UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

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

PROYECTO TÉCNICO: "IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DE LA OLT ZTE ZXA10 C320 SOBRE LA RED PON DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA"

AUTORES:

CHRISTIAN ANDRÉS PALTA ORTEGA CARLOS GERMAN QUINTUÑA PAIDA

TUTOR:

ING. EDWIN JOHNATAN CORONEL GONZÁLEZ

COTUTOR:

ING. LUIS FERNANDO GUERRERO VÁSQUEZ

CUENCA - ECUADOR

2022

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Christian Andres Palta Ortega con documento de identificación N° 0105509459 y Carlos German Quintuña Paida con documento de identificación N° 0302710421, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **"IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DE LA OLT ZTE ZXA10 C320 SOBRE LA RED PON DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA"**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero en Telecomunicaciones*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, enero del 2022.

Christian Andrés Palta Ortega C.I. 0105509459

bent

Carlos German Quintuña Paida C.I. 0302710421

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **"IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DE LA OLT ZTE ZXA10 C320 SOBRE LA RED PON DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA"**, realizado por Christian Andrés Palta Ortega y Carlos German Quintuña Paida, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, enero del 2022.



Ing. Edwin Johnatan Coronel González C.I 0301141222

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Christian Andrés Palta Ortega con documento de identificación N° 0105509459 y Carlos German Quintuña Paida con documento de identificación N° 0302710421, autores del trabajo de titulación: **"IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DE LA OLT ZTE ZXA10 C320 SOBRE LA RED PON DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA"**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría

Cuenca, enero del 2022.

Christian Andrés Palta Ortega C.I. 0105509459

Carlos German Quintuña Paida C.I. 0302710421

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por la oportunidad de haber llegado a este punto, por haberme dado motivos para continuar y porque en ningún momento me quito la guía, compañía, paciencia y apoyo de mis padres y hermana, que han sido mi principal pilar de apoyo para no decaer ningún momento. Agradezco también a en la Universidad Politécnica Salesiana, nuestro director de tesis Ing. Johnatan Coronel y a nuestro director de carrera PhD. Walter Orozco quienes en conjunto con el personal docente de la carrera de Telecomunicaciones aportaron a mi formación académica e hicieron que todo esto sea posible. Finalmente agradezco a mi compañero de tesis Carlos Quintuña y mis colegas Bryan Otavalo y Rooswell Vasquez que han sido testigos de todo el esfuerzo realizado y que me brindaron su apoyo y ayuda en todo momento.

Christian Andrés Palta Ortega

Agradezco a mis padres Blanca y Julio, por esos consejos para poder tomar buenas decisiones, no solo en el tema académico sino en la vida, por enseñarme con el ejemplo y ser ese pilar fundamental para poder culminar mis estudios universitarios, agradezco el apoyo de mis hermanos, y a toda mi familia en general. Al Ing. Johnatan Coronel por dirigir este proyecto de titulación, a quien ha sido nuestro director de carrera PhD. Walter Orozco, y a los docentes que estuvieron en la formación académica de mi carrera profesional.

Carlos German Quintuña Paida

DEDICATORIAS

A Livio y Alexandra mis padres que pusieron mis metas y sueños sobre las de ellos y sentirlas y buscarlas como suyas, por acompañarme toda una vida con sus consejos, por darme su modelo a seguir, por enseñarme a siempre mantenerme de pie sin importar lo difícil que sea la situación y por nunca dejarme solo a pesar de todo.

Christian Andres Palta Ortega

A mis padres, porque fueron mi fortaleza en este interesante camino y el impulso de motivación de trabajar día a día para llegar a cumplir esta meta, y a mi familia porque de alguna u otra manera me apoyaron.

Carlos German Quintuña Paida

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 RED PON	2
FIGURA 2 PLANTA INTERNA - EQUIPOS	3
FIGURA 3. EQUIPO TERMINAL OLT, VISTA FRONTAL [9]	4
FIGURA 4 ROUTER CISCO 1811	4
FIGURA 5 ROUTER MIKROTIK [10]	5
FIGURA 6 DISTRIBUIDOR DE FIBRA ÓPTICA [12]	5
FIGURA 7 UPS 3KVA ONLINE [13].	6
FIGURA 8 MANGA TIPO DOMO [14]	7
FIGURA 9 NAP 1:16 [14]	8
FIGURA 10 ONT/ONU [16]	9
FIGURA 11 TOPOLOGÍA GPON	9
FIGURA 12 CANAL ASCENDENTE [24].	14
FIGURA 13. MULTIPLEXADO EN SENTIDO DESCENDENTE [26]	15
FIGURA 14 TRANSMISIÓN DOWNSTREAM [27].	16
FIGURA 15. MULTIPLEXADO EN SENTIDO ASCENDENTE [26]	16
FIGURA 16 TRANSMISIÓN UPSTREAM [27]	17
FIGURA 17 TOMACORRIENTE DE TORSIÓN 2 POLOS.	21
FIGURA 18 INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE	21
FIGURA 19 LÍNEA DE TIERRA	22
FIGURA 20 CABLEADO Y CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA.	22
FIGURA 21 ESQUEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA	23
FIGURA 22 PUERTO DE GESTIÓN 10/100 DE LA OLT	27
FIGURA 23 CONEXIÓN TELNET A LA OLT	27
FIGURA 24 ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL MIKROTIK, OLT ZTE Y EL PROVEEDOR DE INTERNET	31
FIGURA 25 ACCESO DENTRO DE LA INTERFAZ DE WINBOX.	32
FIGURA 26 EQUIPOS VECINOS AUTODETECTADOS (NEIGHBORS)	32
FIGURA 27 INGRESO A LA LISTA DE INTERFACES	33
FIGURA 28 NOMBRES Y COMENTARIOS DE LAS INTERFACES DEL MIKROTIK	33
FIGURA 29 CONFIGURACIÓN DE NOMBRE DE LA INTERFASE "ETHER1"	34
FIGURA 30 CONFIGURACIÓN DEL COMENTARIO DE LA INTERFASE "ETHER1".	34
FIGURA 31 INGRESO DE LA DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN CON SU COMENTARIO	35
FIGURA 32 IP DE ADMINISTRACIÓN AGREGADA AL "ADDRESS LIST"	35
FIGURA 33 INGRESO AL TELNET	36
FIGURA 34 SELECCIÓN DE TIPO DE CONEXIÓN E IP DE GESTIÓN	36
FIGURA 35 VENTANA DE INGRESO A LA OLT CON TELNET	37
FIGURA 36 INGRESO A LA OLT MEDIANTE LAS CREDENCIALES CORRESPONDIENTES (TESISISP –	
Patito.123@456).	37

FIGURA 37 INGRESO AL DHCP CLIENT	. 38
FIGURA 38 DHCP CLIENT VACÍO	. 38
FIGURA 39 NUEVO DHCP CLIENT Y ACTIVADO CON EL BOTÓN "ENABLE".	. 39
FIGURA 40 DHCP CLIENT CREADO Y CON LA IP DEL PROVEEDOR DE SERVICIO.	. 39
FIGURA 41 IP CREADA AUTOMÁTICAMENTE EN EL ADDRESS LIST	. 41
FIGURA 42 DNS DEL PROVEEDOR DE SERVICIO ASIGNADOS AUTOMÁTICAMENTE.	. 41
FIGURA 43 RUTA CREADA AUTOMÁTICAMENTE PARA LA SALIDA A INTERNET	. 41
FIGURA 44 INGRESO AL FIREWALL.	. 42
FIGURA 45 REGLAS NAT DEL FIREWALL VACÍA.	. 42
FIGURA 46 REGLA NAT "SRCNAT" PARA EL PUERTO "ETHER1 WAN"	. 43
FIGURA 47 CONFIGURACIÓN "MASQUERADE" EN LA PESTAÑA "ACTION"	. 43
FIGURA 48 REGLA NAT CREADA	. 44
FIGURA 49 INGRESO A LAS CONFIGURACIONES DE BRIDGE.	. 44
FIGURA 50 LISTA DE CONEXIONES BRIDGE VACÍAS.	. 45
FIGURA 51 CREACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE NOMBRE DE LA NUEVA INTERFASE "BRIDGE OFICINA"	'. 45
FIGURA 52 CONFIGURACIÓN DE COMENTARIO DE LA INTERFASE "BRIDGE OFICINA".	. 45
FIGURA 53 INTERFASE "BRIDGE OFICINA" CREADA	. 46
FIGURA 54 PUERTOS VACÍOS DE BRIDGE	. 46
FIGURA 55 NUEVO BRIDGE PORT CON INTERFASE "ETHER4 BRIDGE" Y BRIDGE "BRIDGE OFICINA	.".
	. 47
FIGURA 56 PORT'S BRIDGE CREADOS CON CADA UNO DE LOS PUERTOS LIBRES DEL MIKROTIK Y	
RELACIONADOS AL "BRIDGE OFICINA".	. 47
FIGURA 57 INGRESO AL ADDRESS LIST.	. 48
FIGURA 58 CONFIGURACIÓN DE IP'S PARA LA LAN DE OFICINA Y SELECCIÓN DE INTERFACE "BRIDO	GE
OFICINA".	. 48
FIGURA 59 CONFIGURACIÓN DE COMENTARIO DE LA DIRECCIÓN IP.	. 48
FIGURA 60 IP AGREGADA CON LA INTERFASE DE "BRIDGE OFICINA"	. 48
FIGURA 61 INGRESO AL DHCP SERVER.	. 49
FIGURA 62 LISTA DE DHCP SERVER.	. 49
FIGURA 63 SELECCIÓN DE INTERFASE "BRIDGE OFICINA".	. 49
FIGURA 64 SELECCIÓN DE RED PARA DHCP.	. 50
FIGURA 65 CONFIGURACIÓN DE GATEWAY.	. 50
FIGURA 66 CONFIGURACIÓN DE POOL DE DIRECCIONES DESDE LA 192.168.100.10 HASTA LA	
192.168.100.254	. 50
FIGURA 67 CONFIGURACIÓN DE DNS AUTOMÁTICOS Y DNS MANUALES (8.8.8.8 - 8.8.4.4)	. 51
FIGURA 68 CONFIGURACIÓN DE TIEMPO DE ACTUALIZACIÓN DE IP'S	. 51
FIGURA 69 DHCP SERVER CREADO.	. 51
FIGURA 70 CONFIGURACIÓN DE NOMBRE Y COMENTARIO DEL POOL DE DIRECCIONES	. 52
FIGURA 71 IP, MASCARA Y GATEWAY ASIGNADO.	. 52

FIGURA 72 DETALLES DE MEDICIÓN DE ANCHO DE BANDA 94 MBPS	53
FIGURA 73 INGRESO A LAS INTERFACES	55
FIGURA 74 "INTERFACE LIST" SIN VLAN'S CREADAS	55
FIGURA 75 NUEVA INTERFACE PARA LA VLAN101 CON VLANID:101 A TRAVÉS DEL ETHER3 SAL	IDA
INTERNET	56
FIGURA 76 COMENTARIO PARA LA INTERFACE VLAN101	56
FIGURA 77 "VLAN'S" CREADAS CORRESPONDIENTES A CADA NAP DE LA RED PON.	57
FIGURA 78 DIRECCIÓN CORRESPONDIENTE A LA NAPAO1 CON SU IP 192.168.101.1 A TRAVÉS DE L	A
INTERFAZ "VLAN101".	57
FIGURA 79 COMENTARIO DE LA IP 192.168.10.1	57
FIGURA 80 IP'S CREADAS CORRESPONDIENTES A LAS VLAN'S ANTERIORMENTE CREADAS	58
FIGURA 81 INGRESO A LAS "ROUTES" DE CADA UNA DE LAS DIRECCIONES INGRESADAS	58
FIGURA 82 "ROUTES" CREADAS AUTOMÁTICAMENTE CORRESPONDIENTES A CADA INTERFASE DE	
VLAN	59
FIGURA 83 INGRESO AL FIREWALL.	59
FIGURA 84 CONFIGURACIÓN EN LA PESTAÑA "GENERAL" PARA LA REGLA DEL TIPO "DSTNAT" DE	
SALIDA DE LA VLAN101	60
FIGURA 85 CONFIGURACIÓN EN LA PESTAÑA "ACTION" PARA LA REGLA DEL TIPO "DST-NAT" DE SA	LIDA
DE LA VLAN101	60
FIGURA 86 COMENTARIO DE LA REGLA DE SALIDA DE LA VLAN101	61
FIGURA 87 REGLAS DE SALIDA CREADAS PARA CADA UNA DE LAS VLAN	61
FIGURA 88 PERFILES DE VLAN CREADOS	62
FIGURA 89 PERFILES ESTÁTICOS CREADOS.	64
FIGURA 90 ONT'S DESCONOCIDAS CONECTADAS EN LA OLT.	66
FIGURA 91 PING DESDE EL MIKROTIK A LA ONT RECIÉN ENGANCHADA.	68
FIGURA 92 INGRESO A LAS COLAS	68
FIGURA 93 COLA SIMPLE CREADA CON ANCHO DE BANDA DE UPLOAD Y DOWNLOAD EN 80MBPSS.	69
FIGURA 94 CONFIGURACIÓN DE NOMBRE Y LÍMITES DE ANCHO DE BANDA PARA UPLOAD Y DOWNL	OAD.
	69
FIGURA 95 CONFIGURACIÓN AVANZADA DE UPLOAD Y DOWNLOAD ADEMÁS DEL TIPO DE COLA	69
FIGURA 96 ESQUEMA DE CONEXIÓN – USUARIO FINAL	70
FIGURA 97 CONFIGURACIÓN DE ROUTER-USUARIO.	71
FIGURA 98 PRUEBA DE VELOCIDAD	71
FIGURA 99 EQUIPO OPTICAL POWER METER (OPM).	73
FIGURA 100 CABLE DE RED	73
FIGURA 101 PATCHCORD APC-APC.	74
FIGURA 102 CAJA ONT FTTH	74
FIGURA 103 ONT FTTH 1 PUERTO ETHERNET, 1 PUERTO PON	75
FIGURA 104 ROUTER NEXXT - NEBULA300 PLUS.	75

FIGURA 105 CONEXIÓN DIRECTA DESDE LA NAP A LA ONT BAJO LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

RECOMENDADAS	
FIGURA 106 CONEXIÓN EN LA NAP CON LA ONT.	76
FIGURA 107 MEDICIÓN BASE EN EL MIKROTIK 94 MBPS	78
FIGURA 108 ANCHO DE BANDA EN LA NAP A01 DE 9.7 MBPS Y CON SU IP 192.168.101.11	78
FIGURA 109 ANCHO DE BANDA EN LA NAP A02 DE 20 MBPS Y CON SU IP 192.168.102.11	79
FIGURA 110 ANCHO DE BANDA EN LA NAP A03 DE 29 MBPS Y CON SU IP 192.168.103.11	79
FIGURA 111 ANCHO DE BANDA EN LA NAP A06 DE 56 MBPS Y CON SU IP 192.168.106.11	80
FIGURA 112 ANCHO DE BANDA EN LA NAP A07 DE 70 MBPS Y CON SU IP 192.168.107.11	80
FIGURA 113 ANCHO DE BANDA EN LA NAP A08 DE 79 MBPS Y CON SU IP 192.168.108.11	81
FIGURA 114 POTENCIA EN EL OPM DE LA NAP A01 [-17.57 DBM]	81
FIGURA 115 POTENCIA EN EL OPM DE LA NAP A02 [-17.34 DBM]	82
FIGURA 116 POTENCIA EN EL OPM DE LA NAP A03 [-17.37 DBM]	82
FIGURA 117 POTENCIA EN EL OPM DE LA NAP A06 [-17.57 DBM]	82
FIGURA 118 POTENCIA EN EL OPM DE LA NAP A07 [-18.86 DBM]	83
FIGURA 119 POTENCIA EN EL OPM DE LA NAP A08 [-17.37 DBM]	83

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA TECNOLOGÍA GPON [19]	10
TABLA 2 NIVELES DE PRIORIDAD [28]. 1	17
Tabla 3 Configuración de servicio GEM.	24
TABLA 4 CONFIGURACIÓN DE SERVICIO ONU. 2	25
TABLA 5 CONFIGURACIÓN INICIAL	26
TABLA 6 CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA OLT ZTE C320 2	27
TABLA 7 CREACIÓN DE USUARIOS Y CONFIGURACIÓN DE VENTILADOR DE LA OLT	28
TABLA 8 ACTIVACIÓN DE TARJETAS DE LA OLT. 2	29
TABLA 9 DISTRIBUCIÓN DE PUERTOS DEL MIKROTIK 3	30
TABLA 10 DISTRIBUCIÓN DE VLAN'S PARA CADA NAP	54
TABLA 11 CREACIÓN DE LOS 8 PERFILES DE VLAN	52
TABLA 12 TAGGEO DEL PUERTO GEI_ $1/4/1$ CON LAS VLAN CREADAS6	53
TABLA 13 CREACIÓN DE LOS 8 PERFILES ESTÁTICOS DE VLAN	54
TABLA 14 CREACIÓN DE ONT NUEVA DENTRO DE LA OLT ϵ	55
TABLA 15 CONFIGURACIÓN DE ONT	56
TABLA 16 ANCHOS DE BANDA ASIGNADOS A CADA NAP PARA LA DISTRIBUCIÓN HACIA SUS ABONADO	s.
	77

GLOSARIO

ODN: Red de Distribución Óptico – Optical Distribution Network

OLT: Terminal de Línea Óptico – Optical Line Terminal

ONU: Unidad de red óptico – Optical Network Unit

ONT: Terminal de red óptico – Optical Network Optical

PON: Red Óptica Pasiva - Passive Optical Network

DBA: Asignación dinámica de ancho de banda - Dynamic Bandwidth Assignment

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones – International Telecommunications Union

IPS: Proveedor de Servicio de Internet - Internet Service Provider

GPON: Redes Ópticas Pasivas con capacidades de Gigabit - Gigabit Passive Optical Network

GEM: Método de Encapsulamiento GPON – GPON Encapsulation Method

NAT: Traducción de Direcciones de Red - Network Address Translation

WDM: Multiplexación por División de Onda - Wavelength Division Multiplexing

TCONT: Contenedores de Transferencia - Transmission Containers

OMCC: Control del Canal y Administración de ONU- ONU Management and Control Channel

TDM: Multiplexación por División de Tiempo - Time Division Multiplexing

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, las expectativas de los usuarios en cuanto a una serie de servicios avanzados de Telecomunicaciones han crecido notablemente. Por ejemplo, hoy en día se habla de servicios tales como IPTv, videoconferencia, videojuegos online, entre otros [1]. El incremento tanto de los servicios, como de los dispositivos de comunicación provocan un mayor volumen de tráfico. Actualmente, en el Ecuador existen 13.82 millones de dispositivos móviles conectados, los cuales representan el 77,8% de la población [2]. Por ello, la industria en su intento de satisfacer estos requerimientos busca generar cambios implementando nuevas tecnologías en sus redes comerciales obsoletas de cobre, con nuevas configuraciones en la parte física y el software de los equipos, para obtener redes de mayor alcance en seguridad, velocidad, cobertura, y versatilidad en el tráfico de información.

Las redes ópticas pasivas o redes PON (Passive Optical Network) se han convertido en una de las soluciones favoritas de estos problemas, su estructura está formada básicamente por tres componentes: OLT (Optical Line Terminal), ubicada en la central del operador; ODN (Optical Distribution Network), que constituye la fibra óptica y varios divisores ópticos para la dispersión; y ONT (Optical Network Terminal), localizada en el domicilio del usuario final [3]. Esta red no necesita elementos activos en su distribución desde la oficina central hasta el abonado; está compuesta de fibra óptica monomodo, por sus características de propagación de una señal de luz a través de múltiples reflexiones en su núcleo, esto permite el envío de grandes cantidades de información [4].Por tanto, son capaces de satisfacer la demanda de mayor ancho de banda, mayor cobertura, seguridad, menor atenuación de las señales, etc.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

El desarrollo de las Telecomunicaciones con el paso del tiempo ha crecido de una manera exponencial, ya que en la actualidad la expectativa de los usuarios busca cubrir cada vez más necesidades en tiempos más cortos y entornos más confiables, por lo cual las redes convencionales se ven limitadas en su intento de satisfacer estos requerimientos, por lo que se busca generar redes de mayores alcances en seguridad, velocidad, y versatilidad en el tráfico de información. Una de las tecnologías para solventar estas necesidades son Redes Ópticas Pasivas Gigabit (del inglés *Gigabit Passive Optical Network*, GPON), las cuales están implementados en las diferentes empresas de servicio de telecomunicaciones del país.

Por esta razón en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca se realizó un trabajo de titulación, el cual consistía en la implementación de una Red de Fibra Óptica dentro del campus universitario y gestionado desde el laboratorio de telecomunicaciones, con el objetivo de preparar al estudiante en el área de la parte operativa de los diferentes equipos utilizados en esta infraestructura [5]. Como complemento a esta red de fibra óptica se plantea el presente proyecto de tesis, "Implementación y gestión de la OLT ZTE ZXA10 C320 sobre la red PON de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca", que consiste en la configuración y pruebas de funcionamiento. Este proyecto permitirá preparar a los estudiantes para el campo profesional debido a que las diferentes empresas de servicio de telecomunicaciones cuentan con esta arquitectura de red.

JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)

La tecnología GPON es usada en la mayoría de los proveedores de servicio con acceso a internet, la importancia de este proyecto de tesis está enfocado en la posibilidad de habilitar tráfico a través de una Terminal de Línea Óptica (del inglés, *Optical Line Terminal*, OLT) de uso comercial sobre la RED de Fibra Óptica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, lo que permitirá establecer estudios de calidad de servicio, mantenimiento de red y gestión de la OLT.

Estos procesos aportan al conocimiento práctico de los estudiantes por sus diversas pruebas de funcionamiento dentro y fuera del Laboratorio de Telecomunicaciones, específicamente en la Red de Fibra Óptica. Todo esto en conjunto permite al estudiante a estar preparado directamente para el campo laboral y sirve como punto de partida para implementar nuevos métodos en la gestión de esta tecnología.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

 Implementar y gestionar la OLT ZTE ZXA10 C320 dentro del laboratorio de telecomunicaciones sobre la red PON de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Realizar el estado del arte sobre la OLT ZTE ZXA10 C320 la tecnología GPON y la red PON implementada en la UPS sede Cuenca.
- Identificar la topología de la red PON de la UPS sede Cuenca.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la OLT sobre la red GPON, mediante la gestión local y remota, de servicios y usuarios finales, a través del software de gestión y línea de comando.

CAPÍTULO 1:

1.1 RED PON

La Red Óptica Pasiva (del inglés *Passive Optical Network*, PON) consiste en la utilización de fibra óptica hasta el domicilio del abonado, prestando diferentes servicios como voz, datos y video, más conocido Triple Play. Sus ventajas son: mayor ancho de banda, mayor cobertura, resistencia a la interferencia electromagnética, menor perdidas en la señal, etc.

En la estructura de la red PON consta de 3 bloques importantes que son:

- Red de Alimentación: Está ubicada en la oficina central, aquí es el centro de gestión de todos los servicios a brindar por parte del proveedor, en este lugar se encuentran los equipos activos como: OLT, ROUTER, etc.
- Red de Distribución: Es el bloque puramente pasivo de la red PON o también conocido como planta externa; está constituido por splitters, cable de fibra óptica, y otros elementos necesarios para proteger la red. Comprende la comunicación entre la OLT y el usuario.
- Red de Dispersión: Este tramo es la conexión con los diferentes usuarios, además de los componentes pasivos, se requiere de un dispositivo eléctrico conocido como Unidad de Red Óptica (del inglés Optical Network Unit, ONU) o Terminal de Red Óptica (del inglés Optical Network Terminal, ONT), este se coloca en el hogar del usuario.

La red opera con el cable de fibra óptica que empieza desde la oficina central o cabecera, enrutada por los splitters hasta llegar a un terminal de acometida, de aquí saldrá las conexiones individuales con los usuarios finales, cabe mencionar que la capacidad de un hilo de fibra puede ser de 64 usuarios o hasta 128, esto depende de los niveles de splitteo [6]. La topología de red PON explicada anteriormente está representada en la Figura 1. Los equipos utilizados en cada tramo de la red se describirán más adelante.



Figura 1 Red PON

1.1.1 RED DE ALIMENTACIÓN O PLANTA INTERNA

En los equipos de la oficina central se gestiona el ancho de banda contratado para los diferentes usuarios de esa red. En este centro de operaciones se recomienda contar con un respaldo de energía, pues, el servicio que se brinda debe ser continuo.

Los equipos más comunes utilizados por las empresas proveedoras del servicio son: Router de Proveedor, Router de Gestión, OLT, ODF, UPS (Fuente de poder).

A continuación, se describirá la función de los equipos y su colocación más común en el rack de la oficina central (Figura 2).



Figura 2 Planta Interna - Equipos.

(A) OLT

Es el equipo encargado de gestionar y controlar el tráfico de la red entre la oficina del operador. La OLT proporciona el ancho de banda, da prioridad para servicios específicos, realiza el balance de potencia, corrige fluctuaciones de tráfico de red, entre otras funciones. Según lo establecido por la ITU-G.984.2. su potencia máxima es de +5dBm y su mínima potencia es de +1,5 dBm con una sensibilidad mínima de -28 dBm. La OLT que se va a implementar en nuestro proyecto es la OLT ZTE ZXA10 C320 mostrada en la Figura 3[7][8].



Figura 3. Equipo terminal OLT, vista frontal [9].

(B) ROUTER DE PROVEEDOR

Este equipo es el medio de acceso al backbone de la empresa (del inglés *Internet Service Provider*, ISP) a internet, este dispositivo activo está ubicado en el nodo principal, cabe recalcar que los operadores del nodo no tienen acceso a las configuraciones. Entre los Routers más utilizados están el Cloud Core Router y de Cisco el modelo 1811 (Figura 4), la elección de los equipos depende del ancho de banda que requiere la empresa, y su cantidad de usuarios por el tráfico de información.



Figura 4 Router Cisco 1811

(C) ROUTER DE GESTIÓN

Entre sus funciones están, la asignación y control del ancho de banda de las diferentes cuentas de los clientes residenciales, la traducción de direcciones de red (del inglés *Network Address Translation*, NAT), reglas de firewall, asignación de los puertos para los usuarios [10] (Figura 5).



Figura 5 Router Mikrotik [10].

$(\mathbf{D})\mathbf{ODF}$

Es un componente pasivo, es el vínculo de la red externa GPON con los puertos PON de la OLT, es aquí donde llegan los terminales de cables de fibra óptica de la red troncal. El objetivo es optimizar el manejo de los hilos de fibra óptica, clasificar, y dar la posibilidad de que la red GPON tenga un crecimiento adecuado y en orden [11].



Figura 6 Distribuidor de Fibra Óptica [12].

(E) FUENTE DE PODER

Este equipo brinda una protección perfecta a cargas altamente críticas, la corriente es rectificada a la entrada esto se debe a la tecnología de control PWM, el voltaje de salida AC ofrece una señal pura y estable. Una de las ventajas de estos equipos es que consta de un modo *BATERIA*, el cual consiste en mantener una alimentación estable hasta que la red eléctrica se recupere [13] como es el caso del UPS 3KVA de la Figura 7.



Figura 7 UPS 3KVA Online [13].

1.1.2 RED DE DISTRIBUCIÓN O PLANTA EXTERNA.

Está conformada meramente por elementos pasivos es decir que no necesitan de ninguna fuente de corriente eléctrica para funcionar, los más importantes son los siguientes.

(A) MANGA

Es utilizado para contener empalmes de fusión de fibra óptica, de los cables de fibra óptica troncales y de distribución. Su estructura está herméticamente diseñada para soportar filtraciones de agua u otros factores de la intemperie, incluso cualquier golpe. La manga que se utilizó en la red de la Universidad es de tipo domo [14].



Figura 8 Manga tipo Domo [14].

(B) NAP

Es el punto de conexión con cada uno de los usuarios finales, portan un splitter, los más habituales que se encuentran en el mercado son los que poseen puertos de 1:4, 1:8, 1:16.



Figura 9 NAP 1:16 [14].

(C) SPLITTER

Estos elementos son los que facilitan la distribución de la red, ya que permite conexiones punto-multipunto. Es el encargado de dividir la señal en múltiples señales.

1.1.3 RED DE DISPERSIÓN.

Es la acometida final de fibra óptica hasta el usuario.

(A) ONT/ONU

Esta unidad provee interfaces de usuario, siendo el más común gigabit ethernet. En general está ubicada en el interior del domicilio. La ONU es el encargado de recibir y filtrar las señales de información de datos, voz y video, especificadas para cada usuario, estos datos son enviados a través de la OLT [15]. Su función es la de convertir la línea de fibra óptica en interfaces Ethernet [16].



Figura 10 ONT/ONU [16].

1.2 TECNOLOGÍA GPON

Se le denomina GPON para especificar un modo de transmisión, la misma que puede ser asimétrica y simétrica. La topología más utilizada en estas redes son de tipo árbol, la velocidad de transmisión es de hasta 2,488 Gb/s en el canal descendente (dowstream) y de 1,244 Gb/s en el canal de ascendente (upstream), las longitudes utilizadas de onda que se utilizan son de 1490 nm y 1310 nm respectivamente, como se representa en la Figura 11. Se encuentra especificada en el estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU-T G.984.x. Su cobertura llega hasta los 20km, soporta multiservicio como voz, video entre otros [17][18]. En la tabla 1 se especifican características generales del sistema GPON.



Figura 11 Topología GPON

Tabla 1 Características generales de la tecnología GPON [19].

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Estándar	UIT-T G.984.1/2/3/4/5.
Sentidos de Transmisión	Ascendente (<i>Upstream</i>): De la ONU a la OLT.
	Descendente (<i>Downstream</i>): De la OLT a la ONU.
Tasa de Transmisión	<i>Upstream</i> :155,52Mbps, 622,08Mbps, 1244,16Mbps, 2488,32Mbps.
	Downstream:1244,16 Mbps, 2488,32 Mbps.
Combinaciones de Velocidad de Transmisión	Asimétrico (Mbps): 155,52-1244,16; 622,08-1244,16; 155,52-2488,32; 622,08-2488,32; 1244,16-2488,32.
	Simétrico (Mbps): 1244,16-1244,16; 2488,32-2488,32.
Código de línea	<i>Upstream</i> : NRZ (<i>Non Return to Zero</i>) (+ seudoaleatorizado, <i>se define en la especificación de la</i> <i>capa TC</i>).
	Downstream: NRZ (+ seudoaleatorizado).
Método de Transmisión	Bidireccional (WDM, <i>Wavelength Division</i> <i>Multiplexing</i>) en una fibra.
	Unidireccional en dos fibras.

Longitud de onda de trabajo	Upstream: 1260-1360nm.
	<i>Downstream</i> : 1480-1550nm (Sistemas de una sola fibra). 1260-1360nm (Sistemas de dos fibras).
Alcance Físico	10 Km y 20 Km.
Alcance Lógico	60 Km.
Relación de división	1:16/32/64 Capa PMD (Physical Medium Dependent).
	1:128 Capa TC (Transmission Convergence).
Tipo de Fuentes	Láseres en modo multilongitudinal (MLM, <i>Multi-Longitudinal Mode</i>) y los láseres en modo monolongitudinal (SLM, Single-Longitudinal Mode).
Sanarta da Samiaias	E1 E3 ATM video digital etc
Soporte de Servicios	
Servicios UNI (User Network Interface)	<i>Ethernet</i> , RDSI, PDH (T1, DS3, E1), STM-1,4(ATM), etc.
Servicios SNI (Service Node Interface)	1000BASE-X (<i>Ethernet</i>), PDH (DS3, ATM, E1, E3), POTS, RDSI, etc.
Seguridad	AES (Advanced Encryption Standard).
Tasa de bits errados (BER, Bit error ratio)	Menor a 10 ⁻¹⁰ .
Gama de atenuación ¹ (Rec. UIT-T G.982)	Clase A: 5-20 dB. Clase B: 10-25 dB.
	Clase C: 15-30 dB.
OMA (Operations, Administration and Maintenance)	PLOAM (Physical Layer OAM) + OMCI (ONT Management and Control Interface).

1.2.1 PRINCIPALES FUNCIONES DE TRANSMISIÓN.

Para que sea posible ofrecer el servicio a múltiples usuarios utilizando el mínimo de puertos ópticos de la OLT y dar una solución de manera lógica es necesario tener en conocimiento los siguientes conceptos.

(A) WDM

La utilización de la Multiplexación por División de Longitud de Onda (del inglés *Wavelength Division Multiplexing*, WDM), esta técnica se utiliza al emplear un solo hilo de fibra con el fin de obtener una comunicación bidireccional, facilita la transmisión tanto de subida como de bajada ya que trabaja en diferentes longitudes de onda.

En este punto aún no se distingue el tráfico de los distintos usuarios, aquí es cuando se encarga la OLT de asignar slots o ventanas de tiempo a cada ONU/ONT para poder transmitir los datos [20].

(B) MÉTODO DE ENCAPSULAMIENTO GPON

El método de encapsulación GPON (del inglés *GPON Encapsulation Method*, GEM), soporta distintos tipos de servicios como: Modo de Transferencia Asíncrono (del inglés *Asynchronous Transfer Mode*, ATM), TDM, entre otros. Este protocolo se basa en periodos de tramas de 125 ms para realizar un transporte síncrono, se basa principalmente en una adaptación del procedimiento de entramado genérico (del inglés *Generic Framing Procedure*, GFP), este proceso define las maneras de encapsular la información de diferentes señales, consiste en una codificación en bloque de los datos del cliente y luego se mapean en una longitud fija o variable [21].

El protocolo GEM traslada el tráfico de datos mediante el protocolo de convergencia de transmisión (del inglés *GPON Transmission Convergence*, GTC). Las tramas son fundamentales, debido a que

soluciona retos de la capa física, contiene otras funcionalidades como la detección de errores y la gestión del ancho de banda, esto ayudara a tener una mejor calidad de servicio. Estas tramas constan de identificadores que sirven de soporte para el proceso, estos son [20]:

ONU ID: Al momento de registrar una ONT se asigna una ONU-ID, este permite el acceso y configuración de la ONT, como si fuera un "puerto" dentro de la OLT.

GEM Port: Es una etiqueta de 12 bits que se agrega a la trama de Ethernet, permite a los equipos activos reenviar o descartar tramas de alta velocidad. Por cada puerto PON puede existir 4096 (0-4095) puertos GEM, lo cuales son únicos para cada ONT/ONU.

(C) CONTENEDOR DE TRANSFERENCIA

Un contenedor de transferencia (del inglés *Transmission Containers*, TCONT), se utilizan para la gestión del ancho de banda ascendente, es decir, la comunicación desde la ONU hasta la OLT en la capa de convergencia de transmisión (del inglés *Transmission Convergence*, TC). Es gestionado mediante el Canal de Control y Gestión de la ONU (del inglés *ONU Management and Control Channel*, OMCC).

Se basan principalmente en un esquema de mapeo entre los puertos GEM y TCONT, son flexibles, es decir, que un puerto GEM puede corresponder a un TCONT o múltiples puertos GEM pueden corresponder al mismo TCONT. Se le asignan a la ONT y se identifican por el ALLOC-ID [22].

Existen 5 tipos de TCONT, los cuales permiten asignar las prioridades de tráfico para la transmisión, estos son:

TCONT 1: Está diseñado para brindar anchos de banda fijos, se respalda en una constante tasa de bits fijas, se usan principalmente

para servicios que son sensibles al retardo, como por ejemplo aplicaciones de video y voz [23].

TCONT 2: Diseñado para anchos de banda garantizado, lo cual requiere un bajo tiempo de retardo y un pequeño porcentaje de la tasa de perdida de paquetes. La diferencia con el fijo es que su ancho de banda puede ser compartido. Adecuado para servicios de video bajo demanda (VoD) [23].

TCONT 3: Se basa en el método de reserva para proporcionar una conexión de retardo medio y baja tasa de pérdidas de paquetes, este provee un ancho de banda asegurado. Transporta el tráfico en ráfagas de velocidad variable el cual necesita una demanda de velocidad variable, como por ejemplo transacciones bancarias [23].

TCONT 4: Diseñado para servicios que demandan un mejor esfuerzo, adecuados para los servicios de internet, pues no son sensibles al retardo [23].

TCONT 5: Esta es una combinación de dos o más de la clases anteriores, está diseñado como reserva para que el diseñador del sistema lo elija y lo opere [23].

(D) ASIGNACIÓN DINÁMICA DE ANCHO DE BANDA

La Asignación Dinámica de Ancho de Banda (del inglés Dynamic Bandwidth Allocation, DBA), este algoritmo es utilizado para regular el ancho de banda en el canal ascendente, la configuración pude ser fija o dinámica. En el canal descendente, las tramas GTC contienen el mapeo de ancho de banda y la carga útil para cada una de las ONTs [24].

Cada ONT trata de buscar la información que se relaciona con sus identificadores, y según los anchos de banda configurados se envían los datos en el canal ascendente. El proceso trata de que los datos que están en sentido ascendente se encuentran en cola, los cuales están alojados en el TCONT (Figura 12), pueden ser cualquier de los 5 tipos mencionados anteriormente.



Figura 12 Canal ascendente [24].

1.2.2 ARQUITECTURA DE TRANSMISIÓN

En la transmisión de datos, se utiliza la tecnología de WDM para facilitar la comunicación tanto de subida como de bajada, se realiza la multiplexación de información hacia los múltiples usuarios de la red, se adopta dos mecanismos que son:

- Downstream: Los paquetes se transmiten a través de broadcast.
- Upstream: Los paquetes se transmiten con un Acceso Múltiple por División de Tiempo (del inglés *Time division multiple access*, TDMA).

(A) DOWNSTREAM (DESCENDENTE)

En la dirección descendente, la OLT multiplexa las tramas GEM en el medio de transmisión, utilizando un Port-ID como identificador. El tráfico de bajada es de manera broadcast, en forma de Multiplexación por División de Tiempo (del inglés *Time Division Multiplexing*, TDM), desde la OLT hacia todas las ONTs, cada ONU/ONT debe considerar las tramas de su destino, como se representa en la Figura 13. Cada una de las ONTs descifrara la información que le corresponde, el algoritmo que se utiliza es el Estándar de Cifrado Avanzado (del inglés *Advanced Encryption Standard*, AES) [25]. En este proyecto de tesis, la longitud de onda que se utilizara para el canal de bajada es de 1490 nm.



Figura 13. Multiplexado en sentido descendente [26].



Figura 14 Transmisión Downstream [27].

(B) UPSTREAM (ASCENDENTE)

En la dirección ascendente, la OLT organiza y reparte el ancho de banda entre las diferentes ONTs transmitiendo un mapa de ancho de banda en la dirección descendente, identificando estas tramas de tráfico por su Alloc-ID. Cada ONT debe transmitir en sus slots temporales asignados. Las tramas en el canal ascendente se multiplexan en tiempo mediante el protocolo TDMA, la longitud de onda que se utiliza es de 1310 nm, este canal actúa como una red punto a punto (P2P), representado en la Figura 16.



Figura 15. Multiplexado en sentido ascendente [26].



Figura 16 Transmisión Upstream [27].

1.2.3 CALIDAD DE SERVICIO

Anteriormente se habló de calidad de servicio con los diferentes contenedores de transmisión, esto con respecto al método GEM, adicionalmente podemos implementar calidad de servicio en IP las cuales hacen uso de las VLANs. Este se basa en dar prioridades y establecer algoritmos de colas con el objetivo de evitar congestionar la red y brindar una mejor experiencia al usuario con el servicio que contrato. Los algoritmos de colas que se describen en este documento se refieren a los que implementa Mikrotik en sus equipos.

(A) NIVELES DE PRIORIDAD

En los niveles de prioridad se toma en cuenta el estándar IEEE 802.1p con el fin de clasificar los paquetes que son enviados por las VLANs, se permite asignar 8 niveles desde el nivel 0 (bajo) al 7 (alto), el nivel más alto tendrá preferencia al momento de transferir los paquetes. Se debe tomar en cuenta esta configuración por el motivo de calidad de servicio [28].

Tabla 2 Niveles de Prioridad [28].	
Prioridad	Tipo de tráfico
0	Retardo Insensible
1	Mejor Esfuerzo
2	Excelente Esfuerzo
3	Carga Controlada
4	Video
5	Voz
6	Control de internetwork. (conexión de redes)
7	Control de la Red.

(B) COLAS SIMPLES

Este tipo de colas se utiliza para gestionar de una mejor manera los recursos de la red ya sea por direcciones IP o redes, con la ayuda de este algoritmo se puede establecer características de calidad de servicio como: priorizar redes o direcciones IP, encolar tráfico de aplicaciones punto a punto. El RouterOS de Mikrotik posee 4 tipos de algoritmos de colas, estos son [29]:

- FIFO

Primero en Ingresar Primero en Salir (del inglés *First In First Out, FIFO*), consiste en que los paquetes serán tratados según el orden que ingresaron. El tamaño de la cola es limitado, por lo tanto, si se excede el paquete será descartado.

- RED

La cola de Descarte Aleatorio Temprano (del inglés *Random Early Detect*, RED), es similar al anterior, la diferencia es que se basa en probabilidades, si el buffer de colas está vacío todos los paquetes son aceptados, y si el buffer crece la probabilidad de descartar un paquete crece. Al momento de llenarse la memoria su probabilidad es de 1, entonces los paquetes entrantes serán eliminados.

- SFQ

Cola de equidad estocástica (del inglés *Stochastic Fairness Queuing*, SFQ), consiste en dividir el tráfico en 1024 substreams, este adopta el algoritmo de round robin el cual distribuirá igual cantidad de tráfico a cada sub-stream.

- PCQ

Cola por conexión (del inglés *Per Connection Queuing*, PCQ), este algoritmo consiste en balancear el ancho de banda entre los

usuarios conectados y así poder compartir el tráfico, esto quiere decir que si un usuario tiene una baja demanda de tráfico se puede compartir al que lo requiere.

CAPÍTULO 2:

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED GPON DENTRO DEL LABORATORIO

2.1 IMPLEMENTACION FISICA DE INICIO (PUESTA A TIERRA) Y TERMINOS IMPORTANTES

La primera de las implementaciones se realiza en las instalaciones eléctricas, donde se debe adecuar el entorno de trabajo de nuestros equipos a un ambiente totalmente seguro y preparado para imprevistos eléctricos comunes, como un fallo eléctrico, así mismo se analizará los términos que se trataran más adelante dentro de la gestión de los equipos ya de manera virtual.

2.1.1 PUESTA A TIERRA

En la implementación se debe considerar como prioridad la conexión eléctrica, para el correcto funcionamiento de los equipos y evitar cualquier desperfecto, pues, es un servicio que no debe ser interrumpido. Para evadir estos problemas en el rack se coloca un UPS para evitar peligros de choque eléctrico y que sirva de soporte al momento que haya interrupción de la energía eléctrica, ya que el equipo está equipado con una planta de baterías.

Para su conexión a los 110V se utiliza una toma especial conocido como tomacorriente de torsión 2 polos, se debe tener en cuenta cada uno de sus puntos de instalación como se muestra en la **Figura 19**.

Neutro Fase 1

Figura 17 Tomacorriente de torsión 2 polos.



Figura 18 Instalación de Tomacorriente.

Para el cableado de puesta a tierra, se realiza la conexión con un cable de calibre 10AWG como se recomienda en el manual [13], está línea de tierra está ubicada en la parte superior de la caja de breakers, la cual está en el interior del laboratorio de telecomunicaciones.


Figura 19 Línea de Tierra.

El cable tiene que conectarse a la barra de tierra del rack en donde están los equipos, como se puede observar en la Figura 20.



Figura 20 Cableado y conexión de puesta a tierra.

Finalmente, para una mejor explicación, se realizó el esquema de la conexión eléctrica que está representada en la **Figura 21**.



Figura 21 Esquema de conexión eléctrica.

2.1.2 TERMINOS IMPORTANTES

Los términos a continuación expuestos dentro de la Tabla 3 y la Tabla 4 son los que vamos a utilizar para la gestión de la red GPON, así mismo se da una descripción de las reglas NAT que usaremos dentro del MIKROTIK.

Tabla 3 Co	onfiguración de servicio GEM.
Nombre	Descripción
VLAN	Es una red de área local virtual, consiste en dividir una red física en varias redes lógicas, las cuales se diferencian con etiquetas.
CVLAN	Red de área local virtual del cliente.
GEMPORT	Los diferentes servicios se adaptan en entidades lógicas conocidas como GEMPort.
TCONT	El agrupamiento de las entidades lógicas están en los contenedores de transmisión de información (TCONTs), se utiliza para transmitir paquetes en upstream [30].
VPORT	Puerto virtual de la ONU, este relaciona el TCONT con el GEMPort en la ONU [31].

Tabla 4 Configuración de serv	vicio ONU.
Nombre	Descripción
pon-onu-mng	Modo de administración de la ONU.
wan-ip	Configuración de interfaz WAN de 1 a 1, es decir estática.
ip-profile (perfiles estáticos IP)	Los perfiles estáticos son utilizados para configurar diferentes direcciones IP, y dividirlas por lotes de manera lógica la red.
vlan-profile Perfil de VLAN	Se crea diferentes perfiles de VLAN para poseer etiquetas para las distintos lotes o distritos, y tener una red más ordenada.
dhcp-ip ethuni eth_0/1 from-onu	Se indica la interfaz LAN que se va a utilizar de la ONU.

2.1.2.1 REGLAS DE NAT

Estas reglas se configuran en el apartado del Firewall, pero primero explicaremos en qué consisten.

- NAT: Traducción de Direcciones de Red (del inglés *Network Address Translation, NAT*), permite que los hosts que estén dentro de una red LAN puedan comunicarse con la red externa. Existen dos tipos de reglas NAT, estas son [32]:
 - *Destination NAT (dst-nat):* Consiste en que todo el tráfico que llegue por la red externa a través de la ip pública, lo acepte y se redirecciona a una ip privada de la red local.

• *Source NAT (src-nat):* Traduce las direcciones IP privadas a direcciones IP públicas cuando se requiere acceder a Internet. Esta regla de NAT se configura con la una acción básica que es *masquerade*.

2.2 GESTION DE LA OLT

2.2.1 CONFIGURACION INICIAL

En caso de ser necesario se puede hacer una configuración completa desde cero en la OLT y para eso se utiliza los siguientes comandos.

Tabla 5 Configuración inicial.

Comando	Descripción
ZXAN# delete cfg startrun.sav	Borra el archivo <i>startrun.sav</i> en cfg
ZXAN# delete cfg startrun.dat	Borra el archivo <i>startrun.dat</i> en cfg
ZXAN# reboot	Reinicia el Sistema.

A continuación, se debe hacer la configuración de la OLT para su correcto funcionamiento y se puede proceder desde un reinicio completo o en el estado que la OLT se encuentre, para nuestra configuración vamos a realizar partiendo de un reinicio previo (OLT de fabrica).

En cuanto a la conexión física se debe conectar un cable patch cord desde el puerto 10/100 o MNG de la OLT a la PC ya que este es el puerto de gestión de la OLT.



Figura 22 Puerto de gestión 10/100 de la OLT

Lo primero que vamos a realizar es una conexión por telnet a través del PUTTY entre nuestra PC y la OLT (es importante indicar que para establecer esta conexión se debe estar en la misma RED de la OLT que responde a la IP:136.1.1.100), así mismo se debe tener en cuenta que esta conexión se la puede realizar a través del RouterOS (winbox) desde el Mikrotik.

Category:		
- Session	Basic options for your Pu	TTY session
Logging	Specify the destination you want to co	nnect to
- Terminal	Host Name (or IP address)	Port
Bell	136.1.1.100	22
- Features Window - Appearance	Connection type: O Raw Telnet Rlogin	⊖SSH ⊖Serial
Behaviour Translation Selection Colours Connection Date	Load, save or delete a stored sessio Saved Sessions Default Settings	Load
- Proxy	OLT 2 TE C320	Save
Rlogin ⊞-SSH		Delete
- Senai	Close window on exit Always Never On	ly on clean exit

Figura 23 Conexión telnet a la OLT

Una vez establecida la conexión procederemos a realizar la gestión en la OLT bajo los siguientes comandos.

Tabla 6 Configuración básica de la OLT ZTE C320

Comando	Descripción
ZXAN> user: ZTE	Credenciales iniciales de ingreso a la OLT (Estas credenciales se pueden

ZXAN> password: ZTE	modificar más adelante para un ingreso
	más personalizado y privado).
ZXAN> enable	Ingresa a la OLT con privilegios.
Password: zxr10	
ZXAN# show running-config	Presenta las configuraciones actuales.
ZXAN# configure terminal	Ingresa en el modo de configuración.
ZXAN <config># hostname OltUps</config>	Cambia el nombre de la OLT.
OltUps <config># clock timezone gmt -5</config>	Configura la zona horaria.
OltUps <config># exit</config>	
OltUps# clock set 10:00:00 jul 21 2021	Configura la hora y fecha.
OltUps# configure terminal	Ingresa en el modo de configuración.
OltUps <config># interface mng1</config>	Configura la interfaz de administración
OltUps <config-if># ip address 192.168.20.80</config-if>	Se debe colocar la IP y la máscara de
	la red de gestión, en nuestro caso
235.255.255.0	nuestra red será la 192.168.20.0 v
	nuestra IP de gestión es 192 168 20 80
	Como dato de interés la IP por defecto
	de la OLT es la 136 1 1 100 en caso de
	que se requiera usar con los valores por
	defecto
	deretto.

En cuanto a seguridad y configuraciones básicas es importante crear usuarios específicos para el manejo de la OLT con sus respectivos privilegios y además configuraciones físicas que corresponden a la interacción de la OLT con el entorno, como es el correcto ajuste del ventilador.

Tabla 7 Creación de usuarios y configuración de ventilador de la OLT.

Comando	Descripción
OltUps# configure terminal	Ingresa en el modo de configuración.

OltUps<config>#</config> service password -encryptation	1
OltUps <config># username tesisisp password Pa</config>	ttito.123@456 privilege 15
OltUps <config># show username</config>	Muestra los usuarios creados.
* OltUps <config># no username tesisisp</config>	Elimina el usuario.
OltUps <config># fan control temp_level 20 30 4</config>	0 50

En caso de que se haya realizado una configuración de fabrica se debe activar las diferentes tarjetas de la OLT en sus interfaces respectivas.

Tabla 8 Activación de tarjetas de la OLT.

Comando	Descripción
OltUps# configure terminal	Ingresa en el modo de configuración.
OltUps<config>#</config> add-rack rackno 1 racktype C3	320Rack
OltUps <config># add-shelf shelfno 1 shelftype C</config>	320_SHELF
OltUps <config># add-card slotno 1 GTGH</config>	Agrega la tarjeta colocada, verificar las tarjetas con el comando <i>show card</i> .
OltUps <config># set pnp enable</config>	Para que la autoreconozca
* OltUps <config># reset-card slotno 1</config>	Para resetear una tarjeta.
* OltUps <config># del-card slotno 1</config>	Elimina una tarjeta.

2.2.2 CONEXIÓN FISICA ENTRE LA OLT ZTE C320, ROUTER MIKROTIK Y LA SALIDA A INTERNET

Para la conexión física de los equipos vamos a distribuir los puertos ethernet del Mikrotik de la siguiente manera:

Puerto	Red	Propósito	Descripción
ether 1	WAN	WAN	Puerto de ingreso de INTERNET,
			proveedor de servicio.
ether 2	LAN	LAN VLAN's	Salida a INTERNET para los clientes
	Clientes		
ether 3	ADMIN	LAN	Puerto de gestión de la OLT
	OLT	Administración	
ether 4	BRIDGE	LAN OFICINA	Salida a internet desde el MIKROTIK
ether 5	BRIDGE	LAN OFICINA	Salida a internet desde el MIKROTIK
ether 6	BRIDGE	LAN OFICINA	Salida a internet desde el MIKROTIK
ether 7	BRIDGE	LAN OFICINA	Salida a internet desde el MIKROTIK
ether 8	BRIDGE	LAN OFICINA	Salida a internet desde el MIKROTIK

Tabla 9 Distribución de puertos del MIKROTIK

Una vez establecida la distribución de los puertos del MIKROTIK, debemos realizar la conexión física del Router del proveedor, el Router de borde MIKROTIK y la OLT ZTE C320. En nuestro caso reemplazamos por una IP estática privada, proporcionada por el departamento de sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana para la salida a internet con un ancho de banda de 90 MB's, por lo cual nuestra conexión será a través de un patch cord entre el puerto ether 1 del MIKROTIK y el punto de red D03 del laboratorio de Telecomunicaciones, para la salida a internet de los clientes utilizaremos un patch cord entre el puerto ether 3 del MIKROTIK y el puerto GE/FE (interfaz gei_1/4/1) de la OLT ZTE C320, teniendo en consideración que en este punto al ser un puerto de Uplink se debe colocar un transceptor SPF RJ45 10/100 de la marca ZTE. Como parte final para la conexión física previa a la gestión de la OLT se debe colocar un patch cord entre el puerto ether 2 del MIKROTIK y el puerto

10/100 de gestión de la OLT y otro patch cord entre el puerto ether 4 y el pc donde este instalado el RouterOS (Winbox). Los demás puertos quedaran configurados en modo bridge y con DHCP para que tengan salida a internet, la finalidad de esta configuración es para mantener una red LAN de OFICINA y brindar servicio a todos los equipos que se conecten a estos puertos (ether 4, ether 5, ether 6, ether 7, ether 8). A continuación, el esquema y la conexión física real de la instalación previo a sus configuraciones virtuales en el RouterOS (Winbox):



2.2.2.1 CONFIGURACION DE INTERFACES DEL MIKROTIK

Una vez conectado todo de manera física, procederemos a configurar a través de Winbox, por lo cual para la autenticación la realizaremos a través de la MacAddrress o directamente con la IP de la red en la que se encuentra el MIKROTIK. La red por defecto es 192.168.88.0 (Login: Admin, Password: **Se deja en blanco la primera vez que se ingresa al router a través del Winbox**). En caso de ingresar por la MacAddres se debe seleccionar la pestaña de

Neightbords y refrescar la lista de equipos cercanos con los cuales se puede interactuar como se muestra en la Figura 4.

Conne	et Te: 09/55/21/05/22/17				. Keer	Deserver	
Conne	et 10. 0855 51 05 65.17				• Keep	rasswor	u .
	Login: admin				Oper	n In New W	Indow
Pase	sword:						
	Add/Set		Connect To RoMON	Connect			
Manageo	Neighbors						
- 7	Set Master Password				Fi	nd	all 🔻
Address		User					-
45.70.237.	214:58235	cristian					

Password:					V Keep F	°assword n New Wi	ndow
	Add/Set		Connect	To RoMON Con	nect		
Managed Neigh	bors						
P Refresh					Find	all	Ŧ
MAC Address	/ IP Address	Identity	Version	Board	Uptime		-
08:55:31:05:63:1C	0.0.00	MikroTik	6.45.9 (lon	CCR1036-8G-2S+	2d 04:03:11		

Una vez abierto el Winbox se deben cambiar los nombres de las interfaces del MIKROTIK en función de cómo hemos distribuido los puertos en la tabla 4, así mismo como sugerencia se debería colocar comentarios para cada puerto con el objetivo de generar una idea clara del propósito de cada puerto. En la Figura 4 se muestra como quedarían las interfaces además de la LAN BRIDGE la cual está considerada como una interfase virtual, motivo por el cual se presenta en la lista con las interfases físicas del MIKROTIK.



Interface Interface List Ethernet	EoIP Tunnel IP Tunnel GR	E Tunnel VLAN	VRRP E	Bonding LTE	
+ * # 🗂 🍸	Detect Internet				Find
Name	🛆 Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx 🔻
::: LAN OFICINA					
R 1 bridgeLAN	Bridge	1500	1580	151.2 kbp	os
::: ENTRADA INTERNET [eth1]					
R 49 ether1 WAN	Ethernet	1500	1580	688 br	os
::: SALIDA INTERNET CLIENTES	6 [eth2]				
R 4 ther2 LAN	Ethernet	1500	1580	0 bp	os
::: ADMIN OLT [eth3]					
ether3 ADMIN OLT	Ethernet	1500	1580	0 bp	os
::: LAN OFICINA [eth 4]					
RS 4 ether4 BRIDGE	Ethernet	1500	1580	424 br	os
::: NAP A01					
R 🚸 VLAN101	VLAN	1500	1576	0 bp	os
::: LAN OFICINA [eth5]					
S ether5 BRIDGE	Ethernet	1500	1580	0 bp	ps
::: LAN OFICINA [eth6]					
S 4 ether6 BRIDGE	Ethernet	1500	1580	0 bj	ps
::: LAN OFICINA [eth7]					
S <pre>s ether7 BRIDGE</pre>	Ethernet	1500	1580	0 bj	ps
::: LAN OFICINA [eth8]					
RS 4 ether8 BRIDGE	Ethernet	1500	1580	151.6 kbp	ps
Ist stp-stpplus1	Ethernet	1500	1580	0 br	ps
sfp-sfpplus2	Ethernet	1500	1580	0 bj	ps
+					+
12 items (1 selected)					



A continuación, se observa la forma de configurar cada una de las interfases en cuanto a sus nombres y comentarios respectivamente.

	Interface <	ether1 WAN>									
	General	Ethernet Lo	oop Pi	rotect Overall State	Rx Stats		ОК				
		Na	ime:	ether1 WAN			Cancel				
		Tj	ype: [Ethernet			Apply				
		M	ITU:	1500			Disable				
		Actual M	ITU:	1500			Comment				
		L2 M	ITU:	1580			Torch	-			
		Max L2 M	ITU:	10222							
		MAC Addr	ess:	08:55:31:05:63:17			Cable Lest	_			
		A	RP:	enabled		Ŧ	Blink				
		ARP Time	out			•	Reset MAC Addr	ess			
							Reset Counter	s			
	enabled		runni	ing	slave		link ok				
Figura 29 C	onfig	uracio	ón	de nom	bre d	e la	interfas	e "	ether	1"	
1 iguiu 27 C	011112	,uruer	011	de nom	010 4	0 10	interius	C	ether	1.	
								~			
	Con	iment for Ir	nterf	ace <ether i="" td="" w<=""><td>AN></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td></ether>	AN>			4			
	ENT	FRADA IN	TER	RNET [eth1]		^	OK	Ш.,			
							0 1	11			
							Cancel				
						\sim					
	Ľ										
Figura 30 C	onfic	mraci	ón	del com	ientai	rio -	de la inte	arfo	nce "e	ther	1"
i iguia 50 C	onne	,ui ach	JII (icinal	10		.110		unor	1.

2.2.2.2 CONEXION TELNET DESDE EL MIKROTIK HACIA LA OLT ZTE C320.

Una vez realizada la conexión física MIKROTIK – OLT y asignado la descripción de cada una de las interfaces para sus propósitos se debe verificar que se tiene comunicación por telnet para realizar la administración de la OLT desde el MIKROTIK tal como si lo hiciéramos a través del PUTTY con la IP 192.168.20.80 la cual fue configurada para este propósito. Lo primero es crear la IP de nuestra red de administración dentro del "Address List" del MIKROTIK Figura 31.

Address <	192.168.20.1/24>		
Address:	192.168.20.1/24		ОК
Network:	192.168.20.0	•	Cancel
Interface:	ether2 ADMIN OLT	₹	Apply
			Disable
			Comment
			Сору
			Remove
enabled			
Comment	for Address <192.168.20.1/24>	_	
LAN Admir	nistracion	^	ОК
			Cancel
		\sim	
		-	

Figura 31 Ingreso de la dirección de administración con su comentario.

Image: Provide the state of the s	Address List		×
Address / Network Interface 0 •••••••••••••••••••••••••	+ - 🖌 🗶 🏹	Find	
D	Address / Network	Interface	•
	D 🗭 172.16.11.16/25 172.16.11.0	ether1 WAN	
	::: LAN Administracion		
	192.168.20.1/24	ether2 ADMIN OLT	
	::: LAN OFICINA		
	192.168.100.1/24	bridge OFICINA	
	::: LAN VLAN 102		
	192.168.102.1/24	VLAN102	
	::: LAN VLAN 103		
	192.168.103.1/24	VLAN103	
 	::: LAN VLAN 104		
LAN VLAN 105 ** 192.168.105 1/24 192.168.105.0 VLAN105 LAN VLAN 106 ** 192.168.106 1/24 192.168.106.0 VLAN106 LAN VLAN 107 ** 192.168.107 1/24 192.168.107.0 VLAN107 LAN VLAN 108 * ** 192.168.108.1/24 192.168.108.0 VLAN108	192.168.104.1/24	VLAN104	
	::: LAN VLAN 105		
LAN VLAN 106 LAN VLAN 106 LAN VLAN 107	192.168.105.1/24	VLAN105	
	::: LAN VLAN 106		
LAN VI.AN 107 .	192.168.106.1/24	VLAN106	
 192.168.107.1/24 192.168.107.0 VLAN107 <i></i> LAN VLAN 108 192.168.108.1/24 192.168.108.0 VLAN108 	::: LAN VLAN 107		
:: LAN VLAN 108 192.168.108.1/24 192.168.108.0 VLAN108	+ 192 168 107 1/24 192 168 107 0	VLAN107	
🕆 192.168.108.1/24 192.168.108.0 VLAN108	LAN VLAN 108		
	+ 192 168 108 1/24 192 168 108 0	VLAN108	
10 items (1 selected)	10 items (1 selected)		
			-

Una vez creada la dirección IP de Administración se debe realizar la comunicación telnet con la OLT a través del MIKROTIK Figura 33, 34 y 35.



	Telnet	
	- Type C Telnet C SSH C MAC Telnet Address: 192.168.20.80	Cancel
Figura 34 Se	elección de tipo de conexión e	e IP de gestión.



Ya una vez establecida la comunicación se deberá ingresar las credenciales correspondientes para el acceso dentro de la OLT y empezar a gestionarla desde el MIKROTIK.

2.2.2.3 SALIDA A INTERNET A TRAVEZ DE IP PUBLICA O PRIVADA CON DHCP.

Luego de configurar el nombre y comentario de cada una de las interfases se procede a configurar la conexión DHCP client, donde

se selecciona la interfase en la cual está conectado el proveedor del servicio (ether 1 WAN) y se debe activar el DHCP Client.

	DHCP Client					X	
	DHCP Client	DHCP Client Option	ons				
	+ - 🖉	* = 7	Release Renew		Find		
	Interface	△ Use P	Add D IP Address	Expires After	Status	-	
	0 items						
Figura 38	DHCP	Client va	acío.				

New DHCP Client		
DHCP Advanced S	Status	OK
Interface: eth	ner1 WAN 🔻	Cancel
•	Use Peer DNS	Apply
~	Use Peer NTP	Enable
Add Default Route: ye	s 🔻	Comment
		Сору
		Remove
		Release
		Renew
disabled	Status: stopped	

Figura 39 Nuevo DHCP Client y activado con el botón "Enable".

Luego de crear el DHCP Client se verifica que se haya creado una IP dentro del Address List y que se hayan asignado los DNS correspondientes a la IP del proveedor de servicio además de la ruta para la salida a internet.

Figura 41 IP creada automáticamente en el Address List.

Servers:		\$	OK
Dynamic Servers:	172.16.1.157		Canc
	172.16.1.158		Appl
	172.16.0.129		Stati
	Allow Remote Requests		Stati
Max UDP Packet Size:	4096		Cach
Query Server Timeout	2 000		
Query Total Timeout	10.000	s	
	100		
Max. Concurrent Queries:	100	_	
Max. Concurrent TCP Sessions:	20		
Cache Size:	2048	KiB	
Cache Max TTL:	7d 00:00:00		
Cache Used:	17 KiB		

Figura 42 DNS del proveedor de servicio asignados automáticamente.

+ -	- 🖉 🖾 🖪 '	7		F	ind all	Ŧ
	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source	•
DAS	0.0.0/0	172.16.11.1 reachable ether1 WAN	1			
DAC	172.16.11.0/25	ether1 WAN reachable	0		172.16.11.15	\top
DAC	192.168.20.0/24	ether2 LAN reachable	0		192.168.20.1	
DAC	192.168.100.0/24	bridgeLAN reachable	0		192.168.100.1	
DC	192.168.101.0/24	VLAN101 unreachable	255		192.168.101.1	

Figura 43 Ruta creada automáticamente para la salida a internet.

Una vez obtenido el DHCP Client y verificada tanto las IP, DNS's y la ruta para la salida a internet se debe crear una regla "srcnat" en el firewall para el Out.Interface "ether 1 WAN" y de Action "masquerade".

Image location Service (8053106.631A) Image location Service (8050106.631A) Image location Service (8050106.631A) <th>Image: Service Service Service Service Image: Service Service APP Image: Service Service APACULS Image: Service Service APACULS Image: Service Service Service Service Image: Service Service Service Service Image: Service Service Service Service Service Service Image: Service Service Service Service Service Service</th> <th>Image: State Model Section (0050.310543.1A) Image: State Model Section (0050.310543.1A) <</th> <th>Image: Stark Model Service (0050.3106.03.0) Image: Construction of the stark star</th> <th>Session Settings D</th> <th>ashboard</th> <th></th>	Image: Service Service Service Service Image: Service Service APP Image: Service Service APACULS Image: Service Service APACULS Image: Service Service Service Service Image: Service Service Service Service Image: Service Service Service Service Service Service Image: Service Service Service Service Service Service	Image: State Model Section (0050.310543.1A) Image: State Model Section (0050.310543.1A) <	Image: Stark Model Service (0050.3106.03.0) Image: Construction of the stark star	Session Settings D	ashboard	
Image: CAP-ADM Image: CAPA-ADM	CAPADON CAPADON Venture CAPADON Venture CAPADON Venture Ve		Image: Contraction of the second of the	Scale Mode	Session: 08:55:31:05:63:1A	
C APAMAN Version V	Constant of the second of the	Consume Constructions Constructio	CAPAMAN Variation V	📓 🎉 Quick Set		
■ Instruction Y Warkess Y Bodge C PPP ************************************	Warksa Popp Warksa Popp We N Warksa Pop Warksa Pop Warksa Pop Warksa Outers Outers PopParame Warksa Warksa PopParame Warksa Warksa PopParame Warksa	Warkes Warkes Badge Badge Brown Courses Brown Courses Brown Courses Brown Courses Brown Courses Brown Courses DrCP Brave Brown Courses DrCP Brave Brown Courses DrCP Brave Brown Courses DrCP Brave	Waveless Pope Waveless Pope Waveless Pope Maka Pope <	I CAP±MAN		
1 Warks 2 Per 3 Solution 2 Per 3 Solution 2 Per 3 Solution 3 Solution 3	If Weekes Bodge If Point	If Weaks Bodge	If Westers E Bodge E PP If Prime	im Interfaces		
Bindpo Bindp	² Birdya ² PP ² Mirks ² PP ² Mirks ² Priss ² Ources ² Dires ² Ources ² Ources ² Ources ² Dires ² Dires ² Tools ² Tools ² NextTemmal ² NextWellox ² NextWellox ² Manula ³ Manula ³ Manula	Bindpoint E PP ** Much 20 20 21 20 <td< th=""><th></th><th>T Wireless</th><th></th><th></th></td<>		T Wireless		
Ansh	C P P P P P P P P AdP P Address P Oxed P Pace P Pace P Pace P Nader Space P Pace P Pace P State State State State State P Trade Tore State State State State P Trade Tore Verail Port Trade Tore Verail Port Trade Tore	Mach P P P P P P P P P P P P P	Carlow AdP Whith Carlow Accounting Wath Carlow Accounting Wath Carlow Accounting Participation Counting Participation Counting Participation Counting Participation Counting Participation Prevention Mark Tarlow Prevention Web Drevy Web Drevy Web Drevy Prevention Mark Tarlow Prevention Mark Tarlow Prevention Mark Tarlow Prevention Mark Tarlow<	Bridge		
Image: Provide and Provided	■ P ARP ● MAS Accounting ● Manual Addesses ● Manual Older ● Devest DelPC Flant ■ Frie DHCP Manual ● Tother Frie ● DelCD Manual Process ● Tother Fries ● DelCD Manual Process ● Manual Process ● Manual SMAP ● Manual SMAP ● Manual Process ● Manual Process ● Manual Process ● Manual Process ● Manual <td< th=""><th>B Participant B Participant</th><th>● P APP ● Roding Accounting ● Roding Accounting ● Roding Olice D ● Onevers Olice D ● The OLICE Cleant DFCP Status ● The OLICE D DFCP Status ● Tools DFCP Status ● Tools DFCP Status ● Tools DFCP Status ● Tools DFCP Status ● Doct KT Paration ● Paration Paration ● Doct KT Parating</th><th>PPP 92 Mash</th><th></th><th></th></td<>	B Participant	● P APP ● Roding Accounting ● Roding Accounting ● Roding Olice D ● Onevers Olice D ● The OLICE Cleant DFCP Status ● The OLICE D DFCP Status ● Tools DFCP Status ● Tools DFCP Status ● Tools DFCP Status ● Tools DFCP Status ● Doct KT Paration ● Paration Paration ● Doct KT Parating	PPP 92 Mash		
✓ MAS ↑ Addesse ✓ Rockey ↑ Addesse ✓ Doub Orbot Orbot ✓ Oursens Drich Clant ✓ Frie Drich Plakey ○ LOD Drich Plakey ○ LOD Drich Plakey ● Dotts Pace ● LOD Kid Comol ♥ Mandal Pacl ● New Wolds Pacl ● Dout Pacl ● New Wolds Pacl ● New Wolds Pacl ● New Wolds Pacl ● New Wolds <th>✓ Accounting ✓ Routing ✓ Routing ✓ Routing ✓ System ✓ Operation ✓ Denses Øbaneeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeee</th> <th>✓ M15 Accounting ✓ Routing Addresses ✓ Browney Drop Failag ✓ Drop Failag ChOP Failag ✓ Price ChOP Failag ✓ Log ChOP Failag ✓ Drop Failag Frewall ♥ Drop Failag Pailag ♥ Drop Failag Pailag ♥ Drop Failag Pailag ♥ Drop Failag Pailag ♥ New Work Rodates ♥ New Work States ♥ States States ♥ Drop Vector UpP Web Proxy Web Proxy</th> <th>✓ Accounting ✓ Routing ✓ Routing ✓ Routing ✓ Particle ✓ Dames ✓ Past ✓ Dames ✓ Past ✓ Dames ✓ Past Ø New Writikes Santra Santra Ø</th> <th></th> <th>APP</th> <th></th>	✓ Accounting ✓ Routing ✓ Routing ✓ Routing ✓ System ✓ Operation ✓ Denses Øbaneeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeee	✓ M15 Accounting ✓ Routing Addresses ✓ Browney Drop Failag ✓ Drop Failag ChOP Failag ✓ Price ChOP Failag ✓ Log ChOP Failag ✓ Drop Failag Frewall ♥ Drop Failag Pailag ♥ Drop Failag Pailag ♥ Drop Failag Pailag ♥ Drop Failag Pailag ♥ New Work Rodates ♥ New Work States ♥ States States ♥ Drop Vector UpP Web Proxy Web Proxy	✓ Accounting ✓ Routing ✓ Routing ✓ Routing ✓ Particle ✓ Dames ✓ Past ✓ Dames ✓ Past ✓ Dames ✓ Past Ø New Writikes Santra Santra Ø		APP	
Image: Provide and Provi	Rondry System Coded Gode Go	Rodung Orad	Rodrug Addesses Addesses Addesses Deven Deven Deven Deven Deven Deven Deven Deven Rodrug Rodrug Rodrug Deven Rodrug Rodrug New Rodrug Rodrug Rodrug New Rodrug Rodrug New Rodrug Rorug Rorug Rodrug Rodrug	MPLS N	Accounting	
© Bymin C Coud Course Course DHCP Clark Fins DHCP Parky C Tools C Prevail Not remnal ◆ DHCP Saver ◆ DHCP S	Image: System Cloud Image: Chick Decision Price Image: Chick Decision Price Image: Chick Decision Net Image: Chick Decision Price Image: Chick Decision Pr	Image: System Cound Image: System Price Image: System </th <th>Image: System Cloud Image: ChicP Classed Fries Image: ChicP Classed Fries Image: ChicP Classed Friesd Image: ChicP Classed State Image: ChicP Classed Friesd Image: ChicP Classed State Image: ChicP Classed State</th> <th>🔀 Routing 🗈</th> <th>Addresses</th> <th></th>	Image: System Cloud Image: ChicP Classed Fries Image: ChicP Classed Fries Image: ChicP Classed Friesd Image: ChicP Classed State Image: ChicP Classed Friesd Image: ChicP Classed State	🔀 Routing 🗈	Addresses	
■ Outrors DFCP Failey ■ Fais DFCP Failey ■ Log DFCP Failey ● RADLES DMS ● Totas New Termina ● New Termina Faceula ● Dett Pace ● Dett Pace ● Marsiant Pacies ● Marsiant Pacies ● New Termina Pacies ● New Termina Pacies ● New Termina Pacies ● New Termina Pacies ● State SMB ● State SMB ● Termina States ● Termina States ● New Termina States ● New Termina States ● Termina States ● New Termina States ● New Termina States ● States States ● New Termina States ● States States	■ Outrors DHCP Diate ■ Files DHCP Barer ● Log DHCP Barer ● RADUS DHS ● Totos Freewalt ● Dotts Pace ● Dotts Pace ● Dotts Pace ● Mareine Pace ● New Wrobe Pace ● New Wrobe Stade ● Swareine Stade ● Swareine Stade ● Unit Pace ● Mareine Pace ● New Wrobe Stade ● Swareine	Plan DHOP Cland Plan DHOP Server Standard DHOP Server New Termin Plandard DottX Place Standard Pol Standard Pol Standard Standard Standard Pol Standard Standard Standard Pol Standard Standard Vel New Yorks Standard Standard Vel New Yorks Standard Vel Veld New Yorks Veld New Yorks Standard Veld Veld New Yorks Standard Veld Veld New Yorks Standard Veld Veld New Yorks Standard Veld <t< th=""><th>Powers Pies Max-Virdiox Piesin Piesin Max-Virdiox Sub Sub Sub Sub Sub Sub Piesy Sold Sub Sub Piesy Sub Piesy</th><th>🛞 System 🗅</th><th>Cloud</th><th></th></t<>	Powers Pies Max-Virdiox Piesin Piesin Max-Virdiox Sub Sub Sub Sub Sub Sub Piesy Sold Sub Sub Piesy Sub Piesy	🛞 System 🗅	Cloud	
Ing	Index	Friet Det/C Sarver Log Det/C Sarver Markan Det/C Sarver Det/C Sarve	Ing	Dueues 🥮 Queues	DHCP Client	
Log DHCPSweet RALOS RALOS RALOS DNS Toto Toto New Tenni New Te	Log DHCB Server AdAUSE DHS Torots DHS Torots I Freewal Mew Tenton Dutt Packing LCD Att A Place Mach Spotter Math Spotter Math Spotter Math Spotter Math Spotter Sold	Log DHCF Server BACUS DHS → Totols DHS → Totols Prevail → DattX Prevail → DattX Prevail → DattX Rights → DattX Rights → Mater Sport → Mater Sport → Mater Sport → DattS →	Log DHCFServer BACUS DHS Nor Tanto T New Tanto Hethpot DLCD KK Place BLCD KK Place BLCD KK KSCohol Newpton Packing Pack	Files	DHCP Relay	
Zorkus Tools Freedul Not Terminal Pasc Dotts Pasc Dotts Pasc Dotts Pasc Pasc Pasc Pasc Pasc Stab South South South South Troin Flow UnitP Web Proy	Controls Control	Tota T Tota T New Tamad New Ta	Concord Decision Con		DHCP Server	
New Turmal Hospati ◆ Datx Paec ♥ LCD Keid Carbol ● Partion Neightons ● Mark Sport Paelo ● New Wolds Paol ● New Wolds State ● Data State ● Data State ● New Wolds State ● Data State ● Data State ● New Wolds State ● Data State	Manpad Hospat Hospat Hospat Hospat Pation	News Terminal Plate News Terminal Plate DotX Plate K4C Cothol Negdons Make Sport Packing Sold States Sold States Sold States Sold States Solds TerP TrTP TrtP ToThe Pow Urbe Web Proxy	Price Dett: Potton Price	Tools	DNS	
COTRT Pare COTRT Reven COTTR Reven COTTR Reven COTTR Reven COTTR Reve	♦ DortX ₽ sec ■ LCO Kid Costel ■ Mass Suports Packing ● Mass Suports Pool ● Mass Suports Pool ● Mass Suports Staffig ● Staffig Staffig Staffig Staffig Staffig Staffig TTFIP Traffic Flow UPP Web Proxy	♥ Durt X ♥ Hefe ♥ LOD Kal Control ♥ Definition Neadgebors ♥ Manualt ♥ Durd ♥ Manualt ♥ Durd ♥ Name Standing ♥ Name Vall ♥ Vall Vall ♥ Vall Vall	♦ Durix ₽ sec ■ LCD Kal Comol ● Particio Heysbors ■ Manse Boys Podi ● Manual Podi ● New Weblax Robus ■ Stati Station ■ Stati Station ■ Stati Station ■ Traffic Flow UP/P UP/P Web Proxy	New Terminal	Hotspot	
COD KKI Control Partino Partino Make Support Pool Pool Exit Status SaMP Services Servic	CO Kid Conteil Partino Partino Maria Stepartit Maria Stepartit Maria Maria Maria Maria Maria Maria Maria Maria Partino Maria Maria Partino Maria Station St	COC KKd Costeal C Parkon Parko	COC Kid Consol Anarybors Anary	4 Dot1X	IPsec	
♥ Partion Negleon Wate Scoute Packing ♥ Manual Pool ♥ New Wrote Routes Exit SMD Services Sector 1717 1	 Partition Nuel Sphors Packing Packing Packing Packing SMB SMB SMAP StarVices Starting Starting Starting TTP Traffe Flow UPP Web Proxy 	 Pation Nassiphon Nassiphon Nassiphon Pation Poul Poul New Wolk Rouks SMAP Sarkga Sorka TFTP Taff Flow UPAP Web Posy 	 Pation Neepbon Nee Sphon Packing Packing Pool Pool Pool Pool Softa Softa Softa Triffe Flow UPrP Web Prany 	E LCD	Kid Control	
Manual Support Pecking Manual Support Manual	Manual Suport Packing Manual Paci New Wrotox Rokes SMD SMP SwP SwP SwP SwP SwP SwP SwP Sw	Watanai Pool Watanai Pool Drew WreBex Routes SMD SMD Swarga Swarga Services Swarga Services Swarga Web Proxy Web Proxy	Marada Suportif Packing Marada Suportif Packing Marada Suportif Packing New WrdBox SAMP SaMP SaMP SaMP SaMP Samp Sa	🥐 Partiton	Neighbors	
Marval Pool New Write Rodes Exit SMD Solars Solars Solars Solars Solars Solars Solars Solars Solars Varb Poor Wab Poor	Ver Work Ver Work Eur Salta	Winnud Pool Weiw Work Rouns End SMU SMAP Sarkces Solding Solds TFTP Tafle Fow UPp Web Proxy	Ver Work Prod Ver Work Prod Ent SM0 SM0P Strocas Setting Setting TFTP Trafic Plow UPrP Web Prany	Aske Supoutrif	Packing	
Vere Windlow Routes SobB SobP SobP SobP SobP SobP Sobp Sobp TF1 Trafte Flow UPub Wub Pray	Arev Windlox Sotta TFIP TutllerFlow UPvP Web Proxy	Exit Windler Rodes Exit SAMP SAMP Sarvices Settigs Settigs TFIP Tafle Flow UPvP Web Proxy	Ext Windles Robes SMB SMDP SsMPP Smpp SsMPP SsmP	Manual Manual	Pool	
Exit SMD SMMP Services Services Socks TPTP Traffe Pow UPoP Web Prany	En Sala SAMP Services Services Socks Socks Train Flow UnaP Wab Phony	E Can BAB SAMP Sarves Sarbog Sarbog Sacks TTTP Taffi Plaw UhP Web Plany	En SMB SMAP Services Services Secks Secks TFTP Traff-Prov UPtrP Web Prony	New WinBox	Routes	
Bencines Bernge Boots TotP Traffe Now Uniter Uniter Web Prany	Bendexe Seeings Boots TFTP Tradie Flow UPaP Web Proxy	Services Service Socks TFTP Tade Row UP-P Web Procy	Services Seeingo Sosta TFI-P Tatle: Flow UPu-D West: Provy	E. Cot	SMB	
Settings Socks TFTP Traffe Row UPpP Web Proxy	Satingo Bonka 1979 P Tundir, Filow UPuP Web Princy	Sintings Booka TFTP Traffe Prov UPpP Web Provy	Selfings Books TFTP Trade Filow UPuP Web Provy		Services	
Books TFTP Traffe Tow URVP Web Proxy	Socks TFTP Tathe Row UPxP Web Provy	Socks 17979 Tante Row URIP Web Proxy	Socks TFTP Tradic Row UPp-P Weeb Prov		Settings	
TETP Traffic Flow UPpP Web Proxy	TETP Trafe Flow UPuP Web Proxy	1519 Trafe flow UPVP Web Pray	TETP Trafe Flow UPuP Web Proxy E		Socks	
T rafter Flow UPup Web Prosy	Traffic Row UPxP Web Proxy	Transfer Now UPUP Web Proxy	Trafic Row UPuP Web Proxy		TETP	
UPAP Web Proxy	UPvP Web Proxy	UPvP Web Pravy	UPvP Web Proxy		Traffic Flow	
Web Proxy	Web Proxy	Web Provy	Web Pray		UPnP	
	<u>&</u>	8 E		*	Web Proxy	
				4 Ingreso al Fire	wall	
ra 44 Ingreso al Firewall	ura 44 Ingreso al Firewall	ura 44 Ingreso al Firewall	ura 44 Ingreso al Firewall	i ingresso ui i ing	, wan.	
ra 44 Ingreso al Firewall.	ra 44 Ingreso al Firewall.	ra 44 Ingreso al Firewall.	ra 44 Ingreso al Firewall.			

	Fire	wall																
	Fi	ter R	ules	NAT	Mang	le R	Raw	Service	Ports	Con	nections	s Ad	dress Lists	Layer7	7 Prot	ocols		_
	÷					7	00	ResetC	ounter	s 00	Reset	All Co	unters			all		Ŧ
			Acti	on	Chain		Src.	Addres	s Dst	Addre	ss Pro	to S	Src. Port	Dst Por	rt	in. Inter	f 0	t T
	O it	ems																
	_	_													_			
					_			~										
Figura 45 Regla	as	5]	N.	A	Τe	de	ł	t 11	rev	Wa	all	V	ací	a.				
0 0																		

New NAT Rule General Advance	ed Extra Action	Statistics		Г	
Chain:	srcnat	3	•		Cancel
Src. Address:			•		Apply
Dst. Address:		•	•	ſ	Disable
Protocol:			-		Comment
Src. Port			-		Сору
Dst Port			-		Remove
Any. Port			-		Reset Counters
In. Interface: Out. Interface:	ether1 WAN	Ţ			Reset All Counters
In. Interface List			-		
Out. Interface List			•		
Packet Mark:			-		
Connection Mark:			-		
Routing Mark:			-		
Routing Table:		•	-		
			٠		
enabled					

Figura 46 Regla NAT "srcnat" para el puerto "ether1 WAN".

-	nule	-			1	
General	Advanced	Extra	Action	Statistics		ОК
4	Action: masq	uerade			₹	Cancel
	🗌 Log	9				Apply
Log	Prefix:				•	Disable
То	Ports:				•	Comment
						Сору
						Remove
						Reset Counters
						Reset All Counte

Figura 47 Configuración "masquerade" en la pestaña "Action".

+	_			00	Reset Co	unters	00 R	eset All	Counters			Find	all	Ŧ
#	A	tion	Chain	Sro	Address	Dst A	ddress	Proto	Src. Port	Dst Port	In Interf	Out Inte	In Interf	Out 🔻
0	-	dst	dstnat			172.16	6.11.15	6 (tcp)		212	sfp-sfpp.			

Figura 48 Regla NAT creada.

Una vez realizadas estas configuraciones ya tenemos salida a internet y lo que quedaría por hacer es crear un BRIDGE entre los puertos del MIKROTIK (ether4, ether5, ether6, ether7 y ether8) para crear la red LAN OFICINA y además un DHCP en estos puertos para la asignación automática de IP a todos los equipos que se conecten a dichos puertos.

2.2.2.4 CREACIÓN DE BRIDGE LAN EN LOS PUERTOS LIBRES DEL MIKROTIK.

En cuanto a los puertos que no han sido asignados para administración, ingreso o salida de internet se debe realizar una conexión en puente para crear una red LAN con el objetivo de tener salida a internet a través de cualquiera de ellos.

🕂 — 🛷 😂 🖆 🍸 Se	tings		Find	
Name / Type	L2 MTU Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	•
•				•
) items out of 10				

Figura 50 Lista de conexiones BRIDGE vacías.

General STP VLAN Status Traffic OK Name: bridge OFICINA Cancel Type: Bridge Apply MTU Actual MTU L2 MTU 1500 Comment Copy Remove Copy Actual MTU ARP enabled Ageing Time: 00:05:00 IGMP Snooping DHCP Snooping Y Fast Forward	Interface <bridge ofici<="" th=""><th>NA></th><th></th><th></th></bridge>	NA>		
Name: bridge OFICINA Cancel Type: Bridge Apply MTU Cancel Actual MTU 1500 Comment L2 MTU: 1580 Comment MAC Address: @6553105.63:1A Remove ARP: enabled Torch Admin. MAC Address: Ageing Time: 00.05:00 IGMP Snooping DHCP Snooping V Fast Forward	General STP VLAN	N Status Traffic		ОК
Type: Bridge Apply MTU: Origonal Actual MTU: 1500 Comment L2 MTU: 1580 Comment MAC Address: @S553105:63:1A Remove ARP: enabled Torch Admin. MAC Address: Ageing Time: 00:05:00 IGMP Snooping DHCP Snooping Ø Fast Forward	Name:	bridge OFICINA		Cancel
MTU: Disable Actual MTU: 1500 L2 MTU: 1500 MAC Address: 08 55 31.05.63 1.A ARP: enabled ARP Timeout Admin. MAC Address: Ageing Time: 00.05.00 IGMP Snooping DHCP Snooping V Fast Forward	Type:	Bridge		Apply
Actual MTU: 1500 L2 MTU: 1500 MAC Address: 08:56:31:05:63:1A ARP: enabled ARP Timeout Admin. MAC Address: Ageing Time: 00:05:00 IGMP Snooping DHCP Snooping V Fast Forward	MTU:			Disable
L2 MTU 1590 MAC Address: 08 55 31:05 63:1A ARP enabled ARP Timeout Admin. MAC Address: Ageing Time: 00:05:00 IGMP Snooping DHCP Snooping V Fast Forward	Actual MTU:	1500		Comment
MAC Address: 00 553105531A ARP: enabled ARP Timeout Admin. MAC Address: Ageing Time: 00.05.00 IGMP Snooping DHCP Snooping V Fast Forward	L2 MTU:	1580		Сору
ARP Timeout ARP Timeout ARP Timeout Admin. MAC Address: Ageing Time: 00.05.00 IGMP Snooping DHCP Snooping V Fast Forward	MAC Address:	08:55:31:05:63:1A		Remove
AHP Imeout Admin. MAC Address: Ageing Time: 00.05.00 IGMP Snooping DHCP Snooping V FastForward	ARP:	enabled		Torch
Ageing Time: 00.05.00	ARP Timeout			
Ageing Time: 00.05.00	Admin. MAC Address:		·	
IGMP Snooping DHCP Snooping FastForward	Ageing Time:	00:05:00		
DHCP Snooping		IGMP Snooping		
✓ FastForward		DHCP Snooping		
		 Fast Forward 		
	enabled	running	slave	

Figura 51 Creación y configuración de nombre de la nueva Interfase "bridge OFICINA".

Comment for Interface <bridge c<="" th=""><th>FICINA></th><th></th></bridge>	FICINA>	
LAN OFICINA	^	ОК
		Cancel
	\sim	

Figura 52 Configuración de comentario de la interfase "bridge OFICINA".

Una vez creado el bridge se debe agregar los puertos correspondientes, por lo tanto, se lo debe colocar en la ventana de "Ports" e ir relacionando cada interfase del MIKROTIK con el bridge creado.

+ -								Find
#	Interface	Bridge	Horizon Tr	usted Prior	rity (h	Path Cost	Role	Root Path
0 items								

Figura 55 Nuevo Bridge Port con Interfase "ether4 BRIDGE" y Bridge "bridge OFICINA".

Figura 56 Port's Bridge creados con cada uno de los puertos libres del MIKROTIK y relacionados al "bridge OFICINA".

Ya creado el "bridge OFICINA" y correctamente relacionado con cada uno de los puertos libres del MIKROTIK se debe crear un DHCP Server para que la asignación de IP de todos los equipos que se conecten a los puertos del MIKROTIK sea de manera automática a partir del pool de direcciones que le indicaremos en las configuraciones del DHCP Server, por lo cual se debe primero realizar la adición de la IP en el Address List con su respectiva interfase "bridge OFICINA".

Figura 57 Ingreso al Address List.

ОК
Cancel
Apply
Disable
Comment
Сору
Remove

Figura 58 Configuración de IP's para la LAN de OFICINA y selección de Interface "bridge OFICINA".

Comment for Address <192.168.10	00.1/24>	
LAN OFICINA	\sim	ОК
		Cancel
	\sim	

Figura 59 Configuración de comentario de la dirección IP.

*		1 1	Find	
	Address /	Network	Interface	-
	RANGO DEFAULT	OLT ZTE		
Х	宁 136.1.1.100/24	136.1.1.0	ether2 LAN	
D	172.16.11.15/25	172.16.11.0	ether1 WAN	
	LAN Administracion			
	+ 192.168.20.1/24	192.168.20.0	ether2 LAN	
	LAN OFICINA			
	+ 192.168.100.1/24	192.168.100.0	bridge OFICINA	
	LAN VLAN 101			
	+ 192.168.101.1/24	192,168,101.0	VLAN101	

Figura 60 IP agregada con la interfase de "bridge OFICINA".

Para la configuración del DHCP Server se debe utilizar la interfase de "bridge OFICINA" y un pool de dirección en función a la IP agregada en el Address List.

	C Confe Made Consister 102 168 100 1
	Sale mode Session, 132, 100, 100, 1
	Quick Set
	I CAPSMAN
	Interfaces
	1 Wireless
	i Bridge
	° & Mesh
	₩ IP ARP
	MPLS Accounting
	Addresses
	System Cloud
	Files DHCP Client
	Log DHCP Server
	A RADIUS DNS
	💥 Tools 🗅 Firewall
	Rew Terminal Hotspot
	4) DottX IPsec
	Kid Control
0 items	
Figura 62 Lista de I	DHCP Server.
Otems	DHCP Server.
Figura 62 Lista de I	DHCP Server.
Figura 62 Lista de I	DHCP Server. P Setup ct interface to run DHCP server on
Figura 62 Lista de I	DHCP Server.
Figura 62 Lista de I	DHCP Server. P Setup Ct interface to run DHCP server on XP Server Interface: bridge OFICINA
Figura 62 Lista de I	DHCP Server. P Setup Ct interface to run DHCP server on P Server Interface: bridge OFICINA
Figura 62 Lista de I DHCF Selec DHC	DHCP Server. P Setup Ct interface to run DHCP server on CP Server Interface: bridge OFICINA Back Next Cancel
Ditems Figura 62 Lista de I DHCF Selec DHC	DHCP Server. P Setup Ct interface to run DHCP server on CP Server Interface: bridge OFICINA Back Next Cancel
Figura 62 Lista de I	DHCP Server. P Setup ct interface to run DHCP server on CP Server Interface: bridge OFICINA Back Next Cancel
Ditems Figura 62 Lista de I DHCF Selec DHC	DHCP Server. P Setup ct interface to run DHCP server on 2P Server Interface: bridge OFICINA Back Next Cancel
Ditems	DHCP Server. P Setup ct interface to run DHCP server on P Server Interface: bridge OFICINA Back Next Cancel
Figura 62 Lista de I	DHCP Server. P Setup Ct interface to run DHCP server on P Server Interface: bridge OFICINA Back Next Cancel D de interfase "bridge OFICINA".

	DHCP Setup	X
	Select network for DHCP addresses	
	DHCP Address Space: 192.168.100.0/24	
	Back Next Cance	1
Figura 64 Selec	ción de red para DHCP.	

DHCP Setup
Select gateway for given network
Gateway for DHCP Network: 192.168.100.1
Back Next Cancel
Figura 65 Configuración de GATEWAY.

	DHCP Setup		
	Select pool of ip addresses given out by DHCP server		
	Addresses to Give Out: 192.168.100.10-192.168.100.254		
	Back Next Cancel		
			_
Figura 66 (Configuración de pool de direccione	es desde	la
192.168.100	.10 hasta la 192.168.100.254		

DHCP Setup		
Select DNS	ervers	
DNS Server	: <mark>172.16.1.157</mark>	+
	172.16.1.158	+
	172.16.0.129	•
	8.8.8.8	+
	8.8.4.4	+
	Back Next	Cancel

(8.8.8.8 - 8.8.4.4)

	DHCP Setup		
	Select lease time		
	Lease Time: 00:10:00		
	Ba	ck Next Cancel	
Figura 68 Config	uración de tiempo	de actualiza	nción de IP's
i iguiu so comig	aracion de tiempo	ae actualize	

Idence	
em	

Una vez creado el DHCP Server es recomendable configurar el pool de direcciones creado automáticamente en cuanto a su nombre y la adición de un comentario para tener un mejor control del propósito de cada uno de los recursos creados.

P Pool			IP Pool <dhcp_pool_oficina></dhcp_pool_oficina>
Pools Used Address	es		Name: dhcp_pool_Oficina OK
+ - 🗅 🍸		Find	Addresses: 192.168.100.10-192.168.100.254 🗘 Cancel
Name	/ Addresses	Next Pool 🔻	NextPool: none F Apply
Hr's LAN OFICINA dhcp_pool_Oficina	192.168.100.10-192.168.100.254	none	Comment
			Conv
			Beneve
			Reliove
			Comment for IP Pool <dhcp_pool_oficina></dhcp_pool_oficina>
			P's LAN OFICINA OK
			Cancel
			~
			P
Iitam (1 selected)		•	
riterin (r selected)			

Figura 70 Configuración de nombre y comentario del pool de direcciones.

Una vez realizadas todas estas configuraciones y conectados al MIKROTIK a uno de los puertos enlazados con el bridge, entonces debemos verificar que ahora tenemos asignada una IP dentro del rango de pool de direcciones escogido **Figura 38**.

De igual manera verificaremos que exista salida a internet a través del navegador con una prueba de velocidad con la página https://fast.com/es/ solo por dar un ejemplo, realmente se podría realizar con cualquier otra página. Cabe indicar que para este proyecto con la IP asignada dentro del laboratorio se asignaron 90Mbps de ancho de banda.

	Tu ve	F Elocidad	AST de inter	net es de	
		9	4	Mbps ©	
	Latencia			Carga	
	Descargada	Cargada		Velocidad	
	10 _{ms}	33 _{ms}		81 Mbps	
	Cliente Canaribamba,	EC 45.235.140.3	Servidor(es) Qui	to, EC Guayaquil, EC	
	🗢 Config	guración	90MB 🛓	160MB ±	
Figura	72 Detalles d	? e medición	f 💟	de banda 94 Mb	ops.

2.2.2.5 CREACION DE VLAN'S, IP'S, RUTAS Y FIREWALL'S CORRESPONDIENTES EN EL MIKROTIK.

Para la siguiente etapa, se debe realizar la creación de las VLAN's en el MIKROTIK que estarán enlazadas también dentro de la OLT a unos perfiles de CVLAN y estáticos que se crearán más adelante. Por lo tanto, el número de VLAN's a crear estará ligado directamente al número de NAP's existentes en la red PON de la universidad. En principio se debería manejar por sectores o distritos donde cada uno de ellos contiene una cantidad determinada de NAP's, pero en nuestro caso al contar con 8 NAP's en total, vamos a considerar cada una ellas como un sector, por lo tanto, la distribución seria la siguiente:

NAP	VLAN	IP (Address
		List)
A01	VLAN101	192.168.101.1/24
A02	VLAN102	192.168.102.1/24
A03	VLAN103	192.168.103.1/24
A04	VLAN104	192.168.104.1/24
A05	VLAN105	192.168.105.1/24
A06	VLAN106	192.168.106.1/24
A07	VLAN107	192.168.107.1/24
A08	VLAN108	192.168.108.1/24

Tabla 10 Distribución de VLAN's para cada NAP.

Ya definida nuestra distribución de VLAN's con cada NAP, entonces las deberíamos crear dentro del "Interface List" en la pestaña de "VLAN".

	00.1 (MilesTill) MileBay (6454) v6 45.0 an CCD1026.0C 20 v (41a)
Sadmin@192.168.1	UU.1 (MIKIOTIK) - WINBOX (04DIL) V0.45.9 ON CCR1036-8G-25+ (tile)
Session Settings D	ashboard
🍤 🕑 Safe Mode	Session: 192.168.100.1
🖉 🎢 Quick Set	
T CAPSMAN	
Interfaces	
🔶 Wireless	
📲 🖁 Bridge	
PPP 📲	
°18 Mesh	
1 PI 😳	
🖉 MPLS 🗈	
🔀 Routing 🗅	
💮 System 🗅	
Queues	
Files	
Log	
A RADIUS	
Tools	
New Terminal	
4)> Dot1X	
Partition	
Marke Supplicht	
Now WinRey	
Evit	
	T (C
igura 13 Ingreso a las	s Interfaces
0	

Interface Li	st											
Interface	Interface List	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP	Bonding	LTE			
+ -	⊘ 🖾 🖻	7									Find	d
Nam	e 🗸	Туре		MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx			Rx	Tx Packet (p/s)	•
•												+
0 items out	of 11											
Figure		Into	rfaaa	Lict'	, cin I	7T A	NIC	ara	ada			
rigui	a /4	mie	riace	LISU	sin v	LA	TN 2	crea	ada	lS.		

General Loop	Protoct Statue Traffic		
	Protect Status Trailic		OK
Name:	VLAN101		Cancel
Type:	VLAN		Apply
MTU:	1500		Disable
Actual MTU:			Comment
L2 MTU:			Comment
MAC Address:	08:55:31:05:63:19		Сору
ARP:	enabled	Ŧ	Remove
ARP Timeout		•	Torch
VLAN ID:	101		
Interface:	ether3 SALIDA INTERNET	∓	
	Use Service Tag		
enabled	running	slave	
	1-2-11-19	and to	

Figura 75 Nueva interface para la VLAN101 con VLANID:101 a través del ether3 SALIDA INTERNET

Comment for New Interface	
NAP A01	OK Cancel
Figura 76 Comentario para la In	nterface VLAN10

Una vez creadas las 8 VLAN's correspondientes a cada una de las NAP's de la red PON obtendremos una distribución parecida a la mostrada en la Figura 44.

+	- 🖌 🗶 🗂	7					Find
	Name	∠ Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx
	NAP A01						
R	VLAN101	VLAN	15	00 1500	1576		0 bps
:	:: NAP A02						
R	VLAN102	VLAN	15	00 1500	1576		0 bps
	:: NAP A03						
R	VLAN103	VLAN	15	00 1500	1576		0 bps
	:: NAP A04						
R	VLAN104	VLAN	15	00 1500	1576		0 bps
-	:: NAP A05						
R	VLAN105	VLAN	15	0 1500	1576		0 bps
	II NAP A06		15		1570		
к	VLAN106	VLAN	15	0 1500	15/6		0 bps
	NAP AU/	10.001	10	1500	1070		0.6
R.		VLAN	15	0 1500	1576		Ubps
R		VLAN	15	0 1500	1576		0 bps
+							

Figura 77 "VLAN's" creadas correspondientes a cada NAP de la red PON.

Ya con las VLAN's creadas es momento de crear sus respectivas IP's dentro del "Address List" para permitir su uso en conjunto con las VLAN's creadas.

Address: 192.168.101.1/24	ОК
Network: 192.168.101.0	
	Cancel
Interface: VLAN101	Apply
	Disable
с	omment
	Сору
F	Remove
enabled	
L	

Figura 78 Dirección correspondiente a la NAPA01 con su IP 192.168.101.1 a través de la Interfaz "VLAN101".

	Comment for Address <192.168.101.1/24>	OK Cancel
Figura 79 Coment	ario de la IP 192.16	8.10.1


Como siguiente proceso posterior a la creación de las IP's de cada VLAN se deberá verificar la creación automática de las rutas de cada una de estas nuevas direcciones.

StesisOLT@192.168	3.100.1 (MikroTik) - WinBox (64
Session Settings [Jashboard
🔊 🕑 Safe Mode	e Session: 192.168.100.1
Quick Set	
工 CAPsMAN	
Interfaces	
1 Wireless	
🔡 Bridge	
est ppp	
°1≵ Mesh	
P P	ARP
🖉 MPLS 🗅	Accounting
📈 Routing	Addresses
🎲 System	Cloud
👰 Queues	DHCP Client
Files	DHCP Relay
E Log	DHCP Server
🥵 RADIUS	DNS
X Tools	Firewall
M New Terminal	Hotspot
41+ Dot1X	IPsec
	Kid Control
Partition	Neighbors
J. Make Supoutri	Packing
Manual 🖤	Pool
New WinBox	Routes
Exit	SMB
	SNMP
	Services
	Seeings
	SOCKS
	Traffic Flow
	LIPPE
	Web Prove
X	
Eiguro 91 Ingraco o los "Douto	" de cada una de las direccionas
Figura of ingreso a las Roule	is de cada una de las direcciones
ingresadas.	

	F	ind all	Ŧ
Dst. Address / Gateway	Distance Routing Mark	Pref. Source	•
DAS 0.0.0/0 172.16.11.1 reachable ether1 WAN	1		
DAC 172.16.11.0/25 ether1 WAN reachable	0	172.16.11.15	-1
DAC 192.168.20.0/24 ether3 ADMIN OLT reachable	0	192.168.20.1	
DAC 192.168.100.0/24 bridge OFICINA reachable	0	192.168.100.1	
DAC 192.168.101.0/24 VLAN101 reachable	0	192.168.101.1	-1
DAC 192.168.102.0/24 VLAN102 reachable	0	192.168.102.1	
DAC 192.168.103.0/24 VLAN103 reachable	0	192.168.103.1	
DAC 192.168.104.0/24 VLAN104 reachable	0	192.168.104.1	
DAC 192.168.105.0/24 VLAN105 reachable	0	192.168.105.1	-1
DAC 192.168.106.0/24 VLAN106 reachable	0	192.168.106.1	
DAC 192.168.107.0/24 VLAN107 reachable	0	192.168.107.1	
DAC 192.168.108.0/24 VLAN108 reachable	0	192.168.108.1	

Figura 82 "Routes" creadas automáticamente correspondientes a cada Interfase de VLAN.

Luego de verificar la correcta creación de las rutas correspondientes a las IP's ingresadas con sus respectivas interfases de VLAN, se debe dar los permisos correspondientes en función de sus interacciones con la RED a través del firewall.



NAT Rule <172.16.11.15:212>		
General Advanced Extra Action Statist	cs	ок
Chain: dstnat	T +	Cancel
Src. Address:	-	Apply
Dst. Address: 172.16.11.15		Disable
Protocol: 6 (tcp)	₹▲	Comment
Src. Port	-	Сору
Dst. Port 212		Remove
Any. Port	•	Reset Counters
In. Interface: sfp-sfpplus1	₹ ▲	Reset All Counters
Out. Interface:	•	J
In. Interface List	•	
Out Interface List	-	
Packet Mark:		
Connection Mark:	-	
Routing Mark:	•	
Routing Table:	_ - _	
	•	
enabled		
ra 84 Configuración en la pes	taña "(General" para la regla
6 1		1 8
'dstnat" de salida de la VLA	N101	

General Adva	anced Extra Action	Statistics		ОК
Action:	dst-nat		Ŧ	Cancel
	Log			Apply
Log Prefix:			-	Disable
To Addresses:	192.168.101.0/24			Comment
To Ports:	80			Сору
				Remove
				Reset Counters
				Reset All Counters

Figura 85 Configuración en la pestaña "Action" para la regla del tipo "dst-nat" de salida de la VLAN101

C	Comment for NAT Rule <172.16.11.15:212>		
	REGLA SALIDA VLAN 101	ОК	
		Cancel	
	~		
_			
-			
Figura 86 Comenta	ario de la regla de sa	ilida de la VLANI)1

											,				
+ •	- 4	* *		7	00	Rese	t Counte	rs (DD Reset All Co	ounters			Find	all	Ŧ
#	Acti	on		С	hain		Src. Ac	Idress	Dst Address	Proto	Src. Port	Dst Port	In. Interf	Out. Interface	•
::: F	EGLA	SALIDA	VLAN	101											
0	+ 20	dst-nat		d	stnat				172.16.11.15	6 (tcp)		212	sfp-sfpp		
.:: F	EGLA	SALIDA	VLAN	108											
1	• P	dst-nat		d	stnat				172.16.11.15	6 (tcp)		212	sfp-sfpp		
::: F	EGLA	SALIDA	VLAN	107											
2	+ P	dst-nat		d	stnat				172.16.11.15	6 (tcp)		212	sfp-sfpp		
.:: F	EGLA	SALIDA	VLAN	106											
3	+ × ×	dst-nat		d	stnat				172.16.11.15	6 (tcp)		212	sfp-sfpp		
.:: F	EGLA	SALIDA	VLAN	105											
4	+ ²	dst-nat		d	stnat				172.16.11.15	6 (tcp)		212	sfp-sfpp		
.:: F	EGLA	SALIDA	VLAN	104											
5	+ ×	dst-nat		d	stnat				172.16.11.15	6 (tcp)		212	sfp-sfpp		
.:: F	EGLA	SALIDA	A VLAN	103											
6	- P	dst-nat		d	stnat				172.16.11.15	6 (tcp)		212	stp-stpp		
	EGLA	SALIDA	A VLAN	102											
	-¶*	dst-nat		d	stnat		-		1/2.16.11.15	6 (tcp)		212	stp-stpp		
	EGLA	DEEN	IRADA	DEI	NIE	RNEI									
8	F	masqu	erade	SI	rcnat									ether I WAN	
4															-
•															

Figura 87 Reglas de salida creadas para cada una de las VLAN.

2.2.3 CREACION DE PERFILES DE VLAN Y ESTATICOS DENTRO DE LA OLT

La creación de perfiles dentro de la OLT se realiza una vez terminadas las configuraciones dentro del MIKROTIK y estos perfiles corresponden a las VLAN y perfiles estáticos que se relacionaran con las VLAN creadas en el MIKROTIK. Estos perfiles tienen como objetivo el relacionar cada una de las ONT que ingresemos a la OLT con las VLAN de la MIKROTIK en correspondencia a la IP asignada en función del distrito al cual pertenecen, por lo que se obtendrá un perfil de VLAN y uno estático por cada distrito o VLAN creada en el MIKROTIK, cada uno con su respectiva puerta de enlace. Los perfiles VLAN se deben crear dentro de la OLT ya sea con el Putty o en nuestro caso a través de telnet desde el MIKROTIK bajo las líneas de comando mostradas en la Tabla 5.

Tabla 11 Creación de los 8 perfiles de VLAN.

Comando	Descripción
OltUps <config># gpon</config>	Ingresamos al gpon
OltUps <config-gpon># onu profile vlan VLAN101 tag-</config-gpon>	mode tag cvlan 101 pri 7
OltUps <config-gpon># onu profile vlan VLAN102 tag-</config-gpon>	mode tag cvlan 102 pri 7
OltUps <config-gpon># onu profile vlan VLAN103 tag-</config-gpon>	mode tag cvlan 103 pri 7
OltUps <config-gpon># onu profile vlan VLAN104 tag-</config-gpon>	mode tag cvlan 104 pri 7
OltUps <config-gpon># onu profile vlan VLAN105 tag-</config-gpon>	mode tag cvlan 105 pri 7
OltUps <config-gpon># onu profile vlan VLAN106 tag-</config-gpon>	mode tag cvlan 106 pri 7
OltUps <config-gpon># onu profile vlan VLAN107 tag-</config-gpon>	mode tag cvlan 107 pri 7
OltUps <config-gpon># onu profile vlan VLAN108 tag-</config-gpon>	mode tag cvlan 108 pri 7
OltUps <config-gpon># show gpon onu profile vlan</config-gpon>	Muestra las vlan existentes.
Profile name: VLM102 Trada priority:7 Profile name: VLM103 Trada priority:7 Profile name: VLM104 Tag mode: tag Crillat priority:7 Profile name: VLM103 Trada priority:7 Profile name: VLM104 Tag mode: tag Crillat priority:7 Profile name: VLM104 Tag mode: tag Crillat priority:7 Profile name: VLM105 Trada priority:7 Profile name: VLM105 Tag mode: tag Crillat priority:7 Profile name: VLM105 Tag mode: tag Crillat priority:7 Profile name: VLM105 Tag mode: tag Crillat priority:7 Ordina priority:7 Tradi priority:7 Tradi priority:7 Tradi priority:7 Tradi priority:7 Tradi priority:7 Tradi priority:7 <th></th>	
OltUps <config-gpon># exit</config-gpon>	

Una vez creados los perfiles de VLAN bajo las líneas de comando anteriormente expuestas entonces automáticamente se crean las VLAN dentro de la OLT por lo que ahora se debe taggear o enlazar el puerto físico gei_1/4/1 a cada una de estas VLAN con las líneas de comando de la Tabla 6.

Tabla 12 Taggeo del puerto gei_1/4/1 con las VLAN creadas.

Comando	Descripción
OltUps<config>#</config> interface gei_1/4/1	Ingresamos al gpon
OltUps <config-if># switchport mode trunk</config-if>	Se coloca al Puerto en modo troncal.
OltUps <config-if># switchport vlan 101 tag</config-if>	
OltUps <config-if># switchport vlan 102 tag</config-if>	
OltUps <config-if># switchport vlan 103 tag</config-if>	
OltUps <config-if># switchport vlan 104 tag</config-if>	
OltUps <config-if># switchport vlan 105 tag</config-if>	
OltUps <config-if># switchport vlan 106 tag</config-if>	
OltUps <config-if># switchport vlan 107 tag</config-if>	
OltUps <config-if># switchport vlan 108 tag</config-if>	
OltUps <config-if># exit</config-if>	

Una vez realizado el taggeo del puerto físico gei_1/4/1 con cada una de las VLAN, se procede a crear los perfiles estáticos como se muestra en la Tabla7 que van a contener las puertas de enlace correspondiente a cada VLAN en función del distrito al que pertenecen y estas puertas de enlace son las creadas en el MIKROTIK en el "Address List". Tabla 13 Creación de los 8 perfiles estáticos de VLAN.

	Comando	Descripción
OltUps <confi< td=""><td>g># gpon</td><td>Ingresamos al gpon</td></confi<>	g># gpon	Ingresamos al gpon
OltUps <config< td=""><td>g-gpon># onu profile ip static101 gateway</td><td>y 192.168.101.1</td></config<>	g-gpon># onu profile ip static101 gateway	y 192.168.101.1
OltUps <config< td=""><td>g-gpon># onu profile ip static102 gateway</td><td>v 192.168.102.1</td></config<>	g-gpon># onu profile ip static102 gateway	v 192.168.102.1
OltUps <confi< td=""><td>g-gpon># onu profile ip static103 gatewa</td><td>y 192.168.103.1</td></confi<>	g-gpon># onu profile ip static103 gatewa	y 192.168.103.1
OltUps <config< td=""><td>g-gpon># onu profile ip static104 gateway</td><td>v 192.168.104.1</td></config<>	g-gpon># onu profile ip static104 gateway	v 192.168.104.1
OltUps <config< td=""><td>g-gpon># onu profile ip static105 gateway</td><td>y 192.168.105.1</td></config<>	g-gpon># onu profile ip static105 gateway	y 192.168.105.1
OltUps <config< td=""><td>g-gpon># onu profile ip static106 gatewa</td><td>y 192.168.106.1</td></config<>	g-gpon># onu profile ip static106 gatewa	y 192.168.106.1
OltUps <config< td=""><td>g-gpon># onu profile ip static107 gateway</td><td>y 192.168.107.1</td></config<>	g-gpon># onu profile ip static107 gateway	y 192.168.107.1
OltUps <config< td=""><td>g-gpon># onu profile ip static108 gatewa</td><td>y 192.168.108.1</td></config<>	g-gpon># onu profile ip static108 gatewa	y 192.168.108.1
OltUps <config< th=""><th>g-gpon># show gpon onu profile ip</th><th>Muestra los perfiles estáticos</th></config<>	g-gpon># show gpon onu profile ip	Muestra los perfiles estáticos
		existentes.
Teinet 192 168 20.80		
OltUps(config-gpon Profile name: Gateway: Primary DNS: Secondary DNS:		
Profile name: Gateway: Primary DNS: Secondary DNS:	static102 192.168.102.1 0.0.0.0 0.0.0.0	
Profile name: Gateway: Primary DNS: Secondary DNS:	static103 192.168.103.1 0.0.0.0 0.0.0.0	
Profile name: Gateway: Primary DNS: Secondary DNS:	atatic104 152.168.104.1 0.0.0.0 0.0.0.0	
Profile name: Gateway: Primary DNS: Secondary DNS:	atatic105 192.168.105.1 0.0.0.0 0.0.0.0	
Profile name: Gateway: Primary DNS: Secondary DNS:	static106 192,168,106,1 0.0.0.0 0.0.0.0	
Profile name: Gateway: Primary DNS: Secondary DNS:	static107 192.168.107.1 0.0.0.0 0.0.0.0	
Profile name: Gateway: Primary DNS: Secondary DNS:	static108 192.169.100.1 0.0.0.0 0.0.0.0	
OltUps(config-gpon	•	
Figura 89 Perfiles	s estáticos creados.	
OltUps <config< td=""><td>g-gpon># exit</td><td></td></config<>	g-gpon># exit	

2.2.4 CREACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE ONT DESCONOCIDA DENTRO DE LA OLT

En la actualidad por el avance tecnológico siempre se van renovando las tecnologías y eso implica que se deba trabajar con equipos nuevos en configuración e identificación para la OLT, por lo que será necesario ingresar una ONT nueva y grabarla en el registro de la OLT para futuros usos en la red GPON, este proceso se realiza bajo las líneas de comando expuestos en la Tabla 8.

Comando	Descripción					
OltUps# configure terminal	Ingresa en el modo de configuración.					
OltUps <config># gpon</config>	Ingresamos al gpon					
OltUps <config-gpon># show onu-type gpon</config-gpon>	Muestra todas las onu conocidas por la OLT.					
OltUps <config-gpon># exit</config-gpon>						
OltUps <config># pon</config>	Ingresamos al pon					
OltUps <config-pon># onu-type xPON-000 gpon description 1ETH, 1PON</config-pon>						
OltUps <config-pon># onu-type-if ZTE-660 eth_</config-pon>	0/1					

Tabla 14 Creación de ONT NUEVA dentro de la OLT

En las líneas de comando de la tabla 8 se realizó el ingreso de una ONT desconocida la cual nombramos xPON-000 ya que esta no constaba en el registro de ONT's de la OLT. Este proceso de ingreso debe seguir una secuencia de pasos como especificar el tipo y colocar una descripción explicita sobre los puertos físicos que posea la ONT, tal como en este caso se indica 1 puerto ethernet, pero esto puede estar sujeto a variaciones en función de la complejidad de la ONT y las funciones que cumpla. Luego se le debe dar una identificación a cada

puerto para sus respectivas configuraciones al momento de registrar una ONT dentro de la red GPON de cara a la generación del servicio.

Como última etapa se debe registrar en la OLT las ONT conectadas a la red GPON que aparecen como no configuradas, en este punto es importante diferenciar entre una ONT desconocida y una ONT no registrada ya que una ONT desconocida es aquella que su modelo y sus puertos no son identificados en la OLT por lo que se realiza el ingreso de una ONT NUEVA, mientras que una ONT no registrada es aquella que aún no ha sido configurada con una IP, un perfil de VLAN y un perfil estático para su correcto funcionamiento dentro de la red GPON. Una vez aclarado este punto entonces se procede a registrar la ONT con las líneas de comando de la Tabla 15.

Tabla 15 Configuración de ONT.

	Comando	Descripción	
OltUps# configur	re terminal	Ingresa en el modo de configuración.	
OltUps <config></config>	# pon	Ingresamos al pon	
OltUps <config-p< th=""><th>on># show gpon o</th><th>Muestra las onu no configuradas.</th></config-p<>	on># show gpon o	Muestra las onu no configuradas.	
OnuIndex	Sn	State	
gpon-onu_1/1/1:1 gpon-onu_1/1/2:1 gpon-onu_1/1/3:1	DD16E6390FC8 DD16E6390FC6 DD16E6390FC6		
Figura 90 ONT's des	sconocidas conectadas		
OltUps <config-p< th=""><th>oon># exit</th><th></th><th></th></config-p<>	oon># exit		
OltUps <config>#</config>	<i># interface gpon-ol</i>	Ingresamos al Puerto de la OLT donde	
		se identificó se encuentra la ONT no	
		configurada.	
OltUps <config-if< th=""><th>5# onu 1 type xP(</th><th>EGC7A571C1</th></config-if<>	5# onu 1 type xP(EGC7A571C1	
OltUps <config-if< th=""><th>5# exit</th><th></th></config-if<>	5# exit		
OltUps <config>#</config>	# interface gpon-or	nu_1/1/ 1:1	Ingresamos en la onu 1.
			*El número luego de los dos puntos
			nos indica el número de onu al cual

	estamos ingresando ya que a un puerto				
	pueden estar conectadas más de una				
	ONT. *				
OltUps<config-if></config-if> # tcont 1 profile default					
OltUps<config-if></config-if> # gemport 1 tcont 1					
Shops tooling in a gemperier rectar					
OltUps<config.if< b=""> # service-port 1 vport 1 user-v</config.if<>	lan 101 vlan 101				
onops comig-non service por 1 vpor 1 user v	iun 101 viun 101				
OltUns coonfig if # avit					
Onops <comig-ii># exit</comig-ii>					
Oktion	7				
Oltops <config># pon-onu-mng gpon-onu_1/1/1:</config>	1				
OltUps<gpon-onu-mng>#</gpon-onu-mng> service INTERNET ge	enport 1 vlan 101				
OltUps <gpon-onu-mng># wan-ip 1 mode static</gpon-onu-mng>	e ip-profile static101 ip-address				
192.168.101.11 mask 255.255.255.0 vlan-profile	VLAN101				
1 5					
OltUps <gpon-onu-mpg># dhcp-ip ethuni eth 0/</gpon-onu-mpg>	1 from-onu				
onops-spon-onu-mig/# unop-ip cinum cm_or1 from-onu					
OltUns <gnon_onu_mng># vlan port eth 0/1 mod</gnon_onu_mng>	le tag vlan 101 pri 0				
oneps-spon-one-mig># viai por cir_0/1 mot	ie ing viun ioi phio				
Onops <gpon-onu-mig># exit</gpon-onu-mig>					
OitUps <config># exit</config>					
OltUps# write	Guarda todas las configuraciones en el				
	sistema.				

Una vez registrada la ONT dentro de la OLT se debe comprobar que en verdad se tiene alcance o acceso hasta esta ONT a través de la IP que le asignamos, por lo que se realiza un PING desde un terminal del MIKROTIK a la ONT como se muestra en la Figura 91.

Terminal	
[?] command [?]	Gives the list of available commands Gives help on the command and list of arguments
[Tab]	Completes the command/word. If the input is ambiguous, a second [Tab] gives possible options
1	Move up to base level
	Move up one level
/command	Use command at the base level
[admin@MikroTik] > ping 192.168.108.11
SEQ HOST	SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.1	08.11 56 64 1ms
1 192.168.1	08.11 56 64 1ms
2 192.168.1	08.11 56 64 1ms
3 192.168.1	08.11 56 64 1ms
4 192.168.1	08.11 56 64 1ms
5 192.168.1	08.11 56 64 1ms
6 192.168.1	08.11 56 64 1ms
7 192.168.1	08.11 56 64 0ms
8 192.168.1	08.11 56 64 0ms
sent=9 rece	ived=9 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms
[admin@MikroTik	.] >
Figura 91 Pi	ng desde el MIKROTIK a la ONT recién enganchada.

Como configuración adicional para habilitar el servicio hacia la ONT se debe agregar la IP asignada dentro del apartado de Queue's del MIKROTIK como se indica en la Figura con sus respectivos anchos de banda tanto en la pestaña de "General" como "Avanced", además del tipo de cola y la prioridad.



	Queue List				
	Simple Queues Interface Queues	Queue Tree Queue	Types		
	+ - 🖌 🗶 了 00	Reset Counters 00	Reset All Counters	Find	
	# Name	Target	Upload Max Limit	Downloac 🔻	
	0 🔒 NAP A08 1 [TesisOLT]	192.168.108.11	80M	80M	
	◆ 1 item (1 selected) 0 B queued	0 packet	s queued	•	
Figura 93	Cola simple crea	da con an	cho de ba	anda de	Upload y
Download	en 80Mbpss				

Simple	Queue <nap< td=""><td>A08 1 [Tesis(</td><td>OLT]></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></nap<>	A08 1 [Tesis(OLT]>						
Gener	al Advance	d Statistics	Traffic	Total	Total Statistics			ОК	
	Name: N	AP A08 1 [Tes	sisOLT]					Cancel	
	Target 19	2.168.108.11					₹ \$	Apply	
	Dst:						•	Disable	
			Targe	et Upload	i	Target Downlo	ad	Comment	
	Max Limit 80	M		Ŧ	80M		➡ bits/s	Сору	
- A -B	urst			-			Ŧ	Remove	
Buet	Burst Limit Un	limited		*	unlimited		 bits/s 	Reset Counters	
Buist	urst Time: 0	ini nite d			0		• Dits/s	Reset All Counters	
	ime				J [-			Torch	
enable	d								
L									
Figura 94 C	onfig	uració	on de	e no	mbre y	límites	de ar	ncho de ban	da para
Upload y D	ownlo	oad.							

Simple Queue d							
General Adv	anced Statistics	Traffic Total	Total Statistics			OK	
Packet Marks:	1				\$	Cancel	
		TargetLiplea	d	Target Develope	4	Apply	
Limit At	80M	arget Opida	80M	Target Download	bits/s	Disable	
Priority:	8		8			Comment	
Bucket Size:	0.100		0.100		ratio	Сору	
Queue Type:	pcq-upload-defaul	t 🖣	pcq-downloa	ad-default ₹		Remove	
Parent	none				Ŧ	Reset Counters	
						Reset All Counters	
						Torch	
enabled							
					_		
Figura 95 Confi	guració	n avai	nzada	de Uploa	d y	Download	1 adem
C	0			1	5		
del tipo de cola.							

2.2.5 CONFIGURACION DE ROUTER DE LADO DEL CLIENTE PARA SALIDA A INTERNET

En cuanto a la conexión física entre la ONT y el ROUTER se deberá utilizar un cable flat de fibra óptica de última milla con conectores extremos APC y un cable RJ45 CAT 6(la categoría puede variar, pero es recomendable que sea la última categoría vigente) desde el ROUTER hacia cada uno de los diferentes equipos que sean necesarios en función de la gama del ROUTER y los requerimientos del cliente como se muestra en la Figura 96.



Como último paso para la salida a internet a través de nuestro ROUTER colocado en el cliente, se deberá realizar las respectivas configuraciones en cuanto a la asignación de la IP correspondiente que fue asignada en la OLT a la ONT y que también está autorizada en el MIKROTIK con su respectivo ancho de banda dentro del apartado de colas [Queue List] como se muestra en la Figura.

Status	Connection Type		OE O DV	namic IP	Static I	IP
Internet Settings		Select S	Static IP if	your Intern	et connec	ction asks for static IP info.
Wireless Settings	IP Address	192	. 168	. 108	. 11	
📈 Bandwidth Control	Subnet Mask	255	. 255	. 255	. 0	
"I") Wireless Repeating	Default Gateway	192	. 168	. 108	1	
Parental Controls	Preferred DNS	172	. 16	.1	157	
🛠 Advanced	Alternative DNS	172	. 16	.1	. 158	(Optional)
Administration	Connection Status	You car	n surf the li	nternet		

Una vez establecida la salida a internet se debe hacer la última prueba que corresponde a la medición de latencia y ancho de banda en el cliente como se muestra en la Figura.



CAPÍTULO 3:

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

3.1 CONEXIÓN FISICA EN CADA UNA DE LAS NAP PARA LAS PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Para las pruebas de funcionamiento en cada una de las NAP disponibles (La NAP 4 no estaba implementada y la NAP 5 se encontraba dentro del coliseo donde se estaban realizando las vacunas contra el COVID-19) se realizó una conexión directa desde un puerto escogido al azar hasta la ONT a través del cable de fibra drop flat con conectores externos APC y un cable RJ45 a una portátil, desde la cual se configuraría el ROUTER NEXXT de lado del cliente con la IP correspondiente a la NAP analizada. En las siguientes figuras indicamos los materiales utilizados y como se realizó la conexión física para sus respectivas pruebas de funcionamiento.

















3.2 MEDICION DE POTENCIA Y ANCHO DE BANDA EN LAS NAP DE LA RED GPON.

Una vez establecida las conexiones físicas para cada una de las NAP que corresponden a la RED GPON de la Universidad Politécnica Salesiana se procedió a realizar las respectivas mediciones de potencia, latencia y ancho de banda para verificar que se esté cumpliendo con un estándar establecido en la Tabla 9.

nados.	6	1
NAP	Mbps	IP (Address
		List)
OFICINA	90 Mbps	192.168.100.11
A01	10 Mbps	192.168.101.11
A02	20 Mbps	192.168.102.11
A03	30 Mbps	192.168.103.11
A06	60 Mbps	192.168.106.11
A07	70 Mbps	192.168.107.11
A08	80 Mbps	192.168.108.11

Tabla 16 Anchos de banda asignados a cada NAP para la distribución hacia

Para poder tener una distinción en el ancho de banda brindado por cada NAP hacia cada uno de sus abonados o clientes, se ha establecido un orden secuencial en función del sector o número de NAP al que pertenecen como se representa en la Tabla 9. Así mismo es importante indicar que este ancho de banda en un ambiente practico varía en función del PLAN que haya adquirido el cliente en la OFICINA y mas no tendría que estar ligado al sector donde se encuentre la NAP desde la que salga dicho cliente.



System Info		Español (Latinoamérica) ~ F
Connection Type	Static IP	
Connection Duration	60s	FASI
WAN MAC	C0:25:67:CC:86:54	Tu velocidad de internet es de
LAN IP	192.168.0.1	
Firmware Version	V12.01.01.37_en	
WAN IP	192.168.101.11	
Subnet Mask	255.255.255.0	••••
Default Gateway	192.168.101.1	Mostrar más información
Preferred DNS Server	172.16.1.157	
Alternative DNS Server	172.16.1.158	
		8 A V
ura 108 Anch	no de banda en la N	JAP A01 de 9.7 Mbps y con su

Connection Type	Static IP	
Connection Duration	11s	FAST
WAN MAC	C0:25:67:CC:86:54	Tu velocidad de internet es de
LAN IP	192.168.0.1	
Firmware Version	V12.01.01.37_en	
WAN IP	192.168.102.11	
Subnet Mask	255.255.255.0	
Default Gateway	192.168.102.1	Mastrarmániaformanián
Preferred DNS Server	172.16.1.157	Mostrar mas información
Alternative DNS Server	172.16.1.158	



Figura 110 Ancho de banda en la NAP A03 de 29 Mbps y con su IP 192.168.103.11





Connection Type		
	Static IP	EAST
Connection Duration	7m 49s	I ASI
WAN MAC	C0:25:67:CC:86:54	Tu velocidad de internet es de
LAN IP	192.168.0.1	
Firmware Version	V12.01.01.37_en	
WAN IP	192.168.108.11	
Subnet Mask	255.255.255.0	
Default Gateway	192.168.108.1	Mostrar más información
Preferred DNS Server	172.16.1.157	
Alternative DNS Server	172.16.1.158	







Figura 116 Potencia en el OPM de la NAP A03 [-17.37 dBm].







Figura 119 Potencia en el OPM de la NAP A08 [-17.37 dBm].

CAPÍTULO 4: Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros

Una vez alcanzado la implementación y gestión completa de la red GPON a través de la OLT ZTE C320 y los demás equipos como el MIKROTIK, ONT's y ROUTER's se puede concluir que es importante identificar la versatilidad que ofrece el MIKROTIK en cuanto asignaciones de ancho de banda a cada abonado a través de su IP, utilizando esta herramienta obviamos la configuración del ancho de banda para los usuarios en la OLT. Con la interfaz del MIKROTIK podemos visualizar de una mejor manera el tráfico que está consumiendo, con estos datos se puede sugerir al usuario un aumento de ancho de banda si ese fuera el caso. Es importante resaltar, para que todo esto haya sido posible, se debe contar con una Red de Fibra Óptica correctamente desplegada y totalmente funcional como la que se dispone dentro del Laboratorio de Telecomunicaciones y en toda la Universidad Politécnica Salesiana.

Para que la red implementada tenga acceso a Internet, se necesita contratar un plan de internet corporativo, puede ser con las empresas CNT, GONET, PUNTONET, etc. Por temas económicos no se logró concluir con esta contratación, por lo tanto, se gestionó con el departamento de sistemas de la universidad, la asignación de una ip privada y así tener acceso a Internet, la cual es de 90Mbps de ancho de banda. Debido a este inconveniente no se logró realizar la gestión remota, ya que es una red privada y por motivos de seguridad tienen implementado distintas reglas de firewall, lo cual hace que no podamos abrir un puerto para poder comunicarnos de manera remota.

Finalmente, al momento de estar realizando las configuraciones es necesario llevar un orden para los distintos perfiles y conexiones de las interfaces de los equipos, de este modo, tenemos todo bien estructurado y a medida que vaya creciendo la red no tener ningún inconveniente. Adicionalmente se debe realizar el respaldo de las configuraciones realizadas tanto en la OLT y MIKROTIK, pues, se debe considerar que a veces fallan los equipos o también por operadores externos a la oficina central, que operan de manera incorrecta.

Como *recomendaciones,* Al momento de realizar las configuraciones de los perfiles de VLAN's, es necesario considerar los sectores a los cuales cubren cada NAP, en este caso se asignó diferentes perfiles para cada sector y así tener un crecimiento ordenado de los usuarios, incluso si existe alguna falla se pueda identificar su ubicación rápidamente y dar solución.

Como *trabajos futuros* se puede incursionar más a fondo en cuanto a las características y capacidades del MIKROTIK como el uso de SCRIPTS para automatizar actividades secuenciales repetitivas como pueden ser los cortes a los abonados que se dan en un ISP luego de 30 días de servicio y de igual manera su reconexión o restablecimiento del servicio, luego de confirmar un pago a través del departamento financiero. Así mismo se podría recomendar el realizar planes de servicio flexibles que modifiquen sus anchos de banda en función de ciertas horas donde la demanda aumente en ciertos sectores específicos o que también se haga un seguimiento personalizado a los abonados para brindarles un plan o servicio acorde a sus necesidades reflejadas en el seguimiento o estudio.

En cuanto a estudios futuros para la parte física se podría intentar generar una RED GPON INTELIGENTE que de manera automática notifique a los usuarios cuando su plan este próximo a terminar y hacer la recomendación pertinente, así mismo en caso de colisiones o desperfectos en la red se lo notifique a los usuarios para que tengan conocimiento de aquello y que tengan la seguridad de que la empresa o ISP está al tanto del malestar y lo están solucionando, de esta manera generar un umbral de tranquilidad en el cliente o abonado.

También se podría trabajar en el manejo de TCONTs en combinación con los niveles de prioridad para cada servicio que se va a ofrecer por parte de la empresa, se puede realizar diferentes configuraciones y recolectar datos con los distintos servicios ofrecidos, de esta manera tener presente que configuración es óptima para brindar un servicio de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. L. Fay, "Diseño de una Red de Acceso Utilizando Tecnología FTTH (Fiber To The Home), para el edificio Solemni ubicado en las calles Alemania N 30-38 y AV. Eloy Alfaro de la ciudad de Quito.," *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11),* 951–952., 1967.
- We Are Social, "Digital 2021 Global Overview Report," *Digital 2021 Global Overview Report*, 2021. https://wearesocial.com/digital-2021.
- [3] M. M.Al-Quzwini, "Design and Implementation of a Fiber to the Home FTTH Access Network based on GPON," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 92, no. 6, pp. 30– 42, 2014, doi: 10.5120/16015-5050.
- [4] J. C. León Guevara and P. A. Zari Muñoz, "Propuesta De Una Nueva Estructura De La Red De Acceso Gpon De La Empresa Etapa Ep Para La Provisión De Nuevos Servicios De Telecomunicaciones Para Usuarios De Tipo Residencial Y Comercial," p. 170, 2014.
- [5] D. Zhagñay and G. Solano, "Diseño, Implementación y pruebas de una red de Fibra Óptica para pruebas de la Universidad Politecnica Salesiana."
- [6] "Red óptica pasiva (PON) | VIAVI Solutions Inc." https://www.viavisolutions.com/es-es/red-optica-pasiva-pon (accessed Nov. 25, 2021).
- [7] CHRISTIAN EDUARDO CEDILLO DELGADO; MARCO ANDRES NIETO ALVAREZ, Análisis para la optimización del presupuesto óptico sobre última milla, mediante pruebas dentro de la red GPON de CNT en la ciudad de Azogues. CUENCA - ECUADOR, 2019.

- [8] J. Carlos and R. Sinticala, "DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO CON TECNOLOGÍA FTTH PARA DISTRIBUIR SERVICIOS DE BANDA ANCHA EN EL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, PROVINCIA TACNA," pp. 1–29, 2020.
- [9] K. Features and T. Specifications, "ZXA10 C320 Datasheet ZXA10 C320 Datasheet," pp. 1–3.
- [10] P. Villalta, "Propuesta E Implementación De Un Modelo De Gestión Para El Servicio De Valor Agregado De Acceso a Internet De La Empresa Rapidred Del Cantón Paute," 2015.
- [11] J. S. Alcívar Ponce, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA FTTH UTILIZANDO EL ESTÁNDAR GPON ENTRE LA FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES Y SUS LABORATORIOS EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.," 2015.
- [12] "Fibra Óptica Odf De Fibra Caja/odf 4 Puertos 24,36 Buy Odf 4 Port,Fiber Termination Box,36 Ports Odf Product on Alibaba.com." https://spanish.alibaba.com/product-detail/fibra-optica-odf-fiber-terminationbox-odf-4-ports-24-36-ports-60312996282.html (accessed Nov. 12, 2021).
- [13] POWEST, "MANUAL DE USUARIO On-Line UPS," p. 44.
- [14] G. R. Solano Sánchez and D. S. Zhagñay Castro, Diseño, implementación y prueba de una red de fibra óptica para el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana. 2021.
- [15] N. M. Z. Pastor, "Análisis de la saturación de los puertos de la red GPON de la compañía CNT ubicada en la parroquia BARREIRO VIEJO," vol. 23, no. 3, p. 2019, 2019, [Online]. Available: cholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Funcionalidad+Familiar+ en+Alumnos+de+1°+y+2°+grado+de+secundaria+de+la+institución+educativ a+parroquial+"Pequeña+Belén"+en+la+comunidad+de+Peralvillo%2C+ubica da+en+el+distrito+de+Chancay+-+periodo+2018&btnG=.

- [16] P. W. Valverde Cruz, "Guía Digital para el análisis y resolución de fallas en la Operación & Mantenimiento de una Red GPON desde la NAP hasta el cliente, para los ISPs.," 2018.
- [17] R. D. Agila, "Diseño De Una Red Gpon Para El Barrio 'El Paraíso De Jipiro' Del Cantón Loja, Provincia De Loja, Usando Un Armario F01S300," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1–78, 2019.
- [18] R. Novoa *et al.*, "Diseño de una Red Óptica Pasiva de Acceso para una urbanización ubicada en la vía Samborondón," *Artículo de Tesis de Grado*, pp. 1–5, 2011.
- [19] J. I. Logroño Gómes, "INTEGRACIÓN DE LAS REDES ÓPTICAS PASIVAS ETHERNET EPON/GPON CON LA TECNOLOGÍA WiMAX," 2008.
- [20] F. Orozco Santos, "Configuración de servicios en entornos GPON," Sempere Payá, Víctor Miguel, pp. 1–63, 2019.
- [21] Telecommunication International Union, "ITU-T G.7041/Y.1303 Series G: Transmission Systems And Media, Digital Systems And Networks.," 2016.
- [22] J. Cando Mera, "Sistema De Gestión De Servicios De Internet De La RED De Acceso Fijo De CNT EP del Cantón Ambato.," 2021.
- [23] P. Kourtessis, W. Lim, N. Merayo, Y. M. Yang, and J. M. Senior, "Efficient T-CONT-Agnostic Bandwidth and Wavelength Allocation for NG-PON2," J. Opt. Commun. Netw., vol. 11, no. 7, pp. 383–396, 2019, doi: 10.1364/JOCN.11.000383.
- [24] K. Triningsih, E. S. Sugesti, and H. S. Naning, "Multipartition DBA method on GPON," 2017 IEEE 13th Malaysia Int. Conf. Commun. MICC 2017, vol. 2017-Novem, no. Micc, pp. 203–206, 2018, doi: 10.1109/MICC.2017.8311759.
- [25] J. C. Copa Merlo, "DISEÑO DE UNA RED GPON PARA LOS ROSALES DE ACHUMANI DEL MUNICIPIO DE LA PAZ EN BASE A LOS REQUERIMIENTOS DE ENTEL," 2016.
- [26] Lacnic, "Red de Acceso GPON Aspectos Técnicos y Despliegue IPv6 Redes 87

Masivas de Ultima Milla." p. 94, [Online]. Available: www.lacnic.net.

- [27] M. S. GOMEZ and A. P. MOREJON, "Estudio y Diseño de una Red de Acceso GPON para los servicios de telecomunicaciones triple play (Voz, Video y Datos) en el sector oriental de la ciudad de Riobamba," pp. 1–141, 2012, [Online]. Available: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2911.
- [28] E. Díaz Laurencio, R. Martínez Gómez, M. del R. Cruz Felipe, and P. M. Puig Diaz, "QoS en redes de área local," *Rev. Digit. Soc. la Inf.*, no. 43, pp. 1–10, 2013, [Online]. Available: http://www.sociedadelainformacion.com.
- [29] A. F. Zamora Cortázar, "Evaluación para el Control de Tráfico y QoS en el entorno de redes de datos mediante Tecnología Mikrotik," 2014, [Online]. Available: http://192.188.52.94/bitstream/3317/2816/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-72.pdf.
- [30] J. A. Álvarez Fajardo, "Diseño e implementación de experiencias de laboratorio , basadas en redes de acceso óptico GPON Informe Proyecto de Título de Ingeniero Civil Electrónico Escuela de Ingeniería Eléctrica Facultad de Ingeniería," 2018.
- [31] M. Marco, "Configuración de Servicios por un Proveedor en una maqueta Red de Acceso Óptica real."
- [32] M. Escalante, Conceptos fundamentales de MikroTik RouterOS. .

ANEXOS