



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN**

**Trabajo Monográfico para optar a los títulos de
Ingeniería en Electrónica e
Ingeniería en Telecomunicaciones**

Diseño de alta disponibilidad (HA) en red de equipo CORE del centro de datos de la empresa REDTELCOM.

Autores:

Br. Carlos Fernando Aguirre Salvatierra.
Ingeniería Electrónica.
Carnet: 2010-32540.

Br. José Reynaldo Alemán Sánchez.
Ingeniería en Telecomunicaciones
Carnet: 2012-43976.

Br. Álvaro de Jesús Ponce Chavarría.
Ingeniería en Telecomunicaciones
Carnet: 2016-05061.

Tutor:

Ing. Marlolio José Sevilla Hernández.

**Julio, 2023.
Managua, Nicaragua.**

Dedicatoria.

En primer lugar, dedicamos esta tesis monográfica a Dios por la fuerza y sabiduría que nos brindó para poder culminar este trabajo.

Posteriormente dedicamos esta tesis monográfica a nuestras familias quienes nos han apoyado a lo largo de todo este tiempo de manera constante, incondicional y desinteresada para poder culminar nuestros estudios universitarios.

Finalmente dedicamos este trabajo a todas las personas involucradas que nos apoyaron de distintas maneras directa e indirectamente a culminar este trabajo monográfico.

Agradecimientos.

Agradecemos primeramente a Dios por gozar de salud y sabiduría para lograr terminar de manera satisfactoria nuestras carreras universitarias, a nuestros padres por brindarnos apoyo durante todo el trayecto de formación personal y profesional. A nuestro tutor Ing. Marlovio José Sevilla Hernández, por brindarnos apoyo, paciencia y corrección para finalizar este proyecto.

Resumen.

Este proyecto tiene como objetivo presentar diferentes diseños de soluciones en alta disponibilidad en red de equipo CORE del Centro de Datos de la empresa REDTELCOM, esto permitirá garantizar un funcionamiento continuo y sin interrupciones de los servicios de telecomunicaciones proporcionados por la empresa.

Para lograrlo se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- 1 Análisis de la infraestructura existente: Se evaluará el estado actual de la red de equipo CORE y se identificarán posibles puntos de fallo que puedan afectar la disponibilidad.
- 2 Diseño de redundancia: Se propondrá un diseño de red que incluya elementos redundantes, como enlaces y dispositivos de conmutación con el fin de crear rutas alternativas y evitar puntos únicos de falla.
- 3 Implementación de protocolos de redundancia: Se configurarán protocolos de enrutamiento dinámico y redundancia (HSRP, VPC, VSX) para garantizar un funcionamiento continuo del Centro de Datos.
- 4 Pruebas y validación: Se realizarán pruebas para verificar el funcionamiento adecuado de la nueva configuración y se simularán escenarios de fallos para evaluar la capacidad de recuperación del sistema.
- 5 Documentación y formación: Se elaborará plan de transferencia de conocimiento sobre el diseño propuesto y se brindará formación al personal para asegurar una correcta gestión y mantenimiento de la red de equipo CORE.

Al finalizar el proyecto REDTELCOM contará con tres diferentes propuestas de diseño red para equipo CORE en alta disponibilidad, capaz de resistir fallas y proporcionar servicios de telecomunicaciones de manera ininterrumpida. Esto mejorará la confiabilidad y la calidad de los servicios ofrecidos por la empresa, así como la satisfacción de sus clientes.

A nivel académico este trabajo monográfico se estima reflejar un impacto a los estudiantes de la Universidad, puesto que servirá como guía de implementación de simulaciones utilizando el programa de simulación moderno PNET-LAB.

Índice

CAPITULO I	1
1 Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
1.2 Justificación.....	3
CAPITULO II	4
2 Redes de computadoras.....	4
2.1 Internet.....	5
2.2 Protocolos de red.....	7
2.3 Modelo de Red.....	8
2.4 Medios físicos.....	13
2.5 Cableado estructurado.....	16
2.5.1 Grados de Cables	16
2.5.1.1 Categorías 5 y 5e.....	17
2.5.1.2 Categorías 6.....	17
2.5.2 Cables de par trenzado	18
2.5.2.1 UTP.....	18
2.6 Enrutamiento.....	19
2.7 Clasificación de la red.....	19
2.8 Tecnologías de Alta Disponibilidad.....	21
2.9 Diseño de red jerárquico.....	27
2.10 Simulación.....	28
2.10.1 Diferencias entre Simulador y Emulador.....	28
2.10.1.1 Simulación.....	28
2.10.1.2 Emulación.....	29
2.10.2 Herramientas de simulación.....	30
2.10.2.1 GNS3.....	30
2.10.2.2 EVE-NG.....	30
2.10.2.3 PNETLAB.....	31

2.11 Diseño Metodológico.....	32
CAPITULO III.....	33
3 Levantamiento de infraestructura actual.....	33
3.1 Inventario de equipos	37
CAPITULO IV.....	38
4 Propuestas de solución.....	38
4.1 Solución con equipos CISCO NEXUS.....	39
4.1.1 Funcionamiento lógico y operativo de la solución CISCO NEXUS.....	42
4.1.2 Migración e integración de solución CISCO NEXUS.....	45
4.2 Solución con equipos ARUBA.....	47
4.2.1 Funcionamiento lógico y operativo de la solución Aruba.....	49
4.2.2 Migración e integración de solución Aruba.....	52
4.3 Solución con equipos CISCOS 9300L	54
4.3.1 Funcionamiento lógico y operativo de solución CISCO C9300L	56
4.3.2 Migración e integración equipos CISCOS 9300L	57
4.4 Cableado Estructurado Centro de Datos - REDTELCOM	59
4.5 Simulación	61
4.5.1 Simulación equipos NEXUS y ARUBA.....	61
4.5.2 Simulación solución con equipos CISCO 9300L.....	70
4.5.2.1 Desarrollo de Simulación.....	71
4.5.2.2 Topología de red.....	74
4.5.2.3 Demostración de funcionalidad del protocolo de alta disponibilidad.....	85
CAPITULO V.....	92
5 Costos por compra directa.....	92
5.1 Costos por modalidad servicio.....	96
5.2 Costo beneficios de las soluciones propuestas.....	100
5.3 Plan de trabajo actualización y migración de equipo CORE.....	105
5.3.1 Transferencia de conocimiento.....	107
Conclusiones y Recomendaciones.....	109
Bibliografía.....	113

Índice de Imágenes.

Imagen No.1: Diagrama básico de componentes conectados a Internet.

Imagen No.2: Esquema protocolo humano y un protocolo de red.

Imagen No.3: Protocolos de Internet (a) y modelo de referencia OSI (b).

Imagen No.4 Capas al combinar los modelos OSI y TCP/IP.

Imagen No.5 Cable coaxial.

Imagen No.6 Cable UTP.

Imagen No.7 Tipos de redes.

Imagen No.8: Router Redundancy Protocol.

Imagen No.9: Hot Standby Router Protocol.

Imagen No.10: Gateway Load Balancing Protocol.

Imagen No.11: Virtual Switching System.

Imagen No.12: Virtual Port Channel.

Imagen No.13: Topología de solución VSX.

Imagen No.14: Plano distribución de Centro de Datos REDTELCOM.

Imagen No.15: Detalle de conexión puertos equipo CORE Cisco 4506.

Imagen No.16: Gráfico estado y conexión puertos físicos CORE Cisco 4506.

Imagen No.17: Solución de diseño de red con equipos CISCO NEXUS.

Imagen No.18: Migración a nueva solución con equipos CISCO NEXUS.

Imagen No.19: Solución de diseño de red con equipos ARUBA.

Imagen No.20: Migración a nueva solución con equipos ARUBA.

Imagen No.21: Solución de diseño de red con equipos CISCO C9300L.

Imagen No.22: Migración solución con equipos CISCO C9300L.

Imagen No.23: Conexiones físicas actual en centro de datos.

Imagen No.24: Propuesta conexiones físicas en centro de datos.

Imagen No.25: Requerimiento mínimo para simulación equipos NEXUS.

Imagen No.26: Requerimiento mínimo para simulación equipos ARUBA.

Imagen No.27: Máquina virtual y Software GNS3 en ejecución.

Imagen No.28: Imágenes de CISCO NEXUS cargando en GNS3.

Imagen No.29: Error al simular equipos NEXUS por falta de recursos.

Imagen No.30: Imágenes IOS de equipos cargando en máquina virtual del software EVE-NG.

Imagen No.31: Error al cargar imágenes IOS de equipos por falta de recursos en EVE-NG.

Imagen No.32: Simulación de propuesta de solución con equipos NEXUS.

Imagen No.33: Diseño de solución propuesta en la Interfaz PNETLab.

Imagen No.34: Simulador PNETLAB.

Imagen No.35: Transferencia de imágenes IOS.

Imagen No.36: Conexión de imágenes IOS con máquina virtual PnetLab.

Imagen No.37: Conexión SSH.

Imagen No.38: Interfaz Web PnetLab.

Imagen No.39: Topología de red con equipos CISCO6200L.

Imagen No.40: Configuración de interfaces y enrutamiento dinámico OSPF en router externo PISO-1.

Imagen No.41: Configuración de interfaces capa 3 y enrutamiento dinámico OSPF en CORE-1.

Imagen No.42: Configuración de interfaces capa 3 y enrutamiento dinámico OSPF en CORE-2.

Imagen No.43: Configuración de interfaces Vlan en CORE-1.

Imagen No.44: Configuración de interfaces Vlan en CORE-2.

Imagen No.45: Configuración de HSRP en equipos CORE. Donde CORE-1 es el principal.

Imagen No.46: Configuración de interfaces troncales hacia equipos de acceso y CORE-2 en equipo CORE-1.

Imagen No.47: Configuración de interfaces troncales hacia equipos de acceso y CORE-2 en equipo CORE-2.

Imagen No.48: Configuración de interfaces e IP de gestión en equipo de acceso C9200L-1 y C9200L-2. Esta configuración se repite en los demás equipos de acceso.

Imagen No.49: Configuración de IP en equipos de acceso final.

Imagen No.50: Aplicación de comando “show ip protocols” en el CORE-1 para comprobar que el protocolo OSPF está configurado y en producción.

Imagen No.51: Aplicación de comando “show ip route” en el router externos Piso-1 para comprobar que está aprendiendo las tablas de rutas por medio del protocolo OSPF configurado.

Imagen No.52: Prueba del protocolo ICMP que confirma entrega satisfactoria de paquetes desde la PC externa (Usuario) a las PC del Data Center (Server-2 y Server-3).

Imagen No.53: Prueba del protocolo ICMP que confirma entrega satisfactoria de paquetes desde la PC Server-1 (Usuario) hacia las PC – Usuario (externa) y Server-1.

Imagen No.54: Aplicación de comandos “show standby – show standby brief” en CORE-1 donde se confirmar que el protocolo HSRP está activo y el CORE-1 es el principal.

Imagen No.55: Se observa aplicación de comandos “show standby – show standby brief” en CORE-2 donde se confirmar que el protocolo HSRP está activo y el CORE-2 es el respaldo.

Imagen No.56: Se confirma correcto funcionamiento de alta disponibilidad por medio del protocolo HSRP donde al apagar el equipo CORE1 el equipo CORE2 toma el control y se continúa garantizando la comunicación entre la PC-Usuario y los servidores del centro de datos.

Imagen No.57: Cronograma de trabajo instalación / migración equipo CORE.

Imagen No.58: Cronograma de transferencia de conocimiento.

Índice de Tablas.

Tabla I: Características software PnetLab.

Tabla II: Detalle estado y conexión puertos equipo CORE Cisco 4506.

Tabla III: Inventario equipo CORE.

Tabla IV: Inventario equipos Capa Distribución.

Tabla V: Direccionamiento IP Equipos CORE y Acceso.

Tabla VI: Asignación de VLANs.

Tabla VII: Asignación de VLANs a equipos CORE.

Tabla VIII: Configuración de interfaces troncales en equipos CORE.

Tabla IX: Configuración de interfaces troncales en equipos de Acceso.

Tabla X: Configuración Equipos finales.

Tabla XI: Detalle de costos por compra directa solución con equipos CISCO NEXUS.

Tabla XII: Detalle de costos por compra directa solución con equipos ARUBA.

Tabla XIII: Detalle de costos por compra directa solución con equipos CISCO C9300L.

Tabla XIV: Detalle de costos por modalidad servicio de solución con equipos CISCO NEXUS.

Tabla XV: Detalle de costos por modalidad servicio solución con equipos ARUBA.

Tabla XVI: Detalle de costos por modalidad servicio solución con equipos CISCO C9300L.

Tabla XVII: Proyección de ingresos de la empresa.

Tabla XVIII: Cálculo costo/beneficio compra directa equipos NEXUS.

Tabla XIX: Cálculo costo/beneficio comprar a modo servicio equipos NEXUS.

Tabla XX: Cálculo costo/beneficio compra directa equipos ARUBA.

Tabla XXI: Cálculo costo/beneficio comprar a modo servicio equipos ARUBA.

Tabla XXII: Cálculo costo/beneficio compra directa equipos CISCO 9300L.

Tabla XXIII: Cálculo costo/beneficio compra a modo servicio equipos CISCO 9300L.

CAPITULO I

En este capítulo se plantea la parte inicial del trabajo monográfico exponiendo introducción, justificación y objetivos.

CAPITULO I

1 Introducción.

En la actualidad es necesario para las instituciones que manejan grandes volúmenes de información (datos) cuenten con tecnología capaz de proteger y albergar los activos ante situaciones de alto o mediano riesgo. Por ello es primordial contar un Centro de Datos adecuado que ofrezca soluciones modulares de acuerdo a las necesidades de la empresa. También hay que tener en cuenta que una infraestructura de redes y comunicaciones siempre está expuesto a fallas ya sean humanas, a nivel de software, hardware o fallas en el cableado estructurado, entonces, si no existe una topología redundante por una falla lógica o física en uno de los componentes de la estructura de redes todo el servicio se verá afectado ya que no existe algún servicio redundando que mantenga el servicio activo provocando la caída total de la red en dicha empresa.

Actualmente la empresa REDTELCOM tiene un Centro de Datos activo ubicado en, Managua, Nicaragua. Este centro de datos cuenta con una infraestructura de red basada en un único equipo Core (obsoleto y colapsado), el cual se encuentra fuera de soporte desde el año 2015, poniendo en un alto riesgo la operatividad a nivel Nacional de la empresa ante cualquier fallo.

Este documento tiene como objetivo presentar propuesta técnica como tema monográfico, para obtener el título de la carrera Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones presentando varias soluciones de diseño de red para equipo CORE con una topología en alta disponibilidad y redundante en el Centro de Datos, garantizando acceso a los aplicativos y servicios alojados en la granja de servidores ubicados en el sitio, a pesar de que ocurra una eventual falla física o lógica en uno de los equipos CORE a instalar o daños físicos en el cableado estructurado.

1.1 Objetivos.

1.1.1 Objetivo General.

Desarrollar una propuesta de red de equipos CORE en alta disponibilidad (HA) en el Centro de Datos de empresa REDTELCOM con el fin de mejorar la eficiencia, confiabilidad y disponibilidad de la red.

1.1.2 Objetivos Específicos.

- ❖ Realizar inventario detallado de equipos y componentes de la infraestructura de red actual del Centro de procesamiento de Datos (marca, modelo, capacidad, estado y ubicación).
- ❖ Evaluar diferentes soluciones de alta disponibilidad (HA) para el equipo CORE considerando redundancia, costos, escalabilidad y complejidad de implementación.
- ❖ Elaborar simulación de funcionalidad, escalabilidad y alta disponibilidad del equipo CORE utilizando herramienta de simulación.
- ❖ Presentar propuesta del diseño incluyendo diagrama de topología de red, especificaciones técnicas, detalle de los costos y plan de capacitación al personal de red de la empresa.

1.2 Justificación.

La decisión de abordar esta problemática surge de observar la situación actual del equipo CORE del Centro de Datos entendiendo el riesgo que conlleva para la operatividad de la empresa no actualizar su infraestructura de red por la dependencia de los medios tecnológicos.

La empresa ha decidido realizar una actualización de su equipo CORE con la finalidad de asegurar que se cuenten con las condiciones necesarias para garantizar el funcionamiento del Centro de Datos y por ende todos los sistemas operativos de la empresa.

Por lo tanto, el proceso de actualización no solo implica el cambio de infraestructura si no que incluye un nuevo diseño de red en la capa principal (CORE) de la red, con el fin de agregar alta disponibilidad en los equipos principales de red y obtener nuevos beneficios tecnológicos que se acoplen al mercado actual.

Al ser los equipos CORE parte fundamental de la red que soportan la carga principal del tráfico de red, es necesario aplicar un diseño con redundancia que deberá proveer escalabilidad y alta disponibilidad que permitan garantizar la operatividad del Centro de Datos de la empresa y por ende la continuidad del negocio.

Por lo antes mencionado las soluciones de comunicaciones propuestas considera una infraestructura integral que reemplaza los componentes de los segmentos de CORE y Data Center, estableciendo un esquema topológico simétrico que permite a la infraestructura full redundancia especialmente para los servicios del Centro de Datos.

CAPITULO II

En este capítulo se presenta marco teórico del trabajo monográfico.

CAPITULO II

El presente documento pretende impactar de manera positiva en la red actual de la empresa REDTELCOM, se empezará definiendo las redes de comunicaciones, junto con los conceptos más importantes que la rodean ya que es necesario conocerlos para entender mejor el propósito de este documento.

2 Redes de computadoras.

Una red de computadora es un conjunto de computadoras interconectadas por medios físicos o inalámbricos, que les permite compartir información como: (carpetas, datos, imágenes, audio, video, etc.), recursos (disco duro, lectora, disquetera, monitor, impresora, fotocopiadora, webcam, etc.), y servicios (comunicación, internet, telefonía IP, etc.) [1].

Hoy en día las redes de computadoras nos permiten estar interconectados en todo momento y en cualquier lugar con el resto del mundo, donde la red de computadoras más importante es internet, la cual es indiscutiblemente el sistema de ingeniería más grande creado por la mano del hombre, con cientos de millones de redes de computadoras conectadas lo que conlleva a la importancia de comprender que es y cómo funciona internet.

2.1 Internet.

Internet es una red de computadoras que interconectan miles de millones de dispositivos informáticos a lo largo de todo el mundo. Hoy en día se conectan a internet más dispositivos no tradicionales como teléfonos inteligentes, electrodomésticos, vehículos, etc. De hecho, el término red de computadoras está comenzando a sonar algo obsoleto, a causa de la gran cantidad de dispositivos no tradicionales que se conectan a internet. En la jerga de internet todos estos dispositivos se denominan host o sistemas terminales.

Los sistemas terminales se conectan entre sí mediante una red de enlaces de comunicaciones y conmutadores de paquetes. Existen muchos tipos de enlaces de comunicaciones que se abordaran más adelante, los cuales están compuestos por diferentes medios físicos (cobre, fibra óptica, espectro radio eléctrico). Los distintos enlaces pueden transmitir los datos a distintas velocidades y la velocidad de transmisión de un enlace se mide en bits/segundo. Los paquetes de información resultantes, conocidos como paquetes en la jerga informática, se envían entonces a través de la red hasta el sistema terminal receptor, donde vuelven a ser ensamblados para obtener datos originales.

Un conmutador de paquetes toma un paquete que llega a través de uno de los enlaces de comunicaciones de entrada y lo reenvía a través de uno de sus enlaces de comunicaciones de salida.

Los hosts acceden a internet a través de los ISP (Internet Service Provider). Existen muchos ISP, donde cada uno es en sí mismo una red de conmutadores de paquetes y enlaces de comunicaciones. Los ISP proporcionan una amplia variedad de tipos de acceso a red a los sistemas terminales, entre los que se incluyen el acceso de banda ancha residencial, mediante módem por cable o ADSL, acceso LAN, acceso a contenido web, etc. Los host, los conmutadores de paquetes y otros dispositivos

de Internet ejecutan protocolos que controlan el envío y la recepción de información dentro de Internet.

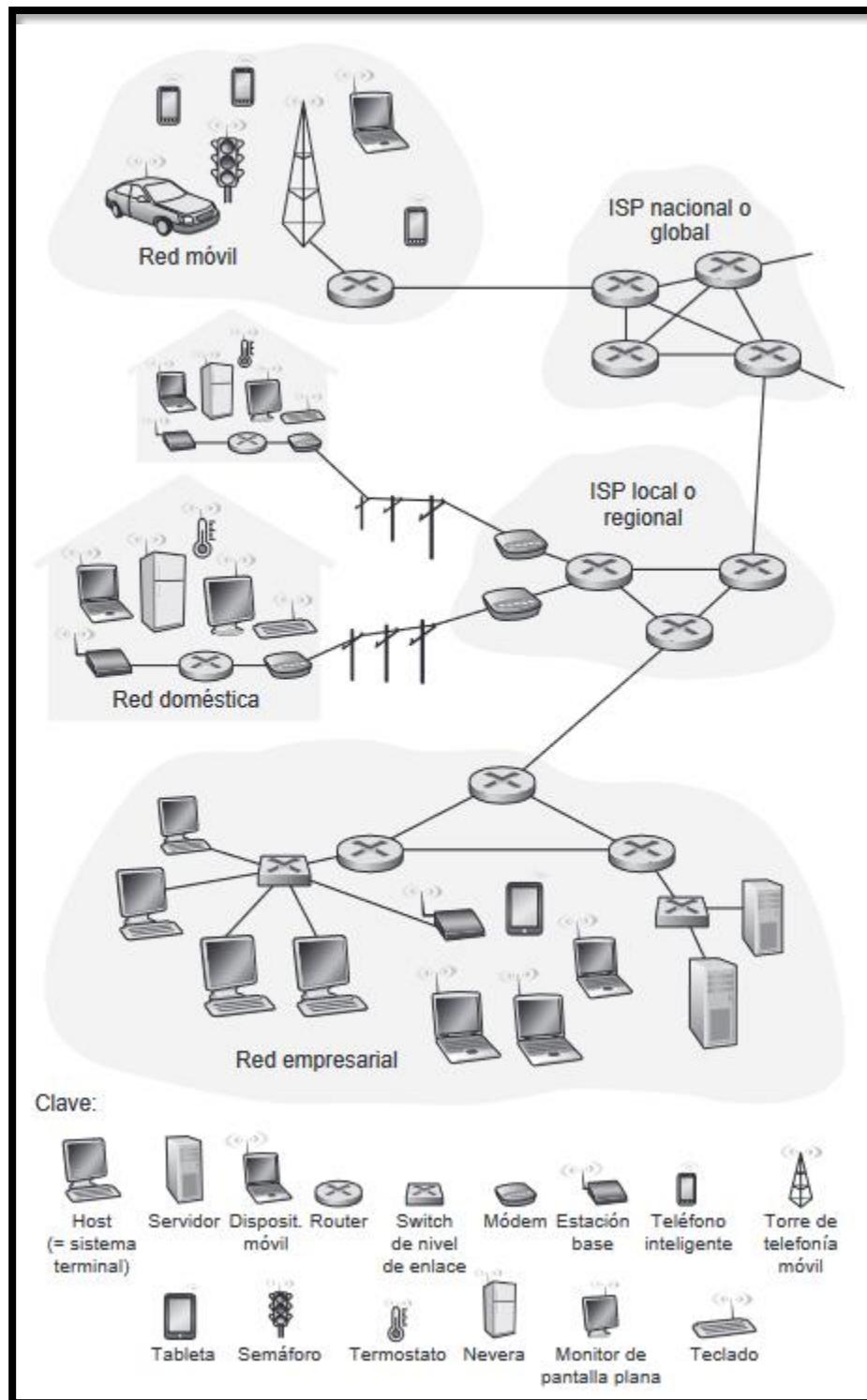


Imagen No.1: Diagrama básico de componentes conectados a Internet. [2]

2.2 Protocolos de red.

Se conoce como protocolo de red aquel conjunto de reglas o procedimientos utilizados para establecer una comunicación entre diferentes dispositivos que se encuentran en una red previamente configurada. [3]

Debido a la importancia de los protocolos en Internet, es importante que todo el mundo esté de acuerdo en qué hacen todos y cada uno de ellos, para que la gente pueda crear sistemas y productos capaces de interoperar. Aquí es donde entran en juego los estándares. Los estándares de Internet son desarrollados por el IETF (Internet Engineering Task Force). Los documentos asociados a estos estándares IETF se conocen como documentos RFC (Request For Comments). Los RFC nacieron como solicitudes de comentarios de carácter general (de ahí su nombre) para solucionar los problemas de diseño de la red y de los protocolos a los que se enfrentó el precursor de Internet. El contenido de estos documentos suele ser bastante técnico y detallado. Definen protocolos tales como TCP/IP, HTTP (para la Web) y SMTP (para el correo electrónico). Actualmente, existen más de 7.000 documentos RFC. Existen también otros organismos dedicados a especificar estándares para componentes de red, especialmente para los enlaces de red.

Un protocolo de red es similar a un protocolo humano, excepto en que las entidades que intercambian mensajes y llevan a cabo las acciones son los componentes hardware o software de cierto dispositivo (por ejemplo, una computadora, un teléfono inteligente, una tableta, un router u otro dispositivo de red). Cualquier actividad de Internet que implique dos o más entidades remotas que se comunican está gobernada por un protocolo. Internet, y las redes de computadoras en general, hacen un uso extensivo de los protocolos. Se utilizan diferentes protocolos para llevar a cabo las distintas tareas de comunicación.

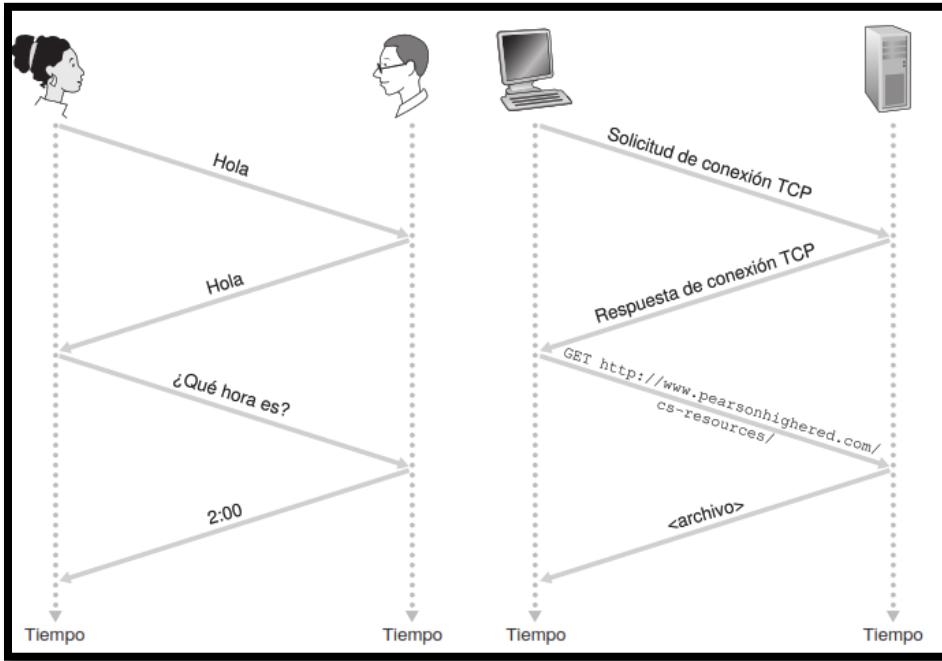


Imagen No.2: Esquema protocolo humano y un protocolo de red. [4]

2.3 Modelo de Red.

Para transportar un paquete desde un host de origen a un host destino se ha desarrollado una arquitectura en capa que permite estudiar una parte específica y bien definida de un sistema más grande y complejo. Esta simplificación tiene un valor considerable por sí misma, al proporcionar modularidad, haciendo mucho más fácil modificar la implementación del servicio suministrado por la capa. Mientras que la capa proporcione el mismo servicio a la capa que tiene por encima de ella y emplee los mismos servicios de la capa que tiene por debajo, el resto del sistema permanecerá invariable cuando se modifique la implementación de una capa. Para proporcionar una estructura al diseño de protocolos de red, los diseñadores de redes organizan los protocolos (y el hardware y el software de red que implementan los protocolos) en capas.

Las capas de protocolos presentan ventajas conceptuales y estructurales [RFC 3439]. Las capas proporcionan una forma estructurada de estudiar los componentes del sistema. Además, el modularidad facilita la actualización de los componentes del sistema. Cuando los protocolos de las distintas capas se toman en conjunto se denominan Pila de protocolos, la pila de protocolos de Internet consta de cinco capas, se detallan:

- ❖ **Capa física:** Consiste en mover de un nodo al siguiente los bits individuales que forman la trama. Los protocolos de esta capa son, de nuevo, dependientes del enlace y, por tanto, dependen del medio de transmisión del enlace (por ejemplo, cable de cobre de par trenzado o fibra óptica monomodo u multimodo).
- ❖ **Capa de enlace:** Encamina un datagrama a través de una serie de routers entre el origen y el destino. Para trasladar un paquete de un nodo (host o router) al siguiente nodo de la ruta, la capa de red confía en los servicios de la capa de enlace. En concreto, en cada nodo, la capa de red pasa el datagrama a la capa de enlace, que entrega el datagrama al siguiente nodo existente a lo largo de la ruta. En ese siguiente nodo, la capa de enlace pasa el datagrama a la capa de red.

- ❖ **Capa de red:** Es responsable de trasladar los paquetes de la capa de red, conocidos como datagramas, de un host a otro. El protocolo de la capa de transporte Internet (TCP o UDP) de un host de origen pasa un segmento de la capa de transporte y una dirección de destino a la capa de red, es igual como el servicio de correo postal, al cual se facilita la carta con una dirección de destino. Luego, la capa de red proporciona el servicio de suministrar el segmento a la capa de transporte del host de destino. La capa de red de Internet incluye el conocido protocolo IP, que define los campos del datagrama, así como la forma en que actúan los sistemas terminales y los routers sobre estos campos. Existe un único protocolo IP y todos los componentes de Internet que tienen una capa de red deben ejecutar el protocolo IP. La capa de red de Internet también contiene protocolos de enrutamiento, que determinan las rutas que los datagramas siguen entre los orígenes y los destinos. Internet dispone de muchos protocolos de enrutamiento.
- ❖ **Capa de transporte:** Transporta los mensajes de la capa de aplicación entre los puntos terminales de la aplicación. En internet existen dos protocolos de transporte TCP y UDP, pudiendo cada uno de ellos transportar los mensajes de la capa de aplicación. TCP ofrece a sus aplicaciones un servicio orientado a la conexión. Este servicio incluye el suministro garantizado de los mensajes de la capa de aplicación al destino y un mecanismo de control del flujo (es decir, una adaptación de las velocidades del emisor y el receptor). TCP también divide los mensajes largos en segmentos más cortos y proporciona un mecanismo de control de congestión, de manera que un emisor regula su velocidad de transmisión cuando la red está congestionada. El protocolo UDP proporciona a sus aplicaciones un servicio sin conexión. Es un servicio básico que no ofrece ninguna fiabilidad, ni control de flujo, ni control de congestión.

- ❖ **Capa de aplicación:** Es donde residen las aplicaciones de red y sus protocolos a nivel de aplicaciones. Esta capa en el protocolo de internet incluye muchos protocolos como el protocolo HTTP (que permite la solicitud y transferencia de documentos web), SMTP (que permite la transferencia de mensajes de correo electrónico), FTP (que permite la transferencia de archivos entre dos sistemas terminales), etc. [5]

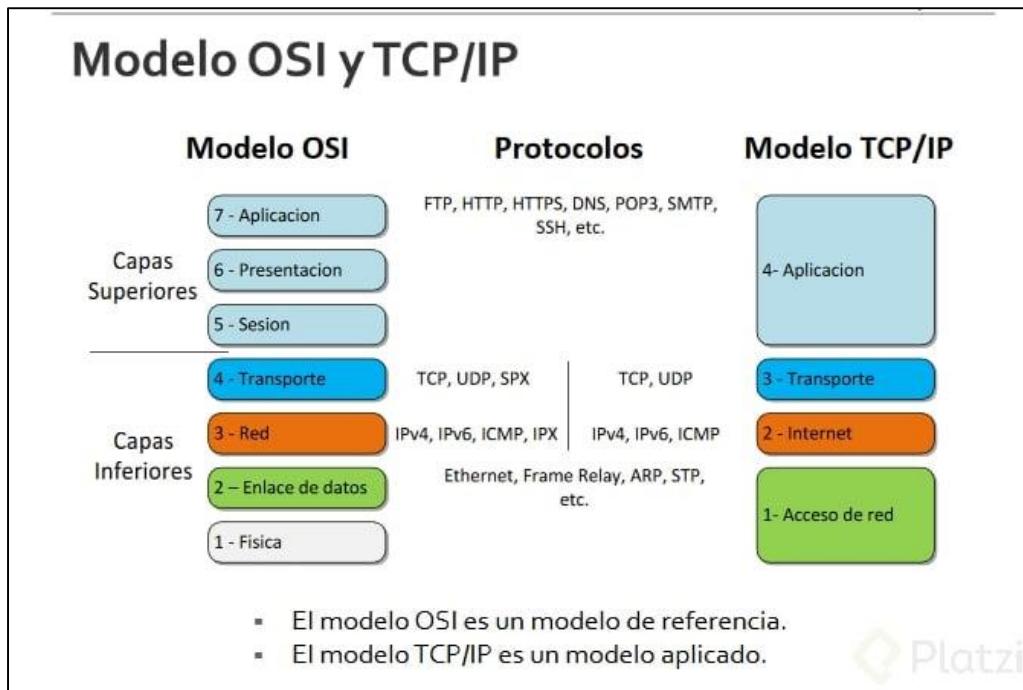


Imagen No.3: Protocolos de Internet (a) y modelo de referencia OSI (b). [6]

Anteriormente se indica en detalle la pila de protocolos de Internet, es importante mencionar que no es la única pila de protocolos existentes. En concreto a finales de 1970, la Organización Internacional de Estandarización (ISO, International Organization for Standardization), propuso que las redes de computadoras fueran organizadas utilizando siete capas, en lo que se vino a denominar modelo OSI (Open Systems Interconnection, Interconexión de sistemas abiertos), las 7 capas del modelo de referencia OSI, indicados en la figura 4, son las capas de aplicación, presentación, sesión, transporte, red, enlace de datos y física. La funcionalidad de las capas (aplicación, transporte, red, enlace y física) son básicamente la misma que sus contrapartidas del protocolo de internet. Por lo tanto, se indica la funcionalidad de las otras dos capas adicionales:

- ❖ **Capa Presentación:** Su función es la proporcionar servicios que permitan a las aplicaciones que se comunican interpretar el significado de los datos intercambiados. Estos servicios incluyen la compresión y el cifrado de los datos (funciones cuyos nombres son auto explicativos), así como la descripción de los datos (lo que libera a la aplicación de tener que preocuparse por el formato interno en el que los datos se representan y almacenan, formatos que pueden diferir de una computadora a otra).
- ❖ **Capa de Sesión:** Permite delimitar y sincronizar el intercambio de datos, incluyendo los medios para crear un punto de restauración y un esquema de recuperación, [7]

El modelo OSI (Open Systems Interconnection), fue un intento de la Organización Internacional de Normas (ISO) para la creación de un estándar que siguieran los diseñadores de nuevas redes. En la siguiente ilustración se muestra las 7 capas del modelo OSI. Las tres primeras capas se utilizan para enrutar, esto es, mover la información de unas redes a otras. En cambio, las capas superiores son exclusivas de los nodos origen y destino. La capa física está relacionada con el medio de transmisión y en el extremo opuesto se encuentra la capa de aplicación.

Modelo TCP/IP a diferencia del modelo OSI, no es un estándar internacional. Sin embargo, es usado a menudo como modelo práctico para entender y resolver fallas en redes internet. La mayor parte de internet usa TCP/IP, este modelo únicamente tiene 3 capas: capa de red, capa de transporte y capa de aplicación.

En este trabajo monográfico se seguirá un modelo de referencia fruto de combinar los modelos OSI y TCP/IP. Se trata de un modelo real que se está utilizando actualmente en redes TCP/IP. Este modelo cuenta con 5 capas indicadas en la imagen 5. [8]

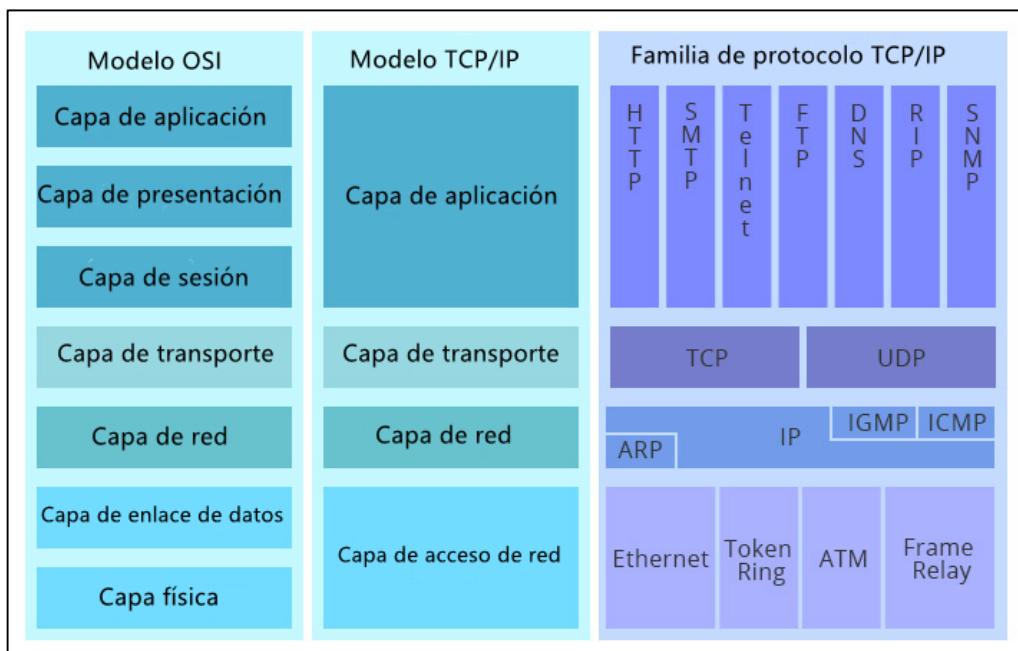


Imagen No.4 Capas al combinar los modelos OSI y TCP/IP. [8]

2.4 Medios físicos.

Es el medio por donde viajan los bits de un origen a un destino, estos se envían por medio de ondas electromagnéticas o pulsos ópticos a lo largo del medio físico. Este medio puede tener muchas formas y no tiene por qué ser de mismo tipo. Entre los ejemplos de medios físicos se incluyen el cable de cobre de par trenzado, el cable coaxial, el cable de fibra óptica multimodo, el espectro de radio terrestre y el espectro de radio por satélite. Los medios físicos se pueden clasificar dentro de dos categorías: medios guiados y medios no guiados. En los medios guiados, las ondas

se canalizan a través de un medio sólido, como por ejemplo un cable de fibra óptica, un cable de cobre de par trenzado o un cable coaxial. En los medios no guiados, las ondas se propagan por la atmósfera y el espacio exterior, tal como ocurre en las redes LAN inalámbricas o en un canal de satélite digital.

❖ **Cable de cobre par trenzado.**

Es el medio de transmisión guiado más barato y comúnmente más utilizado. De hecho, más del 99% de las conexiones cableadas utilizan cable de cobre. El par trenzado no apantallado (UTP, Unshielded Twisted Pair), se utiliza habitualmente para redes de computadoras confinadas dentro de un edificio, es decir, para redes LAN. La velocidad de transmisión de datos de las LAN actuales que emplean cables de par trenzado varía entre 10 Mbps y 10 Gbps. Las velocidades de transmisión de datos que se pueden alcanzar dependen del espesor del cable y de la distancia existente entre el transmisor y el receptor. La tecnología moderna de par trenzado, como por ejemplo los cables de categoría CAT-6A, pueden alcanzar velocidades de datos de 10 Gbps para distancias de hasta 100 metros. Al final, los cables de par trenzado se han establecido como la solución dominante para las redes LAN de alta velocidad.

❖ **Cable coaxial.**

El cable coaxial consta de dos conductores de cobre, pero dispuestos de forma concéntrica, en lugar de en paralelo. Con esta construcción y un aislamiento y apantallamiento especiales, el cable coaxial puede proporcionar altas velocidades de transmisión de datos. Es bastante común en los sistemas de televisión por cable. El cable coaxial puede utilizarse como un medio compartido guiado; es decir, una serie de sistemas terminales pueden estar conectados directamente al cable, recibiendo todos ellos lo que envíen los otros sistemas terminales. [9]



Imagen No.5 Cable Coaxial. [10]

❖ Fibra óptica.

La fibra óptica es un medio flexible y de muy pequeño espesor que conduce pulsos de luz, representando cada pulso un bit. Un único cable de fibra óptica puede soportar velocidades de bit tremadamente altas, de hasta decenas o incluso centenares de gigabits por segundo. La fibra óptica es inmune a las interferencias electromagnéticas, presenta una atenuación de la señal muy baja para distancias de hasta 100 kilómetros. Estas características hacen de la fibra óptica el medio de transmisión guiado a larga distancia preferido, especialmente para los enlaces transoceánicos. La fibra óptica también es el medio predominante en las redes troncales de Internet. Sin embargo, el alto coste de los dispositivos ópticos —como transmisores, receptores y switches— está entorpeciendo su implantación para el transporte a corta distancia, como por ejemplo en el caso de una LAN o en el domicilio en una red de acceso residencial. Las velocidades de enlace estándar para portadora óptica (OC, Optical Carrier) van desde 51,8 Mbps a 39,8 Gbps. [11]

2.5 Cableado estructurado.

Un sistema de cableado estructurado es la infraestructura de cable que cumple una serie de normas y que está destinada a transportar las señales de un emisor hasta el correspondiente receptor, es decir que su principal objetivo es proveer un sistema total de transporte de información a través de un mismo tipo de cable (medio común).

Permite integrar tanto a los servicios de voz, datos y videos, como los sistemas de control y automatización de un edificio bajo una plataforma estandarizada y abierta. El cableado estructurado tiende a estandarizar los sistemas de transmisión de información al integrar diferentes medios para soportar todo tipo de tráfico, controlar procesos y sistemas de administración. [12]

2.5.1 Grados de Cables.

Se denomina categoría al término utilizado para distinguir los grados de los cables de par trenzado. Cada grado se distingue por la cantidad de alambres en el cable, la cantidad de trenzas de los alambres (reduce la interferencia de otros cables) y la velocidad de transmisión de datos que se puede alcanzar.

La transmisión de datos es sensible a la calidad del cable. Los cables de mala calidad permiten que el ruido de otros cables y ruidos exteriores interfieran en la transmisión de datos. Cuando los datos son incomprensibles debido a la atenuación o a otras causas, los datos faltantes deben retransmitirse. La optimización de la calidad de los medios da como resultado una menor cantidad de mensajes perdidos, menos cantidad de retransmisiones y menos tráfico innecesario en la red. Aporta mayor confiabilidad y mejor rendimiento.

Los estándares de Categoría 4 y Categoría 5 se desarrollaron más adelante. La Categoría 4 aumentó a 20 Mbps la velocidad para las redes Token Ring. La Categoría 5, conocida en la industria como "Cat 5", fue durante mucho tiempo el cableado estándar para las redes Ethernet. La categoría 5e, una versión mejorada de la categoría 5, y la categoría 6 es el estándar actual. [13]

En este documento monográfico se abordará específicamente cableado estructurado categorías 5e y 6; actualmente, la empresa REDTELCOM cuenta con este tipo de cableado (Cat 5e), lo cual es una de las problemáticas que presenta al ser un cableado de vieja data, por lo antes expuesto se recomienda migrar y/o reemplazar toda su topología de cableado a Categoría 6.

2.5.1.1 Categorías 5 y 5e.

Esta designación se aplica a cables UTP de 100 ohmios con cuatro pares de cable de cobre, 24AWG, y con características de transmisión originalmente hasta 100 MHz. El cable de categoría 5e (mejorada), cuanta con más trenzas que el cable categoría 5, estas trenzas adicionales mejoran el rendimiento al proveer mayor resistencia al cable contra la interferencia proveniente de fuentes externas.

La categoría 5e ha superado a la categoría 5 en parte porque la Categoría 5E se ha codificado en estándares, como el estándar TIA/EIA 568-B.2.

2.5.1.2 Categorías 6.

El cable de Categoría 6 está compuesto por cuatro pares de cable de cobre 24 AWG. Los pares tienen más trenzas que los cables de Categoría 5e. El cable de Categoría 6 es considerablemente más costoso que el de Categoría 5 o el de Categoría 5e, debido a la mayor cantidad de trenzas, pero la reducción de diafonía forma un medio más confiable para 1000 BaseTX, que en la actualidad es el estándar más rápido para UTP. [14]

2.5.2 Cables de par trenzado.

2.5.2.1 UTP.

Cable de par trenzado no blindado (UTP), el cual se utiliza en múltiples redes telemáticas, puede traer distintas cantidades de pares dentro de la cubierta, pero lo más común es que cuente con cuatro pares, como las categorías 5e y 6. Este tipo de cable cuenta sólo con el efecto de cancelación producido por los pares de alambres trenzados para limitar la degradación de la señal causada por la interferencia electromagnética (EMI) y la interferencia de radiofrecuencia (RFI).

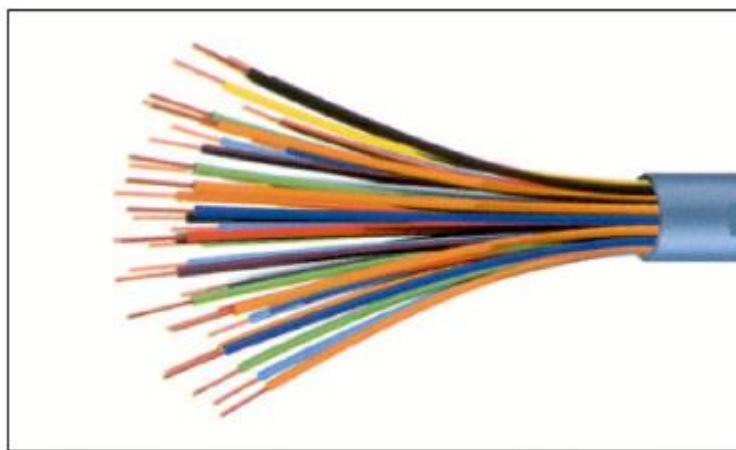


Imagen No.6 Cable UTP. 15].

2.6 Enrutamiento.

Se refiere al proceso donde los enrutadores (routers) elijen a través de diferentes rutas escogiendo aquella que mejor cumpla con los parámetros planteados en enrutador, que una vez definida permitirá enviar el tráfico que circula a través de la red.

- ❖ **Protocolo de enrutamiento:** Rutas configuradas de forma manual o dinámica que permiten hacer que dispositivos de segmentos o lugares lejanos puedan comunicarse a través de un medio ya sea guiado o no guiado para ello es necesario un equipo que sea capaz de procesar la información y que interactúe con los demás equipos de la red. Así mismos estos protocolos se dividen en dos grandes grupos:
 - ✓ **Protocolo de enrutamiento estático:** Son rutas definidas de forma manual por el administrador del sistema o red, donde deberá enviar el tráfico a través del router vecino o siguiente salto.
 - ✓ **Protocolo de enrutamiento dinámico:** Proceso donde uno o varios enrutadores realizan para el reenvío de tráfico de una red a otra utilizando mecanismos avanzados de comunicación. [16]

2.7 Clasificación de la red.

Una red es un medio de comunicación que permite a personas o grupos de personas compartir información y servicios. Una red está constituida por equipos llamados nodos y las redes se categorizan en función de su amplitud y de su ámbito de aplicación en:

- ❖ **Red personal (Personal Area Network - PAN):** Centrada en el usuario, designa una interconexión de equipos informáticos en un espacio de una decena de metros.

- ❖ **Red de área local (Local Área Network – LAN):** De tamaño superior que la PAN, ya que se extiende hasta algunos centenares de metros, conecta entre si ordenadores, servidores, etc. Generalmente se utiliza para compartir recursos comunes, como periféricos, datos o aplicaciones.
- ❖ **Red de área metropolitana (Metropolitan Area Network - MAN):** Garantiza comunicación a distancias extensas y permite interconectar varias LAN. Puede interconectar, por una conexión privada o pública, diferentes departamentos, distantes algunas decenas de kilómetros.
- ❖ **Red de área extensa (Wide Área Network - WAN):** Están compuestas por redes LAN o incluso MAN. Las redes extensas son capaces de transmitir la información a miles de kilómetros por todo el mundo. La WAN más famosa es la red pública internet.

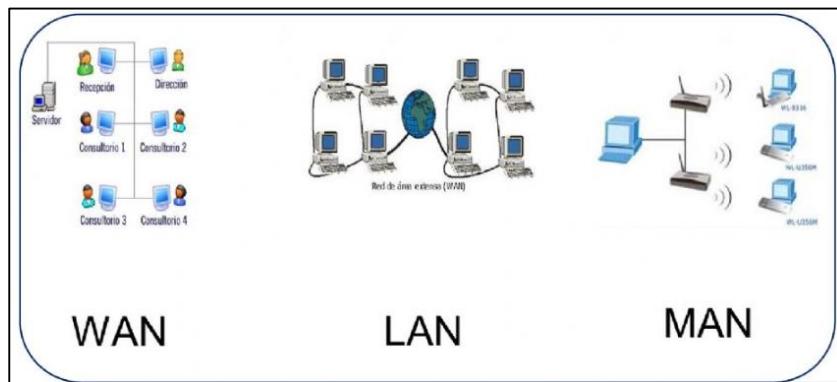


Imagen No.7 Tipos de redes. [17]

- ❖ **Red Local Virtual (Virtual Area Networks - VLAN):** Una VLAN es una agrupación lógica de estaciones, servicios y dispositivos de red que no se limita a un segmento físico. Las Vlan segmentan de manera lógica las redes conmutadas según las funciones que se requieran, sin importar la ubicación física de los usuarios o las conexiones físicas de la red.

2.8 Tecnologías de Alta Disponibilidad.

La alta disponibilidad es la capacidad que tiene un sistema o una red de datos de poder continuar operando en caso de presentase interrupción de algún componente de la infraestructura, como pueden ser equipos de red, cables o enlaces de datos, servidores de aplicaciones, etc. Teniendo en cuenta la alta disponibilidad en nuestra red, se puede lograr la continuidad del negocio, evitando posibles grandes pérdidas de dinero para la organización. Para ello se va a definir la alta disponibilidad desde dos puntos importantes cuando se hace referencia a la infraestructura de una red, la alta disponibilidad en la redundancia de equipos y de enlaces [18].

La redundancia es una parte importante de los diseños de red en redes de computadoras para prevenir interrupciones de los servicios de red al minimizar la posibilidad de puntos de falla únicos. Un método para implementar redundancia consiste en instalar equipos duplicados y proporcionar servicios de conmutación por falla para los dispositivos esenciales, además de implementar rutas redundantes, estas rutas ofrecen medios físicos alternativos para que los datos sean transportados en la red.

La redundancia está ligada a la alta disponibilidad que consiste en la capacidad del sistema para ofrecer servicios durante un tanto por ciento de tiempo determinado o a la capacidad de recuperación del mismo en caso de producirse un fallo en la red. Por lo tanto, el sistema de alta disponibilidad debe poder detectar una falla y además reaccionar de manera rápida y eficiente en la búsqueda de solución a la falla presentada.

Los protocolos de redundancia ayudan en la comunicación a nivel de red WAN y LAN debido a que permite proporcionar una comunicación continua sin ver afectada la disponibilidad de una empresa u organización, además, de tener una percepción en cuanto a fallas y mediante su forma de operación permitir una comunicación constante en la red. A continuación, se indican los protocolos de alta disponibilidad más utilizados en la actualidad:

- ❖ **FHRP (First Hop Redundancy Protocol):** Protocolos de redundancia de primer salto, se encarga de proteger un punto crítico de falla existente normalmente en las redes de comunicaciones.
- ❖ **VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol):** Protocolo definido en la RFC 3768, cuenta con funciones referentes a HSRP, pero a diferencia de este último no es propietario es decir que puede ser utilizado por cualquier organización que desee establecer mecanismos de redundancia en Gateway.

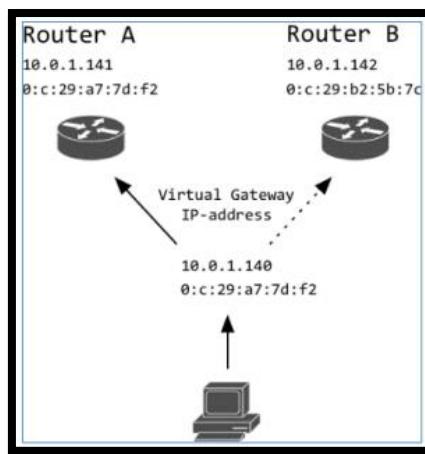


Imagen No. 8: Router Redundancy Protocol. [19]

- ❖ **HSRP (Hot Standby Router Protocol):** Protocolo propietario de CISCO que permite al ingeniero de redes agregar más de un dispositivo redundante para lograr la confiabilidad de la red.

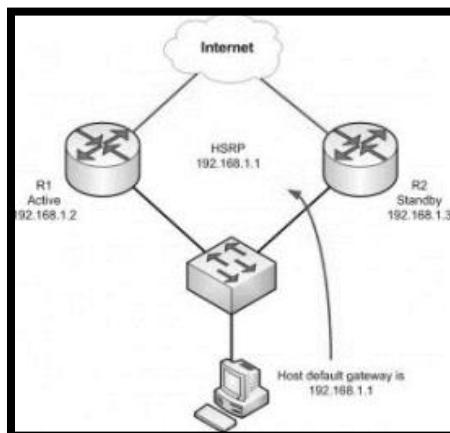


Imagen No.9: Hot Standby Router Protocol. [19]

- ❖ **GLBP (Gateway Load Balancing Protocol):** Protocolo propietario de CISCO es muy similar a VRRP y HSRP, pero su principal diferencia es que cuenta con la característica de balanceo de carga entre varios equipos que formen el arreglo.

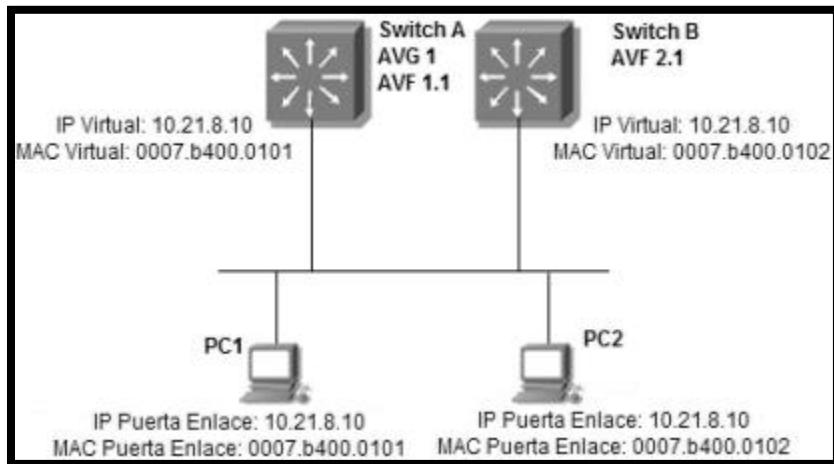


Imagen No.10: Gateway Load Balancing Protocol. [19]

- ❖ **VSS (Virtual Switching System):** Protocolo propietario de CISCO, en este protocolo se puede combinar un par de equipos en un único elemento de red, con la finalidad de crear un clúster en las capas principales (core y distribución) y así generar redundancia.

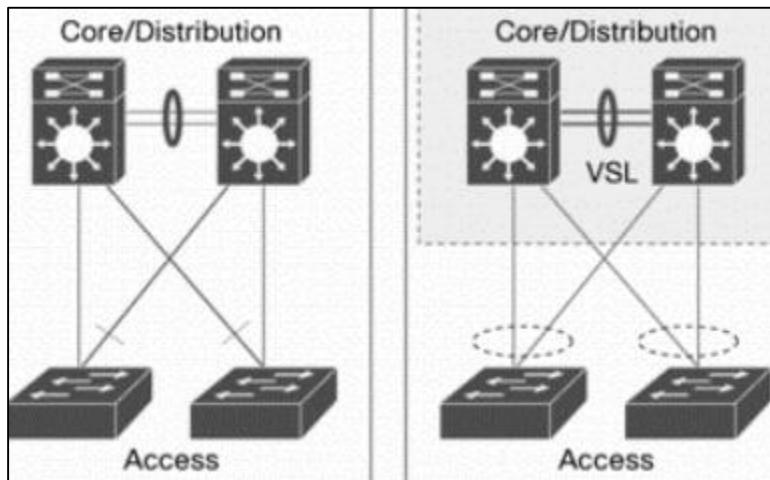


Imagen No.11: Virtual Switching System.[19]

- ❖ **VPC (Virtual Port Channel):** Protocolo propietario de CISCO, que permite que un par de conmutadores se conecten a un tercero y aparezcan como un único conmutador. A diferencia de VSS cada equipo se gestiona de forma independiente.

Cisco VPC es lo que se conocía desde hace mucho tiempo como Multichassis Etherchannel, es decir un port-channel construido sobre dos chasis diferentes. En otras palabras, podemos tener un switch top of the rack (ToR) conectado a dos switches de distribución diferentes para temas de redundancia, pero el equipo ToR pensará que está unido a un solo switch. Esto tiene muchísimas ventajas como quitarnos de encima el Spanning Tree o la posibilidad de utilizar los dos uplinks de forma simultánea y no un activo – pasivo.

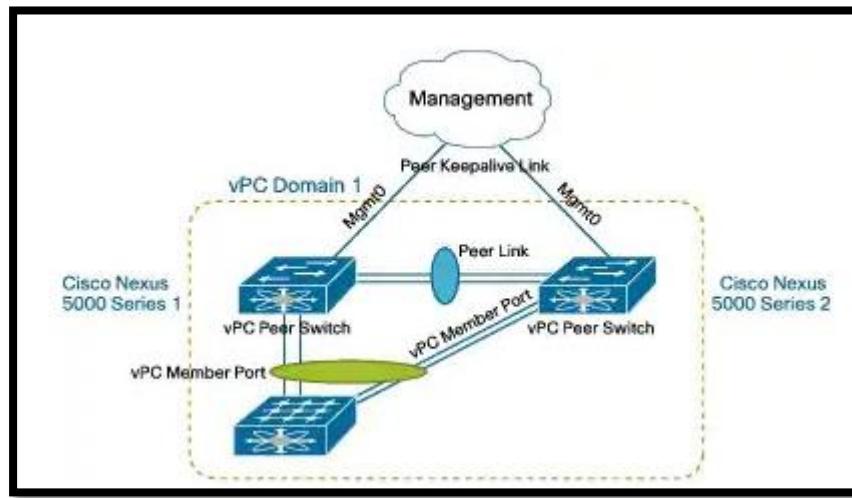


Imagen No.12: Virtual Port Channel. [20]

VPC tiene una serie de componentes que es necesario conocer, se detallan:

- ✓ **VPC Domain:** El dominio incluye los dos VPC peer switches, el peer link y todos los port-channels conectados a los switches de downstream. La parte de configuración del domain es donde se establece el domain-id, el keepalive o la prioridad.

- ✓ **VPC Peer Switch:** El VPC peer switch es cada uno de los dos switches que están conectados a ese port-channel conocido como VPC peer link. De estos dos switches, uno sería el primario y el otro el secundario.
- ✓ **Peer Link:** El VPC peer link es el enlace utilizado para sincronizar estados entre los VPC peer switch. El peer link es el encargado de llevar el tráfico de control entre los dos switches, así como el tráfico de multicast y broadcast y en determinados escenarios, tráfico unicast. para formar peer links es necesario como mínimo interfaces de 10G.

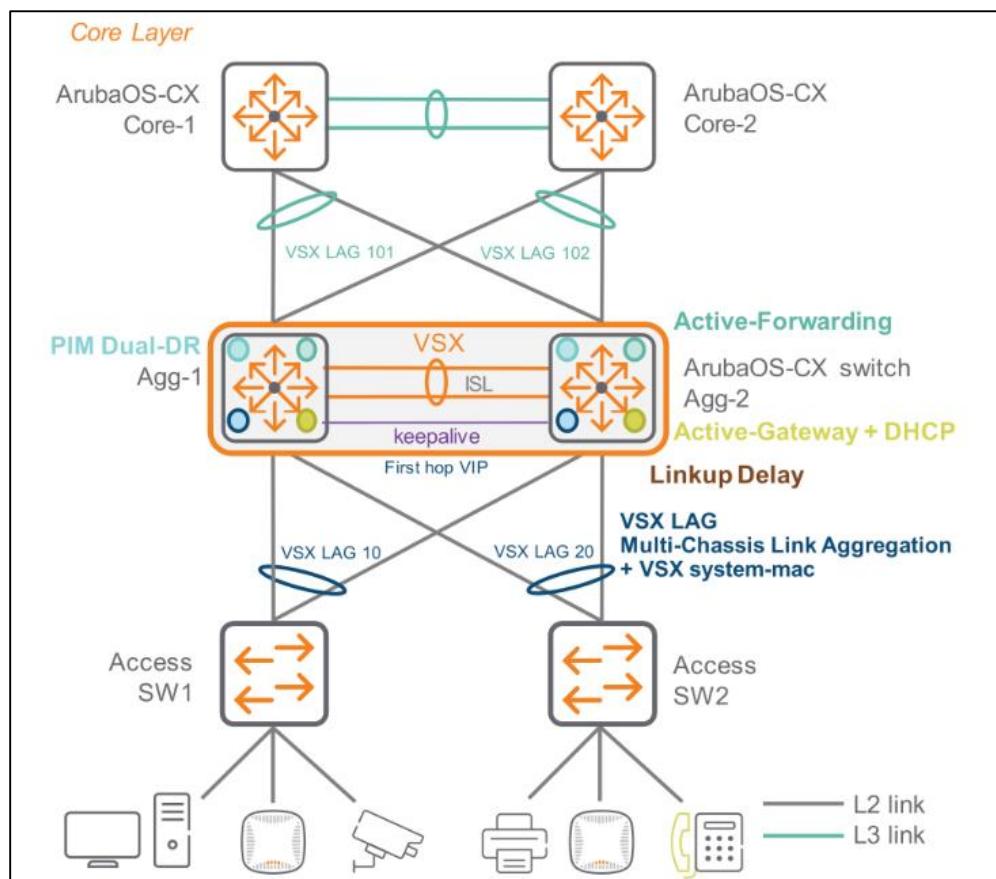
Peer Keepalive Link: El keepalive link es el que monitoriza que el VPC peer switch esté vivo. Ese keepalive envía mensajes periódicos entre los dispositivos. El keepalive link puede ser una interfaz de gestión o una interfaz SVI.

VPC Member Port: Aquí nos referimos a los puertos que pertenecen al VPC. [20].

- ✓ **VSX (Virtual Switching Extension):** Aruba VSX, es una tecnología de virtualización para conmutadores de agregación/CORE que se ejecuta en equipos de marca Aruba con sistema operativo AOS-CX. Esta solución permite que los conmutadores se presenten como un conmutador virtualizado en áreas críticas. La sincronización de la configuración es un aspecto de esta solución VSX en la que la configuración del conmutador principal se sincroniza con el conmutador secundario, esta solución permite una configuración de pseudo plano único y ayuda a mantener sincronizadas las piezas de configuración clave a medida que se realizan cambios operativos. Dado que la solución es principalmente para alta disponibilidad, se espera que la mayor parte de la política de configuración sea la misma en ambos pares de conmutadores.

VSX virtualiza el plano de control de dos conmutadores de agregación para funcionar como dispositivo de capa 2 y como dispositivos independientes de capa 3. Desde una perspectiva de ruta de datos cada dispositivo hace reenvío independientes para decidir cómo manejar el tráfico, algunas de las bases de reenvío de datos, como tablas MAC y ARP, se sincronizan entre los dispositivos mediante un plano de control propietario de VSX. Algunas de las bases de datos de reenvío se construyen de forma independiente por cada conmutador.

VSX tiene beneficios similares a Virtual Switching Framework (VSF), sin embargo, VSX también ofrece mejor disponibilidad requerida en entornos centrales y de centros de datos. VSX vincula dos conmutadores AOS-CX del mismo tipo de modelo para operar como un dispositivo para la capa 2. VSX también opera como nodos independientes para la capa 3.



2.9 Diseño de red jerárquico.

Para simplificar el diseño de red, la implementación y el manejo, CISCO utiliza el modelo jerárquico para describir la red. Para construir apropiadamente una red que pueda ver y direccionar los requerimientos de tráfico del usuario, el modelo jerárquico de 3 capas es organizado de la siguiente manera: Capa de acceso, Capa de distribución y capa CORE.

❖ Características de la Capa de Acceso:

- ✓ Es el punto al cual los usuarios son conectados a la red, por lo cual se refiere a este campo como “Capa de Escritorio”.
- ✓ El tráfico de y para los recursos locales es limitado entre los recursos, switches y usuarios finales.

❖ Características de la Capa de Distribución:

- ✓ Agregación de direcciones o grupos de usuarios de capa de acceso y de entidades remotas como oficinas remotas y usuarios móviles.
- ✓ Ruteo de tráfico para proveer acceso departamental o de grupo.
- ✓ Definición del dominio de Broadcast/Multicast.
- ✓ Traslación del medio físico.
- ✓ Seguridad.
- ✓ Es la capa que provee conectividad basada en políticas porque determina si y como los paquetes pueden acceder al CORE de la red.
- ✓ Determina el camino más rápido para la petición del usuario.

❖ Características de la Capa CORE:

- ✓ El único propósito de la capa CORE es switchear/conmutar el tráfico lo más rápido posible.
- ✓ Cuando un usuario requiere tener acceso a los servicios de la empresa, la petición del usuario es procesada en la capa de distribución, entonces esta manda la petición a la capa CORE. [22]

2.10 Simulación.

La simulación es una herramienta que permite facilitar el entendimiento y comprensión de sistemas complejos en diferentes ámbitos, como lo son: comunicaciones, hardware, software, automatización, entre otros.

La simulación mediante de software permite recrear sistemas y/o escenarios antes de que sean desarrollados, de tal manera que se pueda analizar su comportamiento y mejorar los diseños. Así mismo, al utilizar la simulación mediante software, permite estudiar problemas, sin necesidad de desplegar una infraestructura física, lo que permite concentrarse en sus análisis antes que en el funcionamiento de la infraestructura de pruebas.

Simular una red puede proporcionar ciertas ventajas, como la simplificación del control y monitoreo de la red, la visualización de su comportamiento y la obtención de datos estadísticos para su análisis.

Existen diversas herramientas de software que han sido creadas para simular redes de datos, aunque la mayoría han sido desarrolladas con fines específicos, por ejemplo: probar un único componente de la red o un protocolo, también existen herramientas extensibles que permiten a los usuarios agregar o adicionar sus propios modelos y protocolos y crear dispositivos de red (nodos), en otras funcionalidades. [23]

2.10.1 Diferencias entre Simulador y Emulador.

2.10.1.1 Simulación.

La simulación es el desarrollo de un modelo lógico matemático de un sistema el cual permite la imitación del proceso en un intervalo de tiempo de un modelo físico (real), sea realizado manual o computarizado, donde se involucra la historia artificial de un sistema y la observación de dicha historia mediante la experimentación con las cuales se pueden inferir las características operacionales de tal sistema.

En la simulación existen dos parámetros fundamentales, los cuales se detallan:

- ❖ **Desarrollo del modelo:** Hace referencia al modelo matemático lógico y sus ecuaciones que serán una representación del sistema y preparación de un software.
- ❖ **Experimentación:** En esta etapa, se tomarán en cuentas las variables de entrada del sistema para analizar el comportamiento del sistema.

En el ámbito de la educación, la simulación es una herramienta muy utilizada para la realización de laboratorios o prácticas, con la simulación se puede recrear el funcionamiento de muchos elementos usados en el proceso de aprendizaje de una ciencia y a su vez, en el ámbito educativo permite un ahorro económico al no tener la necesidad de adquirir equipos reales los cuales pueden ser muy costosos. El proceso de simulación proporciona al alumno contar con un ambiente controlado donde puede aclarar dudas en cuanto al funcionamiento de los sistemas que está estudiando y así evitar posibles errores en las prácticas con equipo reales.

2.10.1.2 Emulación.

Un emulador es un software que permite ejecutar programas o videojuegos en un entorno diferente al propio, es decir, consiste en tomar algo ya creado y adaptarlo para que pueda funcionar, o bien imite las funciones de otro sistema, un emulador tiene como objetivo imitar lo más preciso al sistema real en muchas ocasiones superando el desempeño del modelo original. [24]

En la educación, la emulación es utilizada básicamente en los sistemas operativos (SO), como por ejemplo, un equipo de cómputo con sistema operativo Windows que requiera instalarle un emulador de entorno Linux que por ser incompatibles, es necesario hacer ajustes para que el equipo funcione con los dos sistemas operativos; pero ya con el emulador instalado no es necesario, solo bastará con ejecutar el programa para que pueda trabajar con una máquina virtual la cual tendrá como SO Linux, lo que permite reducir tiempo y costos monetarios.

2.10.2 Herramientas de simulación.

2.10.2.1 GNS3.

Gns3 es un simulador gráfico de redes telemáticas, que permite diseñar, visualizar, planificar, probar y solucionar topologías de red complejas y poder ejecutar simulaciones sobre ellos. GNS3, es un software gratuito bajo licencia GPLv3, el código fuente está disponible en GitHub y puede ser modificado, este simulador puede ser utilizado en varios sistemas operativos, incluidos Windows, Linux y MacOS X.

2.10.2.2 EVE-NG.

Entorno virtual emulado de próxima generación (EVE-NG), es un simulador de red de múltiples proveedores que ofrece características similares a GNS3. La principal diferencia con GNS3 es que EVE-NG no tiene clientes. Básicamente, esto significa que funciona como una máquina virtual autónoma y no requiere la instalación de componentes de software adicionales en el dispositivo local para funcionar.

Al igual que GNS3, EVE-NG requiere el uso de imágenes de CISCO IOS o imágenes de CISCO VRL para funcionar. Sin embargo, a diferencia de GNS3, EVE-NG tiene una edición gratuita respaldada por la comunidad. Los beneficios adicionales de la versión pro incluyen temporizadores de laboratorio, integración de Wireshark y otras herramientas valiosas. [25]

EVE-NG brinda herramientas para usar dispositivos virtuales interconectados con otros dispositivos virtuales o físicos. Se puede utilizar para estudiar todo tipo de tecnologías, probar nuevas tecnologías, se puede recrear redes corporativas y probar cambios antes de ponerlos en producción. Es para todos los que trabajan en el sector de la tecnología de la información. Está disponible en formato de archivo OVF o ISO. El formato abierto de virtualización (OVF) es un estándar abierto para empaquetar y distribuir dispositivos virtuales. Se puede usar para implementar una máquina virtual en hipervisores como VMware Workstation, Player y ESXi. [26]

2.10.2.3 PNETLAB.

PNETLab (Packet Network Emulator Tool Lab), es una plataforma de simulación que permite descargar y compartir laboratorio, la cual cuenta con las siguientes características importantes:

- ❖ PNETLab Box: Es una máquina virtual que se instala en la maquina local y el laboratorio se ejecuta en él, por lo que no hay que preocuparse de la velocidad del laboratorio.
- ❖ PNETLab Store: Es una plataforma web con cientos de laboratorios gratuitos en los campos de redes, bases de datos, sistemas. Todo lo que necesita hacer es obtener el laboratorio y aprender (IOS, Docker están incluidos en el laboratorio cuando descarga desde PNETLab). [27]

Tabla I
Características software PnetLab.

Característica	Descripción
Versión sin conexión.	Versión sin conexión con todas las funciones de la versión en línea y gratuita.
roles del usuario.	Administrador, Usuario (depende de su definición).
Captura de Wireshark.	Local y Docker Wireshark integrados.
Telnet.	Consola local y HTML.
Configuración de proxy.	Configuración de proxy en PNETLab.
Administrar RAM, CPU, HDD.	Administre RAM, CPU, HDD para cada nodo, usuario, laboratorio.
Límite de RAM, CPU, HDD.	Capaz de limitar RAM, CPU, HDD para cada usuario. Si supera el umbral, el usuario no abrirá un nuevo nodo o laboratorio.

2.11 Diseño Metodológico.

Para la realización de este trabajo monográfico se hará uso de la metodología analítica, puesto que se realizará un análisis del estado actual de la red de la empresa REDTELCOM, con el objetivo de verificar funcionamiento y diseñar una nueva topología de red que permita escalabilidad y alta disponibilidad, por medio de una red redundante, al diseñar esta nueva topología de red permitirá a la empresa mayor seguridad, control y monitoreo de todos los servicios y sistemas con que cuenta.

Otro enfoque que se empleará es una metodología descriptiva, ya que se desarrollará una propuesta a nivel de hardware que permita a la empresa contar con un Centro de Datos en alta disponibilidad, así como también desarrollar los siguientes aportes:

Realizar levantamiento de información de la infraestructura actual del Centro Datos de empresa REDTELCOM.

Proponer diferentes soluciones de red que se ajuste a las tecnologías actuales de alta disponibilidad para Centro de Datos que se adaptan la situación actual de la empresa REDTELCOM.

Brindar costos de implementación de las soluciones propuestas para que la empresa REDTELCOM, con el objetivo que determine la mejor opción que se ajuste a sus necesidades.

CAPITULO III

Levantamiento e Infraestructura actual del Centro de Datos de la empresa REDTELCOM.

CAPITULO III

3 Levantamiento de infraestructura actual.

Para este trabajo monográfico se realizó un levantamiento detallado a nivel de infraestructura de redes en el Centro de Datos (CD) de la empresa REDTELCOM ubicado en Managua, Nicaragua. En este CD cuenta con 11 racks de comunicaciones donde están distribuidos todos los servidores, equipos de seguridad, equipo CORE, etc.

Se detalla plano general de la distribución de los racks en el Centro de Datos:

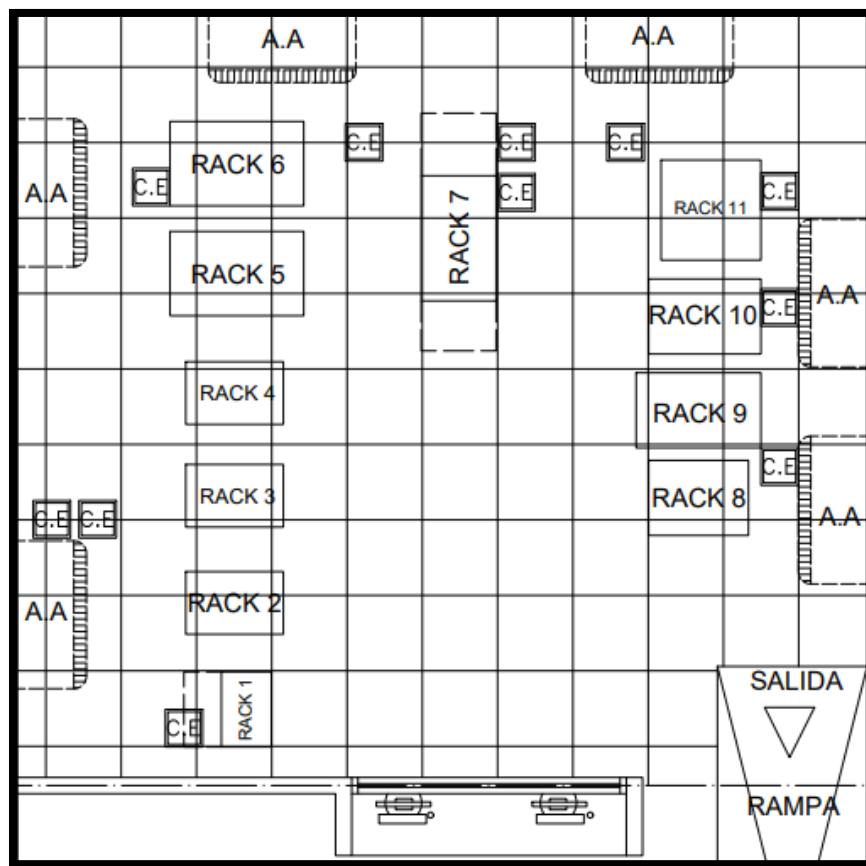


Imagen No.14: Plano distribución de Centro de Datos REDTELCOM. (Elaboración Propia)

La empresa cuenta con un único CD donde dependen todos los aplicativos y redes de comunicaciones que permiten la operatividad de la empresa, la infraestructura existente está basada en un único equipo Core (colapsado) Cisco Catalyst 4506 con una supervisora SUP6L-E y equipado con 4 tarjetas de línea de 10/100/1000Mbps y una tarjeta de línea de 12 puertos de 1Gbps SFP (ubicado en el rack #1). El cual fue anunciado como fin de vida en el año 2015 por el fabricante CISCO.

En el ámbito borde dicho CORE se conecta en capa 2 con un conmutador Cisco Catalyst 3850 con funcionalidades de agregación borde en donde se recibe la conectividad WAN y donde se tiene gran parte de las funcionalidades capa 3 para la conexión con sedes/sucursales, anillos, internet, proveedores y terceros, entre otros servicios. Así mismo el CORE recibe las conexiones de los equipos perimetrales como servidores de aplicaciones, Firewall CheckPoint, Firewall de VPN Juniper e IPS Sophos.

En el ámbito de campus dicho CORE se conecta en capa 2 con un conmutador Cisco Catalyst 4506, para lo cual el CORE, contiene las interfaces Vlans de las redes LAN, requeridas para el funcionamiento del segmento de campus que se contiene en el Cisco Catalyst 4506 (equipo diferente al Cisco Catalyst 4506 usado para CORE), y por ende proporcionar la capa de acceso requerida para la conexión de los diferentes dispositivos finales como computadores, teléfonos, entre otros.

En el ámbito de DataCenter, las conexiones de los diferentes servidores conectan al Core colapsado en las diferentes tarjetas de línea de cobre previamente mencionadas y dos de estos servidores conectados en fibra óptica a la tarjeta de línea de módulos SFP de 1Gbps con el que se cuenta.

Actualmente existen protocolos de enrutamiento utilizados para la interconexión e intercambio de rutas entre los diferentes segmentos topológicos, así como para la interconexión con el ambiente de redes MAN y WAN. Se tienen procesos de EIGRP y enrutamiento estático en el CORE.

Se detalla el uso de los puertos del equipo CORE Cisco 4506 según levantamiento realizado donde se confirma que el equipo está totalmente colapsado teniendo en uso 185 puertos que equivalen al 87.67% de la capacidad de puertos disponibles del equipo dejando únicamente libres 26 puertos para futuro uso.

A nivel de cableado estructurado de red todo se concentra en el rack #1 donde está ubicado el equipo CORE que actualmente se encuentra colapsado y no hay posibilidad de crecimiento a nivel de interconexiones. De cada rack de comunicación dentro del CD hay un cableado CAT-5E (desfasado) de manera horizontal por canaletas ubicada en el piso falso.

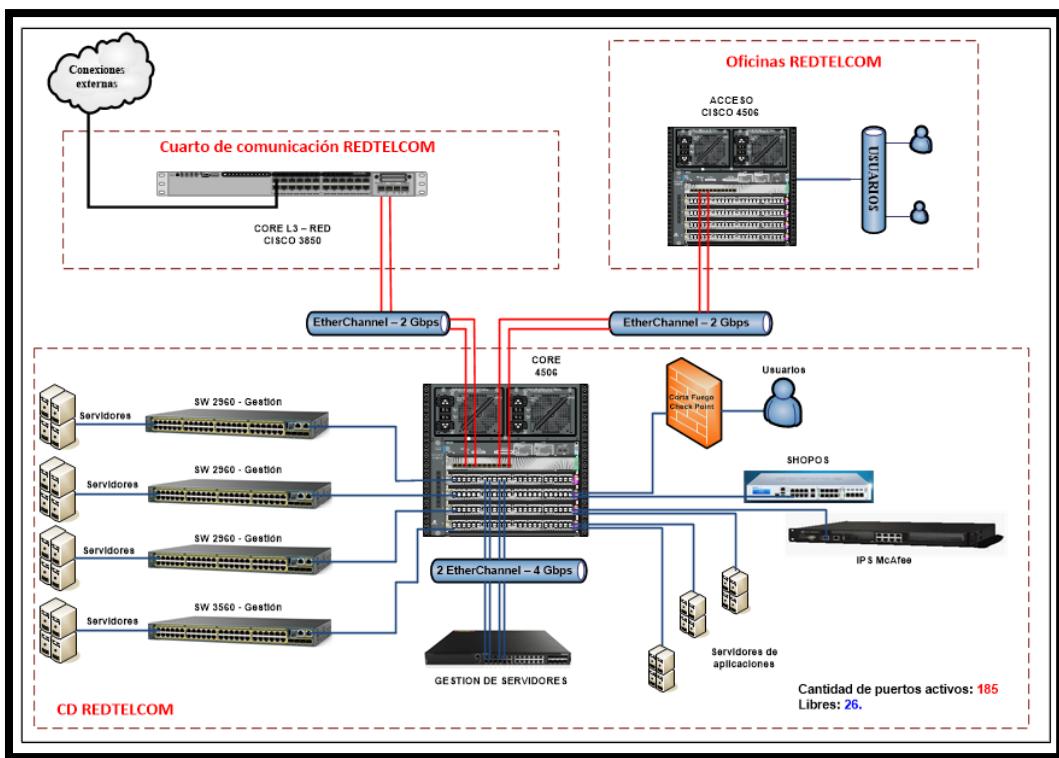


Imagen No.15: Detalle de conexión puertos equipo CORE Cisco 4506. (Elaboración Propia)

Detalle del estado y conexión de los puertos físicos equipo Core 4506:

Tabla II

Detalle estado y conexión puertos equipo Core Cisco 4506.

Estado y Ubicación	Cantidad puertos
Admin. Down	26
UP	185
Cuarto de comunicación	2
Oficina de empleados	2
Rack #10	25
Rack #11	11
Rack #2	11
Rack #3	10
Rack #5	12
Rack #6	23
Rack #7	11
Rack #8	6
Rack #9	72
Total Puertos	211

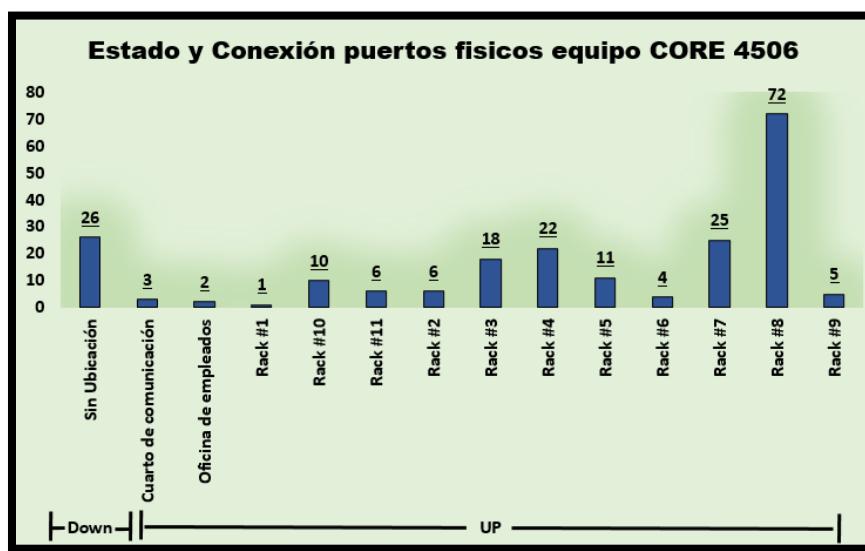


Imagen No.16: Gráfico estado y conexión puertos físicos CORE Cisco 4506. (Elaboración Propia)

3.1 Inventario de equipos.

En esta sección se detalla la infraestructura existente en las capas del diseño de la red CORE y distribución, con el fin de poder considerar modelo y marca de los equipos para ser más precisos con la elección de la tecnología de HA y redundancia que se mostrará en este proyecto. Se debe recordar que existen muchas tecnologías que realizan estas funciones, esto varía principalmente por el tipo de fabricante y también por el modelo de los equipos, haciendo que esto haga elegir una u otra alternativa.

Se detalla inventario de equipos perteneciente a las capas CORE y distribución:

En la tabla 1, se detalla el equipo principal de la red de la empresa REDTELCOM, que tiene por fabricante a la empresa Cisco, cuyo modelo es: Cisco Catalyst C4506.

En la tabla 2, se ilustra inventario de equipos distribución, cuenta con 4 equipos de la marca Cisco, cuyo modelo es: Cisco Catalyst C3850. Se determina que la empresa tiene como buena práctica al utilizar dispositivos de un solo fabricante, lo cual es recomendado para las redes de este tipo. Por tanto, estas características permiten facilitar la elección de la tecnología a utilizar.

Tabla III
Inventario equipo CORE.

CAPA CORE						
ITEM	FABRICANTE	MODELO	CLASE	SERVICIO	CRITICIDAD	ESTADO
1	Cisco	Catalyst 4506	Multilayer	CORE	Alta	Operativo

Tabla IV
Inventario equipos Capa Distribución.

CAPA DISTRIBUCIÓN						
ITEM	FABRICANTE	MODELO	CLASE	SERVICIO	CRITICIDAD	ESTADO
1	Cisco	Catalyst 3850	Multilayer	Distribución	Media	Operativo
2	Cisco	Catalyst 3850	Multilayer	Distribución	Media	Operativo
3	Cisco	Catalyst 3850	Multilayer	Distribución	Media	Operativo
4	Cisco	Catalyst 3850	Multilayer	Distribución	Media	Operativo

CAPITULO IV

Propuesta de solución de equipo CORE en centro de Datos de la empresa REDTELCOM.

CAPITULO IV.

4 Propuestas de solución.

Posterior al análisis de la situación actual de la empresa REDTELCOM en el Centro de Datos, se plantea la siguiente solución que considera una infraestructura integral que reemplaza los componentes actuales de los segmentos CORE y Datacenter estableciendo un esquema topológico simétrico que permite, que la infraestructura pueda operar bajo un esquema de redundancia total, especialmente dedicado para los servicios Datacenter, además la solución diseñada considera aprovisionamiento, ingeniería, instalación y migración de la infraestructura de comunicaciones.

Dentro de las propuestas a mostrar, se considera la infraestructura de comunicaciones tanto física y lógica para garantizar la aplicación de las mejores prácticas definidas por la industria y por los fabricantes de los equipos a proponer para la implementación de soluciones de esta naturaleza. Además de considerar principios de diseño validados en proyectos con características similares, se consideran principios técnicos que permitirán que el proceso de instalación, migración y operación sean ejecutados de la manera óptima para las necesidades de la empresa REDTELCOM.

Debido a la situación actual y los requerimientos planteados por la empresa, se establecieron premisas en el diseño de las soluciones que son descritas a continuación:

- ❖ **Solución al diseño de red:** En el Centro de Datos de REDTELCOM se requiere una red que proporcione capacidad de redundancia, ancho de banda, escalabilidad, monitoreo continuo, fácil administración y mantenimiento.

- ❖ **Solución a nivel de comunicaciones:** Se requiere proporcionar mecanismos que limiten la interrupción temporal o prolongada de los servicios; por tanto, el diseño de red garantizará la continuidad operativa en todo momento, incluyendo ventanas de mantenimiento, procesos de migración y/o integración.
- ❖ **Equipos de comunicaciones:** Estos equipos de comunicaciones considerados para la solución deben contar con mecanismos tanto a nivel de hardware y software que aseguren disponibilidad y sus diseños permitan contar con redundancia de tal manera que la indisponibilidad total o parcial (daño o falla) de un dispositivo no comprometan la operación de los servicios.
- ❖ Para implementar los equipos propuestos se trabajará en una red operativa en el momento de la migración, los mecanismos de implementación se diseñarán para que el proceso de integración y/o migración sean no disruptivos, de tal forma que durante el proceso de establecimiento de la solución propuesta no se genere indisponibilidad de los servicios.

4.1 Solución con equipos CISCO NEXUS.

Se detalla una primera solución implementando equipos de la marca CISCO Systems, el diseño de solución de la infraestructura contará con esquema segmentado alineado a la infraestructura actual de la empresa. Para esta solución se plantea con equipos NEXUS 9000 con software NX-OS como plataforma de equipo CORE.

Los equipos NEXUS fueron desarrollados por parte de CISCO exclusivamente para entornos de centro de datos donde todas las tareas son ejecutadas a nivel de hardware, es decir por medio de microprocesadores ASIC ((Application Specific Integrated Circuit), este circuito integrado que fue fabricado de manera personalizada y adaptado para hacer tareas muy específicas en este caso para el tipo de tráfico de los centro de datos.

La razón principal para utilizar equipos NEXUS es que permiten la creación de arquitectura Leaf&Spine, donde se tienen dos equipos CORE (Spine) sincronizados como uno solo por medio del protocolo VPC a 100 Gbps y equipos Leaf que se comportan como tarjeta de puertos externos, estos tienen puertos donde se pueden conectar servidores, equipos finales, etc. y puertos fabric para crear uplink de 40-100Gblos con los equipos Core permitiendo crear PortChannel para alcanzar un máximo de 200 Gbps por equipo. Las ventajas de esta topología consisten en latencia mejorada, cuellos de botellas reducidos y ancho de banda ampliado en este caso de 1 hasta 200 Gbps, lo que mejorar el tráfico Norte-Sur (cliente externo al centro de procesamiento de datos accediendo a los servidores dentro del centro de procesamiento de datos) y Este-Oeste (gran cantidad de tráfico de servidor a servidor). También permite cumplir con los requerimientos actuales para centro de datos permitiendo que la topología se pueda escalar horizontalmente, agregando más enlaces y equipos del mismo tipo sin necesidad de realizar actualización de los mismos.

Los componentes topológicos de la solución son los siguientes:

Segmento topológico de Datacenter: Este segmento comprende la conectividad LAN de los elementos que forman parte de la infraestructura de procesamiento de datos de la empresa REDTELCOM. En este segmento se permitirá la conectividad física y lógica de todos los dispositivos servidores, mainframe y otros elementos que brinden servicios a los usuarios de la empresa.

Este segmento estará basado en la infraestructura de NX-OS compuesta por dispositivos comutadores NEXUS 9000 en un esquema de dos niveles con

topología Leaf&Spine, como primer nivel se tendrá equipo NEXUS N9332C como equipo Core (Spine), quien será el punto central proporcionando conectividad de capa 3 y conexión hacia los demás segmentos que componen la red interna de la empresa; el segundo nivel estará compuesto por equipos de acceso NEXUS N93108TC (Leaf) funcionando en capa 2 donde se conectarán los servidores y otros equipos de seguridad.

La gestión de la infraestructura se realizará por medio de una Interfaz de líneas de comando (CLI) o plataforma de monitoreo accediendo a cada uno de los dispositivos que forman parte de la solución; sin embargo, a nivel de funcionamiento dado que se habilitará en los NEXUS VPC Domain, cada conmutador capa 2 funcionará como un mismo conmutador lógico desde la perspectiva de los dispositivos que se conecten a estos.

Segmento topológico de CORE: Este segmento tiene como propósito permitir la conmutación en alta velocidad de los diferentes ámbitos topológicos interconectados, estará compuesto por una pareja de equipos NEXUS N9332C que operarán con interfaces de (1 a 100) Gbps para transporte de alta velocidad. Estos equipos se conectarán a velocidad de 1 Gbps por interface con los equipos de borde (cuarto de comunicación y oficinas de empresa REDTELCOM), debido a las condiciones actuales de la empresa y se conectarán con uplinks de 100 Gbps a los conmutadores NEXUS N93108TC en capa que al ir conectado un uplinks a cada equipo CORE juntos formarán un uplinks de 200 Gbps.

Adicionalmente se mantendrán en funcionamiento los protocolos de enrutamiento existentes tanto dinámicos y estáticos que permitirá el intercambio de rutas entre los distintos ambientes a fin de simplificar el proceso de conmutación y convergencia. También se proporcionará conectividad en capa 2 hacia los demás segmentos que conectan a este como son Campus y Borde donde dicho Core tendrá funciones en capa 2 y 3.

Segmento topológico de agregación Borde: Este segmento tiene como propósito agregar las conexiones asociadas a los ambientes periféricos como WAN, internet y conexiones a terceros. Este segmento no sufrirá ningún cambio se continuará utilizando el equipo Cisco Catalyst 3850 que tiene la empresa en el cuarto de comunicaciones donde se continuarán recibiendo las conexiones de los elementos de borde como enlaces de terceros, internet, enlaces de sedes de Operadores de servicio, entre otros. Este segmento estará conectado a los comutadores Core en conexiones redundantes de 1 Gbps por medio de EtherChannel conforme a conexión actualmente.

Segmento topológico de agregación Campus: Este segmento tiene como propósito recibir las conexiones de los equipos finales de los usuarios de la empresa REDTELCOM. Este segmento agregará conexiones de acceso a comutadores o dispositivos finales para el funcionamiento de la red LAN para los usuarios ubicados en las oficinas de la empresa. Este segmento no sufrirá ningún cambio se continuará utilizando el equipo Cisco Catalyst 4506 ubicado en el área de oficinas de la empresa, estará conectado a los comutadores CORE en conexiones redundantes de 1 Gbps por medio de EtherChannel como está actualmente.

4.1.1 Funcionamiento lógico y operativo de la solución CISCO NEXUS.

La infraestructura ha sido diseñada y estructurada a partir de la situación actual y requerimientos planteados por la empresa REDTELCOM. La solución de comunicaciones se basa en la plataforma NX-OS que permite que la infraestructura de conmutación opere de manera integrada. A continuación, se muestra el diagrama de diseño de la solución.

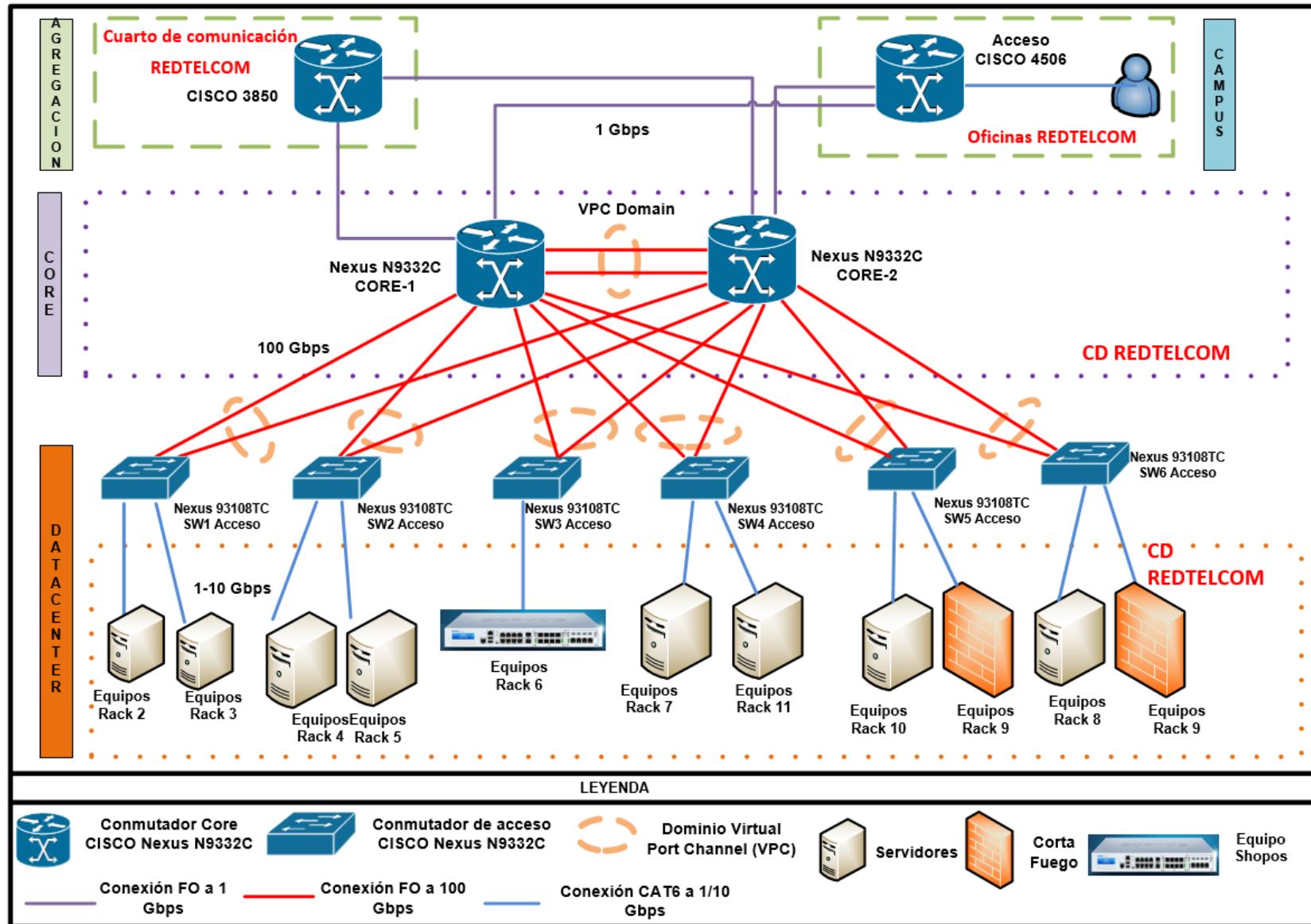


Imagen No.17: Solución de diseño de red con equipos CISCO NEXUS. (Elaboración Propia)

Como se observa en la imagen, la solución de comunicaciones está constituida por dos (2) parejas de commutadores Nexus 9332C que serán los equipos Core y seis (6) equipos Nexus 93108TC que funcionarán en capa 2 para la conexión de los servidores, equipos de seguridad, commutadores de gestión existentes en la infraestructura actual de la empresa REDTELCOM. Así mismo los equipos Core recibirán las conexiones de los segmentos de agregación borde y campus.

La estructura topológica de la infraestructura NX-OS, que se considera en la solución (como se mencionó anteriormente), es de dos niveles para la conexión de todos los equipos Nexus con la finalidad de tener escalabilidad y seguir creciendo de manera horizontal en caso de requerirse agregar más equipos de comunicación. Los dispositivos Core se comportan como el backbone de la red proporcionando conectividad de alta velocidad.

El segmento Core estará compuesto por 2 dispositivos Nexus 9332C, los cuales cuentan con 32 interfaces 40/100 Gbps operando de la siguiente forma:

- ✓ Conexión hacia los demás Nexus a 100 Gbps,
- ✓ Conexión a los equipos de borde y campus a 1 Gbps.

En la infraestructura actual, las conexiones hacia el equipo de borde CISCO 3850 y campus CISCO 4506, se tienen a 1 Gbps. Las interfaces de 40/100 Gbps pueden ser reducidas a velocidades de 1/10 Gbps con adaptadores CVR. Estos equipos Core estarán ubicados en el rack #1.

Se instalarán equipos Nexus 93108TC en los racks del 2-11 que componen el segmento Datacenter, estos estarán funcionando en VPC Domain con la finalidad de poder proporcionar conectividad redundante a través de EtherChannel; desde la perspectiva de los servidores se verán como un único commutador lógico. Los puertos de estos commutadores soportan conexiones de cobre de 1/10Gbps. Las conexiones uplinks de estos equipos a los CORE tendrán velocidades de 100 Gbps, dado que se realizará agregación mediante EtherChannel se tendrá un enlace lógico de 200 Gbps hacia la conexión de los commutadores CORE.

Los dispositivos Nexus 93108TC que en su totalidad serán seis (6), estarán distribuidos en los racks 2 al 11 en modo Top of Rack; donde las conexiones de los equipos ubicados en estos racks serán por medio de cables de cobre CAT6-A y hacia los equipos Core se hará por medio de patchcord de FO.

4.1.2 Migración e integración de solución CISCO NEXUS.

Con el propósito de proporcionar mecanismos de migración que sean progresivos y que reduzcan la disrupción de los servicios se ha considerado durante el proceso de migración, la integración entre los ambientes de comunicaciones existentes y el nuevo ambiente de comunicaciones propuesto. Se realizará una interconexión troncal entre el ambiente existente y la nueva infraestructura propuesta a través de la cual se extenderán los dominios broadcast que correspondan a la infraestructura lógica del centro de datos, de esta manera será transparente para los dispositivos finales si estos están operando en el ambiente actual o en el nuevo ambiente una vez realizada la migración, logrando que los movimientos de dispositivos se realicen uno a uno al nuevo ambiente propuesto.

Finalmente, una vez todos los dispositivos lógicos hayan sido migrados por completo se deberá realizar la migración de los Gateway por cada Vlan's en los ambientes Datacenter y Campus para que se pueda realizar la migración final y dar de baja la infraestructura existente. Así mismo la migración de los protocolos de enrutamiento dinámico y estático, es decir todas las funcionalidades capa 3 serán asumidas por los nuevos equipos CORE.

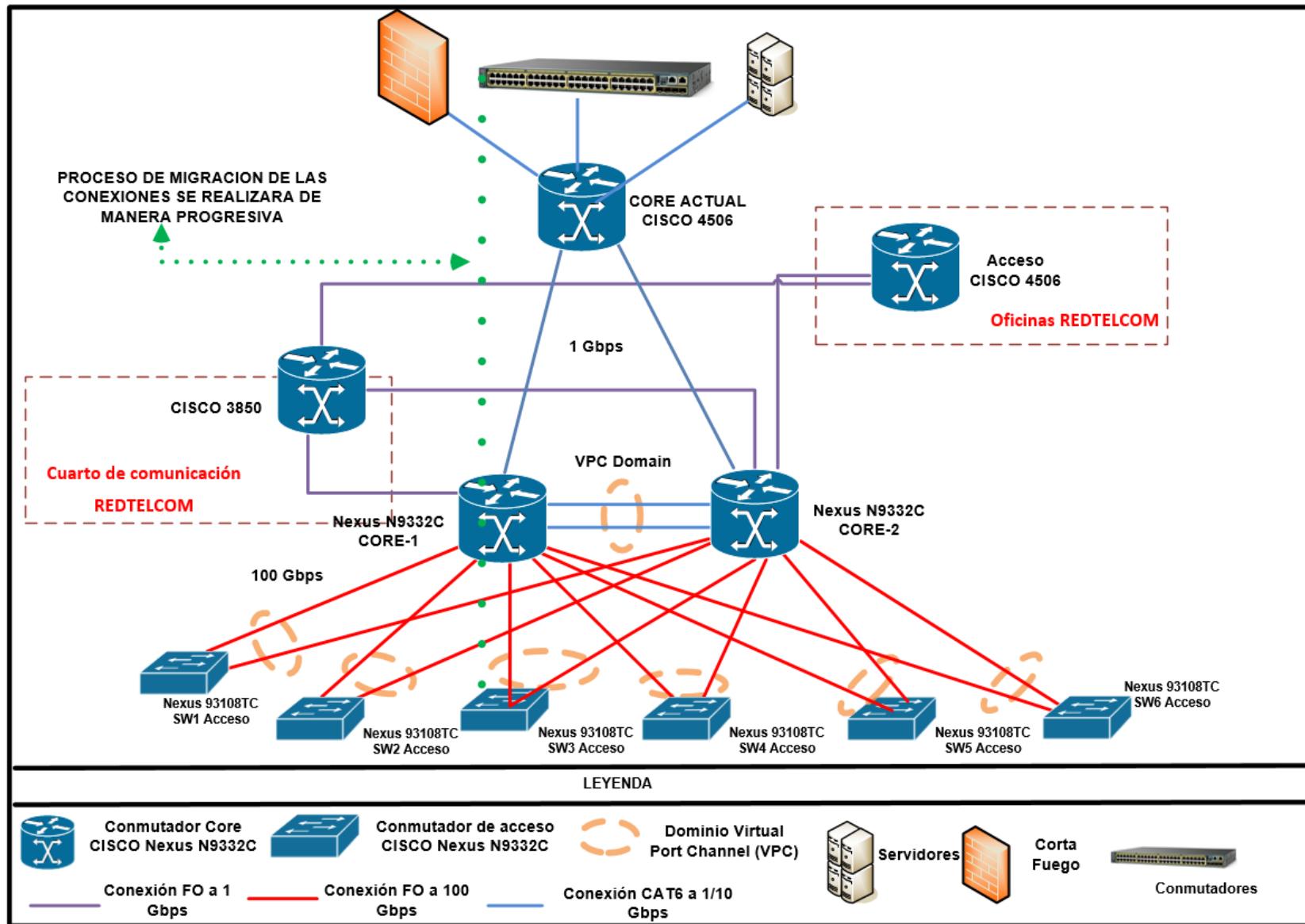


Imagen No.18: Migración a nueva solución con equipos CISCOS NEXUS. (Elaboración Propia)

4.2 Solución con equipos ARUBA.

Como segunda opción, se plantea una solución con equipos de la marca ARUBA, donde la arquitectura de comunicaciones deberá proveer los protocolos de alta disponibilidad y enrutamiento para que los diferentes segmentos (CORE, Datacenter, Borde y Campus), puedan comunicarse entre sí.

En este caso en el diseño se consideran equipos ARUBA de la familia 8360 como equipos Core y 6300F como equipos Tor de acceso para las conexiones del segmento Datacenter, en donde se utilizará el protocolo de Aruba Virtual Switching Extension (VSX) para las conexiones e integraciones para alta disponibilidad a fin de asegurar el rendimiento y disponibilidad óptima del ambiente de comunicaciones Core y Tor de los equipos Aruba. En esta solución se consideran un rediseño de la red actual en el CP de la empresa con características de escalabilidad, alta disponibilidad y rendimiento.

Los componentes topológicos de la solución son los siguientes:

Segmento topológico de Datacenter: Este segmento estará interconectado al segmento Core permitiendo una amplia gama de opciones, incluyendo desde (1 a 25) Gbps y fibra óptica sobre Ethernet (FCoe) con elementos de procesamiento del CD de la empresa REDTELCOM. Aquí se desarrollará una arquitectura de comunicaciones para Data Center basada en el estándar IEEE 802.1BR emergente que simplificará la capa de acceso en las operaciones del centro de datos, así como permitir la reducción del cableado a un único punto.

Este segmento estará basado en un esquema de 2 niveles, el primer nivel estará basado en dos (2) equipos Core marca ARUBA de la familia 8360-32Y4C conectados por medio de FO a 25 Gbps hacia cada equipo de acceso y en el segundo nivel se contará con seis (6) equipos Aruba 6300F de 48G 4SFP56 con funcionalidad ToR ubicados en los racks de comunicaciones del 2 al 11, donde se conectarán los servidores de aplicaciones y demás equipos del centro de datos. La integración entre los equipos CORE y ToR se realizará con 2 conexiones a 25 Gbps cada una entre los equipos ToR a los CORE mediante transceiver y patchcord FO LC/LC OM4. Como con el protocolo VSX los 2 equipos de acceso serán visto como un único equipo por los ToR se formará una troncal lógica de 50 Gbps por conexión entre cada equipo ToR y los CORE.

La gestión de la infraestructura se realizará por medio de licencia para el servicio Aruba Central donde se podrá gestionar todos los equipos de manera centralizada. Por lo demás, estos equipos no requieren ningún tipo de licenciamiento adicional ya que todas sus funcionalidades vienen activas desde fábrica.

Segmento topológico de CORE: Este segmento deberá proveer esencialmente conectividad de red entre todos los bloques operativos disponibles en la arquitectura propuesta, en este caso los dispositivos Core brindarán conectividad hacia los segmentos Datacenter, Agregación Borde, Campus, así como cualquier otro bloque topológico que se incorpore posteriormente a la arquitectura. A diferencia del ambiente existente en la empresa, los dispositivos comutadores propuestos proveerán conectividad hacia cualquier elemento final de forma redundante dentro del centro de datos.

Este segmento estará compuesto por una pareja de equipos Aruba 8360-32Y4C que operarán en interfaces de (1 a 25) Gbps para transporte de alta velocidad. Estos equipos se conectarán a velocidad de 1 Gbps por interface con los equipos de borde (cuarto de comunicación y oficinas) y se conectarán a 100 Mbps entre ambos Core por medio conexiones directas DAC 100 Gbps QSFP28 y a 25 Gbps con los equipos ToR de acceso Nexus 6300F de 48G 4SFP56 formando uplinks de 50 Gbps.

Adicionalmente se mantendrán en funcionamiento los protocolos de enrutamiento existentes tanto dinámicos y estáticos que permitirá el intercambio de rutas entre los distintos ambientes.

Segmento topológico de agregación Borde: Este segmento tiene como propósito agregar las conexiones asociadas a los ambientes periféricos como WAN, internet y conexiones a terceros. Este segmento no sufrirá ningún cambio se continuará utilizando el equipo Cisco Catalyst 3850 que tiene la empresa en el cuarto de comunicaciones donde se continuarán recibiendo las conexiones de los elementos de borde como enlaces de terceros, internet, enlaces de sedes de Operadores de servicio, entre otros. Este segmento estará conectado a los conmutadores CORE en conexiones redundantes de 1 Gbps por medio de EtherChannel como está actualmente.

Segmento topológico de agregación Campus: Este segmento tiene como propósito recibir las conexiones de los equipos finales de los usuarios de la empresa. Este segmento agregará las conexiones de acceso a conmutadores o dispositivos finales para el funcionamiento de la red LAN para los usuarios ubicados en las oficinas. Este segmento no sufrirá ningún cambio se continuará utilizando el equipo Cisco Catalyst 4506 ubicado en el área de oficinas y estará conectado a los conmutadores CORE en conexiones redundantes de 1 Gbps por medio de EtherChannel.

4.2.1 Funcionamiento lógico y operativo de la solución Aruba.

La solución de comunicaciones se basa en la plataforma denomina Aruba VSX. A continuación, se muestra el diagrama de diseño de la solución:

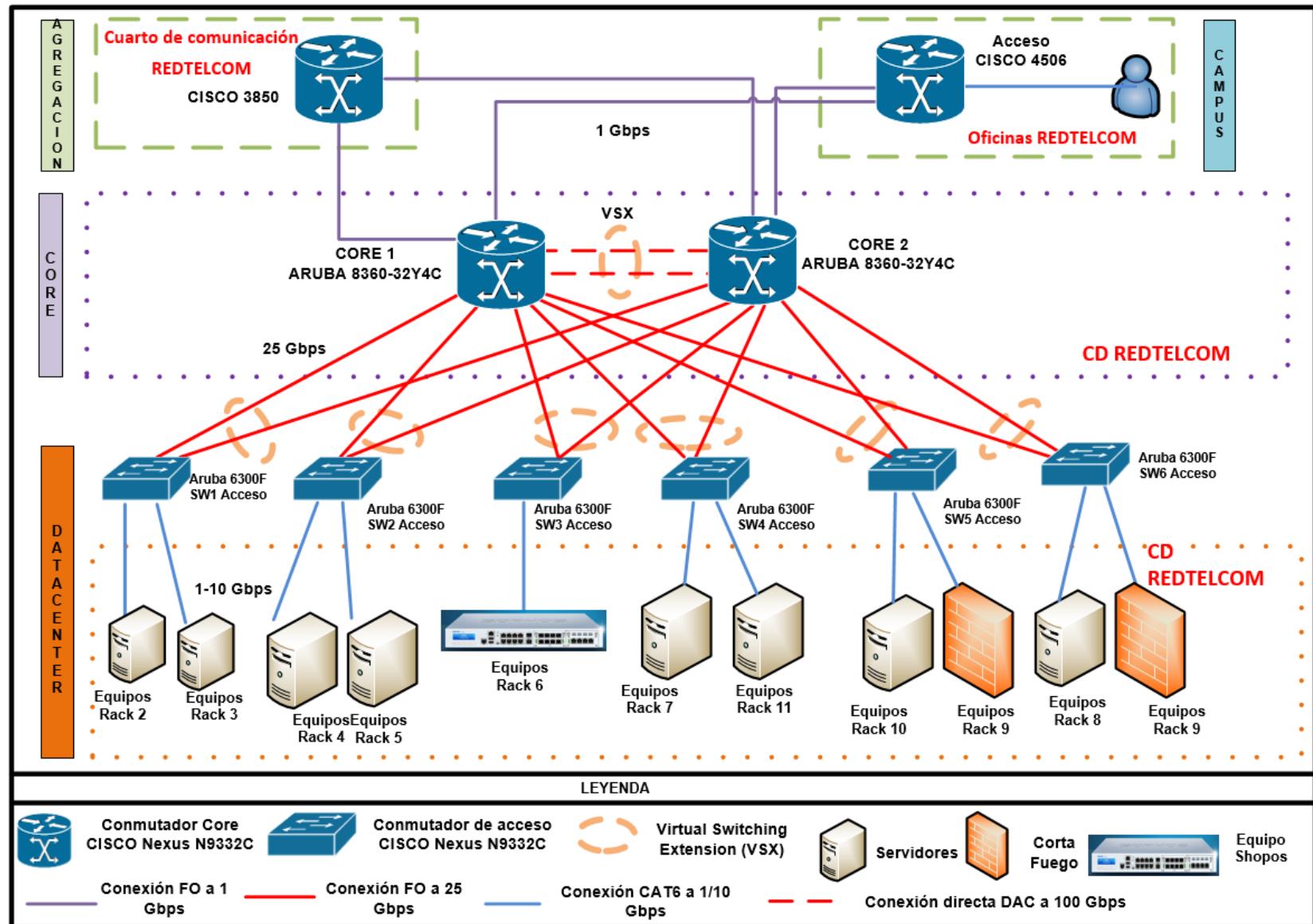


Imagen No.19: Solución de diseño de red con equipos ARUBA. (Elaboración Propia).

Como se observa en la imagen, se presenta un diseño de conmutadores Core ARUBA 8360 de puerto fijo a 1/25/100Gbps que se integran mediante conexiones 2*25 Gbps a los conmutadores ToR ARUBA 6300, esta solución considera cubrir el total de conexiones actuales y crecimiento a futuro. En detalle la arquitectura está constituida por dos (2) parejas de conmutadores ARUBA 8360 que serán los equipos Core y seis (6) equipos ARUBA 6300F que funcionarán como equipos de acceso ToR para la conexión de los servidores, equipos de seguridad, conmutadores de gestión existentes en la infraestructura actual. Así mismo los equipos Core recibirán las conexiones de los segmentos de agregación borde y campus.

El segmento CORE estará compuesto por 2 dispositivos ARUBA 8360 que tiene 28 interfaces 1/10/25 Gbps, 4 interfaces a 10/25 Gbps y 4 interfaces a 40/100 Gbps, estos equipos permiten uso de transceivers en fibra y cobre a 10/25, así como QSFP+ y QSFP28 para los uplinks de integración a otros conmutadores. Funcionarán con la conexión hacia los equipos ARUBA ToR a 25 Gbps, al ser dos (2) conexiones por equipo ToR, juntas suman 50 Gbps; para los equipos de borde y campus a 1 Gbps tal como está actualmente hacia el equipo de borde CISCO 3850 y campus CISCO 4506.

Se instalarán seis (6) equipos ARUBA 6300F distribuidos en los racks del 2-11 que componen el segmento Datacenter, estos estarán funcionando con 48 puertos a 1/100/1000 Base T y 4 puertos a 10/25 Gbps (SFP+/SFP28). Las conexiones de los equipos ubicados en estos racks serán por medio de cables de cobre CAT6-A y hacia los equipos Core se hará por medio de patchcord de FO.

4.2.2 Migración e integración de solución Aruba.

Con el propósito de proporcionar mecanismos de migración que sean progresivos y que reduzcan la disrupción de los servicios se ha considerado durante el proceso de migración, la integración entre los ambientes de comunicaciones existentes y el nuevo ambiente de comunicaciones propuesto. Se realizará una interconexión troncal entre el ambiente existente y la nueva infraestructura propuesta a través de la cual se extenderán los dominios broadcast que correspondan a la infraestructura lógica del centro de datos, de esta manera será transparente para los dispositivos finales si estos están operando en el ambiente actual o en el nuevo ambiente una vez realizada la migración, logrando que los movimientos de dispositivos se realicen uno a uno al nuevo ambiente propuesto.

Finalmente, una vez todos los dispositivos lógicos hayan sido migrados por completo se deberá realizar la migración de los Gateway por cada Vlan's en los ambientes Datacenter y Campus para que se pueda realizar la migración final y dar de baja la infraestructura existente. Así mismo la migración de los protocolos de enrutamiento dinámico y estático, es decir todas las funcionalidades capa 3 serán asumidas por los nuevos equipos CORE.

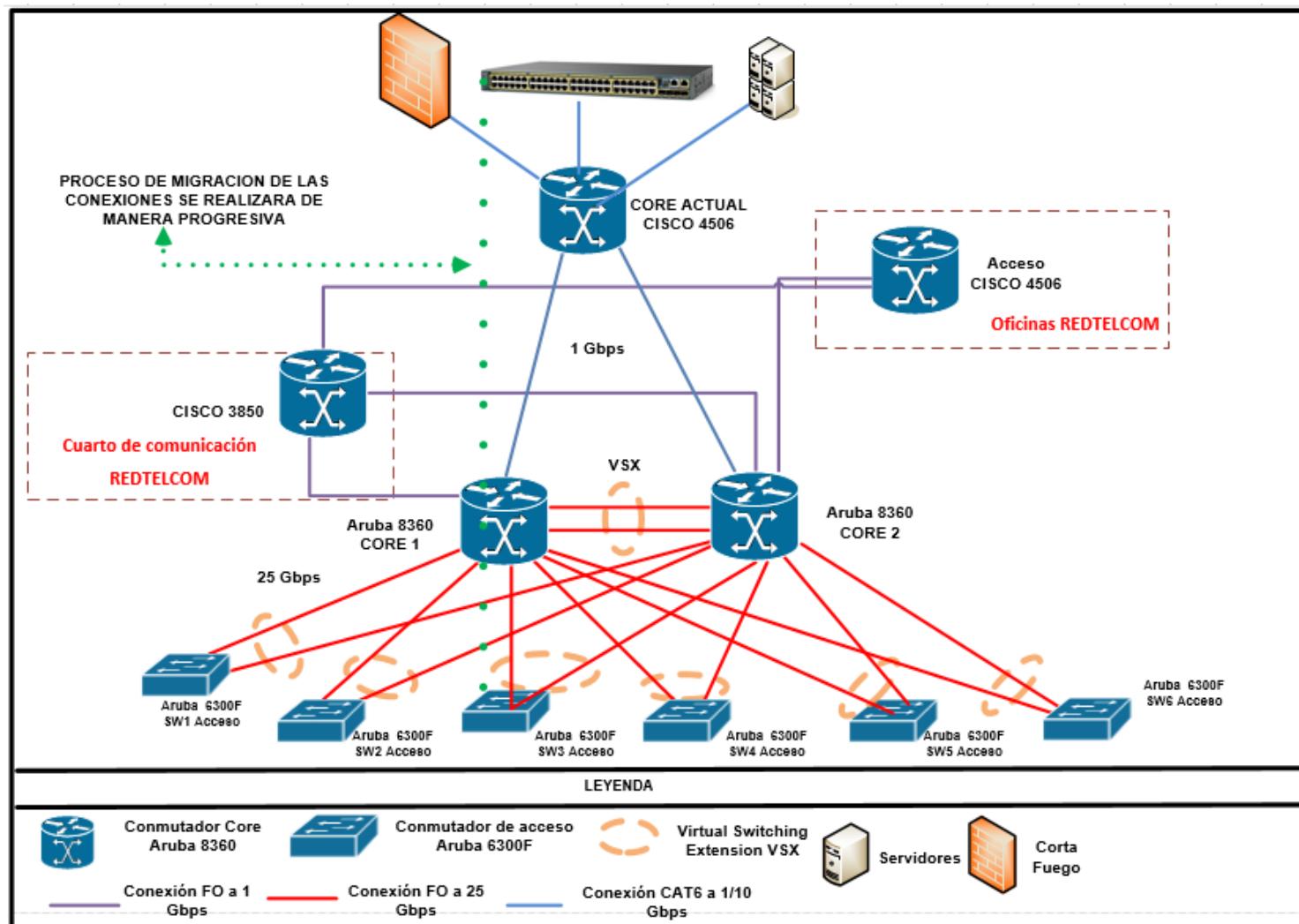


Imagen No.20: Migración a nueva solución con equipos Aruba. (Elaboración Propia).

4.3 Solución con equipos CISCO 9300L.

En esta sección del documento se detalla una tercera propuesta de solución de menor capacidad comparada con las otras soluciones propuestas, se detalla implementar equipos de la marca CISCO Systems. El diseño de solución de la infraestructura contará con esquema segmentado alineado a la infraestructura actual de la empresa, para esta solución se plantea con equipos capa 3 CISCO 9300L como equipos Core y equipos CISCO capa 2 C9200L como acceso.

Los componentes topológicos de la solución son los siguientes:

Segmento topológico de Datacenter: Este segmento comprende la conectividad LAN de los elementos que forman parte de la infraestructura de procesamiento de datos de la empresa REDTELCOM. En este segmento se permitirá la conectividad física y lógica de todos los dispositivos servidores, mainframe y otros elementos que brinden servicios a los usuarios de la empresa.

Este segmento estará compuesto por conmutadores capa 3 CISCO Catalyst 9300L como equipos Core y conmutadores de capa 2 CISCO Catalyst 9200L. Se tendrá equipos 9300L como equipo Core, quien será el punto central proporcionando conectividad de capa 3 y conexión hacia los demás segmentos que componen la red interna de la empresa donde se configurará el protocolo HSRP (Hot Standby Router Protocol) propiedad de CISCO que permitirá el despliegue de equipos redundantes tolerantes a fallos en la red y equipos de acceso C9200L funcionando en capa 2 donde se conectarán los servidores y otros equipos finales ubicados en el datacenter.

La gestión de la infraestructura se realizará por medio de una Interfaz de líneas de comando (CLI) o plataforma de monitoreo accediendo a cada uno de los dispositivos que forman parte de la solución.

Segmento topológico de CORE: Este segmento estará compuesto por una pareja de equipos C9300L que operarán con interfaces de 1 Gbps para transporte de datos. Estos equipos se conectarán a velocidad de 1 Gbps por interface con los equipos de borde (cuarto de comunicación y oficinas de empresa REDTELCOM), debido a las condiciones actuales de la empresa y se conectarán con puertos troncales de 1 Gbps a los comutadores CISCO C9200L. Con esta solución el ancho de banda se mantendrá en 1 Gbps.

Adicionalmente se mantendrán en funcionamiento los protocolos de enrutamiento existentes tanto dinámicos y estáticos que permitirá el intercambio de rutas entre los distintos ambientes.

Segmento topológico de agregación Borde: Este segmento tiene como propósito agregar las conexiones asociadas a los ambientes periféricos como WAN, internet y conexiones a terceros. Este segmento no sufrirá ningún cambio, se continuará utilizando el equipo Cisco Catalyst 3850 que tiene la empresa en el cuarto de comunicaciones donde se continuarán recibiendo las conexiones de los elementos de borde como enlaces de terceros, internet, enlaces de sedes de Operadores de servicio, entre otros. Este segmento estará conectado a los comutadores Core en conexiones redundantes de 1 Gbps por medio de EtherChannel conforme a conexión actualmente.

Segmento topológico de agregación Campus: Este segmento tiene como propósito recibir las conexiones de los equipos finales de los usuarios de la empresa REDTELCOM. Este segmento agregará conexiones de acceso a comutadores o dispositivos finales para el funcionamiento de la red LAN para los usuarios ubicados en las oficinas de la empresa. Este segmento no sufrirá ningún cambio se continuará utilizando el equipo Cisco Catalyst 4506 ubicado en el área de oficinas de la empresa, estará conectado a los comutadores Core en conexiones redundantes de 1 Gbps por medio de EtherChannel como está actualmente.

4.3.1 Funcionamiento lógico y operativo de solución CISCO C9300L.

La solución de comunicaciones se basa en la plataforma denominada IOS-X. Donde se garantizara la alta disponibilidad en los equipos Core manteniendo el ancho de banda actual de la empresa con conexiones a 1 Gbps. A continuación, se muestra el diagrama de diseño de la solución:

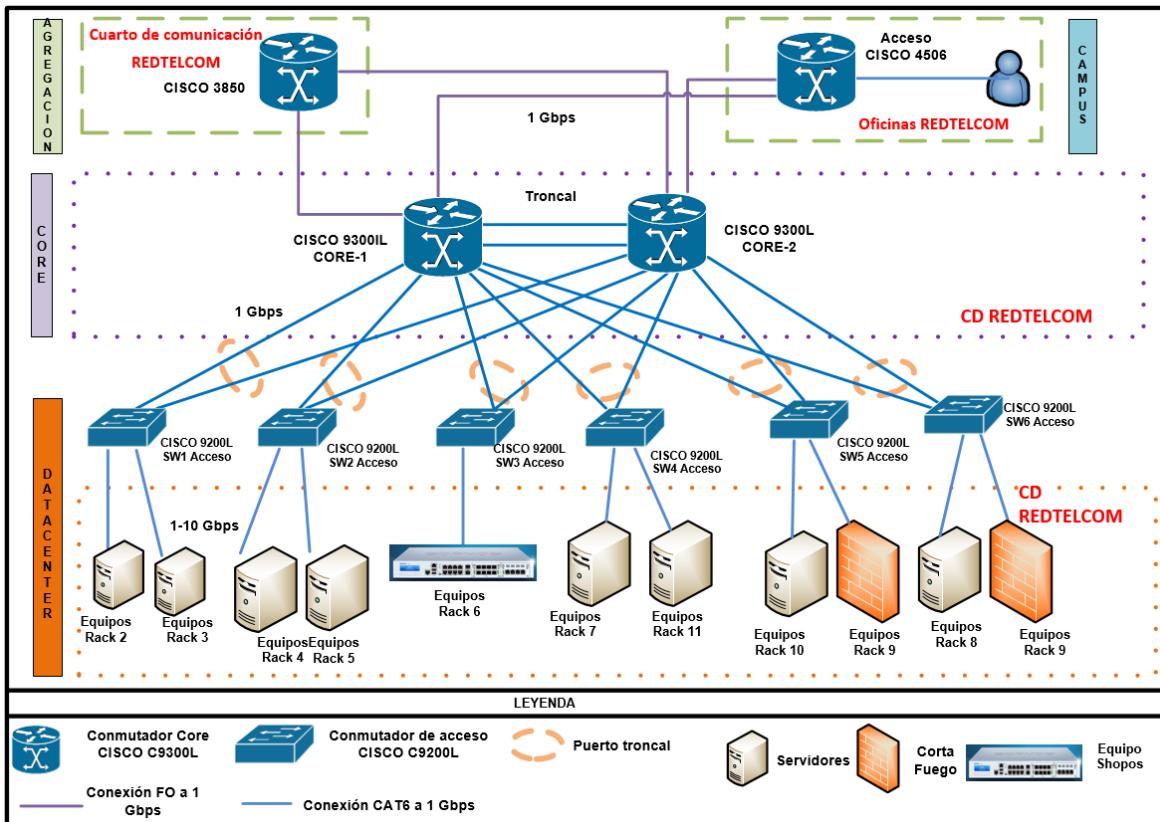


Imagen No.21: Solución de diseño de red con equipos CISCO C9300L. (Elaboración Propia).

Como se observa en la imagen, se presenta un diseño de conmutadores Core Cisco 9300L de puerto fijo a 1Gbps que se integran mediante conexiones 1*1 Gbps a los conmutadores en cada rack CISCO C9200L, esta solución considera cubrir el total de conexiones actuales y crecimiento a futuro.

La arquitectura está constituida por dos (2) parejas de conmutadores CISCO 9300L que serán los equipos CORE y seis (6) equipos CISCO 9200L que funcionarán como equipos de acceso ToR para la conexión de los servidores, equipos de seguridad, conmutadores de gestión existentes en la infraestructura actual. Así mismo los equipos Core recibirán las conexiones de los segmentos de agregación borde y campus.

Detalle de integración de equipos CORE y acceso:

- ❖ El segmento CORE estará compuesto por 2 dispositivos CISCO C9300L que tiene 48 interfaces 1 Gbps, 4 interfaces SFP 1 Gbps. Funcionarán con la conexión hacia los equipos de acceso CISCO 9200L, con esta solución se mantendrá el ancho de banda a 1 Gbps.
- ❖ Se instalarán seis (6) equipos de acceso CISCO C9200L distribuidos en los racks del 2-11 que componen el segmento Datacenter, estos estarán funcionando con 48 puertos a 10/100/1000 Base T y 4 puertos a 1 Gbps SFP. Las conexiones de los equipos ubicados en estos racks y hacia los equipos CORE será por medio de cables de cobre CAT6-A.

4.3.2 Migración e integración equipos CISCO 9300L.

Con el propósito de proporcionar mecanismos de migración que sean progresivos y que reduzcan la disrupción de los servicios se ha considerado durante el proceso de migración, la integración entre los ambientes de comunicaciones existentes y el nuevo ambiente de comunicaciones propuesto. Se realizará una interconexión troncal entre el ambiente existente y la nueva infraestructura propuesta a través de la cual se extenderán los dominios broadcast que correspondan a la infraestructura lógica del centro de datos, de esta manera será transparente para los dispositivos

finales si estos están operando en el ambiente actual o en el nuevo ambiente una vez realizada la migración, logrando que los movimientos de dispositivos se realicen uno a uno al nuevo ambiente propuesto.

Finalmente, una vez todos los dispositivos lógicos hayan sido migrados por completo se deberá realizar la migración de los Gateway por cada Vlan's en los ambientes Datacenter y Campus para que se pueda realizar la migración final y dar de baja la infraestructura existente. Así mismo la migración de los protocolos de enrutamiento dinámico y estático, es decir todas las funcionalidades capa 3 serán asumidas por los nuevos equipos CORE.

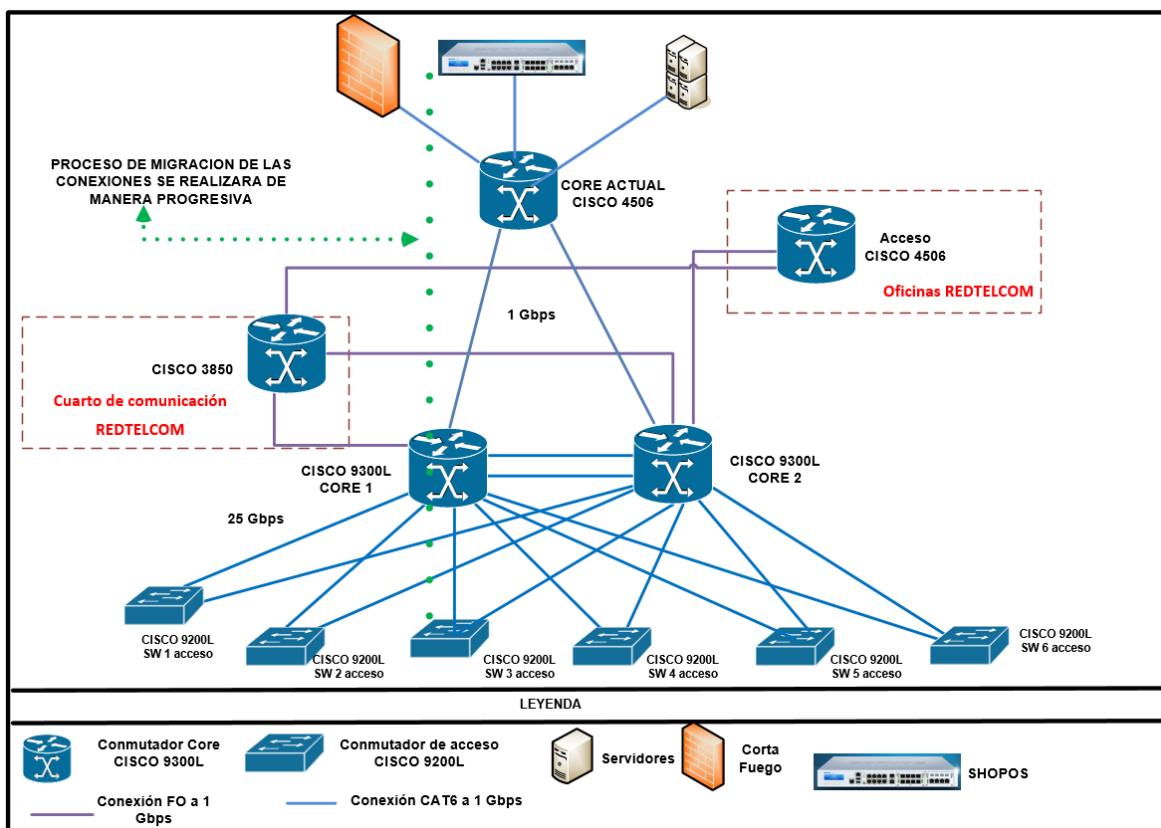


Imagen No.22: Migración solución con equipos CISCO C9300L. (Elaboración Propia).

4.4 Cableado Estructurado Centro de Datos - REDTELCOM.

Dentro de las recomendaciones técnicas para actualización de equipo Core del centro de datos de la empresa REDTELCOM, se recomienda cambiar y/o reemplazar en su totalidad el cableado estructurado que permite las conexiones físicas entre equipos de comunicación entre ellos: Switch Multilayer, servidores, Sophos, Corta fuegos, siendo estos los equipos a intervenir para la activación de la nueva infraestructura propuesta, el cableado existente es de vieja data (obsoleto) CAT-5E, por lo que se propone reemplazar por un cableado nuevo CAT-6A.

Con la propuesta de cambio y/o reemplazo del cableado de red se eliminarán las conexiones desde cada rack o bastidor de comunicación al equipo Core a como está actualmente, lo que ha provocado un colapso total del cableado estructurado.

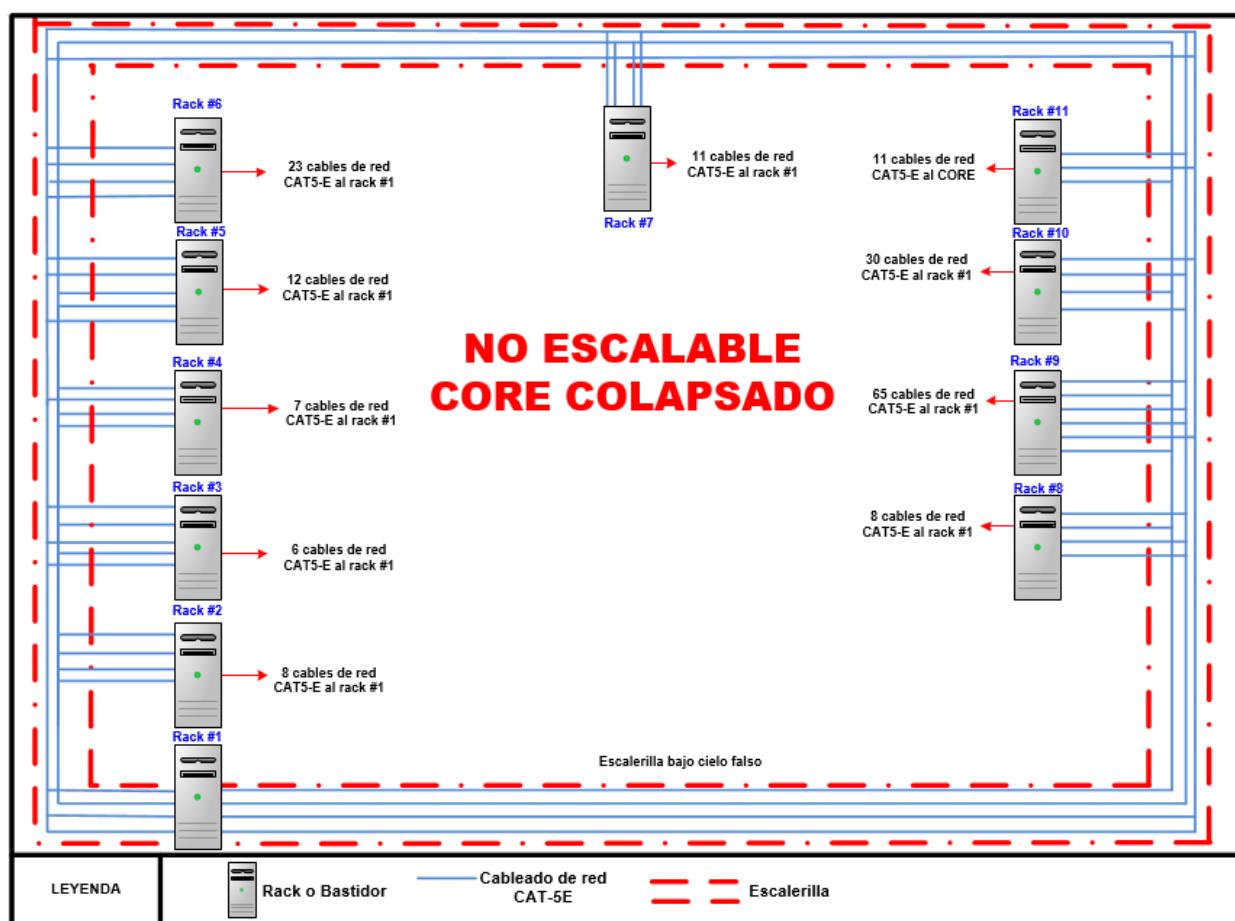


Imagen No.23: Conexiones físicas actual en Centro de Datos. (Elaboración Propia).

Para superar esta problemática se propone que el cableado nuevo sea desde cada los equipos de acceso propuestos en este caso seis, distribuidos entre los racks 2.11 se instalara únicamente 12 nuevos cables (dos por equipo de acceso) con FO o cable de cobre CAT6A hacia el rack #1 donde estarán los equipos Core y en cada rack se instalara nuevo cableado de cobre CAT-6^a para interconectar los equipos finales a los seis equipos de acceso. El detalle se describe en la siguiente imagen:

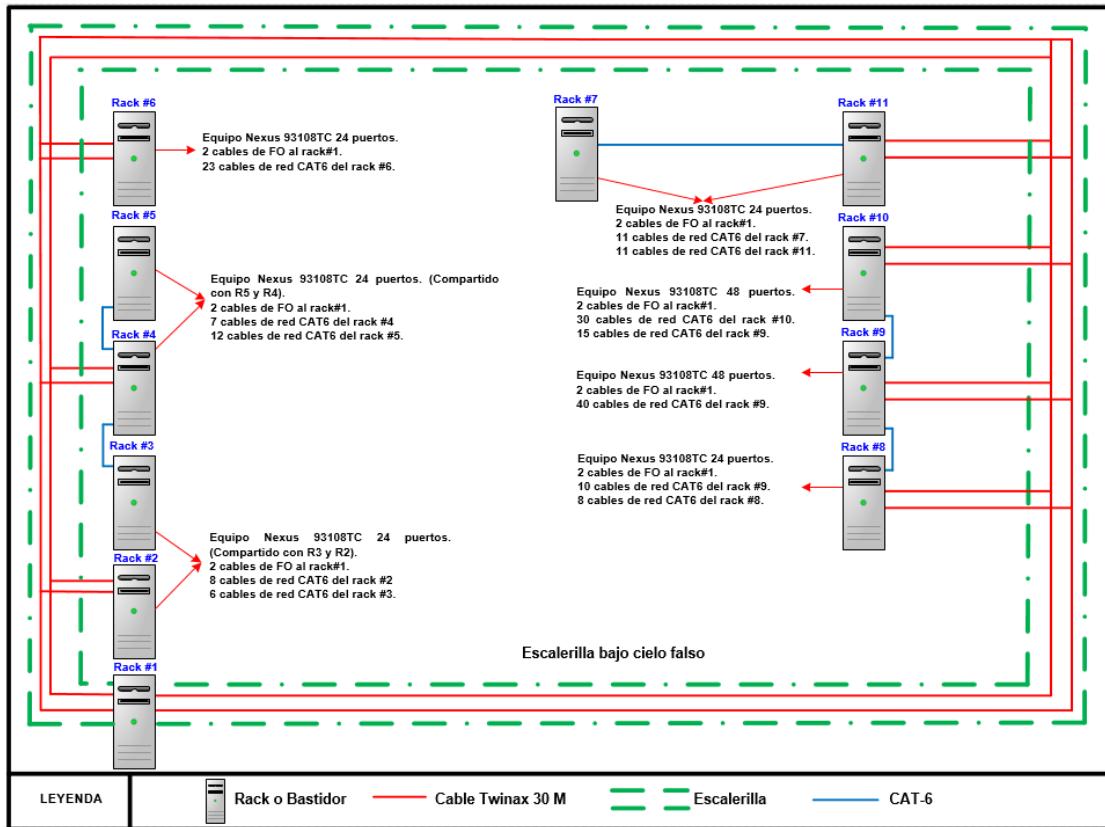


Imagen No.24: Propuesta conexiones físicas en Centro de Datos. (Elaboración Propria).

4.5 Simulación

En esta sección del trabajo monográfico se presentan las simulaciones de las diferentes soluciones propuestas con el objetivo de mostrar el comportamiento real en alta disponibilidad de los equipos CORE propuestos, para ello se utilizaron diferentes herramientas de simulación como lo son: GNS3, EVE-NG y PNET-LAB.

4.5.1 Simulación equipos NEXUS y ARUBA.

Para la solución con equipos NEXUS y ARUBA se utilizó el software de simulación GNS3. Sin embargo, no fue posible completar la simulación a falta de recursos físicos como: memoria RAM y procesador del equipo de cómputo que permitiera lograr simular los equipos propuestos.

Para poder realizar la simulación de los equipos NEXUS se requiere mínimo 8 Gbps de memoria RAM por equipo, en la solución propuesta se requieren en total ocho (8) equipos NEXUS, requiriendo en total 64 Gbps de memoria RAM. En referencia a los equipos ARUBA se requieren 4Gbps de RAM por equipo y en total son ocho (8) equipos, lo que significa que se requiere un total de 32Gbps para poder correr/simular los equipos en la máquina virtual, esto según documentación oficial de GNS3, EVE-NG, etc.

Se presentan requerimientos mínimos para simular equipos NEXUS de la página oficial de GNS3:

Appliance



Cisco NX-OSv 9000

Cisco

Posted by Julien Duponchelle • June 7, 2017 at 9:34 UTC

[Download](#)

The NX-OSv 9000 is a virtual platform that is designed to simulate the control plane aspects of a network element running Cisco Nexus 9000 software. The NX-OSv 9000 shares the same software image running on Cisco Nexus 9000 hardware platform although no specific hardware emulation is implemented. When the software runs as a virtual machine, line card (LC) ASIC provisioning or any interaction from the control plane to hardware ASIC is handled by the NX-OSv 9000 software data plane. The NX-OSv 9000 for the Cisco Nexus 9000 Series provides a useful tool to enable the devops model and rapidly test changes to the infrastructure or to infrastructure automation tools. This enables network simulations in large scale for customers to validate configuration changes on a simulated network prior to applying them on a production network. Some users have also expressed interest in using the simulation system for feature test, verification, and automation tooling development and test simulation prior to deployment. NX-OSv 9000 can be used as a programmability vehicle to validate software defined networks (SDNs) and Network Function Virtualization (NFV) based solutions.

How to install

- Download the appliance file
- Download the files for one of the supported version listed below
- Import the .gns3a file in GNS3. [You can follow this tutorial](#)

Appliance Usage

The old (I5) versions might require 8192 MB of RAM; adjust it if necessary.

Views
60135

Replies
7

Last Updated
Mar 13, 2023

Imagen No.25: Requerimiento mínimo para simulación equipos NEXUS. [24]

Se presentan requerimientos mínimos para simular equipos ARUBA de la página oficial de GNS3:

Appliance ▾



ArubaOS-CX Simulation Software

Aruba

Posted by Jeremy Grossmann • January 14, 2019 at 10:33 UTC

[Download](#)

The Aruba AOS-CX Switch Simulator is a virtual platform to enable simulation of the Aruba AOS-CX Network Operating System. Simulated networks can be created using many of the protocols in the ArubaOS-CX Operating system like OSPF, BGP (inc. EVPN). Key features like the Aruba Network Analytics Engine and the REST API can be simulated, providing a lightweight development platform to building the modern network.

How to install

- Download the appliance file
- Download the files for one of the supported version listed below
- Import the .gns3a file in GNS3. [You can follow this tutorial](#)

Appliance Usage

Default username: admin, no password. New Password has to be set at first login.

Appliance Requirements

RAM: 4096 MB

You need KVM enable on your machine or in the GNS3 VM

Views **47763**

Replies **32**

Last Updated **Mar 23, 2023**

Imagen No.26: Requerimiento mínimo para simulación equipos ARUBA. [25]

Al momento de simular la imagen (IOS) de los equipos NEXUS en el software de simulación GNS3, por falta de recursos del equipo de compute impide cargar virtualmente los equipos impidiendo par su configuración.

A continuación, se muestran todos los errores al intentar realizar la simulación:

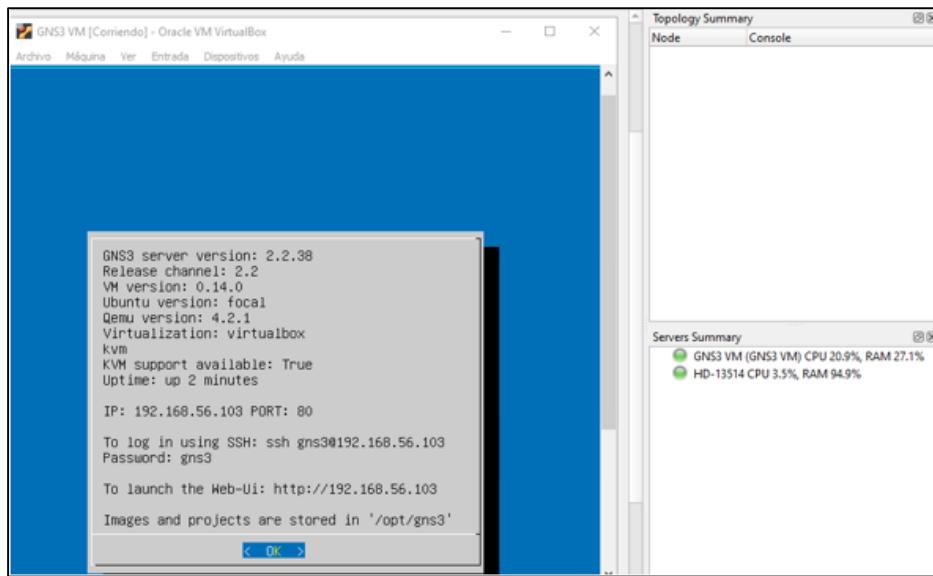
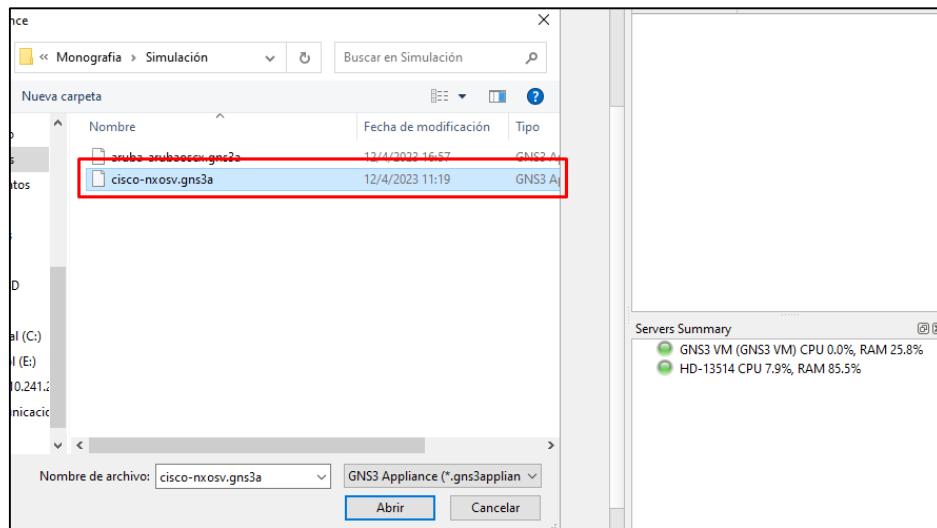


Imagen No.27: Máquina virtual y Software GNS3 en ejecución.



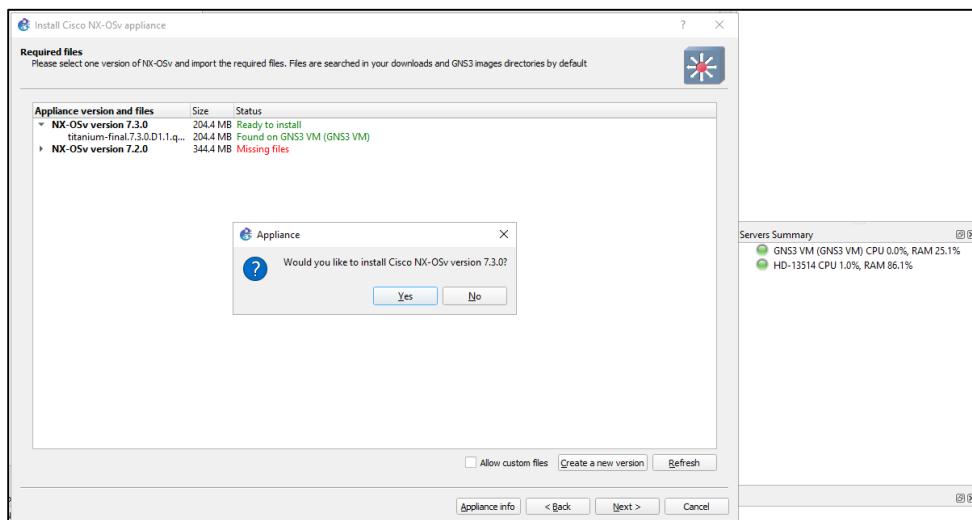
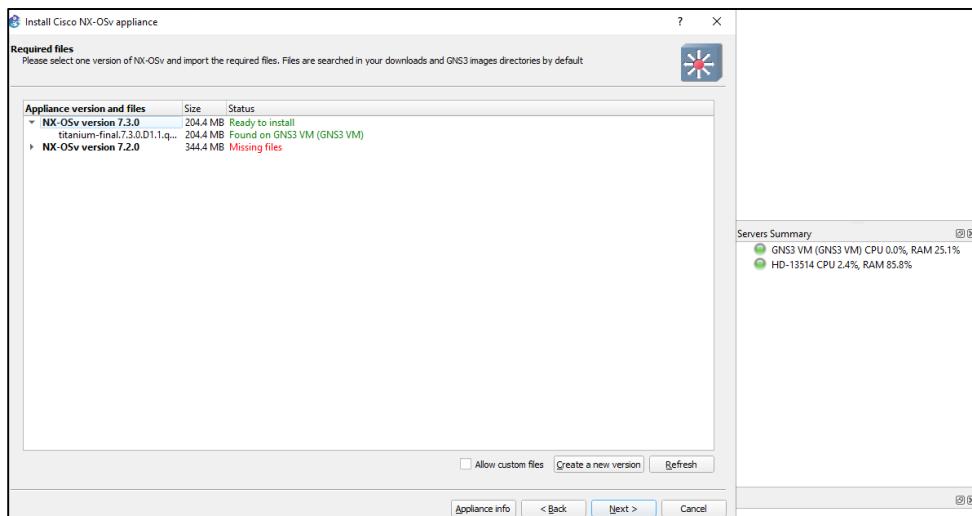


Imagen No.28: Imágenes de CISCO NEXUS cargando en GNS3.

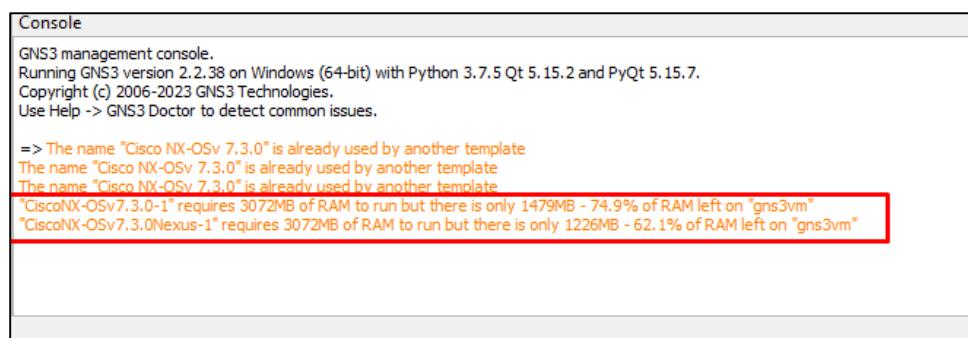
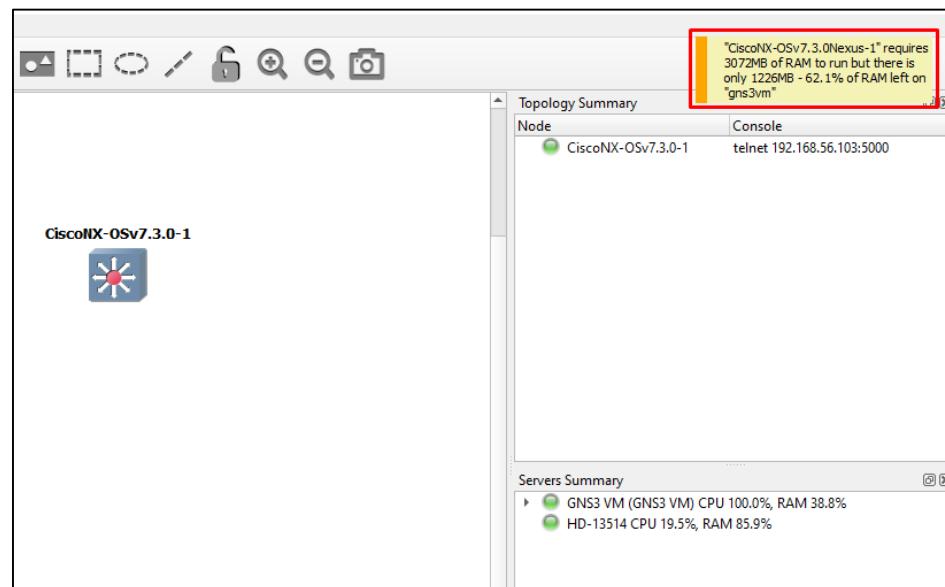
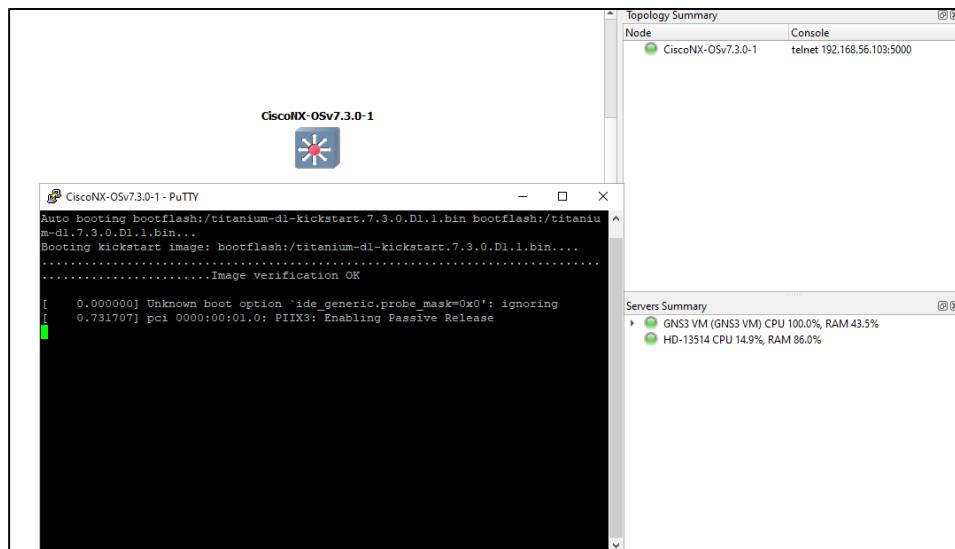


Imagen No.29: Error al simular equipos NEXUS por falta de recursos.

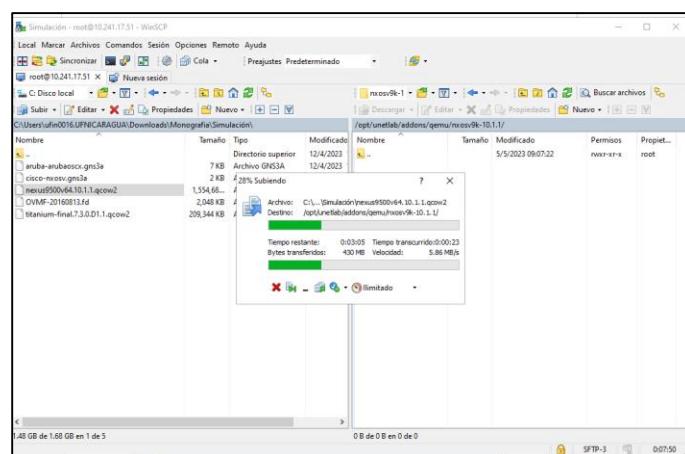
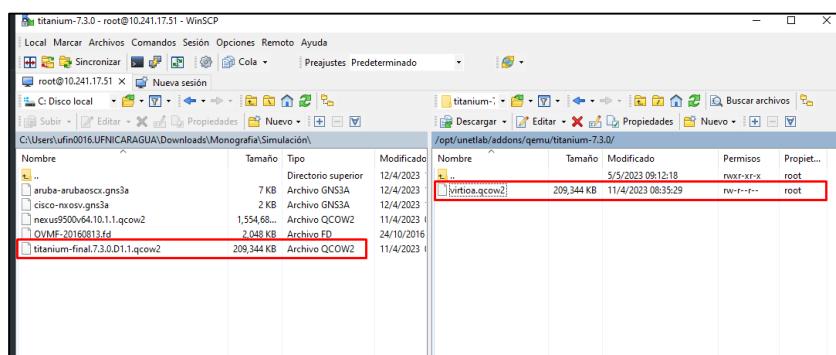
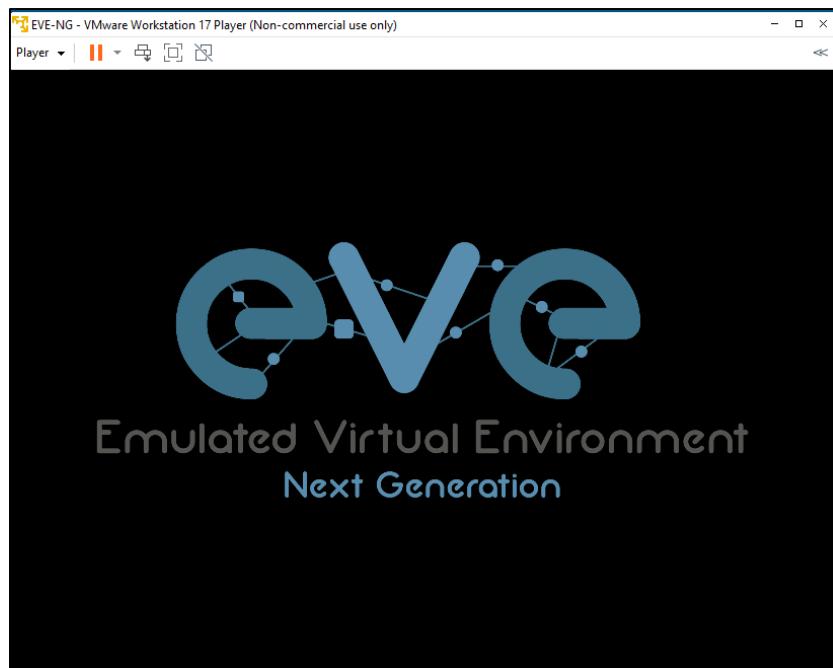


Imagen No.30: Imágenes IOS de equipos cargando en máquina virtual del software EVE-NG.

Add New Lab

Name* CISCO NEXUS
Use only [A-Za-z0-9_-]chars

Version* 1
Must be integer ([0-9]chars)

Author Enter Author

Config Script Timeout 300 Seconds

Description Enter description

Tasks Enter tasks

* - Required Fields

Save Cancel

ADD A NEW NODE

Template Cisco NX-OSv 9K

Number of nodes to add 1

Image nxosv9k-10.1.1

Name/prefix NXOS-9K

Icon Nexus7K.png

UUID

CPU Limit

CPU	RAM (MB)	Ethernets
2	8192	8

QEMU Version QEMU Arch QEMU Nic

tpl(4.1.0) tpl(x86_64) tpl(e1000)

QEMU custom options
-machine type=pc,accel=kvm -serial mon:stdio -nographic -enable-kvm

Imagen No.31: Error al cargar imágenes IOS de equipos por falta de recursos en EVE-NG.

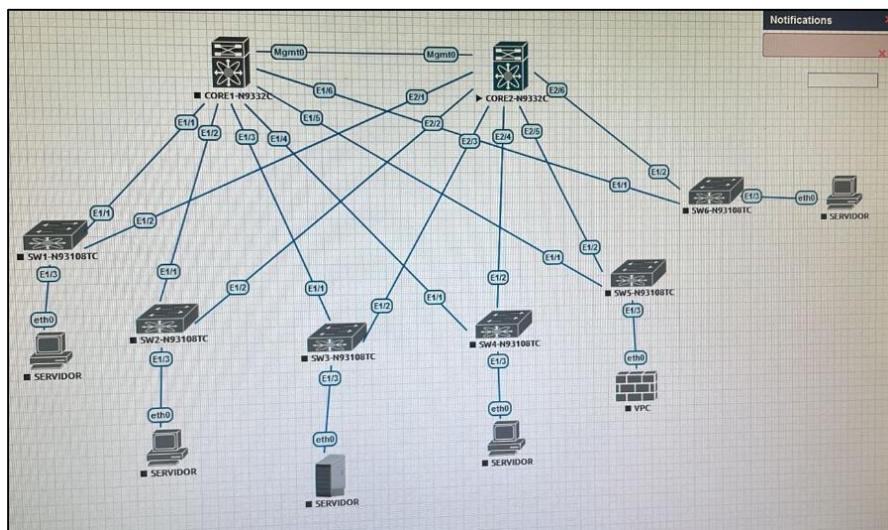
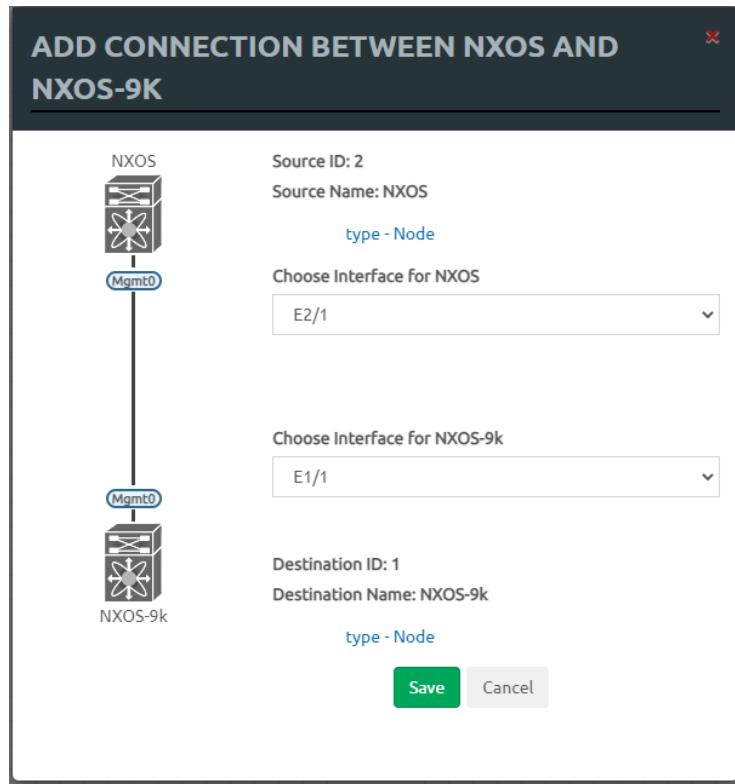


Imagen No.32: Simulación de propuesta de solución con equipos NEXUS.

4.5.2 Simulación solución con equipos CISCO 9300L.

Para esta simulación se realizó una topología que consiste en dos conmutadores capa 3 CISCO 9300L como equipos Core corriendo HSRP como protocolo de alta disponibilidad, un enrutador para simular las conexiones externas al Data Center, 6 conmutadores capa 2 CISCO-9200L como equipos de acceso.

La simulación se realizó mediante el software PnetLab, desde el cual se ha tratado de imitar el comportamiento de la topología de red propuesta utilizando una cantidad reducida de dispositivos. En la imagen No. 33, se muestra la interfaz que ofrece el software PnetLab, sobre el cual se ha simulado los equipos CORE CISCO 9300L y equipos de acceso CISCO 9200L.

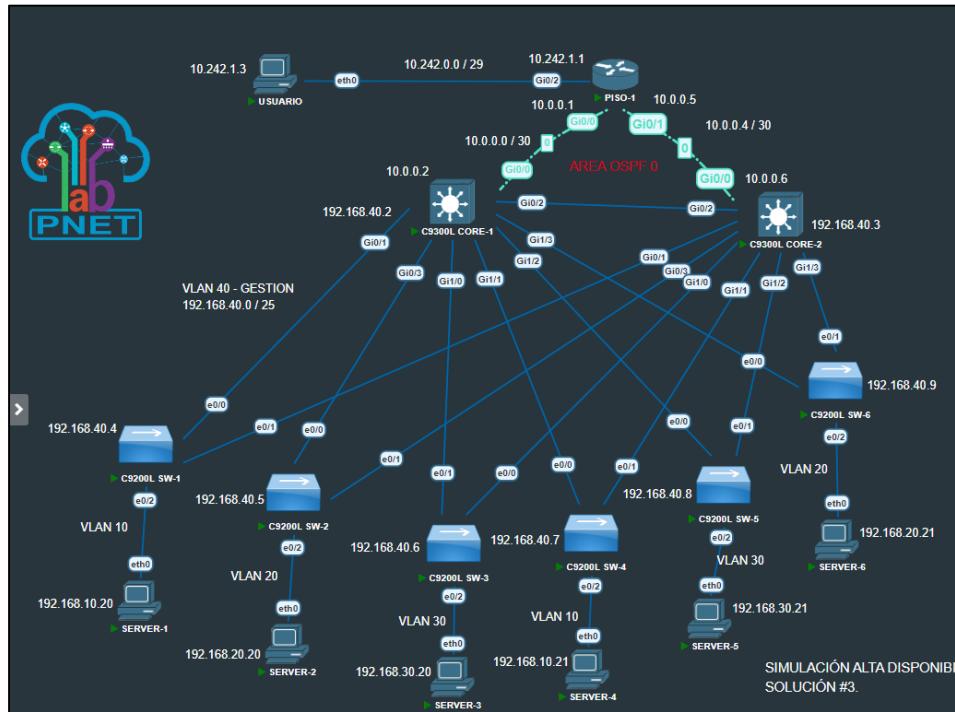


Imagen No.33: Diseño de solución propuesta en la Interfaz PNETLab.

4.5.2.1 Desarrollo de Simulación.

En esta sección se aborda los procedimientos ejecutados para la simulación y los principales componentes de la topología de red simulada.

Para correr la máquina virtual se utilizó el programa VmWare Workstation y se procede a transferir las imágenes a utilizar para la simulación.

Se inicia máquina virtual PNETLAB:

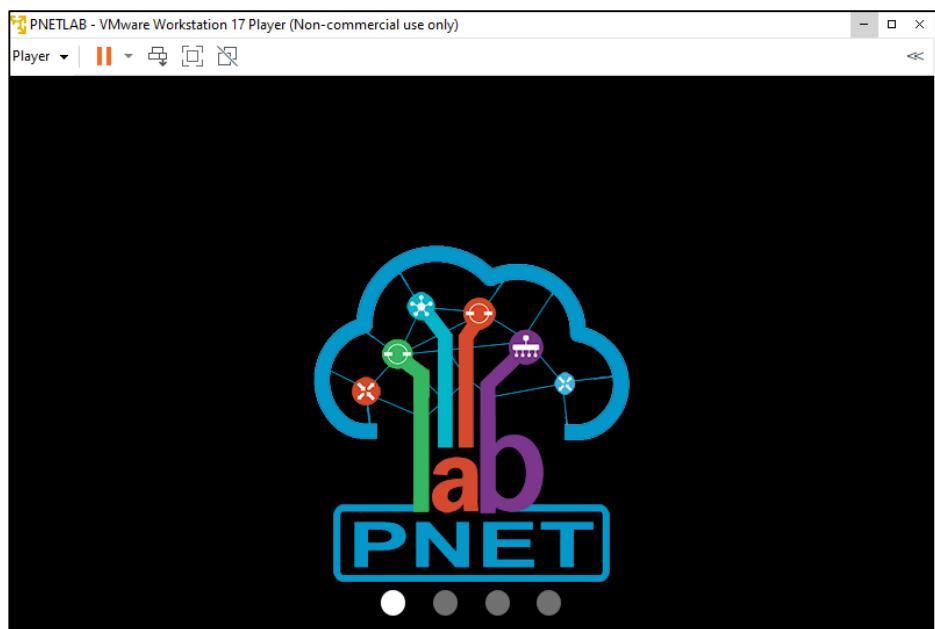


Imagen No.34: Simulador PNETLAB.

Se corren las imágenes de los equipos a simular, se realiza conexión con IP asignada a la máquina virtual de PNET-LAB por medio de un programa de transferencia de archivo, en este caso se utilizó WinSCP.

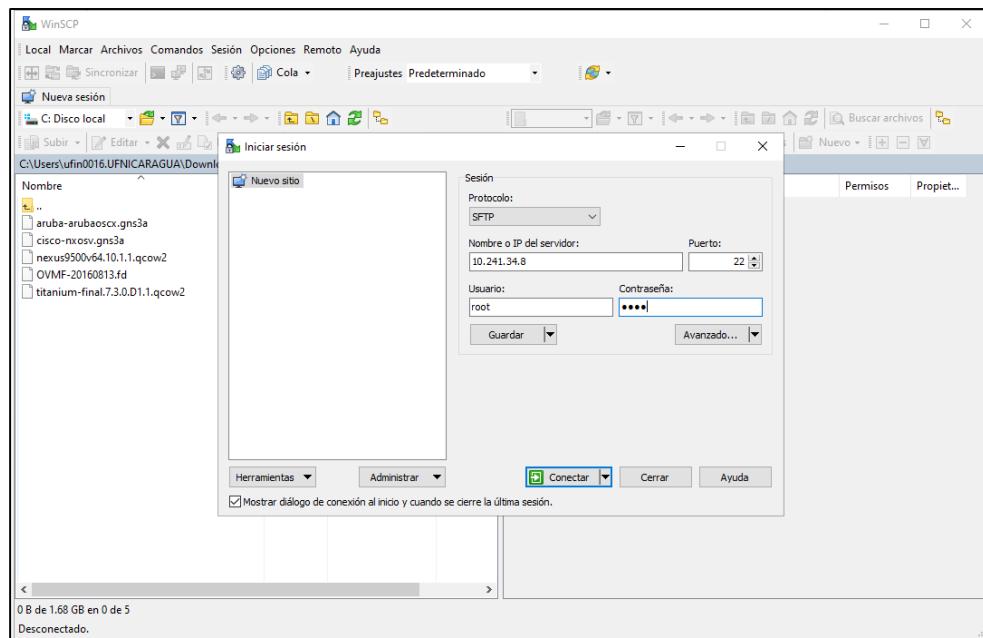


Imagen No.35: Transferencia de imágenes IOS.

Se cargan las imágenes en la siguiente dirección: /opt/unetlab/addons

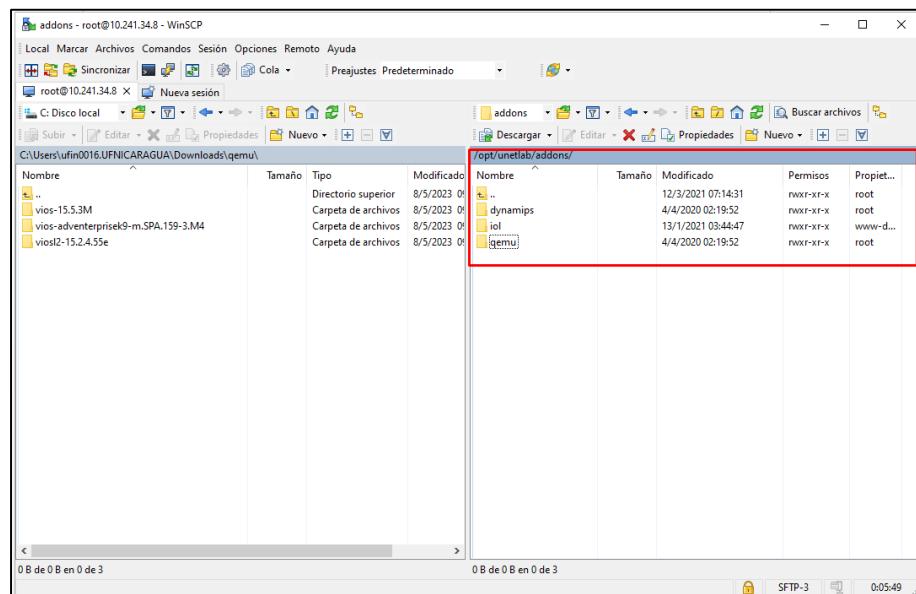
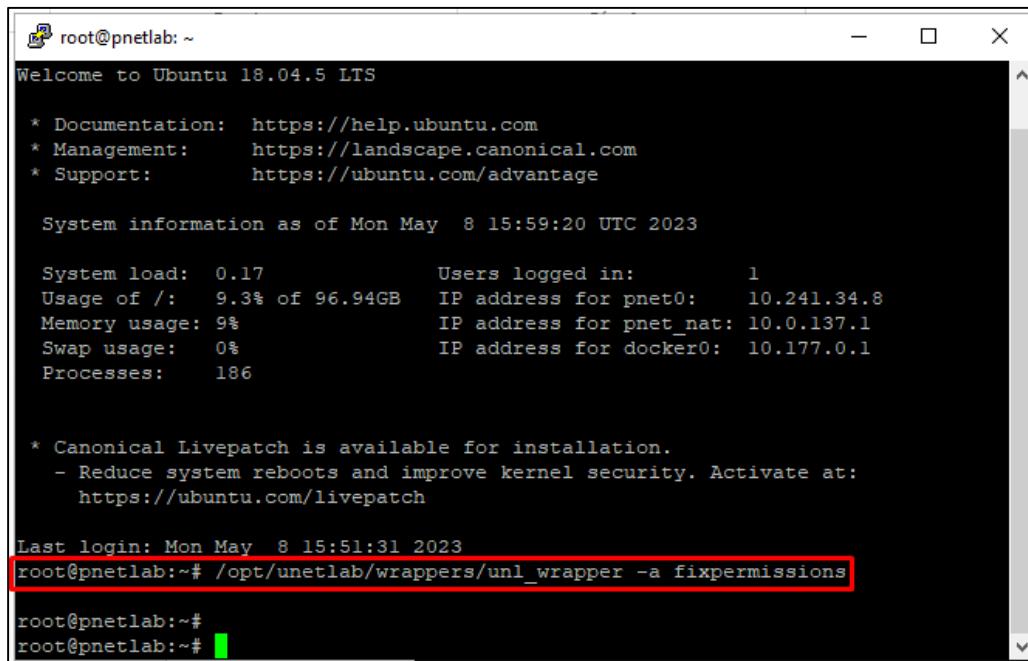


Imagen No.36: Conexión de imágenes IOS con máquina virtual PNET-LAB,

Una vez cargada las imágenes se realiza conexión por SSH a la IP asignada a PNET-LAB para permitir permisos de utilización. En este caso se utilizó Putty para la conexión.



```
root@pnetlab: ~
Welcome to Ubuntu 18.04.5 LTS

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:     https://landscape.canonical.com
 * Support:        https://ubuntu.com/advantage

 System information as of Mon May  8 15:59:20 UTC 2023

 System load:  0.17           Users logged in:      1
 Usage of /:   9.3% of 96.94GB  IP address for pnet0:   10.241.34.8
 Memory usage: 9%            IP address for pnet_nat: 10.0.137.1
 Swap usage:  0%            IP address for docker0:  10.177.0.1
 Processes:    186

 * Canonical Livepatch is available for installation.
 - Reduce system reboots and improve kernel security. Activate at:
   https://ubuntu.com/livepatch

Last login: Mon May  8 15:51:31 2023
root@pnetlab:~# /opt/unetlab/wrappers/unl_wrapper -a fixpermissions
root@pnetlab:~#
root@pnetlab:~#
```

Imagen No.37: Conexión SSH.

Se ingresa vía web a PNET-LAB:

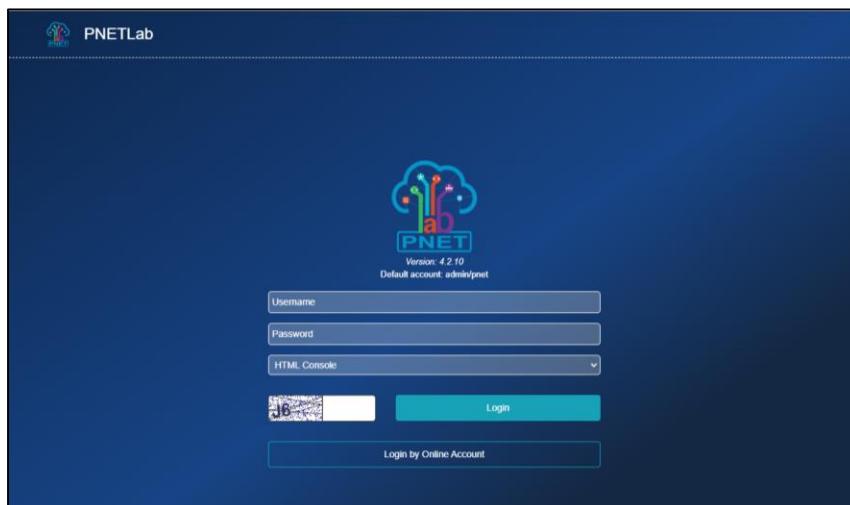


Imagen No.38: Interfaz Web PNET-LAB.

4.5.2.2 Topología de red.

En la imagen 39, se detalla la topología de red final simulada donde el enrutador con nombre PISO-1 simula las conexiones externas al Data Center de la empresa y los equipos CISCO 9300L simulan los equipos CORE con nombre CORE-1 y CORE-2, los 6 equipos CISCO 9200L simulan los equipos de acceso.

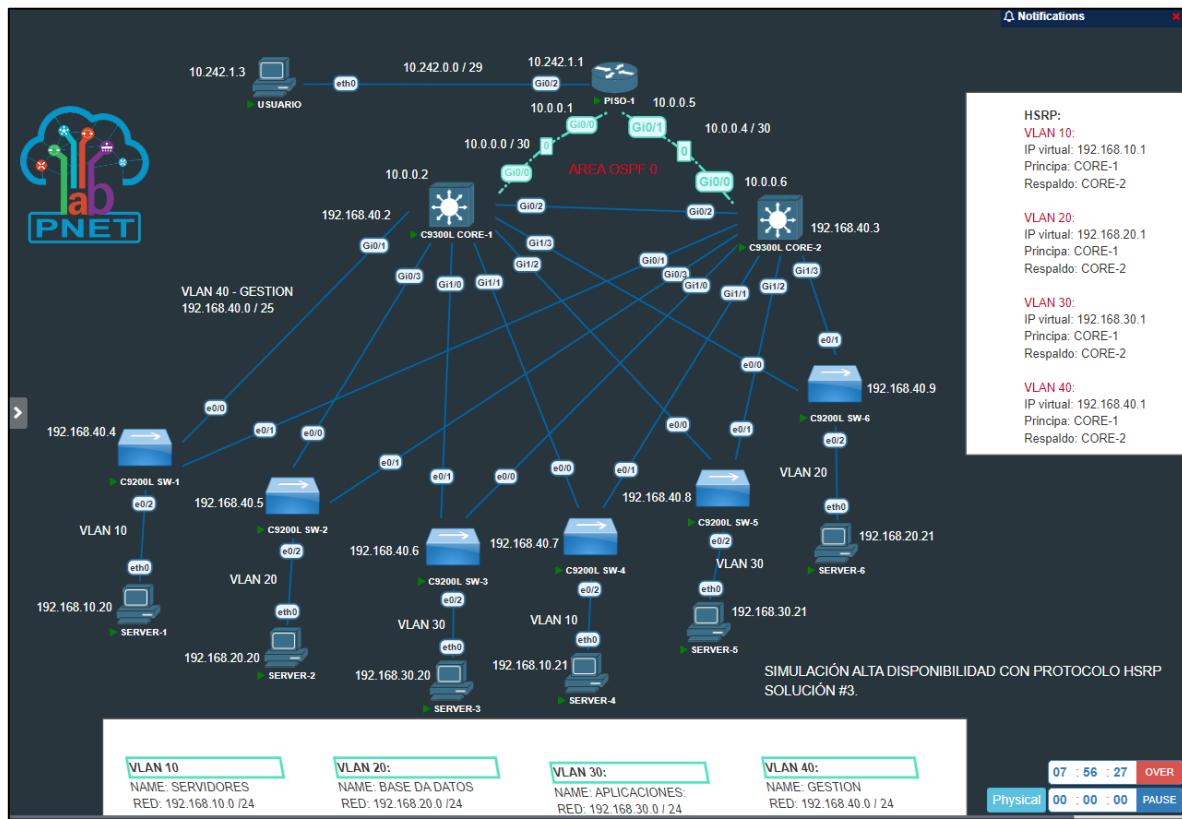


Imagen No.39: Topología de red con equipos CISCO6200L.

En la tabla V, se detalla el direccionamiento IP configurado a los CORE y enrutador externo. Se asigna IP a los puertos que realizan la interconexión entre los equipos y se configura el protocolo de enrutamiento dinámico OSPF área 0 para compartir la tabla de rutas entre los equipos.

Tabla V
Direccionamiento IP Equipos CORE y Acceso.

Nombre del equipo	RED	IP	Máscara de red	Puerto
C9300L-CORE-1	10.0.0.0 / 30	10.0.0.2	255.255.255.252	Gi0/0
C9300L-CORE-2	10.0.0.4 / 30	10.0.0.6	255.255.255.252	Gi0/0
PISO-1	10.0.0.0 / 30	10.0.0.1	255.255.255.252	Gi0/0
	10.0.0.4 / 30	10.0.0.5	255.255.255.252	Gi0/1
	10.242.1.0 / 29	10.242.1.1	255.255.255.248	Gi0/2

En las siguientes imágenes, se muestra la configuración de las interfaces con sus respectivas IP asignadas y configuración del enrutamiento dinámico OSPF:

```

Terminal
PISO-1 x
!
!
!
interface GigabitEthernet0/0
description CONEXION CORE-1
ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
media-type rj45
!
interface GigabitEthernet0/1
description CONEXION CORE-2
ip address 10.0.0.5 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
media-type rj45
!
interface GigabitEthernet0/2
ip address 10.242.1.1 255.255.255.248
duplex auto
speed auto
media-type rj45
!
Terminal
PISO-1 x
ip address 10.242.1.1 255.255.255.248
duplex auto
speed auto
media-type rj45
!
interface GigabitEthernet0/3
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
media-type rj45
!
router ospf 1
network 10.0.0.0 0.0.0.3 area 0
network 10.0.0.4 0.0.0.3 area 0
network 10.242.1.0 0.0.0.7 area 0
!

```

Imagen No.40: Configuración de interfaces y enrutamiento dinámico OSPF en router externo PISO-1.

<pre>Terminal C9300L COR... ✘ negotiation auto no cdp enable ! interface GigabitEthernet0/0 description CONEXION A PISO-1 no switchport ip address 10.0.0.2 255.255.255.252 negotiation auto no cdp enable !</pre>	<pre>Terminal C9300L COR... ✘ ! router ospf 1 network 10.0.0.0 0.0.0.3 area 0 network 192.168.10.0 0.0.0.255 area 0 network 192.168.20.0 0.0.0.255 area 0 network 192.168.30.0 0.0.0.255 area 0 network 192.168.40.0 0.0.0.255 area 0 !</pre>
--	---

Imagen No.41: Configuración de interfaces capa 3 y enrutamiento dinámico OSPF en CORE-1.

<pre>Terminal C9300L COR... ✘ negotiation auto ! interface GigabitEthernet0/0 description CONEXION PISO-1 no switchport ip address 10.0.0.6 255.255.255.252 negotiation auto !</pre>	<pre>Terminal C9300L COR... ✘ standby 1 ip 192.168.40.1 ! router ospf 1 network 10.0.0.4 0.0.0.3 area 0 network 192.168.10.0 0.0.0.255 area 0 network 192.168.20.0 0.0.0.255 area 0 network 192.168.30.0 0.0.0.255 area 0 network 192.168.40.0 0.0.0.255 area 0 !</pre>
--	---

Imagen No.42: Configuración de interfaces capa 3 y enrutamiento dinámico OSPF en CORE-2.

En el conmutador capa 3 CISCO 9300L asignados como CORE se realizó configuración de Vlans para simular redes de acceso a los servidores, aplicaciones, etc., dentro del data Center de la empresa REDTELCOM.

En la tabla VI se detallan las redes asignadas a cada una de las VLANs creadas para la simulación.

Tabla VI
Asignación de VLANs.

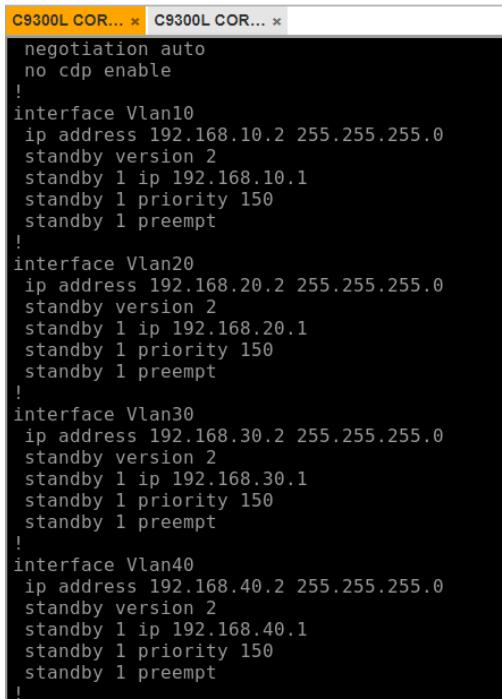
Número de VLAN	Nombre de VLAN	RED
10	Servidores	192.168.10.0 / 24
20	Base de datos	192.168.20.0 / 24
30	Aplicaciones	192.168.30.0 / 24
40	Gestión	192.168.40.0 / 24

En la tabla VII se detallan las IP asignadas a cada uno de los equipos CORE correspondiente a las redes de cada VLANs configurada. Para esto se crearon interfaces VLAN en cada equipo CORE asignándole su respectiva IP.

Tabla VII
Asignación de VLANs a equipos CORE.

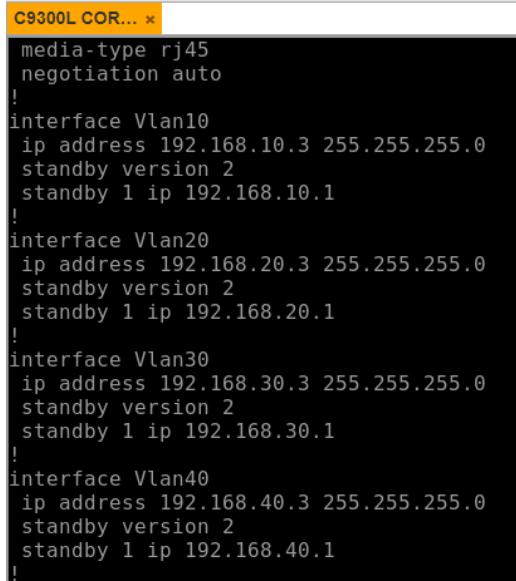
Equipo	Interface VLAN	RED	IP	Máscara de red
CORE-1	10	192.168.10.0 / 24	192.168.10.2	255.255.255.0
	20	192.168.20.0 / 24	192.168.20.2	255.255.255.0
	30	192.168.30.0 / 24	192.168.30.2	255.255.255.0
	40	192.168.40.0 / 24	192.168.40.2	255.255.255.0
CORE-2	10	192.168.10.0 / 24	192.168.10.3	255.255.255.0
	20	192.168.20.0 / 24	192.168.20.3	255.255.255.0
	30	192.168.30.0 / 24	192.168.30.3	255.255.255.0
	40	192.168.40.0 / 24	192.168.40.3	255.255.255.0

En las siguientes imágenes, se muestra la configuración de las interfaces Vlans en cada uno de los equipos CORE.



```
C9300L COR... x C9300L COR... x
negotiation auto
no cdp enable
!
interface Vlan10
ip address 192.168.10.2 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.10.1
standby 1 priority 150
standby 1 preempt
!
interface Vlan20
ip address 192.168.20.2 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.20.1
standby 1 priority 150
standby 1 preempt
!
interface Vlan30
ip address 192.168.30.2 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.30.1
standby 1 priority 150
standby 1 preempt
!
interface Vlan40
ip address 192.168.40.2 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.40.1
standby 1 priority 150
standby 1 preempt
!
```

Imagen No.43: Configuración de interfaces Vlan en CORE-1.

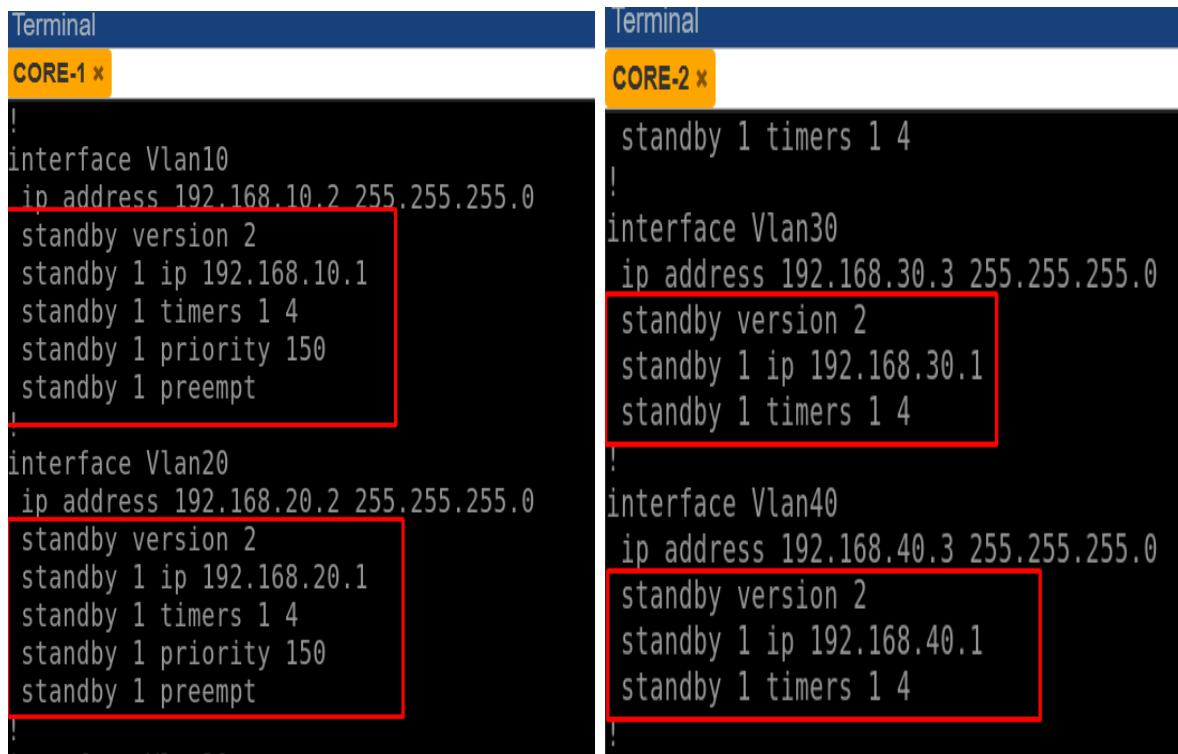


```
C9300L COR... x
media-type rj45
negotiation auto
!
interface Vlan10
ip address 192.168.10.3 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.10.1
!
interface Vlan20
ip address 192.168.20.3 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.20.1
!
interface Vlan30
ip address 192.168.30.3 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.30.1
!
interface Vlan40
ip address 192.168.40.3 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.40.1
!
```

Imagen No.44: Configuración de interfaces Vlan en CORE-2.

En los equipos CORE se realiza configuración de protocolo de alta disponibilidad HSRP para las redes de cada una de las interfaces Vlans creadas donde se asignado como CORE-1 como principal al asignarle una prioridad de 150 y al CORE-2 como respaldo.

En las siguientes imágenes se muestra la configuración del protocolo HSRP en cada uno de los equipos CORE donde se seleccionó al equipo CORE-1 como principal asignándole una prioridad de 150 y al CORE-2 como equipo de respaldo con una prioridad por defecto de 100, también se modificaron los temporizadores para mejorar el tiempo de conmutación al presentarse una falla de 10 a 4 segundos.



```
Terminal
CORE-1 x
!
interface Vlan10
 ip address 192.168.10.2 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.10.1
standby 1 timers 1 4
standby 1 priority 150
standby 1 preempt
!
interface Vlan20
 ip address 192.168.20.2 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.20.1
standby 1 timers 1 4
standby 1 priority 150
standby 1 preempt
!
Terminal
CORE-2 x
standby 1 timers 1 4
!
interface Vlan30
 ip address 192.168.30.3 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.30.1
standby 1 timers 1 4
!
interface Vlan40
 ip address 192.168.40.3 255.255.255.0
standby version 2
standby 1 ip 192.168.40.1
standby 1 timers 1 4
!
```

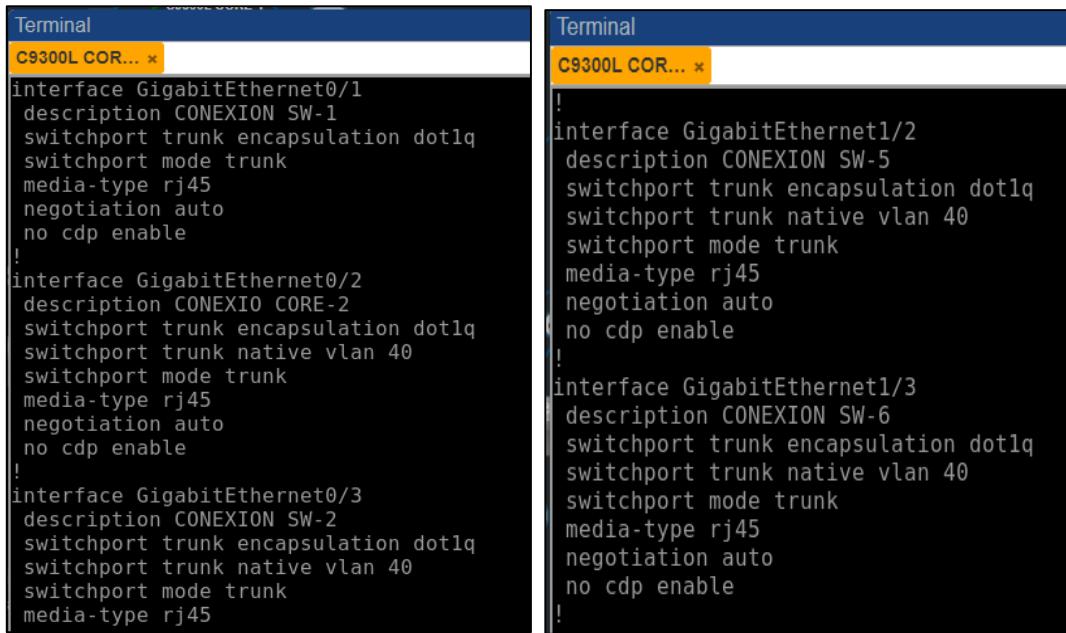
Imagen No.45: Configuración de HSRP en equipos CORE. Donde CORE-1 es el principal.

En los equipos CORE se realiza configuración de las interfaces troncales que se conectan a cada uno de los seis equipos de acceso. En la siguiente tabla se detalla la conexión de los equipos CORE a cada uno de los equipos de acceso.

Tabla VIII
Configuración de interfaces troncales en equipos CORE.

Equipo Core	Interface	Tipo de interface	Interconexión
CORE-1	Gi0/1	Troncal	C9200L-SW-1
CORE-1	Gi0/2	Troncal	C9300L-CORE-2
CORE-1	Gi0/3	Troncal	C9200L-SW-2
CORE-1	Gi1/0	Troncal	C9200L-SW-3
CORE-1	Gi1/1	Troncal	C9200L-SW-4
CORE-1	Gi1/2	Troncal	C9200L-SW-5
CORE-1	Gi1/3	Troncal	C9200L-SW-6
CORE-2	Gi0/1	Troncal	C9200L-SW-1
CORE-2	Gi0/2	Troncal	C9300L-CORE-2
CORE-2	Gi0/3	Troncal	C9200L-SW-2
CORE-2	Gi1/0	Troncal	C9200L-SW-3
CORE-2	Gi1/1	Troncal	C9200L-SW-4
CORE-2	Gi1/2	Troncal	C9200L-SW-5
CORE-2	Gi1/3	Troncal	C9200L-SW-6

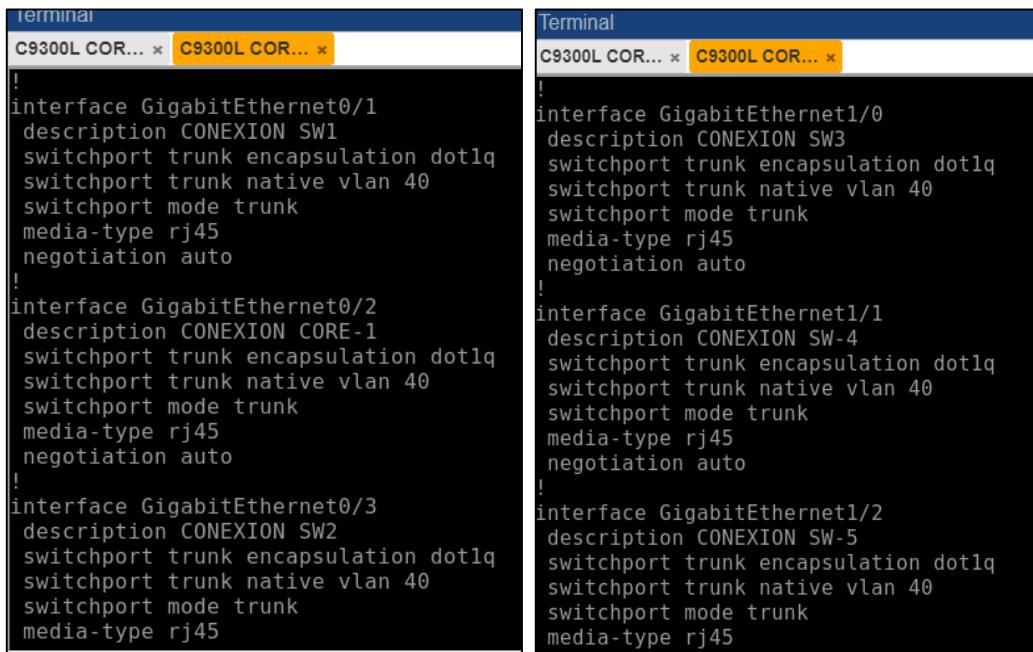
En las siguientes imágenes se muestra la configuración de las interfaces troncales entre los equipos CORE y los seis equipos de acceso:



```
Terminal
C9300L COR... x
interface GigabitEthernet0/1
description CONEXION SW-1
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
media-type rj45
negotiation auto
no cdp enable
!
interface GigabitEthernet0/2
description CONEXION CORE-2
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45
negotiation auto
no cdp enable
!
interface GigabitEthernet0/3
description CONEXION SW-2
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45

Terminal
C9300L COR... x
!
interface GigabitEthernet1/2
description CONEXION SW-5
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45
negotiation auto
no cdp enable
!
interface GigabitEthernet1/3
description CONEXION SW-6
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45
negotiation auto
no cdp enable
!
```

Imagen No.46: Configuración de interfaces troncales hacia equipos de acceso y CORE-2 en equipo CORE-1.



```
Terminal
C9300L COR... x C9300L COR... x
!
interface GigabitEthernet0/1
description CONEXION SW1
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet0/2
description CONEXION CORE-1
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet0/3
description CONEXION SW2
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45

Terminal
C9300L COR... x C9300L COR... x
!
interface GigabitEthernet1/0
description CONEXION SW3
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet1/1
description CONEXION SW-4
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet1/2
description CONEXION SW-5
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
media-type rj45
```

Imagen No.47: Configuración de interfaces troncales hacia equipos de acceso y CORE-2 en equipo CORE-2.

En los equipos acceso se realiza configuración de las interfaces troncales que se conectan a los equipos CORE, interfaces de acceso con la Vlan correspondiente a cada segmento de red asignado para la conexión de los equipos finales y configuración de IP de gestión de cada equipo.

En las siguientes tablas se indican las correspondientes asignaciones por equipo de acceso.

Tablas IX

Configuración de interfaces troncales en equipos de Acceso.

Equipo de acceso	Interface	Tipo de interface	Interconexión
C9200L-SW-1	E0/0	Troncal	C9300L-CORE-1
C9200L-SW-1	E0/1	Troncal	C9300L-CORE-2
C9200L-SW-1	E0/2	Acceso	Server-1
C9200L-SW-2	E0/0	Troncal	C9300L-CORE-1
C9200L-SW-2	E0/1	Troncal	C9300L-CORE-2
C9200L-SW-2	E0/2	Acceso	Server-2
C9200L-SW-3	E0/0	Troncal	C9300L-CORE-1
C9200L-SW-3	E0/1	Troncal	C9300L-CORE-2
C9200L-SW-3	E0/2	Acceso	Server-3
C9200L-SW-4	E0/0	Troncal	C9300L-CORE-1
C9200L-SW-4	E0/1	Troncal	C9300L-CORE-2
C9200L-SW-4	E0/2	Acceso	Server-4
C9200L-SW-5	E0/0	Troncal	C9300L-CORE-1
C9200L-SW-5	E0/1	Troncal	C9300L-CORE-2
C9200L-SW-5	E0/2	Acceso	Server-5
C9200L-SW-6	E0/0	Troncal	C9300L-CORE-1
C9200L-SW-6	E0/1	Troncal	C9300L-CORE-2
C9200L-SW-6	E0/2	Acceso	Server-6

Equipo de acceso	IP Gestión	Máscara de red	Puerta de enlace
C9200L-SW-1	192.168.40.4	255.255.255.0	192.168.40.1
C9200L-SW-2	192.168.40.5	255.255.255.0	192.168.40.1
C9200L-SW-3	192.168.40.6	255.255.255.0	192.168.40.1
C9200L-SW-4	192.168.40.7	255.255.255.0	192.168.40.1
C9200L-SW-5	192.168.40.8	255.255.255.0	192.168.40.1
C9200L-SW-6	192.168.40.9	255.255.255.0	192.168.40.1

En las siguientes imágenes se muestra la configuración de las interfaces e IP de gestión de los equipos de acceso:

```
Terminal
C9200L SW-1 ×
!
!
interface Ethernet0/0
description CONEXION CORE-1
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
duplex auto
!
interface Ethernet0/1
description CONEXION CORE-2
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
duplex auto
!
interface Ethernet0/2
description CONEXION SERVIDOR
switchport access vlan 10
switchport mode access
duplex auto
!
```

```
Terminal
C9200L SW-1 ×
interface Ethernet7/3
duplex auto
!
interface Vlan40
ip address 192.168.40.4 255.255.255.0
!
ip default-gateway 192.168.40.1
!
```

```
Terminal
C9200L SW-2 ×
!
!
interface Ethernet0/0
description CONEXION CORE-1
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
duplex auto
!
interface Ethernet0/1
description CONEXION CORE-2
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 40
switchport mode trunk
duplex auto
!
interface Ethernet0/2
description CONEXION SERVER-2
switchport access vlan 20
switchport mode access
duplex auto
!
```

```
Terminal
C9200L SW-2 ×
interface Ethernet4/3
duplex auto
!
interface Vlan40
ip address 192.168.40.5 255.255.255.0
!
ip default-gateway 192.168.40.1
!
```

Imagen No.48: Configuración de interfaces e IP de gestión en equipo de acceso C9200L-1 y C9200L-2. Esta configuración se repite en los demás equipos de acceso.

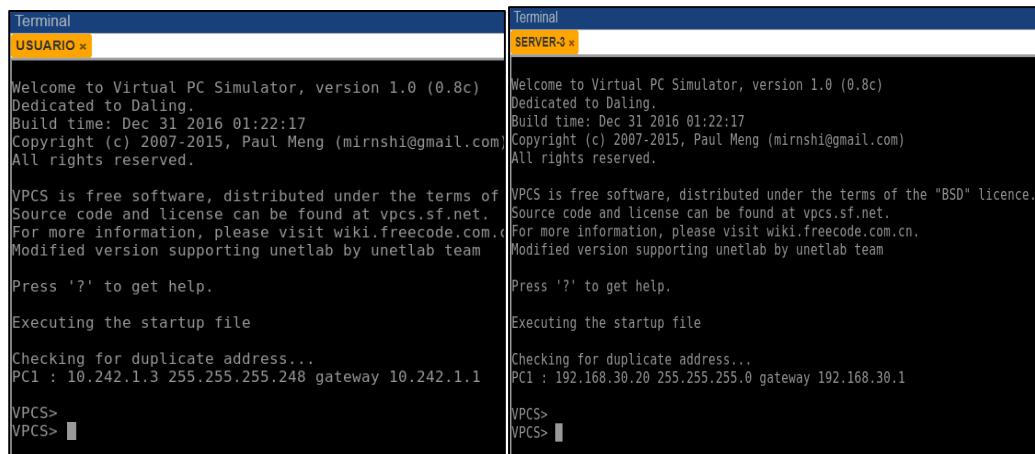
En los equipos finales (servidores y usuario) se realizó configuración de IP estática de los segmentos de red creados en la topología.

En la siguiente tabla se observa el detalle de IP asignada a cada equipo:

Tablas X
Configuración Equipos finales.

Equipo final	IP Gestión	Máscara de red	Puerta de enlace	VLAN
Usuario	10.242.1.3	255.255.255.248	10.242.1.1	-
Server-1	192.168.10.20	255.255.255.0	192.168.10.1	10
Server-2	192.168.20.20	255.255.255.0	192.168.20.1	20
Server-3	192.168.30.20	255.255.255.0	192.168.30.1	30
Server-4	192.168.10.21	255.255.255.0	192.168.10.1	10
Server-5	192.168.30.21	255.255.255.0	192.168.30.1	30
Server-6	192.168.20.21	255.255.255.0	192.168.20.1	20

En las imágenes se detalla la configuración de IP estática en los equipos de acceso finales.



```
Terminal
USUARIO x
Welcome to Virtual PC Simulator, version 1.0 (0.8c)
Dedicated to Daling.
Build time: Dec 31 2016 01:22:17
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.
Modified version supporting unetlab by unetlab team

Press '?' to get help.
Executing the startup file
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.242.1.3 255.255.255.248 gateway 10.242.1.1
VPCS>
VPCS>
```

```
Terminal
SERVER-3 x
Welcome to Virtual PC Simulator, version 1.0 (0.8c)
Dedicated to Daling.
Build time: Dec 31 2016 01:22:17
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.
Modified version supporting unetlab by unetlab team

Press '?' to get help.
Executing the startup file
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.30.20 255.255.255.0 gateway 192.168.30.1
VPCS>
VPCS>
```

```

SERVER-2 x
Welcome to Virtual PC Simulator, version 1.0 (0.8c)
Dedicated to Daling.
Build time: Dec 31 2016 01:22:17
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.
Modified version supporting unetlab by unetlab team

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Checking for duplicate address...
PCI : 192.168.20.20 255.255.255.0 gateway 192.168.20.1

VPCS> ■

Terminal
SERVER-1 x
Welcome to Virtual PC Simulator, version 1.0 (0.8c)
Dedicated to Daling.
Build time: Dec 31 2016 01:22:17
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.
Modified version supporting unetlab by unetlab team

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Checking for duplicate address...
PCI : 192.168.10.20 255.255.255.0 gateway 192.168.10.1

VPCS> ■

```

Imagen No.49: Configuración de IP en equipos de acceso final.

4.5.2.3 Demostración de funcionalidad del protocolo de alta disponibilidad.

- ❖ **Primera actividad:** Demostración a través de línea de comando con el comando `show ip protocols` de la funcionalidad del protocolo de enrutamiento dinámico OSPF.

```

C9300L COR... x
CORE-1#show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***

Routing Protocol is "application"
  Sending updates every 0 seconds
  Invalid after 0 seconds, hold down 0, flushed after 0
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Maximum path: 32
  Routing for Networks:
    Routing Information Sources:
      Gateway          Distance      Last Update
      Distance: (default is 4)

Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 192.168.40.2
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    10.0.0.0 0.0.0.3 area 0
    192.168.10.0 0.0.0.255 area 0
    192.168.20.0 0.0.0.255 area 0
    192.168.30.0 0.0.0.255 area 0
    192.168.40.0 0.0.0.255 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway          Distance      Last Update
    10.242.1.1      110          00:05:46
    Distance: (default is 110)

CORE-1#■

```

Imagen No.50: Aplicación de comando “`show ip protocols`” en el CORE-1 para comprobar que el protocolo OSPF está configurado y en producción.

```
C9300L COR... x PISO-1 x

R-PISO-1#sh ip ro
R-PISO-1#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      a - application route
      + - replicated route, % - next hop override, p - overrides from Pfr

Gateway of last resort is not set

  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 3 masks
C    10.0.0.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    10.0.0.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C    10.0.0.4/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    10.0.0.5/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
C    10.242.1.0/29 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L    10.242.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
O    192.168.10.0/24 [110/2] via 10.0.0.6, 00:01:21, GigabitEthernet0/1
O    192.168.20.0/24 [110/2] via 10.0.0.6, 00:01:21, GigabitEthernet0/1
O    192.168.30.0/24 [110/2] via 10.0.0.6, 00:01:21, GigabitEthernet0/1
O    192.168.40.0/24 [110/2] via 10.0.0.6, 00:01:21, GigabitEthernet0/1
R-PISO-1#
```

Imagen No.51: Aplicación de comando “show ip route” en el router externos Piso-1 para comprobar que está aprendiendo las tablas de rutas por medio del protocolo OSPF configurado.

❖ **Segunda actividad:** Demostración a través de consola con el comando ping, demostrando conectividad entre las PC simulados como equipos finales.

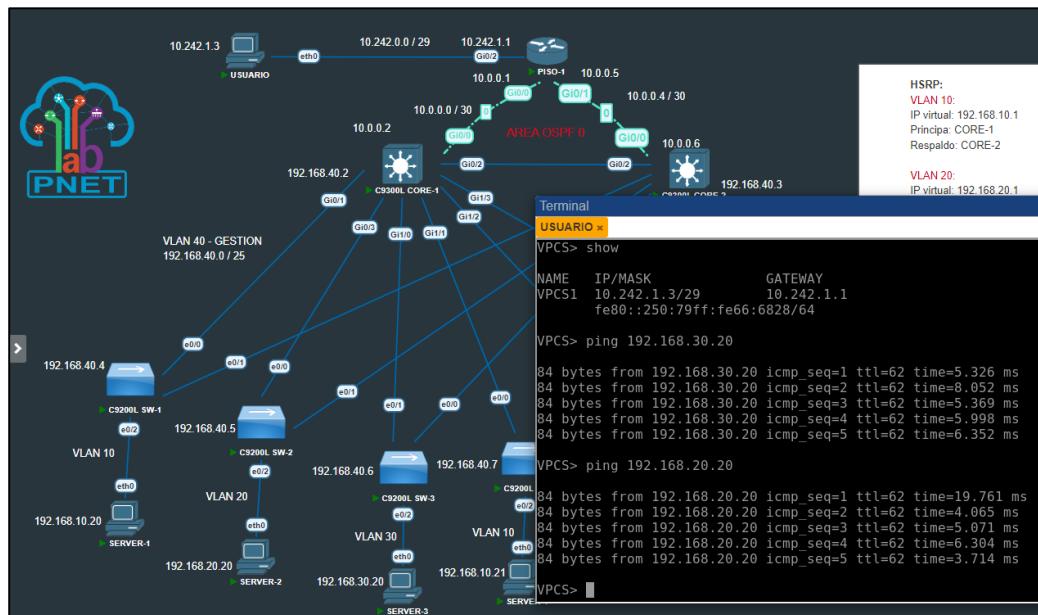


Imagen No.52: Prueba del protocolo ICMP que confirma entrega satisfactoria de paquetes desde la PC externa (Usuario) a las PC del Data Center (Server-2 y Server-3).

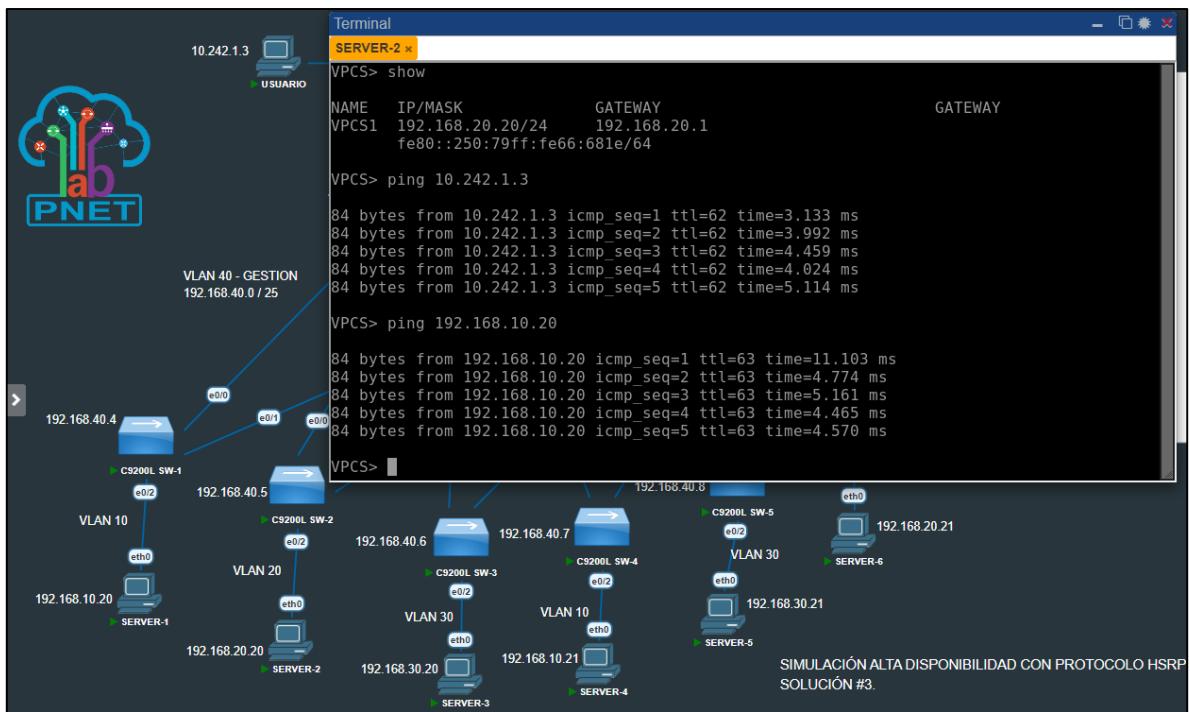


Imagen No.53: Prueba del protocolo ICMP que confirma entrega satisfactoria de paquetes desde la PC Server-1 (Usuario) hacia las PC – Usuario (externa) y Server-1.

- ❖ **Tercera actividad:** Demostración a través de consola con el comando “show standby” para comprobar que el protocolo HSRP está configurado correctamente.

```
C9300L COR... ✘ C9300L COR... ✘
CORE-1#sho standby brief
      P indicates configured to preempt.
      |
Interface  Grp  Pri  P  State   Active      Standby      Virtual IP
VL10       1    150  P  Active   local      192.168.10.3  192.168.10.1
VL20       1    150  P  Active   local      192.168.20.3  192.168.20.1
VL30       1    150  P  Active   local      192.168.30.3  192.168.30.1
VL40       1    150  P  Active   local      192.168.40.3  192.168.40.1
CORE-1#
```

CORE-1 C93... x

```
CORE-1#sh stan
CORE-1#sh standby
Vlan10 - Group 1 (version 2)
  State is Active
    2 state changes, last state change 00:01:30
    Virtual IP address is 192.168.10.1
    Active virtual MAC address is 0000.0c9f.f001 (MAC In Use)
      Local virtual MAC address is 0000.0c9f.f001 (v2 default)
    Hello time 1 sec, hold time 4 sec
      Next hello sent in 0.768 secs
    Preemption enabled
    Active router is local
    Standby router is 192.168.10.3, priority 100 (expires in 4.592 sec)
    Priority 150 (configured 150)
    Group name is "hsrp-Vl10-1" (default)
Vlan20 - Group 1 (version 2)
  State is Active
    2 state changes, last state change 00:01:29
    Virtual IP address is 192.168.20.1
    Active virtual MAC address is 0000.0c9f.f001 (MAC In Use)
      Local virtual MAC address is 0000.0c9f.f001 (v2 default)
    Hello time 1 sec, hold time 4 sec
      Next hello sent in 0.688 secs
    Preemption enabled
    Active router is local
    Standby router is 192.168.20.3, priority 100 (expires in 3.472 sec)
    Priority 150 (configured 150)
    Group name is "hsrp-Vl20-1" (default)
```

Imagen No.54: Aplicación de comandos “show standby – show standby brief” en CORE-1 donde se confirmar que el protocolo HSRP está activo y el CORE-1 es el principal.

CORE-2 C93... x

```
State is Standby
  1 state change, last state change 00:02:56
Virtual IP address is 192.168.30.1
Active virtual MAC address is 0000.0c9f.f001 (MAC Not In Use)
  Local virtual MAC address is 0000.0c9f.f001 (v2 default)
Hello time 1 sec, hold time 4 sec
  Next hello sent in 0.480 secs
Preemption disabled
Active router is 192.168.30.2, priority 150 (expires in 4.080 sec)
  MAC address is 5049.d500.801e
Standby router is local
Priority 100 (default 100)
Group name is "hsrp-Vl30-1" (default)
Vlan40 - Group 1 (version 2)
State is Standby
  1 state change, last state change 00:02:56
Virtual IP address is 192.168.40.1
Active virtual MAC address is 0000.0c9f.f001 (MAC Not In Use)
  Local virtual MAC address is 0000.0c9f.f001 (v2 default)
Hello time 1 sec, hold time 4 sec
  Next hello sent in 0.928 secs
Preemption disabled
Active router is 192.168.40.2, priority 150 (expires in 3.616 sec)
  MAC address is 5049.d500.8028
Standby router is local
Priority 100 (default 100)
Group name is "hsrp-Vl40-1" (default)
```

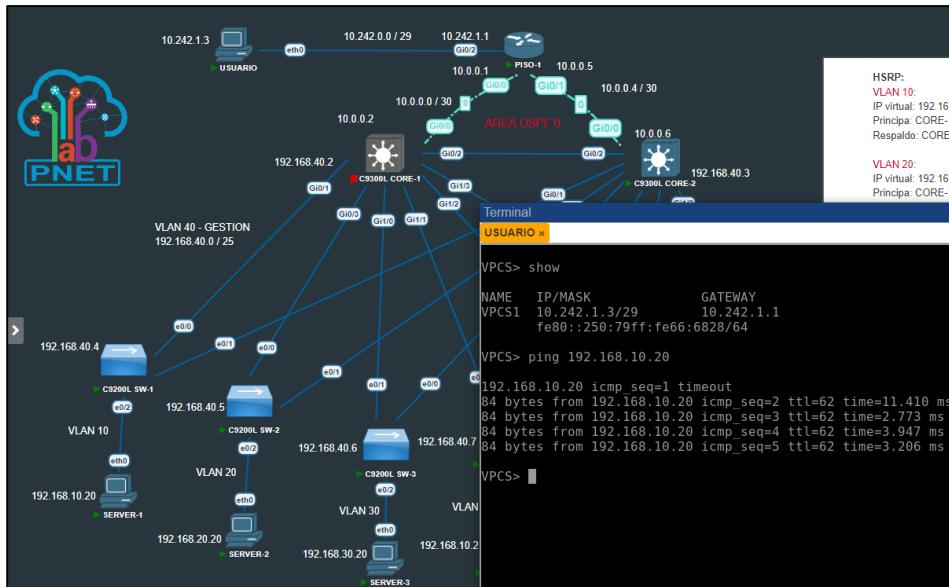
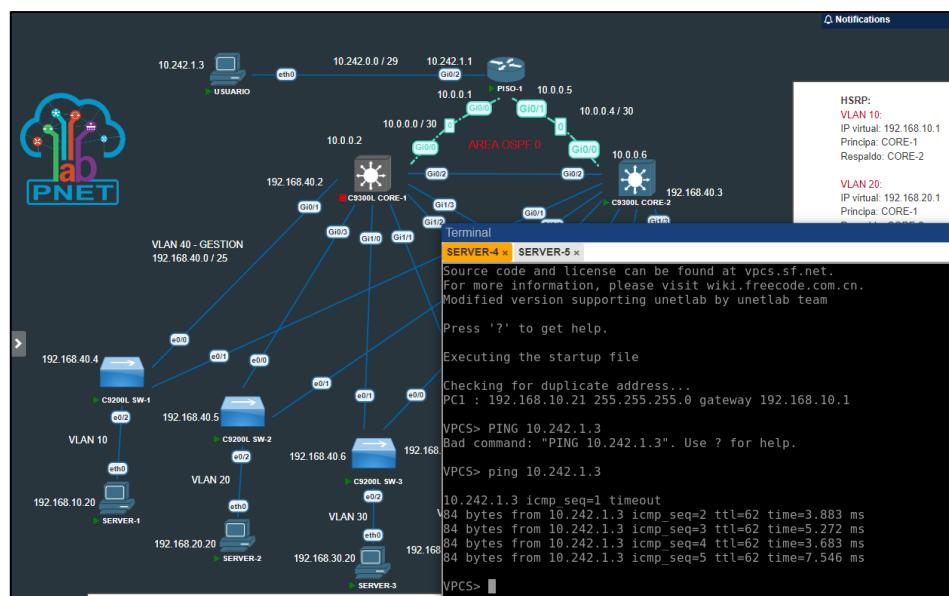
C9300L COR... x

```
CORE-2# show standby brief
          P indicates configured to preempt.
          |
Interface  Grp  Pri P State   Active      Standby      Virtual IP
Vl10       1    100  Standby 192.168.10.2  local        192.168.10.1
Vl20       1    100  Standby 192.168.20.2  local        192.168.20.1
Vl30       1    100  Standby 192.168.30.2  local        192.168.30.1
Vl40       1    100  Standby 192.168.40.2  local        192.168.40.1
CORE-2# exit
```

Imagen No.55: Se observa aplicación de comandos “show standby – show standby brief” en CORE-2 donde se confirmar que el protocolo HSRP está activo y el CORE-2 es el respaldo.

❖ **Cuarta actividad:** Demostración de funcionalidad alta disponibilidad utilizando el protocolo HSRP.

Se observa correcto funcionamiento de HSRP donde se procede apagar equipo CORE-1 y el equipo CORE-2 asume funciones garantizando alta disponibilidad ante cualquier falla en CORE-1. Se observa que a pesar de estar apagado CORE-1 se tiene conexión entre las PC Server-4 con PC Usuario y viceversa. Pérdida de paquete es al momento de la comutación del principal con el respaldo.



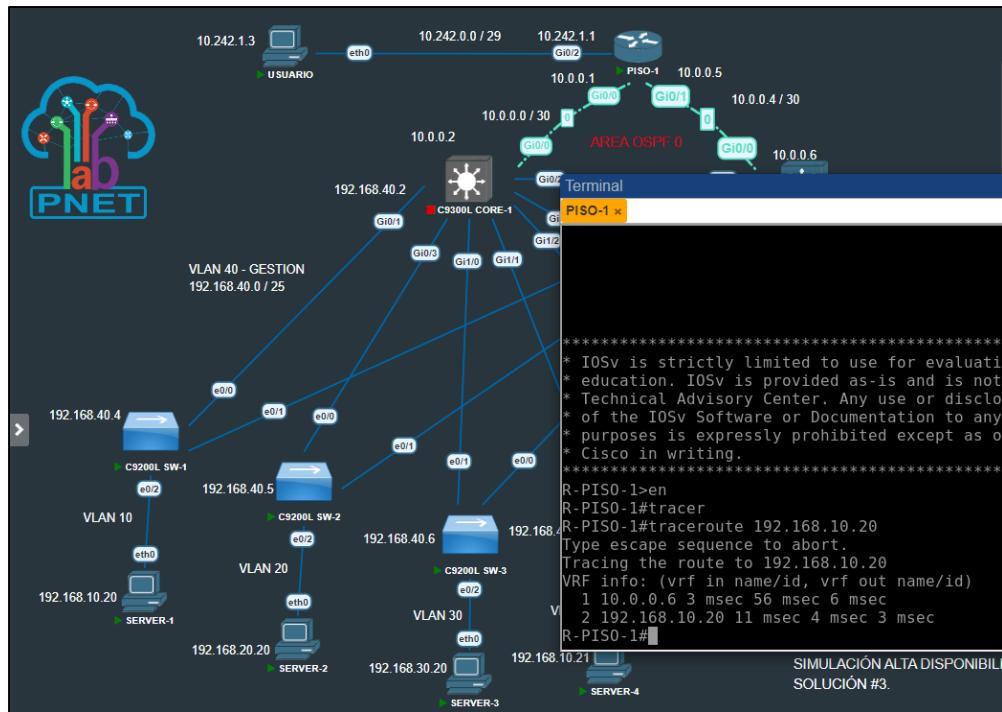


Imagen No.56: Se confirma correcto funcionamiento de alta disponibilidad por medio del protocolo HSRP donde al apagar el equipo CORE1 el equipo CORE2 toma el control y se continua garantizando la comunicacion entre la PC-Usuario y los servidores del centro de datos.

CAPITULO V

Detalle de costos por cada propuesta de solución de equipo CORE planteada para el Centro de Datos y plan de trabajo para actualización y migración.

CAPITULO V.

5 Costos por compra directa.

La inversión del capital (CAPEX), por sus siglas en inglés se pone en práctica cuando una empresa o negocio invierte en la compra de un activo. Igualmente se toman en cuenta los costos relacionados con la instalación y aprovisionamiento del cliente, puesto que se agrega costos por instalación y configuración de los equipos de comunicación.

Los costos de operación u Operation Expenses (OPEX) por sus siglas en inglés se deben de evaluar con distintos escenarios para conocer algún imprevisto y tener los márgenes de operatividad, en nuestros datos tomaremos en cuenta los principales costos y gastos más usuales que implica tener una optimización en la operatividad y gestión de la red. Se tomará en cuenta el precio de instalación, configuración y soporte para las soluciones propuestas.

De acuerdo con las soluciones planteadas en capítulo anterior, se indican los costos del proyecto llave en mano para la empresa lo que implica adquisición de electrónica de red como los equipos Core, equipos de acceso (ToR), cables de fo (patchcord), Cableado estructurado, instalación y configuración, entre otros que permitirán garantizar la alta disponibilidad en el equipo Core del centro de datos de la empresa.

En un primer plano se detallan los costos de las tres soluciones planteadas (equipos CISCO NEXUS, ARUBA, CISCO 9300L) como compra directa:

Tablas XI

Detalle de costos por compra directa solución con equipos CISCO NEXUS.

COMPRA DIRECTA CON CISCO					
ITEM	EQUIPOS/CABLEADO	DESCRIPCION	CANTIDAD (UND)	COSTOS UNI	COSTO TOTAL
1	Switch CORE	Conmutador Nexus 9000 Modelo N9K-C9332C	2,00	\$15.683,19	\$31.366,38
		Licenciamiento Datacenter Network Essentials, Suscripción durante 3 años	2,00	\$8.214,94	\$16.429,88
		Soporte 24x7x4 - Partner Support Services - 3 años	2,00	\$4.337,40	\$8.674,80
2	ToR acceso	Conmutador Nexus 9000 Modelo N9K-C93108TC-FX3P	6,00	\$10.472,21	\$62.833,26
		Soporte 24x7x4 - Partner Support Services - 3 años	6,00	\$2.938,85	\$17.633,10
3	Cables de FO	Cables Twinax 100G de 1M para conexión entre COR	2,00	\$134,82	\$269,64
		Cables Twinax 100G de 30 M para conexión entre CORE y ToR	12,00	\$994,20	\$11.930,40
4	Cableado estructurado	Implementación de conexiones y cableado estructurado en FO y CAT6A	1,00	\$8.309,77	\$8.309,77
5	Implementación	Servicio de instalación, implementación y configuración	1,00	\$14.906,30	\$14.906,30
6	Soporte	Soporte y Asistencia técnica con SLA 24*7*24	1,00	\$0,00	\$0,00
TOTAL					
\$65.991,68					
\$172.353,53					

Tablas XII

Detalle de costos por compra directa solución con equipos ARUBA.

COMPRA DIRECTA CON ARUBA					
ITEM	EQUIPOS/CABLEADO	DESCRIPCION	CANTIDAD (UND)	COSTOS UNI	COSTO TOTAL
1	Switch CORE	Aruba 8360-32V4C v2 FB 3F 2AC Bundle	2,00	\$28.226,82	\$56.453,64
2	ToR acceso	Aruba 6300F 48G 4SF956 Switch	6,00	\$6.180,00	\$37.080,00
3	Implementación	Implementación del proyecto Switches Core /ToR / Aruba	1,00	\$10.000,00	\$10.000,00
4	Cableado estructurado	Implementación de conexiones y cableado estructurado en CAT6A	1,00	\$7.000,00	\$7.000,00
5	Curso	Curso oficial de Aruba Center HPE Aruba WW Education Tech Training SVC	1,00	\$1.800,00	\$1.800,00
6	Soporte	Soporte y Asistencia técnica. Mantenimiento y Actualización Anual Firmware/ex OS	1,00	\$3.800,00	\$3.800,00
		TOTAL		\$57.006,82	\$116.133,64

Tablas XIII

Detalle de costos por compra directa solución con equipos CISCO C9300L.

COMPRA DIRECTA CON CISCO C9300L					
ITEM	EQUIPOS/CABLEADO	DESCRIPCION	CANTIDAD (UND)	COSTOS UNI	COSTO TOTAL
1	Switch CORE	Cisco Catalyst 9300L - 48 Puertos 10/100/1000 RJ-45	2,00	\$4.075,57	\$8.151,14
2	ToR acceso	Cisco Catalyst 9200L - 48 Puertos 10/100/1000 RJ-45.	6,00	\$2.051,00	\$12.306,00
3	Implementación	Servicio de instalación, implementación y configuración	1,00	\$4.000,00	\$4.000,00
4	Cableado estructurado	Implementación de conexiones y cableado estructurado en FO y CAT6A	1,00	\$6.000,00	\$6.000,00
5	Curso	Transferencia de conocimiento	1,00	\$0,00	\$0,00
6	Soporte	Soporte y Asistencia técnica con SLA 24*7*24	1,00	\$1.500,00	\$1.500,00
			TOTAL	\$17.626,57	\$31.957,14

5.1 Costos por modalidad servicio.

En un segundo plano, se detallan los costos de las tres soluciones planteadas (Equipos CISCO NEXUS, ARUBA, CISCO 9300L) como servicio:

Tablas XIV: Detalle de costos por modalidad servicio de solución con equipos CISCO NEXUS.

AS A SERVICES A 3 AÑOS CISCO						
ITEM	EQUIPOS/CABLEADO	DESCRIPCION	CANTIDAD (UND)	PLAZO (MESES)	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL
1	Switch CORE	Comutador Nexus 9000 Modelo N9K-C9332C	2,00	36,00	\$ 1.780,01	\$ 64.080,36
		Data Center Networking Essentials Term N9300 XF, 5Y				
		PRTNR SUP 24X7X4 Nexus 9K ACI NX-OS Spine, 32p 40/100G				
		100GBASE-CR4 Passive Copper Cable, 1m				
2	ToR acceso	Comutador Nexus 9000 Modelo N9K-C93108TC-FX3P	6,00	36,00	\$ 1.941,10	\$ 69.879,60
		PRTNR SUP 24X7X4 Limited orderable, 48x mgig 100M/1/2.5/5				
		100GBASE QSFP Active Optical Cable, 30m				
3	Adaptadores	QSFP to SFP10G adapter	12,00	36,00	\$ 132,00	\$ 4.752,00
		1000BASE-SX SFP transceiver module, MMF, 850nm, DOM				
		10GBASE-SR SFP Module, Enterprise-Class				
4	Implementación	Servicio de instalación, implementación y configuración 1. Instalación y configuración avanzada de equipos Cisco 2. Planeación y ejecución del proyecto 3. Mantenimiento lógico preventivo y atención RMA 4. Transferencia de conocimiento	1,00	36,00	\$ 377,26	\$ 13.581,36

TOTAL	\$4.230,37	\$152.293,32
--------------	-------------------	---------------------

AS A SERVICES A 3 AÑOS CISCO (PAGO UNICO)						
ITEM	EQUIPOS/CABLEADO	DESCRIPCION	CANTIDAD (UND)	PLAZO (MESES)	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL
1	Cableado estructurado	Implementación de conexiones y cableado estructurado en FO y CAT6A	1,00	1,00	\$ 8.309,77	\$ 8.309,77
					TOTAL	\$12.917,40
					\$160.603,09	

Tablas XV

Detalle de costos por modalidad servicio solución con equipos ARUBA.

AS A SERVICES A 3 AÑOS						
ITEM	EQUIPOS/CABLEADO	DESCRIPCION	CANTIDAD (UND)	PLAZO (MESES)	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL
1	Switch CORE	Aruba 8360-32V4C v2 FB 3F 2AC Bundle	2,00	36,00	\$1.809,27	\$65.133,72
2	ToR acceso	Aruba 6300F 48G 4SF956 Switch	6,00	36,00	\$198,10	\$7.131,60
3	Soporte	Soporte y Asistencia técnica. Mantenimiento y Actualización Anual Firmware/ex OS	1,00	36,00	\$0,00	\$0,00
					TOTAL	\$2.007,37
					\$72.265,32	

AS A SERVICES A 3 AÑOS (PAGO UNICO)						
ITEM	EQUIPOS/CABLEADO	DESCRIPCION	CANTIDAD (UND)	PLAZO (MESES)	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL
1	Implementación	Implementación del proyecto Switches Core /ToR / Aruba	1,00	1,00	\$10.000,00	\$10.000,00
2	Cableado estructurado	Implementación de conexiones y cableado estructurado en FO y CAT6A	1,00	1,00	\$9.200,00	\$9.200,00
3	Curso	Curso oficial de Aruba Center HPE Aruba WW Education Tech Training SVC	1,00	1,00	\$3.600,00	\$3.600,00

TOTAL	\$22.800,00	\$22.800,00
--------------	--------------------	--------------------

Tablas XVI

Detalle de costos por modalidad servicio solución con equipos CISCO C9300L.

AS A SERVICES A 3 AÑOS						
ITEM	EQUIPOS/CABLEADO	DESCRIPCION	CANTIDAD (UND)	PLAZO (MESES)	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL
1	Switch CORE	Cisco Catalyst 9300L - 48 Puertos 10/100/1000 RJ-45	2,00	36,00	\$400,00	\$14.400,00
2	ToR acceso	Cisco Catalyst 9200L - 48 Puertos 10/100/1000 RJ-45.	6,00	36,00	\$300,00	\$10.800,00
3	Implementación	Servicio de instalación, implementación y configuración 1. Instalación y configuración avanzada de equipos Cisco 2. Planeación y ejecución del proyecto 3. Mantenimiento lógico preventivo y atención RMA 4. Transferencia de conocimiento	1,00	36,00	\$150,00	\$5.400,00

TOTAL	\$850,00	\$30.600,00
--------------	-----------------	--------------------

AS A SERVICES A 3 AÑOS (PAGO UNICO)						
ITEM	EQUIPOS/CABLEADO	DESCRIPCION	CANTIDAD (UND)	PLAZO (MESES)	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL
1	Cableado estructurado	Implementación de conexiones y cableado estructurado en FO y CAT6A	1,00	1,00	\$6.000,00	\$6.000,00
				TOTAL	\$6.000,00	\$6.000,00

5.2 Costo beneficios de las soluciones propuestas.

Para demostrar la viabilidad financiera del proyecto se detallan diferentes tipos de casos de ingresos como de egresos, también se estima un aproximado en pérdidas potenciales para la empresa por una posible caída del equipo CORE con un tiempo de recuperación mínimo de 10 días, posterior se elabora un flujo proyectado para encontrar el costo beneficio indicando que, en un tiempo determinado sea en meses o en años para que la empresa consiga un 100% de retorno con la tasa de descuento deseada.

Tabla XVII
Proyección de ingresos de la empresa.

Escenario	Ingreso Diario.	Ingreso Mensual.	Ingreso Total Anual.
Optimista	\$800.00	\$24,800.00	\$297,600.00
Realista	\$600.00	\$18,600.00	\$223,200.00
Pesimista	\$400.00	\$12,400.00	\$148,800.00

Una vez se cuente con los costos del proyecto se tendrá que evaluar que tan atractiva es la inversión en el tiempo para la empresa, lo cual se podrá ver su rendimiento con respecto al tiempo se recuperará la inversión inicial, para este caso se utiliza una tasa de rendimiento de inversión de 12%, típica para este tipo de proyectos.

Para que este proyecto sea rentable el Valor Actual Neto (VAN) debe de ser mayor que cero, esto indicará que, a un plazo estimado sea el caso a 3 años, se podrá recuperar la inversión que ha puesto a trabajar el proyecto y se tendrá más beneficio que si dicha inversión se hubiese puesto en renta fija mínimo 12%, lo cual indica el nivel de rentabilidad del proyecto en esos 3 años.

En el año 0 se ubica todos los desembolsos para llevar el proyecto, incluyendo todos los costos de adquisición de equipos, instalación, implementación y mantenimiento de las soluciones propuestas.

Mediante utilización de fórmulas predeterminadas en hojas de cálculo de herramienta Excel permite calcular estos parámetros financieros. Se realizó el cálculo con las diferentes opciones (3 en total) de las inversiones planteadas en este documento.

En este caso se muestra que con la primera opción (equipos NEXUS), el costo de inversión inicial según la inversión de compra directa de la solución No.1 es de \$ 172,353.33, en telecomunicaciones se utiliza un costo de oportunidad de capital del 12%, se toma el dato realista de ingresos de la empresa de \$223,200.00 y se calcula un crecimiento en las ganancias del 10% anual, así mismo se asigna que los egresos serán de un 60% respecto de los ingresos, calculando este porcentaje por el costo inicial más la suma del mismo se obtiene un valor presente de **\$ 62,544.54**, exigiendo un rendimiento del 12%, esta inversión lo supera significativamente, dejando un tasa de retorno del 31% y un índice de rentabilidad costo / beneficio del 1.36%, en esta relación económica entre el valor presente de los ingresos y egresos durante el período de los 3 años proyectados.

Tabla XVIII
Cálculo costo/beneficio compra directa equipos NEXUS.

Datos	Inversión inicial	\$ 172.353,33
	Plazo (años)	3
	Tasa de rendimiento.	12%

Período	Ingresos	Egresos	Flujo de efectivo Neto	Valor Presente
0			-\$ 172.353,33	-\$ 172.353,33
1	\$223.200,00	\$133.920,00	\$89.280,00	\$ 79.714,29
2	\$245.520,00	\$147.312,00	\$98.208,00	\$ 78.290,82
3	\$270.072,00	\$162.043,20	\$108.028,80	\$ 76.892,77

Valor presente de la suma de flujos actualizados	\$ 234.897,87
Valor presente neto (VAN)	\$ 62.544,54
Tasa interna de retorno (TIR)	31%
Indice de rentabilidad o razón costo/beneficio	1,36

Detalle de cálculo costo/beneficio a compra en modo servicio de equipos NEXUS.

Tabla XIX

Cálculo costo/beneficio comprar a modo servicio equipos NEXUS.

Datos	Inversión inicial.	\$ 160.603,09
	Plazo (años).	3
	Tasa de rendimiento.	12%

Periodo	Ingresos	Egresos	Flujo de efectivo Neto	Valor Presente
0			-\$ 160.603,09	-\$ 160.603,09
1	\$223.200,00	\$133.920,00	\$89.280,00	\$ 79.714,29
2	\$245.520,00	\$147.312,00	\$98.208,00	\$ 78.290,82
3	\$270.072,00	\$162.043,20	\$108.028,80	\$ 76.892,77

Valor presente de la suma de flujos actualizados	\$ 234.897,87
Valor presente neto (VAN)	\$ 74.294,78
Tasa interna de retorno (TIR)	36%
Indice de rentabilidad o razón costo/beneficio	1,46

Igualmente se detallan tablas costo/beneficio de las demás soluciones planteadas en este documento en formato compra directa y a modo servicio.

Tabla XX

Cálculo costo/beneficio compra directa equipos ARUBA.

Datos	Inversión inicial.	\$ 116.133,64
	Plazo (años).	3
	Tasa de rendimiento.	12%

Periodo	Ingresos	Egresos	Flujo de efectivo Neto	Valor Presente
0			-\$ 116.133,64	-\$ 116.133,64
1	\$223.200,00	\$133.920,00	\$89.280,00	\$ 79.714,29
2	\$245.520,00	\$147.312,00	\$98.208,00	\$ 78.290,82
3	\$270.072,00	\$162.043,20	\$108.028,80	\$ 76.892,77

Valor presente de la suma de flujos actualizados	\$ 234.897,87
Valor presente neto (VAN)	\$ 118.764,23
Tasa interna de retorno (TIR)	63%
Indice de rentabilidad o razón costo/beneficio	2,02

Tabla XXI

Cálculo costo/beneficio comprar a modo servicio equipos ARUBA.

Datos	Inversión inicial.	\$ 95.065,32
	Plazo (años).	3
	Tasa de rendimiento.	12%

Periodo	Ingresos	Egresos	Flujo de efectivo Neto	Valor Presente
0			-\$ 95.065,32	-\$ 95.065,32
1	\$223.200,00	\$133.920,00	\$89.280,00	\$ 79.714,29
2	\$245.520,00	\$147.312,00	\$98.208,00	\$ 78.290,82
3	\$270.072,00	\$162.043,20	\$108.028,80	\$ 76.892,77

Valor presente de la suma de flujos actualizados	\$ 234.897,87
Valor presente neto (VAN)	\$ 139.832,55
Tasa interna de retorno (TIR)	84%
Indice de rentabilidad o razón costo/beneficio	2,47

Tabla XXII
Cálculo costo/beneficio compra directa equipos CISCO 9300L.

Datos	Inversión inicial.	\$ 31.957,14
	Plazo (años).	3
	Tasa de rendimiento.	12%

Periodo	Ingresos	Egresos	Flujo de efectivo Neto	Valor Presente
0			-\$ 31.957,14	-\$ 31.957,14
1	\$223.200,00	\$133.920,00	\$89.280,00	\$ 79.714,29
2	\$245.520,00	\$147.312,00	\$98.208,00	\$ 78.290,82
3	\$270.072,00	\$162.043,20	\$108.028,80	\$ 76.892,77

Valor presente de la suma de flujos actualizados	\$ 234.897,87
Valor presente neto (VAN)	\$ 202.940,73
Tasa interna de retorno (TIR)	283%
Indice de rentabilidad o razón costo/beneficio	7,35

Tabla XXIII
Cálculo costo/beneficio compra a modo servicio equipos CISCO 9300L.

Datos	Inversión inicial.	\$ 36.600,00
	Plazo (años).	3
	Tasa de rendimiento.	12%

Periodo	Ingresos	Egresos	Flujo de efectivo Neto	Valor Presente
0			-\$ 36.600,00	-\$ 36.600,00
1	\$223.200,00	\$133.920,00	\$89.280,00	\$ 79.714,29
2	\$245.520,00	\$147.312,00	\$98.208,00	\$ 78.290,82
3	\$270.072,00	\$162.043,20	\$108.028,80	\$ 76.892,77

Valor presente de la suma de flujos actualizados	\$ 234.897,87
Valor presente neto (VAN)	\$ 198.297,87
Tasa interna de retorno (TIR)	246%
Indice de rentabilidad o razón costo/beneficio	6,42

5.3 Plan de trabajo actualización y migración de equipo CORE.

En este apartado se detalla plan de trabajo que servirá como guía para instalación de equipos CORE y equipos de acceso, así como también el proceso que se realizará para migración de las soluciones propuestas. Este plan de trabajo está organizado de la siguiente forma:

Semana 1:

- ❖ Instalación de electrónica de red (Equipos CORE y ToR) en racks ubicados en Centro de Datos.
- ❖ Configuración de equipos nuevos.
- ❖ Instalación de cableado troncal entre CORE y ToR.
- ❖ Conexión de Equipos CORE y ToR.

Semana 2:

- ❖ Instalación de cableado de red entre equipos ToR y equipos finales.
- ❖ Migración de equipo CORE actual a equipos CORE nuevos.

Semana 3:

- ❖ Transferencia de conocimiento a equipo técnico de REDTELCOM.

Planning o cronograma de trabajo migración equipo CORE.

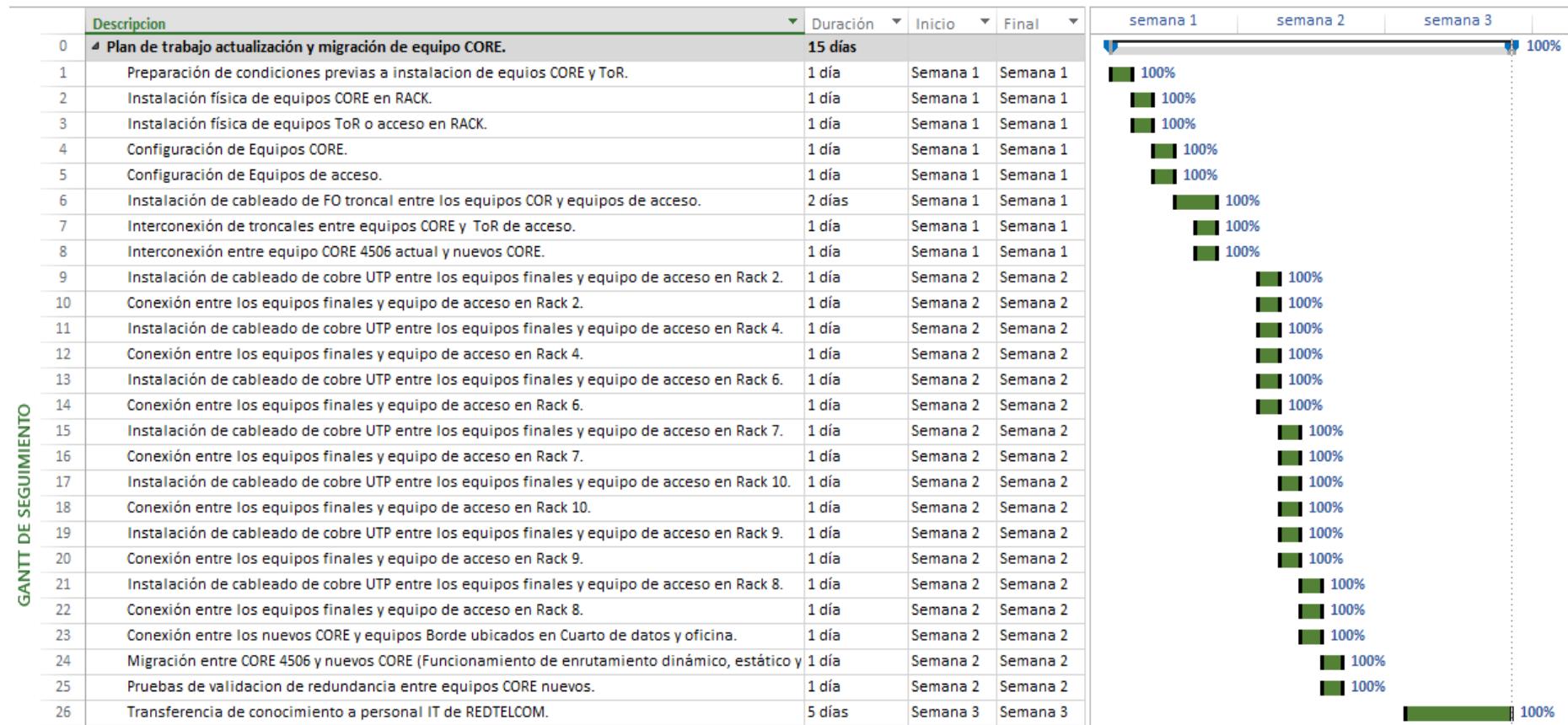


Imagen No.57: Cronograma de trabajo instalación y migración equipos CORE.

5.3.1 Transferencia de conocimiento.

El conocimiento ha sido siempre importante, pero en los últimos años ha adquirido una importancia mayor, debido a factores como el desarrollo de las tecnologías de la información, el incremento en el avance científico y la competencia global, sólo por mencionar algunos. La gestión del conocimiento va más allá de la identificación, creación, compartición y utilización del conocimiento al interior de las empresas, ahora se contemplan nuevos esquemas para intercambiar experiencia y conocimiento, igualmente las empresas aspiran a transformar el capital humano en capital estructural para beneficiarse con un activo más controlable, especialmente en el caso en donde existe alta rotación de personal como en las áreas de tecnología.

Por eso la importancia de transferir y replicar el conocimiento desarrollado para la implementación de la solución seleccionada por la empresa REDTELECOM por lo que se contempló dentro de la solución propuesta, realizar transferencia de todos los detalles del proceso de implementación y configuración de la solución a personal designado por la empresa como administradores de los equipos del equipo CORE que incluirá los siguientes ítems detallados en un plan de trabajo:

Descripción	Duración	Inicio	Final	semana 3
13.6.23-Planning transferencia de conocimientos	5 días			
Características de los equipos instalados.	1 día	Semana 3	Semana 3	100%
Detalle de planos del cableado estructurado (rutas del cableado, plano horizontal, vertical, etc.) implementados en el proyecto.	1 día	Semana 3	Semana 3	100%
Detalle de configuración aplicada en los equipos de comunicación.	1 día	Semana 3	Semana 3	100%
Gestión y monitoreo de los equipos de comunicaciones instalados.	1 día	Semana 3	Semana 3	100%
Identificación de alarmas según monitoreo y logs de los equipos instalados.	1 día	Semana 3	Semana 3	100%

Imagen No.58: Cronograma de transferencia de conocimiento.

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones.

Este documento monográfico tiene como objetivo principal ser guía o base documental para la empresa REDTELCOM referente a tomar decisión y optar a la mejor solución para solventar problemática de obsolescencia de equipo CORE en su Centro de Datos.

Se elaboraron tres diseños de red con tres posibles soluciones que garanticen alta disponibilidad y redundancia utilizando los protocolos VPC, VSX y HSRP para el equipo CORE del centro de datos.

La red de comunicaciones del CD de la empresa REDTELCOM al contar con un diseño de red en alta disponibilidad en el equipo CORE, podrá garantizar el trabajo continuo del centro de procesamiento por más que falle uno de los equipos CORE gracias a los protocolos propuestos (VPC, VSX, y HSRP) en las soluciones planteadas.

De acuerdo con el levantamiento realizado de las diferentes distribuciones de equipos de red y servidores ubicados en los racks del CD, se procedió a proponer soluciones que contemplen una redistribución del cableado estructurado en base al espacio disponible en las escalerillas existentes en el Centro de Datos.

Se realizó simulación de topología de red de una de las soluciones propuestas logrando validar la funcionalidad, escalabilidad y alta disponibilidad del equipo CORE.

Se elabora plan de implantación y transferencia de conocimiento para los administradores de red de la empresa.

Como mayor aporte en el proceso de aprendizaje para futuros estudiantes de la Universidad en el área de redes de comunicaciones, este documento servirá de guía básica para simulaciones de topologías de red utilizando la herramienta de simulación PNET-LAB, logrando demostrar el uso de la herramienta para simular topologías de red complejas para un ambiente profesional y académico.

Recomendaciones.

Basado en las necesidades de la empresa REDTELCOM actuales y futuras según levantamiento realizado recomendamos la implementación de la solución con equipos NEXUS debido a que son equipos desarrollados exclusivamente por CISCO para Centro de Datos que le garantizará alta disponibilidad en sus equipos Core, permitirá implementar arquitectura Leaf&Spine, ampliar el ancho de banda hasta 200 Gbps lógicos.

La adquisición de equipos para el Centro de Datos deberá contar con las respectivas garantías del fabricante, tiempo de entrega y su instalación deberá estar a cargo de personas especializadas en la materia que garanticen un correcto funcionamiento de dichos equipos.

La administración de los equipos deberá contar con un sistema de monitoreo centralizado que faciliten su gestión, el cual deberá estar a cargo de personas especializadas a brindar soporte a la infraestructura existente en dicho centro, capaces de garantizar una gestión rápida y efectiva para la solución de problemas y no interrupción de las actividades normales de la empresa.

Todos los equipos de red, sistemas de enfriamiento, energía, etc. en el funcionamiento del Centro de Datos deberán contar con un cronograma de mantenimiento preventivo anual para garantizar su correcto funcionamiento.

Como primera recomendación para futuros trabajos monográficos, es continuar con la posibilidad de implementar una red SAN (Storage Área Network) que garantizará la entrega de paquetes sin pérdida entre servidores e implementar un Centro de Datos secundario utilizando el protocolo VXLAN.

Igualmente se recomienda que posterior al proceso de actualización del equipo CORE según las soluciones propuestas, realizar actualización del módulo SPF de sus equipos ubicados en cuarto de comunicación piso 1 (CISCO 3850) de 1Gbps (actual) a 10Gbps para aumentar el ancho de banda del segmento de distribución para evitar cuellos de botella.

Adicional también se recomienda realizar instalación de manera paulatina equipos de acceso ToR redundado (2 equipos por cada rack) para garantizar también alta disponibilidad y redundancia física y lógica en los equipos de acceso.

Promover el uso de herramientas de simulación de última generación como PNET-LAB y EVE-NG en la Universidad para aportar mejoras en el proceso de aprendizaje de los estudiantes con prácticas profesionales simuladas en un ambiente académico.

Índice de Acrónimos.

UNI: Universidad Nacional de Ingeniería.

ISP: Internet Service Provider.

OSPF: Open Shortest Path First

TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol

VPN: Virtual Private Network

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

VLAN: Virtual Local Area Network

VLAN: Virtual Local Area Network

RFC: Request for Comments

VRF: Virtual Routing and Forwarding Table

CD: Centro de datos.

ADSL: Asynchronous Digital Subscriber lin

FO: Fibra óptica.

VRRP: Virtual Router Redundancy Protocol

HSRP: Hot Standby Router Protocol

GLBP: Gateway Load Balancing Protocol

EIGRP: Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

VSX: Virtual Switching Extension

HA: Alta disponibilidad.

LAN: Local Area Network

BGP: Border Gateway Protocol

IPv4: Internet Protocol version 4

IPv6: Internet Protocol version 6

GNS3: Graphical Network Simulator Version 3

WAN: Wide Area Network

MAN: Metropolitan Area Network

FEC: *Facultad de Electrotecnia y Computación*

VRF: Virtual Routing and Forwarding Table

EITF: Internet Engineering Task Force

HTTP: Hypertext Transfer Protocol

FHRP: First Hop Redundancy Protocols

IRF: Gateway Load Balancing Protocol

VSS: Virtual Switching System

VPC: Virtual Port Channel

VSS: Virtual Switching System

OSI: Open Systems Interconnection

UTP: Unshielded Twisted Pair

Bibliografía.

- [1] L.Alvarado, “Redes de computadoras”, Univ. UNASAPM, pp 5, codifgo:250281, 2011, [En línea], Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-católica-los-angeles-de-chimbote/derecho-administrativo/redes-computadoras-v5-apuntes-211/17388662>. [Accedido: 29-ene-2023].
- [2] J.Kurose y K. Ross, “Redes de computadoras un enfoque decente 7Ed”, pp 1-3, ISBN:978-84-9035-528-2,2017,[En línea], Disponible en: https://www.academia.edu/40738627/Redes_de_computadoras_Un_enfoque_descendente_7a_Edici%C3%B3n[Accedido: 15-mar-2023].
- [3] V.Valencia, ““Diseño de una red LAN basada en protocolos de redundancia de puertas de enlace para infraestructura de datos de la Empresa Sanfersystems S.A”, tesis de grado, pp 26, 2009. [En línea], <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59552>. [Accedido: 29-ene-2023].
- [4] J.Kurose y K. Ross, “Redes de computadoras un enfoque desente 7Ed”, pp 4-6, ISBN:978-84-9035-528-2,2017,[En línea], Disponible en:
https://www.academia.edu/40738627/Redes_de_computadoras_Un_enfoque_descendent_e_7a_Edici%C3%B3n.[Accedido: 14-mar-2023].
- [5] J.Kurose y K. Ross, “Redes de computadoras un enfoque desente 7Ed”, pp 40-44, ISBN:978-84-9035-528-2,2017,[En línea], Disponible en:
https://www.academia.edu/40738627/Redes_de_computadoras_Un_enfoque_descendent_e_7a_Edici%C3%B3n.[Accedido: 15-mar-2023].
- [6] R.Campillo, “Modelos OSI y TCP/IP”, 2017, [En línea], Disponible en: <https://platzi.com/tutoriales/1277-redes-2017/4061-modelos-osi-y-tcpip/>.[Accedido: 15-mar-2023].

- [7] L.Alvarado, "Redes de computadoras", Univ. UNASAPM, pp 47-58, codigo:250281, 2011, [En línea], Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-católica-los-angeles-de-chimbote/derecho-administrativo/redes-computadoras-v5-apuntes-211/17388662>. [Accedido: 15-mar-2023].
- [8] Sheldon, "Diferencia entre modelo OSI y TCP/IP", 2021, [En línea], Disponible en: <https://community.fs.com/es/blog/tcpip-vs-osi-whats-the-difference-between-the-two-models.html>. [Accedido: 16-mar-2023].
- [9] J.Kurose y K. Ross, "Redes de computadoras un enfoque descente 7Ed", pp 16-17, ISBN:978-84-9035-528-2,2017,[En línea], Disponible en: https://www.academia.edu/40738627/Redes_de_computadoras_Un_enfoque_descente_7a_Edici%C3%B3n.[Accedido: 14-feb-2023].
- [10] "Manual de cableado estructurado", pp 130-131, [En línea], Disponible en: <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/Cableado-Estructurado.pdf>. [Accedido: 17-mar-2023].
- [11] J.Kurose y K. Ross, "Redes de computadoras un enfoque descente 7Ed", pp 16-17, ISBN:978-84-9035-528-2,2017,[En línea], Disponible en: https://www.academia.edu/40738627/Redes_de_computadoras_Un_enfoque_descente_7a_Edici%C3%B3n.[Accedido: 14-feb-2023].
- [12] L.Castillo, "Diseño de Infraestructura de telecomunicaciones para un Data Center", pp 16-18,[En línea], Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/196>. [Accedido: 14-feb-2023].
- [13] "Manual de cableado estructurado", pp 132-133, [En línea], Disponible en: <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/Cableado-Estructurado.pdf>. [Accedido: 19-mar-2023].
- [14] "Manual de cableado estructurado", pp 136-138, [En línea], Disponible en: <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/Cableado-Estructurado.pdf>. [Accedido: 17-mar-2023].
- [15] "Manual de cableado estructurado", pp 142-148, [En línea], Disponible en: <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/Cableado-Estructurado.pdf>. [Accedido: 17-mar-2023].

- [16] L.Alvarado, "Redes de computadoras", Univ. UNASAPM, pp 15, codifgo:250281, 2011, [En línea], Disponible: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-católica-los-angeles-de-chimbote/derecho-administrativo/redes-computadoras-v5-apuntes-211/17388662>. [Accedido: 30-ene-2023].
- [17] J.Dordogne, "Redes informáticas", pp 17-18, 2018, [En línea], Disponible: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Huwy1L0PEq8C&oi=fnd&pg=PA4&dq=J.Dordogne,+Redes+inform%C3%A1ticas&ots=N-3patfVbw&sig=5BSs5R0VL3NwPXHkOgwmJNCpZNU#v=onepage&q=J.Dordogne%2C%20Redes%20inform%C3%A1ticas&f=false> [Accedido: 15-mar-2023].
- [18] J.Orizano, "Diseño de un entorno de alta disponibilidad (HA) en los equipos Core de la red del Terminal Internacional AJC (TIAJC)", tesis de grado, pp 52-55, 2018, [En línea]:Disponible:https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1357/Joseph%20Orizano_Programa%20Especial%20de%20Titulacion_Titulo%20Profesional_2018.pdf?sequence=1. [Accedido: 29-ene-2023].
- [19] J.Orizano, "Diseño de un entorno de alta disponibilidad (HA) en los equipos Core de la red del Terminal Internacional AJC (TIAJC)", tesis de grado, pp 24-34, 2018, [En línea]:Disponible:https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1357/Joseph%20Orizano_Programa%20Especial%20de%20Titulacion_Titulo%20Profesional_2018.pdf?sequence=1. [Accedido: 29-ene-2023].
- [20] E.Collado, "Cisco Vpc (virtual Port Channel)", 2020, [En línea], Disponible en: <https://www.eduardocollado.com/2020/11/09/cisco-vpc-virtual-port-channel>. [Accedido: 31-ene-2023].
- [21] ARUBA, "AOS-CX 10.08 Virtual Switching Extension (VSX) Guide", pp.11,2022, [En linea], Available:<https://www.arubanetworks.com/techdocs/AOS-CX/10.08/PDF/vsx.pdf>. [Accedido: 2-feb-2023].

- [22] J.Morales, “<https://www.morales-vazquez.com/pdfs/disponibilidad.pdf>.”,2012, [En línea], Disponible en: <https://www.morales-vazquez.com/pdfs/disponibilidad.pdf>. [Accedido: 30-ene-2023].
- [23] J.Hidalgo y M. Yandún, “Administración de redes LAN, pp. 142-147,2019, [En línea], Disponible en:
https://www.google.com.ni/books/edition/Administraci%C3%B3n_de_redes_lan_eEjercicios/-aOLEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1. [Accedido: 5-mayo-2023].
- [24] J.C,“<https://www.morales-vazquez.com/pdfs/disponibilidad.pdf>.”,2012, [En línea], Disponible en: <https://www.morales-vazquez.com/pdfs/disponibilidad.pdf>. [Accedido: 30-ene-2023].
- [25] L.Agapadis, “Comparation of GNS3 vs EVE-NG vs Packet Tracer for Networks.Simulation”,[En línea], Disponible en: <https://www.networkstraining.com/gns3-vs-eve-ng-vs-cisco-packet-tracer/>. [Accedido: 15-may-2023].
- [26] U.Dzerkals, “EVE-NG Community Cookbook”, pp 8-10, [En línea], Disponible en: <https://www.eve-ng.net/index.php/documentation/community-cookbook/>. [Accedido: 16-may-2023].
- [27] PNET-LAB, “What is PNETLab”, [En línea], Disponible en: <https://pnetlab.com/pages/documentation>. [Accedido: 16-may-2023].

ANEXOS

En el presente apartado se muestra algunos Datasheet (hojas técnicas) de los diferentes equipos CORE y Equipos de accesos planteados en este documento como solución por actualizaciones de electrónica de red de la empresa REDTELCOM.

Datasheet Cisco NEXUS 9332C.

Product overview

Based on Cisco® Cloud Scale technology, this platform supports cost-effective, ultra-high-density cloud-scale deployments, an increased number of endpoints, and cloud services with wire-rate security and telemetry. The platform is built on modern system-architecture designed to provide high performance and meet the evolving needs of highly scalable data centers and growing enterprises.

The product is designed to support innovative technologies such as Media Access Control Security (MACsec), Virtual Extensible LAN (VXLAN), tunnel endpoint VTEP-to-VTEP overlay encryption, CloudSec and Streaming Statistics Export (SSX)¹. MACsec is a security technology that allows traffic encryption at the physical layer and provides secure server, border leaf, and leaf-to-spine connectivity. SSX is hardware-based, consisting of a module that reads statistics from the ASIC and sends them to a remote server for analysis. Through this application, users can better understand network performance without any impact on the switch control plane or CPU.

Cisco provides two modes of operation for Cisco Nexus® 9000 Series Switches. Organizations can use [Cisco NX-OS Software](#) to deploy the switches in standard Cisco Nexus switch environments (NX-OS mode). Organizations can also deploy the infrastructure that is ready to support the [Cisco Application Centric Infrastructure](#) (Cisco ACI™) platform to take full advantage of an automated, policy-based, systems-management approach (Cisco ACI mode).

Switch models

The Cisco Nexus 9364C Spine Switch is a 2-Rack-Unit (2RU) spine switch that supports 12.84 Tbps of bandwidth and 4.3 bpps across 64 fixed 40/100G QSFP28 ports and 2 fixed 1/10G SFP+ ports (Figure 1). Breakout cables are not supported. The last 16 ports marked in green are capable of wire-rate MACsec encryption.¹ The switch can operate in Cisco ACI Spine or NX-OS mode.



Figure 1.
Cisco Nexus 9364C Switch

Specifications

Table 1. Cisco Nexus 9300 ACI Spine Switch specifications

Model	Cisco Nexus 9364C	Cisco Nexus 9332C
Physical	<ul style="list-style-type: none"> 64-port 40/100G QSFP28 ports and 2-port 1/10G SFP+ ports Buffer: 40MB System memory: 32GB SSD: 128GB USB: 1 port RS-232 serial console ports: 1 Management ports: 2 (1 x 10/100/1000BASE-T and 1 x 1-Gbps SFP) Broadwell-DE CPU: 4 cores 	<ul style="list-style-type: none"> 32-port 40/100G QSFP28 ports and 2-port 1/10G SFP+ ports Buffer: 40MB System memory: 16 GB SSD: 128GB USB: 1 port RS-232 serial console ports: 1 Management ports: 2 (1 x 10/100/1000BASE-T and 1 x 1-Gbps SFP) Broadwell-DE CPU: 4 cores
Power and cooling	<ul style="list-style-type: none"> Power: 1200W AC, 930W DC³ or 1200W HVAC/HVDC Input voltage: 100 to 240V AC or -40V to -72V DC (min-max), -48V to -60V DC (nominal) <p>³Supports input voltage of 100-120V for a max output of 800W, 200-240V for a max output of 1200W. PSU redundancy is not supported when used in 100-120V</p> <ul style="list-style-type: none"> Hot-swappable, dual fan trays with redundant fans Frequency: 50 to 60 Hz (AC) Efficiency: 90% or greater (20 to 100% load) Port-side intake or port-side exhaust options Typical power: 429W (AC) Maximum power: 1245W (AC) 	<ul style="list-style-type: none"> Power: 750W AC⁴, 1100W AC, 1100 DC or 1100W HVAC/HVDC⁵ Input voltage: 100 to 240V AC or -40V to -72V DC (min-max), -48V to -60V DC (nominal) <p>⁴Supports input voltage of 100-120V for a max output of 800W, 200-240V for a max output of 1200W. PSU redundancy is not supported when used in 100-120V</p> <ul style="list-style-type: none"> Hot-swappable, 5 fans with redundancy Frequency: 50 to 60 Hz (AC) Efficiency: 90% or greater (20 to 100% load) RoHS compliance: Yes Port-side intake or port-side exhaust options Typical power: 296W (AC) Maximum power: 700W (AC)

Model	Cisco Nexus 9364C	Cisco Nexus 9332C
Environmental	<ul style="list-style-type: none"> Physical (H x W x D): 3.38 x 17.37 x 22.27 in. (8.59 x 44.13 x 56.58 cm) Weight: 36.9 lb (16.74kg) with power supplies and fans, 27.4 lb (12.43kg) without power supplies and fans Operating temperature: 32 to 104°F (0 to 40°C) Nonoperating (storage) temperature: -40 to 158°F (-40 to 70°C) Humidity: 5 to 90% (noncondensing) Altitude: 0 to 13,123 ft (0 to 4000m) RoHS compliance: Yes 	<ul style="list-style-type: none"> Physical (H x W x D): 1.7 x 17.3 x 22.9 in. (4.4 x 43.9 x 58.1 cm) Weight: 25.1lb (11.4kg) with power supplies and fans, 19 lb (8.6kg) without power supplies and fans Operating temperature: 32 to 104°F (0 to 40°C) Nonoperating (storage) temperature: -40 to 158°F (-40 to 70°C) Humidity: 5 to 90% (noncondensing) Altitude: 0 to 13,123 ft (0 to 4000m) RoHS compliance: Yes
Acoustics	<ul style="list-style-type: none"> Fan speed at 40%: 76.7 dBA Fan speed at 70%: 88.7 dBA Fan speed at 100%: 97.4 dBA 	<ul style="list-style-type: none"> Fan speed at 50%: 76.4 dBA Fan speed at 70%: 83.3 dBA Fan speed at 100%: 92.1 dBA
MTBF	<ul style="list-style-type: none"> 257,860 hours 	<ul style="list-style-type: none"> 363,500 hours

Performance and scalability

Table 2 lists the performance and scalability specifications for the Cisco Nexus 9364C and 9332C switches.

Table 2. Performance and scalability specifications

Item	Specifications
Maximum number of IPv4 Longest Prefix Match (LPM) routes	<ul style="list-style-type: none"> Default: 7000 LPM heavy*: 262,000
Maximum number of IPv4 host entries	<ul style="list-style-type: none"> Default: 96,000 LPM heavy*: 262,000
Maximum number of MAC address entries	92,000
Number of multicast routes	<ul style="list-style-type: none"> Default: 8000 LPM heavy*: 32,768
Number of Internet Group Management Protocol (IGMP) snooping groups	8000
Number of Access Control List (ACL) entries*	<ul style="list-style-type: none"> Per slice of the forwarding engine: 4000 ingress 2000 egress Maximum: 16,000 ingress 8000 egress Shipping: 14,328 ingress 7160 egress
Maximum number of VLANs	4096**
Maximum number of Virtual Routing and Forwarding (VRF) instances	1000

Item	Specifications
Maximum number of links in a port channel	32
Maximum number of Equal-Cost Multipath (ECMP) paths	64
Maximum number of ECMP groups	1024
Maximum number of port channels	64
Number of active SPAN sessions	4
Maximum number of Rapid Per-VLAN Spanning Tree (RPVST) instances	3967
Maximum number of Hot-Standby Router Protocol (HSRP) groups	490
Maximum number of Multiple Spanning Tree (MST) instances	64
Maximum number of VTEPs	256
Maximum number of static Network Address Translation (NAT) entries	1023
Maximum number of dynamic NAT entries	1023
Maximum number of static twice NAT entries	768
Maximum number of dynamic twice NAT entries	1023
Number of Queues	8

Datasheet Cisco ARUBA 8360-32Y4C.

ARUBA CX 8360v2 SWITCH SERIES

High Performance Enterprise Campus and Data Center Switch

PRODUCT OVERVIEW

The Aruba CX 8360 v2 Switch Series offers a flexible and innovative approach to addressing the application, security, and scalability demands of the mobile, cloud, and IoT era. These switches serve the needs of the next-generation core and aggregation layer of campuses, as well as virtual and highly dynamic data center environments. They provide up to 4.8Tbps of capacity, with line-rate Gigabit Ethernet interfaces including support for Smart Rate (1/2.5, 5 Gbps), 10Gbps, 25Gbps, 40Gbps, 50 Gbps, and 100Gbps.

The CX 8360 series includes industry-leading line rate ports with 1/10/25/50GbE (SFP/SFP+/SFP28) and 40/100GbE (QSFP+/QSFP28) connectivity in a compact 1U form factor. 4x10Gbps and 4x25Gbps break out from 40/100G ports offer advanced flexibility in connectivity and aggregation. These switches deliver a fantastic investment for customers wanting to migrate from older 1GbE/10GbE to faster 25GbE, or from 10GbE/40GbE uplinks to 50/100GbE ports.

In addition, the 48 and 32 x 25G port 8360 models support low-density MACsec ports and enable secured connectivity at 10GbE and 25GbE over unsecured domains. MACsec is also supported on 2 high-speed 40/100G ports on the CX 8360 48-port model.

PRODUCT DIFFERENTIATORS

The Aruba CX 8360 switch series is based on ArubaOS-CX, a modern, database-driven operating system that automates and simplifies many critical and complex tasks. The enhanced capabilities of ArubaOS-CX provide a unique set of differentiators for campus and data center switching.

Modular Architecture with native cloud-native ArubaOS-CX

AOS-CX operating system features are organized into Aruba CX Foundation and Aruba CX Advanced software licenses.



KEY FEATURES

- High-performance 4.8Tbps and 2,678 Mpps
- Intelligent monitoring and visibility with Aruba Network Analytics Engine
- High availability with industry leading VSX redundancy, and redundant power supplies and fans
- Designed for core/aggregation in the campus or Top of Rack or End of Row in data center environments
- MACsec secured connectivity over untrusted domains
- ArubaOS-CX automation and programmability using built-in REST APIs and Python scripts
- Advanced Layer 2/3 feature set includes BGP, OSPF, VRF, and IPv6
- 50G support on 8360-48Y6C, 32Y4C and 16Y2C switches
- Addition of Smart Rate (1/2.5/5/10G) ports on the 8360-48XT4C

Every Aruba CX switch includes an active, embedded Aruba CX Foundation license at no additional cost with the option to upgrade to an Aruba CX Advanced license.

The CX Foundation license has everything needed to deploy, connect, and troubleshoot an enterprise network, including:

- Aruba Network Analytics Engine (NAE)
- Dynamic Segmentation
- Switch Stacking
- High Availability and Resiliency
- Quality of Service (QoS)
- Layer 2 Switching

SPECIFICATIONS											
	Aruba 8360-48Y6C v2 MACsec Front-to-Back 5 Fans, 2 AC Power Supplies [JL704C]	Aruba 8360-48Y6C v2 MACsec Back-to-Front 5 Fans, 2 AC Power Supplies [JL705C]	Aruba 8360-32Y4C v2 MACsec Front-to-Back 3 Fans, 2 Power Supplies [JL700C]	Aruba 8360-32Y4C v2 MACsec Back-to-Front 3 Fans, 2 Power Supplies [JL701C]	Aruba 8360-16Y2C v2 Front-to-Back 3 Fans, 2 Power Supplies [JL702C]	Aruba 8360-16Y2C v2 Back-to-Front 3 Fans, 2 Power Supplies [JL703C]					
I/O ports and slots											
	Up to 22 ports of 50G 44 ports of 1GbE/10GbE/25GbE (SFP/SFP+/SFP28) 4 ports of 10GbE/25GbE (SFP+/SFP28) with MACsec 4 ports of 40GbE/100GbE (QSFP+/QSFP28) 2 ports of 40GbE/100GbE (QSFP+/QSFP28) with MACsec	Up to 12 ports of 50G 28 ports of 1GbE/10GbE/25GbE (SFP/SFP+/SFP28) 4 ports of 10GbE/25GbE (SFP+/SFP28) with MACsec 4 ports of 40GbE/100GbE (QSFP+/QSFP28) (optional 1GBASE-T SFP, 10GBASE-T SFP+ transceivers and 4x10G/25G breakout cables supported)	Up to 8 ports of 50G 16 ports of 1GbE/10GbE/25GbE (SFP/SFP+/SFP28) 2 ports of 40GbE/100GbE (QSFP+/QSFP28) (optional 1GBASE-T SFP and 10GBASE-T SFP+ transceivers and 4x10G/25G breakout cables supported)								
Additional ports and slots											
Power Supplies	2 field-replaceable and hot-swappable power supplies ¹										
Fans	5 field-replaceable and hot-swappable fans ²	3 field-replaceable and hot-swappable fans ²									
Management	RJ-45 serial and USB-C console; RJ-45 Ethernet port; USB-Type A										
Physical characteristics											
Physical Dimensions (HxWxD)	1.73in x 17.4in x 22.0in 44.0mm x 442.5mm x 558.8	1.73in x 17.4in x 16.0in 44.0mm x 442.5mm x 406.4									
Full configuration weight	23.65lb 10.73kgs	18.05 lb 8.19 kg	17.00 lb (estim.) 7.71 kg (estim.)								
Memory and Processor											
CPU	1.8 GHz 4-core 64-bit										
Memory, Drive and Flash	16GB RAM, 32GB Flash/Storage										
Packet Buffer	32MB										
Performance											
Switching Capacity	4.8Tbps	2.4Tbps	1.2Tbps								
MAC Address Table Size	212,992										
IPv4 Host Table	145,780										
IPv6 Host Table	145,780										
IPv4 Unicast Routes	606,977										
IPv6 Unicast Routes	630,784										
Maximum Number of Access Control List (ACL) Entries Ingress	IPv4 65,536, IPv6 16,384, MAC 65,536										

SPECIFICATIONS

	Aruba 8360-48Y6C v2 MACsec Front-to-Back 5 Fans, 2 AC Power Supplies [JL704C]	Aruba 8360-48Y6C v2 MACsec Back-to-Front 5 Fans, 2 AC Power Supplies [JL705C]	Aruba 8360-32Y4C v2 MACsec Front-to-Back 3 Fans, 2 Power Supplies [JL700C]	Aruba 8360-32Y4C v2 MACsec Back-to-Front 3 Fans, 2 Power Supplies [JL701C]	Aruba 8360-16Y2C v2 Front-to-Back 3 Fans, 2 Power Supplies [JL702C]	Aruba 8360-16Y2C v2 Back-to-Front 3 Fans, 2 Power Supplies [JL703C]
Regulatory						
Compliance	Products comply with CE Markings according to directives 2014/30/EU (EMC) and 2014/35/EU (Safety)					
RoHS	EN 63000:2018					
Safety						
EU	EN 60950-1:2006 + A11:2009 + A1:2010 + A12:2011 + A2:2013 EN62368-1, Ed.2:2014					
North America	UL60950-1, CSA 22.2 No 60950-1					
Worldwide	IEC60950-1:2005 Ed.2 + Am 1:2009 + A2:2013 IEC 62368-1:2014					
EMC						
	EN 55024:2010+A2016/CISPR24:2015 EN55032:2015/CISPR 32, Class A EN55035:2017/CISPR 35 EN61000-3-2:2014, Class A EN61000-3-3:2013 FCC CFR 47 Part 15:2010, Class A ICES-003, Class A VCCI Class A CNS 13438 CNS 13438 Class A					
Laser						
Transceivers	EN60825-1:2014 / IEC 60825-1: 2014 Class 1 Class 1 Laser Products / Laser Klasse 1					
Mounting						
	Mounts in an EIA standard 19-inch rack or other equipment cabinet; horizontal surface mounting only; 2-post and 4-post mounting options available ⁵ ; air duct available for 4-post deployments and sold separately					

Datasheet Cisco ARUBA 6300F.

SERIE DE SWITCHES ARUBA CX 6300

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La serie de switches Aruba CX 6300 es una familia moderna, flexible e inteligente de switches apilables ideales para redes empresariales en funciones de acceso, agregación o núcleo. Creados para ofrecer una eficacia operativa revolucionaria con seguridad y resiliencia integradas, los switches 6300 sientan las bases para las redes de alto rendimiento compatibles con aplicaciones de IoT, móviles y en la nube.

Construidos desde la base con una combinación de hardware, software y herramientas de automatización y análisis, los switches apilables 6300 forman parte de la cartera de conmutación Aruba CX, diseñada para las redes de centros de datos, sucursales y campus empresariales actuales. Al combinar un SO moderno y totalmente programable con el motor de análisis de red de Aruba, los switches 6300 ofrecen capacidades de supervisión y resolución de problemas para la capa de acceso líderes del sector.

Una potente arquitectura ASIC Aruba Gen7 ofrece rendimiento y sólida compatibilidad de características con capacidad de programación flexible para las aplicaciones del futuro. El marco de apilado virtual (VSF) Aruba permite apilar hasta 10 switches, para proporcionar sencillez de gestión y escalabilidad. Esta serie flexible incorpora enlaces ascendentes de 1/10/25/50 GbE¹ a la velocidad del cable y admite PoE IEEE 802.3bt de alta potencia y alta densidad. La tecnología Ethernet multi-gigabit HPE Smart Rate sienta las bases para unos dispositivos IoT y puntos de acceso de alta velocidad que ofrecen conectividad rápida y PoE de alta potencia utilizando el cableado existente. Los modelos modulares ofrecen redundancia y personalización de PoE. La compatibilidad con fuentes de alimentación modulares y ventiladores susceptibles de ser sustituidos sobre el terreno también está garantizada.

La segmentación dinámica amplía la capacidad de aplicar políticas basadas en roles inalámbrica y básica de Aruba a los switches con cable Aruba. De este modo, se pueden obtener los mismos niveles de seguridad, experiencia de usuario y gestión de TI simplificada en toda la red. Con independencia de cómo se conecten los usuarios y los dispositivos de IoT, se aplican unas políticas homogéneas en todas las redes con y sin cables, para mantener el tráfico seguro y separado.



VENTAJAS PRINCIPALES

- Switches de capa 3 apilables con BGP, EVPN, VXLAN, VRF y OSPF con seguridad y QoS de gran solidez.
- Capacidad de conmutación del sistema de 880 Gbps de alto rendimiento, 660 MPPS de rendimiento del sistema y hasta 200 Gbps de ancho de banda apilable.
- Switches 1U compactos con HPE Smart Rate (1/2,5/5 GbE) multi-gigabit de densidad completa, modelos con PoE de 60 W y SFP+.
- Enlaces ascendentes de 10 GbE/25 GbE/50 GbE de alta velocidad integrados.
- Supervisión, visibilidad y reparación inteligentes con el motor de análisis de red Aruba (NAE).
- Implementación en un toque con la aplicación móvil Aruba CX.
- Compatibilidad con Aruba NetEdit para verificación y configuración automatizadas.
- La segmentación dinámica de Aruba permite un acceso seguro y sencillo para usuarios e IoT.

ASPECTOS DIFERENCIADORES DEL PRODUCTO

AOS-CX: un sistema operativo moderno

La serie de switches Aruba CX 6300 se basa en AOS-CX, un sistema operativo basado en bases de datos que automatiza y simplifica muchas de las tareas críticas y complejas de la red. Una base de datos de series de tiempo integrada permite a los clientes y a los desarrolladores utilizar scripts de software para la solución de problemas basada en históricos, así como para analizar tendencias pasadas. Esto permite predecir y evitar problemas futuros debido a la escalabilidad, la seguridad y los cuellos de botella del rendimiento.

Nuestro software AOS-CX también incluye el motor de análisis de red Aruba (NAE) y compatibilidad con Aruba NetEdit. Debido a que AOS-CX se ha construido sobre una arquitectura Linux modular con base de datos con estado, nuestro sistema operativo presenta las capacidades únicas siguientes:

ESPECIFICACIONES				
	Switch Aruba 6300M 24 puertos SFP+ y 4 puertos SFP56 (JL658A)	Switch Aruba 6300M 48 puertos HPE Smart Rate 1/2,5/5 GbE PoE Clase 6 y 4 puertos SFP56 (JL659A)	Switch Aruba 6300M 24 puertos HPE Smart Rate 1/2,5/5 GbE PoE Clase 6 y 4 puertos SFP56 (JL660A)	Switch Aruba 6300M 48 puertos 1 GbE PoE Clase 4 y 4 puertos SFP56 (JL661A)
Descripción	24 puertos 1 G/10 G SFP+ 4 puertos 1/10/25/50 G SFP 1 puerto de consola USB-C 1 puerto OOBM 1 puerto host USB Tipo A 1 conector Bluetooth para utilizar con la aplicación móvil CX	48 puertos SmartRate 100 M/1 G/2,5 G/5 G BaseT con PoE Clase 6 que admiten hasta 60 W por puerto 4 puertos SFP 1/10/25/50 G Admite los estándares PoE IEEE 802.3af, 802.3at y 802.3bt (hasta 60 W) 1 puerto de consola USB-C 1 puerto OOBM 1 puerto de host USB Tipo A 1 conector Bluetooth para utilizar con la aplicación móvil CX	24 puertos SmartRate 100 M/1 G/2,5 G/5 G BaseT con PoE Clase 6 que admiten hasta 60 W por puerto 4 puertos SFP 1/10/25/50 G Admite los estándares PoE IEEE 802.3af, 802.3at y 802.3bt (hasta 60 W) 1 puerto de consola USB-C 1 puerto OOBM 1 puerto de host USB Tipo A 1 conector Bluetooth para utilizar con la aplicación móvil CX	48 puertos 10/100/1000 BaseT con PoE+ que admiten hasta 30 W por puerto 4 puertos SFP 1/10/25/50 G Admite los estándares PoE IEEE 802.3af, 802.3at 1 puerto de consola USB-C 1 puerto OOBM 1 puerto de host USB Tipo A 1 conector Bluetooth para utilizar con la aplicación móvil CX
Fuentes de alimentación	2 ranuras de fuente de alimentación intercambiables en caliente, susceptibles de ser sustituidas sobre el terreno 1 fuente de alimentación mínima necesaria (se pide por separado) Compatible con PSU JL085A	2 ranuras de fuente de alimentación intercambiables en caliente, susceptibles de ser sustituidas sobre el terreno 1 fuente de alimentación mínima necesaria (se pide por separado) PSU compatibles (PoE disponible): JL086A (370 W) JL087A (740 W) JL670A (1 300 W) Hasta 2 880 W de alimentación PoE de Clase 6 con dos nuevas PSU de 1 600 W (JL670A)	2 ranuras de fuente de alimentación intercambiables en caliente, susceptibles de ser sustituidas sobre el terreno 1 fuente de alimentación mínima necesaria (se pide por separado) PSU compatibles (PoE disponible): JL086A (370 W) JL087A (740 W) JL670A (1 300 W) Hasta 1 440 W de alimentación PoE de Clase 6 con una nueva PSU de 1 600 W (JL670A)	2 ranuras de fuente de alimentación intercambiables en caliente, susceptibles de ser sustituidas sobre el terreno 1 fuente de alimentación mínima necesaria (se pide por separado) PSU compatibles (PoE disponible): JL086A (370 W) JL087A (740 W) JL670A (1 440 W) 48 puertos de alimentación PoE+ con redundancia total con dos nuevas PSU de 1 600 W (JL670A)
Ventiladores	2 bandejas de ventiladores intercambiables en caliente, susceptibles de ser sustituidas sobre el terreno. Cada bandeja se compone de dos ventiladores. Se entrega con dos bandejas de ventiladores instaladas.	2 bandejas de ventiladores intercambiables en caliente, susceptibles de ser sustituidas sobre el terreno. Cada bandeja se compone de dos ventiladores. Se entrega con dos bandejas de ventiladores instaladas.	2 bandejas de ventiladores intercambiables en caliente, susceptibles de ser sustituidas sobre el terreno. Cada bandeja se compone de dos ventiladores. Se entrega con una bandeja de ventiladores instalada.	2 bandejas de ventiladores intercambiables en caliente, susceptibles de ser sustituidas sobre el terreno. Cada bandeja se compone de dos ventiladores. Se entrega con una bandeja de ventiladores instalada.
Características físicas				
Dimensiones	(Al) 4,4 cm x (An) 44,2 cm x (F) 38,5 cm (1,73" x 17,4" x 15,2")	(Al) 4,4 cm x (An) 44,2 cm x (F) 38,5 cm (1,73" x 17,4" x 15,2")	(Al) 4,4 cm x (An) 44,2 cm x (F) 38,5 cm (1,73" x 17,4" x 15,2")	(Al) 4,4 cm x (An) 44,2 cm x (F) 38,5 cm (1,73" x 17,4" x 15,2")
Peso de la configuración	5,8 kg (12,78 libras)	6,71 kg (14,8 libras)	6,06 kg (13,36 libras)	5,72 kg (12,61 libras)
Especificaciones adicionales				
CPU	ARM Cortex™ A72 cuatro núcleos @ 1,8 GHz	ARM Cortex™ A72 cuatro núcleos @ 1,8 GHz	ARM Cortex™ A72 cuatro núcleos @ 1,8 GHz	ARM Cortex™ A72 cuatro núcleos @ 1,8 GHz
Memoria y flash	DDR4 8 GB eMMC 32 GB	DDR4 8 GB eMMC 32 GB*	DDR4 8 GB eMMC 32 GB*	DDR4 8 GB eMMC 32 GB*
Búfer de paquetes	Memoria búfer de paquetes 8 MB	Memoria búfer de paquetes 8 MB	Memoria búfer de paquetes 8 MB	Memoria búfer de paquetes 8 MB

ESPECIFICACIONES (CONTINUACIÓN)

	Switch Aruba 6300M 24 puertos SFP+ y 4 puertos SFP56 (JL658A)	Switch Aruba 6300M 48 puertos HPE Smart Rate 1/2,5/5 GbE PoE Clase 6 y 4 puertos SFP56 (JL659A)	Switch Aruba 6300M 24 puertos HPE Smart Rate 1/2,5/5 GbE PoE Clase 6 y 4 puertos SFP56 (JL660A)	Switch Aruba 6300M 48 puertos 1 GbE PoE Clase 4 y 4 puertos SFP56 (JL661A)
Rendimiento				
Capacidad de conmutación del sistema	880 Gbps	880 Gbps	880 Gbps	880 Gbps
Capacidad de rendimiento del sistema	660 Mpps	660 Mpps	660 Mpps	660 Mpps
Capacidad de conmutación de modelo	880 Gbps	880 Gbps	640 Gbps	496 Gbps
Capacidad de rendimiento de modelo	654 Mpps	654 Mpps	476 Mpps	369 Mpps
Latencia media (LIFO, paquetes de 64 bytes)	1 Gbps: 1,99 µSec 10 Gbps: 1,49 µSec 25 Gbps: 2,85 µSec 50 Gbps: 2,82 µSec	1 Gbps: 4,24 µSec 10 Gbps: 1,50 µSec 25 Gbps: 2,91 µSec 50 Gbps: 3,49 µSec	1 Gbps: 4,24 µSec 10 Gbps: 1,50 µSec 25 Gbps: 2,91 µSec 50 Gbps: 3,49 µSec	1 Gbps: 2,28 µSec 10 Gbps: 1,46 µSec 25 Gbps: 1,90 µSec 50 Gbps: 3,49 µSec
Tamaño de pila	10 miembros	10 miembros	10 miembros	10 miembros
Valor máx. de distancia de apilado	Hasta 10 km con transceptores de larga distancia	Hasta 10 km con transceptores de larga distancia	Hasta 10 km con transceptores de larga distancia	Hasta 10 km con transceptores de larga distancia
Ancho de banda de apilado	200 Gbps	200 Gbps	200 Gbps	200 Gbps
Interfaces virtuales conmutadas (pila dual)	1 000	1 000	1 000	1 000
Tabla de host IPv4 (ARP)	32 000	32 000	32 000	32 000
Tabla de host IPv6 (ND)	32 000	32 000	32 000	32 000
Rutas de unidifusión IPv4	64 000	64 000	64 000	64 000
Rutas de unidifusión IPv6	32 000	32 000	32 000	32 000
Rutas de multidifusión IPv4	8 000	8 000	8 000	8 000
Rutas de multidifusión IPv6	8 000	8 000	8 000	8 000
Capacidad de tabla MAC	32 000	32 000	32 000	32 000
Grupos IGMP	8 000	8 000	8 000	8 000
Grupos MLD	4 000	4 000	4 000	4 000
Entradas de ACL IPv4/IPv6/MAC	5 000/1 250/5 000	5 000/1 250/5 000	5 000/1 250/5 000	5 000/1 250/5 000
Salidas de ACL IPv4/IPv6/MAC	2 000/500/2 000	2 000/500/2 000	2 000/500/2 000	2 000/500/2 000
Entorno				
Temperatura de funcionamiento	32 °F a 113 °F (0 °C a 45 °C) hasta 5 000 pies. Reducir -1 grado C por cada 1 000 pies desde 5 000 pies hasta 10 000 pies	32 °F a 113 °F (0 °C a 45 °C) hasta 5 000 pies. Reducir -1 grado C por cada 1 000 pies desde 5 000 pies hasta 10 000 pies	32 °F a 113 °F (0 °C a 45 °C) hasta 5 000 pies. Reducir -1 grado C por cada 1 000 pies desde 5 000 pies hasta 10 000 pies	32 °F a 113 °F (0 °C a 45 °C) hasta 5 000 pies. Reducir -1 grado C por cada 1 000 pies desde 5 000 pies hasta 10 000 pies
Humedad relativa de funcionamiento	15 % a 95 % @ 104 °F (40 °C) (sin condensación)	15 % a 95 % @ 104 °F (40 °C) (sin condensación)	15 % a 95 % @ 104 °F (40 °C) (sin condensación)	15 % a 95 % @ 104 °F (40 °C) (sin condensación)
Sin funcionar	de -40 °F a 158 °F (de -40 °C a 70 °C) hasta 15 000 pies	de -40 °F a 158 °F (de -40 °C a 70 °C) hasta 15 000 pies	de -40 °F a 158 °F (de -40 °C a 70 °C) hasta 15 000 pies	de -40 °F a 158 °F (de -40 °C a 70 °C) hasta 15 000 pies
Humedad relativa en almacenamiento en reposo	15 % a 90 % @ 149 °F (65 °C) (sin condensación)	15 % a 90 % @ 149 °F (65 °C) (sin condensación)	15 % a 90 % @ 149 °F (65 °C) (sin condensación)	15 % a 90 % @ 149 °F (65 °C) (sin condensación)
Altitud operativa máx.	10 000 pies (3,04 km) máx.	10 000 pies (3,04 km) máx.	10 000 pies (3,04 km) máx.	10 000 pies (3,04 km) máx.
Altitud en reposo máx.	15 000 pies (4,6 km) máx.	15 000 pies (4,6 km) máx.	15 000 pies (4,6 km) máx.	15 000 pies (4,6 km) máx.

Datasheet Cisco CISCO 9300L.

Overview

Cisco Catalyst 9300 Series is the next generation of the industry's most widely deployed stackable switching platform. Built for security, IoT, and the cloud, these network switches form the foundation for Cisco's Software-Defined Access, our leading enterprise architecture. (Figure 1).

Appearance

Figure 1. Cisco Catalyst 9300 Series Switches

Switch Models and Configurations

The Cisco Catalyst 9300 Series is made up of eleven modular uplink switch models and ten fixed uplink switch models.

Models	FRU Power Supply	FRU Fans	Modular Uplinks	Stacking Bandwidth Support	Cisco Stack Power	Catalyst 9800 Embedded WLC	SD-Access Support
Modular uplink models (C9300 SKUs)	✓	✓	✓	480 Gbps	✓	Yes (200 APs)	Yes (256 Virtual Networks)
Fixed uplink Models (C9300L SKUs)	✓	✓	✗	320 Gbps	✗	Yes (50 APs)	Yes (64 Virtual Networks)

Table 1. Cisco Catalyst 9300 Series switch configurations

Model	Total 10/100/1000, Multigigabit copper or SFP Fiber	Uplink Configuration	Default AC power supply	Available PoE power
Modular uplink models				
C9300-24T	24 Data	Modular Uplinks	350W AC	N/A
C9300-48T	48 Data	Modular Uplinks	350W AC	N/A
C9300-24P	24 POE+	Modular Uplinks	715W AC	445W
C9300-48P	48 POE+	Modular Uplinks	715W AC	437W

C9300-24U	24 Cisco UPOE	Modular Uplinks	1100W AC	830W
C9300-48U	48 Cisco UPOE	Modular Uplinks	1100W AC	822W
C9300-24UX	24 Multigigabit Cisco UPOE (100M, 1G, 2.5G, 5G, or 10 Gbps)	Modular Uplinks	1100W AC	560W
C9300-48UXM	36x 100 Mbps, 1G, 2.5G + 12x Multigigabit (100M, 1G, 2.5G, 5G, or 10 Gbps)	Modular Uplinks	1100W AC	490W
C9300-48UN	48x 5 Gbps UPOE ports (100M, 1G, 2.5G, 5G)	Modular Uplinks	1100W AC	645W
C9300-24S	24x 1G SFP	Modular Uplinks	715W AC	N/A
C9300-48S	48x 1G SFP	Modular Uplinks	715W AC	N/A
Fixed uplink models				
C9300L-24T-4G	24 Data	4x 1G fixed uplinks	350W	N/A
C9300L-24T-4X	24 Data	4x 10G fixed uplinks	350W	N/A
C9300L-48T-4G	48 Data	4x 1G fixed uplinks	350W	N/A
C9300L-48T-4X	48 Data	4x 10G fixed uplinks	350W	N/A
C9300L-24P-4G	24 PoE+	4x 1G fixed uplinks	715W	505W
C9300L-24P-4X	48 PoE+	4x 10G fixed uplinks	715W	505W
C9300L-48P-4G	48 PoE+	4x 1G fixed uplinks	715W	505W