admin@mikrotik] > ip address add address=192.168.137.1/24 interface=ether1
[admin@mikrotik] > interface vrrp add interface=ether1 vrid=49 priority=254
[admin@mikrotik] > ip address add address=192.168.137.254/32 interface=vrrp1
[admin@mikrotik] > interface vrrp print detail
Flags: X - disabled, I - invalid, R - running, M - master, B - backup
0 RM name="vrrp1" mtu=1500 mac-address=00:00:5E:00:01:31 arp=enabled arp-timeout=auto interface=ether1 vrid=49
priority=254 interval=1s preemption-mode=yes authentication=none password=""
on-backup="" on-master="" version=3
v3-protocol=ipv4
```

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Procediendo con el primer Router, se puede observar la interfaz “ether1” (la cual se encuentra conectada a internet), en la que procederemos a configurar el protocolo. Se muestra el script para crear las direcciones IP, que será asignada a la interfaz ethernet y a la interfaz “vrrp1”, de la misma manera tenemos diferentes propiedades al mostrar los detalles de la interfaz observamos “prioridad” con un valor de 254 la cual indica que el Router funcionará como principal, siendo el número más alto, el de mayor prioridad, “vrid” es el identificador de la interfaz (cabe aclarar que debe ser el mismo número identificador y el mismo nombre de la interfaz), el intervalo indica cada cuantos segundos se manda una señal para constatar si el Router se encuentra en

funcionamiento y por último se observa al inicio del detalle de interfaz las letras RM, estas indican que el router1 es el Router principal y se encuentra funcionando actualmente.

Figura N° 15: Configuración VRRP en Interfaz gráfica WinBox



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Utilizando WinBox podemos observar las configuraciones realizadas al primer Router en la interfaz “ether1”, el cual posee los mismos valores ingresados en el script anterior, del mismo modo, en la parte inferior tiene tres atributos “enabled” y “running”, demostrando que se encuentra activado y transmitiendo, así como “master”, nos indica ser el Router principal, de modo que, ya se encuentra configurado para el protocolo.

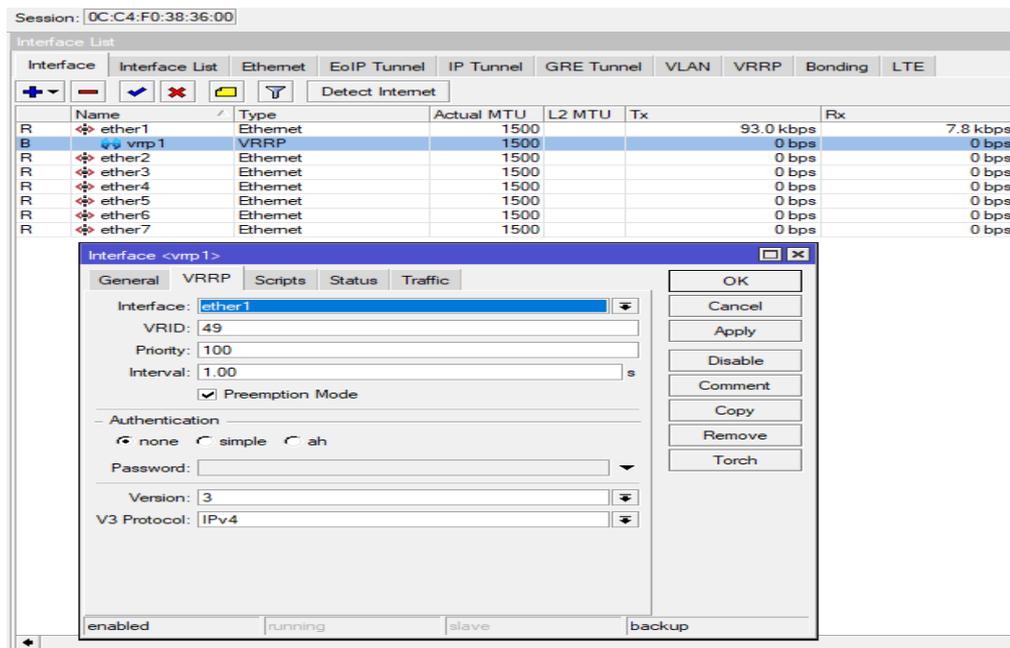
Figura N° 16: Script de configuración del segundo Router

```
[admin@MikroTik] > ip address add address=192.168.137.2/24 interface=ether1
[admin@MikroTik] > interface vrrp add interface=ether1 vrid=49
[admin@MikroTik] > ip address add address=192.168.137.254/32 interface=vrrp1
[admin@MikroTik] > interface vrrp print detail
Flags: X - disabled, I - invalid, R - running, M - master, B - backup
0 B name="vrrp1" mtu=1500 mac-address=00:00:5E:00:01:31 arp-enabled arp-timeout=auto interface=ether1 vrid=49
priority=100 interval=1s preemption-mode=yes authentication=none password="" on-backup="" on-master="" version=3
v3-protocol=ipv4
```

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Analizando el script de configuración del segundo Router, se observa primeramente que la letra inicial es B, la cual indica que este Router es el de respaldo por si debe relevar al principal, la dirección MAC es la misma que la del primer Router, esto se debe a que es una dirección virtual creada a partir del protocolo, en lugar de utilizar la propia, así mismo con la dirección IP, también tenemos la prioridad que es el número 100 en este caso, al ser de un número menor al del primer Router, esto indica que este será el respaldo.

Figura N° 17: Configuración VRRP en Interfaz gráfica WinBox

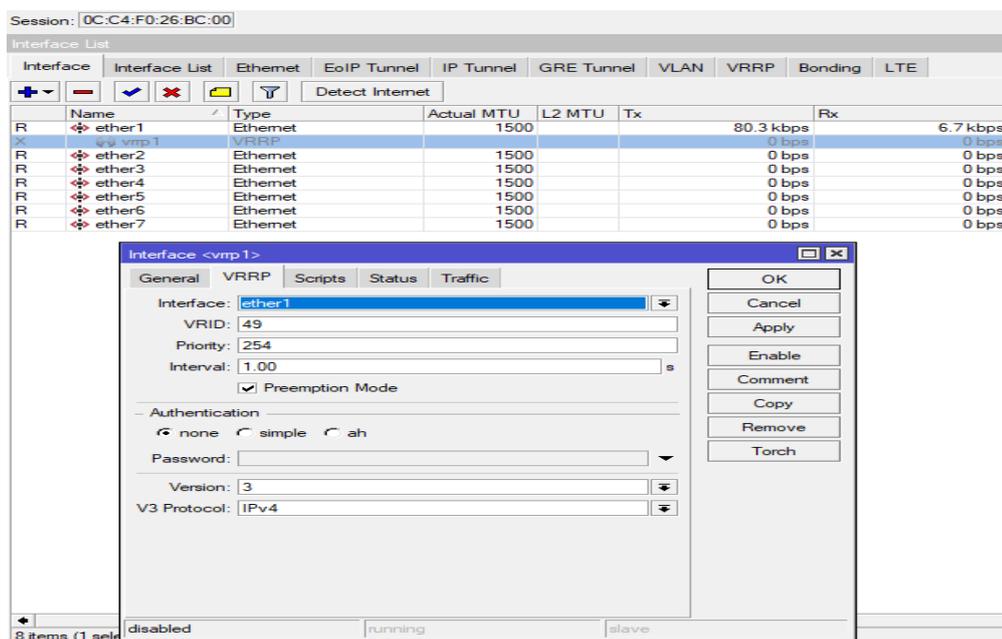


Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Igualmente como en la Figura 16, posee todos los valores realizados en el script anterior, así mismo, observando en la parte inferior, tenemos los atributos “enabled”, que indica que está activado, pero no está en uso y “backup”, que nos indica ser el de respaldo, de modo que la configuración del protocolo fue exitosa.

Entonces provocaremos un fallo en el simulador deshabilitando el Router principal y permitir que el de respaldo inicie, utilizando el protocolo VRRP, que trabaja de tal manera que al ocurrir un fallo en la red central (donde se ubican los Routers), el Router principal avisa al Router de respaldo el cual pasa a relevarlo, usando la misma dirección virtual IP pasados unos segundos.

Figura N° 18: Router principal deshabilitado

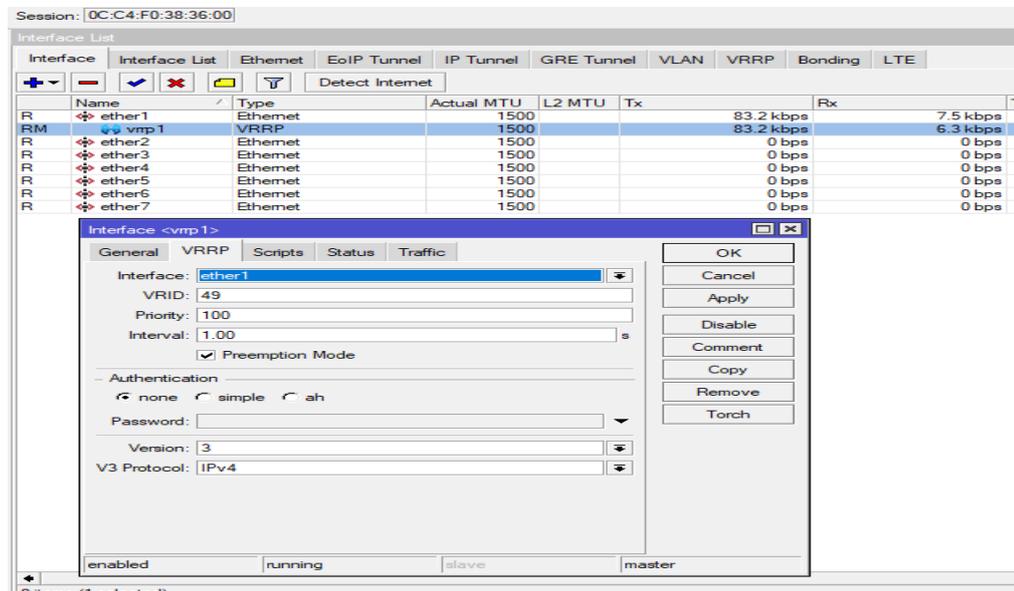


Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Se puede observar en la parte inferior de la Figura 18, que se deshabilitó intencionalmente el Router para comprobar el funcionamiento del protocolo, que teniendo este Router una prioridad de 254 y tener la letra “B” en la parte superior

izquierda, a su vez el cual tiene el estado “disabled”, indica que, automáticamente el segundo Router debe reemplazarlo.

Figura N° 19: Router de respaldo supliendo al Router principal



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Efectivamente, como se puede observar en la parte inferior de la Figura 19, el segundo Router, el cual era de respaldo, ahora tiene los siguientes estados “enabled”, “running” y “master”, por más que tenga una prioridad de 100, al simular el problema con el primer Router, este tomó su lugar, lo que nos quiere decir que se encuentra en funcionamiento y es el nuevo Router master.

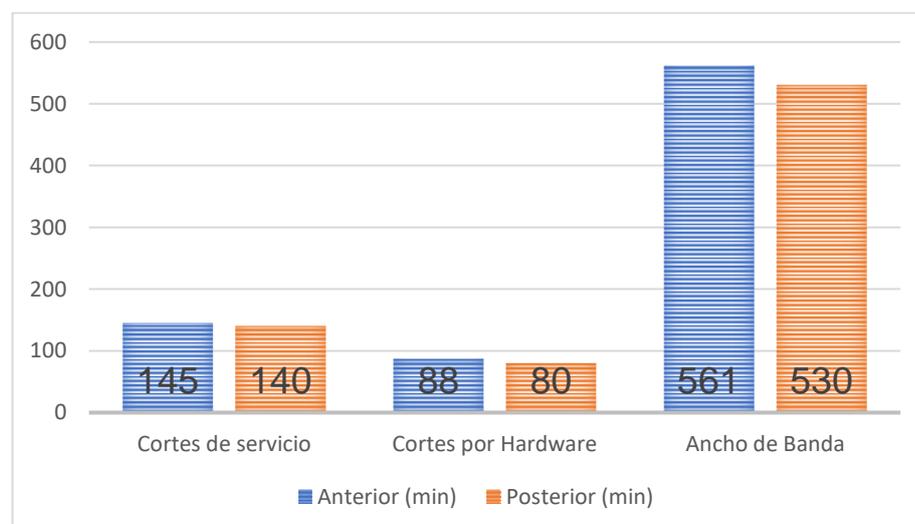
Figura N° 20: VRRP en funcionamiento con prueba de ping

```
eve@Linux-Desktop: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=39 ttl=64 time=1143 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=41 ttl=64 time=1129 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=42 ttl=64 time=1149 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=43 ttl=64 time=1169 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=44 ttl=64 time=1153 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=46 ttl=64 time=1035 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=48 ttl=64 time=1121 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=49 ttl=64 time=1135 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=50 ttl=64 time=1043 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=51 ttl=64 time=1116 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=52 ttl=64 time=1163 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=53 ttl=64 time=1102 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=55 ttl=64 time=1045 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=56 ttl=64 time=1141 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=58 ttl=64 time=1144 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=59 ttl=64 time=1127 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=61 ttl=64 time=1171 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=63 ttl=64 time=1175 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=64 ttl=64 time=1126 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=65 ttl=64 time=602 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=67 ttl=64 time=960 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=68 ttl=64 time=1146 ms  
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=69 ttl=64 time=1081 ms
```

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: La Figura 20 nos muestra la comunicación con la puerta de enlace recibiendo datos de manera normal, esta acción se produjo mientras se realizaba la simulación de problema con un Router, por lo que el cambio inmediato de Router, no interrumpió en ningún momento la conexión; lo cual demuestra que si antes se tenía problemas en la red central con cortes que podrían durar horas debido a estas causas, este ya no representaría problema.

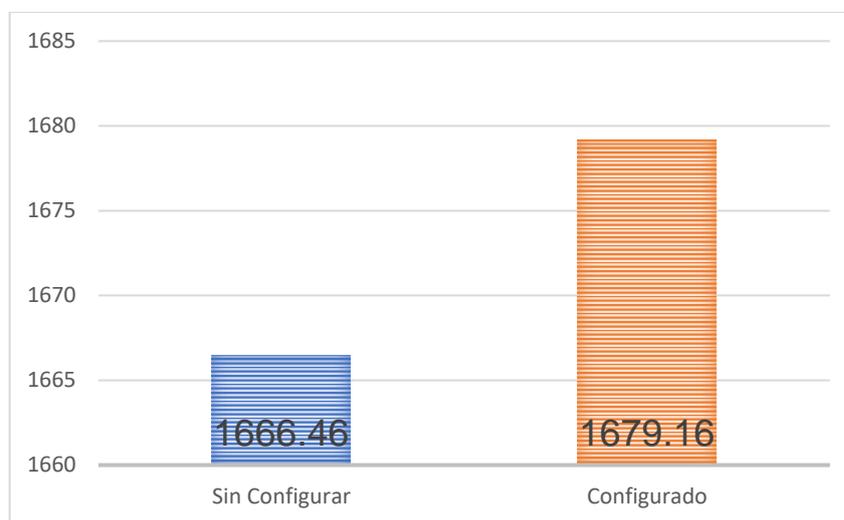
Figura N° 21: Comparación de disponibilidad previa y posterior a protocolos



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: La Figura 23 mostrará la cantidad total de horas de trabajo y la recomendada a un 99.999% para brindar una disponibilidad realmente eficiente; la Figura 21 detalla el tiempo total de cortes de servicio por los diferentes motivos ya mencionados cuyo valor por tres meses era de 13 horas y 14 minutos (794 minutos), de la misma forma el tiempo que se reduce debido a la aplicación del protocolo VRRP y la gestión de ancho de banda da como resultado 12 horas y 30 minutos (750 minutos), el cual se restará al resultado mencionado anteriormente y se determinará su nivel de disponibilidad.

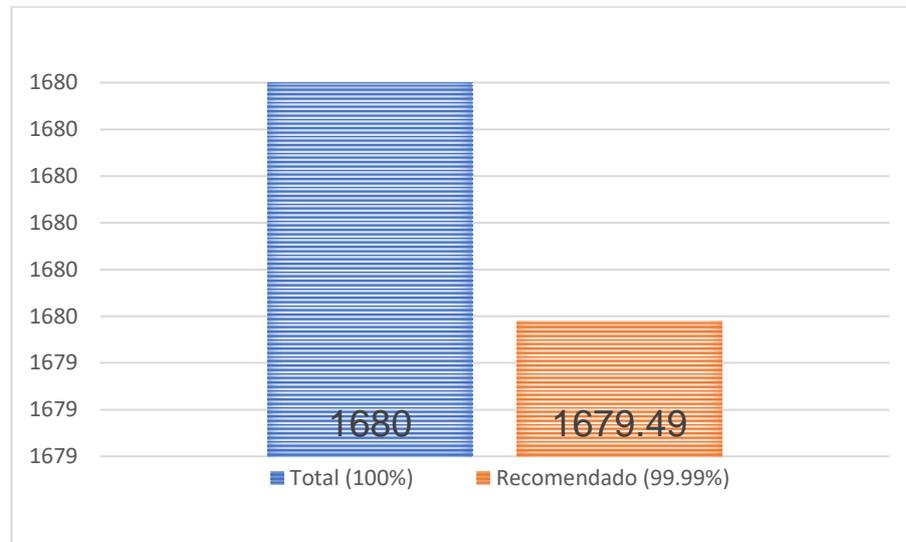
Figura N° 22: Comparación de total de horas óptimas posterior a configuración



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: De esta forma, al realizar las comparaciones de los valores, antes y después de la configuración en la simulación, anteriormente la disponibilidad de la red en todo un año era de 1666 horas y 46 minutos, representando un porcentaje de 99.16% indicando que la disponibilidad necesita una mejora y luego de realizar las modificaciones correspondientes, se hizo el cálculo nuevamente, obteniendo el valor de 1679 horas y 16 minutos representando un porcentaje de 99.94%, el cual no cubre la disponibilidad requerida, pero representa una mejora considerable respecto al resultado anterior.

Figura N° 23: Horas de disponibilidad de red



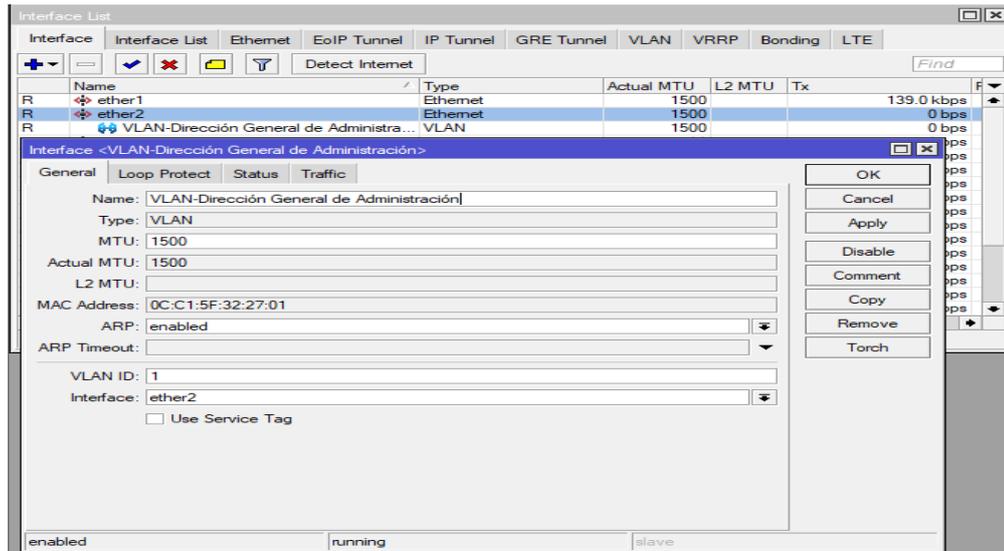
Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 23, se muestra la comparación de horas en los que la red debe encontrarse disponible al 100% y al 99.99%, obteniendo los valores 1680 horas y 1679 horas y 49 minutos respectivamente, lo que nos quiere decir que la red puede fallar un máximo de once minutos en todo un año laborable de trabajo; se corroborará en el siguiente gráfico comparativo, si se aumentó o disminuyó este aspecto.

4.4.2. Gestión de Ancho de Banda

Posteriormente se procedió a realizar la configuración de gestión del ancho de banda para las oficinas.

Figura N° 24: Creación de interfaces VLAN



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la lista de interfaces, nos dirigimos al apartado VLAN, en donde crearemos las redes correspondientes para cada oficina, para ello procederemos a configurar mediante RouterOS; luego de ello damos el respectivo nombre, la identificación y el puerto por el cual se encontrará conectada; de esta forma realizaremos las configuraciones para todas las oficinas como se muestra a continuación.

Figura N° 25: Lista de VLAN creadas por cada interfaz

Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx
R ether2	Ethernet	1500		0 bps	929.9 kbps
R VLAN-Dirección General de Administración	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether3	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Procesos de Selección	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether4	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Secretaría General	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether5	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Grados y Títulos	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether6	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Unidad de Resoluciones y Certificaciones	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether7	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Rectorado	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether8	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Oficina General de Planificación y Desarrollo	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether9	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Control-Previo	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether10	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Cooperación Nacional e Internacional	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether11	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Asuntos Académicos Administrativos	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether12	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-OTI	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether13	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Comisión y Publicación de Libros	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether14	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Pensiones y Liquidaciones	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether15	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Imagen Institucional	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether16	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Remuneraciones	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether17	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Contabilidad y Tributación	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether18	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Asesoría Jurídica	VLAN	1500		0 bps	0 bps
R ether19	Ethernet	1500		0 bps	0 bps
R VLAN-Tesorería	VLAN	1500		0 bps	0 bps

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Siguiendo el mismo procedimiento para cada oficina administrativa, se crearon las VLAN respectivamente para cada interfaz de red, las cuales son listadas indicando la interfaz, el nombre asignado y el tipo.

Figura N° 26: Asignación de direcciones IP para cada VLAN

Interface	Interface List	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP	Bonding	LTE
R	ether2	Ethernet							
R	VLAN-Dirección General de Administración	VLAN							
R	ether3	Ethernet							
R	VLAN-Procesos de Selección	VLAN							
R	ether4	Ethernet							
R	VLAN-Secretaría General	VLAN							
R	ether5	Ethernet							
R	VLAN-Grados y Títulos	VLAN							
R	ether6	Ethernet							
R	VLAN-Unidad de Resoluciones y Certificaciones	VLAN							
R	ether7	Ethernet							
R	VLAN-Rectorado	VLAN							
R	ether8	Ethernet							
R	VLAN-Oficina General de Planificación y Desarrollo	VLAN							
R	ether9	Ethernet							
R	VLAN-Control-Previo	VLAN							
R	ether10	Ethernet							
R	VLAN-Cooperación Nacional e Internacional	VLAN							
R	ether11	Ethernet							
R	VLAN-Asuntos Académicos Administrativos	VLAN							
R	ether12	Ethernet							
R	VLAN-OTI	VLAN							
R	ether13	Ethernet							
R	VLAN-Comisión y Publicación de Libros	VLAN							
R	ether14	Ethernet							
R	VLAN-Pensiones y Liquidaciones	VLAN							
R	ether15	Ethernet							
R	VLAN-Imagen Institucional	VLAN							
R	ether16	Ethernet							
R	VLAN-Remuneraciones	VLAN							
R	ether17	Ethernet							
R	VLAN-Contabilidad y Tributación	VLAN							
R	ether18	Ethernet							
R	VLAN-Asesoría Jurídica	VLAN							
R	ether19	Ethernet							
R	VLAN-Tesorería	VLAN							

Address List	Address	Network	Interface
	192.168.1.1/24	192.168.1.0	VLAN-Dirección General de Administración
	192.168.2.1/24	192.168.2.0	VLAN-Procesos de Selección
	192.168.3.1/24	192.168.3.0	VLAN-Secretaría General
	192.168.4.1/24	192.168.4.0	VLAN-Grados y Títulos
	192.168.5.1/24	192.168.5.0	VLAN-Unidad de Resoluciones y Certificaciones
	192.168.6.1/24	192.168.6.0	VLAN-Rectorado
	192.168.7.1/24	192.168.7.0	VLAN-Oficina General de Planificación y Desarrollo
	192.168.8.1/24	192.168.8.0	VLAN-Control-Previo
	192.168.9.1/24	192.168.9.0	VLAN-Cooperación Nacional e Internacional
	192.168.10.1/24	192.168.10.0	VLAN-Asuntos Académicos Administrativos
	192.168.11.1/24	192.168.11.0	VLAN-OTI
	192.168.12.1/24	192.168.12.0	VLAN-Comisión y Publicación de Libros
	192.168.13.1/24	192.168.13.0	VLAN-Pensiones y Liquidaciones
	192.168.14.1/24	192.168.14.0	VLAN-Imagen Institucional
	192.168.15.1/24	192.168.15.0	VLAN-Remuneraciones
	192.168.16.1/24	192.168.16.0	VLAN-Contabilidad y Tributación
	192.168.17.1/24	192.168.17.0	VLAN-Asesoría Jurídica
	192.168.18.1/24	192.168.18.0	VLAN-Tesorería
	192.168.19.1/24	192.168.19.0	VLAN-Abastecimiento y Programación

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Del mismo modo, se procede con la asignación de direcciones IP para cada VLAN, se ingresa al apartado de direcciones y se agrega la dirección IP, la red en la que se encuentra y a que interfaz pertenece, para que se proceda con un reordenamiento y configuración apropiados, las cuales se observan al lado derecho de la Figura 26.

Figura N° 27: Asignación DHCP para cada VLAN

Name	Interface	Relay	Lea
DHCP-AAA	VLAN-Asuntos Académicos Administrativos		
DHCP-AJ	VLAN-Asesoría Jurídica		
DHCP-AP	VLAN-Abastecimiento y Programación		
DHCP-CNI	VLAN-Cooperación Nacional e Internacional		
DHCP-CP	VLAN-Control-Previo		
DHCP-CPL	VLAN-Comisión y Publicación de Libros		
DHCP-CT	VLAN-Contabilidad y Tributación		
DHCP-DGA	VLAN-Dirección General de Administración		
DHCP-GT	VLAN-Grados y Títulos		
DHCP-II	VLAN-Imagen Institucional		
DHCP-OGPD	VLAN-Oficina General de Planificación y D...		
DHCP-OTI	VLAN-OTI		
DHCP-PL	VLAN-Pensiones y Liquidaciones		
DHCP-PS	VLAN-Procesos de Selección		
DHCP-Rec	VLAN-Rectorado		
DHCP-Rem	VLAN-Remuneraciones		
DHCP-SG	VLAN-Secretaría General		
DHCP-T	VLAN-Tesorería		
DHCP-URC	VLAN-Unidad de Resoluciones y Certificaci...		

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Se realiza la creación de DHCP para cada interfaz VLAN, se crean los nombres y se asignan a cada interfaz, donde se muestra la lista de cada DHCP para VLAN correspondiente; de este modo ya que se encuentran creadas las VLAN tomaremos los valores obtenidos del ancho de banda que recibía cada oficina y realizaremos una correcta distribución.

Tabla N° 6: Ancho de banda propuesto

Oficina	Subtotal
Unidad de Pensiones y Liquidaciones	12.0
Procesos de Selección	12.0
Unidad de Tramite Documentario	3.0
Dirección General de Administración	5.0
Oficina de Tesorería	56.0
Grados y Títulos	14.0



(continuación...)

Unidad de Resolución y Certificaciones	8.0
Oficina de Secretaría General	4.5
Abastecimiento y Programación	84.0
Oficina OTI	18.0
Oficina de Imagen Institucional	18.0
Rectorado	4.5
Comisión de Edición y Publicación de Libros	17.5
Control Previo	10.0
Contabilidad y Tributación	36.0
Cooperación Nacional e Internacional	10.0
Oficina General de Planificación y Desarrollo	112.5
Oficina de Asesoría Jurídica	22.0
Asuntos Académicos Administrativos	8.0
Unidad de Remuneraciones	14.0
Total	469.0 Mbps

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Seguido de esto, se realizó un nuevo cuadro con una mejor administración, de acuerdo a la característica antes mencionada, se consideró la evaluación a los trabajadores, así mismo, el ancho de banda registrado anteriormente que era desacorde a la cantidad de trabajadores, por lo tanto, el resultado obtenido es de 469.0 Mbps.

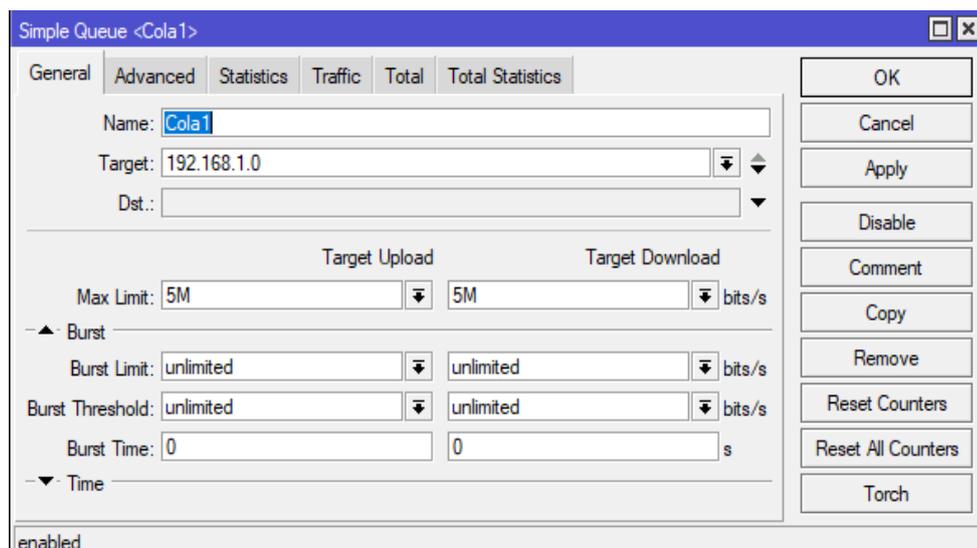
Figura N° 28: Test de ancho de banda previa configuración



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Se realizó una prueba previa a la configuración de ancho de banda en MikroTik, el resultado dio 17 Mbps, debido a que no existe alguna configuración realizada anteriormente y esta, por lo tanto, recibe una cantidad ilimitada dependiendo de la red.

Figura N° 29: Configuración de límite de ancho de banda



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la opción Queues se añadirán los límites correspondientes para cada VLAN considerando la red creada para cada oficina, se crea una instrucción simple donde se indica un nombre, un objetivo, en este caso la IP de la red virtual creada, así mismo una determinada cantidad de carga y descarga en Mbps.

Figura N° 30: Configuración total de ancho de banda

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit	Packet Marks	Tot
0	Cola1	192.168.1.0	5M	5M		
1	Cola2	192.168.2.0	12M	12M		
2	Cola3	192.168.3.0	4500k	4500k		
3	Cola4	192.168.4.0	14M	14M		
4	Cola5	192.168.5.0	8M	8M		
5	Cola6	192.168.6.0	4500k	4500k		
6	Cola7	192.168.7.0	112M	112M		
7	Cola8	192.168.8.0	10M	10M		
8	Cola9	192.168.9.0	10M	10M		
9	Cola10	192.168.10.0	8M	8M		
10	cola11	192.168.11.0	18M	18M		
11	Cola12	192.168.12.0	17500k	17500k		
12	Cola13	192.168.13.0	12M	12M		
13	Cola14	192.168.14.0	18M	18M		
14	Cola15	192.168.15.0	14M	14M		
15	Cola16	192.168.16.0	36M	36M		
16	Cola17	192.168.17.0	22M	22M		
17	Cola18	192.168.18.0	56M	56M		
18	Cola19	192.168.19.0	84M	84M		

Address	Network	Interface
192.168.1.1/24	192.168.1.0	VLAN-Dirección General de Administración
192.168.2.1/24	192.168.2.0	VLAN-Procesos de Selección
192.168.3.1/24	192.168.3.0	VLAN-Secretaria General
192.168.4.1/24	192.168.4.0	VLAN-Grados y Títulos
192.168.5.1/24	192.168.5.0	VLAN-Unidad de Resoluciones y Certificaciones
192.168.6.1/24	192.168.6.0	VLAN-Rectorado
192.168.7.1/24	192.168.7.0	VLAN-Oficina General de Planificación y Desarrollo
192.168.8.1/24	192.168.8.0	VLAN-Control-Previo
192.168.9.1/24	192.168.9.0	VLAN-Cooperación Nacional e Internacional
192.168.10.1/24	192.168.10.0	VLAN-Asuntos Académicos Administrativos
192.168.11.1/24	192.168.11.0	VLAN-OTI
192.168.12.1/24	192.168.12.0	VLAN-Comisión y Publicación de Libros
192.168.13.1/24	192.168.13.0	VLAN-Pensiones y Liquidaciones
192.168.14.1/24	192.168.14.0	VLAN-Imagen Institucional
192.168.15.1/24	192.168.15.0	VLAN-Remuneraciones
192.168.16.1/24	192.168.16.0	VLAN-Contabilidad y Tributación
192.168.17.1/24	192.168.17.0	VLAN-Asesoría Jurídica
192.168.18.1/24	192.168.18.0	VLAN-Tesorería
192.168.19.1/24	192.168.19.0	VLAN-Abastecimiento y Programación

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Posteriormente, en la ventana superior, se observa una lista detallada que contiene los nombres, dirección IP de VLAN y su asignación de Mbps correspondiente, así mismo, se contrastan las configuraciones con la ventana inferior, indicando la dirección IP de red a cada VLAN de oficina correspondiente.

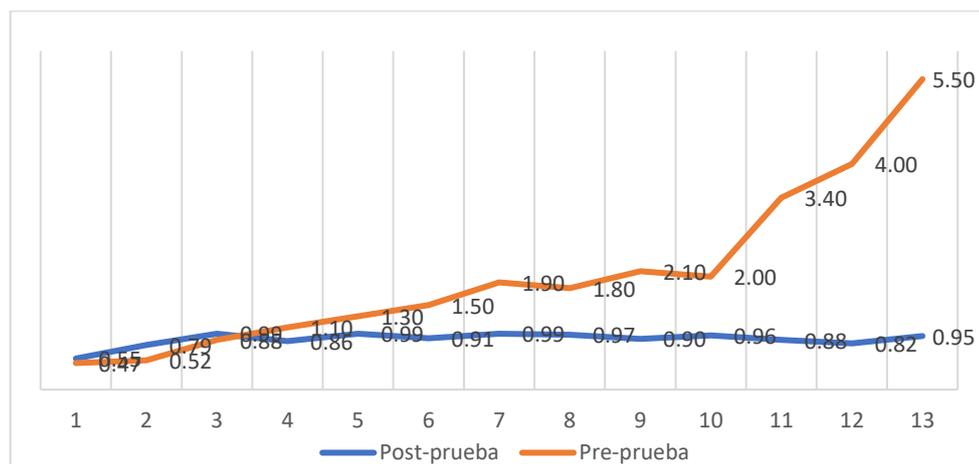
Figura N° 31: Test de ancho de banda posterior a configuración



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Posteriormente a la configuración de ancho de banda, se asignó la cantidad de 1 Mbps la cual principalmente tuvo subidas y bajadas, pero las cuales no sobrepasaron el 1 Mbps, obteniendo el resultado final de 860 Kbps, demostrando que, la configuración de gestión de ancho de banda se cumple.

Figura N° 32: Comparación de distribución de ancho de banda

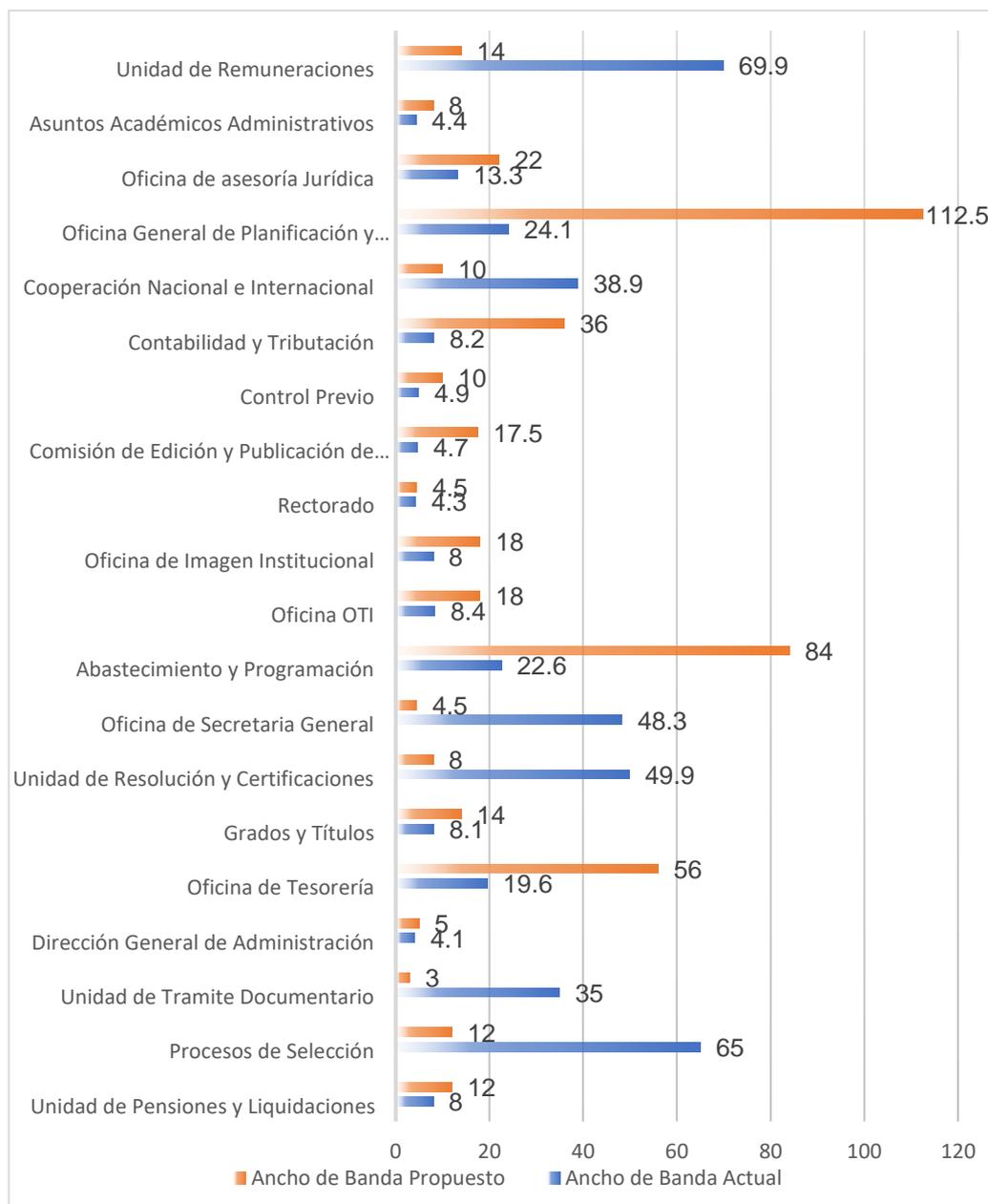


Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Como se puede observar en la Figura 32, se realizó la prueba de cuánto ancho de banda se recibe en dos fases, la primera es una prueba realizada antes de

la configuración de ancho de banda, la cual incrementa su valor conforme al tiempo, demostrando que no presenta control alguno y la segunda prueba se realizó luego de las configuraciones, asignándole solo 1 Mbps y al realizarse la prueba, demostró que los valores obtenidos rozan el determinado pero no lo sobrepasan, indicador de una configuración confiable para una gestión eficiente.

Figura N° 33: Gráfico comparativo de ancho de banda actual y propuesto



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: La comparación observada representa al ancho de banda que recibe cada oficina administrativa, el ancho de banda actual no presenta distribución alguna, porque no considera la cantidad de trabajadores, varios trabajadores utilizan la red para ver videos de diferentes páginas, lo que causa una congestión en la red, por ende, se tomó en cuenta estos aspectos, realizando, la optimización de ancho de banda.

4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.5.1. Prueba de Hipótesis General

H0: La metodología Top Down no optimiza el servicio de Internet en las Oficinas Administrativas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

H1: La metodología Top Down optimiza el servicio de Internet en las Oficinas Administrativas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

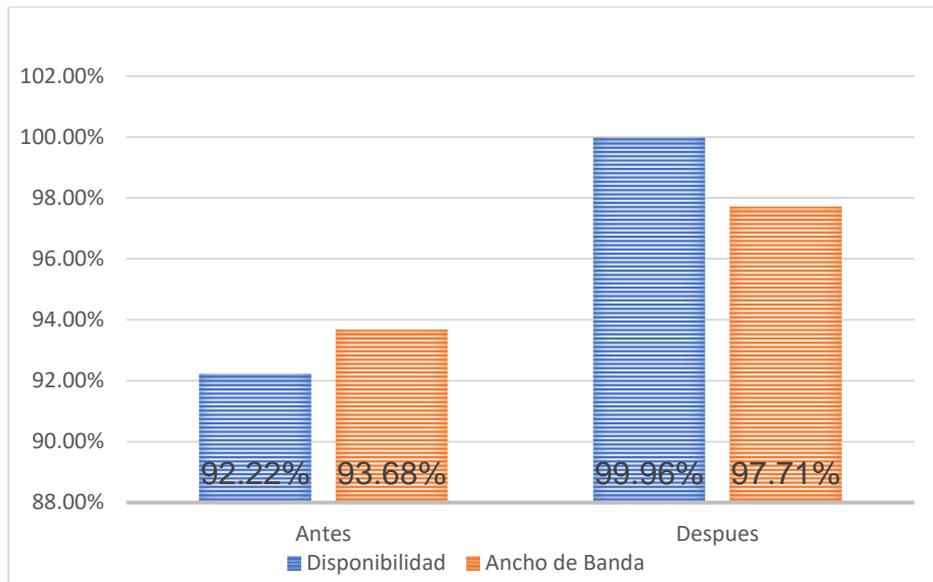
Tabla N° 7: Prueba T-Student de muestras

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar	
Par 1	Disponibilidad	1672.50	2	9.192	6.500
	Ancho de banda	459.350	2	13.6472	9.6500

Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: Para la prueba de hipótesis se realizó la prueba T-Student para muestras emparejadas utilizando el programa SPSS, obteniendo como resultado la Tabla 7, donde se observa la desviación estándar y media de error estándar para la disponibilidad y el ancho de banda.

Figura N° 34: Comparación de eficacia de la metodología Top Down



Elaborado por el equipo de trabajo

Interpretación: En la Figura 34, se observa la eficacia medida en porcentajes, comparando la aplicación de la metodología Top Down y su impacto en el servicio de Internet, definido por la disponibilidad, obteniendo anteriormente 92.22% y posteriormente 99.96% y el ancho de banda obteniendo anteriormente 93.68% y posteriormente 97.71%, logrando elevar los valores al haber sido aplicada.

Tabla N° 8: Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					Significación		
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior			
Pa	Disponibilidad - Ancho de banda	1213.1500	4.4548	3.1500	1173.1255	1253.1745	385.127	<.001	.002

Elaborado por el equipo de trabajo



4.5.2. Decisión

Interpretación: Con un valor de Significación de 0.002 en la Tabla 8, siendo menor al valor determinado para afirmar o negar la hipótesis planteada, podemos afirmar que, la hipótesis nula es rechazada. Por lo tanto, se cumple que: La metodología Top Down optimiza el servicio de internet en Educación Continua de la Universidad Nacional del Altiplano 2019.

4.6. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación corresponden a la disponibilidad y a la gestión de ancho de banda, se realiza el discernimiento con los antecedentes de investigación revisados a modo de comparar cada uno de sus resultados, del mismo modo la comparación de metodologías y protocolos utilizados.

Se obtuvo la disponibilidad de la red en todo un año, de 1666 horas y 46 minutos, representando un porcentaje de 99.16%, luego de las configuraciones, se obtuvo el valor de 1679 horas y 16 minutos, representando un porcentaje de 99.94%, reduciendo 13 horas y 14 minutos a 44 minutos, optimizando el tiempo de problemas de red mediante VRRP se redujo el corte de servicio de un Router principal a máximo 1 segundo, activando el Router de respaldo.

El ancho de banda que fue calculado anteriormente tenía un uso 449.7 Mbps, representando el 93.68%, luego, distribuyendo eficientemente el ancho de banda, se logró el aumento de su uso a 469.0 Mbps, representando un 97.71% de 480 Mbps totales.



Según los resultados de investigación de Torres (2016) “Diseño de una red privada virtual para la optimización de las comunicaciones en la empresa Comunicaciones e Informática SAC”. En el apartado de disponibilidad, HSRP demostró una caída de 12 segundos entre cambio de Routers.

En base a sus resultados obtenidos, se demuestra que, comparados a nuestra investigación, resulta una eficacia de más del 100% la utilización de VRRP para brindar alta disponibilidad, porque, el relevo de Routers duró 1 segundo incluso menos.

Según los resultados de investigación de Lozano (2017) “Diseño e implementación de una red de alta disponibilidad para la sede crítica en Adecco Colombia”. Basándose en el apartado de disponibilidad, la utilización de los protocolos VRRP y HSRP, obtuvo una disponibilidad de 97.69% en el lapso de un año.

En base a sus resultados obtenidos, se demuestra que, comparados a nuestra investigación, obtenemos una disponibilidad del 99.95% anuales que representa 44 minutos de cortes de servicio.

Según los resultados de investigación de Cordova (2016) “Implementación de protocolos de comunicación para mejorar la disponibilidad de una red informática”. Basándose en el apartado de disponibilidad, realizó una comparación entre los protocolos HSRP, GLBP y VRRP, de los cuales obtuvo los resultados 13 segundos, 1 milisegundo y 5 segundos respectivamente en relevo de Routers.

En base a sus resultados obtenidos, se demuestra que, comparados a nuestra investigación, la utilización de GLBP obtuvo 1 milisegundo de recuperación de caída de



red, nuestro resultado fue de 1 segundo, demostrando que el protocolo GLBP es completamente eficaz ante VRRP.

Según los resultados de investigación de Morán (2020) “Implementación de un sistema de alta disponibilidad de un enlace VPN para una entidad financiera”. Basándose en el apartado de disponibilidad, implementando los protocolos GLBP y HSRP obtuvo una disminución de cortes de servicio de 600 horas aproximadamente a 65 horas aproximadamente en el lapso de un año.

En base a sus resultados obtenidos, se demuestra que, comparados a nuestra investigación, la utilización de GLBP y HSRP demostró una mejora de un 100% en el lapso de un año considerando sus valores; demostrando ser eficaz con respecto a nuestros resultados de investigación.

Según los resultados de investigación de Rodríguez (2017) “Análisis para el mejoramiento del tráfico de la red inalámbrica de la facultad de ciencias informáticas de la Universidad Técnica de Manabí”. Basándose en el apartado de gestión de ancho de banda, el cual cuenta con un ancho de banda de 4.5 Mbps y 50 Mbps para estudiantes y docentes respectivamente que se satura por la cantidad de usuarios además de no realizar una distribución adecuada.

En base a sus resultados obtenidos, se demuestra que, comparados a nuestra investigación, la gestión de ancho de banda gracias a los instrumentos de investigación y cantidad de usuarios se pudo determinar cuál era la distribución más óptima de ancho de banda, logrando un uso del 97.71%.



Según los resultados de investigación de Chuquicondor (2017) “Propuesta metodológica para la gestión y administración del ancho de banda de comunicaciones en el campus de la Universidad Nacional de Piura-2016”. Basándose en el apartado de gestión de ancho de banda, el cual cuenta con un ancho de banda de 100 MB del cual es utilizado el 50% para oficinas administrativas y el otro 50% para facultades, esto realizado en base a instrumentos de investigación que determinaron la configuración respectiva utilizando el 100% de toda su red

En base a sus resultados obtenidos, se demuestra que, comparados a nuestra investigación, la gestión de ancho de banda, igualmente en base a los instrumentos de investigación y cantidad de usuarios se pudo determinar cuál era la distribución más óptima de ancho de banda, logrando un uso del 97.71%, siendo menor que la obtenida en la investigación consultada.

Según los resultados de investigación de Segobia (2016) “Diseño que permite la administración de redes para el control de equipos y acceso al internet de la unidad educativa Ventanas”. Basándose en el apartado de gestión de ancho de banda, el cual cuenta con un ancho de banda de 10 Mbps y realiza una distribución entre cuatro subredes, a las cuales les corresponde 2560 Kbps, utilizando el 100% de ancho de banda

En base a sus resultados obtenidos, se demuestra que, comparados a nuestra investigación, la gestión de ancho de banda, nuestro uso representa un 97.71%, que es menor en comparación al de la investigación consultada.

Según los resultados de investigación de Farah (2016) “Modelo de implementación de redes virtuales VLAN y priorización del ancho de banda para la red de área local del



Proyecto Especial Lago Titicaca-sede central Puno-2016. Basándose en el apartado de gestión de ancho de banda el cual cuenta con 113 Mbps en total.

En base a sus resultados obtenidos, se demuestra que, comparados a nuestra investigación, la gestión de ancho de banda, el uso de ancho de banda de la investigación consultada era de 4.7 Mbps, que resulta ser menor al 10% del total utilizable, por lo tanto, luego de su evaluación consideró la reducción de este a 20 Mbps, contrariamente a nuestro caso, se vio por conveniente realizar una administración de ancho de banda y no reducirla, como mejor opción.

Según los resultados de investigación de Poma (2017) “Rediseño de redes mediante la metodología Top Down Network Design para la mejora de la red de datos de los equipos de TIC en la DIRESA Junín”. Basándose en el apartado de gestión de ancho de banda el cual cuenta con 15 MB el cual se descongestionó en un 70% debido a la metodología Top Down.

En base a sus resultados obtenidos, se demuestra que, comparados a nuestra investigación, la gestión de ancho de banda, en la cual, realizamos una distribución del 97.71%, mejora el uso para cada oficina y evitar las congestiones para todos ellos.

Diferencias

Se presentan las diferencias entre las metodologías de diseño de redes, así como, los protocolos de redundancia y los equipos de red que se utilizaron en la investigación.



Metodología Top Down y Metodología Bottom Up

Metodología Top Down, inicia con los requerimientos de la organización, continua con el requerimiento de equipos necesarios y luego diseñarlos de arriba hacia abajo, en base al modelo OSI, la capa de aplicación es la inicial, lo que determina que las primeras fases no tengan un impacto importante en el desarrollo; esto determina que puede ser una metodología que presente demoras, por lo que consumiría mucho tiempo. Esta metodología tiene una baja recuperación de costos, pero, la organización se enfoca más en el uso de recursos, esto permite tener una profunda implementación de una solución.

Metodología Bottom Up, En cambio, la metodología Bottom Up, inicializa en la capa física de red; lo que significa que se puede realizar los requerimientos técnicos y de equipos rápidamente, por lo tanto, su impacto en la organización se observa a inicios del desarrollo, pero esto puede conllevar a dejar de lado los requerimientos de la organización y tiene una alta probabilidad de fallos teniendo un avance casi completo, por lo que debería ser utilizada por expertos.

Protocolos de redundancia

HSRP, es un protocolo propietario exclusivamente de Cisco el cual debe tener una dirección IP separada de la dirección del grupo HSRP y solo puede ser usada por el Router activo, los demás no pueden tenerla; puede poseer un enrutador activo, uno en espera y los demás en escucha. Manda un mensaje de estado a los demás enrutadores cada tres segundos y una espera de diez segundos; utiliza Tracking, sirve para observar el estado de otras interfaces para conmutar, permitiendo bajar la prioridad de un Router en el momento que caiga alguna interfaz, mejorando la red.



VRRP, es un protocolo abierto que puede ser utilizado por todos los equipos de red; lo conforman un enrutador maestro y varios enrutadores de respaldo; todos los enrutadores tienen asignada la dirección IP virtual, solo se activa al momento de relevo. El tiempo de envío de mensajes es de un segundo, a diferencia de HRSP que son tres; tiene activada por defecto la opción preventiva, la cual indica que no existirá otro Router con mayor prioridad que no sea master.

GLBP, es un protocolo de propiedad exclusiva de Cisco, permite añadir balanceo de carga sin la necesidad de crear grupos utilizando una sola dirección IP virtual y varias direcciones MAC virtuales; como observamos en discusiones, este protocolo tiene un tiempo de respuesta más eficiente que VRRP.

MikroTik y Cisco

MikroTik, tienen un precio accesible en productos de hardware y software; estos equipos son multipropósito, quiere decir, que un enrutador simple podría servir tanto como para una mediana empresa como para un hogar, debido a que a pesar de ser simple es completamente configurable. Posee una interfaz sencilla de utilizar, provee monitoreo de redes incorporado en su sistema.

Cisco, están bien hechos, son confiables y tienden a funcionar durante mucho tiempo, conjunto de características muy grande, tanto protocolos y opciones de estándares abiertos y propietarios, precios elevados de hardware y software, un enrutador Cisco para hogar no podría ser utilizado para una empresa, problemas ocasionales de interoperabilidad al conectarse a productos de otros proveedores.



V. CONCLUSIONES

Primero: Se aplicó la metodología Top Down a la organización, cuyas fases incluían el recojo de información de los trabajadores que utilizaban una computadora, a los cuales se tomó una encuesta de satisfacción del servicio cuyos resultados se observan en las Figuras 25 a 33 y se evaluó los cortes de servicio que sufrían los trabajadores en la tabla que por valor total fue de 13 horas y 14 minutos; posteriormente se evaluó la red de la organización, la cual presentaba un servicio defectuoso, mala disponibilidad de red y carecía de administración del ancho de banda, obteniendo finalmente una eficacia en la red de 99.96% en base a disponibilidad y una eficacia de 97.71% en base a ancho de banda.

Segundo: Se evaluó el consumo de ancho de banda de las oficinas detalladas en la Tabla 5, cuyo valor utilizado representaba 449.7 Mbps de 480 Mbps observando que, cada valor era desacorde a las oficinas, las cuales teniendo una pequeña cantidad de trabajadores recibían un mayor ancho de banda, sin embargo, las oficinas con una gran cantidad de trabajadores recibían ínfimos valores de ancho de banda.

Tercero: Se diseñó la red lógica de oficinas administrativas, como se observa en la Figura 2, utilizando el simulador EVE-NG, aplicando la topología jerárquica, de la misma forma, agregando dos Routers que brinden mejora en disponibilidad, se agregaron dos Switches de distribución acorde a cada Router, cada uno de estos Switches van conectados a cuatro Switches de acceso, permitiendo una conexión completa entre estos por si alguno de los equipos anteriores llegase a fallar.



Cuarto: Se optimizó la red utilizando las herramientas MikroTik, para ello se aplicó el protocolo VRRP mostrado en la Figura 6, el cual permitió reducir el tiempo de cortes al valor de 44 minutos, optimizando la disponibilidad de la red en un 99.94%; del mismo modo, se configuró la gestión del ancho de banda para cada oficina en base a los valores de la tabla, utilizando así, 469.0 Mbps de 480 Mbps totales, aumentando el uso de este en un 97.71% con respecto al anterior, de esta forma, obtendrán valores de acuerdo a la cantidad de trabajadores, en base a una correcta distribución de ancho de banda.



VI. RECOMENDACIONES

Según los cortes del servicio de red y una disponibilidad de red que no se encuentra bajo lo recomendable, se recomienda usar el protocolo SNMP para monitorizar los elementos de red, conocer los problemas de red al momento justo que ocurran, porque, el administrador se entera solo cuando recibe llamadas o tiene que ser buscado a su oficina por este tipo de problemas, para esto existen diversas herramientas que monitorizan la red como, por ejemplo: *What's Up*, *Solarwinds*, *Link Analyst* y *The Dude*.

Se recomienda revisar la red eléctrica y los equipos que proveen energía eléctrica (UPS), porque, un porcentaje de los trabajadores habló sobre cortes de energía, siendo este otro caso neurálgico para las oficinas y realizar a tiempo su trabajo.

Es también recomendable, que se invierta en un mayor ancho de banda o mejorar el servicio para que los trabajadores no tengan que realizar una inversión extra de su dinero por un servicio de internet privado, solo porque el servicio que tiene la universidad, sufre de fallos continuos y prolongados.

Del mismo modo permitir, que los trabajadores de las oficinas solo accedan a las aplicaciones web que son necesarias para realizar su trabajo y restringir páginas que no son acordes a su trabajo, porque es perjudicial para su desempeño laboral eficiente.

Repercusiones

Considerando que la simulación cumple con los resultados esperados, se puede desarrollar en distintos ámbitos que van desde organizaciones, hogares e inclusive los



propios ISP, ya que permitirían un servicio continuo y no esperar que los usuarios finales tengan que comunicar un corte de servicio dentro de a lo que red se refiere y así evitar problemas en el envío de trabajos y/o comunicaciones importantes en tiempos que se requiere de un servicio fluido y correctamente distribuido. Del mismo modo, MikroTik resulta ser una opción viable porque tiene costos accesibles, completamente configurables y sencillos, de esta forma, puede ser implementado por cualquier persona que posea tanto mínimos o extensos conocimientos en redes.



VII. REFERENCIAS

- Allied Telesis. (2008). *How to Configure VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)*. Recuperado el 16 de enero de 2021, de https://www.alliedtelesis.com/sites/default/files/documents/configuration-guides/howto_config_vrrp_basics.pdf
- Anrrango, R. (2014). *Que es MikroTik RouterOS y para que sirve*. Recuperado el 30 de agosto de 2020, de Configurar MikroTik Wireless: <https://configurarmikrotikwireless.com/blog/mikrotik-routeros-para-que-sirve.html>
- Ávila, L. (2009). *Metodología de Investigación*. Perú: Editorial Altiplano EIRL.
- Barceló, J. M., Iñigo, J., Martí, R., Peig, E., & Perramon, X. (2004). *Estructura de Redes de Computadores*. (1ra ed.). España: Editorial UOC.
- Bhagat, N. H. (2011). Virtual Router Redundancy Protocol-A Best Open Standard Protocol in Maintaining Redundancy. *International Conference on Web Services Computing*, 67-70. Obtenido de <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.452.4039&rep=rep1&type=pdf>
- Burgess, D. (2011). *Learn RouterOS*. (2da ed.). Estados Unidos: LULU.
- Chuquicondor, Y. D. (2017). *Propuesta metodológica para la gestión y administración del ancho de banda de comunicaciones en el campus de la Universidad Nacional de*



Piura-2016. (Tesis de Maestría). Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Piura, Perú.

Cordova, C. J. (2016). *Implementación de protocolos de comunicación para mejorar la disponibilidad de una red informática*. (Tesis de Pregrado). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.

Dordoigne, J. (2015). *Redes Informáticas*. (5ta ed.). España: ENI.

Farah, J. L. (2016). *Modelo de implementación de redes virtuales VLAN y priorización del ancho de banda para la Red de Área Local del Proyecto Especial Lago Titicaca-Sede Central Puno-2016*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). México: Mc Graw Hill.

Lesmana, M. D., Sari, M., & Utama, A. P. (2016). MikroTik Bandwidth Management to Gain the Users Prosperity Prevalent. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 42(5), 218-222. Obtenido de <http://www.ijettjournal.org/2016/volume-42/number-5/IJETT-V42P243.pdf>

Lozano, A. M. (2017). *Diseño e Implementación de una red de alta disponibilidad para la sede Critica en Adecco Colombia*. (Tesis de Pregrado). Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia.



- Mahanta, D., Ahmed, M., & Bora, U. J. (2013). A study of Bandwidth Management in Computer Networks. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 2. Obtenido de <http://www.ijitee.org/attachments/File/v2i2/B0376012213.pdf>
- MikroTik. (s.f.). *About Us*. Recuperado el 20 de febrero de 2020, de MikroTik: <https://www.mikrotik.com/aboutus>
- Morán, J. C. (2020). *Implementación de un sistema de alta disponibilidad de un enlace VPN para una entidad financiera*. (Tesis de Pregrado). Universidad Tecnológica del Peru, Lima, Perú.
- Oliveira, V. C. (2020). Simulador Eve-NG em projetos de redes heterogêneas: um estudo sobre a importância da simulação em redes de computadores. *Research, Society and Development*, 9(11), 24. Obtenido de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9562/8594>
- Oppenheimer, P. (2011). *Top-Down Network Design*. (3ra ed.). (Español, Trad.) Estados Unidos: Cisco Press.
- Paessler. (s.f.). *IT explained: Bandwidth*. Recuperado el 13 de abril de 2021, de Paessler The Monitoring Experts: <https://www.es.paessler.com/it-explained/bandwidth>
- Paredes, R., & Hernandez, A. (2018). Designing an Adaptive Bandwidth Management for Higher Education Institutions. *International Journal of Computing Sciences Research*, 2(1), 17-35. doi:10.25147/ijcsr.2017.001.1.22



- Poh, J. N., & Ramadhan, S. H. (2013). Implementing of Virtual Router Redundancy Protocol in a Private University. *Journal of Industrial and Intelligent Information*, 1(4), 255-259. doi:10.12720/jiii.1.4.255-259
- Poma, V. C. (2017). *Rediseño de redes mediante la metodología Top Down Network Design para la mejora de la red de datos de los equipos de TIC en la DIRESA Junín*. (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.
- Rajamohan, P. (2014). An Overview of Virtual Router Redundancy Protocol Techniques and Implementation for Enterprise Networks. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 1, 554-562. Obtenido de http://www.ijiset.com/v1s9/IJISSET_V1_I9_88.pdf
- Reina, F., & Ruiz, J. A. (2006). *Redes de Área Local*. México: Mc Graw Hill.
- Rodriguez, M. M. (2017). *Análisis para el mejoramiento del tráfico de la red inalámbrica de la facultad de ciencias informáticas de la Universidad Técnica de Manabí*. (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Saavedra, J. C. (2015). *Diseño de red con Top-Down*. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de JuanCarlosSaavedra.net: <http://juancarlosaavedra.me/2015/01/disenio-de-red-con-top-down/>
- Segobia, M. A. (2016). *Diseño que permite la administración de redes para el control de equipos y acceso al internet de la unidad educativa Ventanas*. (Tesis de Maestría). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.



Tacuri, M. (2017). *Redes de Alta Disponibilidad*. Recuperado el 8 de diciembre de 2020,

de

https://mum.mikrotik.com/presentations/EC17/presentation_4630_1500912337.pdf

Torres, P. J. (2016). *Diseño de una red privada virtual para la optimización de las comunicaciones en la empresa Comunicaciones e Informática SAC*. (Tesis de Pregrado). Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima, Perú.

Universitat Jaume I. (1999). *Conceptos basicos sobre Internet*. Obtenido de Universitat Jaume I: <http://www3.uji.es/~pacheco/INTERN~1.html>

Vargas, E. (2000). *High Availability Fundamentals*. (Español, Trad.) California, Estados Unidos: Sun Microsystems Inc.



ANEXOS

Anexo 1: Encuesta de Investigación.

Encuesta de Proyecto de Investigación

Objetivo: La presente encuesta es la herramienta con la cual se desea corroborar la investigación, con el fin de desarrollar el proyecto de tesis: "La Metodología Top-Down en la optimización del servicio de internet en Educación Continua de la Universidad Nacional del Altiplano 2019".

Edad: _____ Oficina: _____

Marque con una X las opciones que se dan a continuación:

1. Velocidad de la red:

Rápida Lenta otro: _____

2. ¿utiliza internet de la Universidad o tiene su propio servicio de internet?, especifique si es así.

Si No Empresa: _____

3. ¿Con que otro dispositivo se conecta a internet?

Teléfono Tablet Laptop

4. En la escala de 1-5 siendo (1) completamente insatisfecho y (5) completamente satisfecho, califique el servicio de Internet.

1 2 3 4 5

5. ¿Qué herramientas, aplicaciones o servicios además utiliza en la red? (Ej.: Facebook, YouTube, Gmail, etc.)

6. ¿El servicio de internet es lo suficientemente bueno para desarrollar eficientemente su trabajo?

Si No Otro: _____

7. ¿Cuáles son los motivos de interrupción del servicio de internet?

Corte de Energía Problemas de Red

8. ¿Cuánto Tiempo duran esas interrupciones usualmente?

Minutos Horas Días

9. Sugerencias sobre el servicio de internet:



Anexo 2: Entrevista de investigación

Entrevista de proyecto de investigación.

Nombres y apellidos: _____ Cargo:

1. ¿Cuántos proveedores de servicio de Internet tiene el edificio y cuantos megas reciben de ellos?
2. ¿De cuántas oficinas se compone el edificio y cuál es la cantidad de trabajadores de cada oficina?
3. ¿Qué herramientas utiliza para recibir quejas o problemas sobre el servicio en las oficinas?
4. ¿Cómo está distribuido el ancho de banda para los usuarios de las oficinas?
5. ¿Tiene algún tipo de respaldo por si cae el servicio completamente?



Anexo 3: Tabla de registro de ancho de banda de los usuarios

Tabla N° 9: Modelo de tabla de registro de ancho de banda de usuarios

Oficina	Ordenador de usuario	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Promedio
Oficina...	PC-#	#	#	#	#
Oficina...	PC-#	#	#	#	#
Oficina...	PC-#	#	#	#	#

Anexo 4: Tabla de registro de cortes de servicio de usuarios

Tabla N° 10: Modelo de tabla de registro de cortes de servicio de usuarios

Oficina	Ordenador de usuario	Cortes suscitados		
		Minutos	Horas	Días
Oficina...	PC-#	#	#	#
Oficina...	PC-#	#	#	#
Total (Minutos)				
Total (Segundos)				

Anexo 5: Características de equipos MikroTik

RB2011UiAS-IN

Desktop metal case, 5xEthernet, 5xGigabit Ethernet, USB, LCD, PoE out on port 10, 600MHz CPU, 128MB RAM, RouterOS L5



The RB2011 is a low cost multi port device series. Designed for indoor use, and available in many different cases, with a multitude of options.

The RB2011 is powered by RouterOS, a fully featured routing operating system which has been continuously improved for fifteen years. Dynamic routing, hotspot, firewall, MPLS, VPN, advanced quality of service, load balancing and bonding, real-time configuration and monitoring - just a few of the vast number of features supported by RouterOS.

RouterBOARD 2011UiAS-IN, in comparison with RB2011L series, not only has five Gigabit LAN ports and five Fast Ethernet LAN ports, but also has RJ45 serial port, USB port and more RAM (128MB instead of 64MB). Also, it has RouterOS L5 license (instead of L4) and nice touchscreen LCD for configuration. SFP cage is also present (SFP module not included!)

Tested and recommended to use with MikroTik SFP modules: S-85DLC05D, S-31DLC20D and S-35/53LC20D (not included)

There is PoE output function for port #10 - it can power other PoE capable devices with the same voltage as applied to the unit. Maximum load on the port is 500mA.

RouterBOARD 2011UiAS-IN comes with desktop enclosure, LCD panel and power supply.

Wall mount kit (product code RBWMK) for network closet is available for purchase as an optional accessory.

Specifications

Details	
Product code	RB2011UiAS-IN
Architecture	MIPSBE
CPU	AR9344
CPU core count	1
CPU nominal frequency	600 MHz
Dimensions	214mm x 88mm for PCB
RouterOS license	5
Operating System	RouterOS
Size of RAM	128 MB
Storage size	128 MB
Storage type	NAND
MTBF	Approximately 200'000 hours at 25C
Tested ambient temperature	-40°C to 60°C
Suggested price	\$119.00

CRS112-8G-4S-IN

8x Gigabit Ethernet Smart Switch, 4x SFP cages, 400MHz CPU, 128MB RAM, desktop case, RouterOS L5



Cloud Router Switch 112-8G-4S-IN is a "small size low cost" member of our CRS series. It comes with eight Gigabit Ethernet ports and four SFP cages.

Our CRS series combines the best features of a fully functional router and a Layer 3 switch, is powered by the familiar RouterOS.

All the specific Switch configuration options are available in a special Switch menu, but if you want, ports can be removed from the switch configuration, and used for routing purposes.

Specifications

Details	
Product code	CRS112-8G-4S-IN
Architecture	MIPSBE
CPU	QCA8511
CPU core count	1
CPU nominal frequency	400 MHz
Dimensions	200x143x44mm
RouterOS license	5
Operating System	RouterOS
Size of RAM	128 MB
Storage size	16 MB
Storage type	FLASH
MTBF	Approximately 200'000 hours at 25C
Tested ambient temperature	-40°C to 70°C
Suggested price	\$138.00



CRS354-48G-4S+2Q+RM

Best price and best performance on the market – this 48 port switch will rock any setup, including 40 Gbps devices!



If you are looking for a single switch that will put your network setup ahead of the curve without costing a fortune, look no further. The new CRS354-48G-4S+2Q+RM is an effective and adaptable rackmount solution for managing networks in demanding and busy environments. With this product we aim to set a new price-performance bar – get more features while spending way less! <

This powerful switch has 48 x 1G RJ45 ports and 4 x 10G SFP+ ports. There are also 2 x 40G QSFP+ ports for extremely fast fiber connections or linking with other 40 Gbps devices. The total non-blocking throughput is 168 Gbps, switching capacity is 336 Gbps and the forwarding rate reaches 235 Mpps.

Specifications

Details	
Product code	CRS354-48G-4S+2Q+RM
Architecture	MIPSBE
CPU	QCA9531
CPU core count	1
CPU nominal frequency	650 MHz
Dimensions	297 x 443 x 44 mm
RouterOS license	5
Operating System	RouterOS
Size of RAM	64 MB
Storage size	16 MB
Storage type	FLASH
MTBF	Approximately 200'000 hours at 25C
Tested ambient temperature	-20°C to 60°C
Suggested price	\$499.00