



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA
BASADO EN BALANCEO DE CARGAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE
TRÁFICO DE DATOS APLICANDO FAILOVER CON PROTOCOLO
TCP/MSS EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES”**

AUTOR:

JOAB WLADIMIR CHONILLO BERMÚDEZ

TUTOR:

ING. LUIS AMAYA FARIÑO, MGT

LA LIBERTAD – ECUADOR

2022-1

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero darle las gracias a Dios quien me condujo hacia al camino del éxito y del bien, brindándome salud y sabiduría a lo largo de la vida para poder terminar este trabajo de titulación.

A mis padres, por ser las bases fundamentales y apoyo de esfuerzo para que nada me falta durante mi formación, por enseñarme a ser perseverante valorando las cosas que me otorgaban en cada etapa de mi educación.

Agradezco al tutor de tesis y a los majestuosos docentes que conforman esta facultad, por sus excelentes trabajos, amistades, comentarios y sugerencias que aportaron para que la culminación de este trabajo fuera todo un hecho.

A mis compañeros, por hacer de mi estadía universitaria una experiencia tan linda, sin ustedes nada de esto sería posible.

A la Universidad, por su gratitud, que permitió que mi corazón se llene de felicidad y de satisfacción por los logros alcanzados y por el reconocimiento otorgado al aprovechamiento de alto rendimiento durante las fases de formación estudiantil.

Joab Chonillo Bermúdez

Autor.

DEDICATORIA

A quienes me enseñaron a nunca darme por vencidos, a ustedes mis padres, **Yanet y Richard**, al núcleo de la familia, por su apoyo incondicional en todo momento, a ellos le dedico este gran trabajo con todo mi esfuerzo.

A mis hermanos, quienes sin duda alguna son parte de mi vocación y motivación gracias a sus ayudas en los momentos necesarios, que sepan que mis éxitos de hoy, son los suyos de mañana y siempre.

A mis seres más allegados por ser los mejores promotores de mis principios como un hombre de bien y de buenos valores, enseñándome responsabilidades y valores que uno puede brindar.

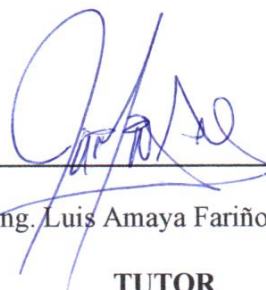
Joab Chonillo Bermúdez

Autor.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación denominado: **“Diseño e implementación estructural de un sistema basado en balanceo de cargas para la optimización de tráfico de datos aplicando Failover con protocolo TCP/MSS en el laboratorio de Telecomunicaciones”**, elaborado por el estudiante Chonillo Bermúdez Joab Wladimir, de la carrera de Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, le apruebo en todas sus partes y autorizo al estudiante para que inicie los trámites legales correspondientes.

La Libertad, 1 de septiembre del 2022



Ing. Luis Amaya Fariño, Mgt.
TUTOR

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Ronal Rovira Jurado, Ph. D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

TELECOMUNICACIONES



Ing. Luis Amaya Fariño, Mgt.

DOCENTE TUTOR_GUÍA UIC



Ing. Daniel Jaramillo Chamba, Mgt.

DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Corina Gonzabay De la A, Mgt.

SECRETARIA

RESUMEN

En el mundo actual, las redes enfrentan una demanda extremadamente alta de tecnologías y servicios web, por lo que gran parte de las empresas o universidades, buscan formas de mejorar la infraestructura y la prestación de servicios para brindar mejoras de conectividad a los clientes de manera instantánea, segura y eficiente, teniendo en cuenta la alta disponibilidad y velocidad de datos.

La propuesta tecnológica tiene como finalidad mejorar la infraestructura de las redes LAN del laboratorio de telecomunicaciones, manejando balanceo de cargas entre enlaces redundantes WAN para la optimización de envío y recepción de datos, permitiendo realizar experimentos como pruebas de error para la solución de una red escalable. El presente trabajo de investigación se basó en tres tipos de metodologías que son: exploratoria, experimental y bibliográfica. A su vez, utilizando el protocolo TCP/MSS con el fin de lograr mejoras en la comunicación, reduciendo problemas de delay o rendimiento. Finalizado el diseño y configuración de la propuesta, se procedió a evaluar dos escenarios de redes, balanceables y no balanceables, demostrando la entrega de paquetes a través de un software de análisis de tráfico de red, de la misma manera, proporcionando comunicación óptima con capacidades altas de procesamiento con respecto a la distribución de datos de manera correcta hacia Internet con herramientas de testeo de conectividad garantizando el rendimiento y la integridad de la red.

Este escenario de propuesta tiene fines educativos forzando prácticas de laboratorios de acorde a las materias que imparte el docente tutor con soluciones a las redes de tráfico de datos con altos desempeños computacionales.

ABSTRACT

In today's world, networks face an extremely high demand for web technologies and services, which is why most companies or universities are looking for ways to improve infrastructure and service provision to provide connectivity improvements to customers in a more efficient way. instant, secure and efficient, taking into account high availability and data speed.

The purpose of the technological proposal is to improve the infrastructure of the LAN networks of the telecommunications laboratory, managing load balancing between redundant WAN links for the optimization of sending and receiving data, allowing experiments to be carried out such as error tests for the solution of a scalable network. The present research work was based on three types of methodologies that are: exploratory, experimental and bibliographic. In turn, using the TCP/MSS protocol in order to achieve improvements in communication, reducing delay or performance problems. Once the design and configuration of the proposal was completed, two network scenarios, balanced and unbalanced, were evaluated, demonstrating the delivery of packets through network traffic analysis software, in the same way, providing optimal communication with capabilities processing highs regarding the correct distribution of data to the Internet with connectivity testing tools guaranteeing the performance and integrity of the network.

This proposal scenario has educational purposes, forcing laboratory practices according to the subjects taught by the tutor with solutions to data traffic networks with high computational performance.

DECLARACIÓN

El contenido del presente trabajo de titulación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Joab Wladimir Chonillo Bermúdez

AUTOR

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
DECLARACIÓN.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1 GENERALIDADES DE LA PROPUESTA	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.4 JUSTIFICACIÓN	7
1.5 ALCANCE DEL PROYECTO.....	9
1.6 METODOLOGÍA.....	10
1.7 RESULTADOS ESPERADOS	12
CAPÍTULO II.....	13
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA PROPUESTA.....	13
2.1 MARCO CONTEXTUAL.....	13
2.2 MARCO CONCEPTUAL	14
2.2.1 BALANCEO DE CARGA	14
2.2.2 ALGORITMOS DE BALANCEOS DE CARGAS POR HARDWARE ..	18
2.2.3 FAILOVER.....	21
2.2.4 MODELO OSI	22
2.2.5 MODELO TCP/IP	24

2.2.6	BALANCEO DE CARGAS BAJO EL MODELO OSI.....	25
2.2.7	CARACTERISTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED.....	27
2.2.8	CONTROL DE CONGESTIONES DE DATOS	29
2.2.9	TRÁFICO DE REDES	30
2.2.10	FIJACIÓN MSS VS MTU SOBRE TCP	32
2.2.11	CLASIFICACION DE REDES BÁSICAS	34
2.2.12	TOPOLOGÍAS DE LAS REDES.....	35
2.2.13	LACNIC.....	36
2.2.14	DISPOSITIVOS DE INTERCONEXION DE RED	37
2.2.15	PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO	38
2.2.16	MEDIOS DE TRANSMISIÓN	40
2.2.17	ORGANIZACIONES DE NORMAS Y ESTANDARIZACIÓN	43
2.2.18	ESTÁNDARES DE SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO..	46
2.2.19	TIPOS DE SUBSISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO ESTÁNDAR EIA/TIA-568.....	50
2.2.20	EQUIPAMIENTOS Y MATERIALES DE LA NORMA ISO/IEC 11801 PARA FIBRA ÓPTICA	53
2.3	MARCO TEÓRICO	55
CAPÍTULO III.....		56
3	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	56
3.1	COMPONENTES DE LA PROPUESTA	56
3.1.1	COMPONENTES FÍSICOS	56
3.1.2	COMPONENTES LÓGICOS.....	62
3.2	DISEÑO DE LA PROPUESTA	65
3.2.1	TOPOLOGÍA DE LA PROPUESTA.....	65
3.2.2	DISEÑO DE UBICACIÓN DE EQUIPOS	68
3.2.3	DISEÑO DE TOPOLOGÍA BALANCEADOR DE CARGA.....	73
3.3	PROVEEDOR DE SERVICIO DE INTERNET.....	75
3.4	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	78
3.4.1	MODELO DE DIRECCIONAMIENTO IP POR PARTE DEL ISP	78
3.4.2	ACCESO A LA INTERFAZ GRÁFICA UBIQUITI EDGE ROUTER 4 PARA SALIDA A INTERNET	79



3.4.3	CONFIGURACIÓN DEL PROCESO DEL BALANCEADOR DE CARGA Y FAILOVER.....	83
3.4.4	OPCIONES TCP DEL PROTOCOLO MSS.....	94
3.4.5	OPTIMIZACIÓN DE LA RED BAJO PROTOCOLO MSS.....	98
3.5	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	100
3.5.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	100
3.5.2	FACTIBILIDAD FINANCIERA.....	101
CAPITULO IV.....		102
4	PRUEBAS, ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA.....	102
4.1	PRUEBA 1: PRUEBA DE BALANCEO DE CARGA.....	102
4.2	PRUEBA 2: PRUEBA DE FAILOVER.....	109
4.3	ANÁLISIS DEL PROTOCOLO MSS MEDIANTE WIRESHARK.....	112
4.4	PRUEBA DE ERROR MTU.....	118
4.5	ANÁLISIS DE TRÁFICO ANTERIOR VS ACTUAL.....	120
4.6	RESULTADOS.....	124
CONCLUSIONES.....		127
RECOMENDACIONES.....		128
ANEXOS.....		129
Bibliografía.....		136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de bloques de la propuesta.....	11
Figura 2 Balanceo de carga.....	15
Figura 3 Balanceo de carga distribuido	18
Figura 4 Balanceo de carga por prioridad.....	19
Figura 5 Balanceo de carga por desborde.....	19
Figura 6 Balanceo de carga menos usado.....	20
Figura 7 Balanceo de carga por latencia.....	20
Figura 8 Balanceo de carga forzoso.....	21
Figura 9 Failover.....	22
Figura 10 Modelo OSI.....	23
Figura 11 Modelo TCP/IP	24
Figura 12 Balanceo de carga capa 2	26
Figura 13 Balanceo de carga capa 4	26
Figura 14 Balanceo de carga capa 7	27
Figura 15 Congestión de datos.....	30
Figura 16 Encabezado de trama TCP	33
Figura 17 Registros Internacionales de Internet	37
Figura 18 Cable UTP.....	41
Figura 19 Cable STP.....	41
Figura 20 Cable de fibra óptica.....	42
Figura 21 Cable UTP cat. 6	47
Figura 22 Cable de fibra óptica dúplex.....	49

Figura 23 Conectores de fibra óptica.....	49
Figura 24 Distribución de cableado vertical.....	50
Figura 25 Distribución de cableado horizontal.....	51
Figura 26 EdgeRouter 4.....	57
Figura 27 Edge Switch 10x.....	58
Figura 28 UDM PRO.....	59
Figura 29 Mikrotik Routerboard 3011UiAs-RM.....	59
Figura 30 D-LINK Switches-1016A.....	60
Figura 31 Cable UTP cat. 6.....	61
Figura 32 Conectores RJj-45.....	61
Figura 33 Testeador.....	62
Figura 34 Wireshark.....	63
Figura 35 SKETCHUP.....	63
Figura 36 Edra Max.....	64
Figura 37 Interfaz Gráfica de Edge Max Ubiquiti.....	65
Figura 38 Topología de la red.....	65
Figura 39 Distribución de puertos.....	67
Figura 40 Ubicación de equipos.....	69
Figura 41 Rack de telecomunicaciones.....	70
Figura 42 Sección tecnológica Mikrotik.....	71
Figura 43 Sección tecnológica Ubiquiti.....	71
Figura 44 Estación de trabajo estudiantil.....	72
Figura 45 Laboratorio de telecomunicaciones.....	73

Figura 46 Diseño de topología Dual Wan	74
Figura 47 Balanceador de carga L2/L3.....	75
Figura 48 ISP	76
Figura 49 Verificación de asignación IP por DHCP.....	78
Figura 50 Adaptador de red estático	80
Figura 51 Ingreso a la interfaz EdgeRouter 4	80
Figura 52 Configuración básica del EdgeRouter 4.....	81
Figura 53 Selección de puerto WAN.....	81
Figura 54 Selección de puertos LAN.....	82
Figura 55 Interfaz gráfica del EdgeRouter 4	83
Figura 56 Diseño de segmentación de redes.....	86
Figura 57 Interfaz gráfica winbox	87
Figura 58 Configuración de interfaces de red Mikrotik	88
Figura 59 Configuración de NAT Mikrotik.....	88
Figura 60 Configuración de ruta estática.....	89
Figura 61 Conectividad a internet.....	89
Figura 62 Configuración de balanceo de carga	90
Figura 63 Primera conexión a internet.....	91
Figura 64 Segunda conexión a internet.....	91
Figura 65 Configuración puerto LAN	92
Figura 66 Interfaz gráfica del equipo balanceador	92
Figura 67 Conmutación por error	93
Figura 68 Campos de opciones TCP.....	94

Figura 69 Segmentos TCP.....	96
Figura 70 Red con diversos valores MTU.....	97
Figura 71 Red Ethernet con valor fijo MTU.....	98
Figura 72 Fijación del valor MSS EdgeRouter 4.....	99
Figura 73 Fijación del valor MSS en UDM PRO.....	100
Figura 74 Flujo de tráfico de enlaces WAN.....	103
Figura 75 Reenvío DNS.....	103
Figura 76 Balanceo de métricas.....	104
Figura 77 Conectividad extremo a extremo.....	104
Figura 78 Seguimiento de rutas.....	105
Figura 79 Servicio ISP2.....	106
Figura 80 Servicio ISP1.....	107
Figura 81 Tiempo de caída aplicando load-balancing.....	107
Figura 82 Tráfico hacia una página web.....	108
Figura 83 Puerto Eth1 con Failover.....	109
Figura 84 Prueba 1 de failover.....	110
Figura 85 Prueba 2 de Failover.....	111
Figura 86 Tiempo de conexión.....	111
Figura 87 Establecimiento de conexión a un servidor web.....	114
Figura 88 Establecimiento de conexión mensaje SYN.....	114
Figura 89 Establecimiento de conexión mensaje SYN+ACK.....	115
Figura 90 Establecimiento de conexión mensaje ACK.....	116
Figura 91 Tamaño máximo de segmentos SYN.....	116

Figura 92 Tamaño máximo de segmentos SYN+ACK	117
Figura 93 Test de velocidad con valor MSS 1460.....	117
Figura 94 Valor MTU Ethernet	118
Figura 95 Prueba de fragmentación MTU	118
Figura 96 Modificación MTU 576 Ethernet.....	119
Figura 97 Test de velocidad con valor MTU 576.....	119
Figura 98 Datos de I/O generados a través de Wireshark de la red anterior	120
Figura 99 Conexión a Internet de 3 vías	121
Figura 100 Datos I/O generados a través de wireshark de la red actual.....	121
Figura 101 Tiempos de respuesta generado desde un equipo a la red anterior	123
Figura 102 Tiempos de respuesta generado desde un equipo a la red actual	123
Figura 103 Tráfico de datos generados.....	125
Figura 104 Rendimiento actual de los tráfico generados	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Modelo OSI.....	23
Tabla 2 Categorías de cables UTP.....	42
Tabla 3 Normas ISO/IEC.....	44
Tabla 4 Normas ANSI/TIA/EIA.....	44
Tabla 5 Normas IEE 802.11.....	45
Tabla 6 Estándares en fibra óptica.....	53
Tabla 7 Características de las líneas Ubiquiti.....	66
Tabla 8 Puertos distribuidos.....	67
Tabla 9 Plan de Internet.....	77
Tabla 10 Dirección IP Privada por parte del ISP.....	79
Tabla 11 Distribución de direcciones IP.....	82
Tabla 12 Tecnologías Mikrotik y Ubiquiti.....	84
Tabla 13 Métodos de balanceos de cargas.....	85
Tabla 14 Direcciones IP segmentadas.....	86
Tabla 15 Diferentes tecnologías MTU.....	96
Tabla 16 Gastos en equipos.....	101
Tabla 17 Parámetros del comando ping.....	105
Tabla 18 Campos de la interfaz Wireshark.....	113
Tabla 19 Comparación de tráfico generado con respecto a la red anterior vs actual.....	122
Tabla 20 Comparación de parámetros en relación a los tiempos de respuesta.....	124

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
5G	Quinta Generación.
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
BW	Ancho de Banda.
CLI	Interfaz de Líneas de Comando.
DHCP	Protocolo de Configuración Dinámica de Host.
EIA	Asociación de Industrias Electrónicas.
FFTH	Fibra hasta el Hogar.
FTP	Protocolo de Transferencia de Archivos.
GUI	Interfaz Gráfica de Usuario.
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto.
IANA	Autoridad de Asignación de Números de Internet.
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónico.
IETF	Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet.
IoT	Internet de las cosas.
IP	Protocolo de Internet.
Ipv4	Protocolo de Internet Versión 4.
ISO	Organización Internacional de Normalización.
ISP	Proveedor de Servicio de Internet.
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
LAN	Red de Área Local.
MAC	Control de Acceso a Medios.
MAN	Red de Área Metropolitana.
MAN	Red de Área Metropolitana.
MSS	Tamaño Máximo de Segmentos.
MTU	Unidad de Trasmisión Máxima.
OLT	Terminación de Línea Óptica.
OSI	Sistemas abiertos de interconexión.
RFC	Solicitud de Comentarios.



RIR	Registro Regional de Internet.
SC	Conector Subscritor.
SFP	Factor de forma pequeño conectable.
ST	Conector Punta Recta.
STP	Par trenzado blindado.
TCP	Protocolo de Control de Transmisión.
UDP	Protocolo de Datagrama de Usuarios.
UTP	Par trenzado sin blindaje.



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Características y especificaciones del EdgeRouter 4.....	129
Anexo 2 Características y especificaciones del Dream Machine Pro.....	130
Anexo 3 Características y especificaciones del Mikrotik Routerboard 3011UiAs-RM.	131
Anexo 4 Características y especificaciones del EdgeSwitch 10X.....	131
Anexo 5 Diseño físico del rack ubiquiti	132
Anexo 6 Diseño físico del rack Mikrotik	133
Anexo 7 Verificación del funcionamiento del cableado de acorde al estándar ANSI/TIA/EIA-568-C.2 (CABLEADO UTP)	133
Anexo 8 Ventana de administración del EdgeRouter 4.....	134
Anexo 9 Configuración failover por CLI para la optimización del tiempo de restauración y conexión.....	134

INTRODUCCIÓN

Las redes de datos actualmente afrontan escenarios centralizados en donde se busca optimizar la comunicación a la red que normalmente está contactado a un único ISP para la conectividad. Al depender de esto, puede existir caídas constantes lo que ocasiona tiempos prolongados de inactividad a la hora de admitir los recursos como sitios web, aplicaciones, herramientas de software y diversas capacidades de compartición de datos con la que puede contar una computadora.

Por esta razón, el objetivo del estudio es aplicar balanceo de cargas debido a que brindan algoritmos para reducir la congestión y mantener la conexión del servicio al reducir gran parte de la tasa de saturación, por ende, el usuario realizará varias peticiones a la red de tal manera que los enlaces redundantes siempre estén accesibles para la optimización del tiempo de actividad. Por lo general, los servidores de la red están en constante evolución para resolver peticiones a los usuarios de forma excesiva, y esto es otro de los problemas por la carencia del ancho de banda.

Si existiera algún problema de fuerza mayor en el proceso de recepción de paquetes, se aplicará una ruta alternativa como respaldo de datos a través de otra línea del mismo ISP, a esto se lo conoce como Failover, mecanismo público y redundante que involucra toda la gama de tecnologías en redes como Ubiquiti, Mikrotik, Cisco, entre otras.

En el Capítulo I se propone un previo análisis de la situación actual del laboratorio de telecomunicaciones tomando en cuenta las tecnologías existentes para dar soluciones técnicas de acorde al problema planteado. En este punto, se detallan los antecedentes, objetivos, y alcance que permiten justificar el desarrollo del presente proyecto de titulación.

En el Capítulo II se evidencia todos los conceptos y procedimientos que contribuyen a la viabilidad de esta tesis de acuerdo con la normativa vigente aplicable en este trabajo de grado. Proporcionar un marco teórico fácil de entender con el cumplimiento de los objetivos planteados.

En el Capítulo III se presenta las características de los equipos de redes seleccionados, seguido del diseño e implementación de la propuesta aplicando los procedimientos, parámetros y configuraciones para una red LAN balanceada.

En el Capítulo IV se ejecutan las respectivas pruebas, análisis y resultados del proyecto demostrando que el balanceador de cargas bajo el protocolo TCP/MSS funciona correctamente, además de las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES DE LA PROPUESTA

1.1 ANTECEDENTES

La prestación de servicios que ofrece Internet tiene la desventaja de que pueden provocar fallas en el sistema de una red. Uno de los problemas más comunes es cuando se maneja una gran cantidad de solicitudes generadas por el usuario que pueden causar saturación dentro de un servidor, lo cual implica tomar un conjunto de dispositivos de red de datos para solventar el problema que operen a altas velocidades. Estos dispositivos ejecutan balanceadores de cargas que intervienen como alternativas de solución a la disponibilidad y escalabilidad en la eficiencia de una red.

La Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones oferta varias carreras, dentro de las cuales podemos destacar la carrera de Telecomunicaciones, misma que los estudiantes optan por formar su carácter estudiantil durante su periodo de estudio, preparándose con conocimientos consistentes tanto teóricos como prácticos adquiriendo técnicas profesionales para la resolución de problemas en el ámbito laboral.

Por lo regular, en una conexión a internet, hay casos notorios en donde los paquetes de envío tardan en llegar a su destino, las causas más notorias es la sobrecarga de tráfico hacia internet, retrasos de buffer, desbalance de conmutación de paquetes, retrasos de procesamientos, etc., en donde el elemento principal de todo esto, es la cabecera de los paquetes que se envían en una petición del cliente hacia internet generando inconvenientes al momento en que las personas realizan su trabajo de investigación.

Tomando en cuenta la información anterior, la institución cuenta con un laboratorio especializado en el área de las telecomunicaciones, posee con una gran excelencia de

infraestructura física a nivel general, pero no con equipos o dispositivos suficientes que lleven a forzar un gran laboratorio consistente. Esta situación transmuta una necesidad grande puesto que la mayor parte de los estudiantes de esta carrera solo realizan prácticas a nivel de simulación, lo cual produce cierta incomodidad al no respaldar sus conocimientos aprendido en clases.

Por lo tanto, se ha observado que en el laboratorio de telecomunicaciones no existe un control de balanceo de cargas dentro de la red interna a pesar de que maneja un buen ancho de banda, y bajo esta observación, el trabajo se orienta a la optimización de los paquetes evitando retrasos en un proceso de comunicación, es por esta razón, que nace la necesidad de mejorar los servicios de la red aplicando procesos de conectividad que ayuden a serenar la comunicación en base a la latencia y ancho de banda requerido.

En el laboratorio de telecomunicaciones se tiene un rack con tecnología “Mikrotik” y, “Cisco” como proceso de preparación estudiantil, además de sistemas de cableados estructurados, etc. Estas tecnologías se encuentran trabajando con protocolos de internet versión 4 (ipv4). Por lo que se requiere montar nuevas herramientas técnicas de las que ya se tiene, para este caso, un nuevo rack con tecnología “Ubiquiti”. Por otra parte, la disponibilidad de datos en el área de la red a menudo se ve amenazada debido a la alta saturación del tráfico, es decir, falencias dentro de los servidores web y aplicaciones. Por lo tanto, acceder a un balanceo de cargas hará que se promedie las cargas de trabajo alrededor de la red y de esta manera adoptar los problemas de funcionamiento evitando retardos de transmisión y recepción.

La presente propuesta radica en dar ciertas soluciones con una gran variedad de aspectos interesantes con respecto a la temática, estas serán aprovechadas para el manejo y

aprendizaje de los estudiantes de la carrera, en especial en el área de redes de datos, donde no solo serán beneficiados los estudiantes en progreso, sino también los profesionales que se encaminen por una maestría en Telecomunicaciones que la facultad está desarrollando. Por ende, podrá afianzar e integrar técnicas de profesionalismo con una fuerte capacidad sistemática en cuanto a conocimientos para su posterior defensa laboral.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El enfoque de este proyecto como primera instancia será analizar todos los puntos de accesos que actualmente se encuentren instalados en el laboratorio de telecomunicaciones, tales como para evaluar parámetros de configuración para la implementación de una red de interconexión, con el fin de generar nuevos métodos de trabajos y así poder brindar prácticas físicas con los equipos que se pretende poner en marcha.

Como alternativa de solución, se aspira llevar a cabo una nueva marca tecnológica llamada “Ubiquiti” debido a que permite despliegues rápidos en una red con gestiones de despliegues wifi óptimos, además de monitoreos, control y configuraciones para una administración rápida del tráfico de un sistema. Por consiguiente, se pondrá a práctica una red con estos equipos aplicando balanceo de cargas para distribuir dichas cargas de trabajo bajo los servidores web que son los encargados de suministrar excelentes capacidades de navegación hacia el cliente al acceder a un sitio web, recalando que el Load Balance desempeña un gran papel hacia el futuro en el ámbito de las redes. El propósito de armar un nuevo rack consistirá en mejorar y optimizar la infraestructura que se tiene ya establecido en el laboratorio, así como su capacidad y rendimiento.

El balanceo de cargas proporciona gran escalabilidad y un buen manejo a través de protocolos TCP/IP, pero para hacerlo aún más dinámico, se lo estudiará a través de

protocolos TCP/MSS (Tamaño Máximo de Segmentos) debido a lo valioso que es para la navegación vía internet, lo cual hace referencia a los datos de transmisión, pero especificados en bytes que un solo o más dispositivo puede recibir en un solo trozo sin fragmentar. Si por alguna razón, este sistema de red tiende a fallar, se aplicará un Failover lo cual tendrá la correcta comunicación técnica de seguir funcionando, esto en el caso de que el servicio principal llegue a fracasar, por lo que existirá un servicio secundario que asumirá las funciones del primero, todo esto para serenar y perfeccionar las tolerancias a fallos con una mejora de congestión de datos en el laboratorio de telecomunicaciones. Los dispositivos seleccionados como routers, switches, etc., de la gama Ubiquiti proporcionarán grandes utilidades confiables con un alto servicio de disponibilidad, esto para aumentar las seguridades en el proceso de comunicación. Los estudiantes serán capaces de realizar diferentes prácticas tanto en el área de administración como usuarios de la red. Por lo tanto, se podrá trabajar en varias aplicaciones críticas de la red para las estadísticas administrativas, y así crear nuevos tipos de habilidades de enseñanzas que a futuro, pondrán ofrecer varios panoramas como procesos de enseñanzas en tecnologías Mikrotik, Cisco y Ubiquiti para así dejar abierta la posibilidad de brindar las respectivas certificaciones profesionales de estas tecnologías en la industria de las telecomunicaciones que son fundamentales para los requisitos que solicitan las empresas que manejan estos perfiles en el área de redes híbridas. Dentro de los requisitos y certificaciones que solicita una de las empresas de telecomunicaciones como “Telconet Latam” son:

- Administrador inalámbrico empresarial de Ubiquiti Networks.
- Red certificada CCNA Cisco.

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema estructural basado en balanceo de cargas para optimizar el control de tráfico de datos aplicando Failover con protocolo TCP/MSS con tecnología Ubiquiti en el laboratorio de Telecomunicaciones.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular la transmisión de alta velocidad de datos y ancho de banda para regular los diferentes procesos en protocolos TCP/MSS.
- Demostrar los niveles de congestión y tolerancia a fallos aplicando Failover con atributos de peso “weight” para la red del laboratorio de Telecomunicaciones.
- Comparar el desempeño del balanceo de cargas en una red LAN maximizando el tiempo de respuesta en relación a usuarios finales.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Una red basada en tecnología Ubiquiti encaminará a un desarrollo tecnológico, sostenible y sustentable para FACSISTEL, tales motivos dedicarán soluciones a la infraestructura y mejoramiento de la red de datos con una correcta administración de servicios que estos dispositivos puedan ofrecer en cuanto a su organización de transmisión de información.

Actualmente, se requieren de nuevos recursos importantes de algoritmos que distribuyan uniformemente la carga entre enlaces redundantes disponibles para una máxima eficiencia y alta disponibilidad con configuraciones manejables, para que el sistema distribuya el tráfico de forma equilibrada y ajustada hacia los usuarios, lo que facilitará enormemente las tareas del sistema de comunicación.

Teniendo en cuenta lo mencionado, es considerable adaptar y complementar nuevos mecanismos de aprendizaje con equipos Ubiquiti, por esta razón, se requiere de esta implementación para generar más conocimientos que estén relacionados con el aprendizaje de los estudiantes.

Un modelo por conmutación por error o failover permitirá varios procesos en su ejecución de un puerto Eth0 a otro, o puertos Gigabit con módulos SFP. Si se produce una falencia de tolerancia a fallos, el siguiente puerto ocupará las responsabilidades primarias sin afectar los servicios a los usuarios finales con un traspaso de datos transparente como sea posible. Por lo tanto, crear estrategias de contingencia o de respaldo es esencial en este tipo de modelo para la facultad debido a que entregará la mayor parte de paquetes de comunicación en cualquier instante. El estudiante que realice los talleres prácticos podrá indicar y prevalecer parámetros como el peso o porcentaje de ancho de banda que requiera consumir, y posterior a eso, comenzar a trabajar no solo con red de cobre, sino también a través de FTTH donde presentarán velocidades de transmisión con lucro ante ruidos electromagnéticos.

La importancia de potenciar redes IP con una gran gestión unificada son unos de los procesos técnicos para el desarrollo de las administraciones por parte de las empresas públicas o privadas con equipos de telecomunicaciones enfocadas en transmisión y recepción de datos. Por lo que los principales beneficiarios de este proyecto serán los mismos estudiantes de la carrera de Telecomunicaciones que requieran progresar en el ámbito profesional y así mismo, reforzar conocimientos con la comodidad de instrucciones educativos.

1.5 ALCANCE DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como finalidad promover y consolidar conocimientos competentes durante el período de formación para que el alumno pueda poner en práctica todas las instrucciones y condiciones necesarias para vincular una comunicación de datos en la red, lo que implica procesos relacionados con la conmutación y enrutamientos de protocolos.

La implementación de un nuevo rack “Ubiquiti” permitirá brindar soluciones en el sector de las telecomunicaciones al aplicar balanceo de cargas de trabajos con configuración de parámetros correspondientes con protocolos TCP/MSS para maximizar la baja latencia en el desempeño de la red al momento de ejecutar cableados de cobre o fibra a través de enlaces múltiples, mientras que “Mikrotik” proporciona parámetros de seguridad avanzadas con interfaces amigables con funciones MPLS, control de acceso y hostpot, a su vez, permite la creación de máquinas virtuales empleando entornos de laboratorios simulados virtuales para el proceso de enrutamiento. Es importante examinar los paquetes correspondientes durante el equilibrio transitorio del enrutador con una fuerza de carga extremadamente útil sin sufrir riesgos de fragmentación MTU para posterior, analizar el tráfico de la red a través del software Wireshark.

La optimización y aplicación del equilibrio de carga se adaptará a las necesidades de la red disponible para obtener un laboratorio práctico incorporando funcionalidades para el beneficio en aspectos de la seguridad de datos y configuración. Se utilizarán al máximo los recursos proporcionados por Ubiquiti en términos de software por lo que se trabajará con la red definida en el laboratorio y dentro de la red propuesta segmentada, aplicar failover por un puerto ethernet o gigabit de los dispositivos de enrutamiento por si unos de los puertos, suspenda su función a causa de una red inestable.

Las redes convergentes hoy por hoy es la mejor opción para las aplicaciones dentro de una infraestructura de red por lo que, determinar la velocidad de datos de transmisión y ancho de banda que se envía de un extremo a otro podría evitar niveles de congestión mediante la interpretación gráfica que Ubiquiti presenta en su interfaz. Todo este tipo de conocimientos podrá ser empleado haciendo uso de estos equipos como formación práctica por parte de los estudiantes de la carrera y así intensificar sus entendimientos de estudios dentro de las materias que lo requieran.

1.6 METODOLOGÍA

El desarrollo de este proyecto tendrá varios métodos de investigación para obedecer con los objetivos propuestos. Estos son:

- Investigación Exploratoria.

Se estudiará los problemas exploratorios no definidos que puedan darse en el momento en que los estudiantes hagan uso de los dispositivos a poner en práctica. Aprenderán a ser orientados con bases teóricas y prácticas para la resolución de incertidumbres aplicado a las telecomunicaciones. De esta manera, ampliar sus conocimientos en cuanto al estudio progresivo dentro de su formación.

- Investigación Experimental.

Este punto es uno de los más importantes ya que se ejecutará prácticas de laboratorio, pruebas de conexión, procesos de configuración para la respectiva funcionalidad. Se tendrá en cuenta varias fases previas de direccionamiento ipv4 para corregir los problemas pertinentes que se puedan presentar.

- Investigación Bibliográfica

Se procederá a obtener información de fuentes confiables, sea estas, páginas web, libros, o inclusive de personas con una alta aptitud técnica experimental. Este proyecto determina la elaboración de un rack que quedará implementado en el laboratorio de telecomunicaciones, y para esto, se basará en documentos técnicos, manuales de uso y datasheet de los equipos que se utilicen en el diseño de la red. Todo esto para afianzar el funcionamiento y conocimiento de manera didáctica.

A continuación, se detallará las fases correspondientes en donde se aplicará los respectivos métodos de investigación:

Figura 1

Diagrama de bloques de la propuesta



Elaborado por el autor.

FASE 1: Investigación de las arquitecturas de capas del modelo OSI bajo TCP/IP aplicable al balanceo de cargas.

En esta primera fase se recolectarán los datos necesarios para el respectivo análisis de la investigación. Se espera elegir el correcto balanceo de carga frente al modelo OSI respectivamente, para que, de esta manera, sea capaz de comprender a fondo los requisitos de los protocolos de comunicación bajo el protocolo TCP/IP para poder cumplir con los objetivos previstos.

FASE 2: Aplicación del balanceo de cargas en los dispositivos de red bajo protocolo MSS en relación a usuarios finales.

Se realizará un proceso de comparativa entre el protocolo MSS y MTU para determinar cuántos bytes serán procesados y enviados al destino con relación a los paquetes fragmentados. Se especificará el dato de bytes en el protocolo MSS para posterior a eso, optar por un equilibrio de carga disponible mencionado en la fase 1.

FASE 3: Aplicación del Failover o Conmutación por error (Dual WAN) con protocolo TCP/MSS.

Una vez hecho el proceso de la fase 2, se optará por la aplicación de la conmutación por error o el respaldo de redundancia para que el sistema siga estando operativo a través de un respaldo secundario por si el primero deja de funcionar. El funcionamiento dual wan accederá a dos conexiones de internet con conexiones de seguridad aplicando los respectivos protocolos de enrutamiento.

FASE 4: Pruebas de funcionamiento y conexión entre los dispositivos.

Después de estudiar todos los parámetros y configuraciones necesarios, se procederá a verificar las conexiones teniendo en cuenta todos los puntos analizados anteriormente para obtener mejores resultados con la instalación de la red donde se analizará las pérdidas de paquetes, retardos, latencia, etc.

1.7 RESULTADOS ESPERADOS

Una vez que se concluya el desarrollo de la presente propuesta con la implementación de un rack con tecnología “Ubiquiti” empleando los procesos de conmutación y enrutamiento correspondiente, se espera los siguientes resultados:

- Control y distribución de tráfico de la red del laboratorio de telecomunicaciones aplicando balanceo de cargas.
- Obtener un 95% de eficacia en la transmisión de datos solventando las pérdidas de paquetes.
- Establecer conexiones de respaldos y protección a fallos mediante failover con el traspaso de servicios de un nodo a otro.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA PROPUESTA

2.1 MARCO CONTEXTUAL

El uso de un sistema de balanceo de cargas dentro de una red se ha expandido en la actualidad debido a las nuevas formas de solución y distribución de tráfico en cuanto a servidores de red. Estos son capaces de reducir el tiempo de respuesta aumentando las seguridades contra fallos y caídas.

Por lo tanto, el área donde se desarrollará esta implementación y demostración de operaciones específicas será en el laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. La UPSE está ubicada en La Libertad, Santa Elena, misma que oferta la carrera de Telecomunicaciones con un solo laboratorio especializado en dicha área, la cual cuenta con sistemas de cableado estructurados, equipos de redes con tecnología Cisco, Mikrotik, cámaras IP, antenas Ubiquiti para radioenlaces inalámbricos, arquitectura GPON con fibra monomodo, entre otras.

El uso de estas herramientas es primordial en la enseñanza de los estudiantes, lo cual hacen hincapié al acceso a la información de operatividad de conocimientos que serán respaldados con la teoría. Esta propuesta consiste en generar utilidades de trabajo mediante

equipos fabricados por Ubiquiti Networks bajo capa 2 y capa 3 del modelo OSI. El balanceo de cargas admite conectividades de cifrado extremo a extremo con enrutamiento eficaces de conmutación de paquetes de datos con un gran porcentaje de efectividad.

El presente proyecto tiene como finalidad la creación de un nuevo rack tecnológico donde no solo fomenta el uso de los equipos de redes, sino también las respectivas normas de un sistema de cableado estructurado, las interconexiones entre dispositivos, controladores para diferentes puntos de acceso wifi, configuración a través de interfaces gráficas, etc. Los equipos de enrutamiento y conmutación de Ubiquiti administran y monitorean el sistema de red en un solo plano donde los estudiantes podrán poner a prueba la capacidad de analizar el tráfico de la red a una escala de alto rendimiento.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

La carga suele hacer alusión al grado en el cual está haciendo un trabajo en el servidor de la red. Cuanta más carga, menor capacidad va a tener el servidor de aceptar más pedidos por parte de sus consumidores. Es defectuoso que un servidor esté haciendo un trabajo con proporciones de pedidos bastante inferior a lo planeado debido a que existirá saturaciones dentro de la red. Para evitar este tipo de sobrecargas, la solución es optar por un balanceo de carga entre servidores web. (Arboledas, 2015)

2.2.1 BALANCEO DE CARGA

El balanceo de cargas sirve para asegurar que dichos tráfico web existentes no se concentren en un servidor único, el cual de vez en cuando termina saturándose gracias a las cantidades enormes de pedidos por segundo que se obtienen de los diferentes usuarios. En lugar de estar invirtiendo una y otra vez en la sección única de un servidor, se podría

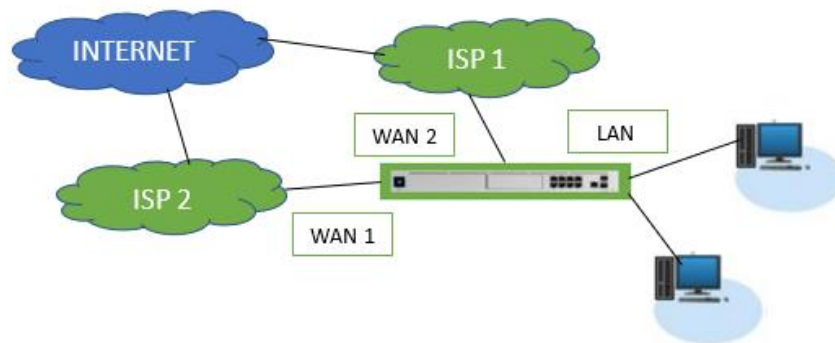
optar por dos o más servidores de prestaciones idénticos con la intención de balancear el tráfico entre todos ellos en múltiples WAN. (Fernández, 2020)

La finalidad del balanceo de cargas son los siguientes:

- Optimización de recursos
- Maximización del rendimiento
- Minorizar los tiempos de respuesta
- Prevenir las sobrecargas de trabajo

Figura 2

Balanceo de carga



Elaborado por el autor.

2.2.1.1 IMPORTANCIA DEL BALANCEO DE CARGA

El uso de varios componentes al momento de complementar el equilibrio de carga puede aumentar la disponibilidad y confiabilidad a través de la redundancia de errores. El balanceo de cargas tiene la potestad de diferir uniones de varios enlaces de canales debido a su división de tráfico entre las interfaces de redes (capa de red del Modelo OSI), por otro lado, enlaza los canales implicando divisiones de tráficos mediante interfaces físicas a niveles superiores del Modelo OSI (capa de enlace), empleando protocolos de rutas más cortas en la determinación de enrutamiento de paquetes. (Carreño, 2016)

Las organizaciones de Ubiquiti en cuanto a sus productos EdgeMax ofrecen redundancias con balanceo de cargas en capa 2 y capa 3. (Higley, 2017)

2.2.1.2 TIPOS DE BALANCEADORES DE CARGAS

El balanceo de cargas es una herramienta muy utilizada en las topologías actuales, su función es, como se ha dicho, balancear el tráfico que pasa por la red.

El proceso de aplicación del balanceo de cargas es apropiado en muchas topologías de red actuales, dicha función es tal cual se menciona de balancear dicho tráfico que pasa por dicha red. Existen dos tipos de soluciones de balanceadores de cargas que existen en la actualidad, estos son: (Ochoa & Rios, 2019)

BALANCEO DE CARGA ESTÁTICO

Las tareas en esta clase de balanceo son distribuidas al inicio del cómputo, es decir, el nodo primario participa en un inicio en el cómputo asignando una cierta parte de la carga a los nodos esclavos para así comenzar la tarea de procesamiento, esto puede realizarse cíclicamente.

Las características del balanceo estático son:

- Los equilibradores de carga estáticos no tienen la capacidad de determinar los tiempos de retraso.
- Las técnicas de balanceo de cargas estática son útiles cuando se llegan a utilizar miles de procesadores en la cual intervienen las técnicas heurísticas. Este tipo de técnica ayuda y encuentra de forma automática algoritmos con velocidades de transmisión altas para su ejecución de tráficos, la cual incluye también el enrutamiento como proceso importante para la interconexión entre los dispositivos de red. (Carreño, 2016)

En este tipo de balanceo es muy difícil estimar el tiempo de ejecución, algunos sistemas pueden tener retrasos en la información pudiendo variar según las circunstancias, lo que dificulta incorporar múltiples retrasos de comunicación en el equilibrio de carga estática. (Ochoa & Rios, 2019)

BALANCEO DE CARGA DINÁMICO

En el balanceo de cargas dinámico las cargas se distribuyen uniformemente, y luego se realizan más divisiones en función de las partes ejecutadas inicialmente. La finalidad es mantener un equilibrio de carga equivalente en el sistema, de modo que el tiempo de respuesta promedio del trabajo se minimice en todos los nodos. (Carreño, 2016)

Varias aplicaciones de balanceo de carga dinámico apuntan a la solución de problemas de falta de homogeneidad con cargas impredecible: Estos son aplicables en los siguientes casos:

- **Cómputo paralelo:** Se utiliza la técnica de balanceo de cargas dinámica en sistemas paralelos para reducir el periodo de ejecución de una aplicación.
- **Escalabilidad de distribución de sistemas:** Se usa en los sistemas escalables porque se requiere de una arquitectura maestro-esclavo para operar en los sistemas distribuidos teniendo en cuenta la tasa de utilización de cada sistema.

En el balanceo dinámico se derivan dos subtipos que se mencionan a continuación:

Balanceo dinámico centralizado: Responde con una estructura en relación del trabajo entre el cliente y el servidor, el nodo principal es el que realiza el trabajo completo mientras que las tareas se envían a los subnodos (nodos esclavos) y cuando el subnodo completa una tarea, este mismo nodo solicita una nueva tarea al nodo principal. (Ochoa & Rios, 2019)

Balaceo dinámico distribuido: Su modo de funcionamiento es utilizar múltiples nodos principales donde cada nodo tiene un grupo de esclavos. El problema aquí es que el nodo principal solo puede entregar una tarea a la vez, esto significa que, si los nodos esclavos tienen una gran necesidad de solicitudes síncronas, provocará una colisión. (Ochoa & Rios, 2019)

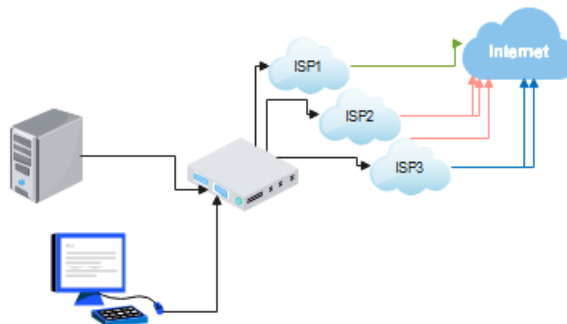
2.2.2 ALGORITMOS DE BALANCEOS DE CARGAS POR HARDWARE

Los balanceadores de cargas de hardware manejan algoritmos importantes que sirven para enrutar el tráfico de una manera particular, por lo que cada escenario requiere configuraciones únicas. (Ochoa & Rios, 2019)

Balaceo por distribución: Con este algoritmo, será posible asignar más tráfico de acuerdo con la densidad de ancho de banda requerida, podrá especificar un valor para cada conexión, por lo que el tráfico saliente se distribuirá en las proporciones deseadas.

Figura 3

Balaceo de carga distribuido

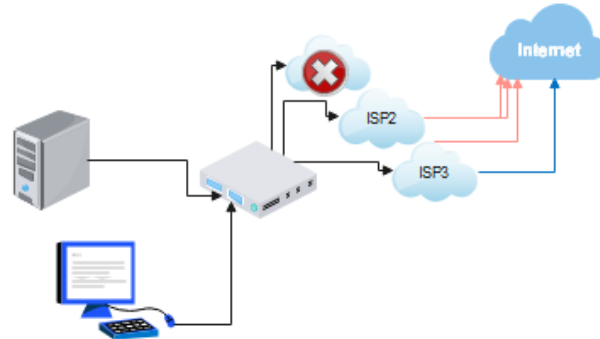


Nota. Asignación de balanceo de cargas de acorde al tráfico de ancho de banda requerido. Tomado de (WifiSafe, 2016)

Balaceo de prioridad: La prioridad se establece en el tráfico de mayor prioridad, también actúa como failover en caso de caída.

Figura 4

Balanceo de carga por prioridad

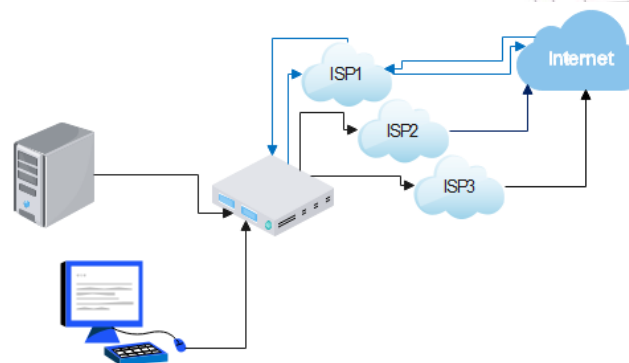


Nota. Balanceo por orden de prioridad de acuerdo con el tráfico prioritario. Tomado de (WifiSafe, 2016)

Balanceo por desborde: La finalidad de este tipo de algoritmo es evitar que el tráfico se vuelva cargante y pesado cuando la conexión sea escasa por el ancho de banda disponible.

Figura 5

Balanceo de carga por desborde

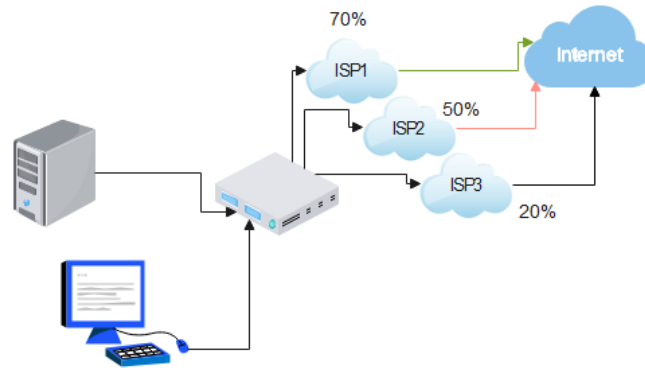


Nota. Evita que el tráfico de datos se ralentice cuando no exista ancho de banda disponible. Tomado de (WifiSafe, 2016)

Balanceo por menos uso: El tráfico se dirigirá a la conexión con el mayor ancho de banda disponible, incluso durante el tiempo de ejecución.

Figura 6

Balaneo de carga menos usado

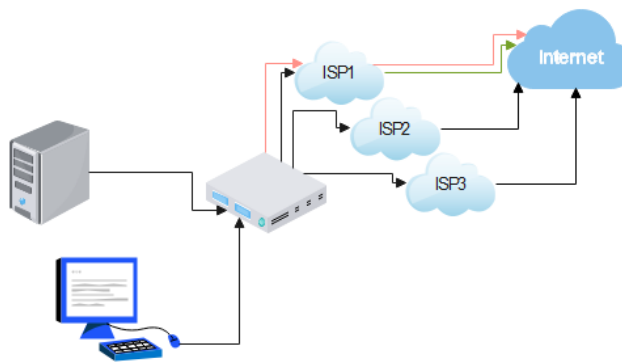


Nota. Selecciona la conexión más adaptable cuando existe ancho de banda disponible. Tomado de (WifiSafe, 2016)

Balaneo por menor tiempo de latencia: Es ideal cuando requerimos una latencia rápida conectando opcionalmente aplicaciones como mensajería instantánea o juegos online. El tráfico se determina por analogía con la latencia más baja entre todas las conexiones que se seleccione.

Figura 7

Balaneo de carga por latencia



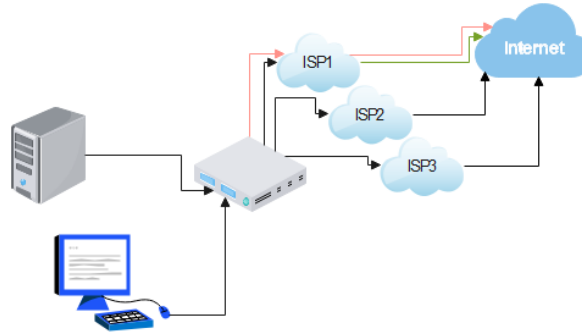
Nota. El tráfico se asigna con el tiempo más bajo de latencia entre todas las conexiones seleccionadas.

Tomado de (WifiSafe, 2016)

Balanceo forzoso: Este procedimiento le permite elegir una conexión y el tráfico siempre debe pasar por ella siempre que la conexión esté activa. Esta situación sería donde se manipulan las direcciones IP estáticas.

Figura 8

Balanceo de carga forzoso



Nota. Selección de tráfico específico cuando la conexión se encuentre activa. Tomado de (WifiSafe, 2016)

Una vez mencionado los diversos algoritmos de balanceo de cargas, el balanceo por distribución es el más adecuado debido al ancho de banda que dispone el único ISP que ingresa al laboratorio, y de esta manera, asignar un porcentaje de valor para que el tráfico en cada enlace de conexión, se distribuya en proporciones balanceadas.

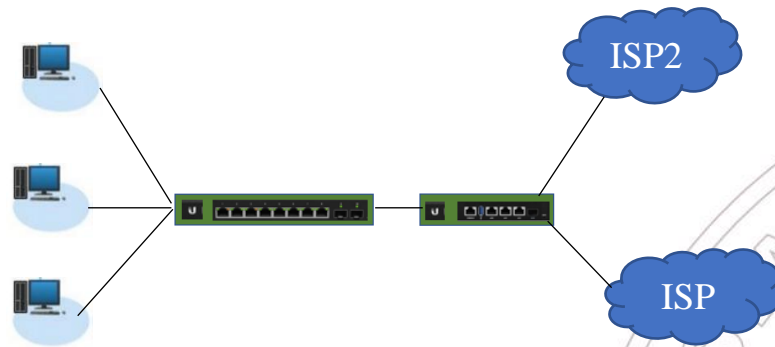
2.2.3 FAILOVER

Failover es una forma de operación en espera en el que el elemento secundario acoge la función del elemento del sistema principal después de que el elemento principal está inactivo debido a una deficiencia en el sistema operacional. La finalidad de la conmutación por error permite que la red sea mucho más tolerante a fallos. La conmutación por error involucra descargas automáticas de labores a un elemento del sistema redundante. La conmutación por error automática es capaz de conservar la funcionalidad clásica a pesar

del tiempo de inactividad inevitable debido a la falla del dispositivo. (Colaborador de TechTarget., 2021)

Figura 9

Failover



Elaborado por el autor.

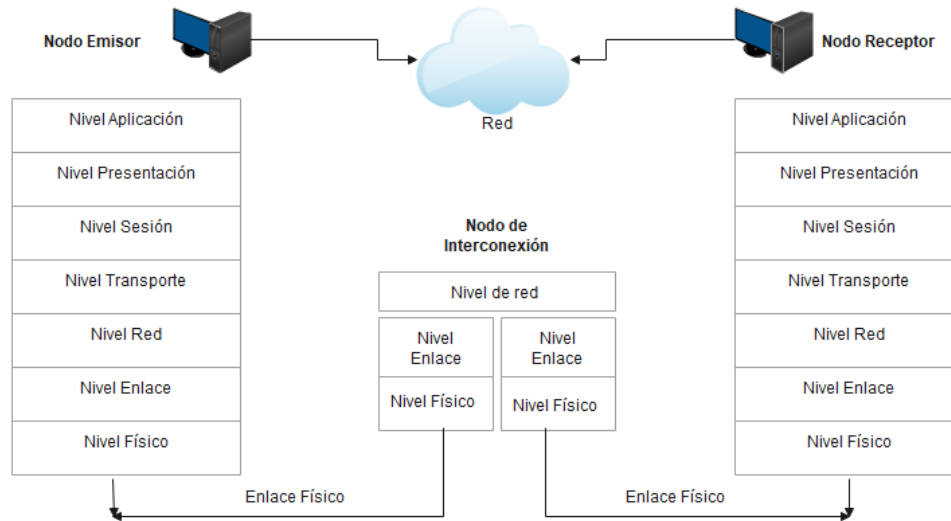
2.2.4 **MODELO OSI**

Este modelo establece la comunicación en una red en varias capas. El equilibrio de carga de los equipos Ubiquiti operan en capa 2 y capa 3. Por lo tanto, el balanceador de carga que interviene a una capa superior proporciona muchas funcionalidades, pero es inminente a sufrir lentitud. Los balanceadores de carga que operan en una capa OSI inferior es más genérica y rápida debido a sobrecargas de paquetes pequeños debido a que es independiente del protocolo que se esté utilizando.

La capa que opera en los niveles de protocolo TCP/IP y UDP, proporcionan equilibrio de carga sin la flexibilidad para manejar de manera inteligente el tráfico HTTP, lo que resulta una resistencia muy limitada en el servidor web. El modelo de interconexión basados a sistemas abiertos (OSI), es un modelo multiniveles utilizado para el diseño de redes, permitiendo que dos sistemas distintos se comuniquen independientemente de las arquitecturas que los conforman. Se clasifican en siete niveles.

Figura 10

Modelo OSI



Nota. Capas del modelo OSI. Tomada de (Santos González, 2014)

Las características de cada uno de los niveles se describen a continuación en orden jerárquico:

Tabla 1

Modelo OSI

NIVEL JERÁRQUICO OSI	CARACTERÍSTICAS
Aplicación	Es el nivel más alto de este modelo ya que los datos generados atraviesan por toda la red.
Presentación	Se aplican las características semánticas y sintácticas de información intercambiadas entre emisor y receptor.
Sesión	Sincroniza y organiza procesos de datos en el nivel de aplicación.
Transporte	Es responsable de entregar paquetes completos sin errores de mensajes desde un origen hacia un destino.

Red	Enruta información cuando estas se encuentran en distintas redes.
Enlace	Garantiza transmisiones confiables entre dos o más dispositivos mediante un enlace.
Físico	Es responsable de transmitir datos por un medio físico sobre un canal de comunicación, sea este cobre, fibra óptica, etc.

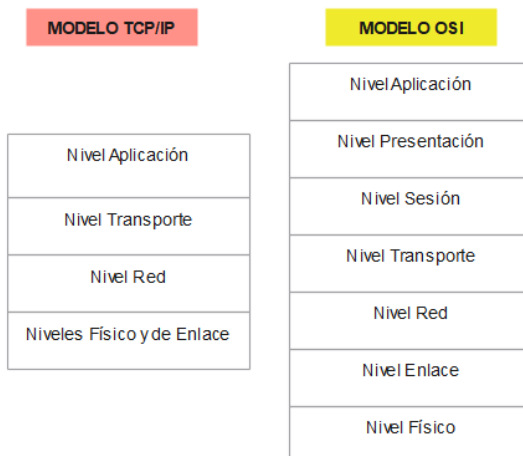
Nota. Características de los niveles del Modelo OSI. Tomada de (Santos González, 2014)

2.2.5 MODELO TCP/IP

El balanceo de cargas suministra fácil manejo y escalabilidad en servicios TCP/IP, web, y servicios de multimedia. El equilibrio de carga distribuye el tráfico IP a varias instancias de un servicio TCP/IP. En este tipo de modelo TCP, el balanceador de carga elige el destino utilizando algoritmos de flujos, a cargo de la IP de origen, IP de destino, secuencia TCP, etc. Las conexiones TCP encamina varios destinos, cada conexión TCP redirige paquetes a destinos particulares en la conexión. El modelo TCP/IP explica la funcionalidad de los protocolos que conforman la suite de protocolos TCP/IP. Aquellos protocolos, que se implementan tanto en el host emisor como en el receptor, interactúan para dar la entrega de aplicaciones de extremo a extremo por medio de una red. (Vélez & Gutierrez, 2016)

Figura 11

Modelo TCP/IP



Nota. Capas del modelo TCP/IP en comparación del modelo OSI. Tomada de (Santos González, 2014)

Cada una de las capas TCP/IP cumple su rol importante, estas son:

Aplicación: Es el delegado de la interconexión de las aplicaciones que se van a usar, ya sea, HTTP, FTP, etc.

Transporte: Es responsable del flujo de información que se mueve desde el contexto de la aplicación al contexto de la red, y con este marco identifica una aplicación en el contexto de la red, a través de TCP o UDP.

Internet: Es únicamente en esta capa la que se ve directamente afectada por la penetración de IPv6, es decir, un sistema interactivo, que debe llevar tanto los protocolos IPv4 como IPv6, y esto es lo que se reconoce como una pila dual. Esta capa es la encargada de transferir los paquetes de un destino a otro utilizando el concepto conocido como internet.

Acceso: Este es el encargado de posibilitar el envío y recepción de información, y la conexión técnica entre un servidor y una red con tecnología estándar disponible para enlazarlo como servidor.

2.2.5.1 PROTOCOLOS TCP Y UDP

El protocolo de control de transmisión (TCP), es un protocolo posicionado en el nivel de transporte que está instruido a la conexión permitiendo transmisión de datos fiable de origen hacia destino realizando funciones de control de errores y de flujos.

El protocolo de datagramas de usuarios (UDP), está instruido sin conexión entregando datos desde el origen hasta el destino. A diferencia del TCP, este no realiza ningún control de flujo o error, no es capaz de determinar si un paquete está dañado cuando ocurre un error ni tampoco detectar paquetes perdidos.

2.2.6 BALANCEO DE CARGAS BAJO EL MODELO OSI

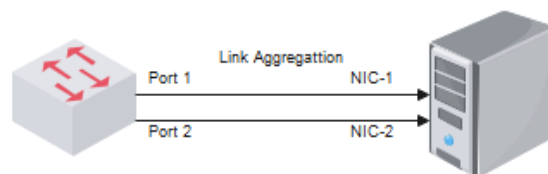
Balanceo de carga en capa 2

Interviene en las primeras capas del modelo OSI, es decir, físico, enlace y red. En esta sección determina el manejo de los paquetes y de qué manera serán enviados, todo esto basado en la trama de dichos paquetes que se transmiten en estas capas. Aquí las variables más importantes son las direcciones MAC. A este tipo de estrategia se le llama “agregación de enlaces” debido a que proporciona equilibrio de carga a nivel físico, juntando dos canales en dos puntos distribuyendo de manera fácil las cargas del tráfico de la red.

(Carreño, 2016)

Figura 12

Balanceo de carga capa 2



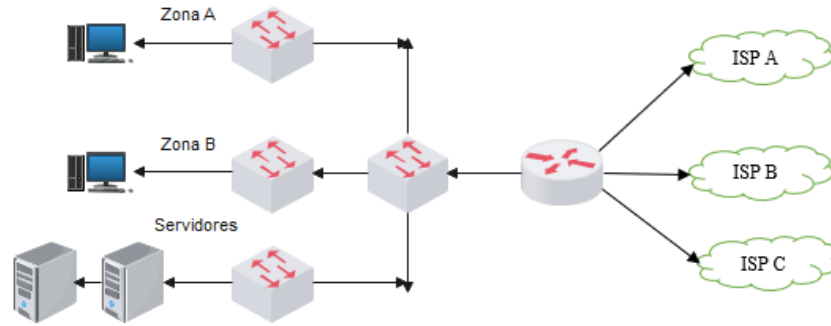
Nota. Adición de enlaces entre un switch y servidor. Tomada (Killelea, 2002)

Balanceo de carga en capa 4

El balanceo de cargas en el área de redes es una de las herramientas más complejas en los niveles del modelo OSI, simplemente porque se basa en las conexiones lógicas y no en las conexiones físicas de la red. En esta sección las variables para el equilibrio de carga son los puertos TCP, direcciones IP, protocolos de enrutamiento, segmentos de red, tablas de enrutamiento. Todas estas variables son utilizadas para determinar el mecanismo de envío y ruta en cada paquete.

Figura 13

Balanceo de carga capa 4



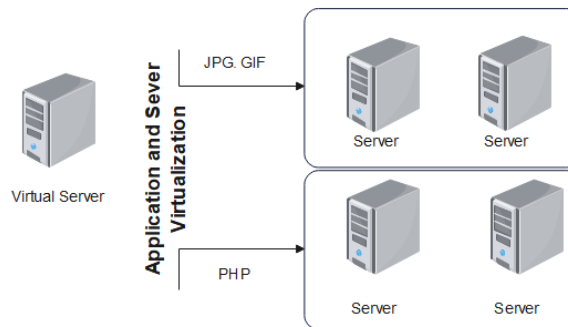
Nota. Balanceo de capa 4 en una red WAN. Tomada (Killelea, 2002)

Balanceo de carga en capa 7

Los equilibrios de carga en esta capa emplean específicamente tráfico basado en protocolos en TCP, como por ejemplo HTTP. Los balanceadores de esta capa, antes de remitir solicitudes web, en primera instancia verifican el contenido para obtener datos adicionales para posterior ser enviados al servidor.

Figura 14

Balanceo de carga capa 7



Nota. Balanceo de capa 7 con HTTP. Tomada (Killelea, 2002)

2.2.7 CARACTERISTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED

Redundancia: La redundancia es el proceso de instalación de alternativas de equipos de red y medios adicionales dentro de una infraestructura. Esta es una forma de garantizar la disponibilidad de la red en caso de falla, falta de dispositivo o ruta. Por lo tanto, dispone

de un medio de conmutación por error de la red. La redundancia de una red se implementa principalmente en la infraestructura de red corporativa y proporciona una fuente de comunicación de red redundante.

Actúa como un mecanismo alternativo para cambiar rápidamente las operaciones de la red a la infraestructura de respaldo en caso de una falla inesperada en la red. (Bastidas, 2021)

Escalabilidad: La escalabilidad se refiere a que el sistema tiene la suficiencia de adaptarse al aumento de cargas de trabajo sin necesidad de perder la calidad. Entrando a un contexto genérico de plataforma web, se procede a realizarlas de dos formas, dirigida al servicio y al servidor. Existen dos tipos de escalabilidad. (Carreño, 2016)

- Escalabilidad vertical: Se enfoca en adicionar especificaciones de un componente informático. Se toma como ejemplo el caso en que la máquina escribe un error de memoria en el registro del sistema advirtiéndole que la cantidad de memoria no es compatible con las condiciones de trabajo. Este tipo de escalabilidad agrega propiedades físicas de la máquina aumentando habilidades de procesamiento, pero en una arquitectura web los problemas de procesamiento no son de esta naturaleza; estas por lo general, no son tareas que se puedan respaldar agregando módulos de RAM, porque la arquitectura del servidor web prescribe la lógica de procesamiento para responder a las solicitudes HTTP, y eso es determinante para el rendimiento del servidor, independientemente de la especificación de la máquina en la que se ejecuta.
- Escalabilidad horizontal: El escalado horizontal agrega más unidades de procesamiento (máquinas físicas) para distribuir la carga de procesamiento entre los diferentes nodos que lo conforman, digamos que el servidor de la base de datos

aumenta el número de entradas y el servidor web muestra un aumento de solicitudes HTTP.

Disponibilidad: Describe el período durante el cual los recursos del sistema están disponibles debido a la falla de un componente en el sistema. Es decir, se refiere a la capacidad de un usuario para acceder a la información en un formato correcto. (Bastidas, 2021)

2.2.8 CONTROL DE CONGESTIONES DE DATOS

La congestión ocurre cuando la multitud de paquetes que se transmiten a través de la red comienza a alcanzar el límite de la capacidad de la red para manejar paquetes. El objetivo del control de la congestión es mantener el número de paquetes en la red por debajo del punto en el que el rendimiento cae drásticamente. Una red de datos es una red de colas, por lo que en cada nodo hay una cola de paquetes asociada con cada canal de salida. (Riso & Saibene, 2020)

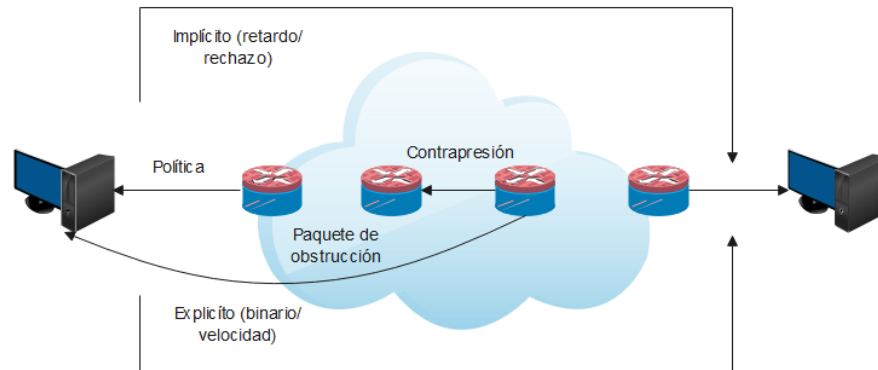
2.2.8.1 EFECTOS DE CONGESTIÓN

El nodo examina cada paquete de entrada para determinar el enrutamiento y lo coloca en el búfer de salida apropiado. Los paquetes en cola se envían en multiplexación por división de tiempo lo más rápido posible. En última instancia, si el paquete recibido por el nodo es demasiado rápido para procesarlo, el paquete recibido no se almacenará en el búfer.

Contrapresiones: Produce un efecto similar a la contrapresión en un líquido que cae a través de un tubo. Cuando el extremo del tubo está cerrado, el líquido crea una contrapresión en el tubo hasta el punto de origen, donde el caudal es cero. Esto es aplicable a las conexiones lógicas en donde el flujo que pasa de un nodo a otro se detiene solo para ciertas conexiones, generalmente aquellas con mucho tráfico.

Figura 15

Congestión de datos



Nota. Técnicas de congestiones. Tomada (Riso & Saibene, 2020)

2.2.8.2 SEÑALIZACIONES IMPLÍCITAS DE CONGESTIÓN

Es eficaz para configuraciones sin conexión u orientadas a datagramas, como redes de datagramas de conmutación de paquete. En estos casos, aunque no existe una conexión lógica a través de Internet a través de la cual se pueda controlar el tráfico, se pueden establecer conexiones lógicas entre los dos sistemas finales a nivel de TCP. TCP incluye mecanismos para aceptar recibos de segmentos TCP y moderar el flujo de datos entre el origen y el destino de este tipo de conexiones TCP.

2.2.9 TRÁFICO DE REDES

El tráfico de red a menudo se conoce como el movimiento de datos a través de la red en un momento dado, ya que un intermediario en la Capa 2 o la Capa 3 redirige los datos al receptor en función de ciertas consideraciones como la MAC desde el de origen o la IP de destino donde suele darse este tipo de tráfico en tiempo real. (Bravo, 2021)

Delay: Es el tiempo que tarda en transmitirse una señal por parte del emisor, donde se envían los datos con información de capa superior. Es un parámetro muy necesario porque

permite conocer el rendimiento actual de la red. Para calcular el retraso se utiliza la siguiente fórmula que es:

Ecuación 1: Fórmula de retardo. Tomada de (Bravo, 2021)

$$\text{Retardo} = \frac{\text{Total de retardo}}{\text{Pérdidas de paquetes}} \quad (1)$$

Para comprobar que el retardo no genera asignaciones en la red se tienen en cuenta los siguientes valores generales.

- Retardo <150 ms, excelente.
- Retardo de 150 ms a 300 ms, bueno.
- Retardo >450 ms, pésimo.

Ancho de banda: El ancho de banda es la capacidad o medio de transmitir datos a través de una red, generalmente se mide en bits/s, pero tiene otras formas de medición según la cantidad de datos que se transmiten, generalmente el ancho de banda intenta sobrellevar a cabo los datos en el menor tiempo posible sin tener en cuenta ningún cambio en el diseño de la red utilizada. (Bravo, 2021)

Pérdidas de paquetes: La pérdida de paquetes a menudo es causada por problemas de rendimiento de la red debido a algunas consideraciones que limitan el funcionamiento normal del sistema, generalmente las rutas establecidas agravan el sistema hasta el punto de volverse perjudicial para la red de datos.

Un cierto porcentaje de actividad viene dado por la forma en que está estructurada la red, así como el dispositivo de comunicación, mediante el cual se puede determinar el nivel de rendimiento:

Ecuación 2: Fórmula de las pérdidas de paquetes. Tomada de (Bravo, 2021)

$$\text{Pérdida de paquetes} = \frac{\text{Paquetes enviados} - \text{Paquetes recibidos}}{\text{Paquetes enviados}} \times 100 \quad (2)$$

Sistema de rendimiento: Es la capacidad en tiempo real de una ruta particular requerida para transmitir datos. Esto requiere determinar el ancho del canal y el tráfico actual, generalmente se mide en bps (bits por segundo) y para ello, se debe usar la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Fórmula del sistema de rendimiento. Tomada de (Bravo, 2021)

$$S. \text{ de Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento}}{\text{Distribucion de ancho de banda}} \times 100 \quad (3)$$

2.2.10 FIJACIÓN MSS VS MTU SOBRE TCP

El MSS de TCP es la porción máxima de datos en bytes que un host está dispuesto a admitir en un exclusivo segmento TCP. Cada extremo de una conexión TCP envía su costo de MSS esperado a su extremo del mismo grado a lo largo del protocolo de enlace de 3 vías, en el cual MSS es una de las posibilidades de encabezado TCP que se aplica en un paquete SYN de TCP. (VmWare., 2020)

MTU es la unidad de transmisión máxima, y se caracteriza por ser el paquete de trama más grande que puede enviar a través de la red basado en tramas y paquetes como es el Ethernet, el tamaño de este protocolo es de 1500 bytes. (Cohen, 2017)

MSS es el segmento de datos más enorme que un paquete TCP puede transmitir cada vez, para poder hacer el mejor rendimiento de transmisión, el protocolo TCP principalmente negocia el costo MSS de las dos piezas al implantar una conexión. Este costo constantemente se sustituye por el costo MTU una vez que se implementa el protocolo TCP. (Huawei, 2021)

Es importante mencionar que el encabezado TCP e IP es de 20 bytes para cada uno, por lo que, con la siguiente ecuación, se deduce que el MSS es de 1460, a pesar de que este valor puede ser configurable.

Ecuación 4: Fórmula del tamaño máximo de segmentos. Tomada de (Cohen, 2017)

$$MSS = MTU - (HEADER IP + HEADER TCP) \quad (4)$$

Donde:

Header IP: Encabezado IP.

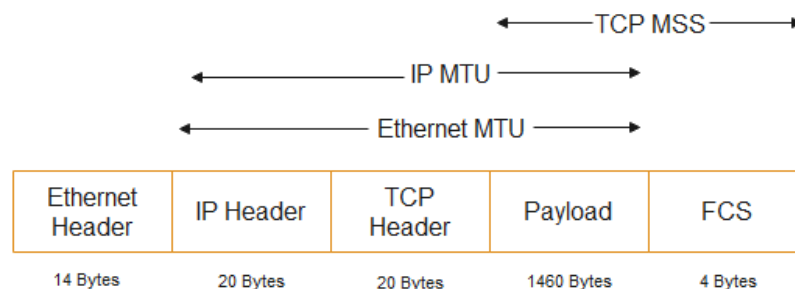
Header TCP: Encabezado TCP.

2.2.10.1 FRAGMENTACIÓN

Este proceso de fragmentación se da en el momento cuando se envía un paquete que excede la MTU de la interfaz de red. TCP/IP es capaz de dividir el paquete en fragmentos que coinciden con la MTU de la interfaz. Si se envía paquete de 2100 bytes a través de una interfaz de red MTU, el paquete se divide en paquetes de 1500 bytes y 600 bytes. (Microsoft, 2021)

Figura 16

Encabezado de trama TCP



Nota. Encabezado de trama TCP en referencia al MTU y MSS. Tomada (Cohen, 2017)

2.2.11 CLASIFICACION DE REDES BÁSICAS

LAN

Es una red de área local caracterizado por optar con dispositivos conectados en un área geográfica limitada. La distancia de este tipo de redes puede aportar pocos metros y hasta kilómetros. Los estándares más habituales y usados son las redes wifi y Ethernet.

MAN

Red de área metropolitana que se aplica a las redes en las que participan varias LAN o dispositivos distribuidos en múltiples ubicaciones dentro de un centro de población o en múltiples centros adyacentes. En conjunto, pueden pertenecer, como en el caso anterior, a la misma unidad organizativa o la misma empresa. Estas redes son ejecutadas por funcionarios de telecomunicaciones que operan en la misma cobertura MAN.

WAN

Es una red de área extensa, en realidad, esto se aplica a la infraestructura que permite la interconexión de redes o dispositivos ubicados en diferentes áreas geográficas con distancias extragrandes. En este tipo de redes se pueden diferenciar dos partes, redes de acceso y transporte. La red de acceso hace hincapié a la infraestructura requerida para que los clientes de un operador puedan acceder a la red WAN y la red de transporte que es la infraestructura de la propia red WAN.

Por lo general, una WAN consta de una serie de conmutadores interconectados. El tráfico generado por estos dispositivos se enrutará a través de estos nodos internos hasta llegar a su destino. Estos nodos no se preocupan por el contenido de los datos, sino que, por el contrario, su función es proporcionar el servicio de conmutación necesario para transferir datos de un nodo a otro hasta llegar a su destino final. (Riso & Saibene, 2020)

2.2.12 TOPOLOGÍAS DE LAS REDES

La topología define cómo se organizan los dispositivos de red. Para evitar futuras confusiones, es necesario distinguir entre topología física y topología lógica. La topología física describe cómo se ubican los dispositivos de red y el cableado dentro del área geográfica de influencia de la red. En cambio, las topologías lógicas representan la forma de como los mensajes serán transmitidos dentro de una red. Las topologías físicas se clasifican en: (Riso & Saibene, 2020)

ESTRELLA: En una topología estrella, cada estación está directamente conectada a un nodo central de cableado, generalmente a través de dos enlaces punto a punto, uno para transmitir y otro para recibir.

Ventajas:

- Muy fácil manejo de instalación de nuevos elementos.
- Fácil en la detección de fallos en los nodos.
- Si existe un nodo central activo, puede ofrecer velocidades a 10/100/1000 Mbps.

Desventajas

- Dependen únicamente del nodo central.
- Retrasa el tráfico debido a la elevada actividad del nodo.

BUS: Diseñado para utilizar un solo cable para conectar el dispositivo. Esta configuración es la que requiere menos cable, pero tiene la desventaja de que, si falla un enlace, todos los nodos quedarán aislados. (Molina Robles, 2015)

ANILLO: La red consiste en un conjunto de repetidores conectados entre sí por enlaces punto a punto que forman un circuito cerrado. El enlace es unidireccional, es decir, los

datos se transmiten en una sola dirección, por lo que se moverán alrededor del anillo en sentido horario o antihorario. (Sánchez Rubio, Barchino Plata, & Martínez Herráiz, 2020)

ARBOL: Es una manera de conectar nodos como una jerarquía. Esta topología es la menos utilizada, y se prefiere la topología anómala, porque la falla de un nodo o de un enlace deja colecciones de nodos que no se asocian entre sí. Sin embargo, es muy utilizado en redes telefónicas, donde los enlaces intermedios son centrales locales y regionales. (Molina Robles, 2015)

MALLA: En esta topología, cada dispositivo tiene un enlace exclusivo para todos los demás dispositivos que forman parte de la red.

2.2.13 LACNIC

El Registro de Direcciones de Internet de América Latina y el Caribe (LACNIC), encargada de asignar recursos para la misma región en mención, advirtió el decaimiento de direcciones IPv4, por lo que manifiesta su preocupación por implementaciones del Protocolo de Internet (IPv6). En la actualidad, se han entregado alrededor de más de 181 millones de direcciones ipv4 en toda la región. Existe un promedio disponible de direcciones ipv4 de 4.194.300, de esta manera, se consideró oficialmente el agotamiento de stock dando lugar así al “agotamiento gradual”, estableciendo varias modificaciones de requerimientos y procedimientos para la nueva entrega de recursos.

El Protocolo de Internet (IP), que permite el funcionamiento del Internet hoy por hoy, ha sido compatible y soportado mediante versiones ipv4 hasta llegar a su fase de agotamiento de direcciones IP para los usuarios en general, según menciona la entidad que inspecciona y controla las asignaciones globales de direcciones, en este caso, la IANA (Internet Assigns Numbers Authority).

Por lo general, este tipo de administraciones IP tiene en común una estructura jerárquica, empezando por la entidad cabecera denominada IANA, capaz de proporcionar espacios de direccionamiento que estos se encuentren disponibles. Seguido de esto, se encarga de otorgar varios bloques de direcciones a aquellas organizaciones regionales llamadas RIR (Regional Internet Registry).

Figura 17

Registros Internacionales de Internet



Nota. Asignaciones de Registros Internacionales de Internet en todo el mundo. Tomada de (Lito, 2015)

2.2.14 DISPOSITIVOS DE INTERCONEXION DE RED

El direccionamiento IP le permite asignar rangos de direcciones a diferentes redes interconectadas. Para conectar varias redes, es necesario usar un dispositivo de conexión llamado enrutador o router. (Santos González, 2014)

ROUTER

Un enrutador es un dispositivo de conexión que se utiliza para unir redes y enrutar el tráfico entre ellas. La arquitectura de la interrelación entre redes se basa básicamente en el uso de estos dispositivos. El enrutador está conectado a varias redes lógicas diferentes, por lo que

El enrutador debe tener una interfaz para cada red a la que está conectado, y la interfaz de cada enrutador debe tener asignada una dirección IP válida en cada red.

SWITCH

También llamado conmutador, es un dispositivo de conexión utilizado en Ethernet que permite el uso de conmutadores Ethernet. Un conmutador es muy similar a un concentrador (Hub). Un Hub es un dispositivo de interconexión de nivel 1, ya que opera en el nivel 1 del modelo OSI, cuando un concentrador recibe datos a través de uno de sus puertos, simplemente retransmite esos datos a través de los puertos restantes.

Para las respectivas pruebas y configuración de la red, es importante contar con un dispositivo final, para este caso, una PC. Una PC en redes se considera como un host que permite la intercomunicación con la red concediendo al usuario recibir, crear y compartir información.

2.2.15 PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO

Para fines de información de enrutamiento, un sistema autónomo se define como una colección de redes que están bajo control administrativo de una sola organización que comparten la misma política de enrutamiento. Existen dos tipos de protocolos:

- Pasarela interior: Operan adentro del sistema autónomo, estos son: RIP, IGRP, OSFP.
- Pasarela exterior: Alterna información con varios sistemas autónomos, estos son: BGP, EGP.

2.2.15.1 ENRUTAMIENTO DINÁMICO

El protocolo de enrutamiento dinámico se usa para crear, mantener y actualizar automáticamente las tablas de enrutamiento. En una red completamente estática, las rutas deben construirse individualmente en cada enrutador para que la red logre una conectividad

total. Los protocolos de enrutamiento dinámico funcionan de varias maneras, con funciones útiles para configurar proveedores de servicios. Estos podrían incluir:

- Actualización rápida y automática cuando se cambia de topología en la red.
- Los routers son capaces de seleccionar la mejor ruta.
- Posee capacidades de balancear tráfico entre enlaces.

2.2.15.2 ASIGNACIÓN AUTOMÁTICA DHCP

DHCP (Protocolo de configuración dinámica de host) es utilizado en redes TCP/IP para proporcionar configuración de parámetros de red a las computadoras, es decir, dirección IP, máscara de red, puerta de enlace de dirección, etc. Usa UDP en el nivel de transporte donde el servidor lleva a cabo la comunicación el puerto 67 y el cliente el puerto 68. Para solicitar la configuración de red del servidor DHCP, se envía una solicitud utilizando la dirección IP de transmisión general 255.255.255.255 o la dirección de transmisión de la subred. (Santos González, 2014)

DHCP es el protocolo para configurar máquinas de forma remota en una red LAN en la cual se distinguen dos mecanismos:

- Estático o indefinido configurado por el usuario.
- Asignación automática: El usuario recibe una dirección IP del servidor durante un periodo de tiempo, y una vez caducada, volverá a solicitar una IP de forma automática.

DHCP reduce tareas administrativas con asignaciones dinámica mejorando la fiabilidad y seguridad en una red.

2.2.16 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Un medio de transmisión es el elemento a través del cual fluyen los datos en una red de telecomunicaciones. La funcionalidad proporcionada por el medio de transmisión está incluida en el nivel 1 (nivel físico) del modelo OSI. Existen dos tipos: (Santos González, 2014)

- Medios guiados: Los datos se transportan a través de un material de señalización. Esto a menudo se denomina medios alámbricos o simplemente cable. Cuando conectamos dos dispositivos a través de un cable, la información viaja de un dispositivo a otro a través de ese cable.
- Medios no guiados: Los datos viajan a través de ondas EM empleando el aire como medio de transmisión, en este caso, los datos se transmiten sin tener que seguir ninguna tubería de señal, conocidos también como medios inalámbricos.

2.2.16.1 CABLES PAR TRENZADO

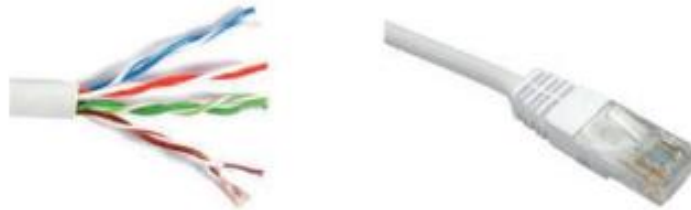
Es un modelo de cable de cobre utilizado en muchos casos en áreas de redes de datos locales. Al elemento común de un cable de par trenzado se le llama par, que está formado por dos hilos. El par es un elemento necesario para transmitir señales eléctricas.

- CABLE UTP

Es el medio de transmisión más utilizado en las redes de áreas locales. La razón de su uso intensivo es que es el medio alámbrico más económico para la transmisión de datos. El cable UTP está compuesto por cuatro pares trenzados, los cuales están cubiertos con una funda protectora con un color específico determinado para identificar su función. Además, el conjunto está cubierto por otra carcasa exterior de plástico.

Figura 18

Cable UTP



Nota. Cable UTP formado por cuatro pares trenzados y conector RJ-45. Tomada de (Santos González, 2014)

- CABLE STP

Otro tipo de cable de cobre utilizado en las redes de telecomunicaciones es un STP (par trenzado blindado), aunque su uso es bastante pobre en la actualidad. Está compuesto de la misma manera que el cable UTP, pero cada par está cubierto por una malla metálica permitiendo reducir las interferencias.

Figura 19

Cable STP



Nota. Cable STP formado por cuatro pares trenzados. Tomada de (Santos González, 2014)

Los primeros cables UTP, conocidos como Categoría 1 (CAT 1) y Categoría 2 (CAT 2), se consideraron extintos. A continuación, se muestran las categorías más actuales.

Tabla 2

Categorías de cables UTP

Nombre	BW	Velocidad Tx	Características
Categoría 3	16 MHz	16Mbps	Redes locales Ethernet en 10Mbps.
Categoría 5	100 MHz	100 Mbps	Redes locales Ethernet en 10Mbps. Reemplazado por la CAT 5e.
Categoría 5e	100 MHz	1 000 Mbps	Redes Ethernet en rango de 100 Mbps a 1Gbp.
Categoría 6	250 MHz	1 000 Mbps	Redes Ethernet para 1 Gbps. Existe CAT 6e admitiendo velocidades a 10Gbps con 500 MHz de BW.
Categoría 7	600 MHz	10 Gbps	Cable par trenzado con apantallamiento

Nota: Categorías de cable UTP. Tomada de (Santos González, 2014)

2.2.16.2 FIBRA ÓPTICA

Las fibras ópticas utilizan rayos de luz en lugar de señales eléctricas para enviar datos. Para ello, en uno de los transmisores se utiliza un elemento que produce luz, con la longitud de onda adecuada, a partir de la información digital transmitida. La luz generada en el transmisor se transmite a través de un cable especial para ser conducido, generalmente fibra de vidrio. En el otro extremo del sistema de transmisión habrá un elemento que convierte la luz en pulsos eléctricos. Por tanto, un sistema de transmisión por fibra óptica se compone de 3 elementos: transmisor, cable de fibra óptica y receptor.

Figura 20

Cable de fibra óptica



Nota: Cable de fibra óptica con núcleo de 8 a 125 μ m con revestimiento. Tomada de (Santos González, 2014)

2.2.17 ORGANIZACIONES DE NORMAS Y ESTANDARIZACIÓN

Un estándar es un modelo que sirve como referencia para el desarrollo de un producto o servicio. Los estándares generalmente son desarrollados por organismos oficiales de estándares. Los organismos de normalización son organizaciones normalmente establecidas por empresas industriales de varios países que desean participar en el desarrollo de normas. (Santos González, 2014)

Existen diversas organizaciones internacionales basados en normas y estandarizaciones.

Estas son:

ITU: (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Es responsable de hacer recomendaciones técnicas sobre las interfaces estándar de comunicación telefónica, telegráfica y de datos comúnmente reconocidas. Trabaja en colaboración con ISO, que ahora es miembro de la UIT. Consta de tres áreas principales: el campo de las radiocomunicaciones (ITUR), el campo del desarrollo (ITUD) y el campo de las telecomunicaciones (ITUT). (Molina Robles, 2015)

ISO: (Organización Internacional de Normalización). La organización de voluntarios reúne a 89 países. Sus miembros han desarrollado estándares para los países participantes. Uno de sus comités, que se ocupa de los sistemas de información, desarrolló el modelo de referencia OSI y los protocolos para los diferentes niveles de este modelo. ISO también ha desarrollado otros estándares en otras áreas.

Dentro de las normas más destacadas de esta organización, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3

Normas ISO/IEC

NORMA ISO/IEC	CARACTERÍSTICAS
ISO/IEC 11801	Define cómo se debe realizar la instalación del cableado en los edificios.
ISO/IEC 14763-1	Gestiona, documenta las instalaciones de cableado de los edificios según ISO/IEC 11801.
ISO/IEC 14763-3	Realiza la funcionalidad del estándar ISO/IEC 11801 con cable de fibra óptica.
ISO/IEC 61935-1	Determina el funcionamiento del cableado de una red de cobre bajo la norma ISO/IEC 11801.

Nota: Características de las diferentes normas de ISO/IEC. Tomada de (Molina Robles, 2015)

ANSI: (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares). Integrada por productores, usuarios, empresas que brindan servicios de comunicación al público y otras organizaciones interesadas en los temas de los medios. Este es el representante de ISO de los Estados Unidos, que adopta regularmente las normas ANSI como normas internacionales. Esta es la más utilizada para los diseños de cableado de datos, voz y videos, la norma que más se destaca es la TIA-568B, la cual está distribuida en tres partes:

Tabla 4

Normas ANSI/TIA/EIA

NORMA TIA-568B	CARACTERÍSTICAS
TIA-568B.1	Proporciona información sobre planificación, instalación y verificación de cableado estructurado para edificios comerciales.
TIA-568B.2	Especifica los requisitos de los cables de par trenzado trenzados, componentes y sus parámetros de transmisión.
TIA-568B.3	Detalla los componentes de fibra óptica para el sistema de cableado estructurado.

Nota: Características de las diferentes normas de ANSI/TIA/EIA. Tomada de (Cerón & Dávila, 2013)

IEEE: (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónico). Conformado por profesionales de las nuevas tecnologías. Además de publicar revistas y preparar conferencias. Es la encargada de desplegar estándares en el campo de la ingeniería eléctrica e informática (como el estándar IEEE 802.3 para redes Ethernet definiendo el tipo de cableado del medio físico).

Este tipo de organización elaboró estándares para las comunicaciones de redes inalámbricas como el 802.11, la cual se especifican con los siguientes estándares:

Tabla 5

Normas IEE 802.11

NORMA IEE 802.11	CARACTERÍSTICAS
IEE 802.11a	Para frecuencias a 5GHz con velocidad de transmisión entre 24-65 Mb/s a alcances de 30m.
IEE 802.11b	Para frecuencias a 2.5GHz con velocidad de transmisión entre 5-11 Mb/s a alcances de 35m.
IEE 802.11g	Frecuencia 2,4Ghz con velocidad de transmisión máxima de 54 Mb/s.
IEE 802.11n	Frecuencia 2,4Ghz con velocidad de transmisión entre 75-28 Mb/s.

Nota: Características de las diferentes normas de ANSI/TIA/EIA. Tomada de (Hayes & Rosenberg, 2011)

IETF: (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet). Desarrollan estándares que operan en el servicio de Internet. Está formado por técnicos y expertos que publican recomendaciones de protocolos de Internet, obligando a los fabricantes a adaptarlos para evitar problemas de interoperabilidad y compatibilidad entre sistemas. Los documentos publicados por el IETF se denominan RFC (Request For Comments) y son la base para el desarrollo de todas las tecnologías que operan en Internet.

2.2.18 ESTÁNDARES DE SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

El principal estándar de cableado estructurado fue desarrollado por un organismo de estándares de América del Norte llamado TIA (Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones). Este estándar es TIA/EIA568A posterior al TIA/EIA568B. El estándar de cableado estructurado incluye un conjunto de estándares para diseñar e implementar infraestructuras de cableado de manera que facilite el uso de tantos servicios de telecomunicaciones como sea posible. (Santos González, 2014)

Por lo general, TIA/EIA, es el estándar que más está en desarrollo en cableado de voz y datos. TIA-568 es la más utilizada en los cableados de comunicaciones, las derivaciones de este estándar son las siguientes:

- ANSI/TIA/EIA-568-B.3: Componentes de cableado de Fibra Óptica.
- ANSI/TIA/EIA-568-C.2: Cableado UTP.
- ANSI/TIA/EIA-568-C.3: Cableado de Fibra Óptica.

2.2.18.1 ANSI/TIA/EIA-568-C.2 (CABLEADO UTP)

Esta norma especifica las características de los componentes del cable, incluidos los parámetros mecánicos y de transmisión. (Joskowicz, 2013)

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

- El diámetro de cada cable no debe exceder 1.22 mm
- Los cables son de 4 pares. No se permite para el cableado horizontal cables de menos pares.
- El radio de curvatura es de 25.4 mm. El forro del cable UTP no debe sufrir ningún defecto.

Figura 21

Cable UTP cat. 6



Nota: Cable UTP categoría 6. Tomada de (Joskowicz, 2013)

CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN

Atenuación: La pérdida en el canal es la diferencia de potencia entre la señal de entrada y la señal recibida en la salida del canal. El cable UTP es esencialmente un canal de transmisión, por lo que la intensidad de la señal al final del cable (fuente receptora) será menor que la intensidad de la transmisión en el origen.

Pérdidas por retorno: El cable UTP tiene una impedancia característica de 100Ω . Sin embargo, esta impedancia depende de la forma del cable y de la evolución del medio. A altas frecuencias, el cable actúa como una línea de transmisión.

Diafonía: La diafonía es causada por la interferencia electromagnética de cada par que viaja a los pares vecinos. Debido a que el cable horizontal es un cable de pares, la mayor fuente de "ruido" para estos pares proviene de los pares adyacentes.

Retardo de transmisión: Para utilizar el ancho de banda máximo del cable UTP de pares, los códigos de línea de división de señal se transmiten entre los pares. El receptor reconstruirá la señal leyendo los pares simultáneamente. Por esta razón, es importante que las señales lleguen al otro extremo "al mismo tiempo", o al menos con una mínima diferencia horaria.

2.2.18.2 ANSI/TIA/EIA-568-C.3 (FIBRA ÓPTICA)

Los componentes básicos de un sistema de fibra óptica son:

- Emisor óptico
- Medio óptico
- Receptor óptico

TIPOS DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Los cables ópticos se pueden describir como guías de onda para la luz. Están hechos con un núcleo de vidrio (o plástico para aplicaciones de corta distancia) rodeado por un recinto también de vidrio que tiene un índice de refracción más bajo que el núcleo. Los tipos de cable son:

Multimodo: La luz viaja a través del núcleo de una fibra óptica como una onda en una guía de ondas. Los materiales de la fibra han sido elegidos para que la luz forme unas ondas estacionarias dentro de la fibra. El diámetro es de $50\mu\text{m}$.

Monomodo: Las fibras monomodo difieren de las fibras multimodo principalmente en el diámetro del corazón. A diferencia de la fibra multimodo, cuyo núcleo es del orden de $50\mu\text{m}$, el núcleo de la fibra monomodo es de 8 a $9\mu\text{m}$.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESTÁNDAR ANSI/TIA/EIA-568-B.3

- Multimodo de $50/125\mu\text{m}$.
- Monomodo de $62.5/125\mu\text{m}$.
- El cable interior debe soportar un radio de curvatura de 25 mm.
- Los cables exteriores deben estar protegidos contra el agua y deben soportar una tensión de tracción mínima de 2670 N.

Figura 22

Cable de fibra óptica dúplex



Nota: Cable de fibra óptica dúplex con varios haces de luz. Tomada de (Santos González, 2014)

2.2.18.3 CONECTORES

Los conectores para fibra multimodo deben ser de color beige. Los conectores para fibra monomodo deben ser azules. Además, utilizan 2 "fibras" (dado que la transmisión de fibra óptica suele ser unidireccional. Cada fibra terminada en un conector debe estar claramente marcada como "A" y "B" respectivamente. Soporta fusión mecánica o empalme de fibras.

En cualquier caso, cada conexión no deberá atenuar más de 0,3 dB. Los conectores más típicos son:

- SC: Conector subscritor.
- ST: Conector de bayoneta de punta recta.

Figura 23

Conectores de fibra óptica



Nota: Conectores de SC y ST. Tomada de (Santos González, 2014)

2.2.19 TIPOS DE SUBSISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO ESTÁNDAR

EIA/TIA-568

SUBSISTEMA DE CABLEADO DE CAMPUS

El subsistema de distribución del campus es parte de un sistema de cableado estructurado utilizado en un complejo de diferentes edificios. Suele ser el subsistema que cubre mayores distancias. El medio de transmisión utilizado es el cable de fibra óptica y el radioenlace.

- SUBSISTEMA DE CABLEADO VERTICAL

El subsistema de distribución vertical es conocido también como backbone, es el encargado de asegurar el alineamiento entre los diferentes subsistemas horizontales. Sus principales características son:

- ✓ Puede utilizarse la fibra óptica o cable par trenzados como medio de transmisión.
- ✓ Conexiones entre varios subsistemas horizontales.
- ✓ Se utiliza como medio de transmisión el cable par trenzado o fibra óptica.

Dentro del sistema de cableado vertical, existen los backbone troncales, estos son:

- ✓ Backbone de campus: Es un cableado que forma parte del subsistema del campus. sirve para conectar los diferentes edificios que forman parte de la infraestructura.
- ✓ Backbone de edificios: Forma parte de un subsistema vertical. Su labor es conectar diferentes subsistemas horizontales.

Figura 24

Distribución de cableado vertical



Nota: Tendido de cableado de campus vertical. Tomada de (Santos González, 2014)

- SUBSISTEMA DE CABLEADO HORIZONTAL

El subsistema de distribución horizontal es aquella parte de un sistema de cableado estructurado que proporciona conectividad a varios puestos de trabajo en diferentes áreas de trabajo cubiertas por el mismo sistema. Los elementos que son partes de este subsistema son:

- ✓ Cableado estructurado
- ✓ Rosetas
- ✓ Patch panel

Figura 25

Distribución de cableado horizontal



Nota: Tendido de cableado de campus horizontal. Tomada de (Santos González, 2014)

2.2.19.1 ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN ESTÁNDAR ISO/IEC 60297

Aquí es donde convergen los cables de comunicación. Contienen todos los concentradores de cableado, interruptores, puentes, etc., montados en un rack y conectados a través de tableros de distribución. (Molina Robles, 2015)

Un rack abierto no tiene en el interior del gabinete paredes y puertas, solo la estructura allí. Este tipo de estanterías, al no disponer de armarios que las protejan de manipulaciones por parte de personas no autorizadas, suelen estar ubicadas en locales que ya cuentan con sistemas de seguridad. Según la norma ISO/IEC 60297, un rack tiene una medida de 19 pulgadas. (Cadenas Sanchez & Zaballos Diego, 2015)

2.2.19.2 EJEMPLO BÁSICO DE CONFIGURACIÓN ISO/IEC 60297

El orden de configuración que se realiza en un armario de cableado estructurado es entorno a la protección de los elementos más débiles que se instalarán en dicho armario, además de disponer de suficientes organizadores de cables para facilitar las labores administrativas. Por esta razón, quizás la regla más básica y fundamental al dimensionar un rack para el cableado estructurado es que debe haber organizador de cables horizontales entre cada equipo electrónico que contenga el rack. Las partes que se tiene que tomar en cuenta son:

- Troncal de voz
- Troncal de datos
- Electrónica de red

2.2.19.2.1 DIFERENCIA DE ESTÁNDARES PARA FIBRA ÓPTICA

Los estándares internacionales estadounidenses o europeos siguen de manera idéntica las normas realizar instalaciones de cableado. Todos hacen las mismas recomendaciones y usan las mismas reglas generales, pero hay algunas pequeñas diferencias entre ellos.

Tabla 6

Estándares en fibra óptica

Características	ANSI/TIA-568B	ISO/IEC 11801:20002
Cableado horizontal para fibra óptica	50-62,5 μm o 125 μm	50/125 μm , 62,5/125 μm o fibra monomodo
Conectores de fibra óptica	568 SC	ST
Radio max de la curvatura del cable (apantallado/vertical/ # de veces del diámetro en cable)	10/8/4	8/6/4
Longitud max de destrenzado en el montaje para conectores	Cat 3: 75 mm Cat 5: 13 mm	Valores del fabricante

Nota: Diferencias de estándares internacionales de fibra óptica. Tomada de (Molina Robles, 2015)

2.2.20 EQUIPAMIENTOS Y MATERIALES DE LA NORMA ISO/IEC 11801 PARA FIBRA ÓPTICA

CABLEADO VERTICAL

En esta sección se indican algunas especificaciones de carácter técnicas que se utilizan en un cableado vertical.

- Se realiza de un solo tirón ya sea entre dos distribuidores a unir. Se evita el uso de empalmes o intersecciones entre dispositivos intermedios.
- Utilizar mangueras de 12 fibras ópticas multimodo cumpliendo la categoría OM1 (Fibra Multimodo de 62,5/125 μm).
- Dicha manguera será conectada a un panel de 12 fibras con altura de 1U, equipado con el distribuidor de fibra o casetes organizadores. El panel tendrá un acabado con conectores ST.

CABLEADO HORIZONTAL

En esta sección se indican algunas especificaciones de carácter técnicas que se utilizan en un cableado horizontal.

- Se realiza de un solo tirón entre el panel de conectores del armario y la roseta de usuario.
- Colocar dos cables balanceadores de cat. 6.
- Fibra óptica multimodo de 62,5/125 μm .
- Distancia máxima entre la roseta del usuario y el conector ubicado en el armario será de 90 metros.

ARMARIO DE TELECOMUNICACIONES

En esta sección se indican algunas especificaciones de carácter técnicas que se utilizan en un armario de telecomunicaciones.

- Tipo rack de 19" con una anchura de 800mm y profundidad de 800mm.
- Parte laterales y traseras de acero, rejillas de ventilación y que sean desmontables.
- Altura mínima de 42U y máxima de 47U.

Instalación de módulos:

- Tomas verticales de datos sean estas fibras ópticas.
- Tomas verticales de datos (cobre).
- Tomas horizontales de datos.
- Electrónica de red.

2.3 MARCO TEÓRICO

El diseño de la red debe desarrollarse con el objetivo de brindar un mejor desempeño en la optimización de tráfico de datos, por lo que es fundamental realizar la planeación teniendo en cuenta las características de las etapas para determinar el diseño físico de la red, así como el uso de las técnicas disponibles que debe tener. (Bastidas, 2021)

A continuación, se detallarán las investigaciones más relevantes que aportaron a la información y desarrollo de esta propuesta tecnológica.

En la ciudad de Guayaquil en el 2021, se realizó un trabajo de tesis titulado: **Análisis, diseño e implementación de balanceador de carga segmentando la red del sistema de balanzas de pequeña y medianas empresas en el sector industrial ciudad de Guayaquil**, donde se realizó el análisis y rediseño de una nueva red brindando herramientas para implementar balanceadores de carga que distribuyan de manera uniforme las solicitudes de los usuarios en dos servidores web haciendo uso de técnicas de disponibilidad, tomando en cuenta las deficiencias en las respectivas consultas o peticiones en sí de los usuarios cuando se generan varias pérdidas. (Bastidas, 2021)

En la ciudad de Guayaquil en el 2021, se realizó una tesis denominada: **Implementación de una red LAN aplicando balanceo de cargas para alta disponibilidad en su infraestructura de datos**, el cual describe la implementación de una red LAN administrada con equilibrio de cargas para lograr una alta disponibilidad en su infraestructura de datos con conectividad a Internet realizando varias prácticas de laboratorio de pruebas y error para lograr mejoras en la comunicación aumentando el ancho de banda y reduciendo los problemas de rendimiento o latencia. (Bravo, 2021)

En la ciudad de Cartagena de Indias en el 2016, el señor Carreño Luis, desarrolló el tema de: **Escalabilidad y optimización en aplicaciones web utilizando técnicas de balanceo de carga HTTP**, el cual radicó en analizar los principales aspectos de los tipos de escalabilidad en la optimización de sistemas web teniendo en cuenta los requerimientos tanto de software como hardware basado en tres etapas de configuración, instalación, configuración y despliegue, con la finalidad de serenar varias variables de rendimiento como tasa de rendimiento y tiempo de respuesta. (Carreño, 2016)

Teniendo en consideración las premisas de los proyectos mencionados anteriormente, se establece los conceptos necesarios de infraestructura y equipos necesarios para la mejora de la red de datos del laboratorio de telecomunicaciones , posterior a eso, es fundamental el rango de importancia de todos los proyectos para la implementación de la propuesta de: **“Diseño e implementación estructural de un sistema basado en balanceo de cargas para la optimización de tráfico de datos aplicando Failover con protocolo TCP/MSS en el laboratorio de Telecomunicaciones”**.

CAPÍTULO III

3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 COMPONENTES DE LA PROPUESTA

3.1.1 COMPONENTES FÍSICOS

Esta propuesta está conformada por varios dispositivos de red que, a su vez, fueron estudiados para realizarse la respectiva instalación. La mayoría de estos equipos poseen

sus respectivas tablas de especificaciones de la marca Ubiquiti. Estos se describen a continuación:

- ROUTER EDGE 4

EdgeMAX es empleado para abarcar redes desde los bordes hasta el núcleo de la red de los niveles de operadores actuales para el filtrado y enrutamiento de paquetes. (Higley, 2017)

EdgeRouter 4 proporciona tres puertos GigabitEthernet, además de un puerto SFP para realizar enlace de fibra óptica. Se puede configurar fácilmente para las funciones de enrutamiento, seguridad y administración necesarias para ejecutar su red de manera eficiente. Proporciona CLI integrada está disponible para un acceso rápido y directo con comandos familiares. (Ubiquiti Networks, Inc, 2017)

Este dispositivo proporciona varias funciones como: vlan, enrutamiento estático, protocolos de enrutamiento, servicios DHCP, herramientas y monitoreo de la red, etc. Para este proyecto es muy necesario debido a la aplicación del protocolo TCP/MSS junto con el balanceo de carga.

Figura 26

EdgeRouter 4



Elaborado por el autor.

- EDGE SWITCH 10X

Es un conmutador altamente administrado y con dos puertos SFP para conectividad de fibra con enlaces ascendentes de 1 Gbps. Tiene 8 puertos Gigabit Ethernet con una entrada para

soporte PoE en el puerto 1 y una salida PoE en el puerto 8, así como dos puertos SFP para conectividad de fibra. El dispositivo es compatible y manejable a través de UNMS (Ubiquiti Network Management System) con comandos de interfaz de usuario muy intuitivos en un solo plano de control para administrar los dispositivos registrados. Incluye sistema de monitoreo en cada uno de sus puertos con protocolos STP, MSTP y RSTP mostrando conexión física y velocidad con soporte VLAN con monitoreo DHCP.

Figura 27

Edge Switch 10x



Elaborado por el autor.

- DREAM MACHINE PRO

UDM Pro incluye un controlador de red UniFi que administra puntos de acceso y conmutadores UniFi. Este dispositivo integra puerto WAN SFP de 10G con 8 puertos GigabitEthernet. UDM admite varias opciones de conmutación por error de Dual WAN con equilibrio de carga para mantener la red en funcionamiento. Muy aparte de lo mencionado, ofrece políticas de seguridad con firewall avanzadas para evitar amenazas persistentes dentro de la red con un sistema de detección hacia los atacantes. Ofrece QoS asignado a tráfico de voz y video con servidores VPN site-site encriptando comunicaciones que viajan en la red desarrollando segmentos VLAN para seguridad y gestiones de tráfico de la red. Por otro lado, permite realizar diseños de gestión de cámaras de seguridad,

debido a que este también funciona como controlador permitiendo monitorear cámaras de la línea UniFi a través de las interfaces gráficas amigables.

Figura 28

UDM PRO



Elaborado por el autor.

- MIKROTIK ROUTERBOARD 3011UiAs-RM

Se trata de un router con sistema operativo RoutersOs con 1 GB de RAM de gama tecnológica Mikrotik con entrada multipuerto que incorpora procesador ARM para optimizar su rendimiento. Este equipo tiene diez puertos Gigabits Ethernet, incluido un puerto SFP, adicional a esto, incluye USB 3.0 tipo A, con reinicio de energía de tamaño completo para agregar más almacenamiento como módems externos 3G/4G.

Cuenta con pantalla LCD táctil como modo de configuración, puerto serial de consola y PoE en el puerto 10 Eth con certificación IP20 con tamaño de almacenamiento de 128MB.

Figura 29

Mikrotik Routerboard 3011UiAs-RM



Elaborado por el Autor.

- D-LINK SWITCH DES-1016A

Es un dispositivo de red no administrado de 16 puertos Fast Ethernet. Su modo de configuración incluye negociaciones automáticas Full Duplex o Half Duplex. Cualquier puerto se puede conectar a algún servidor, concentrador o conmutador mediante cables Ethernet con velocidades de 10/100 Mbps con compatibilidad IEEE 802.1P, QoS y control de flujo IEE 802.3x.

Utiliza protocolos CSMA/CD con 256 KB de caché RAM por cada dispositivo incluyendo conexiones MDI/MDIX en cada uno de sus puertos.

Figura 30

D-LINK Switches-1016A



Elaborado por el Autor

3.1.1.1 DISPOSITIVOS PARA CABLEADO ESTRUCTURADO

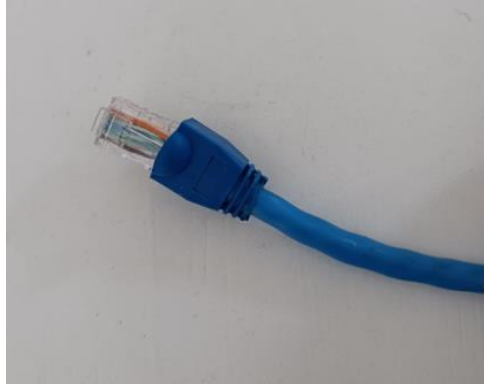
Los materiales bases a utilizar para el armado de rack estarán basados en la norma de cableado estructurado ISO 11801.

- CABLE UTP CATEGORÍA 6

Está conformado por cuatro pares trenzados entre sí. Pertenece a la clasificación de cableados UTP del estándar EIA/TIA568B. Estos transmiten velocidades a 1Gbps a una frecuencia de 200 MHz. La longitud máxima en este tipo de cable no debe sobrepasarse los 100m, caso contrario, comenzaría a atenuarse. Este tipo de cable es muy común en las instalaciones de cableado horizontal.

Figura 31

Cable UTP cat. 6



Elaborado por el autor.

- CONECTORES RJ-45

Este tipo de conectar es fundamental en estos tipos de cable UTP cat6, se consideran interfaces físicas ya que permiten conectar redes de cableados estructurados una vez que los pares trenzados sean ponchadas con la respectiva norma mencionada anteriormente. Este tipo de conectores son muy utilizados para redes Ethernet, en este tipo de componente, también se caracteriza los patch cord.

Figura 32

Conectores RJ-45



Elaborado por el autor.

- TESTEADOR

Este dispositivo mide continuidades en cada extremo del cable UTP, de tal manera que permite certificar el correcto ponchado de los mismos. Cada extremo va conectado a los puntos de verificación del dispositivo y mediante una secuencia de LEDs, se comprueba el respectivo funcionamiento.

Figura 33

Testeador



Elaborado por el autor.

3.1.2 COMPONENTES LÓGICOS

- WIRESHARK

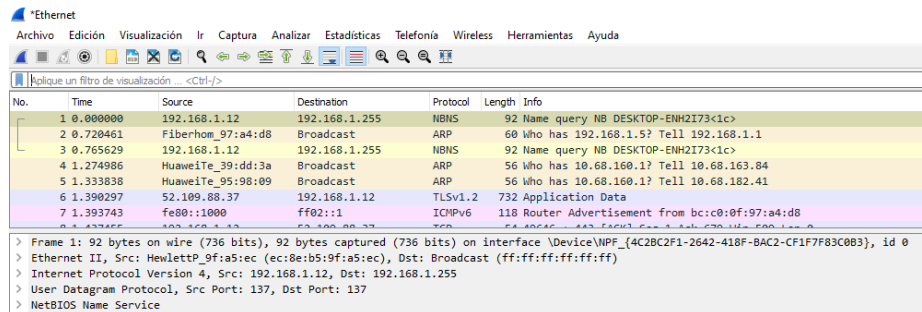
Este software permite analizar el tráfico de la red en tiempo real. Permite analizar y comprender el protocolo TCP/IP, y de esta manera, interpretar los encabezados de los paquetes con el respectivo funcionamiento de enrutamiento, puertos, protocolos DHCP, etc. (Computer World, 2018)

Con grandes volúmenes de tráfico que pasan por una red, las utilidades que ofrece este software ayudarán a realizar un proceso de filtrado, en este caso, es útil para realizar capturas en base al protocolo MSS que será implementado en la red.

Las características más importantes para resaltar es que es capaz de identificar grandes amenazas de seguridad mientras se hace el análisis de la red para hacer un proceso de depuración. (Arguello, 2010)

Figura 34

Wireshark



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.1.12	192.168.1.255	NBNS	92	Name query NB DESKTOP-ENH2I73<1c>
2	0.720461	Fiberhom_97:a4:d8	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.1.5? Tell 192.168.1.1
3	0.765629	192.168.1.12	192.168.1.255	NBNS	92	Name query NB DESKTOP-ENH2I73<1c>
4	1.274986	HuaweiTe_39:dd:3a	Broadcast	ARP	56	who has 10.68.160.1? Tell 10.68.163.84
5	1.333838	HuaweiTe_95:98:09	Broadcast	ARP	56	who has 10.68.160.1? Tell 10.68.182.41
6	1.390297	52.109.88.37	192.168.1.12	TLSv1.2	732	Application Data
7	1.393743	fe80::1000	ff02::1	ICMPv6	118	Router Advertisement from bc:c0:0f:97:a4:d8

> Frame 1: 92 bytes on wire (736 bits), 92 bytes captured (736 bits) on interface \Device\NPF_{4C2BC2F1-2642-418F-BAC2-CF1F7F83C0B3}, id 0
 > Ethernet II, Src: HewlettP_9f:a5:ec (ec:8e:b5:9f:a5:ec), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
 > Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.12, Dst: 192.168.1.255
 > User Datagram Protocol, Src Port: 137, Dst Port: 137
 > NetBIOS Name Service

Elaborado por el autor.

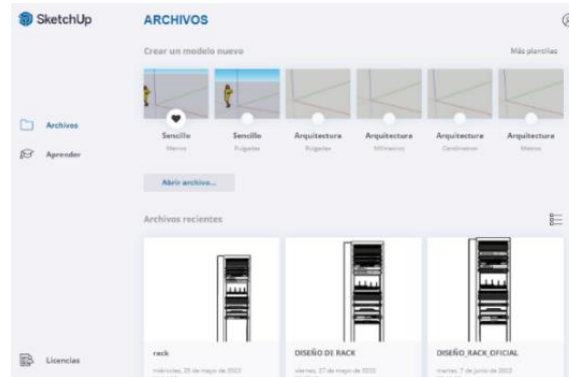
- **SKETCHUP**

Es un software para realizar diseños gráficos y modelado tridimensional (3D). Permite diseñar y crear todos los espacios, muebles y decoraciones de un edificio o realizar cualquier tipo de arquitectura en especial. (Gaya, 2021)

Es una solución que utiliza animación y mapeo. Es conocida por su facilidad de uso en el campo arquitectónico debido a que cualquier usuario puede ensamblar fácilmente un proyecto 3D usando una variedad de herramientas. Así, podemos dibujar líneas, arcos, formas y todo tipo de objetos directamente desde la interfaz eligiendo materiales y estilos, visualizando la jerarquía de elementos, y más. Además, permite crear componentes dinámicos animados usando la versión 2D en LayOut o creando propios bocetos. (Marchante, 2020)

Figura 35

SKETCHUP



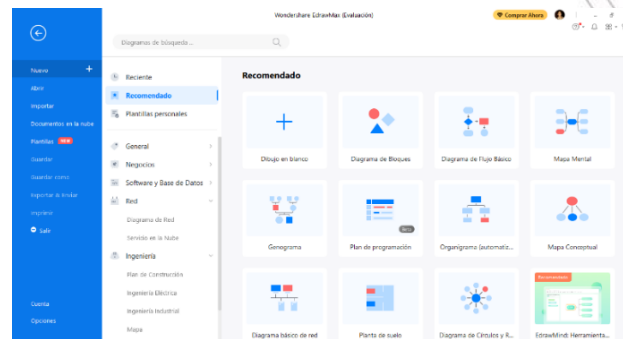
Elaborado por el autor.

- EDRA MAX

Es un programa que nos permite diseñar y crear diagramas de flujos profesionales, tanto como redes de datos como comerciales. En otras palabras, es un software basado en ingeniería avanzada que abarca todo tipo de mapas mentales y varias herramientas de visualización para desarrollar representaciones gráficas de temas y subtemas complejos. Poseen kits de herramientas dinámicos que permiten acceder a interfaces personalizadas con varias opciones de flexibilidad mejorando la eficiencia del trabajo.

Figura 36

Edra Max



Elaborado por el autor.

- INTERFAZ DE MONITOREO EDGEMAX UBIQUITI

Proporciona detalles de la interfaz gráfica GUI y CLI gracias a su sistema operativo EdgeOs con sus respectivos detalles de configuración para obtener funcionalidades de ruteo y rendimientos importantes circulando en la red. Permitirá configurar direcciones ip estáticas y diversos protocolos de enrutamientos para la transmisión de datos, además, análisis gráficos del tráfico del seguimiento de la actividad.

Figura 37

Interfaz Gráfica de Edge Max Ubiquiti



Elaborado por el autor.

3.2 DISEÑO DE LA PROPUESTA

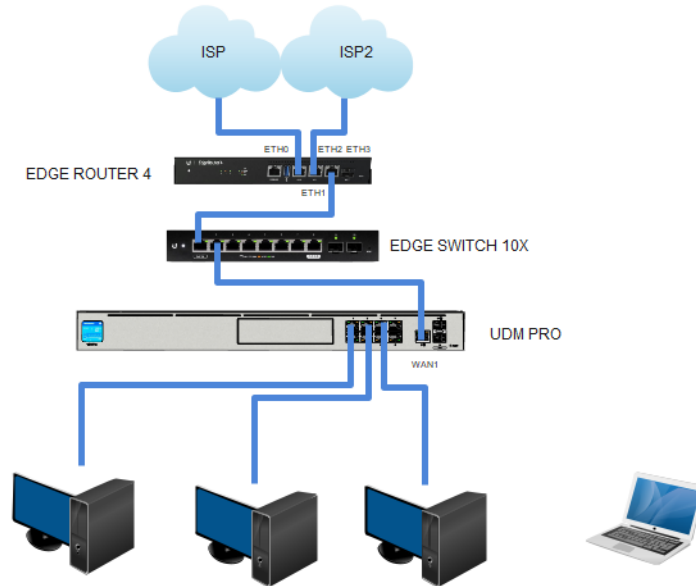
Para el diseño de la propuesta, se deberá cumplir con las respectivas normas de cableado estructurado mencionado en este documento. Por lo tanto, debemos definir la topología, limitaciones del cable y componentes.

3.2.1 TOPOLOGÍA DE LA PROPUESTA

La topología física que se tomó en consideración para el diseño de la red es de tipo bus la cual se compone de varios dispositivos de red hasta llegar a los usuarios finales.

Figura 38

Topología de la red



Elaborado por el autor.

Tanto Edge Router 4 como el UMO PRO trabajan en dos líneas (interfaces) diferentes, pero siempre hay algo puntual en las que se caracterizan, a continuación, se presenta las características relevantes.

Tabla 7

Características de las líneas Ubiquiti

Edge Router 4 (EdgeMax)	UDM(Unifi)
Configuración GUI	Configuración GUI
Interfaz SSH/CLI/Telnet	Enfoque SDN
Nivel Avanzado de configuración CLI	Controlador de red
Application UNMS remota	Conectividad Bluetooth
Captura de Paquetes	Application USG
	Pantalla Táctil

Elaborada por el autor.

El presente trabajo de investigación plantea utilizar técnicas de balanceo de cargas con la finalidad de asegurar alta disponibilidad en la red de datos utilizando el camino conveniente

para el proceso de comunicación donde no solo serán mejorados los tiempos de respuestas, sino también la entrega de los paquetes a los equipos correspondientes de manera equitativa siempre que los servicios subcontratados operen a velocidades similares.

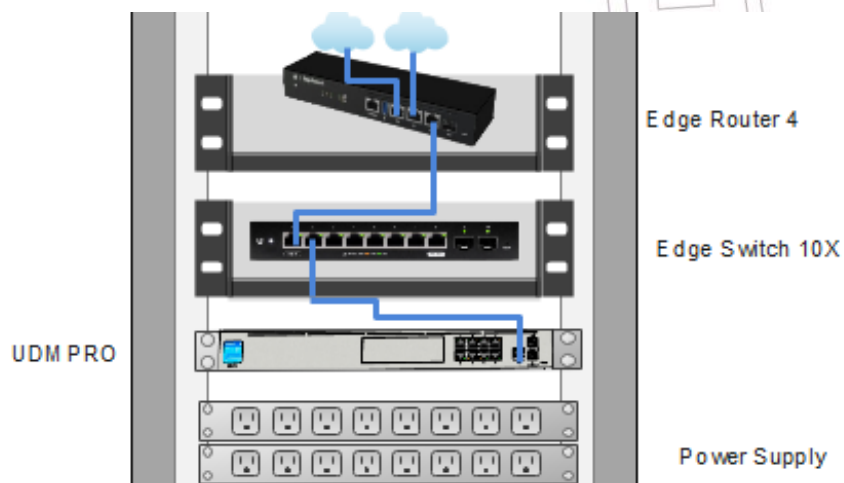
De esta manera, se puede segmentar dos redes similares bajo el mismo proveedor en los equipos sin afectar la infraestructura.

Asimismo, se debe considerar que si en tal caso exista un problema en el dispositivo que brinda el servicio de Internet, los usuarios conectados a la LAN no podrán acceder o navegar por Internet sin poder conectarse a Internet con otros enrutadores, es por esta razón el proceso de la segmentación de una red.

Los puertos distribuidos en la topología de red propuesta se detallan a continuación:

Figura 39

Distribución de puertos



Elaborado por el autor.

Tabla 8

Puertos distribuidos

EQUIPO	PUERTOS	CONECTADO A/ RACK
EDGE ROUTER 4	PUERTO ETH0	ENLACE ISP1
	PUERTO ETH1	ENLACE ISP2 (MIKROTIK)
	PUERTO ETH2	SALIDA LAN
EDGE SWITCH 10 X	PUERTO ETH1	ETH2(ER4)
UDM PRO	PUERTO EHT9	EHT1 (SW10)

Elaborado por el autor.

El diseño está estructurado con una topología de tipo bus debido a que tiene la ventaja de una fácil instalación estructural ya que requiere poco cableado por la disminución de nodos en la red a tal punto que puede seguir expandiéndose en una red LAN. Si uno de los dispositivos falla, los demás seguirán funcionando normalmente, pero si hay algún tipo de problema en el canal, ninguno de los dispositivos podrá conectarse o comunicarse. Una de las desventajas más importantes es que esta topología no puede utilizarse en redes grandes.

3.2.2 DISEÑO DE UBICACIÓN DE EQUIPOS

El alcance de este proyecto se limita a la implementación de un nuevo rack con dispositivos Ubiquiti, el cual consta de varios módulos de cableados estructurados tanto UTP como fibra, además de equipos activos que son fundamentales en todo proceso de comunicación.

Todos estos módulos tienen la factibilidad de adaptarse a nuevas tecnologías que se presentan actualmente en el mercado para así dar paso a materias que los docentes imparten dentro de la facultad dentro de sus procesos de enseñanzas. A continuación, se detallan los componentes pasivos ubicados en el rack de telecomunicaciones:

- Rack abierto de 30U
- Cable UTP Cat. 5e
- Cable UTP Cat. 6

- Organizador de cable horizontales

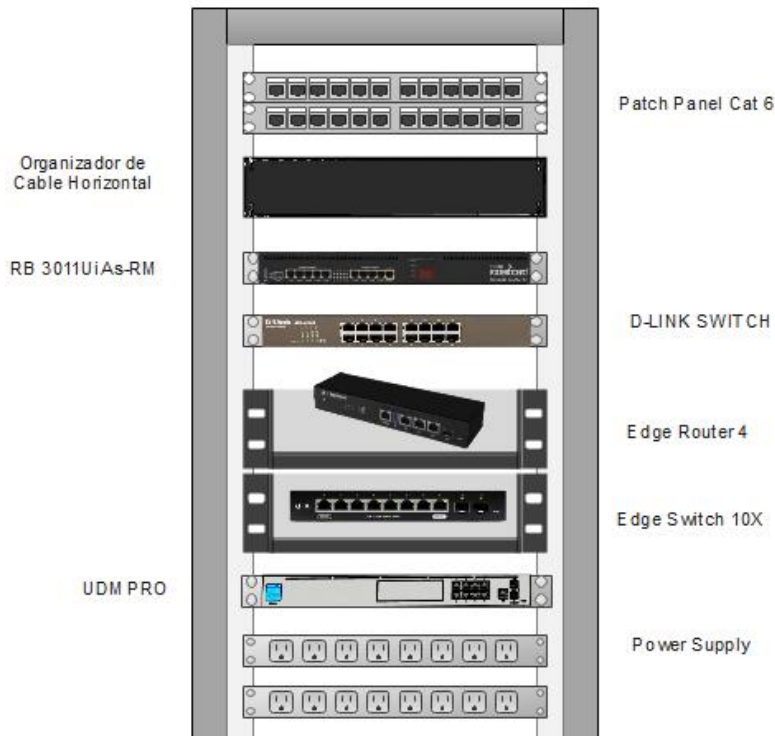
Los módulos activos son aquellos dispositivos bases que se necesitan para la realización de pruebas y prácticas por parte de los estudiantes. Los equipos fueron seleccionados por el potencial que estos ofrecen acorde a la tabla de especificaciones para conservar la homogeneidad en la red y evitar problemas en las pruebas de conectividad.

Los componentes activos ubicados en el rack de telecomunicaciones:

- Mikrotik Routeboard 3011UiAs-RM
- D-LINK SWITCH DES-1016A
- Edge Router 4
- UDM PRO
- Edge Switch 10X

Figura 40

Ubicación de equipos



Elaborado por el autor.

Los equipos Ubiquiti proporcionan mecanismos de enrutamiento y conmutación avanzadas admitiendo la mayor parte de clientes de acorde al ancho de banda que proporciona el ISP.

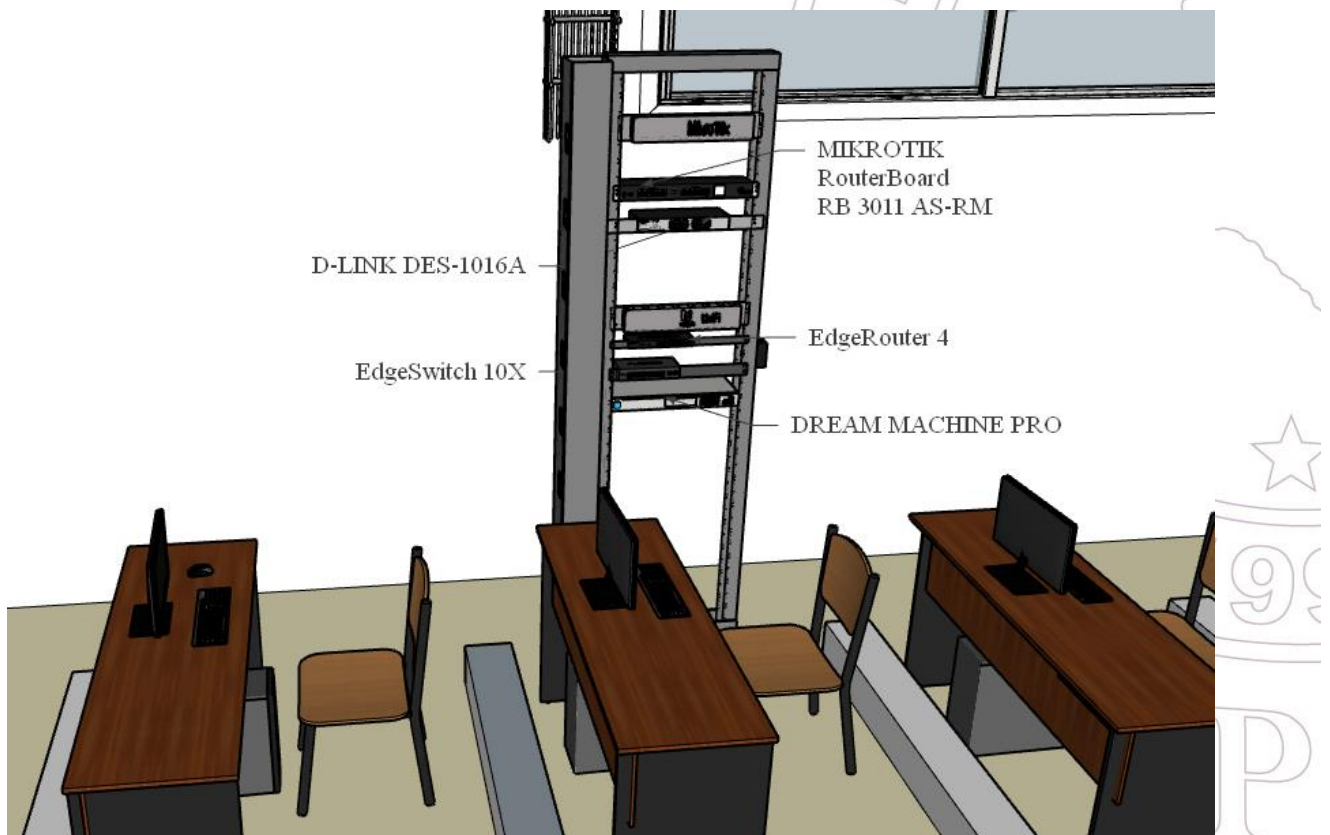
- DESPLIEGUE DE LA RED EN EL SOFTWARE SKETCHUP

Se utilizó el software sketchup para el diseño 3D del laboratorio. El esquema está enfocado en mostrar el rack de telecomunicaciones, además de los routers y switches que hacen parte del centro de distribución.

Las dimensiones del rack de telecomunicaciones son 30U, dentro de la cual se pueden apreciar dos secciones tecnológicas, con los respectivos escritorios de trabajo:

Figura 41

Rack de telecomunicaciones

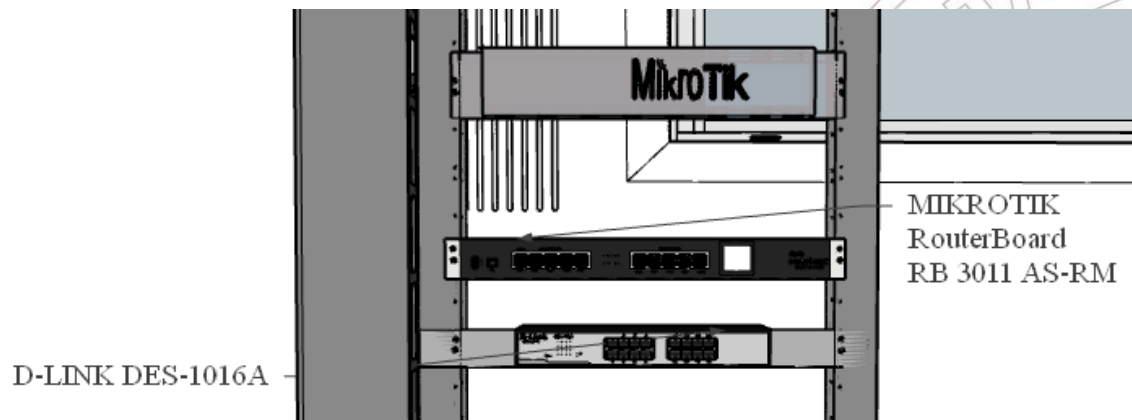


Elaborado por el autor.

Se puede apreciar dentro de la primera sección tecnología “Mikrotik”, un router seguido de un switch D-Link generando comunicación a través de las subredes LAN. El router Mikrotik viene cumpliendo la función de mi segunda conexión a internet (ISP2). Este router será el encargado de proveer conexión a internet a un segundo nivel, en este caso, el Switch mencionado anteriormente como se puede observar en la gráfica.

Figura 42

Sección tecnológica Mikrotik

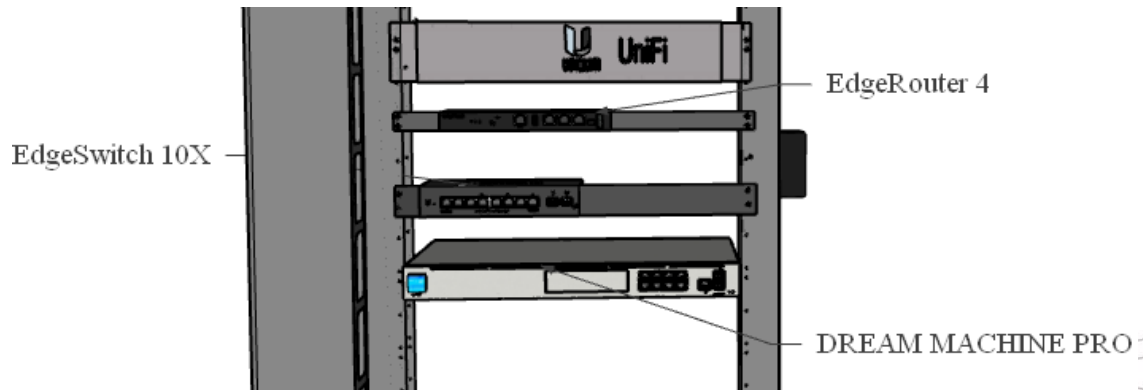


Elaborado por el autor.

El objetivo principal es que los estudiantes puedan reconocer los diferentes equipos enrutadores y conmutadores de acorde a los tipos de cables con sus respectivas categorías de jack a utilizar. Es importante colocar un organizador de cables junto con un patch panel y bandejitas para situar equipos si en tal caso no existieran sujetadoras laterales. Seguido de eso, existe una segunda sección tecnológica “Ubiquiti”, un router seguido de un switch 10X y un controlador UDM PRO. La norma a utilizar fue del estándar ANSI/TIA/EIA-568 B para la estructuración de cables par trenzados.

Figura 43

Sección tecnológica Ubiquiti

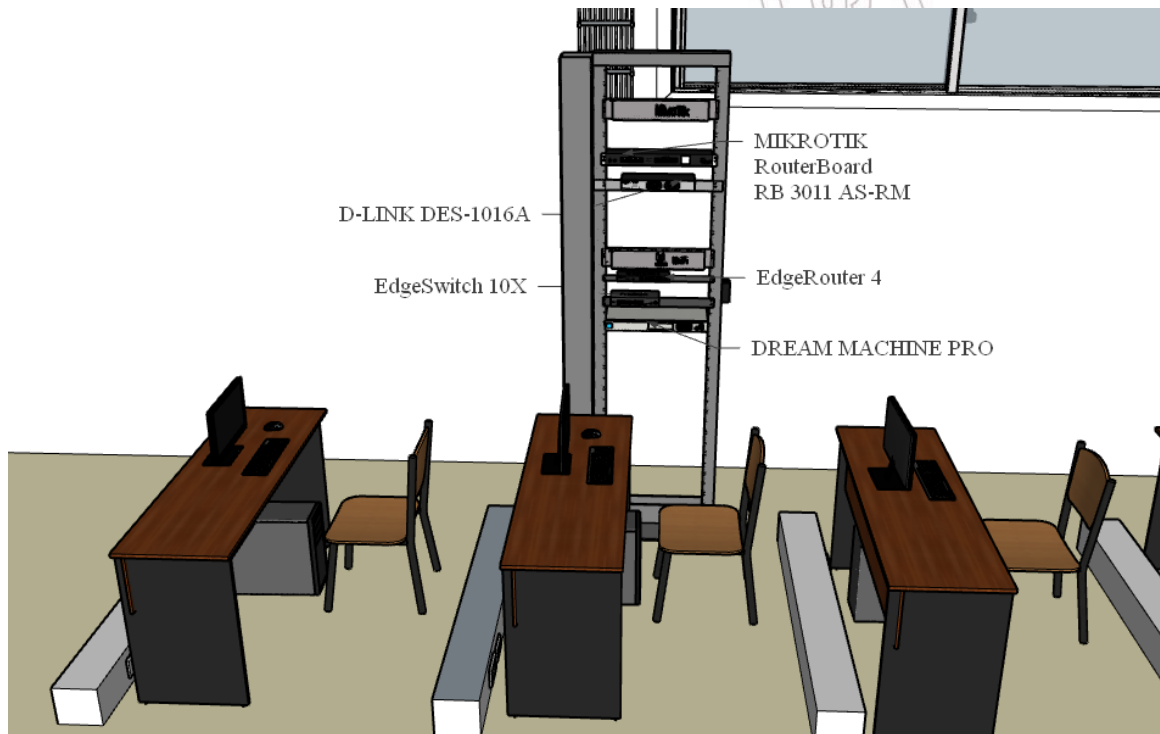


Elaborado por el autor.

A su vez, el laboratorio contará con las respectivas estaciones de trabajo para impartir materias de redes datos, o entre otras que permitan brindar facilidades para la realización de prácticas estudiantiles, conjuntamente, se proporciona un espacio transitable en la parte de atrás para la fácil manipulación y acceso de instalación de equipos de red y cableado estructurado.

Figura 44

Estación de trabajo estudiantil

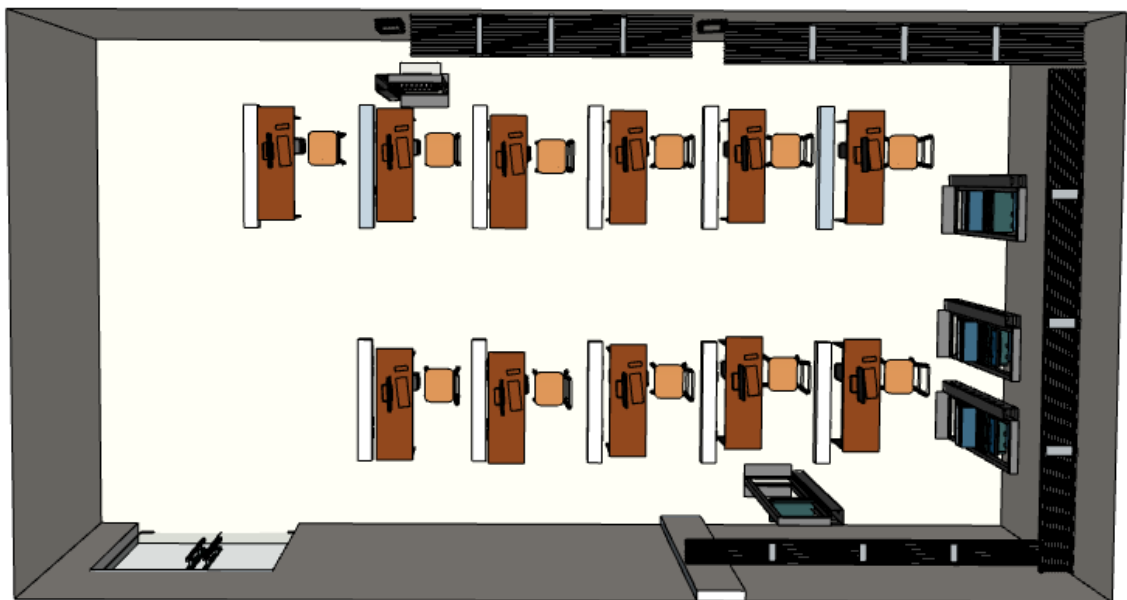


Elaborado por el autor.

Establecido las estaciones de trabajo, el rack está destinado solamente a infraestructuras de telecomunicaciones con la prohibición de instalar o modificar equipos extraños dentro del mismo. La topología es tipo bus ya mencionado anteriormente debido a que permite segmentar redes LAN optando por una fácil administración para pruebas estudiantiles. Los dispositivos están conectados mediante cable UTP cat. 6 para la distribución de paquetes respetando la norma TIA/EIA-568B que recomienda no exceder los 100 metros y la norma ANSI/TIA/EIA-568-C.2 que especifica los componentes del cable tanto mecánicas como de transmisión.

Figura 45

Laboratorio de telecomunicaciones



Elaborado por el autor.

3.2.3 DISEÑO DE TOPOLOGÍA BALANCEADOR DE CARGA

El EdgeRouter 4 es el corazón del proyecto en la cual se basará la mayor parte del proceso del balanceo de carga DUAL WAN para la optimización de recursos del ancho de banda

que ofrecerán los ISP. Este enrutador permite realizar cambios automáticos entre las conexiones WAN. En este caso, tanto la WAN1 como la WAN 2 tendrán acceso a internet mediante cobre.

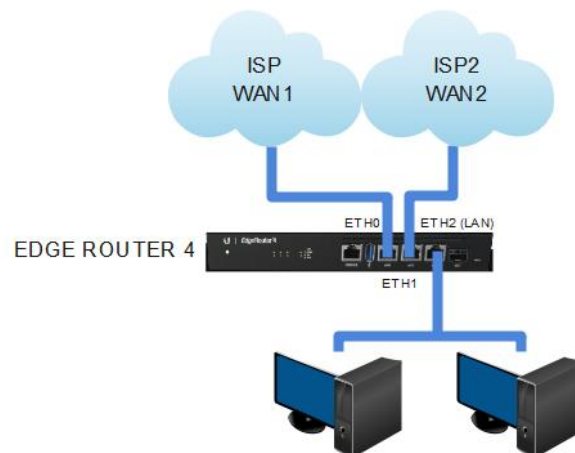
Las opciones de equilibrio de cargas que presenta este equipo son los siguientes:

- Interfaces WAN
- Políticas de Firewall
- Interfaces LAN

Aplicando el balanceo de carga en múltiples WAN, el tráfico de clientes LAN se balancea entre los mismos puertos WAN. El diseño para esta sección es el siguiente.

Figura 46

Diseño de topología Dual Wan



Elaborado por el autor.

Hay dos maneras para hacer este tipo de configuración, a través de la interfaz gráfica (GUI) y líneas de comando (CLI).

Para la verificación y el estado del equilibrio de carga se lo puede realizar a través de los siguientes comandos:

- *show load-balance status*

- `show load-balance watchdog`
- `show load-balance config`

Los balanceadores usan varios métodos para distribuir el tráfico hacia el destino correcto, los equipos EdgeRouter 4 distribuyen bajo capa 2 y capa 3 del modelo OSI. Todos los servidores se basan en la misma dirección IP para ser configuradas, todos están en la misma LAN y el balanceador de cargas envía directamente a sus direcciones MAC individuales.

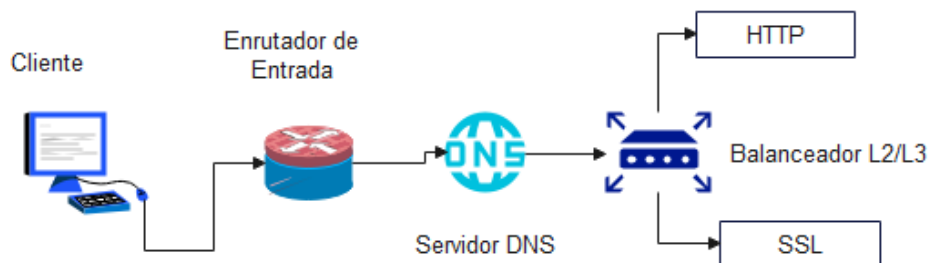
(Carpente, Jiang, & Tarreau, 2015)

Pero para que funcione correctamente, se deber realizar una segmentación de la red para la aplicación DUAL WAN.

El siguiente diagrama muestra el método propuesto:

Figura 47

Balanceador de carga L2/L3



Nota. Balanceador de carga mediante el enrutador de capa 2 y capa 3. Tomado de (Carpente, Jiang, & Tarreau, 2015)

3.3 PROVEEDOR DE SERVICIO DE INTERNET

El proveedor de internet que ofrece el servicio ISP al laboratorio de telecomunicaciones está estructurado por la red CEDIA, la cual es una Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y Academia que se encarga de brindar diversas estructuras

a instituciones educativas tanto niveles medio como superiores del país. CEDIA brinda una serie de servicios tecnológicos a las organizaciones que forman parte de la comunidad denominadas en las siguientes categorías:

- Multimedia
- Conectividad
- Infraestructura

Estas categorías incluyen varias opciones de servicios asequibles de acuerdo con el plan firmado por cada institución. Se pudo verificar la red a través de un test de velocidad llamado “Speedtest” la cual se encarga de medir la velocidad entre el dispositivo y el servidor de prueba utilizando conexión a Internet donde determina la velocidad de subida y de bajada de banda ancha con servidores ubicados en todo el mundo.

Figura 48

ISP



Elaborado por el autor.

Un Ping se considera el tiempo necesario que tardan dos dispositivos en comunicarse entre sí. La dirección IP de geoposición al nodo de salida principal del proveedor es la 190.15.130.24. El proveedor que ofrece el servicio de Internet al laboratorio de telecomunicaciones es el siguiente:

Tabla 9

Plan de Internet

Proveedor	BW Upstream	BW Downstream	Velocidad Tx
RED CEDIA	95 Mbps	94 Mbps	12 160 kpbs

Elaborado por el autor.

Como puede verse en la tabla 9, se detalla las características y velocidad de transmisión del plan de Internet. En cuanto navegación se refiere al ancho de banda que brinda la red, un punto a recalcar es la velocidad Tx, que se calcula en base al “BW Upstream” en la cual se determina por la siguiente ecuación:

Ecuación 5: Fórmula de la velocidad de transmisión. Tomada de (Bravo, 2021)

$$Velocidad\ tx = \frac{B * 1024}{8} \quad (5)$$

Donde:

- B es el ancho de banda otorgado por el proveedor que da servicio de Internet al laboratorio de Telecomunicaciones.
- 1024 es un dato en referencia a 1 Mbps.
- El valor 8 hace hincapié al número base por el que se debe dividir.

A continuación, se procede a realizar el cálculo para determinar la velocidad de transmisión:

$$Velocidad\ tx = \frac{95 * 1024}{8}$$

$$Velocidad\ tx = 12\ 160\ kpbs$$

3.4 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

3.4.1 MODELO DE DIRECCIONAMIENTO IP POR PARTE DEL ISP

Por lo general, las redes que brindan conexión a Internet se dan a través mediante el protocolo DHCP de tal manera que se asigne direcciones IP dinámicas del ISP. A través de las líneas del comando del sistema, en este caso, “ipconfig /all” del pc, se corroboró que la dirección IP por parte del ISP es la 192.168.23.0 con máscara 255.255.255.0.

Figura 49

Verificación de asignación IP por DHCP

```
Adaptador de Ethernet Ethernet:

Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Descripción . . . . . : Realtek PCIe FE Family Controller
Dirección física. . . . . : EC-8E-B5-9F-A5-EC
DHCP habilitado . . . . . : sí
Configuración automática habilitada . . . : sí
Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::d923:39a:abf3:c828%8(Preferido)
Dirección IPv4. . . . . : 192.168.23.8(Preferido)
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
Concesión obtenida. . . . . : jueves, 30 de junio de 2022 11:13:58
La concesión expira . . . . . : jueves, 7 de julio de 2022 11:13:58
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.23.1
Servidor DHCP . . . . . : 192.168.23.1
IAID DHCPv6 . . . . . : 132943541
DUID de cliente DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-29-F8-81-D7-EC-8E-B5-9F-A5-EC
Servidores DNS. . . . . : 201.159.221.11
                          201.159.221.68
NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : habilitado
```

Elaborado por el autor.

Con los datos recolectados, se realiza el proceso de la segmentación de una red para evitar transmisiones innecesarias de información, además de proporcionar escalabilidad a la red aprovechando el uso de direcciones IP.

Esta segmentación se la realiza debido a que muchas redes no tienen este mecanismo de implementación y configuración para reducir las fallas comunes, el uso excesivo de sus equipos y la no segmentación de la red específica de un sistema balanceado, puede crear congestiones de tráfico en la red, creando saturaciones con pérdida de información importante debido a la falta del balanceo de carga. El propósito es optimizar la seguridad y el rendimiento de la red debido a que la segmentación controla el tráfico entre varias partes para que, de esta manera, no colapse ya que al momento de balancear ambos enlaces DUAL WAN, estarán en segmentos diferentes.

Tabla 10

Dirección IP Privada por parte del ISP

RED	MASK	GATEWAY	BW
192.168.23.0	255.255.255.0	192.168.23.1	95 Mbps

Elaborado por el autor.

3.4.2 ACCESO A LA INTERFAZ GRÁFICA UBIQUITI EDGE ROUTER 4 PARA SALIDA A INTERNET

La fase de la implementación inicia con la configuración del EdgeRouter 4 teniendo en cuenta los siguientes elementos:

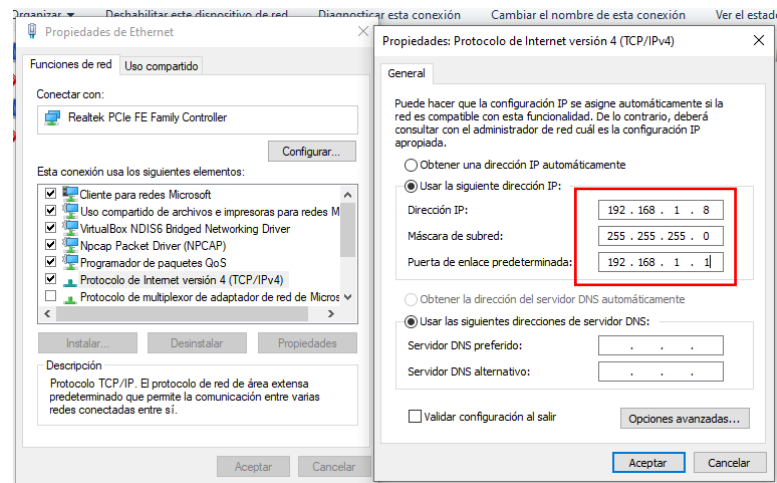
- Puerto de administración.
- Dirección IP de administración, máscara de subred y su respectiva ruta de default Gateway.
- Claves de acceso.

Este dispositivo viene por defecto con la IP 192.168.1.1 y con un cable de red se conecta al PC junto al eth0 del router para acceder a la configuración inicial. La dirección de la

tarjeta de red tiene que ser modificada en el mismo segmento para que este pueda ejecutar la interfaz gráfica a través del navegador como se muestra a continuación:

Figura 50

Adaptador de red estático

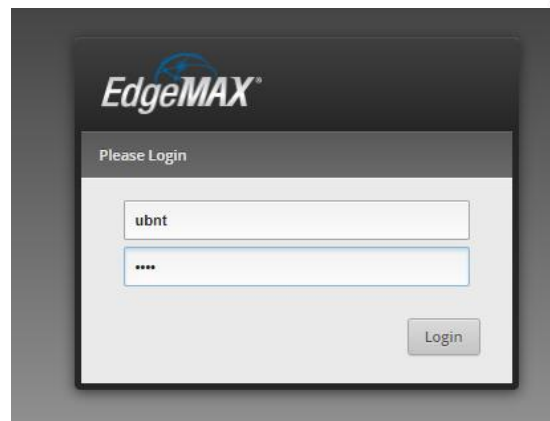


Elaborado por el autor.

El “username” y la contraseña ya está dada por “ubnt” para proceder a ingresar a la interfaz de monitoreo del equipo.

Figura 51

Ingreso a la interfaz EdgeRouter 4

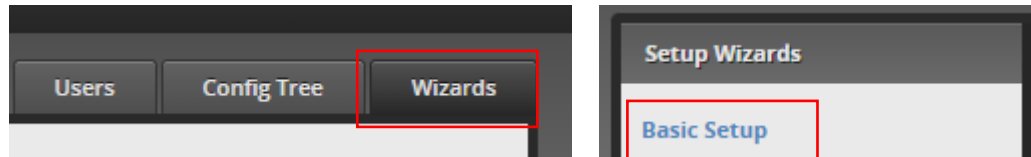


Elaborado por el autor.

Para realizar la respectiva configuración y obtener acceso a internet, se ingresa a la pestaña “Wizards” seguido de la “configuración básica”.

Figura 52

Configuración básica del EdgeRouter 4

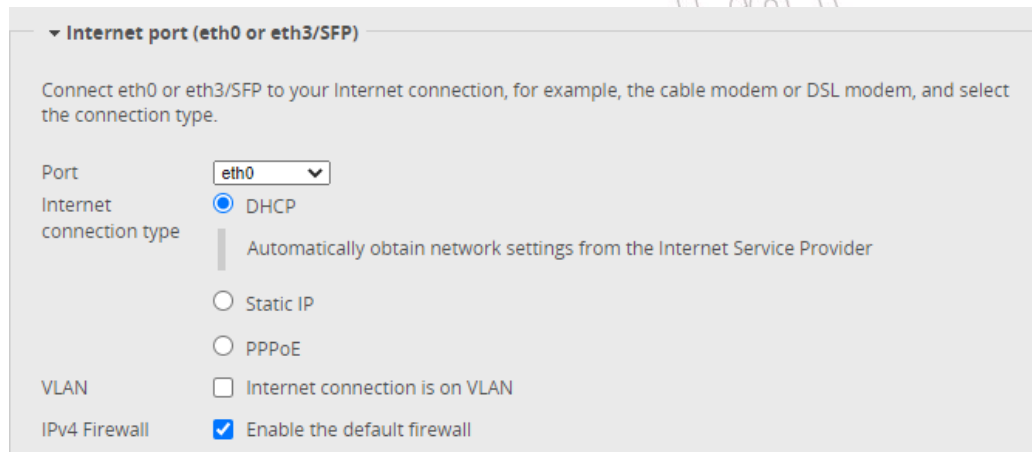


Elaborado por el autor.

El puerto eth0 será el puerto que tendrá entrada a internet con la configuración preestablecida por el protocolo DHCP teniendo en cuenta la dirección IP que el proveedor establece. El reenvío DNS está en modo automático en base a los servidores que el acceso a internet disponga.

Figura 53

Selección de puerto WAN



Elaborado por el autor.

EdgeRouter reenvía las consultas DNS del cliente a los servidores DNS públicos. Este dispositivo incluye servicios de redirección basados en "dnsmasq" que son consultados por clientes que utilizan el enrutador como servidor DNS. El “dnsmasq” efectúa reenviando

todas las peticiones DNS del cliente a los servidores DNS especificados debido a que se usa el protocolo DHCP. El router viene con enrutadores de borde tipo “Cavium” que permite ejecutar operaciones complejas normalmente realizadas en el software. El siguiente paso es configurar los puertos LAN dentro del enrutador seleccionando las respectivas interfaces LAN, que en este caso será LAN1 y LAN2 seguido de las direcciones IP, de tal manera que el eth0, este asignado como puerto WAN. Es importante recalcar que el eth0 está configurado con DHCP de acorde a la dirección del ISP, que es 192.168.23.0 con puerta de enlace 192.168.23.1 y por esta razón, el enrutador tomará direcciones dinámicas dentro del rango establecido. La distribución de direcciones IP para los puertos LAN son los siguientes:

Tabla 11

Distribución de direcciones IP

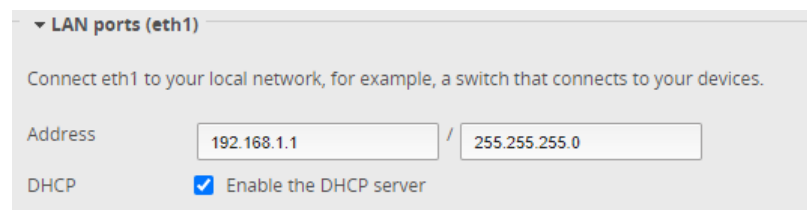
PUERTOS ER4	DIRECCION IP	MASK
EHT 0	192.168.23.x	255.255.255.0
ETH 1	192.168.1.1	255.255.255.0
ETH 2	192.168.1.2	255.255.255.0

Elaborada por el autor.

Establecida las configuraciones mencionadas, reiniciar el EdgeRouter 4 para que los cambios se conserven, y a su vez, configurar el adaptador de red en modo automático para obtener una dirección IP automática por parte del enrutador.

Figura 54

Selección de puertos LAN



LAN ports (eth1)

Connect eth1 to your local network, for example, a switch that connects to your devices.

Address: 192.168.1.1 / 255.255.255.0

DHCP: Enable the DHCP server

▼ (Optional) Secondary LAN ports (eth2)

Optionally, connect eth2 to your secondary local network.

Address /

DHCP Enable the DHCP server

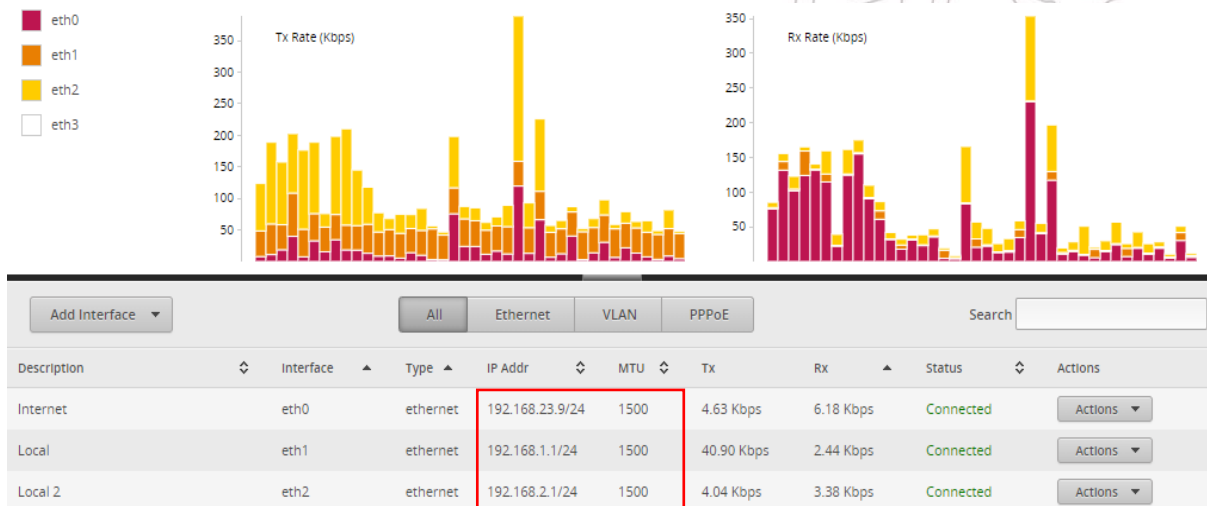
Elaborado por el autor.

Se comprueba la conexión a internet haciendo un ping a hacia alguna página web.

Volviendo a la interfaz web de Ubiquiti, se procede a verificar que los datos establecidos en la configuración se muestren en pantalla. En este caso, la WAN tomó la dirección IP 192.168.23.9/25, y a su vez, el status está conectado dentro de las tres interfaces.

Figura 55

Interfaz gráfica del EdgeRouter 4



Elaborado por el autor.

3.4.3 CONFIGURACIÓN DEL PROCESO DEL BALANCEADOR DE CARGA Y FAILOVER

Los routers y switches tanto en tecnología Mikrotik y Ubiquiti, vienen de proveedores de hardware y software ofreciendo puntos de acceso para administrar y controlar la red. Por

lo general, Ubiquiti promete mayor flexibilidad para la facilidad de su uso, mientras que Mikrotik, presenta experiencias de usuarios super fluidas, pero más rígidas en tiempo real. A continuación, se presentan las características más importantes.

Tabla 12

Tecnologías Mikrotik y Ubiquiti

TECNOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS
MIKROTIK	<p>Modificación de configuración a nivel de paquetes. Administración y gestión basadas en scripts.</p> <p>El SO es el mismo en todos los equipos Mikrotik RouterOs. Problemas de rendimiento y estabilidad en escenarios WiFi. Faltad de Soporte.</p>
UBIQUITI	<p>Tablero moderno y potente. Estadísticas detalladas de la topología de la red. Rendimiento sólido de Wifi. Soluciones más caras que Mikrotik Menos opciones de personalización y flexibilidad.</p>

Elaborado por el autor.

El balanceo de carga proporciona técnicas capaces de distribuir cargas de trabajo entre dos o más enlaces de internet con la finalidad de maximizar el rendimiento minimizando el tiempo de respuesta para las respectivas sobrecargas.

Es importante saber que, al realizar múltiples enlaces de redes balanceadas a cambio de redes simples, aumenta la disponibilidad y la redundancia. Hay que tener en consideración que efectivamente balancea el número de las conexiones verificando la cantidad de enlaces disponibles.

Dentro de los diversos métodos que se pueden presentar tanto en tecnología Mikrotik como Ubiquiti en relación con los sistemas de balanceo de cargas son los siguientes:

Tabla 13

Métodos de balanceos de cargas

TECNOLOGÍA	MÉTODOS	CARACTERÍSTICAS
MIKROTIK	ECMP	Emplea diversos Gateway bajo el mismo costo incontrolada la forma de balanceo.
	NTH	Distribuye el tráfico de manera igualitaria.
	PPC	No es capaz de distribuir de manera equitativa la cantidad de conexiones.
UBIQUITI	ECMP	Es muy simple de implementar con capacidad de failover automático persistente por conexión.
	OSPF	Las estructuras de red dinámica se redirigen hacia diferentes subredes.

Elaborado por el autor.

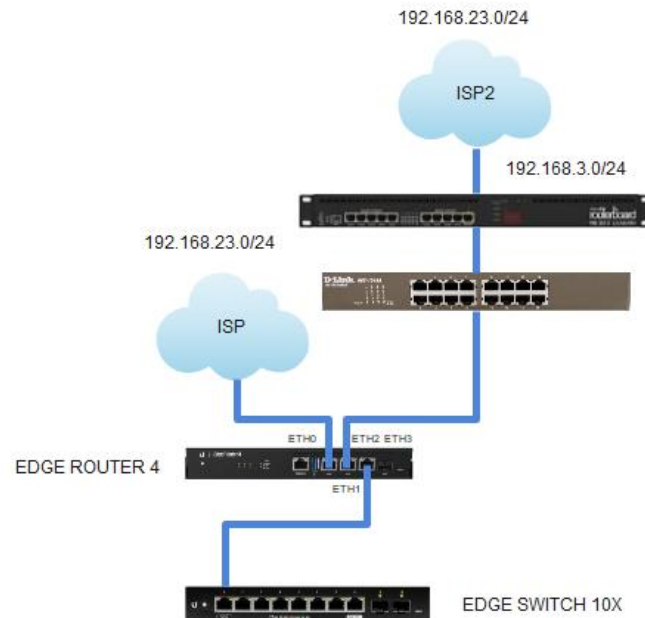
Una vez comprendido las importancias de balanceo en ambas tecnologías. Se realiza el proceso del balanceador de cargas bajo la misma línea que brinda el ISP de la RED CEDIA.

Uno de los problemas aplicativos que puede existir es el problema de segmentaciones de las IP, por lo que se adoptó la segmentación de red realizando un puente con un equipo Mikrotik conectado a un switch para emular un segundo proveedor de internet (ISP2), y de esta manera, cambiar la dirección IP diferente que la del proveedor. La red está configurada permitiendo el acceso a Internet con el protocolo DHCP como se mencionó anteriormente en cada uno de sus puertos que permiten cualquier que dispositivo que se conecte a través de medios guiados recibiendo la dirección IP del segmento configurado por el dispositivo con acceso a recursos de la red.

El diseño para la respectiva segmentación del bloque de direcciones IP es el siguiente:

Figura 56

Diseño de segmentación de redes



Elaborado por el autor.

Bajo este concepto, se procede a crear la tabla de las segmentaciones de la red, aplicable al balanceo de cargas de modo que ambas subredes, estén operativas. A su vez, se detalla la dirección LAN para que los usuarios, se conecten a ambas redes y de esta manera, realizar las respectivas configuraciones en el EdgeRouter 4 y Routerboard 3011UiAA-RM.

Tabla 14

Direcciones IP segmentadas

TIPO DE RED	DIRECCIÓN IP	MASK	GATEWAY
UBIQUITI			
WAN1	192.168.23.0	255.255.255.0	192.168.23.1
LAN1	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.1

MIKROTIK				
WAN2	192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.2.1	
LAN2	192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.3.1	

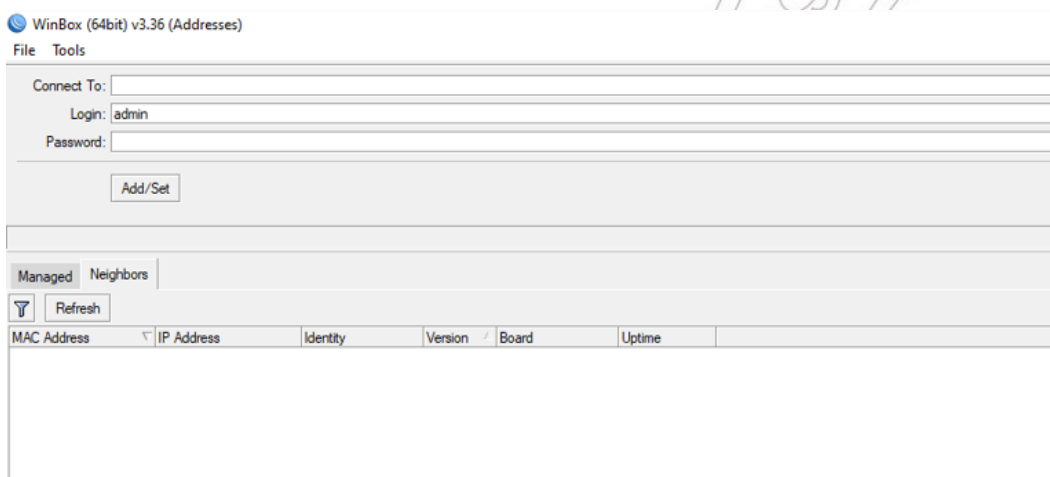
Elaborado por el autor.

- CONFIGURACIÓN DE SEGMENTACIÓN “MIKROTIK”

Mikrotik tiene su software winbox para la respectiva configuración del router. Una vez descargado e instalado el programa, se procede a ejecutarlo, la cual presenta la siguiente interfaz:

Figura 57

Interfaz gráfica winbox

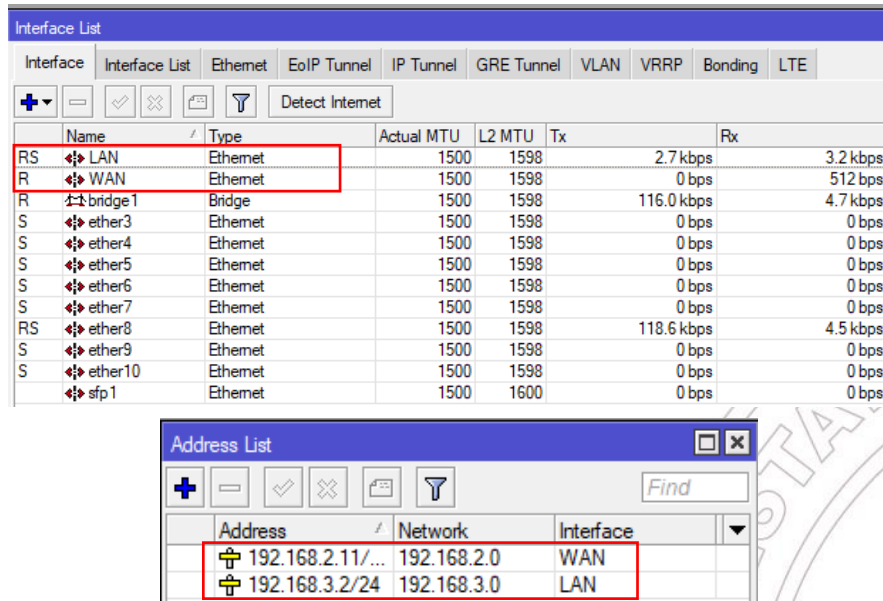


Elaborado por el autor.

El router será reconocido mediante esta misma interfaz, se selecciona el equipo y se ingresa a través de MAC. Se procede a renombrar las interfaces del router, para ether1 será la red WAN1 y para ether2, LAN1, la cual proporcionará conectividad a Internet entre sus puertos hacia la red escalable obteniendo capacidades de adaptación. Como se ha mencionado anteriormente, la segmentación de la red se la realiza bajo el mismo ISP, para ello, se configura las direcciones IP tanto para la red WAN1 y LAN1 de acorde a la tabla 14.

Figura 58

Configuración de interfaces de red Mikrotik



The screenshot shows two windows from Mikrotik WinBox. The 'Interface List' window displays a table of network interfaces. The 'Address List' window displays a table of IP addresses assigned to interfaces.

Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx
RS LAN	Ethernet	1500	1598	2.7 kbps	3.2 kbps
R WAN	Ethernet	1500	1598	0 bps	512 bps
R bridge1	Bridge	1500	1598	116.0 kbps	4.7 kbps
S ether3	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps
S ether4	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps
S ether5	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps
S ether6	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps
S ether7	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps
RS ether8	Ethernet	1500	1598	118.6 kbps	4.5 kbps
S ether9	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps
S ether10	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps
S sfp1	Ethernet	1500	1600	0 bps	0 bps

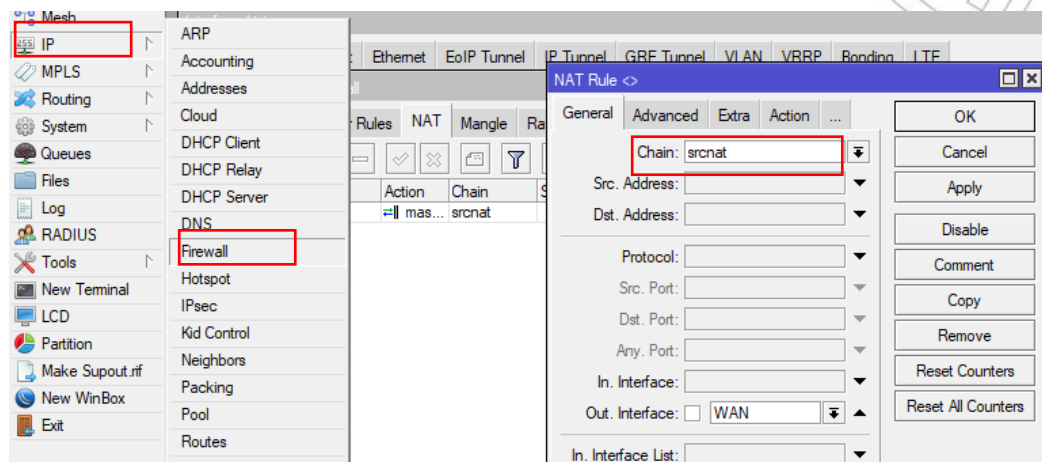
Address	Network	Interface
192.168.2.11/...	192.168.2.0	WAN
192.168.3.2/24	192.168.3.0	LAN

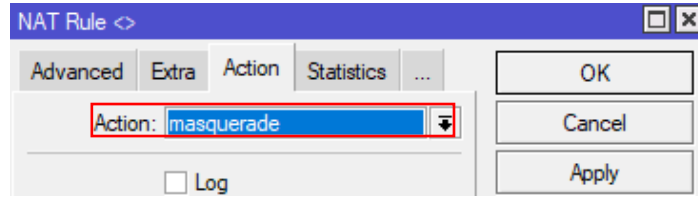
Elaborado por el autor.

Se procede a crear un NAT para permitir el intercambio de paquetes entre redes que tienen direcciones IP incompatibles. Para realizar el nat se dirige a la sección IP, submenú Firewall, en la pestaña NAT, dar clic en + y en chain, se selecciona “srcnat” con interfaz ether1, en este caso, WAN1. Luego, ingresar a la pestaña action y seleccionar masquerade.

Figura 59

Configuración de NAT Mikrotik



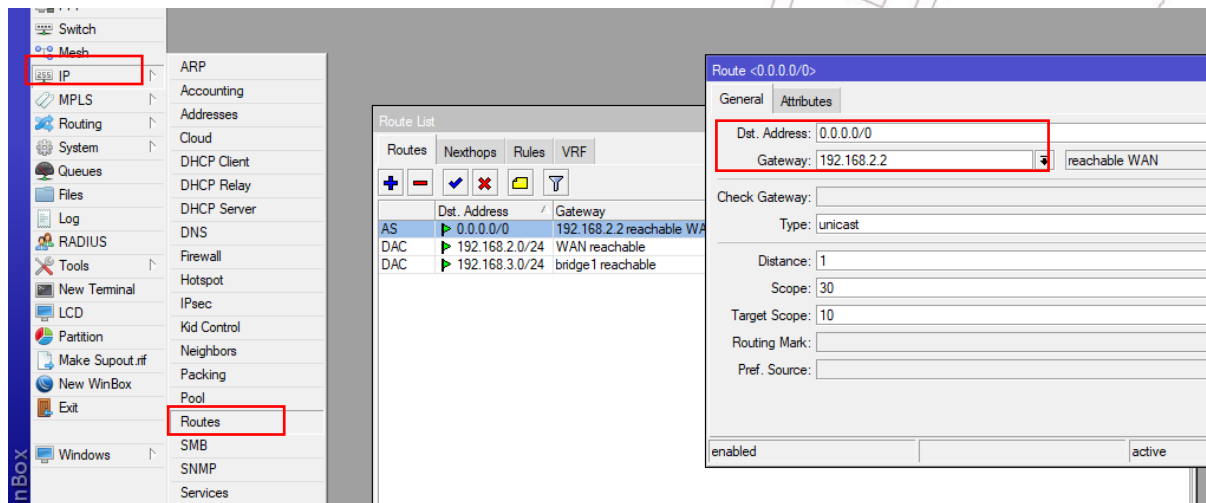


Elaborado por el autor.

Luego, se realiza la configuración de los DNS públicos, para este caso, las direcciones son 8.8.8.8 como principal y secundaria 8.8.4.4. Para salida a internet, se necesita crear una ruta estática por defecto.

Figura 60

Configuración de ruta estática



Elaborado por el autor.

Una vez realizada la segmentación en el router Mikrotik con salida a Internet, se procede a la verificación de ésta realizando un ping a los DNS de Google comprobando que se establece una conexión.

Figura 61

Conectividad a internet


```
Terminal <1>
down
jul/04/2022 10:59:27 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
jul/04/2022 10:59:28 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
jul/11/2022 08:04:03 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
jul/11/2022 08:04:03 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
jul/11/2022 08:04:02 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
jul/11/2022 08:04:03 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
jul/11/2022 08:04:03 system,error,critical router was rebooted without proper shut
down
[admin@MikroTik] > ping 8.8.8.8
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 8.8.8.8                                56 115 20ms
  1 8.8.8.8                                56 115 19ms
  2 8.8.8.8                                56 115 19ms
  3 8.8.8.8                                56 115 20ms
  4 8.8.8.8                                56 115 19ms
  5 8.8.8.8                                56 115 19ms
```

Elaborado por el autor.

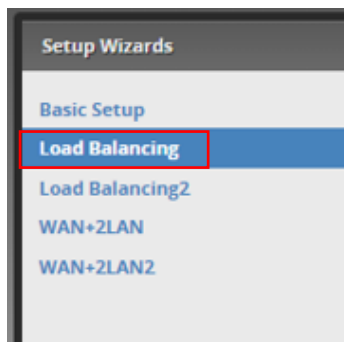
El Routerboard 3011UiAA-RM debe ser escalable a un switch D-LINK DES-1016A, esto se debe a que el router Ubiquiti EdgeRouter 4 no reconoce directamente la tecnología del router Mikrotik.

- CONFIGURACIÓN DE BALANCEO DE CARGAS “EDGEROUTER 4”

Una vez configurada la segmentación de la red en mikrotik emulando un ISP2, se accede al equipo balanceador de carga como se hizo en la sección para la salida a internet del EdgeRouter 4. El asistente del EdgeRouter contiene configuraciones sencillas y rápidas para la aplicación del balanceo de cargas. En primer lugar, se ingresa a la interfaz gráfica como se detalló en el subtema anterior en la pestaña Wizards seguido de “Equilibrio de carga” como se muestra en la siguiente figura:

Figura 62

Configuración de balanceo de carga



Elaborado por el autor.

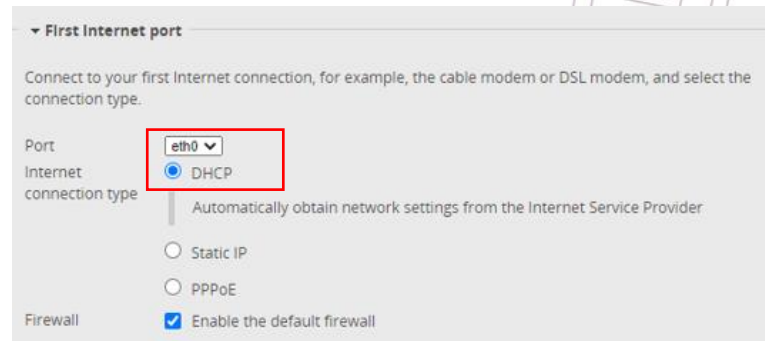
Se seleccionan las interfaces WAN que se utilizarán y definir los tipos de conexión.

➤ Primera conexión a Internet.

Se selecciona el primer puerto de conexión a Internet que viene de la primera dirección IP de acorde a la tabla 14 de la segmentación de la red, en este caso eth0 con tipo de conexión DHCP para obtener una dirección dinámica. Aunque también se lo puede configurar con dirección IP estática en la misma sección, pero para la implementación del proyecto, será dinámica. Luego, se procede a habilitar la configuración “firewall” predeterminado para la protección del acceso de redes externas no autorizados.

Figura 63

Primera conexión a internet



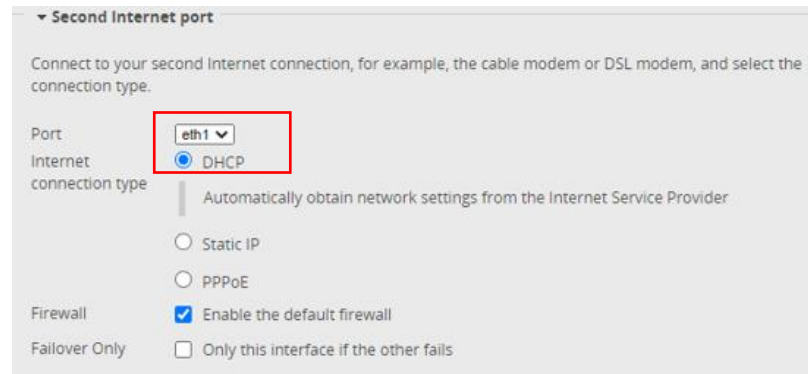
Elaborado por el autor.

➤ Segunda conexión a Internet.

Se selecciona el segundo puerto de conexión a Internet que viene de la segunda dirección IP de acorde a la tabla 14 de la segmentación de la red Mikrotik, en este caso eth1 con tipo de conexión DHCP para obtener una dirección dinámica.

Figura 64

Segunda conexión a internet



▼ Second Internet port

Connect to your second Internet connection, for example, the cable modem or DSL modem, and select the connection type.

Port: eth1

Internet connection type: DHCP

Automatically obtain network settings from the Internet Service Provider

Static IP

PPPoE

Firewall: Enable the default firewall

Fallover Only: Only this interface if the other fails

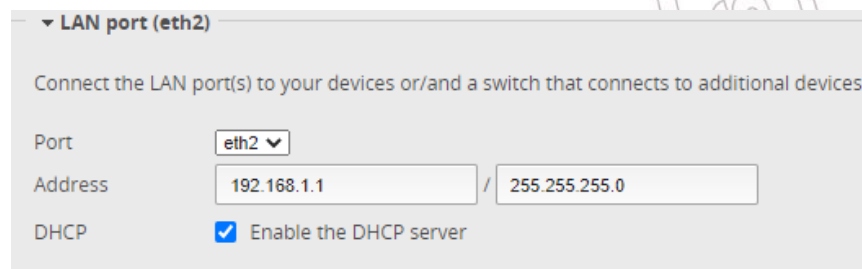
Elaborado por el autor.

➤ Puerto LAN

De la misma manera que en los puertos WAN, las direcciones IP en este puerto no debe pertenecer al mismo segmento que en los puertos WAN, regla básica en redes. Por lo que se toma la dirección IP LAN2 de la tabla 14.

Figura 65

Configuración puerto LAN



▼ LAN port (eth2)

Connect the LAN port(s) to your devices or/and a switch that connects to additional devices.

Port: eth2

Address: 192.168.1.1 / 255.255.255.0

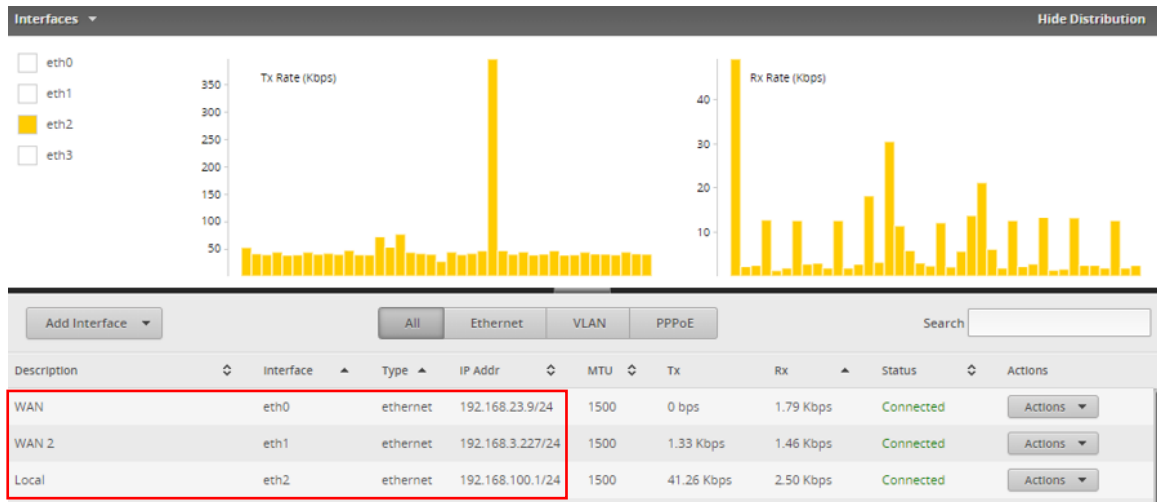
DHCP: Enable the DHCP server

Elaborado por el autor.

Una vez aplicado y guardado los cambios, automáticamente la interfaz acoge los datos configurados en ambos equipos.

Figura 66

Interfaz gráfica del equipo balanceador



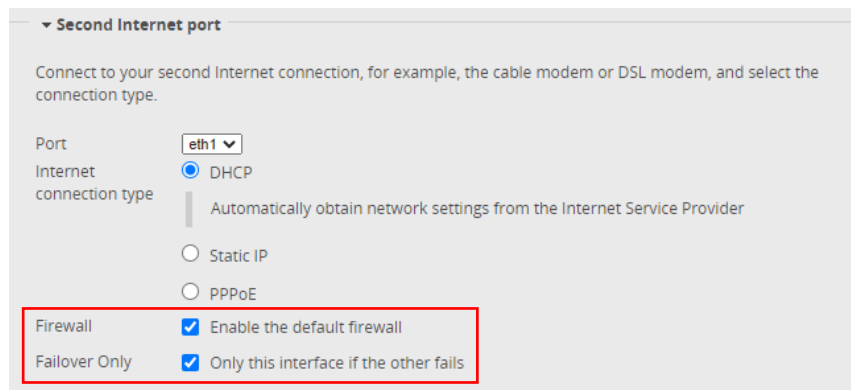
Elaborado por el autor.

Este modelo de red abarca las 3 capas más importantes de un sistema óptimo escalable que son: Núcleo, Distribución y Acceso. Este diseño topológico encamina a configuraciones con contribuciones a la red tales como seguridad, escalabilidad y fácil administración que cumplen con los requisitos propuestos. El porcentaje de balanceo de tráfico que se reenviará por cada interfaz WAN está propuesto con una relación de 50/50.

Para la respectiva configuración de conmutación por error, la interfaz gráfica permite activarla de manera ajustable dentro de la segunda conexión a internet. Esta opción se ejecuta automáticamente cuando la otra interfaz WAN no pase las pruebas de rutas.

Figura 67

Conmutación por error



Elaborado por el autor.

Esto, a su vez, cambia las distancias de las métricas espontáneamente de las rutas determinadas por el enrutador equilibrando el tráfico en lugar de usar tablas de enrutamiento.

3.4.4 OPCIONES TCP DEL PROTOCOLO MSS

El valor del protocolo MSS es importante durante la fase de la conexión. Si por alguna razón se emplean paquetes pequeños, habrá ineficiencias con respecto a los encabezados de datos. Los paquetes muy grandes requieren fragmentación, por lo que perder un fragmento significa retransmitir el paquete completo, por lo que se recomienda adaptar los datagramas IP al tamaño del segmento MTU y TCP cuando se desconoce la información de la red.

Como alternativa de solución, el valor de MSS solo se reenvía en el encabezado TCP del segmento TCP SYN, que, para este caso, Wireshark lo analiza. Cuando dos hosts se comunican, cada lado de la conexión TCP informa a la otra parte del extremo el valor MSS para la entrega de paquetes.

3.4.4.1 CONEXIÓN TCP

Al establecer una conexión TCP, se puede intercambiar un conjunto de parámetros opcionales para la sesión, aparte del número SYN, el ACK o los datos FLAG.

Estos parámetros opcionales se utilizan para definir el comportamiento de la sesión TCP.

Estos parámetros se almacenan en el llamado campo "opciones" del encabezado TCP. El campo de "opciones" de tamaño variable permite flexibilidad para agregar diferentes opciones que sirven para diferentes propósitos a la sesión TCP. (AdminG, 2018)

Figura 68

Campos de opciones TCP

Source Port Sequence	(Puerto de Origen) Number	Destination Port (Número de Secuencia)	(Puerto de Destino) de reconocimiento)
Acknowledgement	Number	U A P R S F	Windows
DO	Reserved	R C S S Y I	
	Cheksum	G K H T N N	
	Options (variable)	Urgent Pointer	
		Padding (Variable)	

DATOS DE LA CAPA DE APLICACIÓN

Nota. Diferentes campos de opciones del protocolo TCP. Tomado de (AdminG, 2018)

El campo DO, llamado también “DataOffset”, indica cuántos bytes tiene la parte de datos de la aplicación desde el comienzo del segmento TCP. Este DO indica el tamaño del encabezado TCP en palabras de 32 bits o 4 bytes. Si encontramos en este campo el valor 5, tenemos que multiplicar este valor por 4 bytes. Por lo tanto, tendremos:

$$4 * 5 = 20 \text{ bytes}$$

El valor de 20 bytes es el valor mínimo que TCP debe aceptar cuando no se interceptan conexiones. Esto quiere decir que en este campo nunca se encuentra un valor inferior a 5.

Si se encuentra en este campo un valor de 10, el tamaño de la cabecera será:

$$4 * 10 = 40 \text{ bytes}$$

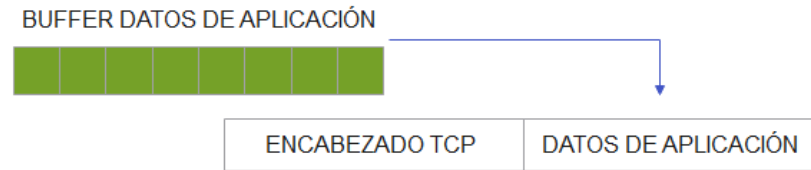
Una de las restricciones es que el tamaño del encabezado TCP definitivamente será múltiplo de 4 bytes debido al formato del campo DO.

3.4.4.2 TAMAÑO MÁXIMO DE SEGMENTOS (MSS)

Esta opción se intercambia solo durante el primer segmento SYN y SYN+ACK del establecimiento de la conexión. Es importante mencionar que cuando un servidor construye el segmento TCP, recupera los bytes de datos de la aplicación del búfer y los coloca en la porción de datos del segmento TCP como se muestra en la siguiente figura:

Figura 69

Segmentos TCP



Nota. Armados de segmentos de valores TCP/MSS. Tomado de (AdminG, 2018)

MSS determina el valor de la cantidad de datos (bytes) colocados en cada segmento. Los dos hosts de cada extremo deben acordar el tamaño máximo de los datos fragmentados que recibirán. Como se mencionó anteriormente, los tamaños de MSS grandes y pequeños tienen un gran impacto en las redes. El uso de la red no es bueno cuando se selecciona el MSS mínimo. Por ejemplo, si elige un MSS de 10 bytes, la red no es óptima porque cada segmento cubre 20B de control y 10B de datos porque solo hay 20 bytes en la cabecera TCP. (AdminG, 2018)

3.4.4.3 UNIDAD DE TRANSMISIÓN MÁXIMA (MTU)

MTU es la cantidad máxima de datos (bytes) empaquetados en una trama que se puede transmitir a través de un enlace. Las diferentes tecnologías de Capa 2 tienen sus propias MTU mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 15

Diferentes tecnologías MTU

TECNOLOGÍA CAPA 2	VALOR MTU
ATM (AALS)	9180
FDDI	4352 (RFC 1188)
802.11	2346 (variable)
Frame Relay (L2TP)	1564 (RFC 3070)
Ethernet	1500
IEE 802.3/802.2	1492

PPPoE	1492
X.25	576

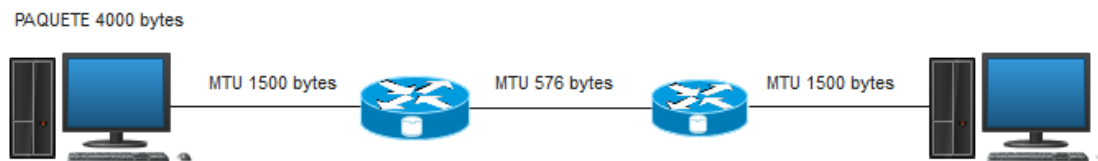
Nota: Listas de diferentes valores MTU de acorde a su respectiva tecnología. Tomado de (AdminG, 2018)

Cuando un paquete se envía a través de una red, puede pasar por diferentes tecnologías.

Suponiendo que el enlace desde la computadora al enrutador sea Ethernet, esto significa que se tiene una MTU de 1500 bytes como vemos en la figura 70. Si el paquete IP que estamos enviando es de 4000 bytes y la MTU de la interfaz que enviará es pequeño, debe fragmentarse porque excede el límite de MTU de la interfaz.

Figura 70

Red con diversos valores MTU



Nota: Red Ethernet con diferentes valores de MTU, proceso de fragmentación. Tomado de (AdminG, 2018)

3.4.4 PROBLEMAS FRAGMENTACIÓN TCP

Si el paquete de 4000B enviado se divide en segmentos distintos, esta fragmentación es un inconveniente para TCP, cada uno de estos segmentos no es reconocible debido a que no existe un mensaje ACK para los diversos segmentos, ni se pueden transmitir de manera independientemente. En sí, todas las fragmentaciones deben llegar al dispositivo de destino y a su vez, volver a reivindicarse, no precisamente se habla de llegar al dispositivo intermedio, sino al dispositivo final. Si se pierde un segmento IP, todos los fragmentos

volverán a reenviarse disminuyendo la respectiva eficiencia en el proceso de transmisión y por esta razón, TCP siempre intenta evitar la fragmentación de paquetes IP.

El tamaño óptimo de MSS se elige en consideración con la magnitud del paquete que los equipos de red tengan la obligación de procesar sin ser fragmentados, este tamaño para el caso del ejemplo que se está presentando es de 576 bytes y para MSS es de 536 bytes si se resta el encabezado TCP (20 bytes) e IP (20 bytes). (AdminG, 2018)

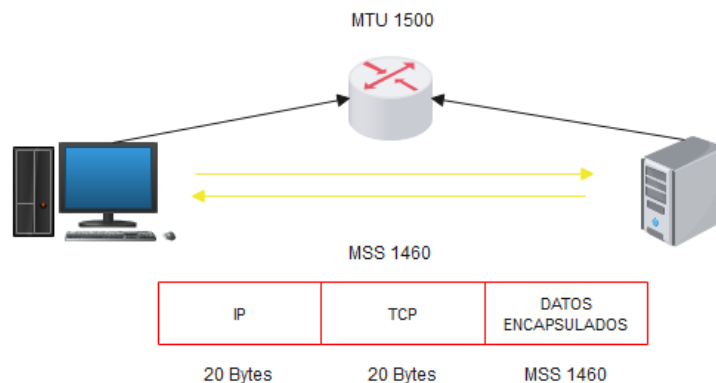
Por lo tanto, siguiendo con el ejemplo propuesto, las PC pueden transmitir hasta 536 bytes de datos sin importar el valor del MTU. Por lo tanto, 536 bytes de datos no es un valor ejemplar porque muchas MTU de la tecnología de capa 2 son mayores a este valor.

3.4.5 OPTIMIZACIÓN DE LA RED BAJO PROTOCOLO MSS

El equipo EdgeRouter 4 tiene su valor fijado de MTU la cual tiene el valor de 1500. El encabezado IP como TCP es de 20 bytes, por lo que, con la siguiente ecuación, se calcula el valor óptimo del encabezado MSS.

Figura 71

Red Ethernet con valor fijo MTU



Elaborado por el autor.

De acuerdo a la gráfica anterior, tomando en cuenta el valor MTU definido por equipos Ubiquiti, se procede a realizar el respectivo cálculo para acoplar el valor MSS a la red.

$$MSS = MTU - (HEADER IP + HEADER TCP)$$

$$MSS = 1500 - (20 + 20)$$

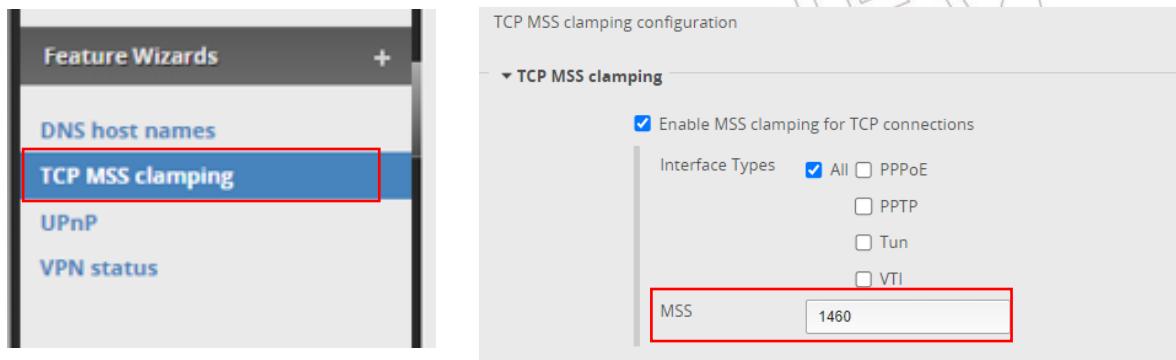
$$MSS = 1460$$

Cuando el host, en este caso la PC, inicia una sesión TCP con el servidor, negocia el tamaño del segmento IP utilizando el campo de opción MSS en el paquete TCP SYN. El valor MSS está definido por la configuración de MTU. El valor de MSS para la PC según el cálculo es de 1460 bytes.

Para la respectiva configuración se lo hace en la misma pestaña que se ha venido trabajando, luego, se redirige en la sección “TCP MSS clamping” la cual, se presenta en la figura 72.

Figura 72

Fijación del valor MSS EdgeRouter 4

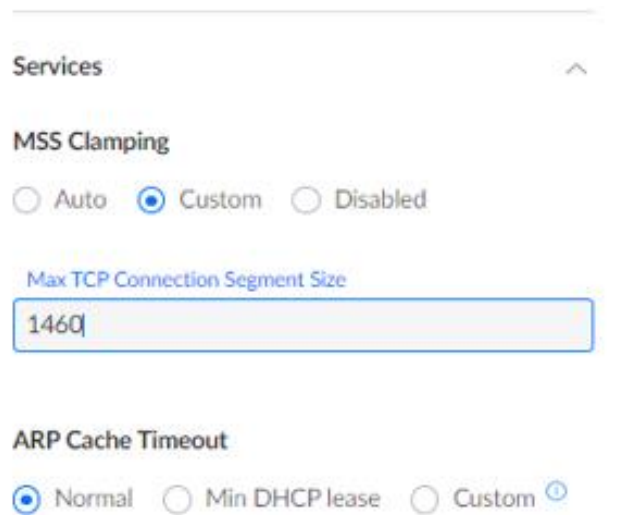


Elaborado por el autor.

Una vez establecido el valor MSS, se procede a aplicar y guardar los cambios teniendo en cuenta que el valor MTU para interfaces Ethernet está definida por el enrutador. En el mismo caso, se procede a aplicar el valor MSS en el UDM Pro.

Figura 73

Fijación del valor MSS en UDM PRO



The screenshot shows a configuration window for network services. Under the 'Services' section, 'MSS Clamping' is set to 'Custom' (indicated by a selected radio button). Below this, the 'Max TCP Connection Segment Size' is set to '1460' in a text input field. Further down, 'ARP Cache Timeout' is set to 'Normal' (indicated by a selected radio button).

Elaborado por el autor.

3.5 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

3.5.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Esta propuesta pone en consideración nuevos mecanismos tecnológicos en el área de redes con equipos disponibles que tienen capacidades técnicas en el diseño que está implementado, considerando nuevas interfaces en cuanto a software entre sistemas actuales de tal manera que pongan a disposición experiencias especializadas para operar y mantener el sistema propuesto.

Para el proceso de la implementación de la propuesta, se realizó estudios de tendencias de equipos Ubiquiti que rigen actualmente en el mercado con sus respectivos procesos de protocolos de comunicación, aspectos generales y los requisitos óptimos que puedan generar una correcta ejecución de balanceo de cargas con TCP/MSS.

El laboratorio de Telecomunicaciones con el avance de herramientas técnicas, ha tenido la necesidad de ser optimizado y modificado en su nueva infraestructura de red que este ofrece

abarcando grandes ramas de redes híbridas. Ubiquiti Unifi está revolucionando estas redes con altas disponibilidad de redes locales, además de proporcionar mapas y topologías de controles de tráfico, etc., mismos que los estudiantes pueden poner en prácticas pudiendo así abrirse a varias ramas que abarca la carrera.

Se realizó las respectivas configuraciones en los dispositivos Ubiquiti de acorde al proceso de enrutamiento y de acorde a las normas de cableado estructurado mencionado en el capítulo dos.

Para la selección de los dispositivos se tomó en cuenta las características y beneficios que estos brindan en la sección de los componentes físicos del presente documento.

3.5.2 FACTIBILIDAD FINANCIERA

Para la implementación de esta red, se realizó un presupuesto económico que se detallan a continuación:

- COSTOS DE EQUIPOS

Tabla 16

Gastos en equipos

Ítem	Cantidad	Descripción	P. Unitario	P. Total
1	1	Edge Router 4	\$ 113.00	\$ 130.00
2	1	Edge Switch 10X	\$110.00	\$110.00
3	1	Mikrotik Routerboard RB 3011UiAS-RM	\$ 220	\$220
4	1	D Link-Switch DES 1016A	\$60	\$60
5	1	Dream Machine Pro	\$ 360.00	\$ 360.00
Total				\$ 880

Elaborado por el autor.

CAPITULO IV

4 PRUEBAS, ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA

4.1 PRUEBA 1: PRUEBA DE BALANCEO DE CARGA

Una vez realizada las respectivas configuraciones de balanceo de cargas, el siguiente paso es verificar que el proyecto funcione en base a lo presentado, mejorando la velocidad y conectividad de los usuarios. Es importante mencionar que este balanceo divide el tráfico en flujos utilizando el método round-robin inteligente. Este método es el método más aplicado en los balanceadores de cargas debido a que la forma de distribuir el tráfico, lo realiza de manera equitativa. Con esto se obtiene que todos los procesos de los números de peticiones se procesen a nivel general de acorde al peso configurado de 50/50 logrando así, una distribución de manera eficiente.

Round Robin utiliza la mejor vía de comunicación hacia el destino, o a su vez, usando ambas combinaciones que permitan la distribución, mejorando los tiempos de respuesta en la entrega de paquete siempre que el servicio contratado opera a la misma velocidad.

Otra manera de balancear es, utilizando protocolo ECMP (Equal cost multi-path), que consiste en intensificar el ancho de banda que existe siempre y cuando haya dos o más proveedores de servicios diferentes. El funcionamiento básico ECMP es dividir para 2 el ancho de banda que pasa por diversos proveedores determinando la cantidad de paquetes que se remite por cada enlace disponible.

Realizado todo el proceso de asignaciones de direccionamiento IP, el siguiente paso es verificar la respectiva configuración a través de CLI del dispositivo balanceador, el EdgeRouter 4. A continuación, se presenta el flujo del tráfico de los enlaces WAN equilibrados. El campo “flows” muestra el tráfico de cada interfaz.

Figura 74

Flujo de tráfico de enlaces WAN

```
ubnt@EdgeRouter-4:~$ show load-balance status
Group G
  Balance Local : true
  Lock Local DNS : false
  Conntrack Flush: true
  Sticky Bits   : 0x00000000

interface : eth0
reachable : true
status    : active
gateway   : 192.168.23.1
route table : 201
weight    : 50%
fo priority : 100
flows
  WAN Out : 166
  WAN In  : 20
  Local ICMP: 149
  Local DNS : 0
  Local Data: 209

interface : eth1
reachable : true
status    : active
gateway   : 192.168.3.2
route table : 202
weight    : 50%
fo priority : 100
flows
  WAN Out : 273
  WAN In  : 0
  Local ICMP: 172
  Local DNS : 0
  Local Data: 331
```

Elaborado por el autor.

Dentro de la gráfica se puede observar que la sección del “Wan out”, indica la cantidad de flujos de salida que atraviesa por una puerta determinada, tomando en cuenta que el balanceo está determinado en un porcentaje de 50% para cada enlace.

El comando “lb-local enable” permite a nuestro enrutador equilibrar la carga por su propio tráfico. Esto asegura que el reenvío de los DNS también se equilibren.

Figura 75

Reenvío DNS

```
set load-balance group G interface eth0
set load-balance group G interface eth1
set load-balance group G lb-local enable
set load-balance group G lb-local-metric-change disable
```

Elaborado por el autor.

El comando “show ip route table 201-202” verifica el balanceo de carga bajo la misma métrica, rebotando en ambos enlaces.

Figura 76

Balanceo de métricas

```
ubnt@EdgeRouter-4:~$ show ip route table 201
default via 192.168.23.1 dev eth0
blackhole default metric 256
127.0.0.0/8 dev lo scope link
192.168.1.0/24 dev eth2 scope link
192.168.3.0/24 dev eth1 scope link
192.168.23.0/24 dev eth0 scope link
ubnt@EdgeRouter-4:~$ show ip route table 202
default via 192.168.3.2 dev eth1
blackhole default metric 256
127.0.0.0/8 dev lo scope link
192.168.1.0/24 dev eth2 scope link
192.168.3.0/24 dev eth1 scope link
192.168.23.0/24 dev eth0 scope link
```

Elaborado por el autor.

Luego, se procede a comprobar conectividad a través de la red LAN de la PC, recibiendo ping de los dos enlaces de datos configurados de emulación permitiendo la comunicación de extremo a extremo mediante sus respectivos gateways.

Figura 77

Conectividad extremo a extremo

```
C:\Users\JOAB>ping 192.168.3.2

Haciendo ping a 192.168.3.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.3.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 192.168.3.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 192.168.3.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 192.168.3.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=63

Estadísticas de ping para 192.168.3.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\JOAB>ping 192.168.23.1

Haciendo ping a 192.168.23.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.23.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=254
Respuesta desde 192.168.23.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=254
Respuesta desde 192.168.23.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=254
Respuesta desde 192.168.23.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=254

Estadísticas de ping para 192.168.23.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

Elaborado por el autor.

Como se puede apreciar en la figura anterior, se prueba conectividad a los dos enlaces de direcciones de internet con la finalidad de determinar que red es la que mejor opera. Haciendo el respectivo ping, estos tienen sus respectivos parámetros con funciones diferentes que se explican en la siguiente tabla.

Tabla 17

Parámetros del comando ping

CAMPO	CARACTERÍSTICAS
Bytes	Indica la cantidad de paquete que son recibidos desde el sitio al que se hace la respectiva solicitud.
Tiempo	Tiempo que toma el paquete al llegar al equipo que realizó la petición.
TTL	Valor que varía desde 0 a 255 indicando el salto que da el paquete de host en host.
RTT	Tiempo en el que el paquete va hacia el destino volviendo al punto de partida.

Elaborado por el autor.

El comando TracerRoute realiza el trámite de enviar series de paquetes ICMP indicando las rutas hasta llegar al destino. Estos ICMP lleva a cabo los mensajes de error y control para redes IP.

Una vez comprendido, se realiza un ping en CMD al servidor DNS de Google para verificar las rutas por donde pasan los paquetes, o en este caso, por cuales enlaces de redes atraviesa hasta llegar al destino final.

Figura 78

Seguimiento de rutas


```
C:\Users\JOAB>tracert -d google.com

Traza a la dirección google.com [142.250.78.174]
sobre un máximo de 30 saltos:

  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.1.1
  2  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.3.2
  3  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.2.2
  4  1 ms     <1 ms    <1 ms    192.168.23.1
  5  2 ms     2 ms     1 ms     190.15.130.2
  6  2 ms     1 ms     3 ms     10.115.0.92
  7  3 ms     3 ms     3 ms     143.255.248.252
  8  3 ms     3 ms     3 ms     10.115.0.239
  9  3 ms     3 ms     3 ms     10.115.0.236
```

```
ubnt@EdgeRouter-4:~$ sudo traceroute 8.8.8.8 -n
traceroute to 8.8.8.8 (8.8.8.8), 30 hops max, 38 byte packets
 1  192.168.3.2  0.216 ms  0.178 ms  0.164 ms
 2  190.15.130.2  1.246 ms  1.074 ms  1.194 ms
 3  192.168.23.1  0.425 ms  0.361 ms  0.354 ms
 4  143.255.248.252  2.604 ms  2.542 ms  2.526 ms
 5  10.115.0.239  2.424 ms  10.115.0.92  1.695 ms  1.625 ms
 6  143.255.248.252  2.739 ms  10.115.0.236  3.214 ms  2.791 ms
 7  10.115.0.239  2.598 ms  143.255.248.253  3.752 ms  10.115.0.239  2.559 ms
 8  186.3.125.41  33.820 ms  4.353 ms  10.115.0.236  3.050 ms
 9  143.255.248.253  3.932 ms  *  4.113 ms
```

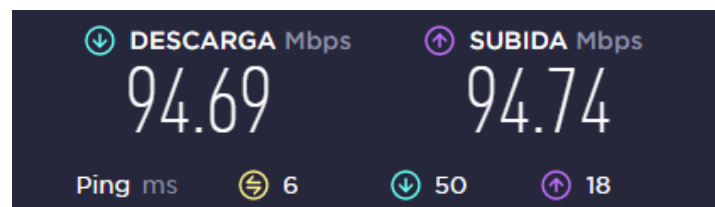
Elaborado por el autor.

De la misma manera, se ejecuta en el comando dentro de la misma gráfica de Ubiquiti para verificar el tráfico basado en flujo, por lo que existe un equilibrio de carga del 50%.

Para la validez del funcionamiento, se procede a desconectar uno de los equipos que ofrece servicio a Internet y examinar a qué velocidad de ancho de banda está procesando. Así mismo, se realiza de manera contraria de los enlaces WAN. Primero se desconecta el puerto WAN1 y automáticamente el WAN2, pasa a ser el puerto que ofrece servicio a Internet.

Figura 79

Servicio ISP2

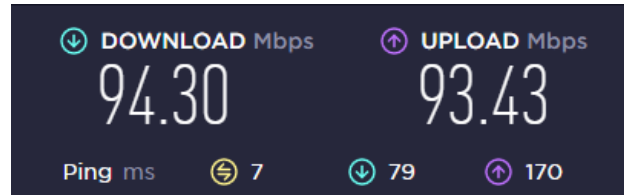


Elaborado por el autor.

Luego, se desconecta el puerto WAN2 y automáticamente el WAN1, pasa a ser el puerto que ofrece servicio a Internet.

Figura 80

Servicio ISP1



Elaborado por el autor.

Un punto importante a mencionar es la pérdida o rotura de la red instantánea. Sin efectos asociados, el usuario no siente la caída por lo que le permite continuar haciendo su trabajo sin ningún problema como se detalla en la siguiente figura 81.

Figura 81

Tiempo de caída aplicando load-balancing

```
C:\Users\JOAB>ping -t 8.8.8.8

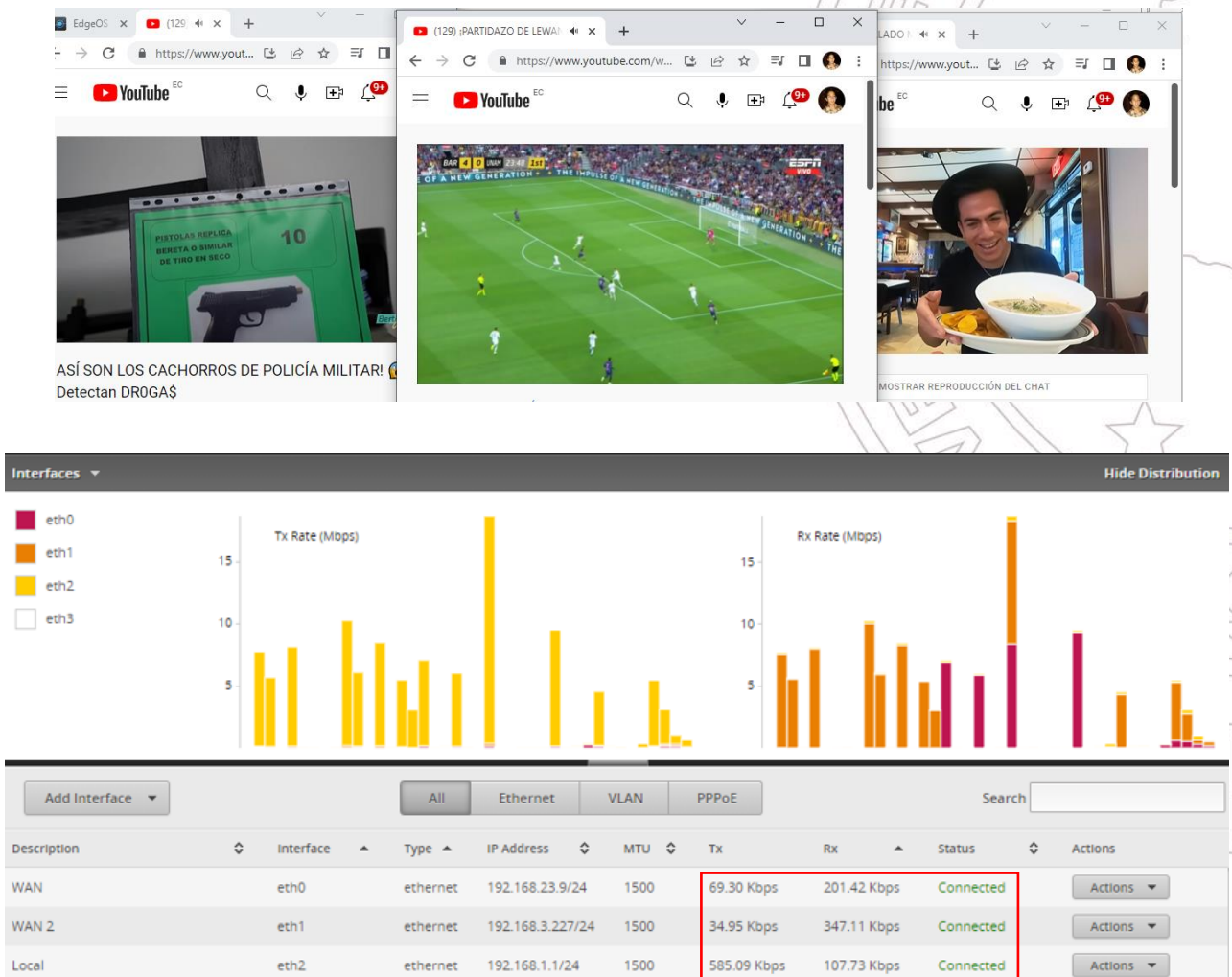
Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=21ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=21ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=21ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=21ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=21ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=115
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=113
```

Elaborado por el autor.

Podemos verificar el tiempo de caída del load-balancing, esto que quiere decir que se tardó aproximadamente 2 segundos en volver a restaurar una conexión a internet. Otra prueba de balanceo de carga es navegando hacia diversas páginas web y tratar de saturar la red tomando cuenta que las velocidades son las mismas. En este caso, se ejecutó varios videos en YouTube. Como se puede ver en la imagen, existe tráfico por ambas interfaces ejecutándose un balanceo entre los enlaces WAN. Si se ejecuta un speedtest sin navegar en páginas web. El tráfico saliente saldrá a través de un enlace WAN.

Figura 82

Tráfico hacia una página web



Elaborado por el autor.

4.2 PRUEBA 2: PRUEBA DE FAILOVER

Para pruebas de alta disponibilidad del diseño de la red, se utilizó el procedimiento de failover para el desarrollo del balanceo de cargas. Esto consiste en eliminar una de las interfaces WAN manteniendo conectividad de la red. Teniendo en cuenta que se tiene dos rutas con salidas de internet, se determina que la interfaz Eth1 está configurada como respaldo de failover. Las pruebas más comunes son desactivando una de las rutas. La forma más sencilla es a través de GUI seleccionando la ruta haciendo clic el botón en "Acciones", y "Desactivar"

Pero antes de proceder, debemos verificar a través de CLI que las configuraciones estén correctas. El propósito de un sistema redundante es que permite que sea menos tolerantes a errores con procesos transparentes de datos posibles para el usuario final.

Figura 83

Puerto Eth1 con Failover

```
set load-balance group G interface eth0
set load-balance group G interface eth1 failover-only
set load-balance group G lb-local enable
set load-balance group G lb-local-metric-change disable
```

```
ubnt@ubnt:~$ show load-balance status
Group G
interface : eth0
carrier   : up
status    : active
gateway   : 192.168.23.1
route table : 201
weight    : 100%
flows
  WAN Out : 330
  WAN In  : 0
  Local Out : 36

interface : eth1
carrier   : up
status    : failover
gateway   : 192.168.3.2
route table : 202
weight    : 0%
flows
  WAN Out : 0
  WAN In  : 0
  Local Out : 0
```


Elaborado por el autor.

De la gráfica anterior, podemos determinar que el eth1 está en estado inactiva con tamaño de porcentaje 0%, y este, solo entrará en respaldo cuando detecte automáticamente que el servicio prioritario se caiga. Por esta razón, vemos que no existe flujo de datos a través de ese enlace WAN2.

Si se desconecta la WAN1, automáticamente el respaldo secundario entrará cuando una ruta está deshabilitada, por lo que la ruta de la WAN2 es la única ruta disponible para el sistema y la única ruta que se utilizará comprobando que funcione como se esperaba. Esto permite verificar que se tiene una conexión a Internet conectándose a través del enlace esperado.

Figura 84

Prueba 1 de failover

WAN	eth0	ethernet		1500	0 bps	0 bps	Disconnected	Actions
WAN 2	eth1	ethernet	192.168.3.235/24	1500	5.40 Kbps	23.39 Kbps	Connected	Actions
Local	eth2	ethernet	192.168.1.1/24	1500	65.02 Kbps	7.20 Kbps	Connected	Actions

```
C:\Users\JOAB>tracert 8.8.8.8

Traza a la dirección dns.google [8.8.8.8]
sobre un máximo de 30 saltos:

  1  <1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.1.1
  2  <1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.3.2
  3  <1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.2.2
  4  1 ms   <1 ms  <1 ms  192.168.23.1
```

Elaborado por el autor.

Esto tomará un tiempo debido a la transición de los enlaces redundantes para tomar una conexión exitosa. Seguido de eso, se puede verificar que tiene salida a internet mediante la segunda conexión a internet que está configurado con Tecnología Mikrotik (ISP2).

Prueba 2.

Elaborado por el autor.

El tiempo en reestablecer una conexión es de más de 30 segundos, por lo que, para la optimización a un tiempo mínimo, se configuró las pruebas de rutas, estas son:

- “count success”: Determina después de cuantas peticiones se puede considerar exitosa la prueba de ruta antes de que cambie de estado.
- “count failure”: Determina después de cuantas peticiones se puede considerar fallida la prueba de ruta antes de que cambie de estado.
- “initial-delay”: Indica el retardo antes que iniciar la prueba de ruta inicial.
- “Interval”: Indica el número de segundos entre pings.

4.3 ANÁLISIS DEL PROTOCOLO MSS MEDIANTE WIRESHARK

Wireshark es un analizador de protocolos en el área de redes debido a su facilidad en la que se puede analizar los datos para solventar los problemas en relación a un sistema de comunicaciones.

Wireshark tiene algunos componentes mapeados en una interfaz gráfica que permite opciones de gestión e incluso búsqueda exhaustiva de información sobre el tráfico que recorre en una interfaz de red.

Ventajas:

- Interfaz gráfica amigable y factible.
- Plataforma muy robusta permitiendo analizar en modo tanto promiscuo como no promiscuo.
- Capturas de tráfico de la red en tiempo real.
- Librerías apoyadas en pcap con grandes capacidades de filtrado.

Una vez determinado el cálculo del valor MSS, se procede a ejecutar el software Wireshark para el respectivo análisis con las funciones que se presenten desde la interfaz por la que pasa todo el tráfico. Para el proceso mencionado, se lleva a cabo el análisis en uno de los enlaces que van conectados a la red LAN atravesando el router balanceador de la que provee el ISP, esto se debe a que todo el tráfico se concentra en esa interfaz determinando así el comportamiento adecuado.

Antes de continuar con el proceso, es importante entender el entorno gráfico con sus respectivas características que se explican mediante la siguiente tabla:

Tabla 18

Campos de la interfaz Wireshark

CAMPO	CARACTERÍSTICAS
No.	Indica la cantidad de paquetes enviado a través de la red.
Time	Tiempo en que el paquete fue enviado a través de la red.
Source	Dispositivo de origen que se encarga de enviar tráfico hacia un equipo específico.
Destination	Dispositivo que recibe la conexión de paquetes que produce el equipo de origen.
Protocol	Protocolo de comunicación que usan los equipos para establecer y compartir información.

Elaborado por el autor.

- SEGMENTO SYN Y SYN+ACK

Se establece una conexión con el servidor web. En los mensajes SYN y SYN+ACK se podrán encontrar paquetes que se están intercambiando en las diferentes opciones de TCP, entre ellas, el protocolo MSS.

Es importante mencionar que indica cada uno de los segmentos:

- SYN: Es el mensaje de sincronización donde el valor del número de la secuencia es semejante al primer byte de los datos de aplicación de un segmento TCP del emisor al receptor.
- ACK: Es el mensaje de reconocimiento donde el valor del número ACK simboliza el próximo valor del número de secuencia que se espera recibir en el siguiente segmento.

El receptor, recibe el segmento con el bit SYN establecido y devuelve el acuse de recibo correspondiente. Si se quiere abrir la conexión, establece el bit SYN del segmento e informa su primer número de secuencia en donde se puede apreciar estableciendo la conexión TCP al servidor, en este caso, al servidor “facebook.com” con IP 31.13.67.35. A través del puerto TCP 433 se realiza un ping telnet desde CMD del sistema, posterior a eso, cargar datos en el software wireshark. El filtro para la simulación SYN y ACK bajo TCP es: `ip.src==31.13.67.35 or ip.dst==31.13.67.35`

Figura 87

Establecimiento de conexión a un servidor web

Source	Destination	Protocol	Length	Info
192.168.100.38	31.13.67.35	TCP	66	53136 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
31.13.67.35	192.168.100.38	TCP	66	443 → 53136 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=14600 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 WS=128
192.168.100.38	31.13.67.35	TCP	54	53136 → 443 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=1051136 Len=0

Elaborado por el autor.

Como se mencionó antes, las opciones solamente se los puede determinar en los mensajes SYN y SYN+ACK de los campos TCP en los caminos de 3 vías (3 way Handshake). En la figura 88 y 89 se pueden apreciar las opciones de mensajes en el campo SYN y SYN+ACK.

Figura 88

Establecimiento de conexión mensaje SYN

85	3.954818	192.168.100.38	31.13.67.35	TCP	66 53136 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
86	3.955393	31.13.67.35	192.168.100.38	TCP	66 443 → 53136 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=14600 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 WS=128
87	3.955518	192.168.100.38	31.13.67.35	TCP	54 53136 → 443 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=1051136 Len=0

```
Acknowledgment number (raw): 0
1000 ... = Header Length: 32 bytes (8)
> Flags: 0x002 (SYN)
Window: 64240
[Calculated window size: 64240]
Checksum: 0x56fc [unverified]
[Checksum Status: Unverified]
Urgent Pointer: 0
Options: (12 bytes), Maximum segment size, No-Operation (NOP), Window scale, No-Operation (NOP), No-Operation (NOP), SACK permitted
> TCP Option - Maximum segment size: 1460 bytes
> TCP Option - No-Operation (NOP)
> TCP Option - Window scale: 8 (multiply by 256)
> TCP Option - No-Operation (NOP)
> TCP Option - No-Operation (NOP)
> TCP Option - SACK permitted
```

Elaborado por el autor.

Wireshark ya realiza el cálculo internamente del tamaño del encabezado, cabe recordar que el valor que se encontraba en el DO se debe multiplicar por 4. El software lo determina de manera automática y como se puede apreciar, el “Header Length” es de 32 bytes equivalente al valor de 8 en el campo Data Offset (DO). El mensaje SYN+ACK debería tener el mismo valor y es prácticamente eso que se puede apreciar en la figura 89.

El valor de 32 bytes proviene a la suma del campo opciones que es de 12 bytes más el valor del encabezado TCP, 20 bytes.

Figura 89

Establecimiento de conexión mensaje SYN+ACK

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
85	3.954818	192.168.100.38	31.13.67.35	TCP	66 53136 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
86	3.955393	31.13.67.35	192.168.100.38	TCP	66 443 → 53136 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=14600 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 WS=128
87	3.955518	192.168.100.38	31.13.67.35	TCP	54 53136 → 443 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=1051136 Len=0

```
1000 ... = Header Length: 32 bytes (8)
Flags: 0x012 (SYN, ACK)
Window: 14600
[Calculated window size: 14600]
Checksum: 0x8b56 [unverified]
[Checksum Status: Unverified]
Urgent Pointer: 0
Options: (12 bytes), Maximum segment size, No-Operation (NOP), No-Operation (NOP), SACK permitted, No-Operation (NOP), Window scale
> TCP Option - Maximum segment size: 1460 bytes
> TCP Option - No-Operation (NOP)
> TCP Option - No-Operation (NOP)
> TCP Option - SACK permitted
> TCP Option - No-Operation (NOP)
> TCP Option - Window scale: 7 (multiply by 128)
```

Elaborado por el autor.

En el campo ACK no es posible observar el campo “opciones” debido a que no lleva datos, por lo que debe tener el valor mínimo del encabezado TCP de 20 bytes.

Figura 90

Establecimiento de conexión mensaje ACK.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
85	3.954818	192.168.100.38	31.13.67.35	TCP	66	53136 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
86	3.955393	31.13.67.35	192.168.100.38	TCP	66	443 → 53136 [ACK] Seq=0 Ack=1 Win=14600 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 WS=128
87	3.955518	192.168.100.38	31.13.67.35	TCP	54	53136 → 443 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=1051136 Len=0


```

> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.100.38, Dst: 31.13.67.35
  > Transmission Control Protocol, Src Port: 53136, Dst Port: 443, Seq: 1, Ack: 1, Len: 0
    Source Port: 53136
    Destination Port: 443
    [Stream index: 5]
    [Conversation completeness: Incomplete, ESTABLISHED (7)]
    [TCP Segment Len: 0]
    Sequence Number: 1 (relative sequence number)
    Sequence Number (raw): 2095597553
    [Next Sequence Number: 1 (relative sequence number)]
    Acknowledgment Number: 1 (relative ack number)
    Acknowledgment number (raw): 1390164643
    0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
  > Flags: 0x010 (ACK)
    Window: 4106
    [Calculated window size: 1051136]
    [Window size scaling factor: 256]
    Checksum: 0xf526 [unverified]
    [Checksum Status: Unverified]
    Urgent Pointer: 0
  > [Timestamps]
  > [SEQ/ACK analysis]
  
```

No hay campo opciones

Elaborado el autor.

Continuando en el campo SYN, podemos verificar el valor MSS “Maximum Segment Size” del que se había aplicado previamente.

Figura 91

Tamaño máximo de segmentos SYN

```

Options: (12 bytes), Maximum segment size, No-Operation (NOP), Window scale
  > TCP Option - Maximum segment size: 1460 bytes
    Kind: Maximum Segment Size (2)
    Length: 4
    MSS Value: 1460
  
```

Elaborado el autor.

Esto quiere decir que está utilizando la tecnología Ethernet. El valor de 1460 es el valor de datos que la PC le envía al servidor a través de los enlaces Ethernet, para que, de esta manera, el servidor construya sus segmentos TCP con ese valor con lo que informa al otro extremo, que no encapsule más datos a partir de ese valor que fluye en el camino. Cabe aclarar que no es el valor que la PC utiliza para la construcción de sus segmentos. Lo mismo

ocurre con el mensaje SYN+ACK, el valor MSS que recibe en este campo es el valor que la computadora usará para la construcción de sus segmentos en base a los segmentos que serán enviados al servidor.

Figura 92

Tamaño máximo de segmentos SYN+ACK

```
Options: (12 bytes), Maximum segment size, No-Operation (NOP), No-Operation (NOP)
  ✓ TCP Option - Maximum segment size: 1460 bytes
    Kind: Maximum Segment Size (2)
    Length: 4
    MSS Value: 1460
```

Elaborado el autor.

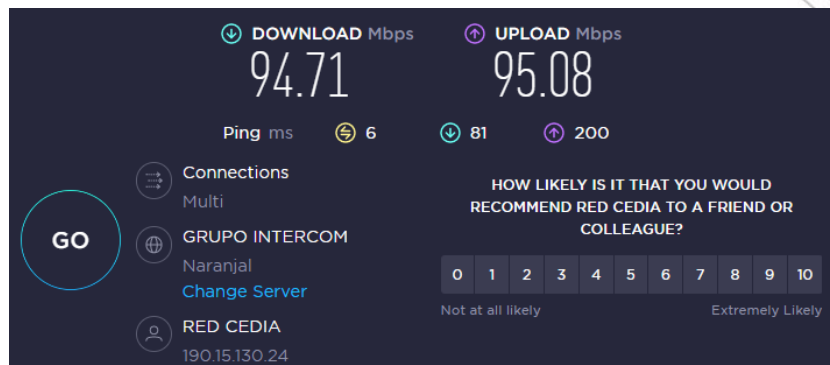
En otras palabras, la PC envía un mensaje SYN indicándole al servidor el MSS de los segmentos que desea recibir, más no el MSS indica los segmentos que envía. El tamaño de los segmentos que envía la PC al servidor, están definidos por el valor del MSS recibido en el mensaje SYN+ACK.

Figura 93

Test de velocidad con valor MSS 1460

```
C:\Users\JOAB>ping facebook.com

Haciendo ping a facebook.com [31.13.67.35] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 31.13.67.35: bytes=32 tiempo=73ms TTL=250
Respuesta desde 31.13.67.35: bytes=32 tiempo=73ms TTL=250
Respuesta desde 31.13.67.35: bytes=32 tiempo=73ms TTL=250
Respuesta desde 31.13.67.35: bytes=32 tiempo=76ms TTL=250
```



DOWNLOAD Mbps: 94.71
 UPLOAD Mbps: 95.08
 Ping ms: 6
 Connections: Multi
 GRUPO INTERCOM: Naranjal
 Change Server
 RED CEDIA: 190.15.130.24
 HOW LIKELY IS IT THAT YOU WOULD RECOMMEND RED CEDIA TO A FRIEND OR COLLEAGUE?
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Not at all likely | Extremely Likely

Elaborado el autor.

4.4 PRUEBA DE ERROR MTU

Comúnmente, los equipos de usuarios finales con SO Windows, tienen ya su configuración por defecto de MTU en cada nodo para establecer la comunicación con la red para el envío de paquetes óptimo como se puede apreciar en la siguiente imagen:

Figura 94

Valor MTU Ethernet

```
C:\Users\JOAB>netsh interface ipv4 show subinterfaces
```

MTU	MediaSenseState	Bytes ent.	Bytes sal.	Interfaz
4294967295	1	0	2671288	Loopback Pseudo-Interface 1
1500	2	387331231	21972481	Wi-Fi
1500	1	910797135	791662281	Ethernet
1500	5	0	0	Conexión de área local* 1
1500	5	0	0	Conexión de área local* 2
1500	5	0	0	Conexión de red Bluetooth
1500	1	0	2224553	VirtualBox Host-Only Network
1500	1	0	353517	Ethernet 2

Elaborado el autor.

Si por alguna razón, este valor tiende a ser muy superior dependiendo de la tecnología que se esté usando, para este caso Ethernet, existen problemas de fragmentación y esto es lo que se quiere evitar, debido a que ocasiona retrasos. A continuación, se procede a realizar un ping de value con MTU de 1600.

Figura 95

Prueba de fragmentación MTU

```
C:\Users\JOAB>ping -l 1600 -f facebook.com
```

Haciendo ping a facebook.com [31.13.67.35] con 1600 bytes de datos:
Es necesario fragmentar el paquete pero se especificó DF.
Es necesario fragmentar el paquete pero se especificó DF.
Es necesario fragmentar el paquete pero se especificó DF.
Es necesario fragmentar el paquete pero se especificó DF.

Estadísticas de ping para 31.13.67.35:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
(100% perdidos),

Elaborado el autor.

Ahora, si se modifica el valor de MTU muy inferior del establecido, en este caso con un valor de 576, se reducirá el ancho de banda utilizado en los encabezados y tratará de enviar la máxima carga útil posible en cada paquete. Sin embargo, si un nodo intermedio a través del cual pasa el paquete no puede manejar paquetes tan grandes, se realizará la fragmentación y el reensamblado del paquete reduciendo así la eficiencia de la conexión.

Figura 96

Modificación MTU 576 Ethernet

```
C:\WINDOWS\system32>netsh interface ipv4 set subinterface interface=Ethernet mtu=576 store=persistent
Aceptar

C:\WINDOWS\system32>netsh interface ipv4 show interfaces
```

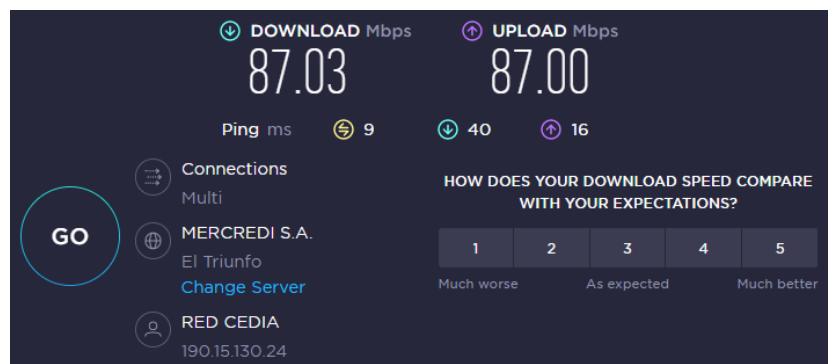
Índ	Mét	MTU	Estado	Nombre
1	75	4294967295	connected	Loopback Pseudo-Interface 1
18	55	1500	disconnected	Wi-Fi
8	35	576	connected	Ethernet
5	25	1500	disconnected	Conexión de área local* 1
12	25	1500	disconnected	Conexión de área local* 2
7	65	1500	disconnected	Conexión de red Bluetooth
11	25	1500	connected	VirtualBox Host-Only Network
20	25	1500	connected	Ethernet 2

Elaborado el autor.

Como se puede apreciar en la gráfica siguiente, la velocidad del ancho de banda ha disminuido significativamente. En muchas ocasiones, la fragmentación agrega ineficiencias y latencias dentro de la comunicación de la red, por lo que debe evitarse en la medida de lo posible.

Figura 97

Test de velocidad con valor MTU 576



Elaborado el autor.

4.5 ANÁLISIS DE TRÁFICO ANTERIOR VS ACTUAL

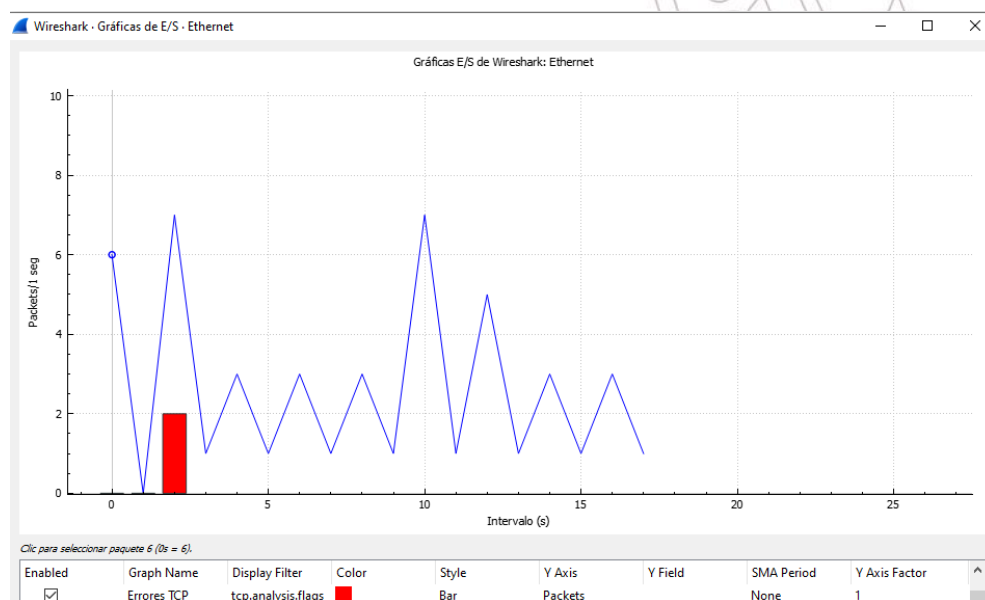
A través de Wireshark lo que se busca es saber cómo interactúa el tráfico sobre la red con el fin de obtener datos masivos en cuanto a pilas TCP/IP. Para este análisis, se basará en dos escenarios, la primera es el tráfico de la red existente mediante la segmentación basada en la tecnología Mikrotik (antes del balanceo), mientras que el segundo escenario, son los resultados finales aplicable al balanceo de carga, en este caso, la red propuesta.

ANÁLISIS DE TRÁFICO DE LA RED ANTERIOR

Como primer escenario, se realiza el análisis mediante la primera emulación ISP antes de la aplicación del balanceo de cargas. El tráfico que presenta Wireshark determina la cantidad de paquetes que viajan por la red en un tiempo determinado, en tal caso de existir errores, estos se mostrarán en color rojo.

Figura 98

Datos de I/O generados a través de Wireshark de la red anterior

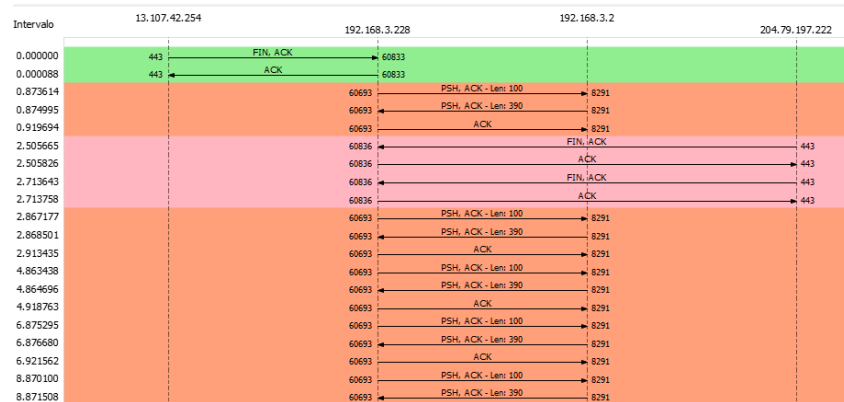


Elaborado el autor.

En la figura 99 se examinan todas las conexiones de la red en donde se aprecia por un camino de 3 vías (Three-Way-Handshake) para establecer procesos de comunicación entre el cliente y el servidor.

Figura 99

Conexión a Internet de 3 vías



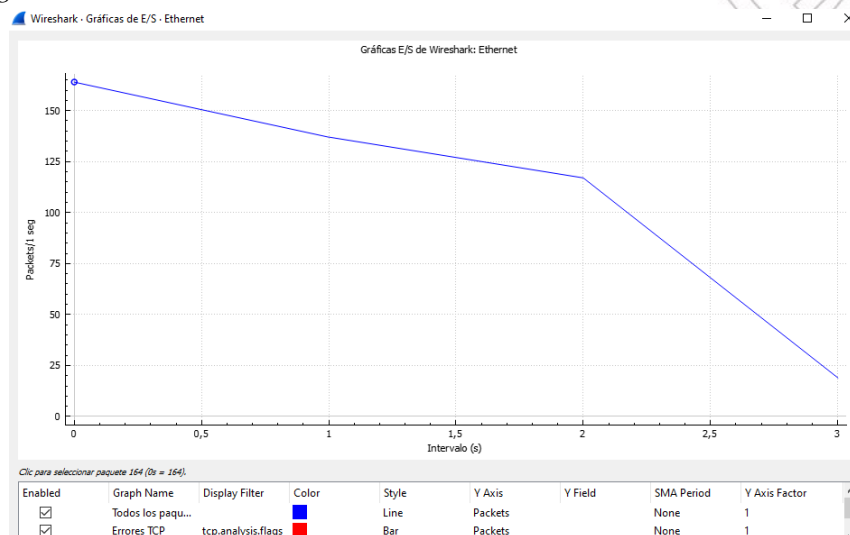
Elaborado el autor.

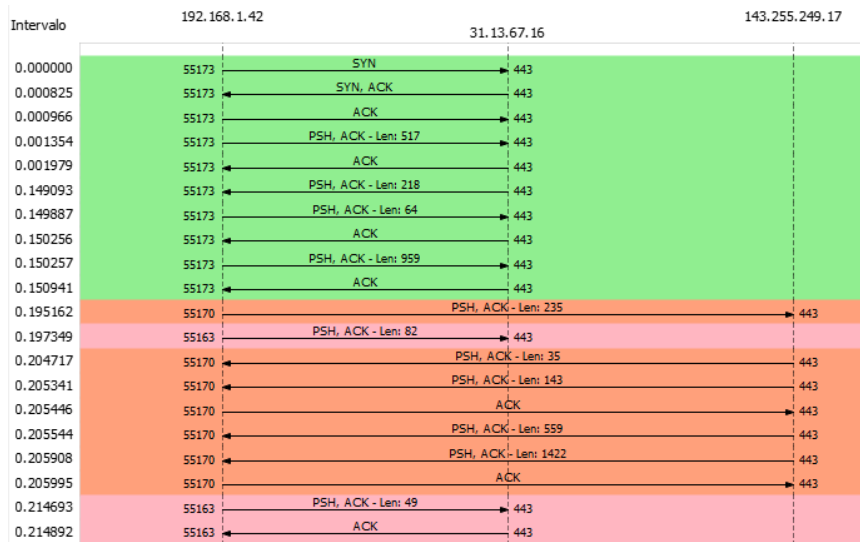
ANÁLISIS DE TRÁFICO DE LA RED ACTUAL

De la misma manera, se procede a realizar el análisis de la red balanceada para verificar el respectivo tráfico con el fin de comparar los paquetes de transmisión.

Figura 100

Datos I/O generados a través de wireshark de la red actual





Elaborado el autor.

Para mayor detalle, se presenta una tabla con el total de datos generados por las distintas redes existentes en donde se puede observar que, mediante el balanceo de cargas, se obtiene mejores cantidades de datos enviados por segundos aprovechando el mayor ancho de banda disponible utilizando las diferentes rutas para el envío de datos evitando así la existencia de congestión.

Tabla 19

Comparación de tráfico generado con respecto a la red anterior vs actual

Tráfico generado	# de tráficos sin balanceo	# de tráficos con balanceo
Packets/seg Max	7	153
Packets/seg Min	1	1

Elaborado el autor.

Luego de la obtención de los datos se puede apreciar que, gracias a la red propuesta, existe una mayor eficiencia en la cantidad de paquetes que pueden ser procesados por la red. Es importante mencionar que los datos se muestran en toma de gráficos de entrada y salida

generados por Wireshark al momento de recopilar el tráfico, donde se obtienen mejores respuestas en cuando a la cantidad de paquetes que se envían por segundo hacia internet.

De la misma forma, para una mejor comprensión, se realiza la evaluación de los tiempos de respuesta que se producen por ambas redes, donde se busca demostrar que existen poco grado de incertidumbre de demora a través de las solicitudes de la red a Internet.

Se realiza las pruebas de conectividad en primer lugar conectando la PC hacia la red no balanceable hacia un sitio web, en este caso, “google”. Y de la misma manera, hacia la red propuesta balanceada.

Figura 101

Tiempos de respuesta generado desde un equipo a la red anterior

```
C:\Users\JOAB>ping google.com

Haciendo ping a google.com [142.250.78.110] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 142.250.78.110: bytes=32 tiempo=65ms TTL=114
Respuesta desde 142.250.78.110: bytes=32 tiempo=65ms TTL=114
Respuesta desde 142.250.78.110: bytes=32 tiempo=64ms TTL=114
Respuesta desde 142.250.78.110: bytes=32 tiempo=65ms TTL=114

Estadísticas de ping para 142.250.78.110:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 64ms, Máximo = 65ms, Media = 64ms
```

Elaborado el autor.

Figura 102

Tiempos de respuesta generado desde un equipo a la red actual

```
C:\Users\JOAB>ping google.com

Haciendo ping a google.com [142.250.78.174] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 142.250.78.174: bytes=32 tiempo=63ms TTL=115
Respuesta desde 142.250.78.174: bytes=32 tiempo=63ms TTL=115
Respuesta desde 142.250.78.174: bytes=32 tiempo=63ms TTL=115
Respuesta desde 142.250.78.174: bytes=32 tiempo=63ms TTL=115

Estadísticas de ping para 142.250.78.174:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 63ms, Máximo = 63ms, Media = 63ms
```

Elaborado el autor.

Realizadas las pruebas en diferentes redes, se comparan los resultados como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 20

Comparación de parámetros en relación a los tiempos de respuesta

CAMPO	RED EXISTENTE	RED PROPUESTA
Bytes	32	32
TTL	114	115
Tiempo mínimo	64	63
Tiempo máximo	65	63
RTT	64	63

Elaborado el autor.

La tabla anterior muestra que el escenario propuesto tiene un mejor tiempo de respuesta mínimo e indiferenciable debido a que se está trabajando en un único ISP en relación con la entrega de paquetes, de todas formas, reduce la latencia y, por ende, mejora el proceso lo que permite a los usuarios mejorar la comunicación en cuanto a navegación web, esto, para validar valores promedios de datos generados por el balanceo de cargas para la optimización de la comunicación en el ámbito de las redes.

4.6 RESULTADOS

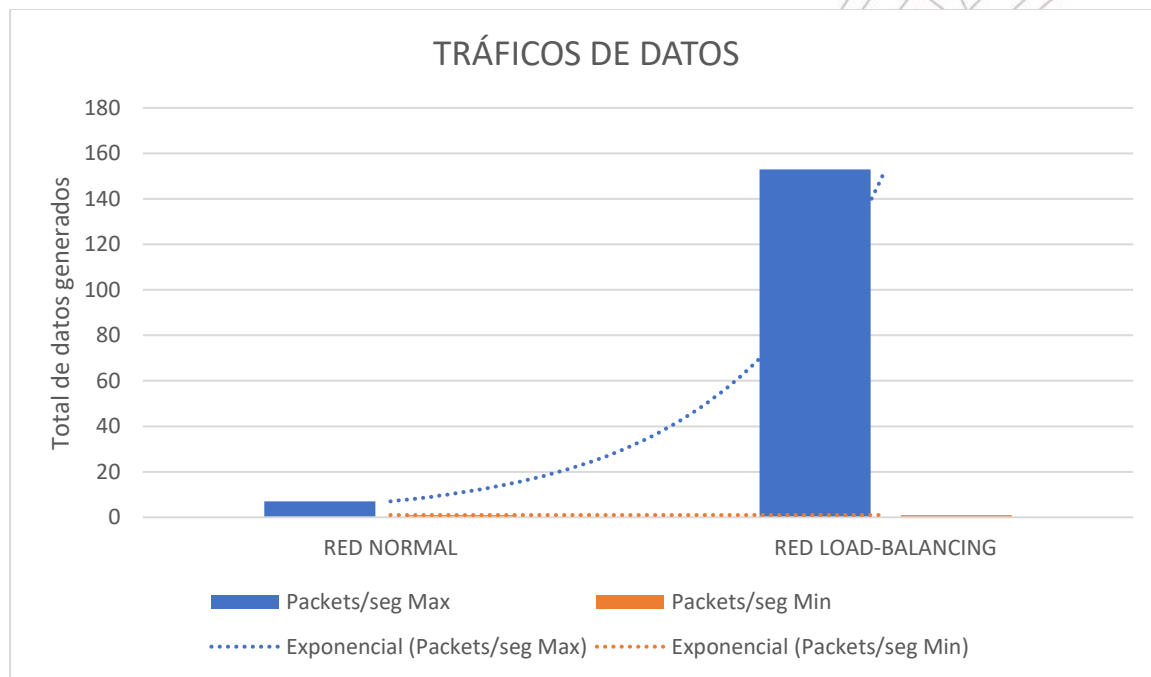
Los resultados que se obtuvieron en diversos escenarios presentados, se dieron a conocer mediante Wireshark. En la red antes del balanceo se pudo observar que existe menores cantidad de datos al momento de comunicarse con internet, que, a su vez, generó retardos mínimos al conectarse con un servicio específico. Por consiguiente, se puede apreciar que si no se mantiene un buen cálculo tanto del protocolo MTU vs MSS, no se aprovechará en lo absoluto el ancho de banda debido a los problemas de fragmentación. Debido a que el

balanceo de carga utilizó los algoritmos de Round Robin, se evitó los problemas de tráfico de paquetes en lo que es en la red actual.

Por otro lado, terminada la configuración de la red, a continuación, se presenta aquellos resultados obtenidos del análisis del tráfico de datos una vez realizadas las pruebas de conectividad en relación a los parámetros del modelo OSI, capa 3 de red y capa 4 de transporte.

Figura 103

Tráfico de datos generados



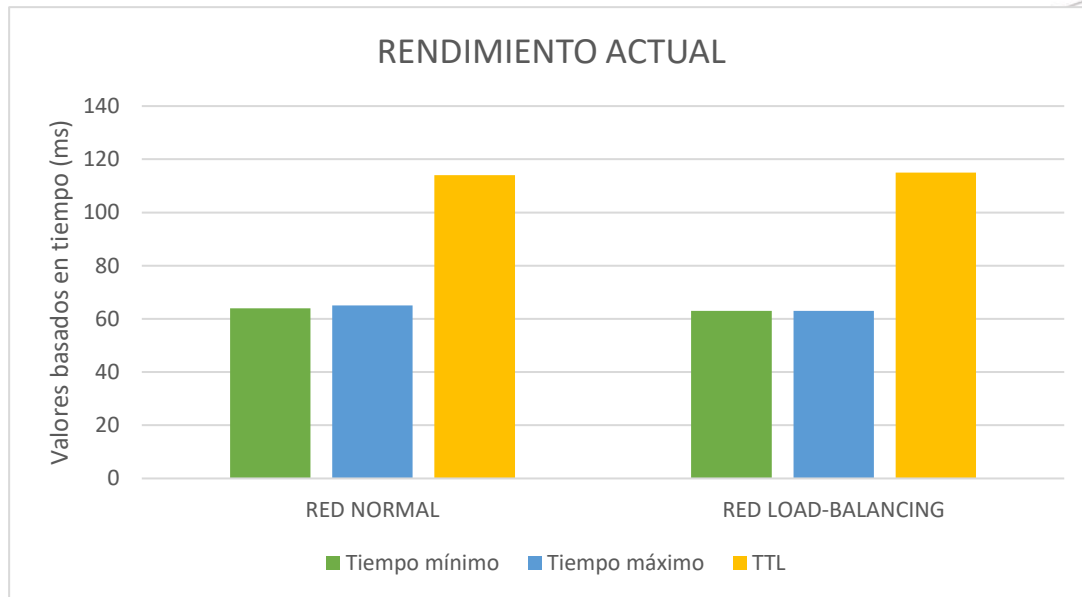
Elaborado el autor.

Como se observa en la figura anterior, se determina que existe una mejora significativa en cuanto a las cantidades de tráfico generados con respecto a la red anterior. Esto debido a que Round Robin atiende a los clientes desde el primero hasta el último con respecto a los servidores web haciendo hincapié en un bucle hasta terminar usando ambos enlaces para su distribución.

De la misma manera, se puede constatar tiempos de respuestas mínimas, tomando en cuenta que se trabajó bajo el mismo ISP que ofrece el laboratorio. Si se tuvieran dos ISP, los tiempos de respuestas fuesen significativamente grandes en cuanto a su comparación.

Figura 104

Rendimiento actual de los tráficos generados



Elaborado el autor.

Tomando en cuenta la gráfica anterior, se presenta los datos de la red aplicando balanceo de cargas con un tiempo de respuesta mínimo, con ello, se soluciona problemas de comunicación prolongada conforme al delay. Esto porque busca balancear en ambas rutas tomando la relación 1:1 o 2:1 consiguiendo así un excelente tráfico distribuido.

Los procesos mencionados no solo permiten un mejor desempeño de la red, sino que, permiten la resiliencia a los daños que puedan existir en la red, también se encuentran mejoras en el balanceo del paquete, asegurando que, de ningún modo, tenga problemas de comunicación con redes externas a no ser que ambos enlaces dejen de funcionar al mismo tiempo, lo que es poco probable.

CONCLUSIONES

- El valor MTU máximo de una interfaz de red se estableció mediante la norma IEEE 802.3 de estándares Ethernet sin sufrir ningún riesgo de fragmentación de paquetes o descenso con un valor de 1500 bytes. Si el valor es muy superior a lo establecido, se sujeta a las fragmentaciones IP provocando retardos al momento de ponerse en contacto con el protocolo TCP desde el origen hacia el destino.
- Las plataformas web que se utilicen podrán manejar grandes volúmenes de cargas basado en el criterio de Round Robin sin afectar el servicio con mejores tiempos de respuestas aumentando peticiones simultáneas por partes de los usuarios debido al correcto estudio de las capas del Modelo OSI que operan en el equipo balanceador.
- Al realizar las segmentaciones de la red LAN por parte del protocolo MSS, permitió conseguir un flujo de información constante como la escalabilidad mejorando el proceso de operación a un 95% en la entrega de paquetes de acorde al respectivo análisis de la red actual ante su antecesor en el proceso de comunicación.
- Se logró aplicar el uso de herramientas que Ubiquiti ofrece para las tolerancias a fallos evitando caídas de la red de forma inmediata, esto a su vez, enviando los datos transparentes por la vía de menor tráfico posible sin saturar los enlaces de las conexiones con las respectivas pruebas en su ejecución.

RECOMENDACIONES

- Al trabajar bajo la misma red, no se notó cambios significativos en relación a la latencia de paquetes, esto se debe a que la velocidad en ambos enlaces de emulación fue la misma, por lo que, para verificar grandes diferencias en las latencias, se recomienda trabajar con dos o más ISP diferentes, tomando en cuenta que los equipos Ubiquiti permiten aplicar Bonding que es la sumatoria de ancho de bandas.
- Para futuras implementaciones, aplicar tablas de ruteo IP, listas de acceso y reglas de seguridad para controlar la red de datos para reducir aún más la saturación o sobrecargas que puedan ocurrir en los sistemas que operen en la red.
- Modelar el equilibrio de carga y el "reenvío de firewall" manual como un sistema de control de circuito cerrado para que el porcentaje de paquetes perdidos durante la migración de la subred sea mínimo.
- Explotar el uso de especificaciones de los equipos de redes Ubiquiti para mejoras adecuaciones de la red respetando las normas de cableado estructurado para una acertada planeación de aspecto físico y lógico de una red segura debido a que proporcionan altas capacidades de monitoreo y control para sistemas de redes grandes.

ANEXOS

Anexo 1

Características y especificaciones del EdgeRouter 4

EdgeRouter 4 (Model: ER-4)	
Dimensions	229 x 136.5 x 31.1 mm (9.02 x 5.37 x 1.22")
Weight	795 g (1.75 lb)
Max. Power Consumption	13W
Power Method	Universal AC Power Cord (C13)
Power Supply	Internal AC/DC Power Adapter, 30W DC
Supported Voltage Range	100 - 240VAC, 50/60 Hz
Button	Reset
LEDs	
Data Ports	Speed/Link/Activity
SFP Data Port	Link/Activity
Interfaces	
Management	(1) RJ45 Serial Port
Networking	(4) Ethernet Ports (Default eth0) (3) 10/100/1000 RJ45 Ports (1) 1 Gbps SFP Port
Layer 3 Forwarding Performance	
Packet Size: 64 Bytes	3,400,000 pps
Packet Size: 512 Bytes or Larger	4 Gbps (Line Rate)
Processor	4-Core 1 GHz, MIPS64
System Memory	1 GB DDR3 RAM
On-Board Flash Storage	4 GB eMMC, 8 MB SPI NOR
Mounting	Wall, Rack*
Operating Temperature	-10 to 50° C (14 to 122° F)
Operating Humidity	10 - 90% Noncondensing
Certifications	CE, FCC, IC

Elaborado por el autor.

Anexo 2

Características y especificaciones del Dream Machine Pro

UDM-Pro	
Dimensions	442.4 x 43.7 x 285.6 mm (17.42 x 1.72 x 11.24")
Weight	3.90 kg (8.60 lb)
With Brackets	3.99 kg (8.80 lb)
Interfaces	
Networking	(8) 10/100/1000 RJ45 LAN Ports (1) 10/100/1000 RJ45 WAN Port (1) 1/10G SFP+ LAN Port (1) 1/10G SFP+ WAN Port
Management	Ethernet In-Band (1) Bluetooth BLE
IDS/IPS Throughput	3.5 Gbps*
Processor	Quad ARM Cortex-A57 Core at 1.7 GHz
System Memory	4 GB DDR4
On-Board Flash Storage	16 GB eMMC
Max Power Consumption	33W
Voltage Range	100 to 240VAC
Power Method	(1) Universal AC Input, 100-240VAC, 50/60 Hz (1) RPS DC Input
Power Supply	Internal 50W/12V
LEDs	
HDD	Activity
RJ45	Link/Speed/Activity
SFP+	Link/Speed/Activity
ESD/EMP Protection	Air: ± 16 kV, Contact: ± 12 kV
Operating Temperature	-10 to 40° C (14 to 104° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Certifications	CE, FCC, IC

Elaborado por el autor.

Anexo 3

Características y especificaciones del Mikrotik Routerboard 3011UiAs-RM

Product code	RB3011UIAS-RM
CPU nominal frequency	1.4 GHz
CPU core count	2
Size of RAM	1 GB
10/100/1000 Ethernet ports	10
Switch chip model	QCA8337-AL3C-R
Power Jack	1
PoE in	Yes (passive only)
PoE out	Yes (port 10)
Supported input voltage	10 V - 30 V
Voltage Monitor	Yes
PCB temperature monitor	Yes
Dimensions	443x92x44mm
License level	5
Operating System	RouterOS
CPU	IPQ-8064
Max Power consumption	10 W

Elaborado por el autor.

Anexo 4

Características y especificaciones del EdgeSwitch 10X

ES-10X	
Dimensions	207 x 31.1 x 90 mm (8.15 x 1.22 x 3.54")
Weight	500 g (1.10 lb)
Total Non-Blocking Throughput	10 Gbps
Switching Capacity	20 Gbps
Forwarding Rate	14.88 Mpps
Max. Power Consumption (Excluding PoE Output)	8W
Power Method	24VDC, 1A or 24V Passive PoE
Supported Voltage Range	9 - 30VDC
Power Supply	24VDC, 1A Power Adapter (Included) or 24V Passive PoE

Power Supply	24VDC, 1A Power Adapter (Included) or 24V Passive PoE
LEDs Per Port	Status
System	Link/Speed/Activity
RJ45 Data Ports	Link/Activity
SFP Data Ports	
Networking Interfaces	(8) 10/100/1000 Mbps RJ45 Ports (2) 1 Gbps SFP Ports
Management Interface	Ethernet In-Band
Certifications	CE, FCC, IC
Rackmount	Yes*
ESD/EMP Protection	Air: ±24 kV, Contact: ±24 kV
Operating Temperature	-10 to 50° C (14 to 122° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4 Standard

Elaborado por el autor.

Anexo 5

Diseño físico del rack ubiquiti



Elaborado por el autor

Anexo 6

Diseño físico del rack Mikrotik



Elaborado por el autor.

Anexo 7

Verificación del funcionamiento del cableado de acorde al estándar ANSI/TIA/EIA-568-

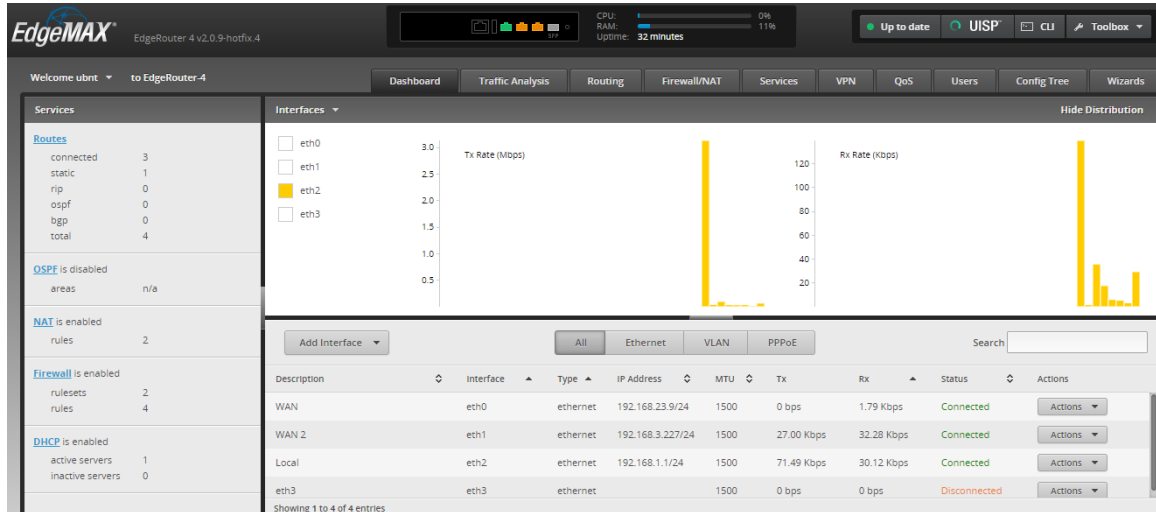
C.2 (CABLEADO UTP)



Elaborado por el autor.

Anexo 8

Ventana de administración del EdgeRouter 4



Elaborado por el autor.

Anexo 9

Configuración failover por CLI para la optimización del tiempo de restauración y conexión

```

ubnt@EdgeRouter-4# set load-balance group G interface eth0 route-test type ping
target 8.8.8.8
[edit]
ubnt@EdgeRouter-4# set load-balance group G interface eth0 route-test count fail
ure 2
[edit]
ubnt@EdgeRouter-4# set load-balance group G interface eth0 route-test count succ
ess 2
[edit]
ubnt@EdgeRouter-4# set load-balance group G interface eth0 route-test initial-del
ay 10
The specified configuration node is not valid
Set failed
[edit]
ubnt@EdgeRouter-4# set load-balance group G interface eth0 route-test initial-de
lay 10
[edit]
ubnt@EdgeRouter-4# set load-balance group G interface eth0 route-test interval 1
0
[edit]
ubnt@EdgeRouter-4#

```

```
C:\Users\JOAB>ping -t 8.8.8.8

Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=22ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=115
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=20ms TTL=113
```

Elaborado por el autor.

Bibliografía

- [1] AdminG. (7 de Diciembre de 2018). *Netweeeks*. Obtenido de <https://netweeeks.com/opciones-tcp-tamano-maximo-del-segmento-mss/>
- [2] Arboledas, D. (2015). *Administración de redes telemáticas*. España: RA-MA, S.A.
- [3] Arguello, F. (13 de Octubre de 2010). *Infoteknico*. Obtenido de https://www.infoteknico.com/que-es-wireshark-y-como-se-utiliza/#Caracteristicas_principales_de_Wireshark
- [4] Bastidas, J. (2021). *Análisis, diseño e implementación de balanceador de carga segmentando la red del sistema de balanzas de pequeñas y medianas empresas del sector industrial ciudad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/52246/1/B-CINT-PTG-N.603%20Bastidas%20Delgado%20Jorge%20Washington.pdf>
- [5] Bravo, G. (Abril de 2021). *Implementación de una red lan aplicando balanceos de cargas para alta disponibilidad en su infraestructura de datos*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/55961/1/BRAVO-MARIN-GABRIEL-PATRICIO.pdf>
- [6] Cadenas Sanchez, X., & Zaballos Diego, A. (2015). *Guía de sistemas de cableado estructurado*. Barcelona, Spain: Ediciones Experiencia.
- [7] Carpentier, B. E., Jiang, S., & Tarreau, W. (14 de Octubre de 2015). *Using the IPv6 Flow Label for Load Balancing in Server Farms*. Obtenido de IETF: <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdfrfc/rfc7098.txt.pdf>
- [8] Carreño, I. (2016). *Escalabilidad y optimización en aplicaciones web utilizando técnicas de balanceo de carga http*. Obtenido de <http://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1590/0069396.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9] Cerón, S., & Dávila, B. (2013). *Análisis de la infraestructura tecnológica para emplear las TIC's en el Colegio Fiscal Técnico Provincia de Chimborazo*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1358/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-12.pdf>
- [10] Cohen, D. (3 de Junio de 2017). *Imperva*. Obtenido de <https://www.imperva.com/blog/mtu-mss-explained/>
- [11] Colaborador de TechTarget. (Julio de 2021). *Computer Weekly*. Obtenido de <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Failover-o-conmutacion-por-error>
- [12] Computer World. (19 de Septiembre de 2018). *Computer World*. Obtenido de <https://cso.computerworld.es/tendencias/que-es-wireshark-asi-funciona-la-nueva-tendencia-esencial-en-seguridad>
- [13] Fernández, L. (29 de Marzo de 2020). *Redez Zone*. Obtenido de <https://www.redeszone.net/tutoriales/servidores/balanceador-carga-load-balancer-que-es-funcionamiento/>

- [14] Gaya, C. (12 de Mayo de 2021). *Domestika*. Obtenido de <https://www.domestika.org/es/blog/5619-que-es-sketchup-y-como-empezar-a-usarlo>
- [15] Hayes, J., & Rosenberg, P. (2011). *Cableado de redes para voz, datos y videos*. Buenos aires .
- [16] Higley, J. (Marzo de 2017). *Ubiquiti NetworNs, Inc*. Obtenido de https://dl.ubnt.com/guides/training/courses/UBRSS_Spanish_Training_Guide_V1.2.pdf
- [17] Huawei. (2 de Junio de 2021). *Huawei*. Obtenido de <https://forum.huawei.com/enterprise/es/mss-y-mtu-pare-el-protocolo-tcp/thread/696697-100235>
- [18] Joskowicz, J. (Octubre de 2013). *Comunicaciones Corporativas Unificadas*. Obtenido de http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/789/3/Cableado_Estructurado.pdf
- [19] Killelea, P. (2002). *Web Performance Tuning*. O'Reilly Media.
- [20] Lito, R. (11 de Septiembre de 2015). *ITU*. Obtenido de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Documents/EVENTS/2015/0910-PA-IXP/2%20Viernes%20El%20Salvador%20Ibarra%20Pasos%20hacia%20adopci%C3%B3n%20IPv6.pdf>
- [21] Marchante, A. (12 de Febrero de 2020). *3D Natives*. Obtenido de <https://www.3dnatives.com/es/caracteristicas-del-software-sketchup-120220202/>
- [22] Microsoft. (23 de Diciembre de 2021). Obtenido de <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/virtual-network/virtual-network-tcpip-performance-tuning>
- [23] Molina Robles, F. J. (2015). *Redes locales* . Madrid: RA- MA Editorial .
- [24] Ochoa, A., & Rios, M. (2019). *Analisis y rediseño de red de la empresa lubrilaca aplicando balanceo de carga*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39264/1/B-CINT-PTG-N.%20392%20Ochoa%20c3%81lvarez%20Andrea%20Madelaine%20.%20Rios%20Solis%20Miguel%20c3%81ngel.pdf>
- [25] Riso, H., & Saibene, O. (2020). *Redes de Telecomunicaciones*. Argentina: Sarmiento Editor - Universitas .
- [26] Sánchez Rubio, M., Barchino Plata, R., & Martínez Herráiz, J. J. (2020). *Redes de computadoras* . Universidad de Alcalá.
- [27] Santos González, M. (2014). *Diseño de redes telemáticas*. España: RA-MA, S.A.
- [28] Ubiquiti Networks, Inc. (2017). *Ubiquiti Networks, Inc*. Obtenido de https://ftp3.syscom.mx/usuarios/adiaz/UBNT/ER4/EdgeRouter_ER-4_DS.pdf
- [29] Vélez, F., & Gutierrez, L. (2016). *IPv6, una realidad*. Bogotá.
- [30] VmWare. (18 de Noviembre de 2020). *VmWare*. Obtenido de <https://docs.vmware.com/es/VMware-NSX-T-Data->

Center/3.1/administration/GUID-5ADD0FBB-7F30-4933-8737-
2AC0D919EE3F.html

- [31] WifiSafe. (16 de Junio de 2016). *WifiSafe*. Obtenido de
<https://www.wifisafe.com/blog/algoritmos-de-balanceo-de-carga-de-peplink/>

