

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIEROS ELECTRÓNICOS**

**TEMA:
DISEÑO DE LA RED DE FRONTERA PARA LA EMPRESA ESYD,
UTILIZANDO EL MODELO JERÁRQUICO EMPRESARIAL DE CISCO**

**AUTORES:
ADRIÁN ARTURO CARRERA TOBAR
IVÁN ANDRÉS CUEVA CATOTA**


**TUTOR:
JUAN CARLOS DOMÍNGUEZ AYALA**

Quito, agosto 2019


CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Adrián Arturo Carrera Tobar e Iván Andrés Cueva Catota, con los documentos de identificación N° 1718770280 y N° 1722129291, respectivamente 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: “DISEÑO DE LA RED DE FRONTERA PARA LA EMPRESA ESYD, UTILIZANDO EL MODELO JERÁRQUICO EMPRESARIAL DE CISCO“ mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Electrónicos, 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 impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Adrián Arturo Carrera Tobar
C.I. 1718770280



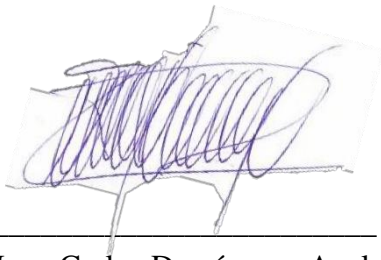
Iván Andrés Cueva Catota
C.I. 1722129291

Quito, agosto de 2019

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, “DISEÑO DE LA RED DE FRONTERA PARA LA EMPRESA ESYD, UTILIZANDO EL MODELO JERÁRQUICO EMPRESARIAL DE CISCO” realizado por los estudiantes Adrián Arturo Carrera Tobar e Iván Andrés Cueva Catota, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, agosto de 2019



Juan Carlos Domínguez Ayala

C.I: 1713195590

DEDICATORIAS

Si no vas hasta el final ¿por qué empezar? – Joe Namath

Quise empezar mi dedicatoria así, ya que siempre estuvo dentro de mis sueños y realización personal la culminación de mi carrera universitaria en el área de telecomunicaciones y hoy que lo estoy logrando quisiera dar un justo reconocimiento aquellas personas que estuvieron en esta etapa de mi vida hasta el día de hoy en este sueño cumplido:

A Dios, por no abandonarme en momentos de flaqueza y darme la sabiduría y coraje para seguir adelante aun cuando las adversidades mostraban que el camino era casi imposible.

A mis padres, Jorge Carrera Chinga, por su gran esfuerzo, apoyo y perseverancia, al decirme regularmente que la mejor herencia que él me podía dejar era la EDUCACIÓN, ahora entiendo el sentido de dichas palabras que me decía desde pequeño. A Mariana Tobar Pérez por su AMOR incondicional hacia mi persona, por su dedicación, atención y sobre todo por el cariño recibido de su parte desde que era tan solo un niño hasta el día de hoy ya siendo un profesional.

A mis amigos, esos hermanos que la vida me pudo regalar ya que como hijo único siempre vi en ellos una hermandad, aquí una mención tanto para los “Mikis” como para el “Equipo Alfa”, grupos de amigos que me enseñaron que la amistad es un tesoro que ahora lo valoro mucho por los momentos y experiencias vividas.

Y, finalmente, quisiera dedicar esta obra a mí mismo, por todas las derrotas sufridas a lo largo del camino que me enseñaron a ser más fuerte, a tener un mejor carácter y a decirme a mí mismo que por más fuerte que sea la tormenta, el sol siempre saldrá.

Adrián

Llegar a este momento no fue fácil, tuve que pasar por momentos difíciles, la pérdida de 2 personas que amaba mucho, me quebrantaron pero me dieron la fuerza necesaria para cumplir mi sueño. Todo esfuerzo tiene su recompensa, todo llega a su final y una de mis primeras metas cumplidas, este logro, lo debo a mis padres, Myriam y mi ángel que me cuida desde el cielo Marquito Cueva, a mi hermana, mi sobrina, mis mejores amigos, sin olvidar de agradecer a Dios que todos los días me bendijo con salud y supo guiarme cada día en el camino que tenía preparado para mí.

Iván

AGRADECIMIENTO

Quisiéramos agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana por los conocimientos teóricos y prácticos a lo largo de mi formación hasta esta instancia en donde quisiera dar un reconocimiento y total agradecimiento a nuestro tutor al Ingeniero Juan Carlos Domínguez por toda su sapiencia y conocimientos transmitidos para la elaboración de esta obra.

Al Ingeniero Santiago Zambrano CEO de Kamay Solutions por la oportunidad, tanto laboral, como para poder desarrollar esta obra. Gracias por todas las facilidades y requerimientos prestados por parte de la Empresa; así como también, mi agradecimiento para el gran grupo de colaboradores de esta gran Empresa.

“Júralo con el Corazón”, frase que estará siempre en mi corazón, que no podía dejar de lado en este agradecimiento a una maravillosa y gran persona que estuvo gran parte de mi carrera universitaria, pero que, por motivos y decisiones de ambos, no pudimos continuar el camino juntos, solo me queda agradecerle y desearle todo el éxito del mundo que ella se merece, tanto personalmente como profesionalmente, por todo el apoyo incondicional brindado.

Adrián

Quisiera agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana que me abrió sus puertas para cumplir este gran sueño, agradecer a mi tutor Ingeniero Juan Carlos Domínguez y a mi lector Ingeniero Johnny Barrera por ser unos excelentes docentes; y, al final convertirse en grandes amigos.

Como no recordar a mis primeros docentes de los primeros años, que con sus enseñanzas fortalecieron mi ilusión y la dedicación a la carrera que elegí. Un agradecimiento, de manera especial, al Ingeniero Santiago Zambrano que me permitió realizar el proyecto de titulación en su Empresa. Finalmente, como olvidar a mis amigos Fernando y Jonathan que me brindaron su apoyo incondicional para culminar este proyecto técnico.

Iván

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR.....	ii
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación del problema.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Marco Teórico.....	3
1.4.1 Metodología de diseño.....	3
1.4.2 Perímetro empresarial de Cisco	3
1.4.3 Diseño Jerárquico en la Infraestructura	4
1.4.4 Espectro de Radio Frecuencia	5
1.4.5 Mapa de Cobertura por AP.....	5
1.4.6 Calidad de servicio QoS “Mercado de servicios diferenciados”	6
1.4.7 Servicios diferenciados.....	6
1.4.8 Metodología PPDIOO	7
CAPÍTULO 2.....	9
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL.....	9
2.1 Antecedentes	9
2.1.1 Direccionamiento inicial de la Red.....	10
2.1.2 Topología de Red actual	11
2.1.2.1 Topología Lógica	11
2.1.2.2 Topología Física.....	12

2.1.2.3	Ruta seguida durante el estudio y Redes detectadas	13
2.2	Problemas Detectados en la Red	14
2.2.1	Red LAN.....	14
2.2.2	Red de WLAN	14
2.3	Requerimientos	15
CAPÍTULO 3.....		16
DISEÑO DE LA NUEVA RED.....		16
3.1	Metodología	16
3.2	Diseño de Topología Física.....	16
3.3	Dimensionamiento de Tráfico.....	17
3.3.1	Ancho de Banda de Navegación y Redes Sociales.....	18
3.3.2	Ancho de Banda de Correo Electrónico	19
3.3.3	Ancho de Banda para Telefonía IP.....	19
3.3.4	Ancho de Banda para Video Conferencia	21
3.4	Diseño de Topología Lógica	22
3.4.1	Direccionamiento IPv4	22
3.4.2	Direccionamiento IPv6	23
3.5	Diseño de la red de Borde para la empresa ESYD.....	23
3.5.1	Módulo de Acceso a Internet	24
3.5.2	Módulo de Acceso Remoto y VPN	24
3.5.3	Módulo WAN	24
3.6	Seguridad de la Red de Corporativa.....	25
3.7	Diseño del Filtrado de Contenido - Shaping	27
3.8	Servicios de OpenDNS para ESYD	27
3.9	Módulo de Acceso Remoto.....	28
3.10	Selección de Equipos.....	28
CAPÍTULO 4.....		30
SIMULACIÓN DE LA NUEVA RED Y ANÁLISIS DE COSTOS		30
4.1	Simulación de la Red de Borde.....	30
4.2	Configuraciones en los Equipos.....	30
4.3	Simulación del desempeño de la Red de Borde	35
4.3.1	Resultados obtenidos en OPNET Modeler	36
4.4	Análisis de Costos de Implementación.	38
4.4.1	Costos de Capital	38
4.4.2	Costos de Operación.....	38

4.4.3	Análisis de Egresos de ESYD.....	39
4.4.4	Período de Recuperación de la Inversión	39
	CONCLUSIONES	40
	RECOMENDACIONES	41
	BIBLIOGRAFÍA	42
	ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Modelo Jerárquico Empresarial de Cisco	3
Figura 1.2 Tasa de transferencia y estándar que soporta	5
Figura 1.3 Marcado de Servicios QoS	6
Figura 1.4 Criterio de Selección de QoS	6
Figura 2.1 Ubicación Geográfica.....	9
Figura 2.2 Topología Lógica de la red de ESYD	11
Figura 2.3 Topología Lógica de la red de CENAP.....	12
Figura 2.4 Topología actual de la red Física de ESYD	12
Figura 2.5 Topología actual de la red física de CENAP.....	13
Figura 2.6 Ruta de control de la accesibilidad a internet	13
Figura 2.7 Diagrama de calor de la red Inalámbrica	15
Figura 3.1 Propuesta de Topología Física para ESYD	17
Figura 3.2 Propuesta de Topología Física para ESYD	17
Figura 3.3 Volumen de Tráfico en Función a la hora del día.....	20
Figura 3.4 Ancho de Banda Estimado	21
Figura 3.5 Módulo Acceso a Internet.....	24
Figura 3.6 Módulo Acceso Remoto y VPN	24
Figura 3.7 Módulo WAN	25
Figura 3.8 Página principal Servicio OpenDNS	27
Figura 4.1 Simulación del Diseño de la nueva Red de Borde.....	30
Figura 4.2 Configuraciones realizadas en dispositivo ASA Firepower	31
Figura 4.3 Configuraciones realizadas en dispositivo ASA Firepower	31
Figura 4.4 Configuraciones realizadas en dispositivo ASA Firepower	32
Figura 4.5 Configuraciones realizadas en el dispositivo Mikrotik	33
Figura 4.6 Comprobación de conectividad VPN	33
Figura 4.7 Comprobación de conectividad VPN.....	34
Figura 4.8 Comprobación de conectividad VPN.....	34
Figura 4.9 Comprobación de conectividad VPN	35
Figura 4.10 Topología de la red con políticas de QoS	36
Figura 4.11 Delay en la red de borde de ESYD.....	36
Figura 4.12 Comparación de Jitter de la red de borde de ESYD	37
Figura 4.13 Comparación de Throughput de la red de borde de ESYD	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Rango de energía para el mapa de calor	5
Tabla 2.1 Equipos activos utilizados	10
Tabla 2.2 Direccionamiento IPv4 de las redes de ESYD y CENAP.....	10
Tabla 2.3 Redes Detectadas.....	14
Tabla 3.1 Recomendaciones de ancho de banda empresarial	18
Tabla 3.2 Asignación de VLANs de la Empresa ESYD	22
Tabla 3.3 Segmentación de Red IPv4	23
Tabla 3.4 Segmentación de Red IPv6	23
Tabla 3.5 Restricción de puertos.....	25
Tabla 3.6 Restricción de puertos.....	25
Tabla 3.7 Restricción de puertos.....	26
Tabla 3.8 Distribución de VLANs y puertos.....	26
Tabla 3.9 Distribución de VLANs y puertos.....	26
Tabla 3.10 Distribución de VLANs y puertos	27
Tabla 3.11 Dimensionamiento de equipos	28
Tabla 3.12 Tabla comparativa de Hardware de firewall.....	29
Tabla 4.1 Costo de Equipos para la ESYD.....	38
Tabla 4.2 Costos de operación del diseño.....	39
Tabla 4.3 Tabla de costos de egresos	39
Tabla 4.4 Período de recuperación	39

RESUMEN

El presente proyecto técnico tiene como uno de sus objetivos un diseño de la red corporativa para la Empresa ESYD con el fin de optimizar de forma significativa el acceso a los servicios de red locales así como el acceso a Internet por parte de sus empleados, alumnos y colaboradores.

Dentro de su plan de negocios, la Empresa ESYD ha decidido interconectar la sucursal CENAP con el propósito de ingresar y garantizar el acceso a los recursos de base de datos ubicado en la matriz principal.

El problema actual radica en que las oficinas principales de ESYD y la sucursal CENAP no cuentan con una red privada virtual interconectada hacia Internet para el intercambio de información, aumentando el tiempo de respuesta entre ambas entidades.

La Empresa no cuenta con una red de frontera adecuadamente organizada, es preciso un cambio de su antiguo diseño hacia un nuevo diseño, que favorezca en el nuevo diseño de la infraestructura diseñada de la red, a su vez que cumpla cada una de las etapas técnicas PPDIOO, estas etapas forma un ciclo de vida en la red y además aporta al análisis de los requerimientos y organización de los equipos activos de la red, para satisfacer su correcto funcionamiento.

ABSTRACT

This technical project purpose to design the corporate networking for company ESYD in order to improve and provide a significant improvement in access to services and access to the Internet by its employees, students and collaborators.

Within its business plan, the company ESYD has decided to interconnect the CENAP branch, the main purpose is accessing to the database resources located in the main matrix.

The current problem is that ESYD main offices and the CENAP branch do not have a virtual private network connected to the Internet for the exchange of information, increasing the response time between both entities.

In the absence of a properly planned edge network, a design that favors the organization of the current network infrastructure based on the Cisco PPDIOO methodology is necessary, due to this establishes the life cycle in the network in stages, contributes to the analysis of the requirements and organization of the active devices of the network, to satisfy its correct functioning.

INTRODUCCIÓN

A medida que una empresa crece, también aumentan sus requisitos y necesidades. Las empresas dependen de la infraestructura de red para proporcionar servicios esenciales tales como control de ancho de banda por departamentos, acceso remoto hacia los recursos internos de la red, entre otros.

El presente proyecto se encuentra estructurado en los siguientes capítulos:

Comenzaremos con el primer capítulo que se definen los objetivos generales y específicos, la justificación del proyecto y una breve referencia de los conceptos teóricos empleados en el proyecto.

La línea base de la Empresa ESYD se detallará en el capítulo dos, identificando las carencias y necesidades a cubrir. Este estudio describe el estado inicial de la red, los equipos que eran utilizados, una encuesta de sitio con mapas calor, y el análisis de los respectivos diseños físicos y lógicos que permitieron establecer un punto de partida para definir el nuevo escenario y nuevo diseño de la red.

Se diseña la red de frontera empresarial en la tercera etapa, desde el proveedor de servicio de internet hasta el punto inicial de la red interna, basándose en el modelo jerárquico empresarial de cisco; cumpliendo los parámetros de calidad de servicio y restricciones de contenidos acorde a las políticas de la empresa.

Se presenta los resultados finales obtenidos en la cuarta etapa de este proyecto, mediante la simulación de la propuesta con los programas GNS3 y OPNET, haciendo una comparación del estado inicial de la red versus el estado final, a fin de demostrar su factibilidad de implementación con los requisitos definidos por parte de la Empresa. Finalmente, se analizan los factores de análisis de costos, recuperación de inversión y el análisis de costo beneficio del proyecto.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento del problema

Como parte del proceso de expansión, la Empresa EYSD ha tomado la decisión desde su presidencia, de crear nuevos espacios integrales para sus trabajadores, es por ello que también fue necesario planificar la expansión de su infraestructura. EYSD es una empresa privada localizada en la Ciudad de Quito, Parroquia Conocoto que se dedica principalmente a la capacitación, nivelación y asesoría académicas.

La Empresa EYSD cuenta con una única sucursal, misma que se encuentra en San Rafael, la cual requiere una solución para optimizar la comunicación con su matriz mediante una red privada virtual VPN y a su vez limitar el ancho de banda a cada uno de sus departamentos mediante políticas de diferenciación de tráfico para acceder hacia internet.

Uno de los objetivos planteados por la empresa es brinda mayor seguridad en su matriz principal pero sin olvidar su sucursal, donde está prevista la compra de nuevos equipos realizando una comparación de costo beneficio y que ayude a la empresa a optimizar sus ingresos y egresos.

1.2 Justificación del problema

Dentro de los nuevos requerimientos en el ámbito tecnológico, la Empresa tiene como propósito corregir fallos de cada uno de los departamentos mediante la implementación de una red de frontera basada en el modelo jerárquico, estableciendo parámetros, que son: topologías lógicas y físicas que aseguren una mejora significativa en los procesos realizados por la empresa y mejorar los existentes.

Los cambios que harán buscan proyectar a la empresa hacia actividades comerciales más competitivas que sin duda será una notable diferencia para nuevos desarrollos administrativos y productivos.

Con el continuo avance de la tecnología las empresas buscan estar a la vanguardia tanto en servicios como en la seguridad, es por ello que se centrará en una red privada virtual del tipo SSL, la cual facilita a usuarios externos a la red interna de la empresa, el acceso a aplicaciones web, aplicaciones cliente-servidor y acceso a un servidor de base de datos proporcionado por la empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar la red de frontera para la Empresa ESYD, que permita una óptima intercomunicación de la matriz ESYD con sus sucursales utilizando el modelo jerárquico empresarial de Cisco.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el estado actual de la red de la Empresa ESYD para que se conozca las necesidades de interconexión tecnológica y de negocios, tanto para su matriz como sus sucursales.

- Diseñar la red de acceso remoto de la Empresa ESYD para que cumpla con los requerimientos solicitados, como la calidad y seguridad de los datos entregados.

- Simular la red propuesta de la Empresa ESYD para la comparación del tráfico con respecto al estado inicial actual.

- Analizar los costos de implementación de la propuesta, para determinar la factibilidad económica.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Metodología de diseño

En el siguiente artículo se van a describir algunos de los conceptos utilizados en el diseño de frontera, para esto se hace referencia al diseño de arquitectura de Cisco y permita a la Empresa ESYD cubrir sus requerimientos o peticiones para el proyecto:

1.4.2 Perímetro empresarial de Cisco

Al hablar sobre el modulo perimetral decimos que es el que nos abre las puertas a la conectividad relacionado con los servicios de voz, trasmisión de video e información externamente de la Empresa. Existe una conexión entre el campus empresarial y los demás módulos ECNM.

Figura 1.1 Modelo Jerárquico Empresarial de Cisco

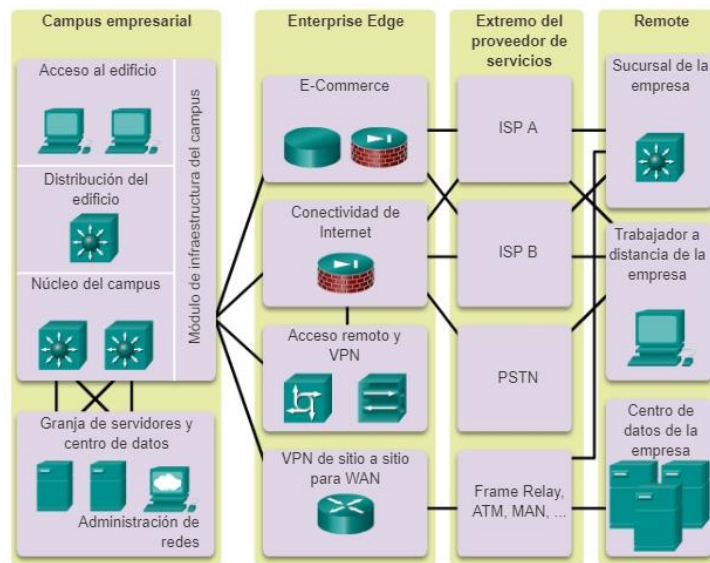


Figura 2.1 Modelo jerárquico de Cisco. Fuente: (Cisco Validated Design, Internet Edge Design Summary, 2015)

- **Módulo de Accesos a Internet CISCO FirePower:** Para el módulo de acceso a internet se tomó el Dispositivo de seguridad ASA 5505 en VMware ya que es una plataforma que nos brinda servicios de VPN y seguridad, en el presente y en futuras generaciones par entornos de medianas y grandes empresas. (Cisco, s.f)

Características del ASA 5505:

- **Edición de Firewall:** Brinda gran confiabilidad a la empresa permitiendo de manera segura implementar aplicaciones y redes cruciales, al no usar un diseño físico del ASA nos brinda una reducción de costos notables.
- **Edición IPS:** Resguarda los servidores y protege la infraestructura de la compañía de piratas informáticos, gusanos y diferentes amenazas informáticas, previniendo la entrada de intrusos.
- **Edición ANTI-X:** Da una gran protección a usuarios en áreas pequeñas o remotos, mediante los servicios de anti-x, protegiendo al cliente de Web malicioso basados por ejemplo en virus, spyware y phishing.
- **Edición VPN SSL/IPsec:** Ofrece a los usuarios remotos entrar de forma segura a vías y servicios de la red interna, acepta una red de grupos de VPN para ejecuciones empresariales de mayor envergadura. Las tecnologías de acceso remoto de SSL y de seguridad IP con VPN (IPsec) asegurándose del tráfico VPN previniendo de intrusos. (Cisco, s.f)

1.4.3 Diseño Jerárquico en la Infraestructura

Al hablar sobre diseño jerárquico, sabemos que está conformado por equipos modulares, de esta manera la dirección y el manejo administrativo se vuelve mucho más fácil, debido a que las redes están divididas por partes y para una mejor comprensión, sin mucha complejidad y factible manejo. Tomemos en cuenta que la red de jerarquía toma 3 capas: Capa de acceso, Capa distribución y Capa Núcleo. Se nombrará brevemente ya que no se centrará este proyecto en cada una de ellas.

Dado la cantidad de dispositivos es de vital importancia categorizar las redes según la porción de dispositivos conectados: (Alpusig, 2018)

- **Small network:** Brinda servicios de 200 puntos de conexión
- **Medium network:** Brinda Servicios de 1000 puntos de conexión.

1.4.4 Espectro de Radio Frecuencia

Al hablar sobre comunicaciones Wifi empleamos una de las bandas estándar que cumplan con el tipo de comunicación 802.11. Las comunicaciones WiFi se ven degradadas cuando hay otras emisiones de radio en las mismas frecuencias. Estas emisiones pueden provenir de otras redes WiFi o bien de cualquier otro tipo de emisión. (ITU, 2016)

Se visualiza la Tabla 1.1 con los rangos en decibeles y matices de energía de la señal.

Tabla 1.1 Rango de energía para el mapa de calor

Rango de Intensidad	Color	Valores
-30 dBm – 40 dBm	Verde	Alta
-40 dBm – 70 dBm	Verde claro	Media Alta
- 70 dBm – 80 dBm	Amarillo	Media
- 80 dBm – 90 dBm	Naranja	Media baja
- 90 dBm – 100 dBm	Rojo	Baja

Orden y rango en dBm de las características de un mapa de calor. Elaborado por Carrera Adrián y Cueva Iván

1.4.5 Mapa de Cobertura por AP

Los mapas de calor de cobertura en los puntos de acceso o *access point*, es una visualización de intensidad de cobertura desde el punto de acceso hacia toda la locación o espacio territorial. Este mapa nos ayuda conociendo las falencias de cobertura y corregirlas para una mejor comunicación de señal. (Anexo 1). (Acrylic Wifi, 2019)

Figura 1.2 Tasa de transferencia y estándar que soporta



Mapa de cobertura WiFi (WLAN heatmap) de varios puntos de acceso. Fuente: (Acrylic Wifi, 2019)

1.4.6 Calidad de servicio QoS “Mercado de servicios diferenciados”

Dentro de la calidad de servicios se toma como referencia el encolamiento de los paquetes, en la cual se puede priorizar, administrar los buffers guardados y además reordenar los paquetes según la prioridad que se le dé destino a un equipo de capa 3. (Cisco Validated Design, Internet Edge Design Summary, 2015)

Figura 1.3 Mercado de Servicios QoS

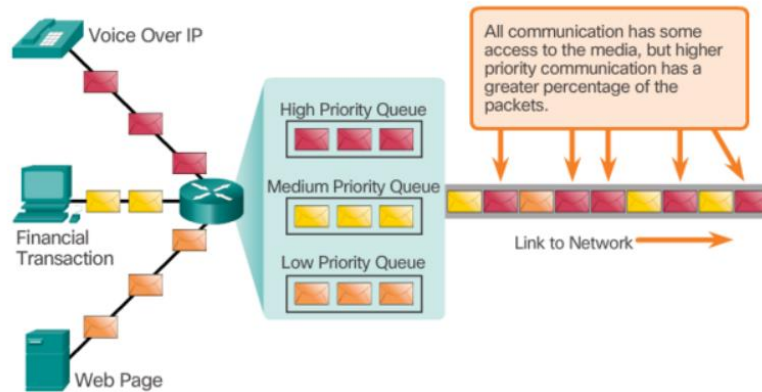


Figura 1.3 Mercado de Servicios QoS. Fuente: (Cisco Validated Design, Internet Edge Design Summary, 2015)

1.4.7 Servicios diferenciados

La calidad de servicio (QoS) está definida por la ISO como un conjunto de características de un elemento, que concede la capacidad para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas (ISO, 2019).

Es un hecho que la QoS es una característica que necesita ser incorporada en el diseño de la red convergente, con el único fin de proporcionar las medidas necesarias de Ancho de Banda, rendimiento perdidas de paquetes tanto retardo como latencia.

Figura 1.4 Criterio de Selección de QoS

<i>Access Layer - Ingress Traffic classification</i>			
Traffic Class	PHB	CoS	Application Examples
Network Control	CS6	6,7	BGP,EIGRP,OSPF,HSRP, NTP,PIM,IGMP
VoIP	EF	5	Cisco IP Phones,Jabber, Telepresence
Multimedia	AF41	4	SCCP,SIP,H.323, Vedio Conf,CCTV stream
Critical Data	AF21	3	HTTPS, Email, LDAP,CRM
Bulk-Data	CS2	2	FTP,Backup, IPTV (any IPv4 traffic)
Scavenger	CS1	1	Gaming, Youtube,P2P
class-default	CS0	0	Unclassified traffic, IPv6, Broadcast

Figura 1.4 Criterios para la selección de políticas de calidad de servicio de la empresa. Fuente: (Nayarasi, 2014)

Cuando se crean políticas de clasificación de QoS, se debe tener en cuenta como administrador de la red que aplicaciones se encuentran presentes en el borde de acceso (dirección de ingreso) y si las aplicaciones vienen de algún punto final confiable o no confiable.

1.4.8 Metodología PPDIOO

Las redes tienen un proceso o ciclo de vida de la red llamado Metodología PPDIOO, este nos permite tener un manejo más veloz en procesos ordenados, teniendo una mejor disponibilidad, fiabilidad, seguridad, escalabilidad y performance de red.

Para este proyecto, la metodología se enfoca en el nuevo esquema de la red de una empresa privada, para ello se tomarán las 3 secciones o etapas, son:

- a: Determinar las exigencias de la red.
- b: Describir la red existente.
- c: Diseñar la topología lógica y física y soluciones al respecto.

Tomando en cuenta la metodología PPDIOO se toman las fases de:

- **Preparación:** En esta fase se reestablecen los requerimientos de la empresa u organización, se elabora una estrategia de red, se propone una topología conceptual y se eligen las tecnologías a utilizar.
- **Planeación:** Se identifican los requerimientos de la red en base a metas, se establece el sitio donde la red será implementada o si ya existe alguna infraestructura. Esta fase ayuda con la administración de las tareas, las responsabilidades y se planifican los cambios que se pueden implementar.
- **Diseño:** En esta fase se diseña una topología modelo acorde a los requerimientos de la fase de planificación, se incorpora cualquier dato recolectado posteriormente durante el análisis de las necesidades de la empresa.
- **Operación:** Se realizan las pruebas de la red que se ha sido propuesta por medio del constante monitoreo, se detectan posibles fallas y se las corrigen.

- **Optimización:** Esta fase se basa en la administración proactiva de la red, el objetivo es el de detectar y resolver los problemas antes de que se agraven afectando a empresa. (Gonzales, Modelo PPDIOO, 2017)

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE LA SITUACION INICIAL

2.1 Antecedentes

La Empresa ESYD (Educación Semipresencial y a Distancia del Valle) se encuentra ubicada en la Parroquia Conocoto, en el Valle de los Chillos al sureste de la Ciudad, en la Av. José Joaquín de Olmedo 13-70 y Simón Bolívar. La sucursal CENAP (Capacitación, Educación, Nivelación Académica y Profesional) se encuentra en la parroquia San Rafael, en la Avenida General Rumiñahui 1277 e Isla Baltra, Edificio ValleCenter. (Anexo 2).

En la Figura 2.1 se muestran las ubicaciones geográficas de la empresa y su sucursal en Google Maps.

Figura 2.1 Ubicación Geográfica



Ubicación de la Empresa ESYD y la sucursal CENAP. Fuente: (Google Maps, 2019)

Actualmente, ESYD y CENAP se dividen en seis áreas: Administrativa, Diseño Gráfico, Desarrollo de Software, Ingeniería, Docentes y Estudiantes repartidas en dos plantas en la matriz y en una planta en la sucursal.

Para ESYD y CENAP se ha contratado un plan de Internet con el ISP Netlife, el cual provee un ancho de banda de 75 Mbps a las oficinas de la matriz y 50 Mbps para la sucursal, en los dos contratos se establecen una velocidad simétrica para carga y descarga de archivos y una compartición 2:1.

En el edificio principal se ha dispuesto un rack de piso de 9U que alberga un patch panel de 12 puertos y se han realizado las conexiones con cable UTP Cat. 5e para el sistema de video vigilancia y Cat. 6a para la interconexión de equipos de red con conectores acorde a cada tipo de cable. La sucursal CENAP ha dispuesto el uso de cable UTP Cat. 6a para la conexión entre los equipos activos. (Anexo 3)

Los equipos activos que conforman las redes de ESYD y CENAP se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Equipos activos utilizados

	Marca	Modelo	Cantidad
Empresa ESYD	Linksys	LAPN300	2
	Tp-Link	TL-WR940	2
	Huawei	HG8045	1
Sucursal CENAP	Linksys	LAPN300	1
	Huawei	HG8045	1

Equipos actuales de red de la empresa ESYD y la sucursal CENAP. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

2.1.1 Direccionamiento inicial de la Red

Inicialmente los equipos activos de ESYD y CENAP cuentan con un direccionamiento IPv4 por defecto configurado en los equipos del ISP a partir de la dirección 192.168.1.0/24, el direccionamiento ha sido provisto por medio de DHCP. En la siguiente Tabla se detallan las direcciones de los dispositivos que forman parte de cada locación.

Tabla 2.2 Direccionamiento IPv4 de las redes de ESYD y CENAP

BSSID	Direccionamiento	DHCP	Max. Número de Clientes
Cenap_Alumnos	192.168.100.0/24	SI	50
Cenap_Profes	192.168.100.0/24	SI	20
ESYD_ADMIN	192.168.100.0/24	SI	10
Kamay_Solutions	192.168.100.0/24	SI	20

Direccionamiento actual de la red. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

2.1.2 Topología de Red actual

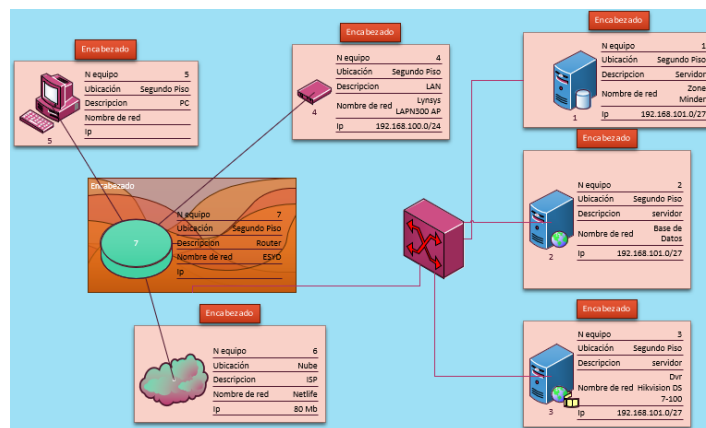
Para realizar el análisis de cada una de las redes se han elaborado las topologías lógicas y físicas de la Empresa ESYD y la Sucursal CENAP con el fin de determinar la situación actual y los futuros requerimientos.

2.1.2.1 Topología Lógica

En la Figura 2.2 se muestran los equipos activos de networking de la empresa ESYD con su direccionamiento, ha implementado un modelo de núcleo colapsado, donde el equipo TP-Link es el núcleo y distribución a donde se conectan los servidores: Base de Datos encargado de las páginas web, DVR High Vision encargado del monitoreo en tiempo real y ZoneMinder es un respaldo del anterior servidor.

Además, en la topología se encuentra un enrutador Huawei del ISP, el cual provee de conexión a Internet y donde se ha conectado un Access Point de la marca Linksys para la conexión inalámbrica de los usuarios.

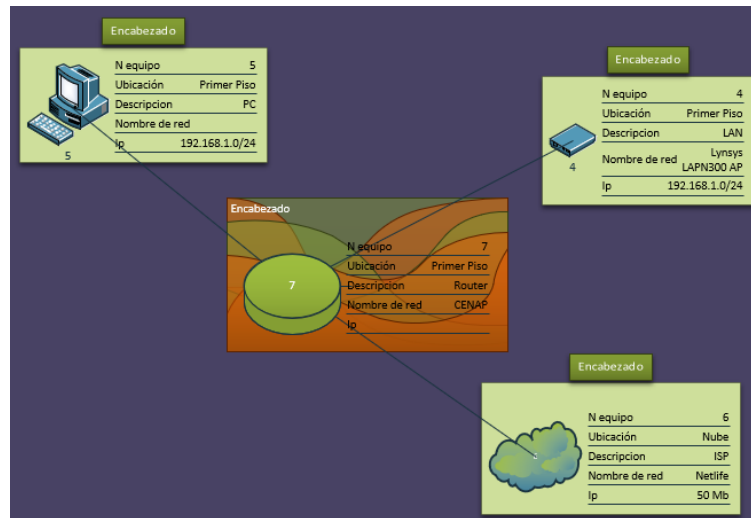
Figura 2.2 Topología Lógica de la red de ESYD



Topología Lógica de la red actual de la Empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

En la Figura 2.2 se observa la topología de la sucursal CENAP, en donde se encuentra el equipo del ISP al cual se conectan los equipos cableados y un Access Point para el uso de los usuarios con dispositivos inalámbricos.

Figura 2.3 Topología Lógica de la red de CENAP

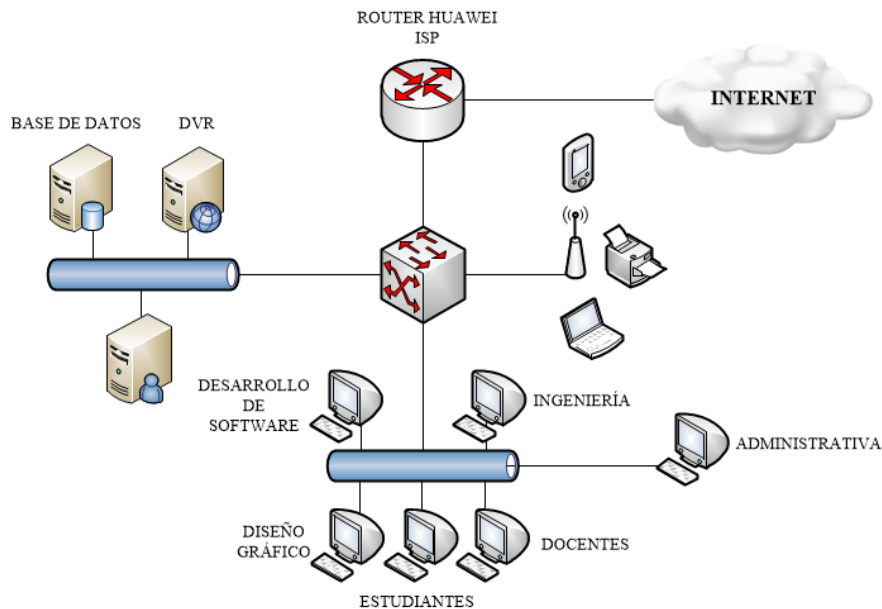


Topología Lógica de la red actual de la sucursal CENAP. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván.

2.1.2.2 Topología Física

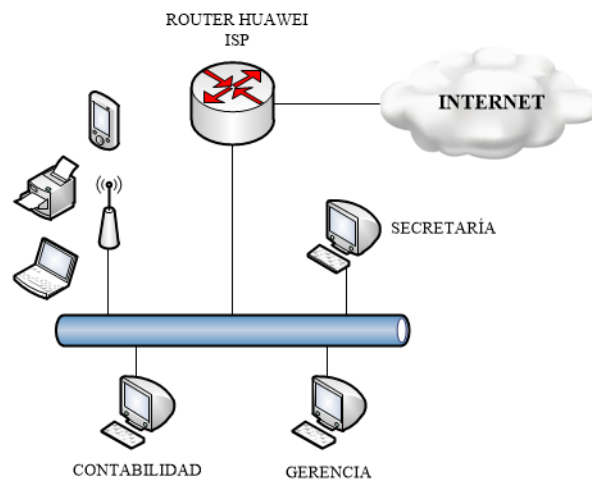
A continuación se muestran las topologías actuales de la red física en las oficinas centrales y la sucursal con las conexiones de los equipos existentes.

Figura 2.4 Topología actual de la red Física de ESYD



Topología actual de la red Física en la empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván.

Figura 2.5 Topología actual de la red Física de CENAP



Topología actual de la red Física de la sucursal CENAP. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

2.1.2.3 Ruta seguida durante el estudio y Redes detectadas

Para el proceso de estudio de los dispositivos que brindan conexión inalámbrica en las oficinas de ESYD se ha seguido una ruta con la que se analiza la cobertura existente, se observa en la Figura 2.6.

Figura 2.6 Ruta de control de la accesibilidad a internet



Ruta seguida en las instalaciones de la empresa ESYD para la toma del mapa de calor. Elaborado por Carrera Adrián y Cueva Iván

La siguiente tabla contiene información obtenida con el software Heat Maps Acrylic WiFi sobre todas las redes detectadas durante el seguimiento de la ruta.

Tabla 2.3 Redes Detectadas

SSID	BSSID	Canal	Frec	RSSI Medio	RSSI Max	RSSI Min	Seguridad
CENAP Alumnos	12:EF:68:B3:36:B7	11	2462	-54	-20	-84	WPA Personal-(TKIP CCMP)
							WPA2 Personal-(TKIP CCMP)
CENAP Profes	0A:EF:68:B3:36:B7	11	2462	-55	-18	-86	WPA Personal-(TKIP CCMP)
							WPA2 Personal-(TKIP CCMP)
CENAP-ESYD	02:EF:68:B3:36:B7	11	2462	-55	-19	-81	WPA Personal-(TKIP CCMP)
							WPA2 Personal-(TKIP CCMP)
ESYD Admin	08:C0:21:6A:75:14	3	2437	-52	-25	-78	WPA Personal-(TKIP CCMP)
							WPA2 Personal-(TKIP CCMP)
Kamay Solutions	58:EF:68:B3:36:B7	11	2462	-53	-17	-79	WPA Personal-(TKIP CCMP)
							WPA2 Personal-(TKIP CCMP)

Información global de las redes detectadas. Elaborado por Carrera Adrián y Cueva Iván

2.2 Problemas Detectados en la Red

Los problemas encontrados en las redes de cableado estructurado en la matriz y la sucursal se detallan a continuación:

2.2.1 Red LAN

La situación actual de la LAN en la empresa ESYD y su sucursal CENAP carece de equipos para segmentar en subredes las áreas de trabajo. Además, no se han configurado políticas para la calidad de Servicio que permitan la priorización y diferenciación del tráfico de video y datos; también no ha sido considerada la futura migración a IPv6.

2.2.2 Red de WLAN

Por medio del software Heat Maps Acrylic WiFi se realizó el análisis de la cobertura que brindan los Access Points ubicados en cada una de las oficinas de ESYD y se detectó que existen áreas no cubiertas.

En la Figura 2.7 se muestran los resultados de la simulación donde prevalecen zonas sin cobertura que dan como resultado una conexión intermitente y deficiente.

Figura 2.7 Diagrama de calor de la red Inalámbrica



Diagrama de calor de las instalaciones de ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

2.3 Requerimientos

En base a los problemas detallados anteriormente y con el fin de diseñar una red que cubra las necesidades de los usuarios que laboran y se preparan académicamente en las instalaciones; a continuación se detallan los requerimientos de la Empresa ESYD y la sucursal CENAP.

- La Empresa ESYD necesita un nuevo diseño de las redes LAN y WLAN en las dos locaciones para cubrir sus requerimientos de conectividad, escalabilidad y seguridad.
- Se requieren incorporar dispositivos administrables con el fin de segmentar la red creando subredes para cada una de las áreas en el edificio principal y su sucursal.
- Se requieren configurar políticas y clases de calidad de servicio para diferenciar los paquetes de datos y video disminuyendo el tiempo de respuesta de las aplicaciones utilizadas por cada departamento y evitar la saturación de la red.
- Se debe migrar hacia un direccionamiento IPv4 e IPv6 para los dispositivos finales, de esta forma dotar de escalabilidad a la red.
- Para permitir el acceso a la red interna de ESYD desde su sucursal, se requiere el diseño de una red privada virtual (VPN) en base a una *appliance* web.
- Se requiere un diseño y configuración de Firewall que cuente con delineamientos de seguridad para controlar el acceso desde los equipos las subredes.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA NUEVA RED

En este capítulo, tratará temas relacionados a los dimensionamientos para la red de la Empresa ESYD, para elaborar una red segura, escalable con tiempos respuesta mínimos, también se tomará en cuenta las necesidades de conectividad y las diferentes áreas que la conforman.

3.1 Metodología

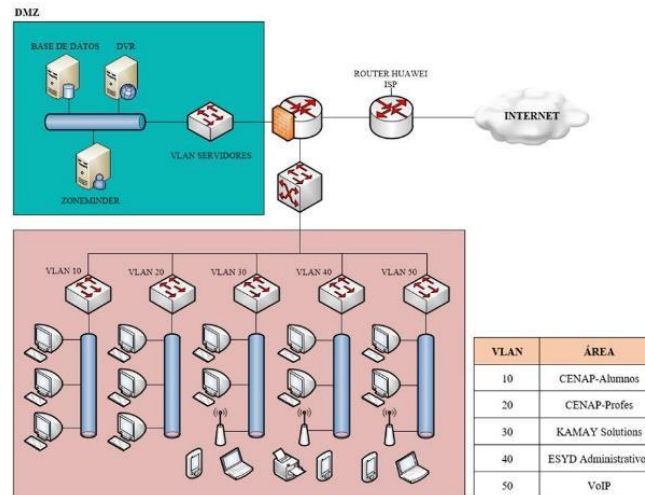
El desarrollo del presente proyecto tomará como guía de diseño la Metodología PPDIOO. Los requerimientos analizados en el capítulo anterior y los dispositivos existentes en la red de la Empresa ESYD y su Sucursal CENAP para proponer el diseño de los módulos del Modelo Jerárquico Empresarial de Cisco.

Este modelo facilitará el diseño de la red de frontera, ya que describe el diseño de cada uno de los módulos que trabajarán en conjunto para satisfacer las exigencias de conectividad de los usuarios finales.

3.2 Diseño de Topología Física

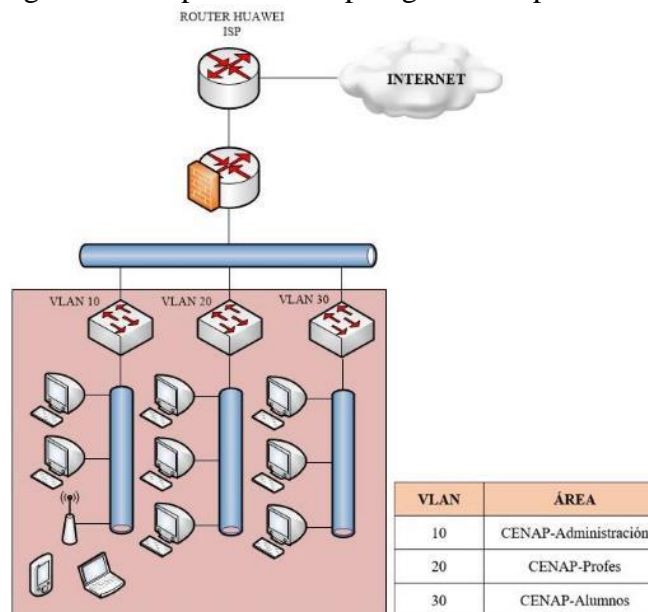
El diseño de la topología física tomará en consideración el rack, el cableado Cat. 5e, Cat. 6a y equipos activos dispuestos para la conectividad en el edificio principal. Las Figuras 3.1 y 3.2 muestran la propuesta de topología física en la empresa ESYD y CENAP.

Figura 3.1 Propuesta de Topología Física para ESYD



Propuesta de topología para la red de la empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Figura 3.2 Propuesta de Topología Física para ESYD



Propuesta de topología para la red de la sucursal CENAP. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Las Figuras 3.1 y 3.2 muestran las futuras mejoras para la red del edificio principal y su sucursal como la segmentación de cada grupo de trabajo y anexión de un dispositivo especializado de Firewall en la frontera de la red.

3.3 Dimensionamiento de Tráfico

Para el desarrollo del diseño de la red se dimensionará el tráfico en base a un escenario simulado de usuarios finales conectados y las recomendaciones para los valores de

ancho de banda empresarial de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC).

La Tabla 3.1 muestran los parámetros del dimensionamiento de las redes de ESYD y CENAP para el ancho de banda de: Navegación en Internet, correo electrónico, VoIP, descarga de archivos, redes sociales y video streaming; que son los servicios más utilizados en las dos instalaciones.

Tabla 3.1 Recomendaciones de ancho de banda empresarial

Aplicación	Ancho de Banda Mínimo	Unidad
Navegación	1	Mbps
Correo Electrónico	1	Mbps
Llamadas sobre Internet (VoIP)	≤0,5	Mbps
Descarga de Archivos	5 - 10	Mbps
Redes Sociales	1	Mbps
Video Streaming	3 - 4	Mbps

Valores recomendados de ancho de banda empresarial según la Comisión Federal de Comunicaciones.

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

3.3.1 Ancho de Banda de Navegación y Redes Sociales

Ya que la institución realizará actividades relacionadas con tareas dirigidas a los estudiantes se prevé que la red será utilizada 9 horas diariamente, sin embargo su horario pico esta dado desde las 17:00 horas hasta las 19:00 horas, durante el cual se proyectan hasta 125 usuarios conectados, de acuerdo con la tabla 3.1 se procede a realizar los cálculos.

En base a la Tabla 3.1, se tomará los siguientes valores.

- Recomendación *bandwidth* de Navegación: 1 Mbps
- Recomendación *bandwidth* de Redes Sociales: 1 Mbps
- Total: 2 Mbps

$$(125 \text{ usuarios} \times 2 \text{ Mb}) \times 9 \text{ horas} = 2250 \text{ Mb} \quad \text{Ec. (3.1)}$$

$$AB = \frac{2250 \text{ Mb}}{9 \text{ horas}} \times \frac{8 \text{ bites}}{1 \text{ byte}} \times \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ segundos}} = 555,55 \text{ Kbps}$$

Crecimiento estimado en 5 años y 10% de usuarios proyectado por parte de la empresa.

$$AB_{NRS} = 555,55 \text{ Kbps} + (555,55 \text{ Kbps} \times 5 \times 0,1) = 833,33 \text{ Kbps}$$

3.3.2 Ancho de Banda de Correo Electrónico

Actualmente ESYD estima que revisa 20 correos en una hora por parte del personal en los departamentos: CENAP Profesores, ESYD Administrativo y Kamay Solutions, se tomará como base 20 usuarios y correos de 450 Kbytes.

$$AB = \frac{450 \text{ Kb}}{1 \text{ página}} \times \frac{8 \text{ bites}}{1 \text{ byte}} \times \frac{20 \text{ correos}}{3600 \text{ segundos}} = 20 \text{ Kbps}$$

Crecimiento estimado en 5 años y 10% de usuarios proyectado por parte de la empresa.

$$AB_{CE} = 20 \text{ Kbps} + (20 \text{ Kbps} \times 5 \times 0,1) = 30 \text{ Kbps}$$

3.3.3 Ancho de Banda para Telefonía IP

Para realizar la intensidad de tráfico, que es el número de recursos en un sistema en un instante de tiempo este sea dado en un sistema, sea este análogo o digital se tiene

$$A = \frac{V}{T} \tag{Ec. (3.2)}$$

Donde:

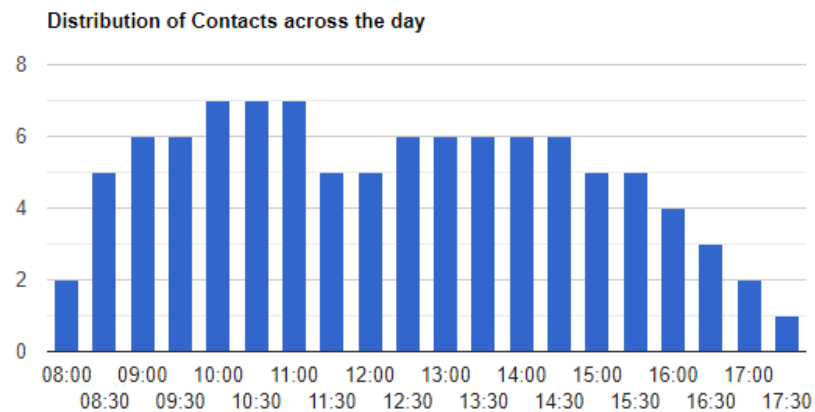
A: Intensidad del Tráfico (Erlangs)

V: Volumen del Tráfico

T: Periodo de Observación

En la Figura 3.3 se muestran los datos de un escenario simulado basado en un área de negocios con el cual se realizará el dimensionamiento del tráfico de telefonía.

Figura 3.3 Volumen de Tráfico en Función a la hora del día



Tasa de llamadas referencial para ESYD. Fuente: (Call Center Helper, 2019)

Como se observa en la figura anterior, existe un mayor volumen de tráfico de 10:00 a 11:00 y estimando que se realizarán 7 llamadas en un tiempo de 2520 segundos, se tiene:

$$t' = \frac{2520 \text{ seg} * 1 \text{ llamada}}{7 \text{ llamadas}} = 360 \text{ seg}$$

$$t' = \frac{360 \text{ seg}}{3600 \text{ seg}} * 1 \text{ hora}$$

$$t' = 0,1 \text{ horas}$$

$$V = n * t$$

Ec. (3.4)

$$V = 7 * 0,1 \text{ horas} = 0,7 \text{ Erlangs}$$

$$A = \frac{0,7 \text{ Erlangs}}{1 \text{ hora}} = 0,7 \text{ Erlangs}$$

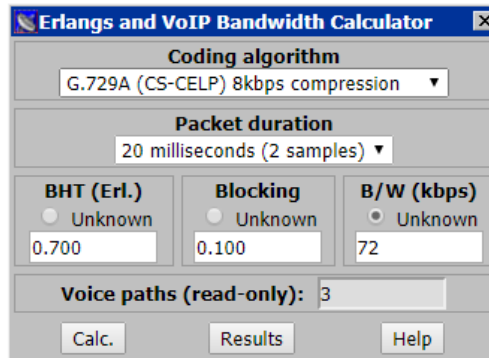
El número de líneas se determinará por medio de la Tabla de Erlang B considerado un 10% de probabilidad de bloqueo durante el mayor tiempo de actividad en el sistema telefónico de la empresa ESYD.

$$N = 3 \text{ troncal}$$

Para obtener el ancho de banda se utilizará la herramienta Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator, los datos obtenidos previamente con el codec G.729a, ya que es operativo

con escasos recursos de la red y a su vez se obtiene una alta calidad en las llamadas. (Sánchez, 2019)

Figura 3.4 Ancho de Banda Estimado



Resultado de bandwidth para Voz IP. Fuente: (Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator, 2017)

En la Figura 3.5 se muestra la pantalla de la herramienta: Calculadora bandwidth para voz sobre IP y Erlangs. En la cual se eligen los parámetros: Codec, conservación del paquete, intensidad de intercambio en Erlangs y probabilidad del bloqueo. El resultado obtenido para el ancho de banda para telefonía IP es:

$$AB_{VoIP} = 72 \text{ Kbps}$$

3.3.4 Ancho de Banda para Video Conferencia

La Empresa ESYD requerirá servicios de Video Conferencia para la comunicación con CENAP; el promedio será de 5 de llamadas, diariamente, del personal de la matriz a la sucursal. Para ello se realizarán los siguientes cálculos:

- Recomendación de ancho de banda de Video Conferencia de la Tabla 3.1: 3 Mbps

$$AB = 5 \text{ llamadas} \times 3 \text{ Mbps} = 15 \text{ Mbps}$$

Crecimiento estimado en 5 años y 10% de usuarios proyectado por parte de la empresa.

$$AB_{VC} = 15 \text{ Mbps} + (15 \text{ Mbps} * 5 * 0,1) = 22,5 \text{ Mbps} \cong 22500 \text{ Kbps}$$

Para el cálculo *bandwidth* mínimo que requerirá la Empresa ESYD se realizará la

sumatoria de los resultados obtenidos anteriormente.

$$AB_T = 833,33 \text{ Kbps} + 30 \text{ Kbps} + 22500 \text{ Kbps} + 72 \text{ Kbps}$$

$$AB_T = 23435,33 \text{ Kbps}$$

$$AB_T = 23,44 \text{ Mbps}$$

En el capítulo anterior se mencionó que el proveedor de servicios de Internet para la empresa ESYD es Netlife, que entrega un ancho de banda de 75 Mbps, valor con el cual la empresa llevará a cabo labores que necesiten de conexión sin inconvenientes.

3.4 Diseño de Topología Lógica

ESYD ofrecerá servicios de conectividad para las áreas de: Gerencia, Administración, Docencia, Alumnos, Ingeniería y Diseño Gráfico; se realizará el direccionamiento IPv4 e IPv4 para proveer de direcciones a cada uno de los dispositivos finales.

3.4.1 Direccionamiento IPv4

Se crearán interfaces VLAN para cada área que conforma la empresa, cada una se configurará, probará individualmente y deberán permitir el acceso solo a ciertos servicios de la red.

En la Tabla 3.2 se muestra la asignación de VLANs con cada departamento.

Tabla 3.2 Asignación de VLANs de la Empresa ESYD

VLAN	ÁREA
Vlan 1	Cenap-Alumnos
Vlan 2	Cenap - Profes
Vlan 3	Cenap - ESYD
Vlan 4	ESYD - Admin
Vlan 5	Kamay Solutions

Asignación de VLANs en el Router de CORE de la empresa ESYD. Elaborado por Carrera Adrián y Cueva Iván

En la siguiente tabla se indica el direccionamiento IPv4, las direcciones serán configuradas en dispositivos finales y servidores. Se incluirá una VLAN de telefonía

para su futuro diseño e implementación.

Tabla 3.3 Segmentación de Red IPv4

Departamento	Dirección	Mascara	Primera Dirección	Broadcast
Cenap-Alumnos	172.16.0.0	255.255.254.0	172.16.0.1	172.16.1.255
Cenap-Profes	172.16.2.0	255.255.255.128	172.16.2.1	172.16.1.127
Kamay Solutions	172.16.2.128	255.255.255.192	172.16.2.129	172.16.2.191
VoIP	172.16.2.192	255.255.255.192	172.16.2.193	172.16.2.255
ESYD-Administrativos	172.16.3.0	255.255.255.224	172.16.3.1	172.16.3.31

Direccionamiento IPv4 para los departamentos de ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Como se muestra en la tabla anterior, el direccionamiento partirá desde la dirección 172.16.0.0/22 y se segmentará cada una de las subredes en base a los dispositivos finales que tendrán acceso a los servicios.

3.4.2 Direccionamiento IPv6

En la Tabla 3.4 se podrá observar el diseño de direccionamiento IPv6, que partirá del prefijo global 2002:172:16:: apartando 64 bits para la asignación en dispositivos. El direccionamiento de la sucursal se encuentra en el Anexo 4.

Tabla 3.4 Segmentación de Red IPv6

Direccionamiento Ipv6				
/48	/64	IPv6 INT	Vlan ID	Nombre
2002:172:16	1	::1	1	Cenap - Alumnos
2002:172:16	2	::1	2	Cenap - Profes
2002:172:16	3	::1	3	Kamay Solutions
2002:172:16	4	::1	4	VoIP
2002:172:16	5	::1	5	ESYD Admin

Diseño del direccionamiento IPv6 de la empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

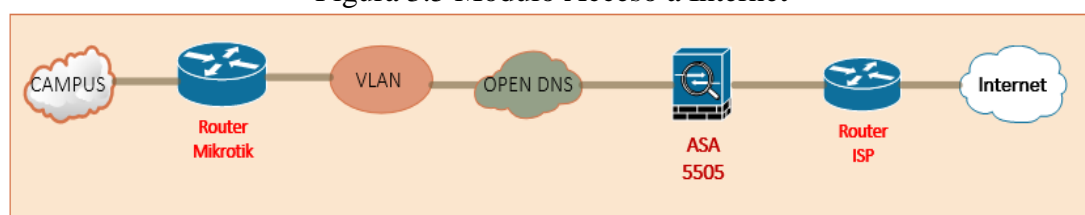
3.5 Diseño de la red de Borde para la empresa ESYD

Siguiendo el ECNM, se efectuará el diseño de red para la Empresa ESYD para proponer una infraestructura segura que provea conectividad a Internet al personal y los alumnos que se capacitan en sus oficinas.

3.5.1 Módulo de Acceso a Internet

Para la realización del diseño del módulo de conectividad a internet, se instalará los equipos: Cisco FirePower ASA 5505-X en el extremo de la red de frontera, seguido del router del proveedor de servicios de internet (ISP). El equipo FirePower es parte de la DMZ de la empresa en la que se encuentra los servicios: DVR, servidor de base de datos, ZoneMinder; como también se encuentra configuradas las: ACLs, priorización y diferenciación de Tráfico de voz, datos, video.

Figura 3.5 Módulo Acceso a Internet

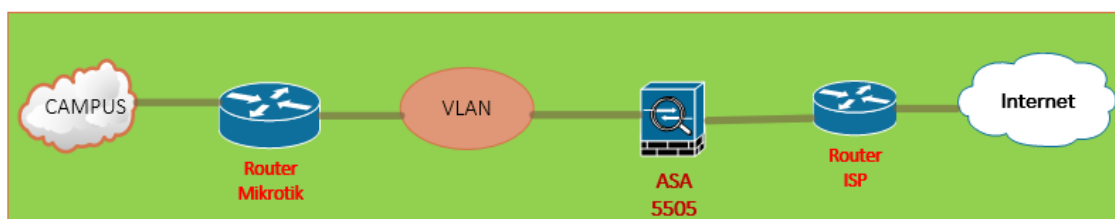


Distribución de equipos del Módulo de Acceso a Internet de ESYD. Elaborado por Carrera Adrián y Cueva Iván

3.5.2 Módulo de Acceso Remoto y VPN

El módulo de Acceso remoto y VPN forma parte de conectividad y acceso a internet, por lo que las peticiones de conexión serán autenticadas por el servidor propio del ASA, en su módulo del VPN.

Figura 3.6 Módulo Acceso Remoto y VPN



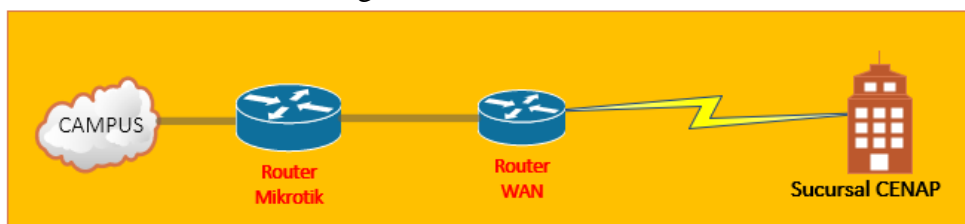
Distribución de equipos del Módulo Acceso Remoto y VPN de ESYD. Elaborado por Carrera Adrián y Cueva Iván

3.5.3 Módulo WAN

El módulo de Acceso remoto y VPN forma parte de conectividad y acceso a internet, por lo que las peticiones de conexión serán autenticadas por el equipo Cisco ASA 5505-X FirePower.

Para la interconexión de la Empresa ESYD con su sucursal ubicada en el Sur Oeste de Quito (Valle de los Chillos), se utilizará el equipo del proveedor de servicio de internet conectado a través de una línea arrendada (fibra o cobre) para la administración remota compartición de datos y comunicación.

Figura 3.7 Módulo WAN



Distribución de equipos del Módulo WAN de ESYD. Elaborado por Carrera Adrián y Cueva Iván

3.6 Seguridad de la Red de Corporativa

Para que los departamentos conectados a la red de corporativa de la empresa ESYD realicen sus actividades cotidianas de manera segura permitiendo el acceso a páginas relevantes, a continuación se detallan en las tablas con las configuraciones de listas de control de acceso que se llevarán a cabo en el equipo ASA Firepower de Cisco para cada una de las VLANs.

Tabla 3.5 Restricción de puertos

TABLA VLAN 1						
Permiso	Protocolo	Red-Origen	Red-Destino	Operador	Puerto/APP	Observaciones
Permit	Tcp	VLAN1	ANY	ANY	80/www	http
Permit	Tcp	VLAN1	ANY	ANY	443/www	https
Permit	Tcp	VLAN1	ANY	ANY	2096/cpanel	Ambiente virtual
Permit	Tcp	VLAN1	ANY	ANY	2082/cpanel	Ambiente virtual
Permit	Tcp	VLAN1	ANY	ANY	25/Mail	SMTP
Permit	Tcp	VLAN1	ANY	ANY	143/Mail	IMAP

Restricción de puertos en la VLAN 1. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Tabla 3.6 Restricción de puertos

TABLA VLAN 2: Cenap-Profes						
Permiso	Protocolo	Red-Origen	Red-Destino	Operador	Puerto/APP	Observaciones
Permit	Tcp	VLAN2	ANY	ANY	80/www	http
Permit	Tcp	VLAN2	ANY	ANY	443/www	https
Permit	Tcp	VLAN2	ANY	ANY	2096/cpanel	Ambiente virtual
Permit	Tcp	VLAN2	ANY	ANY	2082/cpanel	Ambiente virtual
Permit	Tcp	VLAN2	ANY	ANY	25/Mail	SMTP
Permit	Tcp	VLAN2	ANY	ANY	143/Mail	IMAP
Permit	Tcp	VLAN2	ANY	ANY	515/Print	Impresión en Red

Restricción de puertos en la VLAN 2. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Tabla 3.7 Restricción de puertos

TABLA VLAN 3: ESYD-ADMIN						
Permiso	Protocolo	Red-Origen	Red-Destino	Operador	Puerto/APP	Observaciones
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	80/www	http
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	443/www	https
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	2096/cpanel	Ambiente virtual
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	2082/cpanel	Ambiente virtual
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	25/Mail	SMTP
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	143/Mail	IMAP
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	515/Print	Impresión en Red
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	554/RSTP	Video Vigilancia
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	8000/SDK	Video Vigilancia
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	161/SNMP	Gestion de RED
Permit	Udp	VLAN4	ANY	ANY	53/DNS	DOMINIO
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	22/SSH	Acceso Remoto
Permit	Udp	VLAN3	ANY	ANY	445/ficheros	Ficheros
Permit	Udp	VLAN3	ANY	ANY	1701/VPN	L2PT
Permit	Tcp	VLAN3	ANY	ANY	1723/VPN	PPPT

Restricción de puertos en la VLAN 3. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Tabla 3.8 Distribución de VLANs y puertos

TABLA VLAN 4: Kamay-Solutions						
Permiso	Protocolo	Red-Origen	Red-Destino	Operador	Puerto/APP	Observaciones
Permit	Tcp	VLAN4	ANY	ANY	80/www	http
Permit	Tcp	VLAN4	ANY	ANY	443/www	https
Permit	Tcp	VLAN4	ANY	ANY	2096/cpanel	Ambiente virtual
Permit	Tcp	VLAN4	ANY	ANY	2082/cpanel	Ambiente virtual
Permit	Tcp	VLAN4	ANY	ANY	25/Mail	SMTP
Permit	Tcp	VLAN4	ANY	ANY	143/Mail	IMAP
Permit	Tcp	VLAN4	ANY	ANY	515/Print	Impresión en Red
Permit	Udp	VLAN4	ANY	ANY	445/ficheros	Ficheros

Restricción de puertos en la VLAN 4. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Tabla 3.9 Distribución de VLANs y puertos

TABLA VLAN 4: VOIP						
Permiso	Protocolo	Red-Origen	Red-Destino	Operador	Puerto/APP	Observaciones
Permit	Tcp	VLAN5	ANY	ANY	80/www	http
Permit	Tcp	VLAN5	ANY	ANY	443/www	https
Permit	Udp	VLAN5	ANY	ANY	5060/SIP	SIP
Permit	Udp	VLAN5	ANY	ANY	#RTP/RTP	RTP

Restricción de puertos mediante utilización de la VLAN 5 de VoIP con su respectivo protocolo.

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

En las tablas anteriores se detallan los protocolos TCP y UDP permitidos en las VLANs 1, 2, 3, 4 y 5; su red de origen, red de destino y el puerto asignado. La VLAN 5 se considerará para la futura implementación del servicio de VoIP de la Empresa.

3.7 Diseño del Filtrado de Contenido - Shaping

De acuerdo con las políticas de la Empresa, se buscará que toda la red niegue los servicios a ciertas aplicaciones y páginas web con contenido inadecuado, como: contenido para adulto, alcohol, drogas, armas, adware, web spam, juegos, y películas por medio del el software OPEN DNS.

Dentro de las políticas de Calidad de Servicio se limitará el ancho de banda prestado por el ISP de 75 Mbps por medio del repartimiento de recursos para cada una de las VLAN, como se indica en la Tabla 3.10

Tabla 3.10 Distribución de VLANs y puertos

VLAN'S	Ancho de Banda en Mbps
Cenap-Alumnos	10
Cenap-Profes	20
ESYD-Administrativos	20
Kamay Solutions	20
VoiP	5
Plan de ISP contratado	75

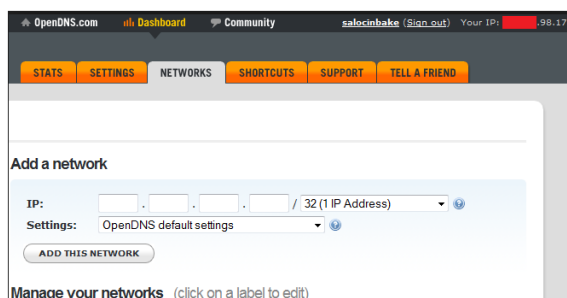
Distribución *bandwidth* para cada departamento de ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

3.8 Servicios de OpenDNS para ESYD

OpenDNS permitirá que la empresa pueda conectarse a internet de manera segura, confiable por medio de una plataforma gratuita y en línea negando los contenidos solicitados por la Empresa. (Anexo 5)

Apreciando la Figura 3.8 se indica la página de cada configuración mediante la aplicación *OpenDNS*.

Figura 3.8 Página principal Servicio OpenDNS



Página inicial para la configuración de *OpenDNS*. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Preliminarmente en la figura anterior, en la esquina superior derecha se indica la IP pública de la Empresa ESYD, posteriormente se añadirá la dirección de red 172.16.0.0/20 donde se realizará la filtración de contenido.

Como parte del diseño se dimensionará tres veces el número de dispositivos finales conectados en la red, en la Tabla 3.11 se indica la cantidad de equipos con los que cuenta la red en la actualidad.

Tabla 3.11 Dimensionamiento de equipos

Usuarios		Número total de dispositivos
Cenap_Alumnos	150	450
Cenap_Profes	50	150
ESYD_ADMIN	10	30
Kamay_Solutions	25	75
VoIP	50	150
Número total de dispositivos conectados		805

Dimensionamiento de equipos conectados a la red de la empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

3.9 Módulo de Acceso Remoto

Para el módulo de acceso remoto se tomará la web *appliance AnyConnect Secure Mobility* que facilitará el acceso remoto de forma segura.

Permitiendo a los empleados trabajar desde cualquier sitio independiente de su lugar físico. Cisco *AnyConnect* provee visibilidad y control necesarios para exhibir quienes, y que accede a la empresa, antes y después de un ataque. (Anexo 6)

3.10 Selección de Equipos

Los criterios de selección de los equipos se los realiza mediante una tabla en la que se califica las características que deben satisfacer los requerimientos de la empresa, con calificaciones impares que van del 1 al 5, donde 1 es el valor más bajo y 5 un valor aceptable.

En la siguiente Tabla se han comparado las características de equipos similares que son encontrados en el mercado. (Anexo 7)

Tabla 3.12 Tabla comparativa de Hardware de firewall

Marca parámetro	Cisco FirePower	Meraki USG 6330	Juniper SRX 300
Precio	5	3	5
Memoria	3	3	5
Capacidad de Reenvió	3	3	3
Numero de Puertos	5	3	5
Throughput	5	5	3
Seguridad	5	3	3
Consumo de Potencia	3	5	3
Factor de forma	5	5	3
Total	34/40	30/40	30/40

Criterios para la selección de hardware de firewall para la empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Catota

En base a los resultados obtenidos a la Tabla anterior, el equipo Firewall que compensa las carestías de la empresa, es el cisco Firepower con una calificación de 34/40.

CAPÍTULO 4

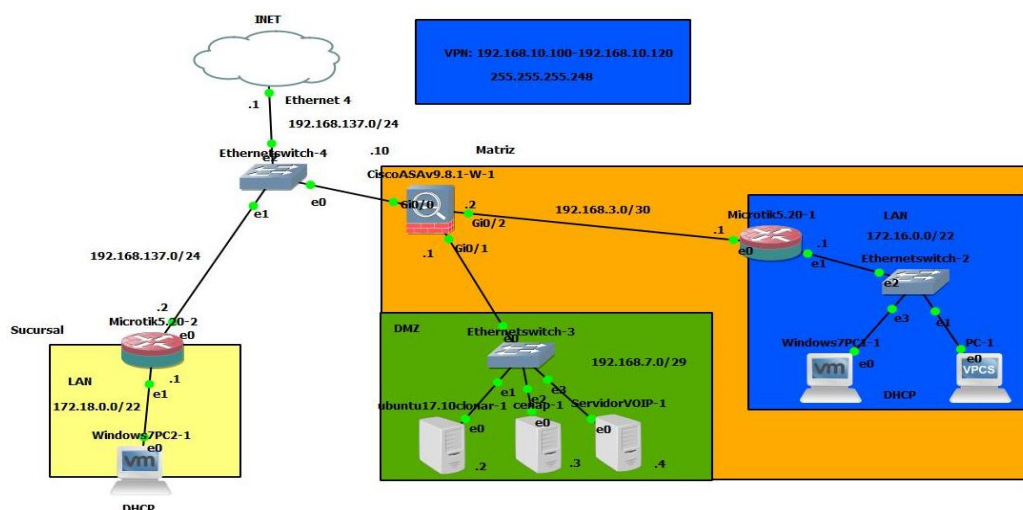
SIMULACIÓN DE LA NUEVA RED Y ANÁLISIS DE COSTOS

4.1 Simulación de la Red de Borde

La simulación de la red para la Empresa ESYD se desarrolló en el software GNS3, por su flexibilidad para emular el sistema operativo de los equipos que se han seleccionados en la sección anterior.

En la Figura 4.1 se presenta la disposición de los equipos en el software.

Figura 4.1 Simulación del Diseño de la nueva Red de Borde



Simulación de las redes de ESYD y CENAP en el software GNS3. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

4.2 Configuraciones en los Equipos

Se han realizado configuraciones básicas en los equipos de la topología mostrada anteriormente para la salida a Internet, listas de control de acceso y prioridad de tráfico. En la Figura 4.2 se muestran los resultados de las configuraciones en el dispositivo de ASA Firepower de la red ESYD.

Figura 4.2 Configuraciones realizadas en dispositivo ASA Firepower

```
interface GigabitEthernet0/0
 nameif outside
 security-level 0
 ip address 192.168.137.10 255.255.255.0
?
interface GigabitEthernet0/1
 nameif dmz
 security-level 50
 ip address 192.168.7.1 255.255.255.248
?
interface GigabitEthernet0/2
 nameif inside
 security-level 100
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.252
?
interface GigabitEthernet0/3
 shutdown
 no nameif
 no security-level
 no ip address
?
interface GigabitEthernet0/4
 shutdown
 no nameif
```

Configuración de Interfaces en el dispositivo ASA Firepower de la red de frontera de la empresa ESYD.
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

En la figura anterior se muestran las direcciones IP asignadas a las interfaces *Gigabit Ethernet*, en nombre que se ha asignado al dispositivo y los niveles de seguridad que se asignaron.

Figura 4.3 Configuraciones realizadas en dispositivo ASA Firepower

```
access-list Split_Tunnel_list standard permit 192.168.10.96 255.255.255.240
access-list 101 extended permit icmp any any echo-reply
access-list 101 extended permit icmp any any source-quench
access-list 101 extended permit icmp any any unreachable
access-list 101 extended permit icmp any any time-exceeded
access-list 101 extended permit tcp any any eq www
access-list 101 extended permit tcp any any eq https
access-list 101 extended permit udp any any eq 25
access-list 101 extended permit tcp any any eq 2096
access-list 101 extended permit tcp any any eq 2082
access-list 101 extended permit tcp any any eq imap4
access-list 101 extended permit tcp any any eq lpd
access-list 101 extended permit tcp any any eq 8000
access-list 101 extended permit tcp any any eq 1701
access-list 101 extended permit tcp any any eq pptp
access-list 101 extended permit udp any any eq 1701
access-list 101 extended permit udp any any eq snmp
access-list 101 extended permit udp any any eq 554
access-list Upn_fuera extended permit ip object Upn any
access-list LAN2 extended permit ip object Upn object LAN2
access-list ICMP extended permit icmp any any
access-list trafico-tcp extended permit tcp any any
access-list 100 extended permit udp any any range 3200 16300
```

Configuración de listas de control de acceso en el dispositivo ASA Firepower de la red de frontera de la empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

En la Figura 4.3 se observan las configuraciones de las listas de control de acceso: 101, VPN, LAN para permitir el tráfico ICMP, TCP y UDP, además de sus respectivos puertos.

Figura 4.4 Configuraciones realizadas en dispositivo ASA Firepower

```
policy-map OUTSIDE
class ICMP
  police input 64000
  police output 64000
policy-map QoS1
class VoIP
  priority
class Trafico-Pesado
  police output 100000 2000
policy-map p1_prioridad
class Voice
  priority
class SSH
  priority
policy-map type inspect dns migrated_dns_map_2
parameters
```

Configuración de calidad de servicio en el dispositivo ASA Firepower de la red de frontera de la empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

En la Figura anterior se indican las configuraciones para políticas de calidad de servicio de ESYD. En la interface de salida (policy-map OUTSIDE) la prioridad recomendada para las políticas de entrada y salida del tráfico ICMP fue de 64000 bps; mientras que para la clase nombrada Tráfico-Pesado la prioridad fue 100000 bps y 2000 bps. (Cisco, 2016) (Anexo 8).

Siguiendo las recomendaciones de Cisco para la aplicación de seguridad y QoS las configuraciones de segmentación de la red, shapping y calidad de servicio se realizaron en el equipo Mikrotik puesto que están más cerca de los dispositivos finales. (Cisco, 2016).

En la Figura 4.5 se indican los resultados de las configuraciones realizadas en el equipo Mikrotik.

Figura 4.5 Configuraciones realizadas en el dispositivo Mikrotik

Name	Parent	Packet Limit	Limit At (bps)	Max Limit	Avg. Rate	Queued Bytes	Bytes	Packets
ESYD-Admin 20 M								
Gos-Down...	LAN			20M	13.1 kbps	0 B	40.1 MiB	37
Dns-D...	Qos-Down-Es...	dns	64k	128k	0 bps	0 B	40.8 KiB	
Quick 2	Qos-Down-Es...	quick	4M	10M	128 bps	0 B	35.6 MiB	28
ping D...	Qos-Down-Es...	icmp	64k	128k	440 bps	0 B	154.9 ...	
web 2	Qos-Down-Es...	web	4M	5M	12.5 kbps	0 B	4456.6 ...	7
Cenap_Alumnos 5M								
Gos_Dow...	LAN			5M	2.8 Mbps	0 B	28.3 MiB	25
Dns-D...	Qos_Down_C...	dns	64k	128k	0 bps	0 B	134 B	
Ping d...	Qos_Down_C...	icmp	64k	128k	0 bps	0 B	0 B	
Resto	Qos_Down_C...	resto	1M	3M	2.8 Mbps	37.2 KiB	28.3 MiB	25
web_d...	Qos_Down_C...	web	1M	3M	0 bps	0 B	192 B	
Cenap_Porfes 10M								
Gos_Dow...	Cenap_Profes			10M	0 bps	0 B	0 B	
Dns-D...	Qos_Down_C...	dns	64k	128k	0 bps	0 B	0 B	

Configuración de VLANs en el dispositivo Mikrotik de la red de frontera de la empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Con la realización de las configuraciones en el *router* Mikrotik se controla el ancho de banda para cada área de operaciones de la empresa y se limitan los servicios de DNS Web, video conferencia y el tráfico saliente sin clasificación. (Anexo 9).

Una vez realizadas las configuraciones básicas en los equipos de borde y de *core* de la red de la empresa ESYD, se comprobó la conectividad de la VPN entre la matriz y sucursal, permitiendo a CENAP acceder a los servicios de base de datos en la LAN del edificio principal, los resultados son mostrados en las Figuras 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9.

Figura 4.6 Comprobación de conectividad VPN

Route Type	IP Address
Non-Secured Routes (IPv4)	
	0.0.0.0/0
Secured Routes (IPv4)	
	192.168.10.96/28
	8.8.8.8/32

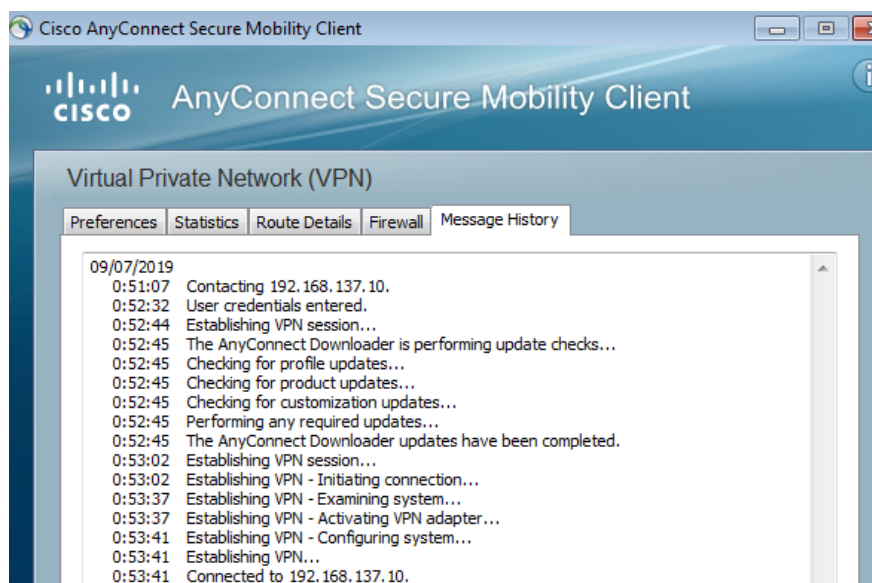
Comprobación de conectividad por medio de VPN entre ESYD y CENAP. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Figura 4.7 Comprobación de conectividad VPN



Comprobación de conectividad por medio de VPN entre ESYD y CENAP. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Figura 4.8 Comprobación de conectividad VPN



Comprobación de conectividad por medio de VPN entre ESYD y CENAP. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Figura 4.9 Comprobación de conectividad VPN

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Conexión de área local 2:
Sufijo DNS específico para la conexión. . . : cenap-security.com
Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::3d81:211c:a5c9:3539%15
Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::f174:aef2:fa07:e3ee%15
Dirección IPv4. . . . . : 192.168.10.100
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.248
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : ::

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:
Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::a5e8:9882:86c3:6e94%11
Dirección IPv4. . . . . : 172.18.3.254
Máscara de subred . . . . . : 255.255.252.0
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 172.18.0.1
```

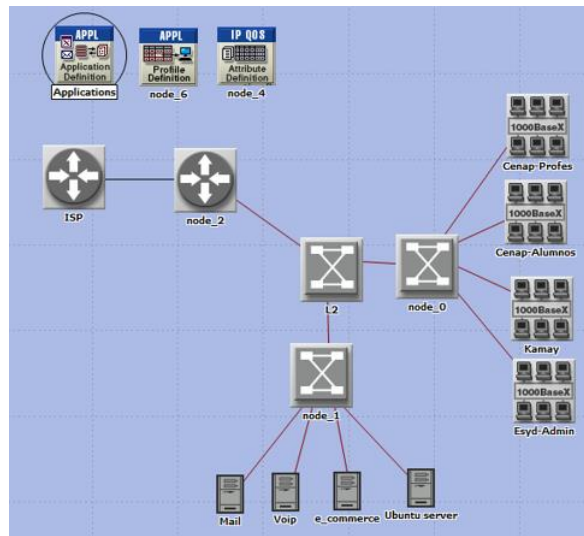
Comprobación de conectividad por medio de VPN entre ESYD y CENAP. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

4.3 Simulación del desempeño de la Red de Borde

Para el análisis del desempeño de la red de borde de la empresa ESYD se utilizó el programa OPNET Modeler con el que se obtuvo resultados gráficos del comportamiento del Jitter, Throughput, Delay y del Packet Loss de la red inicial. (Anexo 10).

En la Figura 4.10 se presenta la simulación de la topología de red diseñada en el software, se configuró políticas de calidad de servicio en base a DSCP (Differentiated Services Code Point) en el enlace entre el equipo del ISP y el router de borde para determinar la prioridad de los paquetes que son generados en las subredes de las áreas del edificio principal con el fin de permitir o denegar la conexión. (Anexo 11).

Figura 4.10 Topología de la red con políticas de QoS



Topología de la nueva red en el software OPNET Modeler. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

4.3.1 Resultados obtenidos en OPNET Modeler

A continuación se presentan los resultados de los parámetros ya descritos y la simulación mostrada en la Figura 4.10 con un tiempo de observación configurado en el software de cuatro días para mayor precisión.

Figura 4.11 Delay en la red de borde de ESXD

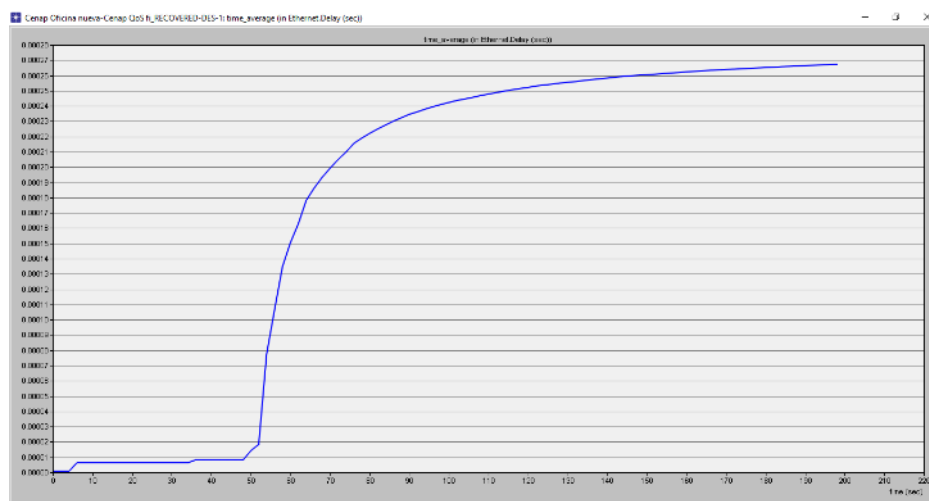


Gráfico del resultado del Delay de la red de borde de ESXD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Figura 4.12 Comparación de Jitter de la red de borde de ESYD

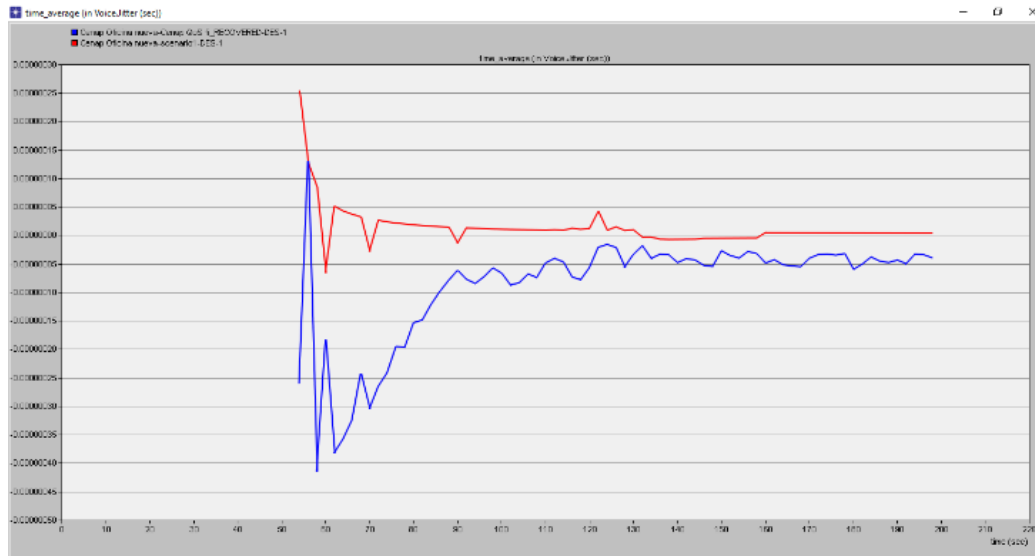


Gráfico comparativo del Jitter entre la red inicial y la red diseñada de ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Figura 4.13 Comparación de Throughput de la red de borde de ESYD

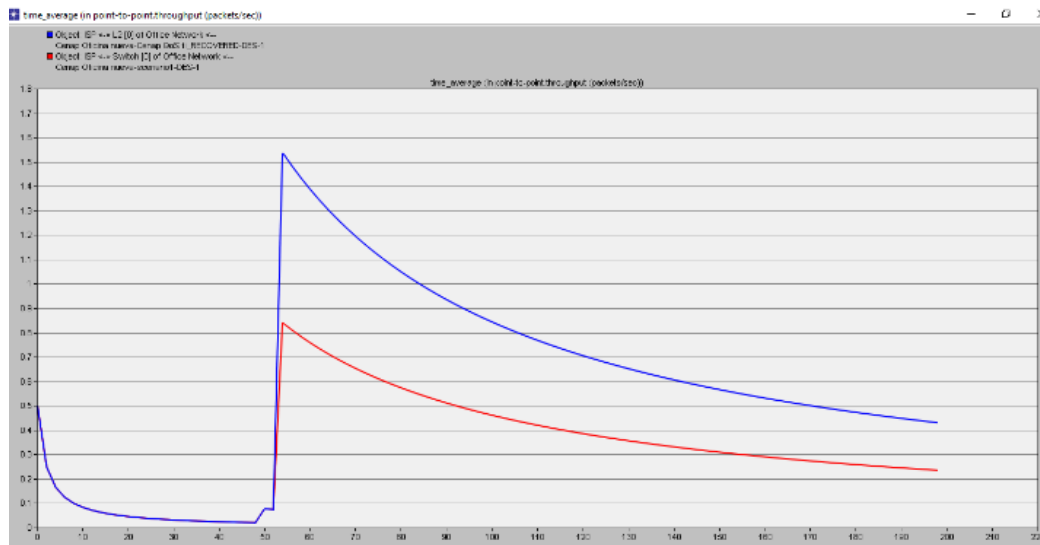


Gráfico comparativo del Throughput entre la red inicial y la red diseñada de ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Como se observa en las Figuras 4.11, 4.12 y 4.13, se aplicó políticas de calidad de servicio de DiffServ en base al encolamiento PQ en la simulación del software OPNET Modeler (Anexo 12).

Los resultados demuestran que las configuraciones redujeron el Jitter de 3 ns en la red inicial a 1,5 ns en la red diseñada para ESYD, lo que resalta la importancia de la actualización en la red, mejorando el servicio de misión crítica de video conferencia.

La simulación mostro la optimización del Throughput de la red, que incrementó su valor de 0,85 a 1,55 paquetes/segundo.

4.4 Análisis de Costos de Implementación.

Una vez diseñado la red de la Empresa ESYD, verificando sus requerimientos y necesidades en el Capítulo 3, se realizó los análisis CAPEX (Costos de Capital) y OPEX (Costos de operación)

4.4.1 Costos de Capital

Dentro de CAPEX se han tomado en cuenta los rubros para el análisis considerando los equipos mostrados en la Tabla 4.1, al tratarse de equipos de networking, aquí se establecen los gastos de capital.

Tabla 4.1 Costo de Equipos para la ESYD

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	Cisco ASA 5505	1	400	400
2	Router Mikrotik Rb2011	2	248,30	496,6
3	Patch cord 3 pies (certificado)	6	11,25	67,5
	Precio Sin IVA			964,1
	IVA 12%			115,69
	Precio TOTAL			1079,79

Tabla de costos de equipos de la red de borde. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

4.4.2 Costos de Operación.

Dentro de OPEX, se toma en cuenta todos los rubros por operación, mantenimiento y administración, se incluye el personal técnico, energía eléctrica, suministros de repuestos de equipos, como muestra la Tabla 4.2 de implementación técnica.

Tabla 4.2 Costos de operación del diseño.

Trabajador	Número de meses	Número de semanas	Días totales laborados	Horas diarias laboradas	Costo Hora	Costo Total
Adrián Carrera	3	12	36	2	\$15	\$1080
Iván Cueva	3	12	36	2	\$15	\$1080
						\$2160

Tabla de costo total del trabajo realizado. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

4.4.3 Análisis de Egresos de ESYD

Los valores de los egresos mensuales de la empresa ESYD con los que se espera prescindir dentro de un tiempo se presentan en la Tabla 4.3

Tabla 4.3 Tabla de costos de egresos

Ahorro - Beneficio	Cantidad	Valor (USD)	Valor Mensual (USD)
Mensajería Matriz sucursal	30	10	300
Plan Celular Colaboradores	30	10	300
Costos en llamadas internacionales	30	5	150
Servicio Proxy en Nube	1	90	90
VALOR TOTAL DE GASTOS A SER SUPRIMIDOS			840

Tabla de egresos de la empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván.

4.4.4 Período de Recuperación de la Inversión

Verificando el análisis CAPEX y OPEX se tiene un valor total de \$3239,79 en la ejecución de la red; en la Tabla 4.4 se muestra el tiempo de recuperación de la empresa.

Tabla 4.4 Período de recuperación

Periodo	0	Meses					
		1	2	3	4	5	6
Utilidad	-	840	2399,79	1559,79	719,79	120,21	840
Inversión	-3239,79						
Flujo de efectivo neto	-3239,79	-2399,79	-1559,79	-719,79	-120,21	719,79	840

Periodo de recuperación de la Empresa ESYD. Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván.

Seguidamente se puede apreciar que se tendrá una ganancia del 100% a partir del tercer mes.

CONCLUSIONES

Se ha analizado el estado inicial de la red de la Empresa ESYD, donde se comprobó que contaba con configuraciones de una LAN doméstica, en base al Diseño Empresarial de Cisco en donde se delinearon los módulos que permitirán a la red comportarse como una red empresarial.

Gracias al diseño implementado se ha logrado proveer Calidad de Servicio permitiendo y denegando servicios según la subred, dichas configuraciones logran priorizar los servicios de tráfico web, correo electrónico y video conferencia dando una mejora significativa en los tiempos de respuesta desde un dispositivo final hacia la red.

El software OPNET Modeler determinó las clases y políticas de calidad de servicio que se configuró en el equipo Mikrotik, mejorando la experiencia de los usuarios finales y optimizando los parámetros de: Delay a 27 ns, Jitter a 1,5 ns y Throughput a 1,55 paquetes/segundo en el enlace entre el equipo del ISP y el router de borde.

El análisis Costo-Beneficio reflejó la viabilidad de la implementación del proyecto y el retorno de la inversión en un período de seis meses.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que en la futura implementación del servidor de VoIP, se considere una VLAN específica para este propósito para optimizar las configuraciones de optimización en los paquetes de misión crítica para voz.

Para una futura expansión de sucursales, se debería considerar la configuración de una VPN site-to-site para ofrecer una conexión óptima y segura hacia los recursos que se puedan solicitar desde la matriz.

Para optimizar la autenticación de los usuarios en la red inalámbrica se recomienda la implementación de un servidor RADIUS o TACACS.

Se sugiere que la red de la Empresa actualice el rack de piso por uno de 48 unidades de rack para llevar un orden adecuado. (Anexo 13).

Se recomienda la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida para proteger los equipos ubicados en el rack.

BIBLIOGRAFÍA

- Acrylic Wifi, H. M. (2019). Cobertura por AP o Mapas de calor. Obtenido de www.acrylicwifi.com
- Alpusig, G. (agosto de 2018). Diseño de la Red de Campus para la Escuela Superior de Policía "Gral. Alberto Enríquez Gallo". Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15956/1/UPS-ST003716.pdf>
- Call Center Helper. (2019). Erlang Calculator - Day Planner. Obtenido de <https://www.callcentrehelper.com/tools/erlang-calculator/day-planner.php?fbclid=IwAR2qBXG6qf5rx18follK0VHbWSISfrxiNpHLw9t6dheDvuo7grpefMpVrhQ>
- Carpentier, J. (2016). La Seguridad Informatica en la Pyme. eni .
- Cisco. (2016). Configuración de Calidad de Servicio QoS. Obtenido de https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/quality-of-service-qos/qos-policing/22833-qos-faq.html?fbclid=IwAR3KlIXVbWpTDsUmKXxF_cLMVuIuTBPLAkmwIUSeznu0ZOKEpUKEJIMjrJg
- Cisco. (2016). Enterprise Internet Edge Design Guide. Obtenido de https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Security/IE_DG.html
- Cisco. (s.f). Dispositivos adaptables de seguridad de la serie Cisco ASA 5500. Obtenido de https://www.cisco.com/c/dam/global/es_es/assets/publicaciones/07-08-cisco-dispositivos-serie-ASA5500.pdf
- Cisco Validated Design, Internet Edge Design Summary. (Octubre de 2015). www.cisco.com. Obtenido de https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/solutions/CVD/Oct2015/Internet_Edge_Design_Oct2015.pdf
- E. Ariganello, E. B. (2015). Redes Cisco. Ra-Ma.
- Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator. (16 de Junio de 2017). Westway Engineers. Obtenido de <https://www.erlang.com/calculator/eipb/>
- Federal Communications Commission. (6 de Febrero de 2018). Federal Communications Commission. Obtenido de www.fcc.gov: <https://www.fcc.gov/consumers/guides/guia-de-velocidades-de-banda-ancha>
- Freire, F. A. (Marzo de 2018). repositorio.puce.edu.ec. Obtenido de

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15080/TESIS%20-%20AN%C3%81LISIS%20Y%20PROPUESTA%20DE%20MEJORAMIENTO%20DEL%20SISTEMA%20DE%20SEGURIDAD%20PERIMETRAL%20APLICABLE%20A%20INST.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Gartner. Inc. (2019). www.gartner.com. Obtenido de <https://www.gartner.com/en/research/magic-quadrant>

Gonzales, F. (7 de abril de 2017). Modelo PPDIIO. Obtenido de <https://www.powtoon.com/online-presentation/b5VwSdiXRCF/modelo-ppdiao/?mode=Movie&locale=en>

Google Maps. (13 de enero de 2019). Ubicación Geográfica.

Hucaby, D. &. (2012). CCNP Security Firewall. Pearson.

ITU. (mayo de 2016). Portales online de frecuencia para proporcionar transparencia del espectro. Obtenido de https://www.itu.int/en/itu-news/Documents/2016-05/2016_ITUNews05-es.pdf

Matin, P. (2018). Teletrabajo y comercio electrónico. Mentor.

Nayarasi. (24 de noviembre de 2014). Wired QoS. Obtenido de <https://mrnciew.com/2012/11/26/375035602960-wired-qos/>

Piñeiro, J. (2014). Definición y manipulación de datos. Para info.

Pope, S. (5 de Junio de 2018). Cisco Blogs. Obtenido de <https://blogs.cisco.com/security/its-time-to-turn-your-access-control-perimeter-into-a-threat-control-perimeter>

Salazar, G. (30 de Septiembre de 2016). Comunidad de Cisco. Obtenido de <https://community.cisco.com/t5/blogs-routing-y-switching/fundamentos-de-qos-calidad-de-servicio-en-capa-2-y-capa-3/ba-p/3103715>

Sánchez, A. (febrero de 2019). Desarrollo de la Red Corporativa de la Empresa StelaSur S.A. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17022/1/UPS%20-%20ST004006.pdf>

Singh, H. (2017). Implementing Cisco Networking Solutions. Birmingham: Packt Publishing.

Stewart, M. (2014). Network Security, Firewalls, and VPNs. Jones & Barlett Learning.

Tecnozero. (2018). Cuadrante de Gartner para UTM firewall 2018. Obtenido de <https://www.tecnozero.com/firewall/cuadrante-de-gartner-para-utm-firewall-2018>

ANEXOS

Anexo 1: Mapas de Calor por Canal y AP



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

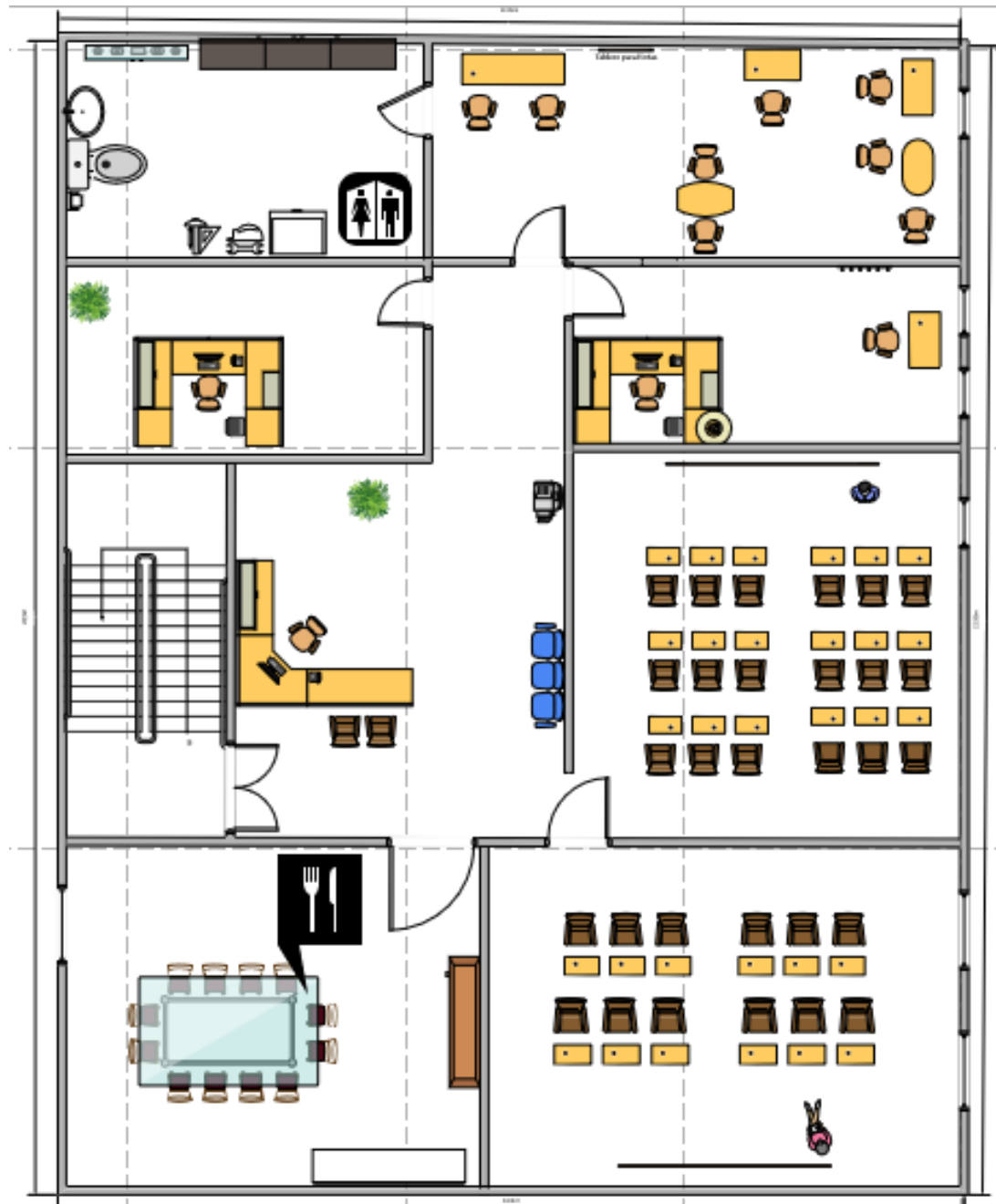


Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Anexo 2: Planos Arquitectónico de la empresa ESYD y Sucursal CENAP



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Anexo 3: Rack Ubicado en Las Instalaciones de la empresa ESYD



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Longitud de Cableado Inspeccionadas					
#	Nombre	Tipo de cable	Origen	Destino	Longitud en Metros
1	Administración	UTP	Rack	Faceplate	35
2	Gerencia	UTP	Rack	Faceplate	10
3	Marketing y Diseño	UTP	Rack	Faceplate	40
4	Desarrollo de Software	UTP	Rack	Faceplate	40
5	Ingeniería	UTP	Rack	Faceplate	40
6	Aulas estudiantes	UTP	Rack	Faceplate	80

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Anexo 4: Direccionamiento IPv4 e IPv6 sucursal.

Departamento	Dirección	Mascara	Primera Dirección	Broadcast
Cenap-Alumnos	172.18.0.0	255.255.252.0	172.18.0.1	172.18.3.255
Cenap-Profes	172.18.4.0	255.255.255.128	172.16.4.1	172.18.4.127
Cenap-Administración	172.18.6.0	255.255.255.192	172.16.6.1	172.18.6.63

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Direccionamiento Ipv6				
/48	/64	IPv6 INT	Vlan ID	Nombre
2002:172:18	1	::1	1	Cenap - Alumnos
2002:172:18	2	::1	2	Cenap - Profes
2002:172:18	3	::1	3	Cenap-Gerencia

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

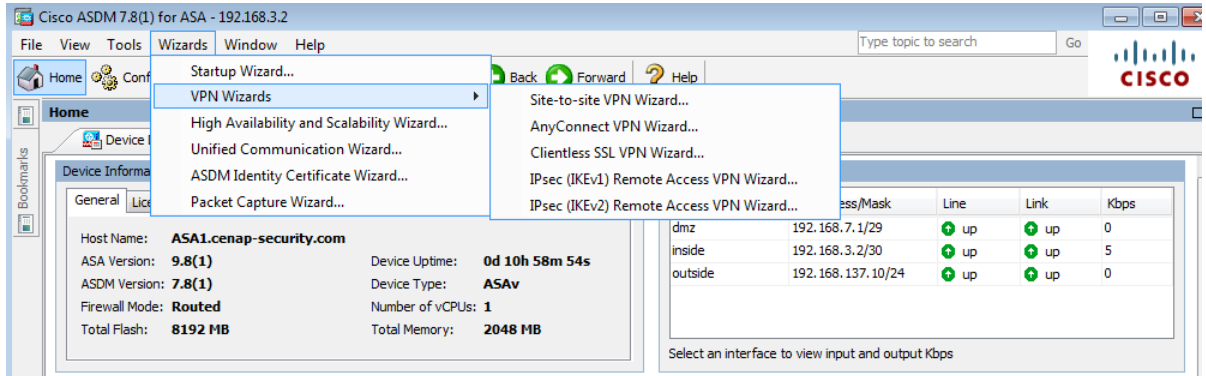
Anexo 5: Parámetros considerados para la configuración de OPEN DNS.

Custom Choose the categories you want to block.

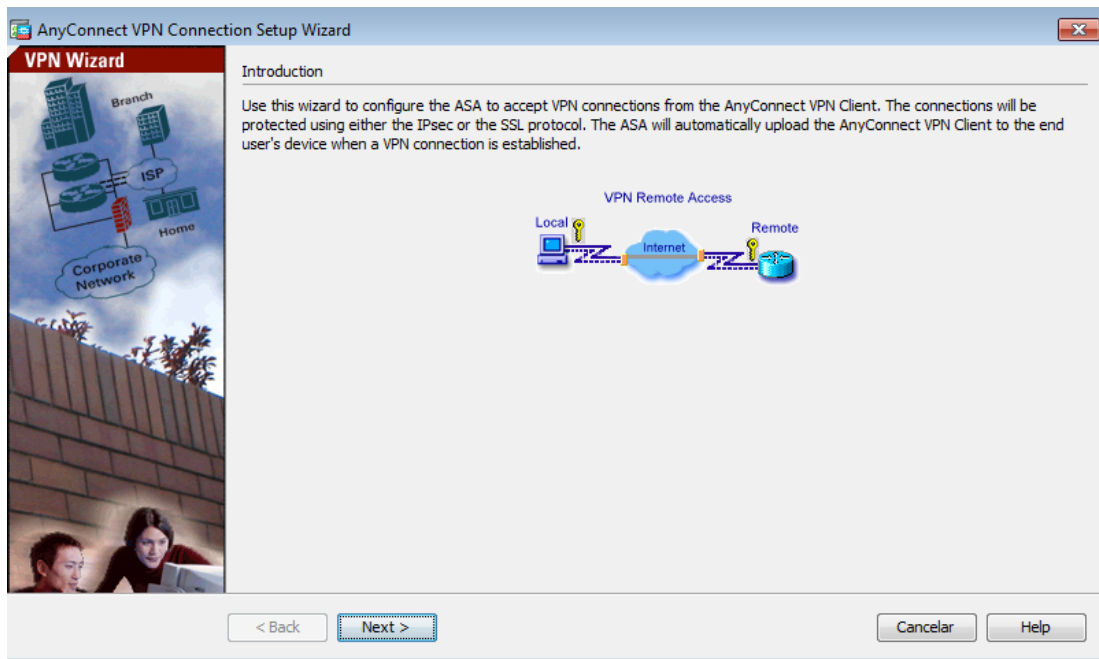
<input type="checkbox"/> Academic Fraud	<input checked="" type="checkbox"/> Adult Themes	<input checked="" type="checkbox"/> Adware
<input checked="" type="checkbox"/> Alcohol	<input checked="" type="checkbox"/> Anime/Manga/Webcomic	<input type="checkbox"/> Auctions
<input type="checkbox"/> Automotive	<input type="checkbox"/> Blogs	<input type="checkbox"/> Business Services
<input checked="" type="checkbox"/> Chat	<input type="checkbox"/> Classifieds	<input checked="" type="checkbox"/> Dating
<input checked="" type="checkbox"/> Drugs	<input type="checkbox"/> Ecommerce/Shopping	<input type="checkbox"/> Educational Institutions
<input type="checkbox"/> File Storage	<input type="checkbox"/> Financial Institutions	<input type="checkbox"/> Forums/Message boards
<input checked="" type="checkbox"/> Gambling	<input checked="" type="checkbox"/> Games	<input type="checkbox"/> German Youth Protection
<input type="checkbox"/> Government	<input checked="" type="checkbox"/> Hate/Discrimination	<input type="checkbox"/> Health and Fitness
<input type="checkbox"/> Humor	<input checked="" type="checkbox"/> Instant Messaging	<input type="checkbox"/> Jobs/Employment
<input checked="" type="checkbox"/> Lingerie/Bikini	<input checked="" type="checkbox"/> Movies	<input type="checkbox"/> Music
<input type="checkbox"/> News/Media	<input type="checkbox"/> Non-Profits	<input checked="" type="checkbox"/> Nudity
<input type="checkbox"/> P2P/File sharing	<input type="checkbox"/> Parked Domains	<input type="checkbox"/> Photo Sharing
<input type="checkbox"/> Podcasts	<input type="checkbox"/> Politics	<input checked="" type="checkbox"/> Pornography
<input type="checkbox"/> Portals	<input type="checkbox"/> Proxy/Anonymizer	<input type="checkbox"/> Radio
<input type="checkbox"/> Religious	<input type="checkbox"/> Research/Reference	<input type="checkbox"/> Search Engines
<input checked="" type="checkbox"/> Sexuality	<input type="checkbox"/> Social Networking	<input type="checkbox"/> Software/Technology
<input type="checkbox"/> Sports	<input checked="" type="checkbox"/> Tasteless	<input type="checkbox"/> Television
<input type="checkbox"/> Tobacco	<input type="checkbox"/> Travel	<input type="checkbox"/> Video Sharing
<input type="checkbox"/> Visual Search Engines	<input checked="" type="checkbox"/> Weapons	<input checked="" type="checkbox"/> Web Spam
<input type="checkbox"/> Webmail		

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

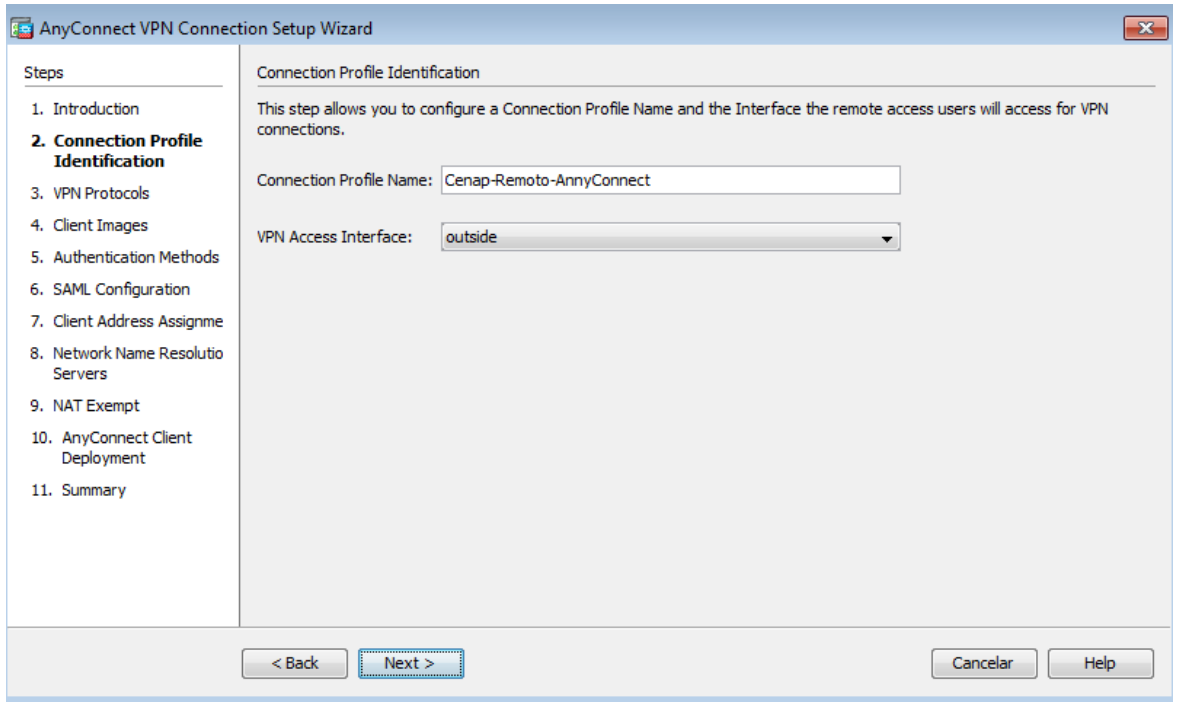
Anexo 6: Configuraciones web appliance cisco anyconnect



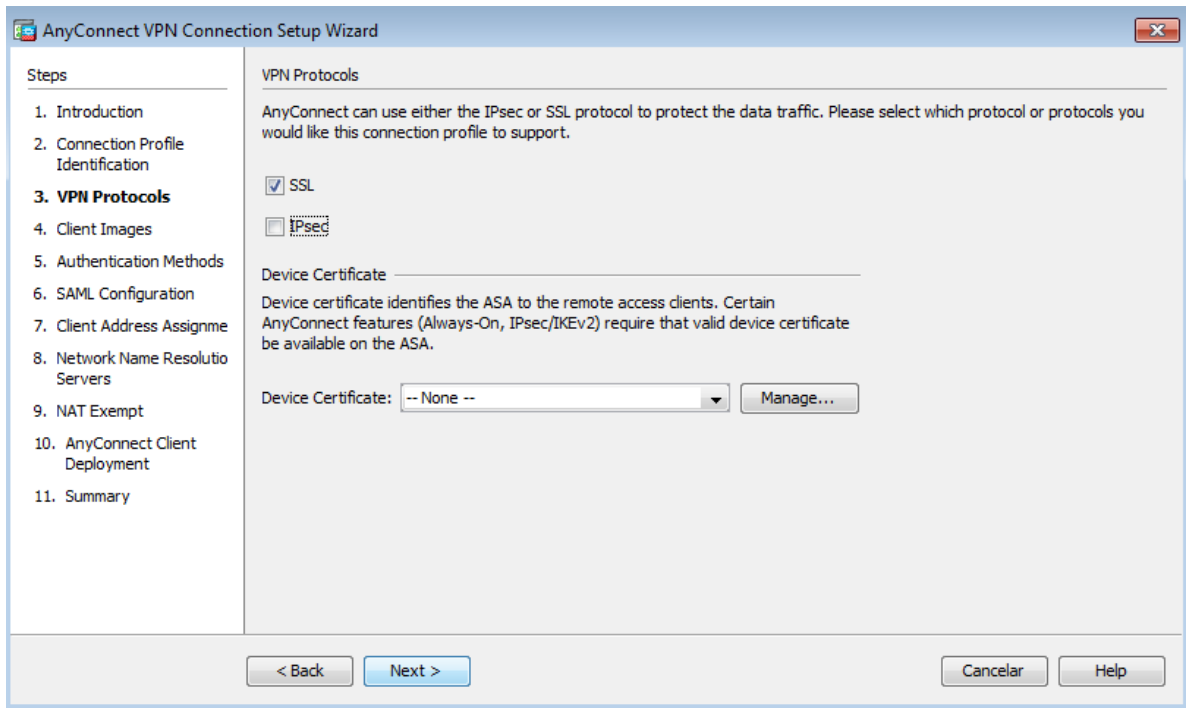
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



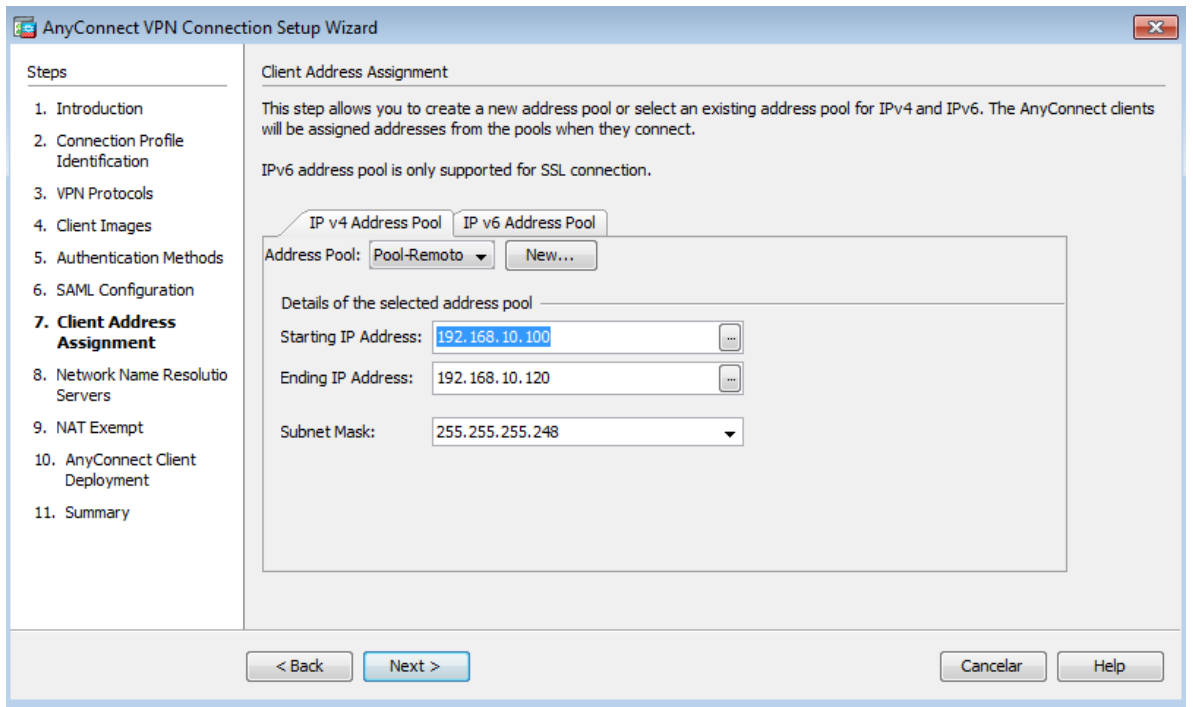
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



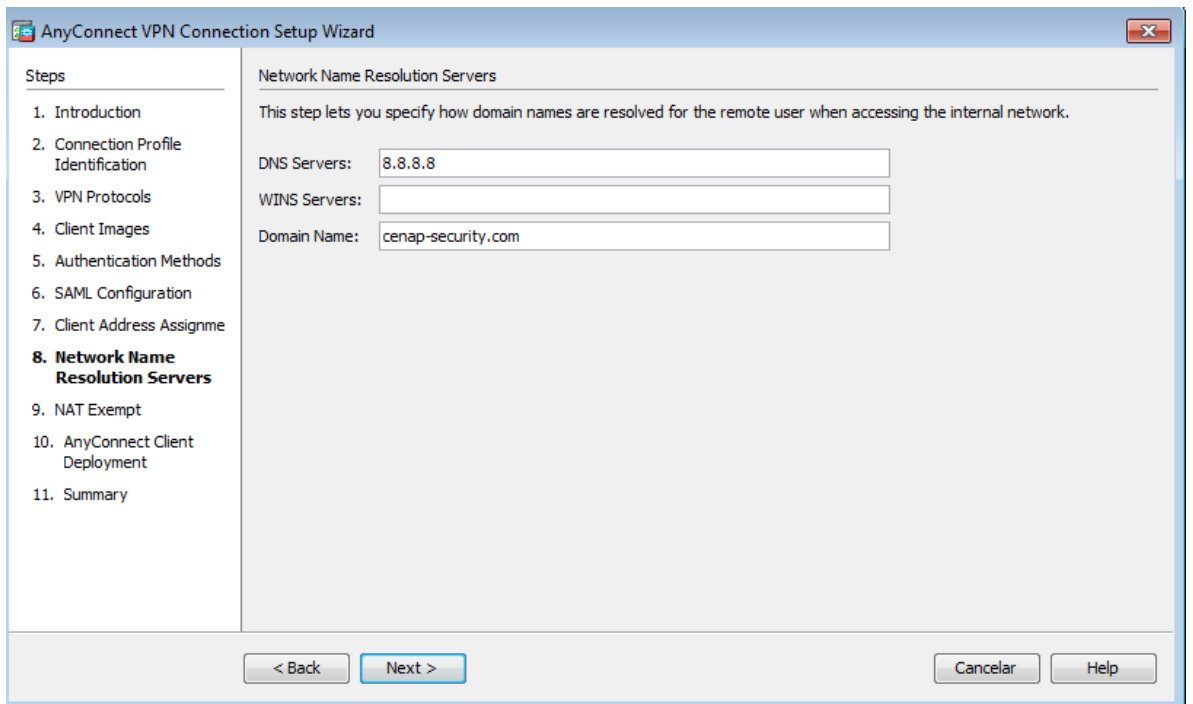
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



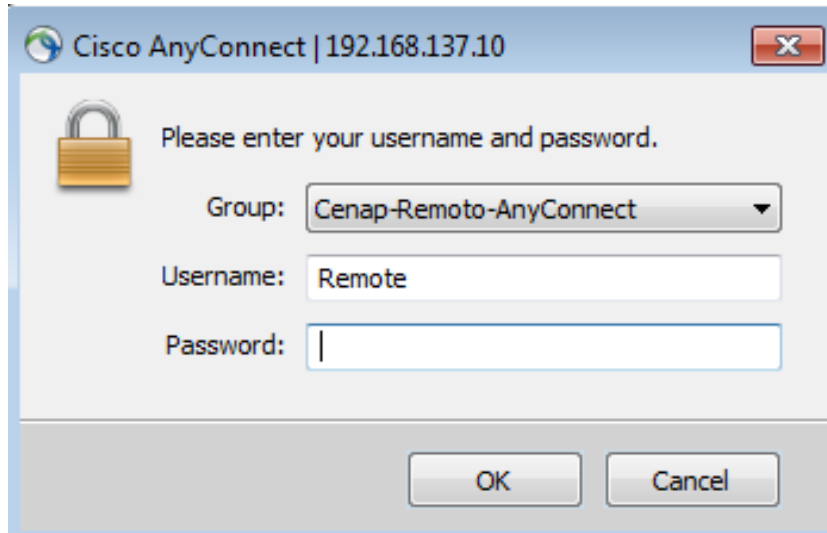
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



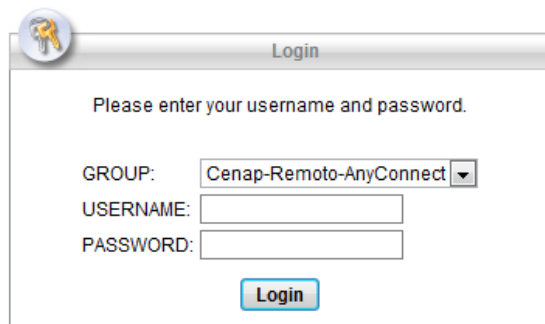
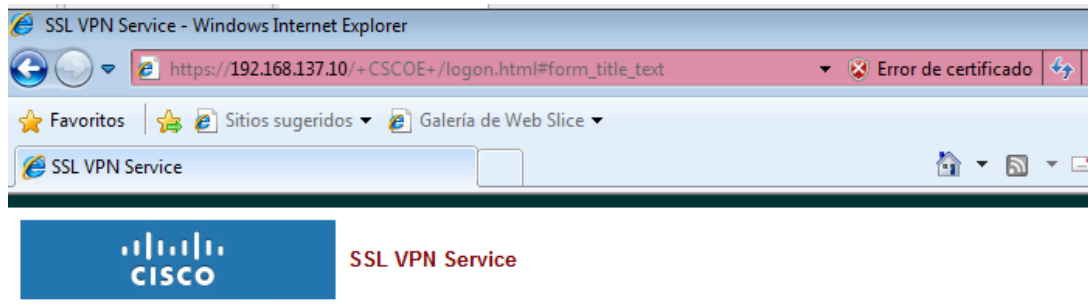
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

The screenshot displays a web browser window with three tabs: 'GNS3 VM', 'Windows 7 PC1', and 'Windows 7 PC2'. The active tab is 'SSL VPN Service'. The address bar shows the URL 'https://192.168.137.10/+CSCOE+/logon.html#form_title_text' with a security warning 'No es seguro'. The page header includes the Cisco logo and the text 'SSL VPN Service'. A 'Login' dialog box is open, containing the following fields and controls:

- Text: "Please enter your username and password."
- GROUP:
- USERNAME:
- PASSWORD:
- Button: Login

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Anexo 7: Cuadrante de Gartner de los firewall.



Fuente: (Tecnozero, 2018)

Anexo 8: Configuraciones llevadas a cabo en el Equipo Firepower de la empresa ESYD

```
access-list Local_Lan_Access standard permit host 0.0.0.0
access-list AnyConnect_Client_Local_Print extended deny ip any4 any4
access-list AnyConnect_Client_Local_Print extended permit tcp any4 any4 eq lpd
access-list AnyConnect_Client_Local_Print remark IPP: Internet Printing Protocol
access-list AnyConnect_Client_Local_Print extended permit tcp any4 any4 eq 631
access-list AnyConnect_Client_Local_Print remark Windows' printing port
access-list AnyConnect_Client_Local_Print extended permit tcp any4 any4 eq 9100
access-list AnyConnect_Client_Local_Print remark mDNS: multicast DNS protocol
access-list AnyConnect_Client_Local_Print extended permit udp any4 host 224.0.0.
251 eq 5353
access-list AnyConnect_Client_Local_Print remark LLMNR: Link Local Multicast Nam
e Resolution protocol
access-list AnyConnect_Client_Local_Print extended permit udp any4 host 224.0.0.
252 eq 5355
access-list AnyConnect_Client_Local_Print remark TCP/NetBIOS protocol
access-list AnyConnect_Client_Local_Print extended permit tcp any4 any4 eq 137
access-list AnyConnect_Client_Local_Print extended permit udp any4 any4 eq netbi
os-ns
access-list Split_Tunnel_list standard permit 192.168.10.96 255.255.255.240
```

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

```
object network LAN2
  nat (inside,outside) dynamic interface
access-group 101 in interface outside
route outside 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.137.1 1
route inside 172.16.0.0 255.255.252.0 192.168.3.1 1
route inside 192.168.10.96 255.255.255.248 192.168.3.1 1
```

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

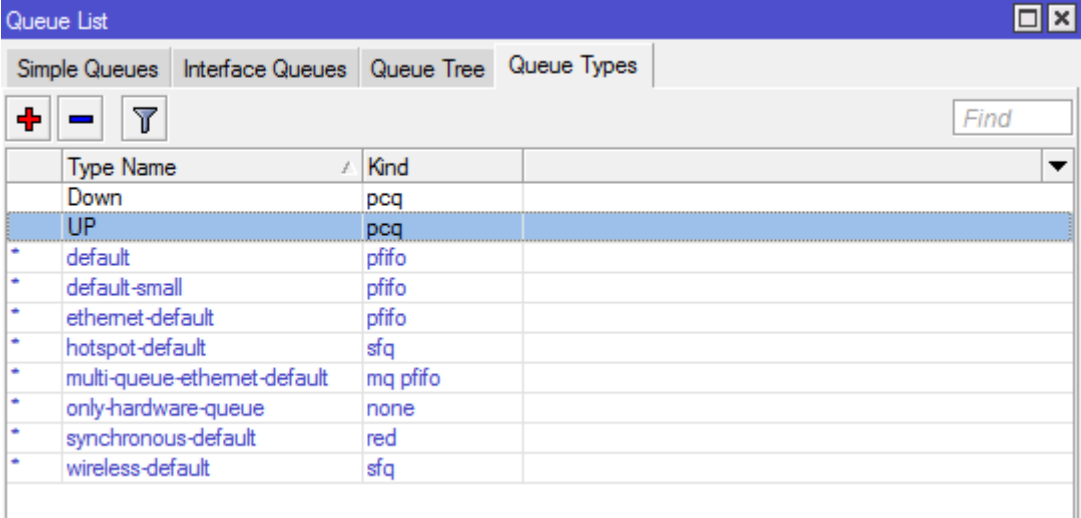
```
split-tunnel-policy tunnelspecified
split-tunnel-network-list value Split_Tunnel_list
default-domain value cenap-security.com
```

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

```
service-policy global_policy global
service-policy OUTSIDE interface outside
```

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

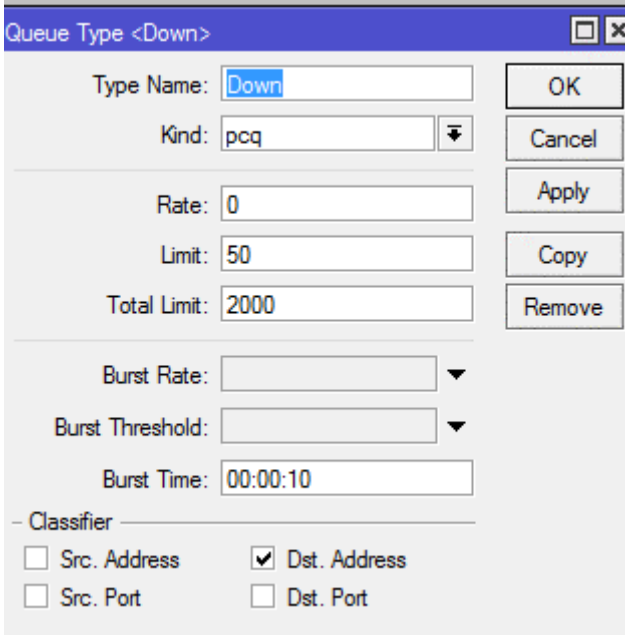
Anexo 9: Configuraciones calidad de servicio PCQ router Mikrotik



The screenshot shows the 'Queue List' window in Mikrotik WinBox. It has tabs for 'Simple Queues', 'Interface Queues', 'Queue Tree', and 'Queue Types'. The 'Queue Types' tab is active. Below the tabs are icons for adding (+), deleting (-), and filtering (funnel), along with a 'Find' search box. The main area is a table with columns 'Type Name' and 'Kind'. The 'UP' queue type is highlighted in blue.

Type Name	Kind
Down	pcq
UP	pcq
* default	pfifo
* default-small	pfifo
* ethemet-default	pfifo
* hotspot-default	sfq
* multi-queue-ethemet-default	mq pfifo
* only-hardware-queue	none
* synchronous-default	red
* wireless-default	sfq

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



The screenshot shows the 'Queue Type <Down>' configuration dialog. It contains several input fields and a 'Classifier' section. The 'Type Name' is 'Down' and the 'Kind' is 'pcq'. The 'Rate' is 0, 'Limit' is 50, and 'Total Limit' is 2000. The 'Burst Rate', 'Burst Threshold', and 'Burst Time' (00:00:10) are also visible. The 'Classifier' section has checkboxes for 'Src. Address', 'Dst. Address' (checked), 'Src. Port', and 'Dst. Port'. On the right side, there are buttons for 'OK', 'Cancel', 'Apply', 'Copy', and 'Remove'.

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Queue Type <UP>

Type Name:

Kind:

Rate:

Limit:

Total Limit:

Burst Rate:

Burst Threshold:

Burst Time:

- Classifier -

Src. Address Dst. Address

Src. Port Dst. Port

OK
Cancel
Apply
Copy
Remove

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Queue <QoS_Up>

General Statistics

Name:

Parent:

Packet Marks:

Queue Type:

Priority:

Limit At: bits/s

Max Limit: bits/s

Burst Limit: bits/s

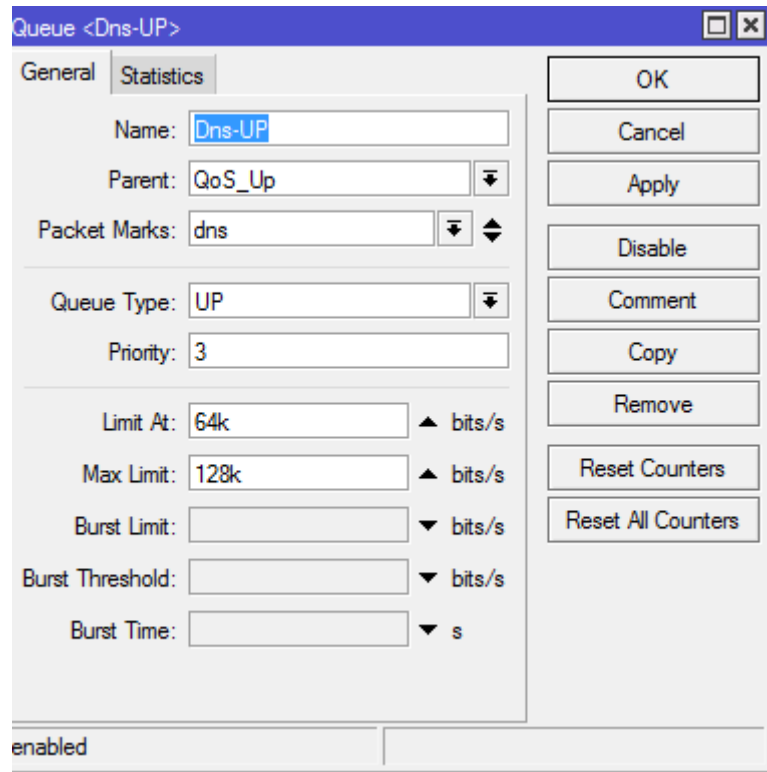
Burst Threshold: bits/s

Burst Time: s

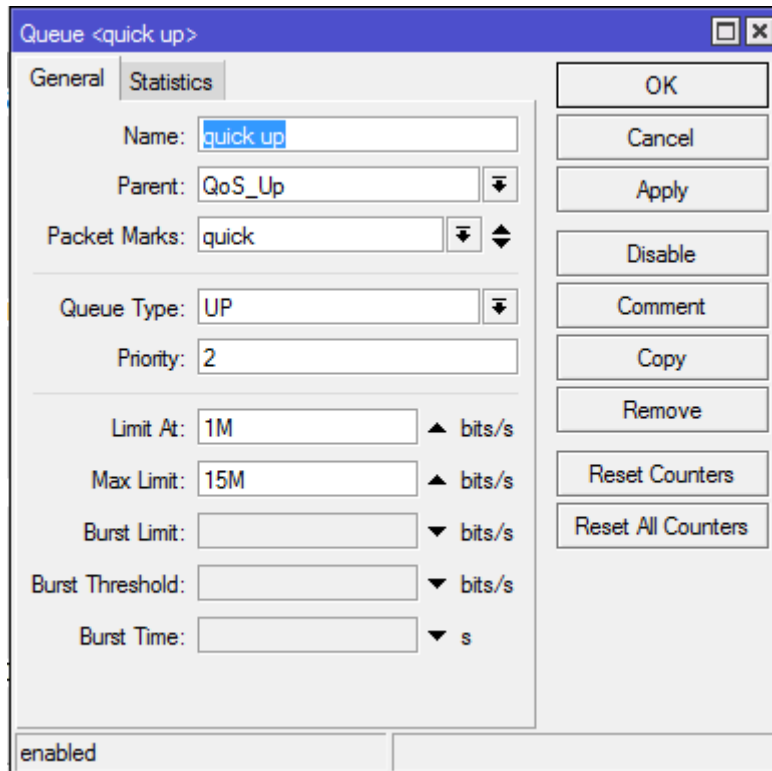
enabled

OK
Cancel
Apply
Disable
Comment
Copy
Remove
Reset Counters
Reset All Counters

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

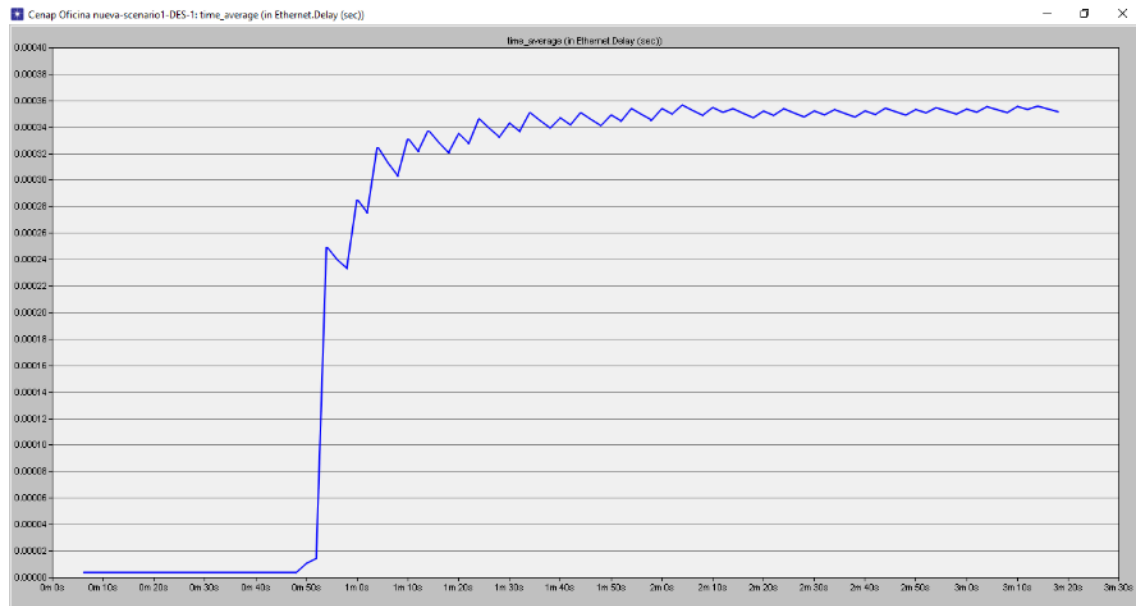


Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

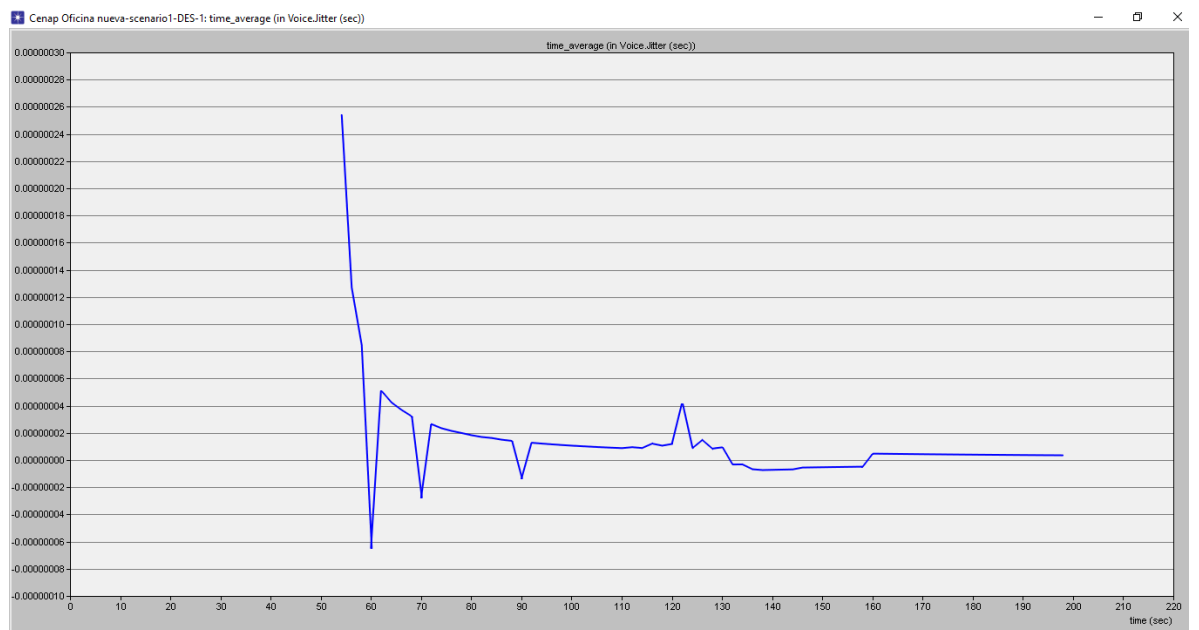


Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

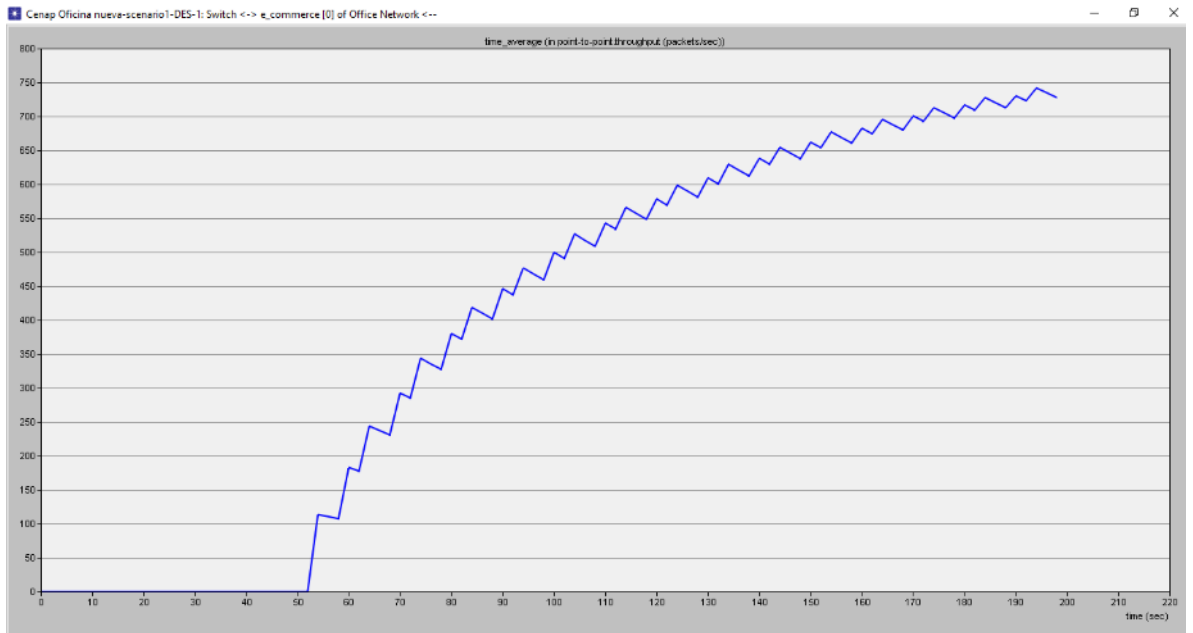
Anexo 10: Resultados obtenidos de Delay, Jitter y Throughput de la red inicial



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



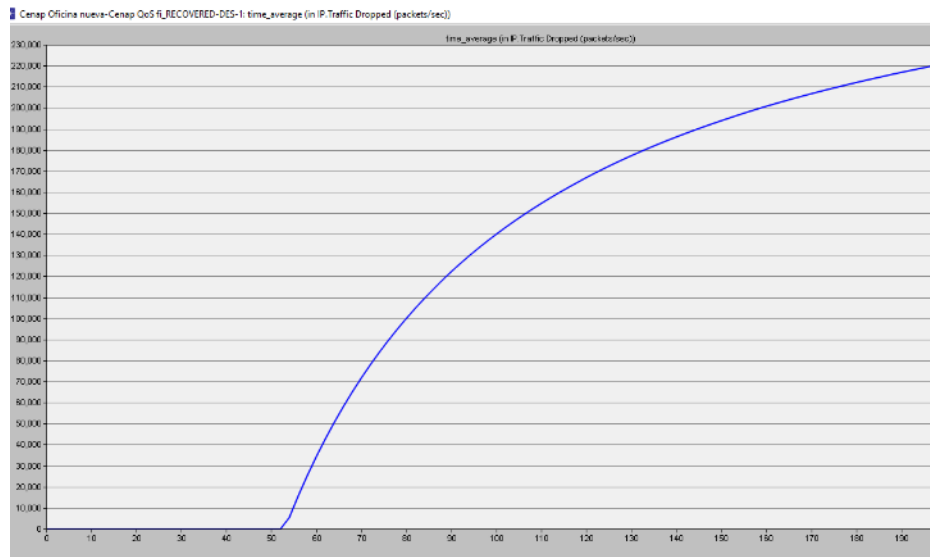
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Anexo 11: Grafica de Calidad de Servicio, por clase Alta, Media, Baja.

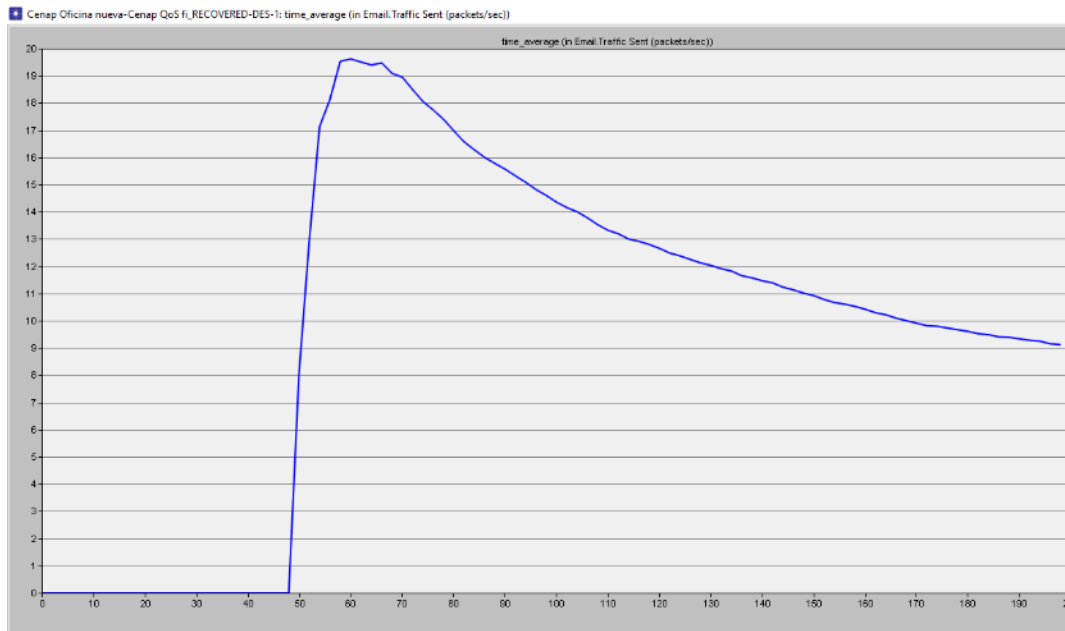
Clase	Descripción	Prioridad	DSCP	Máximo ancho de banda (Mbit/s)	Garantía (Mbit/s)
COUNTER	Counter strike half life	medio	AF41	5	
DEFAULT	Trafico sin planificar	bajo	AF11	1	
MAIL	Correo	alto	AF31		1
MSM	Mensajería	alto	AF31	0,5	
WEB	Navegación	alto	AF41	1	
P2P	Shopping	bajo	AF21	5	
PING	ping	bajo	SC6		0,256
REMOTO	VPN	alto	AF21	5	
VOSIP	vos sobre IP	alto	EF	0,5	
Interactive video	video interactivo	medio	SC4	1	

Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

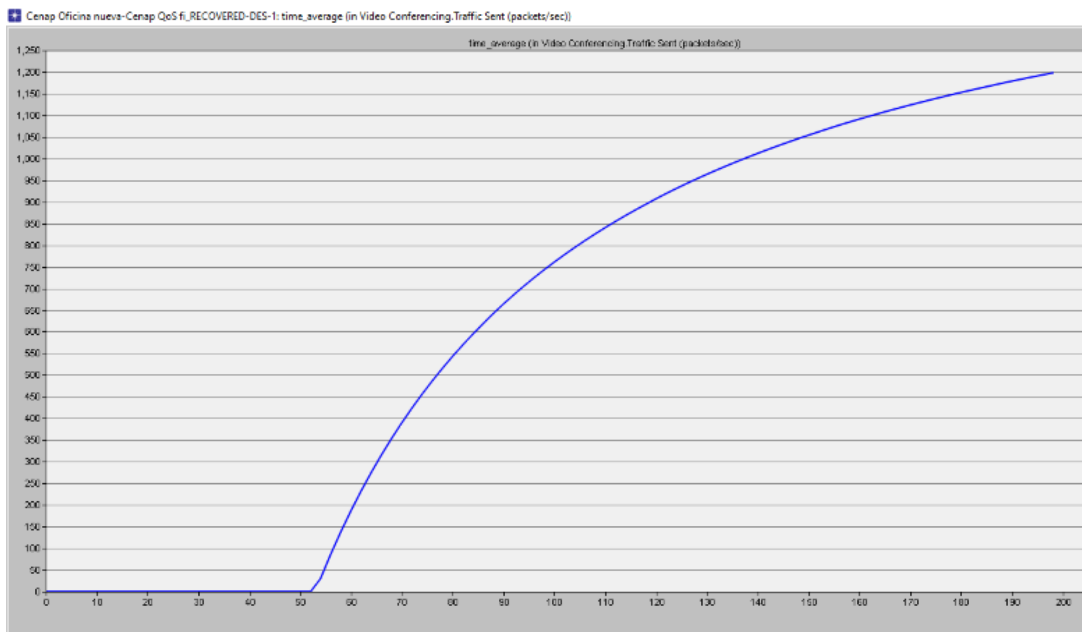
Anexo 12: Análisis de Trafico con Calidad Servicio (QoS).



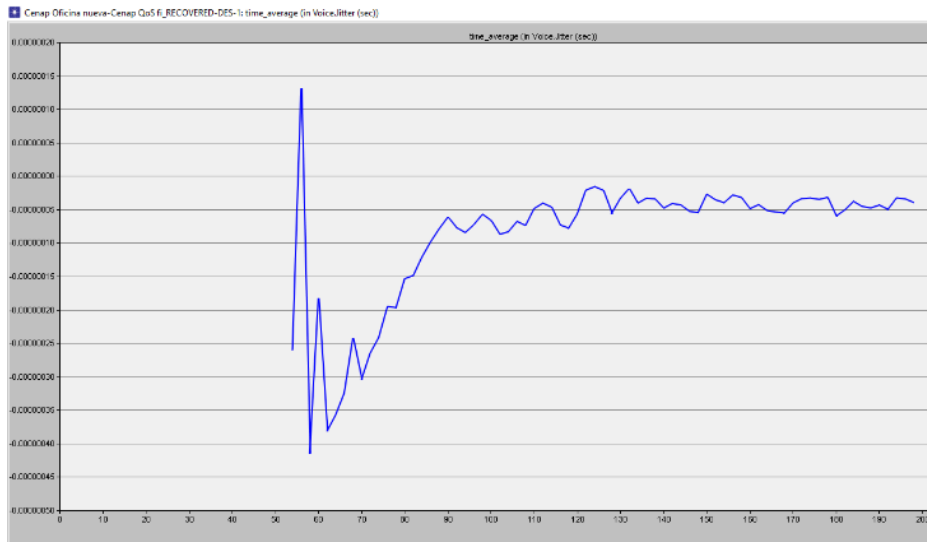
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



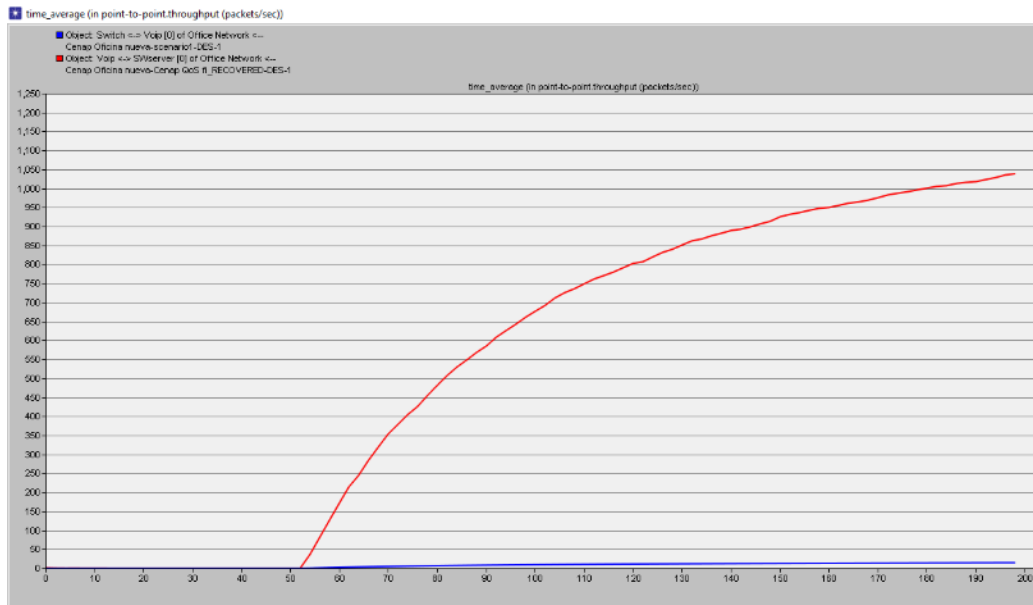
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



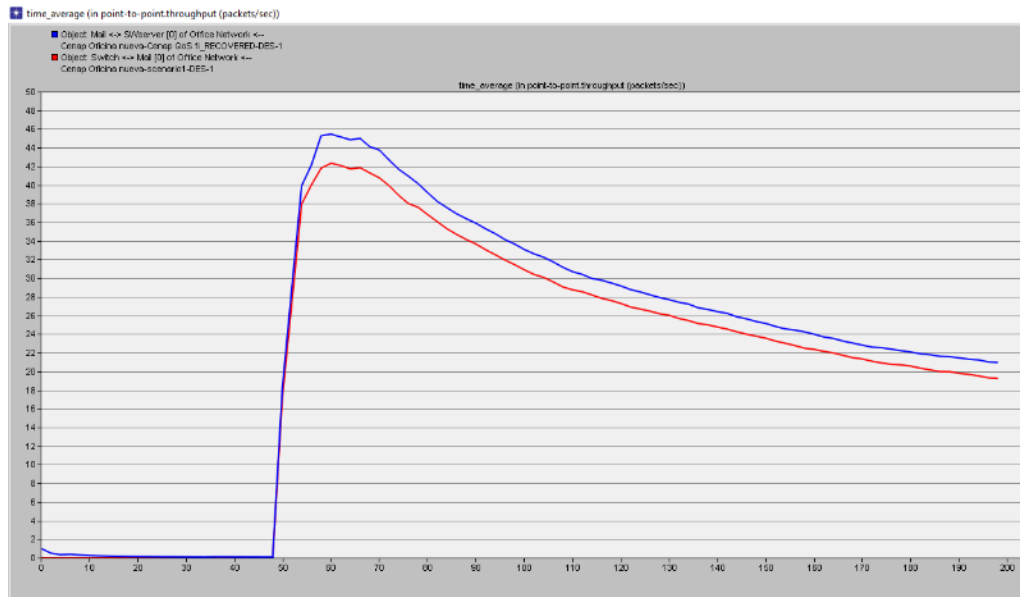
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



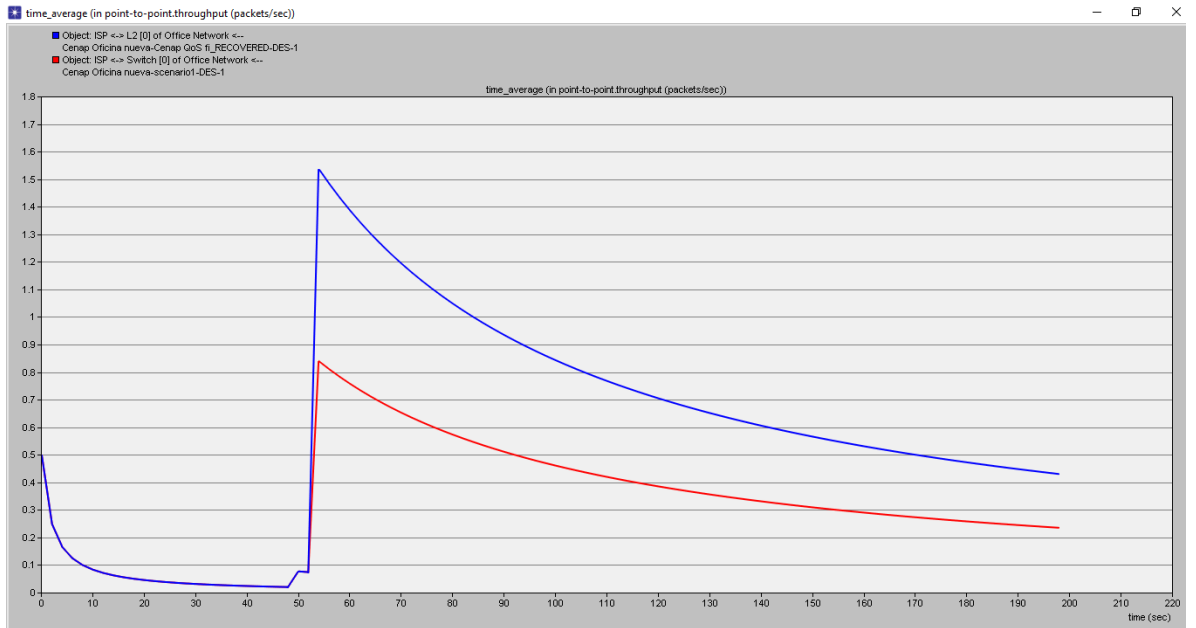
Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

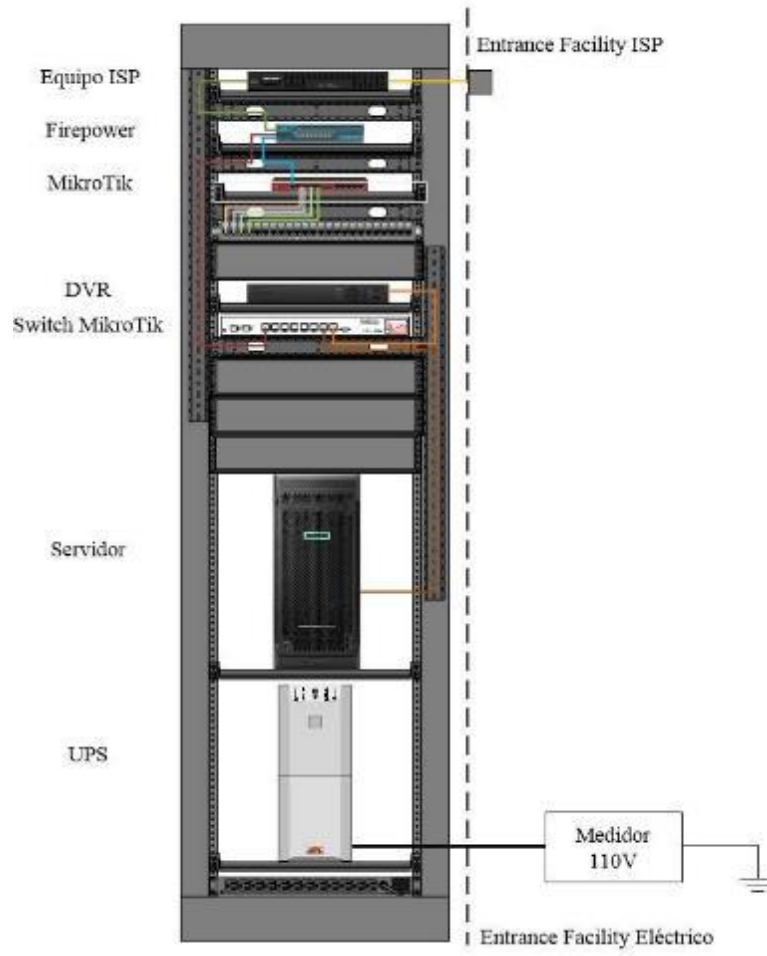


Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván

Anexo 13: Propuesta de disposición de equipos dentro del Rack.



Elaborado por: Carrera Adrián y Cueva Iván