

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED LAN Y
BACKBONE OPTIMIZADOS PARA APLICACIONES Y
SERVICIOS BANCARIOS DE ÚLTIMA GENERACIÓN**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

PRESENTADO POR:

MICAELA ESTELA LEÓN GARCÍA

**PROMOCIÓN
2005-II**

**LIMA-PERÚ
2010**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED LAN Y BACKBONE OPTIMIZADOS
PARA APLICACIONES Y SERVICIOS BANCARIOS DE ÚLTIMA GENERACIÓN**

A mi familia
y a mis amigos
quienes creyeron en mí

SUMARIO

El presente trabajo describe el diseño e implementación de una red LAN y backbone optimizados para aplicaciones y servicios bancarios de última generación.

Esta solución es necesaria debido a que las tecnologías de red implementadas entre los años 1999 y 2002 quedaron rápidamente obsoletas para poder cubrir las necesidades presentadas a mediados de la década, entre los años 2006 y 2008, especialmente para las aplicaciones bancarias.

La solución propuesta se diseñó para que brindara mayores velocidades en tráfico de datos a los usuarios para el manejo de más aplicaciones simultáneas. También para que el manejo de calidad de servicio permitiera garantizar el buen funcionamiento de aplicaciones de telefonía IP y videoconferencia. Se dimensiono la red además para que aumentaran los niveles de disponibilidad de la red, se eliminaran los puntos de falla y se lograra la simplicidad en las configuraciones para que permitiera reducir la dependencia de personal técnico especializado. Finalmente se requería que la red fuera fácil de escalar y que se redujeran los riesgos e impactos ante trabajos de mantenimiento de la red.

El diseño se basa en el modelo de red LAN de última generación eliminando el protocolo spanning-tree como protocolo de selección de camino (o enlace físico) para la interconexión de los switches de la red. En el informe se precisa las interconexiones entre la estructura jerárquica de red (Capas o niveles): Borde, Distribución, Core y Servidores, además del cableado estructurado vertical.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Objetivos del trabajo.....	3
1.3 Evaluación del problema	3
1.4 Alcance del trabajo.....	7
1.4.1 Proyección a futuro	7
1.4.2 Zonas alejadas de cobertura	8
1.4.3 Impactos ante fallas	8
1.5 Síntesis del trabajo.....	8
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	10
2.1 Estándares regulatorios que rigen la arquitectura de una empresa	10
2.1.1 Diseños de campus	10
2.1.2 Modelos jerárquicos para el diseño del campus	11
2.2 Soluciones en fibra óptica	12
2.2.1 Especificaciones y dimensionamiento del cable	13
2.2.2 Instalar ambos modos: multimodo y monomodo	13
2.2.3 La importancia de instalar suficiente fibra.....	14
2.2.4 Modelos de fibra óptica multimodo tipo distribución.....	14
2.3 El Protocolo Spanning Tree.....	15
2.3.1 Problemas por bucles físicos.....	15
2.3.2 Etapas de los estados del puerto Spanning Tree	18
2.3.3 El PortFast como una mejora del STP	19
2.4 Protocolo de Control de Agregación de Enlaces	20
2.5 Sistema de Switching Virtual (VSS).....	23
2.6 Comparación entre switches capa 3 y capa 2	23
CAPITULO III	
METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	26
3.1 Análisis de alternativas.....	26

3.1.1	Modelo de Red LAN convencional	26
3.1.2	Modelo de Red LAN de última generación	26
3.1.3	Evaluación técnica de las opciones de equipamiento.....	30
3.2	Solución propuesta.....	32
3.2.1	Objetivos	33
3.2.2	Alcances	33
3.2.3	Descripción de la solución propuesta	33
3.2.4	Cableado estructurado vertical.....	42
3.2.5	Diseño del producto/servicio	42
3.3	Equipamiento	43
3.3.1	Switches de la serie 3750 G y 3750 E.....	43
3.3.2	Switches de borde Catalyst 2960	45
3.3.3	Switches de core Catalyst 6500 E	46
3.4	Análisis de los resultados obtenidos con el nuevo sistema.....	46
3.4.1	Operatividad del sistema.....	47
3.4.2	Consumo de ancho de banda	47
CAPITULO IV		
GESTIÓN DE TIEMPOS, DE COSTOS Y DE RIESGOS.....		49
4.1	Gestión de tiempo	49
4.1.1	Plan de actividades por fases.....	49
4.1.2	Cronograma	50
4.2	Gestión de costos.....	50
4.3	Gestión de riesgos	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		56
ANEXO A		
PLANTILLA DE CONFIGURACIÓN SW 2960 (BORDE)		57
ANEXO B		
PLANTILLA DE CONFIGURACIÓN SW 3750		61
ANEXO C		
PLANTILLA DE CONFIGURACIÓN SW CORE VSS.....		66
ANEXO D		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS		73
ANEXO E		
FOTOS DE LAS INSTALACIONES		78
ANEXO F		
GLOSARIO DE TÉRMINOS		80
BIBLIOGRAFÍA.....		82

INTRODUCCIÓN

La solución presentada en este informe se origina por la necesidad de dar soporte a las aplicaciones y servicios bancarios de última generación los cuales se desempeñaban ineficientemente debido a la obsolescencia tecnológica de la infraestructura de la red en curso. Se planteaba por tanto alcanzar los más altos estándares de eficiencia con proyección a varios años en el futuro con capacidad de escalar fácilmente.

La situación tecnológica de la entidad bancaria, antes de la implementación de la solución, estaba por debajo del desarrollo de la infraestructura de red LAN (equipo y cableado estructurado) logrado en los últimos cinco años. La entidad bancaria presentaba deficiencias en el backbone a nivel de dispositivos de red, en la interconexión de los diferentes espacios del complejo bancario, y en el backbone a nivel de cableado estructurado.

Para el diseño de la solución se plantean tres aspectos: 1) La proyección a futuro de tal manera que el backbone sea diseñado para soportar tecnologías y aplicaciones para futuros diez años, 2) Zonas alejadas de cobertura, buscando el ahorro de la inversión, mediante el tendido de fibra óptica en zonas estratégicas (nodos de distribución), y finalmente 3) Impacto ante fallas, disponiendo de una nueva arquitectura que evite mayores tiempos de caída de servicio ante fallas en los equipos principales.

Para el diseño de la nueva infraestructura de red se decide renovar: 1) El cableado estructurado vertical para la interconexión de los nuevos dispositivos de red (switches), 2) Los switches de acceso de usuarios ubicados en cada piso o ambiente alejado del complejo, 3) Los switches de distribución con interfaces de mayor capacidad de transmisión de datos, que concentrarán el tráfico proveniente de los switches de acceso cercanos, y serán ubicados en zonas estratégicas del complejo para tener la mejor cobertura al menor precio, 4) Switches de core con mejores características técnicas que permitan el manejo de mayores volúmenes de tráfico de datos ofreciendo niveles superiores de disponibilidad y la posibilidad de un manejo adecuado de calidad de servicio, 5) Herramientas de gestión centralizada de los equipos a adquirir, para reducir costos de operación, 6) Switches de servidores con interfaces de 1 Gbps e interfaces para uplink de hasta 10 Gbps, y finalmente 7) Los esquemas de configuración y topología lógica de la red de la entidad bancaria a través del uso de nuevos protocolos y características desarrolladas por los fabricantes de dispositivos de red.

Se decide además que la nueva arquitectura debía focalizarse, en lo posible, en evitar el uso de una arquitectura que conlleve al empleo del protocolo Spanning Tree (STP). En tal sentido se puso cómo meta emplear al máximo la virtualización lógica de equipos LAN (switches) de manera que dos o más equipos se vean como una sola entidad lógica y se pueda aprovechar de manera más eficiente algunas funcionalidades como la agregación de enlaces (EtherChannel).

De esta forma, se decide dividir el esquema de despliegue de switches en los siguientes niveles: 1) Interconexión Core–Distribución, 2) Interconexión Core–Switches de Servidores, 3) Interconexión Core–Switches de Borde Tipo A, e 4) Interconexión Distribución–Switches de Borde Tipo B y C.

El presente informe es desarrollado gracias a la experiencia adquirida como especialista en telecomunicaciones trabajando en la Unidad Tecnológica del Banco Continental, desde antes de que fuera implementada la solución.

El presente informe de suficiencia está dividido en cuatro capítulos principales. El primero de ellos es el planteamiento de ingeniería del problema, en donde se describe el problema y se plantean los objetivos del trabajo. Para justificar la solución se realiza una evaluación de la problemática especificando los alcances de la solución, para finalmente hacer una breve descripción del trabajo.

El segundo capítulo es el marco teórico que desarrolla seis aspectos necesarios para la comprensión del informe, estos son 1) los estándares regulatorios que rigen la arquitectura de una empresa, 2) las soluciones de fibra óptica, 3) el protocolo spanning tree, 4) el protocolo de control de agregación de enlaces, 5) El sistema de switching virtual, y 6) los switches de capa 3 y capa2.

En el tercer capítulo se describe la metodología para la solución del problema. Primeramente se hace el análisis de las alternativas entre el modelo de red convencional y el de última generación, así como el análisis técnico de las opciones en equipamiento de red que permitieron tomar la decisión de compra. Luego se describe la solución propuesta explicando los objetivos y alcances, el cableado estructurado vertical, el diseño del producto/servicio, se describen las funcionalidades principales del equipamiento utilizado en el proyecto. Finalmente se realiza un análisis de resultados obtenidos.

El cuarto capítulo corresponde a la gestión de tiempo (cronograma y plan de actividades por fase), la gestión de costos y la gestión de riesgos asociados al despliegue del proyecto.

En los anexos se muestran las plantillas de configuración para cada modelo de switch, las especificaciones técnicas de los equipos usados en la solución y fotos de las instalaciones realizadas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

En este capítulo se hace el planteamiento del problema. Se describe el problema y se expone el objetivo del trabajo. Posteriormente se hace una evaluación de la problemática y se precisan los alcances del informe. Finalmente se presenta una síntesis del diseño presentado.

1.1 Descripción del problema

Obsolescencia tecnológica de la infraestructura de la red LAN (Equipos y cableado estructurado).

El desarrollo de las tecnologías de la información (TI) en la última década ha tenido una evolución exponencial, es así que tecnologías de red implementadas en sus primeros años (1999 – 2002) quedaron rápidamente obsoletas para poder cubrir las necesidades presentadas a mediados de la década (2006 – 2008).

1.2 Objetivos del trabajo

Optimización de las aplicaciones y servicios bancarios de última generación mediante el diseño e implementación de una red LAN y backbone.

Se requiere diseñar y adquirir equipamiento que permita contar con una infraestructura de red que soporte el desarrollo tecnológico de los próximos 6 años. Este diseño debe cumplir con lo siguiente:

- a. Mayores velocidades en tráfico de datos para los usuarios para el manejo de más aplicaciones simultáneas.
- b. Manejo de calidad de servicio que permita garantizar el buen funcionamiento de aplicaciones de telefonía IP y videoconferencia.
- c. Aumento en los niveles de disponibilidad de la red.
- d. Eliminación de puntos de falla.
- e. Simplicidad en las configuraciones que permita reducir la dependencia de personal técnico especializado.
- f. Fácil escalabilidad de la red.
- g. Reducción de riesgos e impactos ante trabajos de mantenimiento de la red.

1.3 Evaluación del problema

A finales de los 90s en el país se inició la migración de la tecnología token ring que

trabajaba a 16 Mbps de velocidad como máximo a la tecnología Ethernet que podía trabajar hasta velocidades de 100 Mbps, de lejos una tecnología superior que cubriría las demandas de comunicación de esos días. Los principales protagonistas de este proceso fueron las entidades bancarias quienes poseían las redes más grandes en el país.

A partir del año 2005 llega al país la venta de computadores con interfaces de red que manejan velocidades de hasta 1Gbps, la venta de servidores con varios procesadores y memorias RAM del orden de los giga y empieza el boom de la virtualización de servidores; es decir si antes en un servidor físico se tenía un solo sistema operativo manejando un determinado aplicativo ahora se podría tener hasta cinco servidores virtuales manejando cinco aplicaciones distintas, todas estas aplicaciones usarían la misma interfaz de red del servidor físico que las alberga con lo cual la posibilidad de consumir la velocidad máxima de la NIC (Network Interface Card) aumentaba.

Con este eminente despegue de la tecnología se hace necesario migrar nuevamente la tecnología de red con la finalidad de poder cubrir las nuevas demandas de volúmenes y velocidades de tráfico de datos.

Toda infraestructura de red está compuesta por dos componentes principales. La suma de ambos componentes es conocido como Backbone:

- 1) Los dispositivos de red.- Que brindan el nivel de inteligencia a la red y
- 2) La tecnología de cableado estructurado.- Que conforma el esqueleto físico a través del cual se comunicarán los dispositivos de red.

La situación de la entidad bancaria antes de la implementación de la solución que se describe en este informe es la siguiente:

- a. El backbone a nivel de dispositivos de red: maneja la marca Avaya y está compuesta por switches capa 2 con interfaces de red Ethernet de velocidades de 10 y 100 Mbps y en algunos de los casos con 2 interfaces de red adicionales de 1 Gbps cuyo uso exclusivo es brindar la interconexión de los diferentes pisos y ambientes del campus.
- b. La interconexión de los diferentes espacios del complejo bancario es soportado por 2 dispositivos de red principales también llamados switches de core los cuales adicionalmente tienen la función de dar la inteligencia a la red.
- c. El backbone a nivel de cableado estructurado está conformado por fibras ópticas de 62/125 um que salen del data center y se reflejan en cada uno de los pisos del campus.
- d. A su vez el medio de acceso de los usuarios es cableado UTP Cat. 5e y en los ambientes implementados recientemente UTP Cat. 6.

De la experiencia en la gestión de la infraestructura actual se notaron algunas deficiencias en el diseño que requieren ser tomadas en cuenta para el desarrollo del nuevo diseño del backbone.

Del análisis previo al cambio de la infraestructura (anterior solución) se obtuvieron los resultados mostrados en las Tablas 1.1 y 1.2. Estos son datos correspondientes al mes de agosto y setiembre de 2008. Los datos fueron recopilados de forma manual al no existir herramientas para la gestión de los dispositivos de red.

La disponibilidad diaria es calculada de la siguiente fórmula: $(mt - mc) / mt$. Donde mt es "minutos totales al día" y mc es "minutos de corte de servicio al día". La disponibilidad del mes es obtenida de la suma de disponibilidades diarias entre el número de días del mes.

Tabla 1.1 Datos de agosto 2008

Día	Minutos totales al día	Tiempo de corte (minutos)	Disponibilidad	Porcentaje (%)
1	1440	0	1.0000	100.00
2	1440	0	1.0000	100.00
3	1440	0	1.0000	100.00
4	1440	0	1.0000	100.00
5	1440	0	1.0000	100.00
6	1440	0	1.0000	100.00
7	1440	0	1.0000	100.00
8	1440	0	1.0000	100.00
9	1440	0	1.0000	100.00
10	1440	0	1.0000	100.00
11	1440	0	1.0000	100.00
12	1440	10	0.9931	99.31
13	1440	0	1.0000	100.00
14	1440	0	1.0000	100.00
15	1440	0	1.0000	100.00
16	1440	0	1.0000	100.00
17	1440	0	1.0000	100.00
18	1440	0	1.0000	100.00
19	1440	0	1.0000	100.00
20	1440	0	1.0000	100.00
21	1440	0	1.0000	100.00
22	1440	0	1.0000	100.00
23	1440	0	1.0000	100.00
24	1440	0	1.0000	100.00
25	1440	0	1.0000	100.00
26	1440	0	1.0000	100.00
27	1440	0	1.0000	100.00
28	1440	0	1.0000	100.00
29	1440	0	1.0000	100.00
30	1440	0	1.0000	100.00
31	1440	50	0.9653	96.53

Tabla 1.2 Datos de setiembre 2008

Día	Minutos totales al día	Tiempo de corte (minutos)	Disponibilidad	Porcentaje (%)
1	1440	0	1.0000	100.00
2	1440	0	1.0000	100.00
3	1440	0	1.0000	100.00
4	1440	0	1.0000	100.00
5	1440	15	0.9896	98.96
6	1440	0	1.0000	100.00
7	1440	10	0.9931	99.31
8	1440	10	0.9931	99.31
9	1440	55	0.9618	96.18
10	1440	0	1.0000	100.00
11	1440	0	1.0000	100.00
12	1440	0	1.0000	100.00
13	1440	0	1.0000	100.00
14	1440	0	1.0000	100.00
15	1440	0	1.0000	100.00
16	1440	0	1.0000	100.00
17	1440	0	1.0000	100.00
18	1440	0	1.0000	100.00
19	1440	0	1.0000	100.00
20	1440	0	1.0000	100.00
21	1440	0	1.0000	100.00
22	1440	0	1.0000	100.00
23	1440	0	1.0000	100.00
24	1440	0	1.0000	100.00
25	1440	0	1.0000	100.00
26	1440	0	1.0000	100.00
27	1440	0	1.0000	100.00
28	1440	0	1.0000	100.00
29	1440	0	1.0000	100.00
30	1440	0	1.0000	100.00

De la Tabla 1.1 se obtiene que la disponibilidad de agosto es de sólo 99.87% y de la Tabla 1.2 que la disponibilidad de setiembre fue de 99.79%. Esto representa una enorme pérdida económica que fue evaluada por las áreas correspondientes para la justificación de la inversión en la solución descrita en el presente informe.

Estos mismos valores de disponibilidad de los meses de agosto y setiembre previos al cambio de la solución anterior se muestran de forma gráfica en la Figura 1.1 y Figura 1.2.

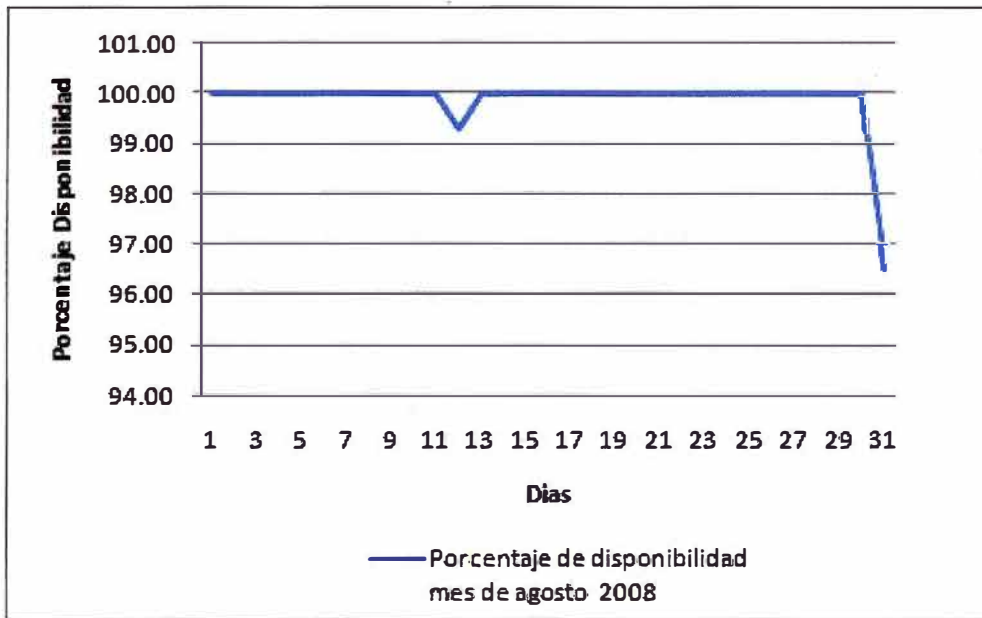


Figura 1.1 Disponibilidad del sistema Avaya mes agosto 2008

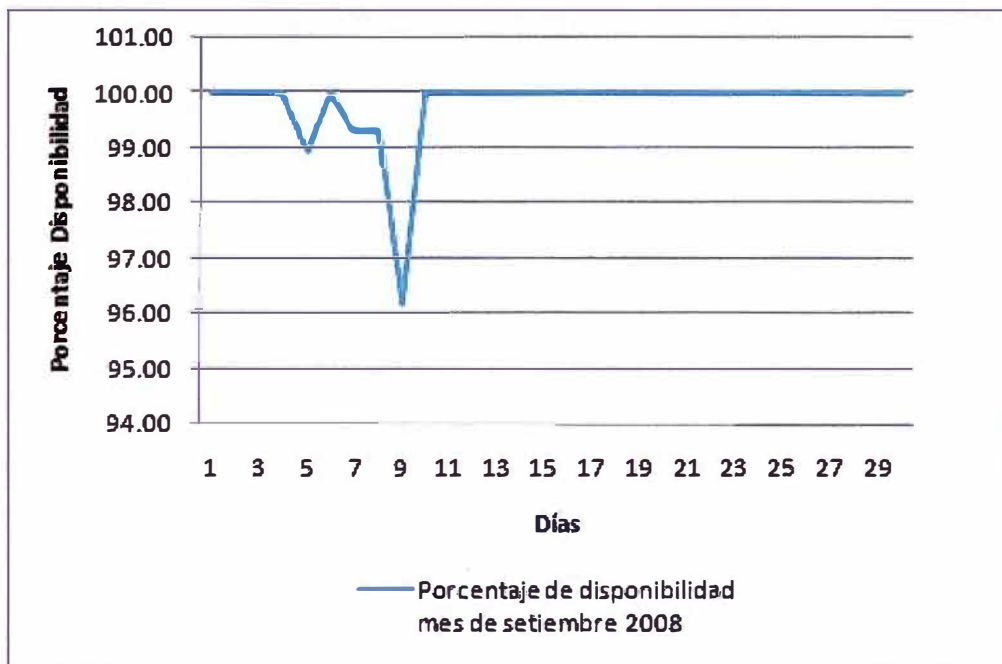


Figura 1.2 Disponibilidad del sistema Avaya mes setiembre 2008

1.4 Alcance del trabajo

El diseño del trabajo se plantea los siguientes alcances:

1. Proyección a futuro
2. Zonas alejadas de cobertura
3. Impactos ante fallas

1.4.1 Proyección a futuro

El backbone debe ser diseñado para soportar las tecnologías y aplicaciones nacientes en los próximos 10 años como mínimo.

No tiene sentido invertir en una infraestructura nueva si esta quedará obsoleta en corto plazo incurriendo así en uso ineficiente de dinero.

1.4.2 Zonas alejadas de cobertura

El cableado estructurado debe ser diseñado de tal forma que se reduzcan los precios en la implementación. En la situación previa a la solución implementada se tenía fibra óptica llegando a cada piso del complejo, lo ideal es tender fibra óptica en zonas estratégicas o llamadas nodos de distribución que sirvan de puntos de partida para llegar a otras zonas cercanas a cada uno de estos nodos a través de tecnología de cableado estructurado UTP el cual es mucho más barato que la tecnología de fibra óptica.

1.4.3 Impactos ante fallas

La infraestructura previa poseía switches capa 2 conectados con cables de stack entre ellos en los distintos pisos, de esta forma toda la pila de switches del mismo piso dependían de un solo switch que contaba con interfaces de red para conexión por fibra óptica que los interconectaba con el switch core.

Esta configuración implicaba que ante la falla o avería de algunos de los switches intermedios en la pila se afectara al resto de switches que estaban por debajo de ellos, lo cual se traducían en un número mayor de usuarios afectados.

Además la configuración de alta disponibilidad de los 2 switches core dependían mucho del protocolo spanning-tree el cual de acuerdo al tamaño de la red de broadcast toma minutos en re converger toda la red ante la caída de uno de los switches core, lo cual se traduce en mayores tiempos de caída de servicio ante fallas en los equipos principales.

1.5 Síntesis del trabajo

El trabajo de diseño e implementación de la solución primero pasa por un análisis de las alternativas que aseguren el cumplimiento de los objetivos y alcances establecidos. En este caso se evaluará entre la red convencional y la red de última generación.

Luego se hace el planteamiento de la solución estableciendo la arquitectura y cada uno de sus elementos principales. Ver Figura 1.3

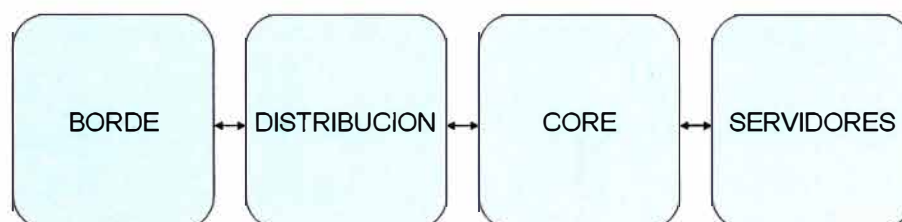


Figura 1.3 Elementos principales de la arquitectura

Se describirá lo siguiente:

1. Interconexión Core – distribución
2. Interconexión Core – switches de servidores
3. Interconexión core – switches de borde tipo A
4. Interconexión Distribución – Switches de borde tipo B y C

5. Implementación de servidores para la gestión LAN

6. Cableado estructurado vertical

Posteriormente se hace la descripción técnica en detalle del equipamiento utilizado para la solución.

Se presentan adicionalmente los datos referentes a la gestión de tiempo, de costos y de riesgos. Así cómo las conclusiones y recomendaciones surgidas luego de terminada la implementación de la solución. El siguiente cuadro sinóptico (Figura 1.4) resume lo antes mencionado.

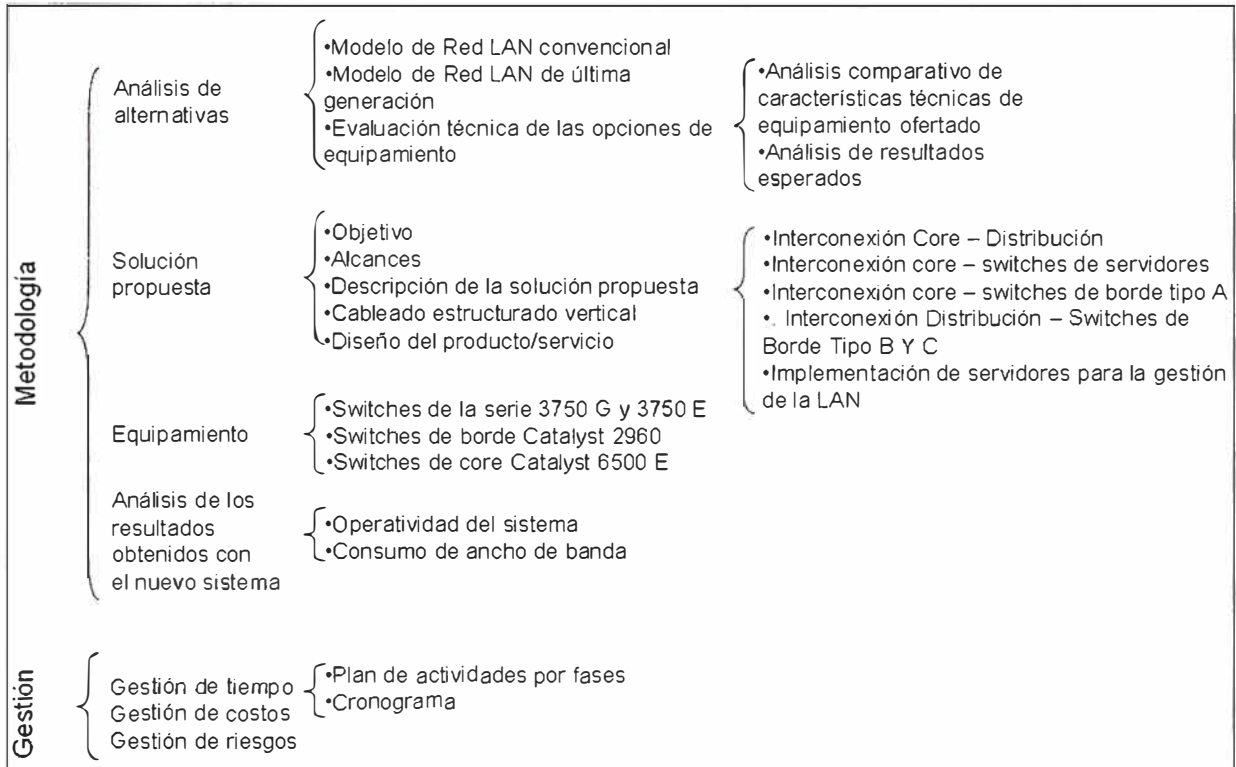


Figura 1.4 Cuadro sinóptico del desarrollo del proyecto de ingeniería

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En este capítulo se exponen las bases teóricas conceptuales más importantes para la comprensión del sistema descrito en el presente informe:

- 1) Estándares regulatorios que rigen la arquitectura de una empresa,
- 2) Soluciones en fibra óptica,
- 3) Protocolo Spanning Tree,
- 4) Protocolo de Control de Agregación de Enlaces, VSS, y
- 5) Comparación entre switches capa 3 y capa 2.

2.1 Estándares regulatorios que rigen la arquitectura de una empresa

Muchos estándares regulatorios rigen las arquitecturas de las empresas. A pesar que muchos de estos estándares se enfocan en datos e información, ninguno de estos rige la arquitectura de red. Por ejemplo, para asegurar los datos están las especificaciones HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability), donde las infraestructuras con seguridad integrada se están volviendo de suma importancia.

Adicionalmente, el Sarbanes-Oxley Act (SOX), el cual especifica estándares legales para mantener la integridad de los datos financieros, lo que exige a las empresas públicas es tener varios data centres redundantes sincronizados, con copia de datos financieros en tiempo real.

Al diseñar cualquier red de campus de empresas financieras, se necesita tener en cuenta estos estándares regulatorios desde el inicio del diseño.

2.1.1 Diseños de campus

El diseño apropiado de la arquitectura de campus hace a una red modular, de recuperación rápida y flexible. En otras palabras, una arquitectura de campus apropiadamente diseñada ahorra tiempo y dinero, haciendo el trabajo de los ingenieros de Tecnologías de la Información (TI) más fácil, y significativamente incrementa la productividad del negocio.

Para resumir, al añadir al diseño las mejores prácticas y principios de diseño se obtiene redes con las siguientes características:

- a. **Modular:** Diseños de red de campus que son modulares soportan de manera fácil crecimientos y cambios. A través del uso de bloques de edificios, también conocidos

como módulos, escalar la red es fácil mediante la agregación de nuevos módulos en lugar de re-diseños completos de la red.

b. **Rápida recuperación:** Diseños de red de campus que despliegan las mejores prácticas y poseen características de alta disponibilidad, tienen tiempos de disponibilidad de casi el 100%. Redes de campus desplegadas para servicios financieros pueden perder millones de dólares en rentas por un solo segundo de caída de la red.

c. **Flexibilidad:** Cambios en los negocios es una garantía para cualquier empresa. Es así, que cambios en los negocios hacen de la adaptación rápida uno de los requerimientos de red de campus.

2.1.2 Modelos jerárquicos para el diseño del campus

Mediante el uso de capas, el modelo OSI simplifica la tarea requerida para comunicar dos computadoras.

La propuesta de diseño de campus de cisco también usa capas o niveles para simplificar la arquitectura. Cada capa puede ser enfocada en una función específica, lo que permite al diseñador de la red escoger los sistemas y características correctos para el nivel específico.

Este modelo provee una estructura de trabajo modular que permite flexibilidad en el diseño de la red y facilita la implementación así cómo la resolución de problemas. La arquitectura de campus Cisco fundamentalmente divide las redes en sus bloques modulares en los siguientes niveles o capas: acceso, distribución, y core con sus características asociadas:

a. **Capa de acceso:** Usado para garantizar el acceso a la red a los usuarios, servidores, y dispositivos de conexión a otras redes. En un diseño de campus, el nivel de acceso incorpora generalmente switches con puertos que proveen conectividad a estaciones de trabajo, servidores, impresoras, APs (Puntos de acceso inalámbricos) etc... En el ambiente WAN (Wide Area Network), el nivel de Acceso para proveedores de enlace (de servicios) o sitios remotos (agencias bancarias, por ejemplo) podrían proveer acceso a la red corporativa a través de la tecnología WAN. El nivel de Acceso es la sección de la red del campus más rica en características porque es la mejor práctica para aplicar características lo más exigentemente posibles al usuario final. Estas características incluyen seguridad, control de acceso, filtros, administración, etc...

b. **Capa de distribución:** Interconecta a los cuartos de comunicación, utilizando switches para segmentar grupos de trabajo y aislar problemas de la red en el campus. Similarmente, la capa de distribución agrega conexiones a las áreas más alejadas del campus y provee nivel de seguridad. A menudo, la capa de distribución actúa como un facilitador para la comunicación ente las capas de Acceso y la de Core.

c. **Capa core:** Un backbone de alta velocidad, diseñada para conmutar paquetes tan rápido como sea posible. En la actual generación de diseño de campus, el Core conecta otros switches a una velocidad mínima de 10 Gigabit Ethernet. Debido a que el Core da la conexión crítica, debe proveer un alto nivel de disponibilidad y adaptarse rápidamente a los cambios. Este diseño de capas también provee escalabilidad y rápida convergencia

Este modelo jerárquico (Figura 2.1) no es nuevo y ha sido consistente por bastante tiempo. En resumen, el modelo jerárquico es ventajoso sobre otros modelos no jerárquicos por las siguientes razones:

- Provee modularidad
- Fácil de comprender
- Incrementa la flexibilidad
- Fácil crecimiento y escalabilidad
- Hace que el comportamiento de la red sea predecible
- Reduce la complejidad en la resolución de problemas

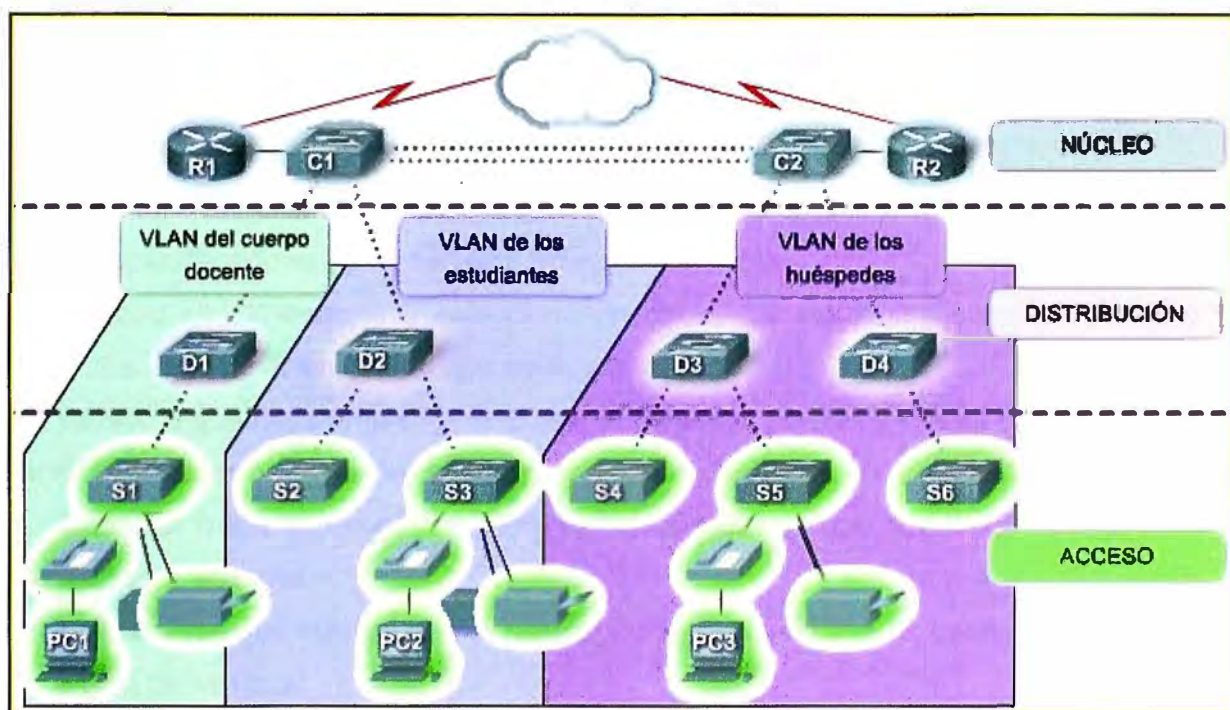


Figura 2.1 Modelo de arquitectura jerárquica

2.2 Soluciones en fibra óptica

El mercado de cableado estructurado presenta muchas soluciones para la implementación del backbone de un campus. Estas soluciones han evolucionado a lo largo del tiempo. Cada nivel jerárquico, de acuerdo a sus exigencias, debe utilizar un cable apropiado. La Figura 2.2 muestra un ejemplo del tipo de cable utilizado para las tres capas del modelo jerárquico de red de campus.

Dado que el concepto que involucra la fibra óptica es muy amplio, y no es el propósito para este informe hacerlo, se presenta en esta sección los aspectos más resaltantes:

1. Especificaciones y dimensionamiento del cable
2. Instalar ambos modos: multimodo y monomodo
3. La importancia de instalar suficiente fibra
4. Modelos de fibra óptica multimodo para instalaciones internas tipo distribución

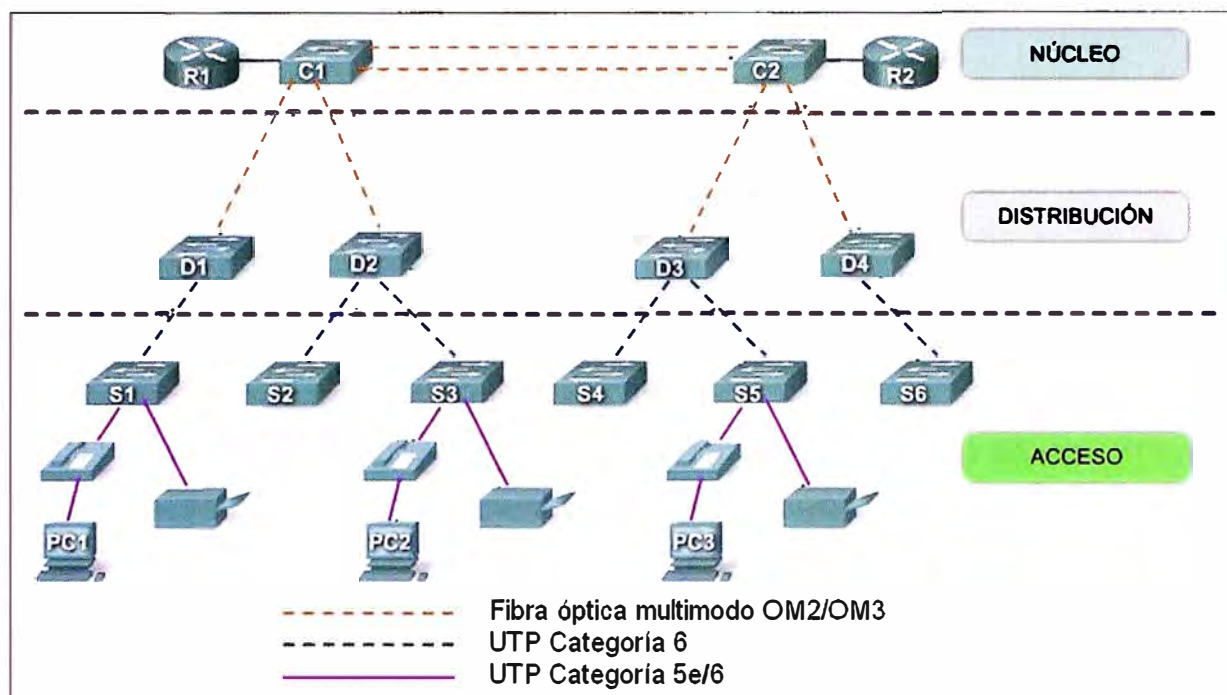


Figura 2.2 Cables requeridos según los niveles jerárquicos

2.2.1 Especificaciones y dimensionamiento del cable

Cuando se dimensiona y selecciona un cable, las siguientes consideraciones son útiles. Se debe tener en cuenta que estas son solo guías.

Debido a que cada ambiente empresarial tiene sus propias y únicas características, la recolección de información detallada y un proceso de diseño son necesarios.

- a. Un factor creciente del 50% y 100% es frecuentemente aplicado luego de estimar las necesidades actuales.
- b. Los factores que afectan el dimensionamiento del backbone de cableado incluyen:
 - Plano de campus.
 - Tamaño del campus (número de edificios).
 - Nivel de automatización de las oficinas (cantidad de conectividad de computadores).
 - Cantidad de tráfico punto a punto versus tráfico LAN.
 - Nivel de redundancia.
- c. La selección del tipo de cable esta basado en ambiente y costo.
- d. Usar una mezcla de cables de fibra óptica monomodo y multimodo (se recomienda una separación mínima de 30/70, respectivamente).

2.2.2 Instalar ambos modos: multimodo y monomodo

Algunos fabricantes de soluciones recomiendan desplegar fibra multimodo y

monomodo en los segmentos del backbone tanto de edificios y cómo de los campus del ambiente industrial y de oficina. Esta combinación puede soportar con una mejor relación costo-eficiencia a las aplicaciones de la actualidad así como proveer soporte futuro para mayores velocidades LAN del mañana y ancho de banda para video. Por supuesto estas recomendaciones deben ser evaluadas contra los horizontes de aplicación y planificación de cada consumidor. La tasa óptima de monomodo a multimodo depende de la necesidad proyectada para soportar aplicaciones que excedan la capacidad de las soluciones multimodo. Por ejemplo, el fabricante Systimax recomienda el 30% de monomodo para consumidores que pronostican aplicaciones gigabit en su futuro. Dependiendo si estas aplicaciones son del futuro inmediato o cercano, entonces se debe considerar mayores tasas.

2.2.3 La importancia de instalar suficiente fibra

Es importante instalar suficiente fibra para soportar las aplicaciones actuales y futuras que permita simultáneamente compartir el segmento de cable. Tener en cuenta el tipo y número de fibras que cada aplicación requiere y agregar una capacidad de reserva para el abastecimiento futuro.

Generalmente, aplicaciones LAN requieren 2 fibras, mientras que aplicaciones de video requieren una o dos fibras dependiendo de si ellas son unidireccionales o bidireccionales. (Enlaces de video que usan comunicaciones bidireccionales incluyen aquellas que retornan video, audio, control de cámara y señales de datos). Se debe adicionar por lo menos 50% de capacidad de crecimiento y acercar la especificación de la fibra al siguiente estándar de dimensionamiento.

2.2.4 Modelos de fibra óptica multimodo tipo distribución

Los modelos presentados son de la marca Systimax:

LaserSPEED 550 (OM4).

- Soporta y excede las especificaciones de próxima generación, fibra multimodo 50um (OM4) en estándares.
- Ancho de banda de Laser superior a 4,700 MHz-Km. a los 850 nm
- Diseñado para soportar baja complejidad en transmisión serial a 10 Gbps a 550 metros
- Soporta todas las opciones seriales y CWDM para Ethernet 10 Gbps
- Soporta Ethernet a 1 Gbps sobre los 1.1 a.m.
- Láser optimizado
- Recomendable para LANs desde los 10Mbps a los 10 Gbps

LaserSPEED 300 (OM3)

- Soporta y excede las especificaciones de la generación de fibras multimodo 50 um (OM3) en estándares

- Ancho de banda láser superior a 2,000 MHz-Km a 850 nm
- Diseñado para soportar una baja complejidad de transmisión serial a 10 Gbps y a una distancia de 300 metros
- Soporta todas las opciones seriales y CWDM para Ethernet 10 Gbps
- Soporta 1 Gbps Ethernet sobre los 1.1 Km.
- Láser optimizado
- Recomendable para LANs desde los 10 Mbps a los 10 Gbps

Laser SPEED 150 (OM2+)

- Soporta y excede las especificaciones de la generación de fibras multimodo 50 um (OM2) en estándares
- Ancho de banda láser superior a 950 MHz-Km a 850 nm
- Diseñado para soportar baja complejidad de transmisión serial a 10 Gbps a 150 metros
- Soporta todas las opciones seriales y CWDM para Ethernet 10 Gbps
- Soporta 1 Gbps Ethernet sobre los 800 metros
- Láser optimizado
- Recomendable para LANs desde los 10 Mbps a los 10 Gbps

Los productos LaserSPEED incluyen:

1. Cables de distribución
2. Cables de Interiores y Exteriores
3. Cable para plantas externas
4. Conectores LC
5. Auto terminaciones y empalmes
6. Outlets y cajas multimedia
7. Patch Cords Pre-conectorizados

2.3 El Protocolo Spanning Tree

Esta sección se explica el rol que cumple el STP (Spanning Tree Protocol) en una red dando énfasis en las causas por las cuales ya no es recomendable su uso en la redes actuales. Esto se ahondará al final de esta sección y en la sección 2.4 donde se presenta al protocolo LACP.

En el mundo de switching el Protocolo Spanning Tree (STP) tiene una función e importancia similar a la que tienen los protocolos OSPF e IGRP en el mundo de routing, ya que es el que permitirá tener alta disponibilidad en la red evitando bucles lógicos.

El STP es un protocolo de capa 2 en el modelo OSI, nivel de la capa de enlace, y esta estandarizado por la IEEE como 802.1D.

2.3.1 Problemas por bucles físicos

La gran discusión sobre el STP consiste en su comportamiento en las conexiones

trunk, las cuales forman parte del árbol extendido. Los bucles pueden ocurrir en una red por una variedad de razones. Usualmente los bucles en una red son el resultado de un deliberado intento por proveer de redundancia. Sin embargo los bucles pueden también resultar de errores de configuración.

Los bucles físicos sin un diseño apropiado del STP pueden ser desastrosos. Dos problemas que pueden resultar son: tormentas de broadcast y tabla de switching corruptas (Inestabilidad de la base de datos de control de acceso a los medios).

a. Tormenta de broadcast

Aquí se explican los efectos de los broadcasts y los multicasts en una red conmutada. Los switches consideran a los multicasts como si fueran broadcasts. Las tramas de broadcast y multicast se envían por inundación desde todos los puertos, salvo el puerto que recibió la trama. En el ejemplo se muestra como un bucle de broadcast es generado (Figura 2.3).

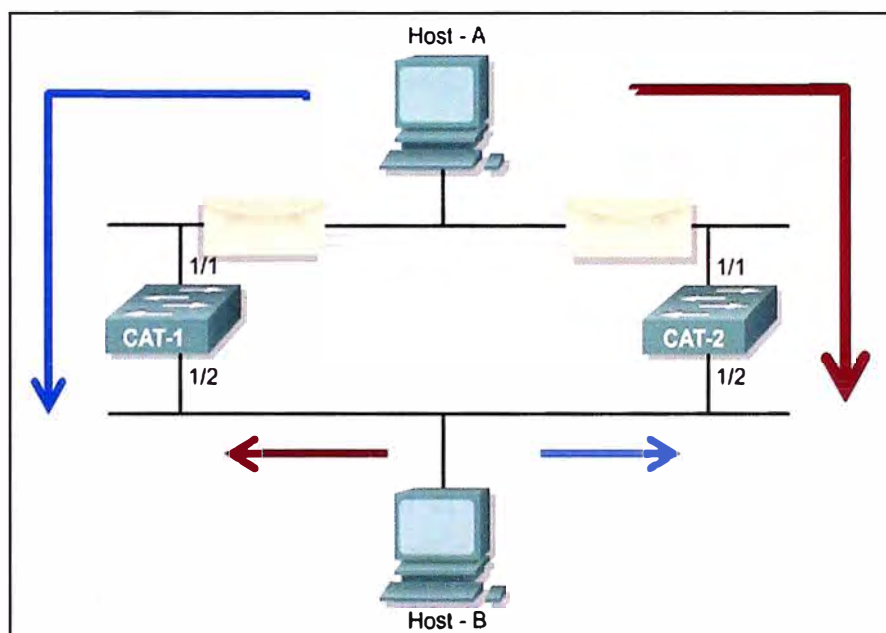


Figura 2.3 Combinación peligrosa de broadcast y bucles físicos

La operación básica del STP empieza mediante el envío de una trama con la dirección MAC de broadcast FF-FF-FF-FF-FF-FF, la cual viaja a través de ambos switches. Cuando la trama llega al puerto 1 del switch 1 sigue el algoritmo estándar de switching y envía la trama hacia todos los otros puertos incluyendo el puerto 2. La trama existente en el puerto 2 viaja a todos los nodos del mismo segmento de red Ethernet incluyendo el puerto 2 del switch 2. El switch 2 envía la trama broadcast hacia todos los otros puertos incluyendo el puerto 1, y así una vez más, la trama llega al puerto 1 del switch 1, y se repite el ciclo. A este proceso se le conoce como el efecto de tormenta de broadcast.

El ejemplo muestra la generación de la tormenta de broadcast cuando la

comunicación se inicia en el Host A, de la misma forma ocurre cuando la comunicación empieza en el Host B, ambos switches envían tormentas de broadcast de forma ilimitada.

Una importante conclusión es que los bucle en switching son más peligrosos que los bucle en routing debido a que la trama inicial broadcast es una trama Ethernet versión II la cual solo contiene 2 direcciones MAC, campo de tipo, CRC y la carga útil. Por otro lado, la cabecera IP contiene un campo Time To Live (TTL) que es enviado por el origen y es disminuido por cada router. Descartando paquetes que alcanza el $TTL=0$, los routers previenen bucles.

A diferencia del protocolo IP, el protocolo Ethernet no tiene un campo TTL, es por ello que cuando una trama entra en un bucle en la red como ya se describió, esta continúa hasta que uno de los switches se apague o uno de los enlaces físicos se desconecte.

b. Inestabilidad de la base de datos de control de acceso a los medios

En esta sección se explica cómo se puede enviar la información incorrecta en una red conmutada redundante. Un switch puede recibir información incorrecta que indica que una dirección MAC está en un puerto, cuando en realidad está en un puerto distinto.

En este ejemplo, la dirección MAC del router Y no está en la tabla de direcciones MAC de ninguno de los switches.

El host X envía una trama dirigida al router Y. Los switches A y B encuentran la dirección MAC del host X en el puerto 0.

La trama del router Y se envía por inundación desde el puerto 1 de ambos switches. Los switches A y B reciben esta información en el puerto 1 y encuentran erróneamente la dirección MAC del host X en el puerto 1.

Cuando el router Y envía una trama al host X, el switch A y el switch B también reciben la trama y la envían desde el puerto 1. Esto es innecesario, pero los switches han recibido la información incorrecta que indica que el host X está en el puerto 1.

En el ejemplo de la Figura 2.4, la trama unicast del router Y al host X quedará atrapada en un bucle lógico.

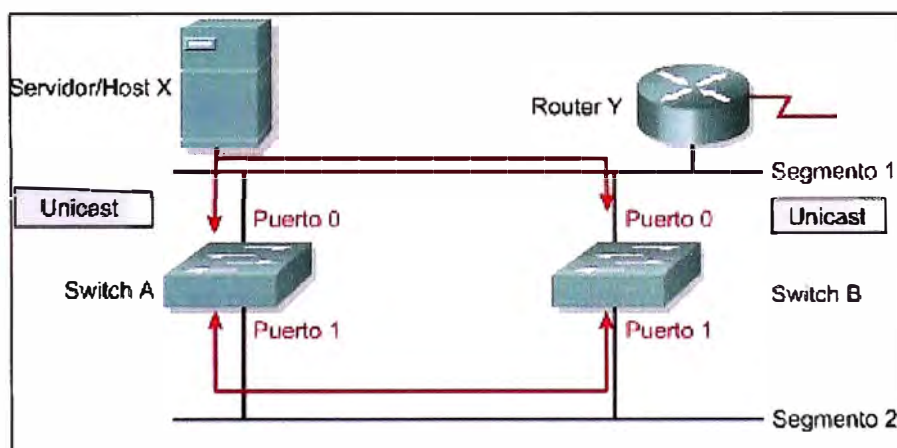


Figura 2.4 Bucle lógico

El algoritmo del STP esta definido por el estándar IEEE 802.1d. Los parámetros usados por el algoritmo son el Bridge Priority, Path Cost y Port ID.

2.3.2 Etapas de los estados del puerto Spanning Tree

En esta sección se explican los cinco estados del puerto de un switch que utiliza STP.

Se necesita tiempo para que la información de protocolo se propague a través de una red conmutada. Los cambios de topología en una parte de la red no se conocen de inmediato en las otras partes de la red. Hay retardo de propagación. Un switch no debe cambiar el estado de un puerto de inactivo a activo de forma inmediata dado que esto puede provocar bucles de datos.

Cada puerto de un switch que usa protocolo de spanning- tree se encuentra en uno de los cinco estados diferentes, como se indica en la Figura 2.5.

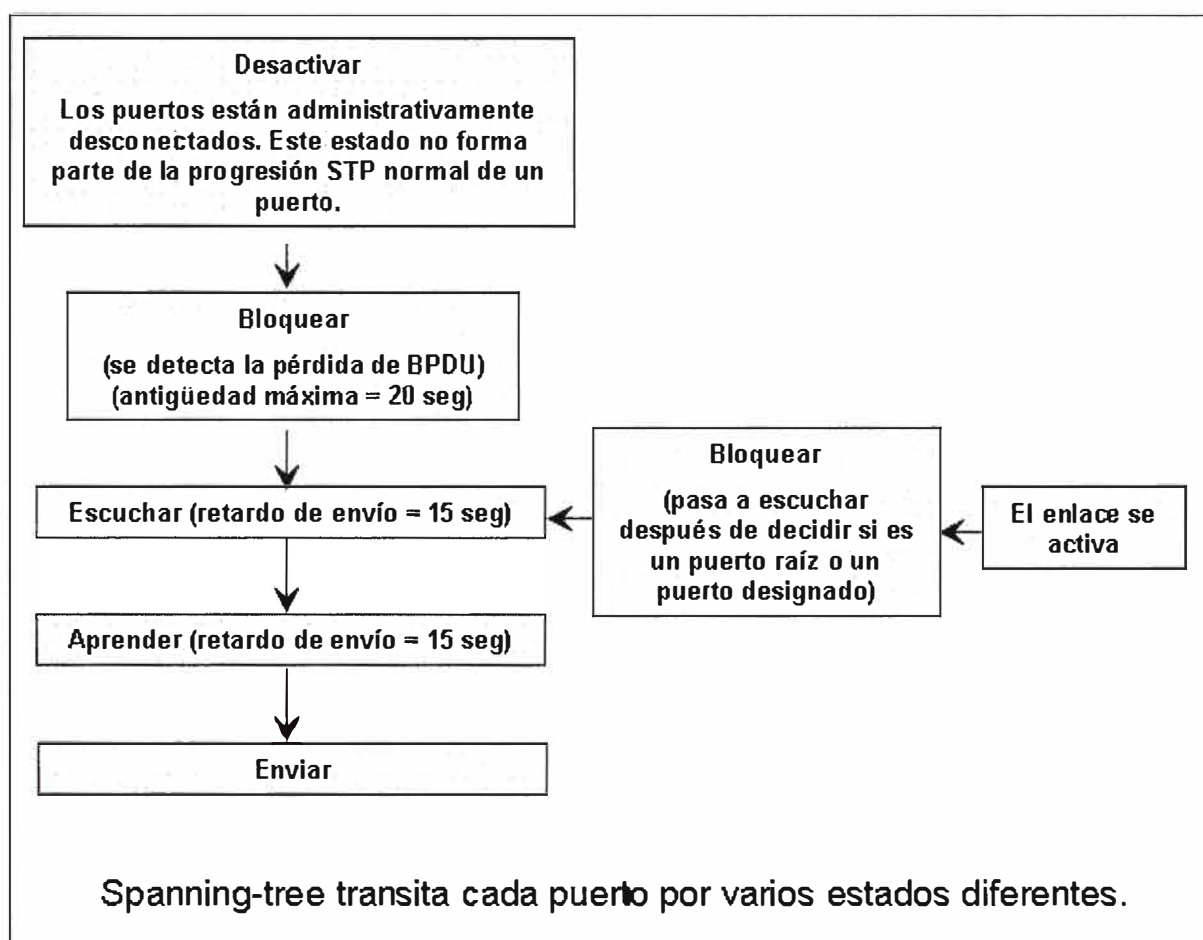


Figura 2.5 Estados del puerto Spanning Tree

En el estado de “Bloqueo”, los puertos sólo pueden recibir las BPDU. Las tramas de datos se descartan y no se puede aprender ninguna dirección. El cambio de un estado a otro puede tardar hasta unos 20 segundos.

Los puertos pasan del estado de bloqueo al estado de “Escuchar”. En este estado, los switches determinan si hay alguna otra ruta hacia el puente raíz. La ruta que no sea

la ruta con un menor costo hacia el puente raíz vuelve al estado de bloqueo. El período de escuchar se denomina retardo de envío y dura 15 segundos. En el estado de escuchar, los datos no se envían y no se reciben las direcciones MAC. Las BPDUs todavía se siguen procesando.

Los puertos pasan del estado de escuchar al estado de "Aprender". En este estado, los datos de usuario no se envían pero se aprenden las direcciones MAC del tráfico que se recibe. El estado de aprender dura 15 segundos y también se denomina retardo de envío. Las BPDUs todavía se siguen procesando.

El puerto pasa del estado de aprender al estado de "Envío". En este estado, los datos se envían y se siguen aprendiendo las direcciones MAC. Las BPDUs todavía se siguen procesando.

El puerto puede estar en estado "Deshabilitado". Este estado deshabilitado se puede producir cuando un administrador desactiva el puerto o el puerto falla.

Los valores de tiempo determinados para cada estado son los valores por defecto. Estos valores se calculan basándose en que habrá una cantidad máxima de siete switches en cualquier rama del spanning-tree desde el puente raíz.

2.3.3 El PortFast como una mejora del STP

El estándar IEEE 802.1d para el STP fue diseñado en una época donde la recuperación de conectividad luego de una caída dentro de 1 minuto o más era considerado como un performance adecuado. Con la ventaja de los ambientes LAN con switches capa 3, el mundo de switching ahora competía con soluciones de ruteo donde los protocolos con OSPF y EIGRP permitían una alternativa que permitía la recuperación en menos tiempo.

Las mejoras de las especificaciones del IEEE 802.1d han sido desarrolladas con la finalidad de lograr una alternativa de selección de camino más rápida del STP. Dentro de estas mejoras se encuentra el PortFast.

El Spanning Tree PortFast es una característica de los switches marca Cisco que causa que un switch o puerto en modo trunk entre al estado de envío inmediatamente, saltándose los estados de "escucha" y "aprendizaje". Tan pronto el switch detecta en enlace, el puerto pasa al estado de envío (menos de 2 segundos después de que el cable de red es conectado al switch).

Si un bucle es detectado y el PortFast está activado, el puerto pasará al estado de bloqueo. Es importante notar que el PortFast empieza solo cuando el puerto inicia por primera vez.

En caso que el puerto es forzado al estado de bloqueo por alguna razón y después necesita retornar al estado de envío, los procesos normales de "escucha y aprendizaje

son ejecutados nuevamente.

La principal razón por la cual es activado el PortFast es en los casos donde una computadora requiere iniciarse en menos de 30 segundos, tiempo que le toma a un switch poner un puerto en el estado de envío desde un estado de desconexión. El caso más común donde una computadora requiere iniciar más rápido de lo normal es cuando utiliza el protocolo DHCP para la asignación de su dirección IP. Con el Spanning-tree Portfast la convergencia de red no debe tardar más de 15 segundos.

2.4 Protocolo de Control de Agregación de Enlaces

El Protocolo de Control de Agregación de Enlaces (LACP) es parte de las especificaciones del estándar IEEE 802.3ad que permite unir varios puertos juntos para formar un único uplink lógico. El LACP permite a un switch negociar una unión automática enviando paquetes LACP a su par. LACP ejecuta una función similar que el Protocolo de Agregación de Puertos (PAgP) con la función EtherChannel de la marca cisco.

El LACP trabaja enviando tramas (LACPDUs) hacia todos los enlaces que tienen el protocolo activado. Si el LACP encuentra un dispositivo en el otro extremo del enlace que también tenga el protocolo LACP activado, este también enviará tramas independientemente a través de los mismos enlaces permitiendo a ambas unidades detectar múltiples enlaces a través de ellos mismos y luego combinándolos en un mismo enlace lógico.

El LACP puede ser configurado en uno de los dos siguientes modos: activo o pasivo. En el modo activo siempre enviará tramas a través de los enlaces configurados. En el modo pasivo sin embargo se sigue la siguiente frase "Habla cuando se le hable", y es por ello que puede ser usado como una forma de controlar bucles accidentales (en tanto que el otro dispositivo este en el modo activo).

a. Usos del protocolo LACP

Las ventajas del LACP se pueden resumir en las siguientes aplicaciones: backbone de red, orden de la trama, eficiencia del equipamiento, y el uso en tarjetas de interfaz de red

a.1 Backbone de red

LACP ofrece una manera económica de configurar un backbone de red de alta velocidad que transfiera mucho más datos que lo que transmitiría una red sin LACP activado. A pesar de esto, en el pasado, varios vendedores usaron técnicas propietarias, la preferencia hoy en día es usar el estándar IEEE, el cual puede también ser configurado estáticamente o usando el LACP. Esto permite a varios dispositivos comunicarse simultáneamente a la máxima velocidad de cada puerto mientras no permite a cualquier otro dispositivo monopolizar todas las capacidades disponibles en el

backbone.

El actual beneficio varía basado en el método de balanceo de carga usado en cada dispositivo. El LACP también permite que la velocidad del backbone de red crezca incrementalmente de acuerdo a como la demanda en la red incrementa, sin tener que reemplazar todo y comprar nuevo equipamiento.

La mayoría de las instalaciones de backbone instalan más cableado o pares de fibra óptica que la necesaria inicialmente, aún si ellos no tienen una necesidad inmediata por el cableado adicional. Este sucede porque el costo de mano de obra es mayor que el costo del cable, y tendiendo cableado extra reducen costos de mano de obra futura si es que las necesidades de red cambian. El LACP puede permitir el uso de este cableado extra para incrementar la velocidad del backbone por poco o ningún costo adicional si es que hay puertos de switches disponibles. Ver Figura 2.6.

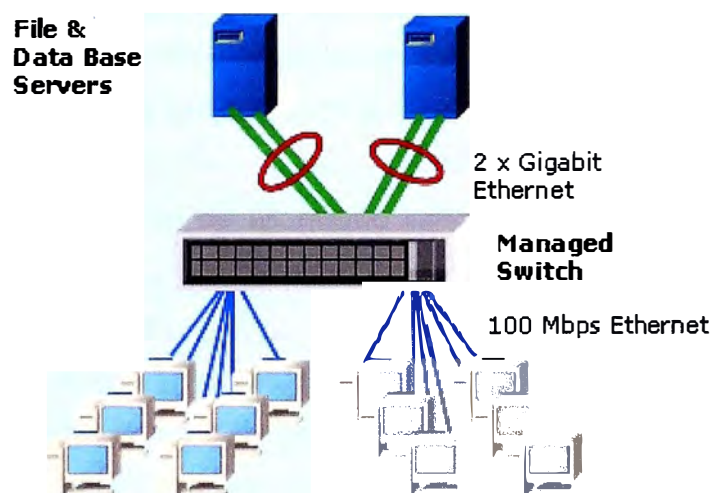


Figura 2.6 LACP. Las líneas verdes han sido agregadas

a.2 Orden de las tramas

Cuando se balancea tráfico, los administradores de red frecuentemente esperan evitar reordenar tramas Ethernet. Por ejemplo, el protocolo TCP usa cabeceras adicionales cuando trata con paquetes fuera de orden. Este objetivo se va logrando mediante el envío de todas las tramas asociadas con una sesión particular a través del mismo enlace.

Sin embargo, dependiendo del tráfico, esto puede no proveer distribución a través de los enlaces en un uplink. Esto limita el ancho de banda del cliente en una agregación al ancho de banda por sesión máximo por cada miembro. Principalmente por esta razón el balanceo de carga 50/50 casi nunca es alcanzado en implementaciones reales; alrededor del 70/30 es más usual.

a.3 Eficiencia del equipamiento

La agregación resulta ineficiente más allá de cierto ancho de banda, dependiendo del

número total de puertos en el equipo switch. Un switch de 24 puertos gigabit con dos uplinks de 8 gigabit esta usando 16 de sus puertos disponibles solo para las dos conexiones entre switches, y deja solo ocho de sus puertos de 1 gigabit para otros dispositivos. Esta misma configuración en un switch de 48 puertos gigabit deja 32 puertos disponibles, y por ello es mucho más eficiente.

Cuando un switch utiliza el 40-50% de sus puertos para formar los uplink del backbone, migrar a un switch con más puertos o mayor velocidad de procesamiento puede ser una mejor opción que simplemente adicionar más enlaces físicos al uplink, especialmente si el antiguo switch puede ser reutilizado en otra zona de la red menos crítica que requiera menor rendimiento.

a.4 Uso en tarjetas de interfaz de red

Tarjetas de red unidas como un solo canal pueden también proveer de enlaces de red con mucha más tasa de transferencia que una sola tarjeta de red. Por ejemplo, esto permite a un servidor de archivos centralizado establecer una conexión agregada de 2 gigabit usando dos tarjetas de red de 1 gigabit.

b. Limitaciones

Son básicamente dos: uso de un mismo switch y uso de la misma velocidad de enlace.

b.1 Uso de un mismo switch

Todos los puertos físicos en el mismo grupo de agregación deben estar en el mismo switch lógico, el cual en la mayoría de los escenarios dejará un solo punto de falla cuando el switch físico al cual ambos enlaces están conectados quede fuera de servicio.

Sin embargo, casi todos los vendedores tienen desarrollos propietarios que resuelven en cierta forma este problema:

Ellos agregan muchos switches físicos en un solo switch lógico. El protocolo SMLT (Split Multi-Link Trunking) permite muchos enlaces Ethernet divididos en dos dispositivos, previniendo así cualquier punto único de falla, y adicionalmente permitiendo que la carga sea balanceada por el único sistema de acceso entre los switches que conforman la agregación. Los dispositivos sincronizan su estado a través de su conexión stack que hace que ambos equipos trabajen como un único dispositivo y previene paquetes duplicados.

b.2 Misma velocidad de enlace

En la mayoría de implementaciones, todos los puertos usados en una agregación tienen el mismo tipo físico, así como todos los puertos de cobre (cat. 5e y 6), todos los puertos de fibra multimodo (SX), o todos los puertos de fibra monomodo (LX). Sin embargo, todos los requisitos del estándar IEEE es que cada enlace sea full duplex y que

todos ellos tengan la misma velocidad (10, 100, 1000 o 10000 Mbps).

Muchos switches son independientes del nivel físico, esto significa que cada switch puede tener una mezcla de cobre, SX, LX, LX10 u otros GBICs. Mientras mantener la misma capa física es el objetivo usual, es posible agregar una fibra 1000BASE-SX como un enlace y un 1000BASE-LX como el segundo enlace, pero lo importante es que la velocidad sea 1 Gbit/s full dúplex para ambos enlaces. Uno de los caminos podría tener un tiempo de transito menor pero el estándar fue diseñado para que esto no cause ningún problema.

2.5 Sistema de Switching Virtual (VSS)

El Sistema de Switching Virtual (VSS) es una característica nueva e innovadora en los switches Cisco de la serie Catalyst 6500 que eficientemente permite la agrupación de dos dispositivos físicos juntos dentro de una única entidad lógica. Esta tecnología permitirá nuevas mejoras en las áreas de campus empresariales y despliegue de data center, incluyendo alta disponibilidad, rendimiento escalable, administración y mantenimiento. El soportar módulos de servicio es el primer motivo para posicionar el VSS en el campus empresarial y en el mercado de data center empresarial. Ver Figura 2.7.

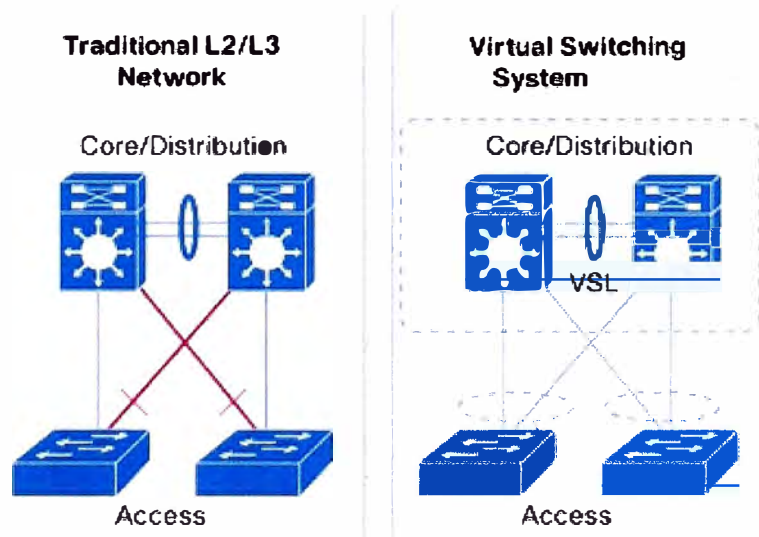


Figura 2.7 Comparación entre la red tradicional y el VSS.

2.6 Comparación entre switches capa 3 y capa 2

En esta sección se hace un balance comparativo entre el switch de capa 2 y el de capa 3

a. Switch capa 2

Los switches analizan tramas entrantes, toman decisiones de envío basadas en información contenida en las tramas, y reenvían las tramas hacia su destino. La transparencia de protocolos de capa superior es la ventaja principal de los switches.

Debido a que estos tipos de dispositivos operan en la capa de enlace de datos, ellos

no tienen que examinar la información de capas superiores. Los switches también pueden filtrar tramas basados en cualquier campo de la capa 2.

En un switch, el envío de tramas es manejado por hardware especializado llamado Application-Specific Integrated Circuits (ASICs). La ingeniería de la tecnología ASIC para switches permite la escalabilidad a velocidades de gigabit con baja latencia a costos significativamente más bajos que los switches Ethernet.

Los switches capa 2 permiten a los administradores de red crecer en ancho de banda sin adicionar complejidad a la red. Las tramas de datos de capa 2 consisten de ambos tipos de información de control, como son las direcciones MAC, y el contenido de usuario final. En la capa 2, se requiere no modificar la información de control de la trama cuando se trabaja entre interfaces de capa 1 similares, como son Ethernet y Fast Ethernet. Sin embargo, cambios en la información de control puede ocurrir cuando se trabaja entre tipos de medio distintos como interfaces FDDI o ATM y Ethernet.

Conectividad de grupos de trabajo y segmentación de la red son los principales usos de los switches capa 2. En el diseño de una red que cada vez disminuye en el número de host por segmento físico, el alto rendimiento de los switches capa 2 permite crear un diseño mejorado con más segmentos de red en todo el campus.

A pesar de las ventajas de una red de switches capa 2, se mantienen las limitaciones de que la tasa de broadcast y multicast se incrementa con el número de host, y los broadcast son aún propagados a través de la red. Con esto es evidente que las funcionalidades de la capa 3 son aún necesarias dentro de la red.

b. Switch capa 3

Una red de switches capa 3 realiza ruteo basado en hardware. El envío de paquetes es manejado por el hardware especializado ASICs. El objetivo es capturar la velocidad del switching y la escalabilidad del routing. Un switch capa 3 actúa sobre un paquete de la misma forma que un router común lo hace, por ejemplo:

1. Determina el camino para el envío basado en información de capa 3.
2. Valida la integridad de la cabecera de la capa 3 a través del checksum.
3. Verifica la expiración y actualización de paquete adecuadamente.
4. Procesa y responde a cualquier información de opción.
5. Actualiza estadísticas de envío en la Base de Información de Administración (MIB).
6. Aplica controles de seguridad si se requieren.
7. Implementa calidad de servicio (QoS).

La principal diferencia entre la operación de intercambio de paquetes de un router y un switch capa 3 esta sobre la implementación física. En el propósito general de un router, equipos basados en microprocesadores, usualmente realizan el intercambio de

paquetes basados en software. Un switch capa 3 realiza el intercambio de paquetes basado en hardware. Debido a que el switch fue diseñado para manejar un alto rendimiento en el manejo de tráfico LAN, un switch capa 3 puede ser ubicado en cualquier lugar de la red, ofreciendo una alternativa más eficiente y a mejor costo que un router tradicional.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se describe la ingeniería del proyecto abarcando las etapas de dimensionamiento, selección del equipamiento, el diseño propuesto para la solución y se hace una descripción resumida sobre las principales características del equipamiento utilizado. Finalmente se realiza un análisis de los resultados obtenidos luego de la implementación de la solución.

3.1 Análisis de alternativas

En esta sección se demostrará el porque el modelo de red LAN convencional no es la solución para el cumplimiento de los objetivos propuestos, y cómo el modelo de Red LAN de última generación lo cubre largamente.

Adicionalmente se realizará un resumen comparativo con las características técnicas cuantitativas de las diferentes opciones en equipamiento propuestos.

3.1.1 Modelo de red LAN convencional

Las redes LAN convencionales estaban basadas en el uso fundamental del protocolo spanning-tree. Adicionalmente cada switch de acceso estaba conectado de forma redundante a los switches de distribución a través de dos enlaces físicos de los cuales solo uno estaba activo y el otro quedaba desactivado por el STP.

De este modo, las redes tenían muchas limitantes, ya que al no utilizar adecuadamente el protocolo LACP o también conocido en el mundo Cisco como Etherchannel, no tenían escalabilidad en incremento de ancho de banda, y adicionalmente con cada switch adicional la topología de red se volvía más compleja.

Otro de los principales inconvenientes era el tiempo de reconvergencia del STP, el cual se traducía en tiempos muy altos de recuperación ante fallas, tiempos que ya no eran aceptables para las expectativas de las empresas.

El nivel de complejidad de estas redes LAN convencionales incrementaba la probabilidad de caídas totales de la red ante mala configuración de los equipos.

La siguiente figura muestra un resumen de cómo eran las redes convencionales de aquel entonces. La topología de una red convencional LAN se muestra en la Figura 3.1.

3.1.2 Modelo de red LAN de última generación

Los avances en la industria de networking en los últimos años han permitido

proyectarse a corto plazo con redes LAN de mayor velocidad pero a precios bastante razonables, debido a la liberación masiva de cableados estructurados de fibra óptica de velocidades de 10 Gbps y hasta 40 Gbps últimamente. Ver Figura 3.2.

Así mismo el equipamiento en switches con backplane desde los 64 Gbps y con interfaces con GBIC de 10 Gbps fueron más accesibles debido a la alta competencia que existe en el mercado (varios fabricantes de switches ya producen tecnologías equivalentes).

El crecimiento de la población y el continuo desarrollo económico del país exige que las empresas bancarias brinden mejor servicio en tiempos menores, por ello se hace indispensable contar con una red que brinde alta disponibilidad de los servicios y que permita que los aplicativos se ejecuten a altas velocidades.

Como ya se mencionó anteriormente, las redes tradicionales de hace 5 años, presentaban muchas deficiencias que con la tecnología de hoy en día se solucionan de la siguiente manera:

Eliminando el protocolo spanning-tree como protocolo de selección de camino (o enlace físico) para la interconexión de los switches de la red.

Implementando el LACP para el uso eficiente de los enlace físicos redundantes y para facilitar la escalabilidad en ancho de banda.

Implementando VSS en el nivel de core, eliminando así el uso total del protocolo spanning-tree en la red, y optimizando el nivel disponibilidad y rendimiento en la red, al tener 2 equipos en simultáneo compartiendo la carga de tráfico y el procesamiento de toda la inteligencia de la red. Con el uso del VSS ambos switches core son activos; y en caso de caída de la tarjeta supervisora de uno de ellos, toda la tarjetería (interfaces de red) siguen operando como si fuera una extensión del otro switch. En otras palabras VSS permite que switches capa 3 trabajen como switches capa 2 en stacking.

Utilizando switches de distribución con mayor backplane (64 Gbps) y con interfaces de 10 Gbps para la interconexión con los switches core e interfaces 1 Gbps para la interconexión con los switches de acceso.

Configurando en los puertos de acceso de los usuarios (en switches de acceso) comandos de configuración que permitan un menor tiempo de conexión y reconexión de las estaciones. En el mundo cisco esto se logra con los comandos "switchport mode access" y "spanning-tree portfast".

Dejando el protocolo spanning-tree habilitado solo como medio de detección de intentos de conexión a la red de switches no autorizados o para la prevención de posibles bucle por mala configuración. Para usar el STP con este objetivo se usa el comando cisco "spanning-tree bpduguard enable".

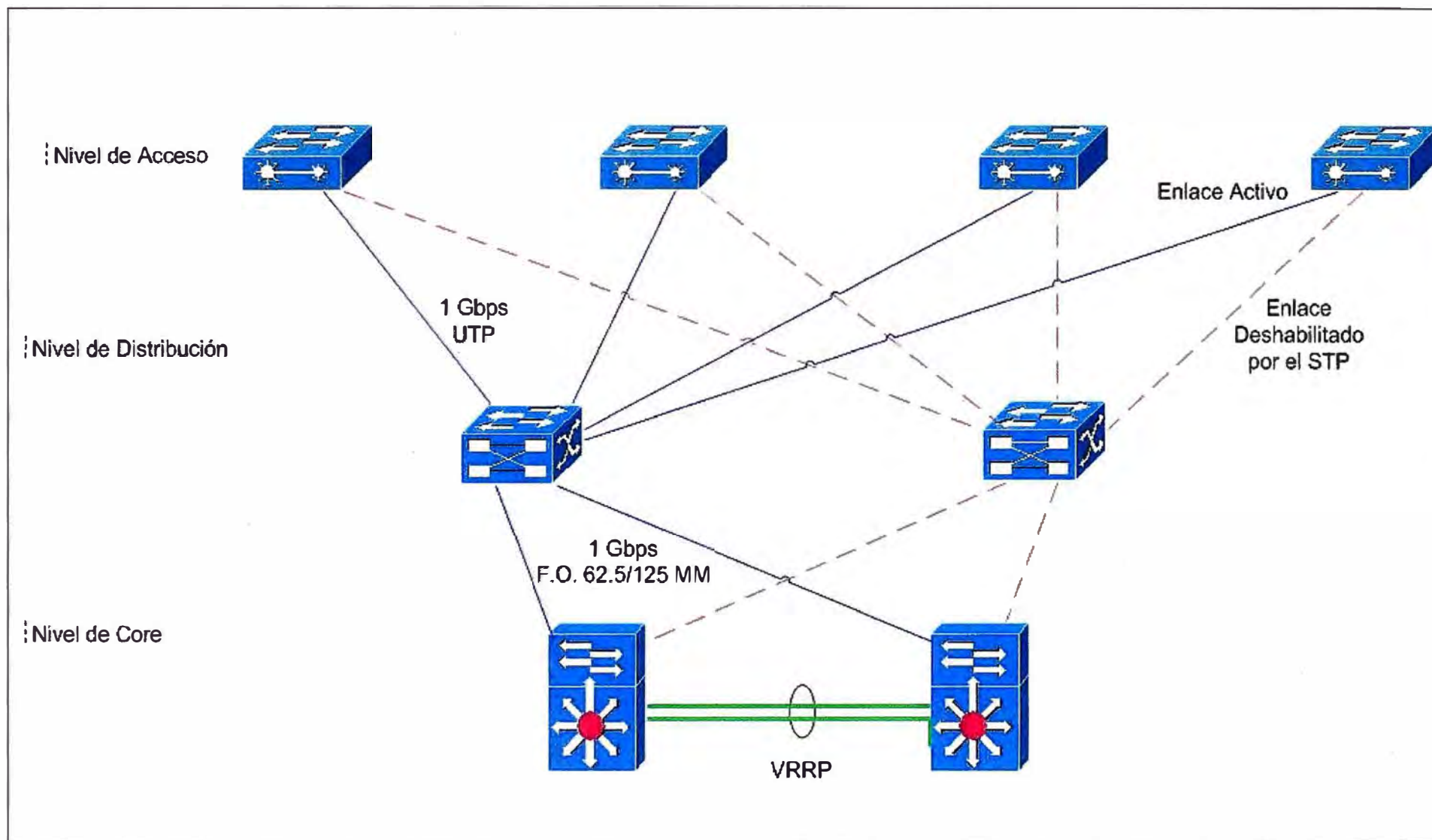


Figura 3.1 Modelo de red LAN convencional (línea azul: enlace activo; línea roja punteada: enlace deshabilitado por el STP)

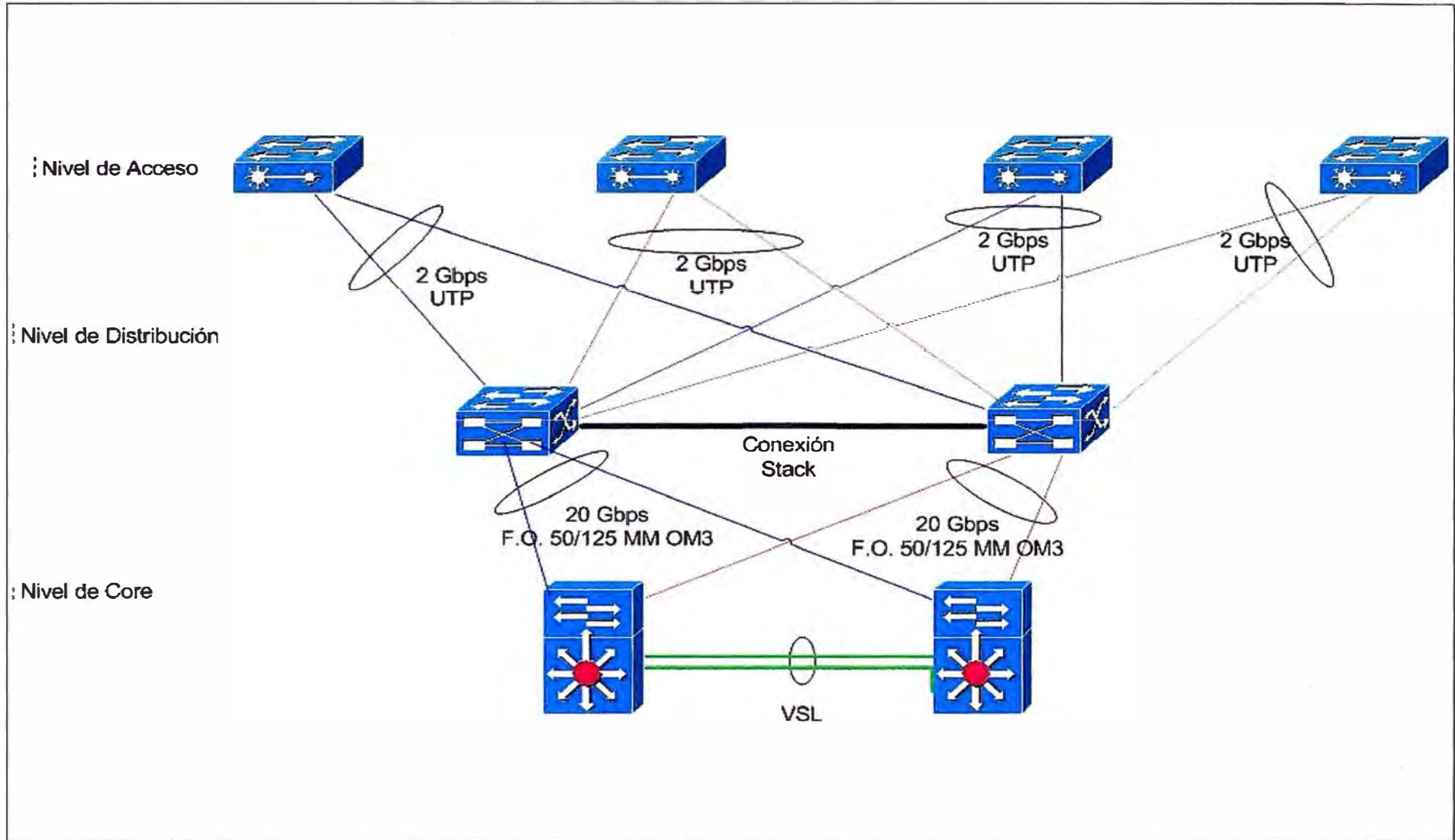


Figura 3.2 Modelo de red LAN de última generación

Migrando a cableado estructurado de fibra óptica multimodo 50/125 OM3 para la conexión entre los switches core y los switches de distribución. Utilizando dos switches en stack, trabajando como una sola entidad lógica, en cada nodo de distribución. Esto permite tener alta disponibilidad de la red ante la caída física de uno de los switches.

3.1.3 Evaluación técnica de las opciones de equipamiento

La renovación tecnológica de la infraestructura de red del banco tuvo la necesidad de ser cambiada por varias razones, dentro de las cuales están: la necesidad de soportar velocidades de tráfico mayores, mayores niveles de disponibilidad y el hecho de que el fabricante Avaya anuncio su retiro de la producción de equipamiento de networking en el año 2007. Esta última razón implicaba que la infraestructura anterior a la solución ya no contaría con soporte ni la posibilidad de cambio de partes en caso de falla.

La evaluación técnica que permitió tomar la decisión de compra del equipamiento de red de la nueva infraestructura se basó en la comparación de características técnicas cuantitativas y cualitativas, el posicionamiento de los fabricantes en el mercado global y local, y el nivel de soporte técnico local disponible.

a. Análisis comparativo de características técnicas de equipamiento ofertado

La Tabla 3.1 muestra de forma resumida las principales diferencias técnicas de los equipos centrales que ayudaron a decidir la compra del equipamiento de marca Cisco.

Tabla 3.1 Evaluación técnica de los switches core de las marcas Nortel y Cisco

Características	Requerimientos Mínimos	Nortel	Cisco
Capacidad de Conmutación ¹	Mínimo 500 Gbps	464 Gbps	720 Gbps
Capacidad de Procesamiento ²	Mínimo 300 Mpps	345 Mpps	450 Mpps
Manejo de Vlans	Estándar IEEE802.1q, Indicar el numero de VLAN soportados	4000	1-1500 rango normal, 1006-4094 rango extendido
Tabla de Direcciones MAC	Indicar el numero de direcciones MAC soportados	No especifica	96000 dir MAC
Calidad de Servicio	Cuatro colas de salida por puerto Clasificación de trafico basado en direcciones IP de origen y de destino, y Puertos TCP/UDP. Filtrado de paquetes en función de capas 2, 3 y 4	No especifica	Cumple
Administración	Sistema de administración vía CLI, telnet y http, ssh	No especifica	Cumple
Carga y Actualización de Software base	Administración de software base a través de puerta consola, FTP o TFTP	No especifica	Cumple
Elementos de Instalación	Los equipos deberán incluir los accesorios de fijación en gabinetes y/o rack Standard	No especifica	Cumple

¹ (backplane), ² (throughput)

Este proyecto fue ejecutado en el año 2008, dentro de este período solo existían dos fabricantes de switches con representación local, los cuales eran Cisco y Nortel.

Dentro de ambas marcas, Cisco tenía más instalaciones realizadas en empresas grandes como Telefónica del Perú, IBM, BCP, etc. Mientras que la marca Nortel tenía instalaciones en América Latina pero ninguna en el Perú.

La cantidad de empresas con personal técnico certificado en el uso y soporte a la marca Cisco era muchísimo mayor a la cantidad de empresas con capacidad para dar soporte a la marca Nortel.

También se tuvo en cuenta la disponibilidad de información y la existencia de cursos de capacitación para el personal técnico interno del banco sobre el uso de equipamiento de cada una de las marca propuestas, donde no existía ninguna institución local que capacite en el uso de equipos de la marca Nortel.

Sin embargo, adicionalmente a todas las diferencias y ventajas que la marca Cisco tenía sobre la marca Nortel a nivel de servicio técnico, se suman las diferencias en características técnicas de ambos sistemas.

b. Análisis de resultados esperados

Los resultados esperados fueron en base a la diferencia en rendimiento de los equipos de red, el cual fue tomado de las hojas de especificaciones técnicas de los equipos, debido a que la realidad del mercado local en infraestructura de redes no permite contar con la disponibilidad de laboratorios o equipos para pilotos con equipos de este dimensionamiento.

La Tabla 3.2 resumen en un cuadro comparativo las características técnicas principales que ilustran claramente los beneficios a obtener con la solución propuesta, dejando claro las limitantes del equipamiento antiguo de marca Avaya.

Tabla 3.2 Valores cuantitativos que diferencian la infraestructura antigua de la nueva

Característica	Sistema Anterior Avaya P882	Sistema Actual Cisco Catalyst 6500
Backplane	139 Gbps	720 Gbps
Capacidad de Procesamiento (throughput)	106 Mpps	450 Mpps
Tabla de Direcciones MAC	Soporta 12000 direcciones MAC	Soporta 96000 direcciones MAC
Cantidad máx. de puertos por tarjeta	4 puertos 1000BASE-X 48 puertos 1000BaseT	48 puertos 1000BASE-X 48 puertos 1000BaseT 16 puertos 10 Gigabit Ethernet
Número de VLANs	1 – 1024 VLANs	1 – 1005 Rango Normal 1006 – 4094 rango extendido
Nivel de aseguramiento de disponibilidad	99.9 %	99.9999 %

Dentro de las limitantes del sistema del equipamiento Avaya se encuentran:

- Baja capacidad de procesamiento.
- Baja capacidad de manejo de tráfico.
- Menor densidad de puertos de red por equipo.
- Menor velocidad por interface de red.
- Menor capacidad para el manejo de direcciones MAC, lo cual limita la cantidad de usuarios y estaciones conectadas a la red.
- Menor cantidad de VLANs.
- Menor aseguramiento de la disponibilidad (lo cual se traduce en una probabilidad mayor de corte de servicio).

Como garantía del buen funcionamiento de la infraestructura nueva se encuentran la cantidad de instalaciones realizadas en el país y el posicionamiento a nivel mundial del fabricante (dato brindado por el cuadrante mágico de Gartner). La figura 3.3 muestra los resultados del cuadrante mágico de Gartner del año 2010 respecto al mercado en infraestructura LAN para empresas (en el año 2009 el fabricante Avaya absorbió a la marca Nortel y a toda su línea de switches).

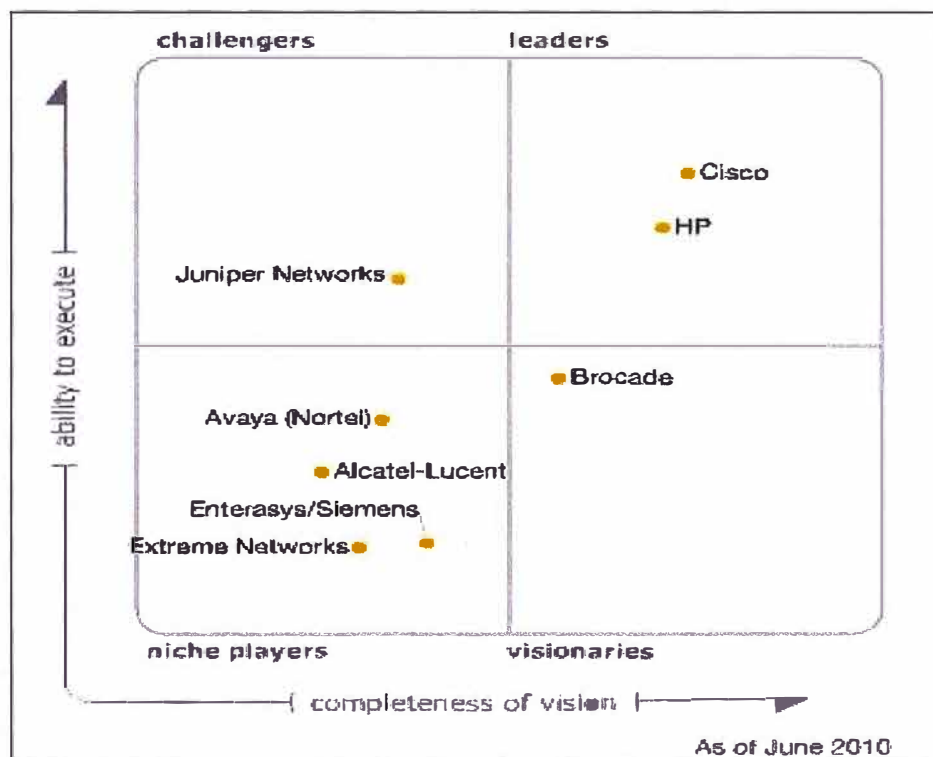


Figura 3.3 Cuadrante mágico de Gartner en tecnologías LAN

3.2 Solución propuesta

En esta sección se explicará la solución propuesta describiendo los siguientes aspectos: objetivos, alcances, descripción de la solución propuesta, implementación de servidores para la gestión LAN, cableado estructurado vertical, y el diseño producto/servicio.

3.2.1 Objetivos

De cara al período de renovación tecnológica del backbone de datos del Banco Continental, se requiere diseñar y adquirir equipamiento que permita contar con una infraestructura de red que soporte el desarrollo tecnológico de los próximos 6 años.

3.2.2 Alcances

El diseño de infraestructura de red abarcará la renovación de lo siguiente:

- a. Cableado estructurado vertical para la interconexión de los nuevos dispositivos de red (switches).
- b. Switches de acceso de usuarios ubicados en cada piso o ambiente alejado del complejo.
- c. Switches de distribución con interfaces de mayor capacidad de transmisión de datos, que concentrarán el tráfico proveniente de los switches de acceso cercanos. Estos equipos se ubicarán en zonas estratégicas del complejo para tener la mejor cobertura al menor precio.
- d. Switches de core con mejores características técnicas que permitan el manejo de mayores volúmenes de tráfico de datos ofreciendo niveles superiores de disponibilidad y la posibilidad de un manejo adecuado de calidad de servicio.
- e. Herramientas de gestión centralizada de los equipos a adquirir, para reducir costos de operación.
- f. Switches de servidores con interfaces de 1 Gbps e interfaces para enlaces de hasta 10 Gbps.
- g. Los esquemas de configuración y topología lógica de la red a través del uso de nuevos protocolos y características desarrolladas por los fabricantes de dispositivos de red.

3.2.3 Descripción de la solución propuesta

La red antigua del Banco Continental presentaba problemas con los bucles tanto en la capa 1 (físicos) como en la capa 2 (detectados por STP).

La nueva arquitectura debía por lo tanto focalizarse, en lo posible, en evitar el uso de una arquitectura que conlleve al empleo del protocolo Spanning Tree (STP).

En tal sentido se puso cómo meta emplear al máximo la virtualización lógica de equipos LAN (switches) de manera que dos o más equipos se vean como una sola entidad lógica y se pueda aprovechar de manera más eficiente algunas funcionalidades como la agregación de enlaces (etherchannel).

De esta forma, se dividirá el esquema de despliegue de switches en los siguientes niveles:

- a. Interconexión Core – Distribución
- b. Interconexión Core – Switches de Servidores

- c. Interconexión Core – Switches de Borde Tipo A
- d. Interconexión Distribución – Switches de Borde Tipo B y C

La Figura 3.4 muestra el esquema general de la topología LAN propuesta:

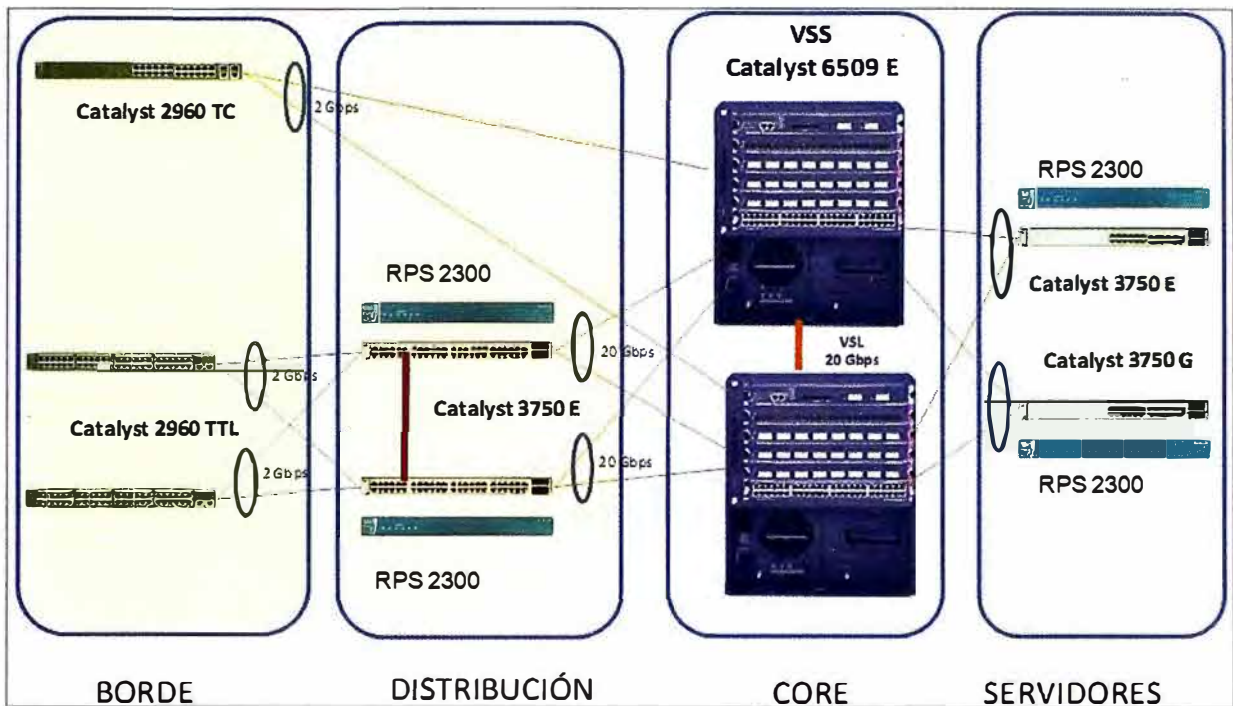


Figura 3.4 Esquema general de la topología LAN propuesta

a. Interconexión Core – Distribución

La Figura 3.5 muestra en detalle el diagrama de conexión entre los switches de core y los switches de distribución.

Como se puede observar en el gráfico, el Nivel de Core de la red esta conformado por dos switches VSC6509E-S720-10G los cuales serán configurados en modalidad VSS (Virtual Switch System).

En esta modalidad de trabajo, los dos switches de core funcionan como una sola entidad lógica (virtual) de cara a los switches de distribución, mejorando la eficiencia operacional y la capacidad de ancho de banda del sistema.

El sistema virtual constará de dos tarjetas supervisoras VS-S720-10G-3C cuyos switch fabric de 720 Gbps estarán activos al mismo tiempo.

Solamente una de las supervisoras tendrá el control activo del Control Plane del sistema mientras que el otro permanecerá constantemente sincronizado y en standby.

Ambas tarjetas supervisoras mantienen su sincronización a través del mecanismo Statefull Switchover (SSO) para evitar pérdida de conexión en las comunicaciones aún en el improbable evento de falla de alguna de las supervisoras o de alguno de los equipos.

Adicionalmente cada chasis físico contará con dos fuentes de energía AC de 3000W en configuración 1+1 para la redundancia de fuentes de energía.

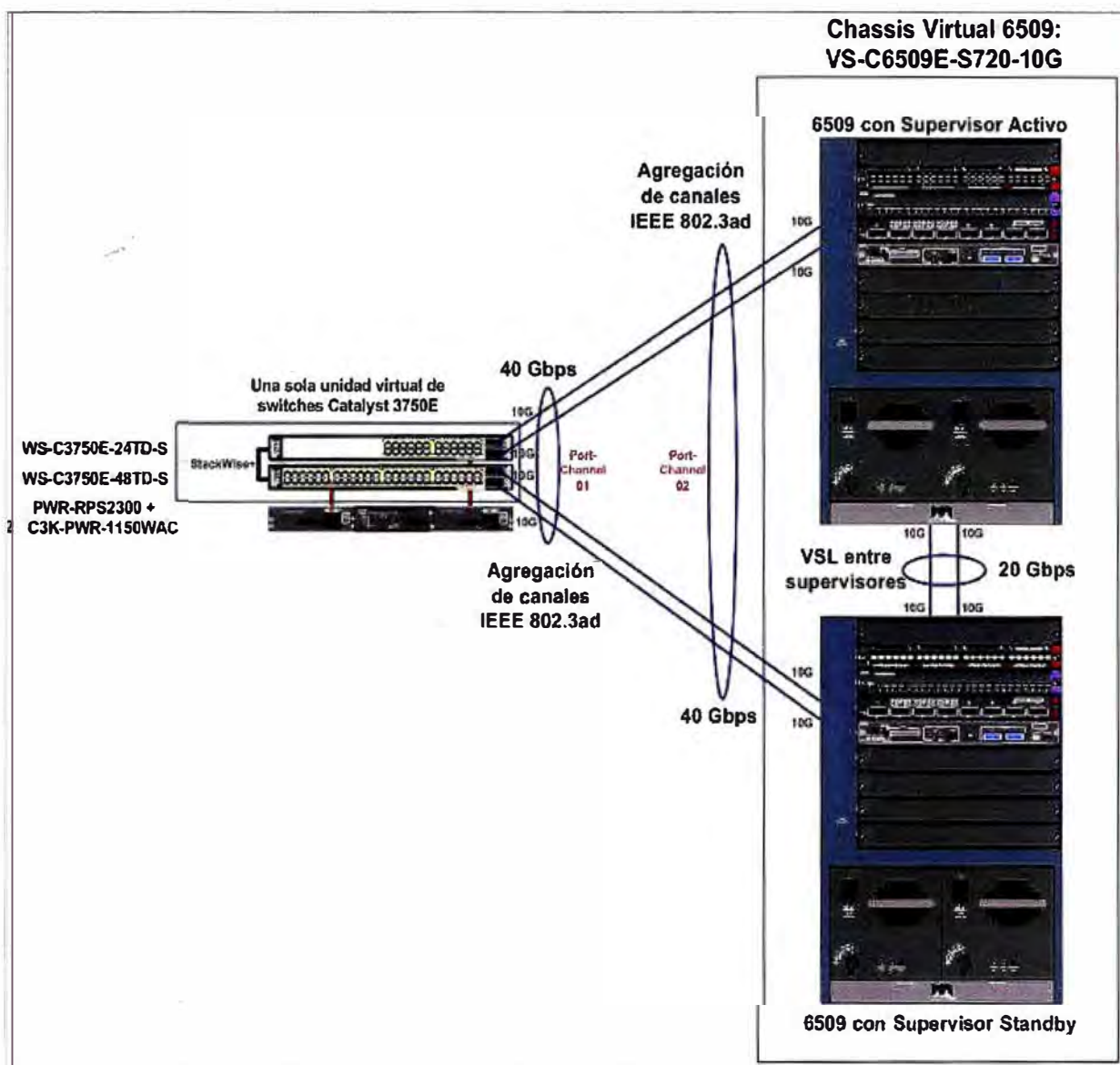


Figura 3.5 Diagrama de conexión entre los switches de core y los de distribución.

Entre los beneficios que se pueden mencionar del esquema VSS están:

1. Incrementa la eficiencia en la operación de los equipos ya que simplifica la red, reduciendo las complicaciones de administración en por lo menos 50%, ya que se tiene un solo equipo lógico (virtual) que administrar y no dos equipos que se administran por separado.
2. Se tiene solamente una sola instancia de ruteo virtual para todas las VLANs que se puedan crear y no dos instancias como en los esquemas tradicionales de dos switches de core independientes cada uno con su instancia de ruteo y con la necesidad de implementar esquemas de redundancia en capa 3 tales como HSRP o VRRP.
3. Elimina la dependencia del Spanning-Tree Protocol (STP) ya que con la tecnología de Etherchannel entre chasis se puede crear topologías libres de bucles, lo cual beneficia la convergencia en capa 2 de la red.
4. Maximiza las comunicaciones sin parada a través del statefull failover entre los dos

chasis.

5. Minimiza y en algunos casos elimina los problemas de reconvergencia de protocolos capa 2 y capa 3 en caso de falla de alguno de los miembros del switch virtual.

6. Escala la capacidad de ancho de banda de 720 Gbps a 1.4 Tbps.

El corazón de la tecnología VSS es el Virtual Switch Link (VSL) que es una conexión de hasta 8 enlaces 10 Gbps en Etherchannel entre ambos miembros del VSS. Para el esquema propuesto se emplearán los dos enlaces 10 Gbps en fibra multimodo 50/125 um OM3 de cada una de las tarjetas supervisoras (supervisora activa y standby) y empleando agregación de enlaces (IEEE 802.1ad).

En el Nivel de Distribución se cuenta con pilas de switches WS-C3750E-24TD-S y WS-C3750E-48TD-S los cuales formarán pilas de dos unidades físicas a través de la tecnología Stackwise Plus mediante la cual, todos los equipos de la pila (hasta 9 equipos como máximo) se comportan como una sola entidad lógica (virtual), ver Figura 3.6.

Esta arquitectura además proporciona redundancia de apilamiento a través de un arreglo de doble anillo el cual es monitoreado por los ASICs de apilamiento para supervisar la operación, configuración, autoupgrade y autorecuperación en caso de falla.

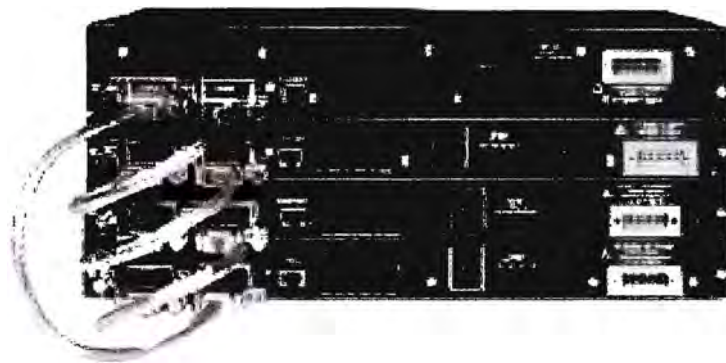


Figura 3.6 Apilamiento (Stack)

Con la cantidad de switches de distribución a proveer, se podrán formar hasta un máximo de 5 pilas de switches de distribución. Cada una de estas pilas de distribución contará adicionalmente con una unidad de respaldo de energía PWR-RPS2300 la cual estará provista de dos fuentes de energía C3K-PWR-1150WAC que servirán de respaldo para cada uno de los miembros de la pila.

La conexión entre una pila de switches de distribución y los Switches de Core miembros del VSS se realizará a través de interfaces 10G en fibra multimodo 50/125u OM3. Del lado de los switches de distribución se tienen 2 interfaces 10G por cada equipo (4 enlaces en total) y del lado de los switches de core se emplearán 2 interfaces por cada chasis físico. Gracias a la virtualización de equipos con la que se cuenta tanto en el core como en la distribución, se hace posible el uso de tecnología Etherchannel, de este modo, se podrá realizar la agregación de los cuatro enlaces 10G a través de IEEE

802.1ad (LACP) y contar con un solo enlace virtual de 40 Gbps entre el core y la distribución. Esto permitirá evitar el uso de STP maximizando de esta forma el uso de los uplinks entre core y distribución.

Las ventajas de la arquitectura propuesta son:

1. Se evita el uso del STP con lo cual los problemas de bucle se minimizan.
2. El uso de agregación de enlaces (Etherchannel) maximiza el uso de los enlaces entre core y distribución, ya que al no emplear STP los enlaces no están en standby (ociosos o sin carga) esperando a que el enlace principal falle. Todos los enlaces del Etherchannel están activos y en capacidad de transmitir datos.
3. Se evita el uso del HSRP o VRRP en la LAN, ya que la tecnología VSS realiza esta tarea, minimizando así el tráfico multicast que emplean estos protocolos.

b. Interconexión core – switches de servidores

Se tienen dos tipos de switches de servidores que se han denominado switches tipo A (WS-C3750E-24TD-S) y switches tipo B (WS-C3750-24TS-S1U). Ver las Figuras 3.6 y 3.7 respectivamente.

Los switches de servidores tipo A son del modelo WS-C3750E-24TD-S. Estos switches serán conectados al core a través de 2 interfaces 10G en fibra multimodo hacia cada uno de los chasis físicos del sistema VSS.

En este esquema se aprovechará también la virtualización de equipos para poder hacer uso de tecnología Etherchannel, de este modo, se podrá realizar la agregación de los dos enlaces 10G a través del IEEE 802.1ad (LACP) y contar con un solo enlace virtual de 20 Gbps entre el Core y cada switch de servidores. Esto permitirá evitar el uso de STP maximizando de esta forma el uso de los uplinks entre core y switches de servidores. Adicionalmente cada switch de servidor contará con una unidad de respaldo de energía PWR-RPS2300 la cual estará provista de una fuente de energía C3K-PWR-1150WAC que servirán de respaldo de energía.

Los switches de servidores tipo B son del modelo WS-C3750G-24TS-S1U. Esos switches serán conectados al core a través de 2 interfaces 1G en fibra multimodo hacia cada uno de los chasis físicos del sistema VSS. En este esquema se aprovechará también la virtualización de equipos para poder hacer uso de tecnología Etherchannel, de este modo, se podrá realizar la agregación de los dos enlaces 1G a través del IEEE 802.1ad (LACP) y contar con un solo enlace virtual de 2 Gbps entre el Core y cada switch de servidores. Esto permitirá evitar el uso de STP maximizando el uso de los uplinks entre Core y Switch de Servidores.

Adicionalmente cada switch de servidor contará con una unidad de respaldo de energía PWR-RPS2300 la cual estará provista de una fuente de energía C3K-PWR-

750WAC que servirá de respaldo de energía.

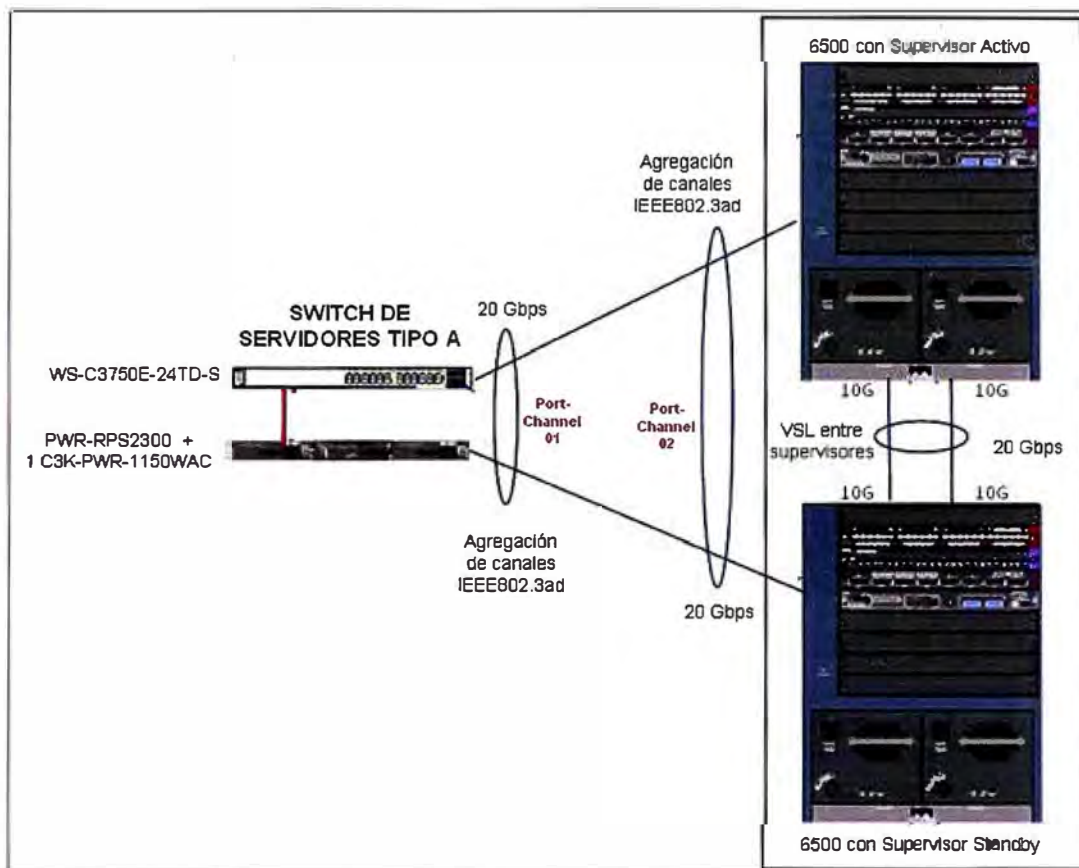


Figura 3.7 Interconexión switches de servidores tipo A

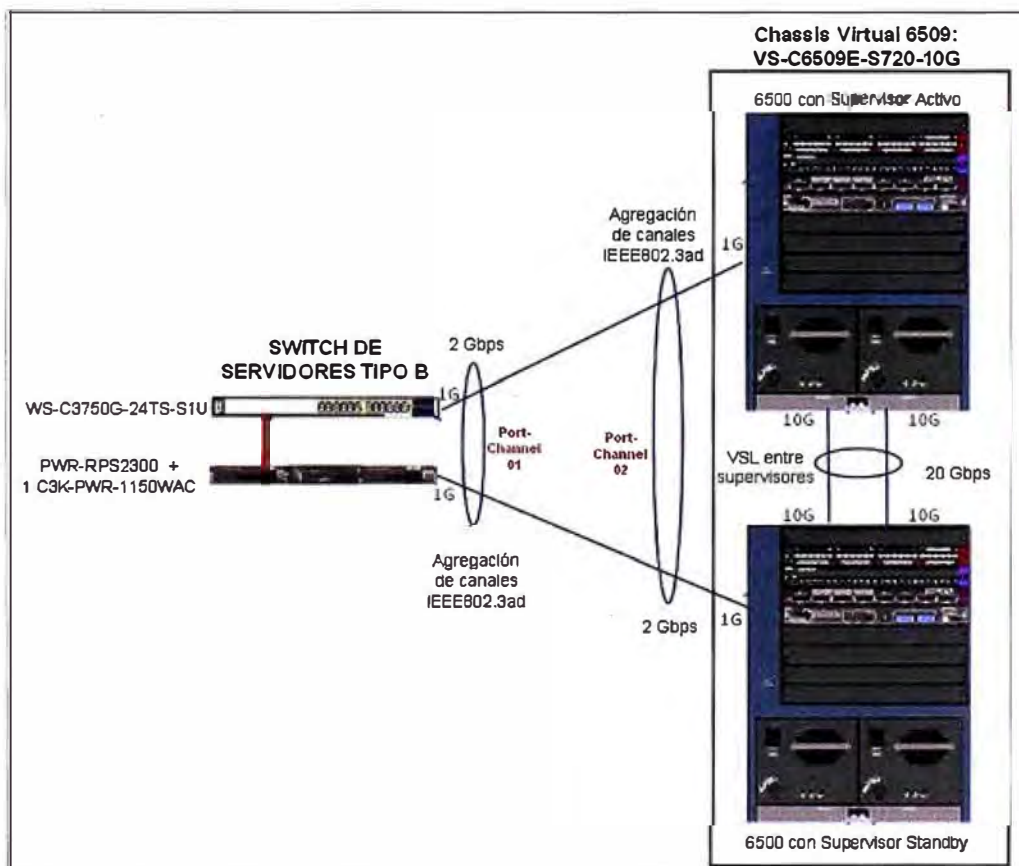


Figura 3.8 Interconexión switches de servidores tipo B

c. Interconexión core – switches de borde tipo A

Para este esquema de interconexión en el borde se tienen los switches de borde Tipo A que corresponden al modelo WS-C2960-24TC-L. Ver Figura 3.9.

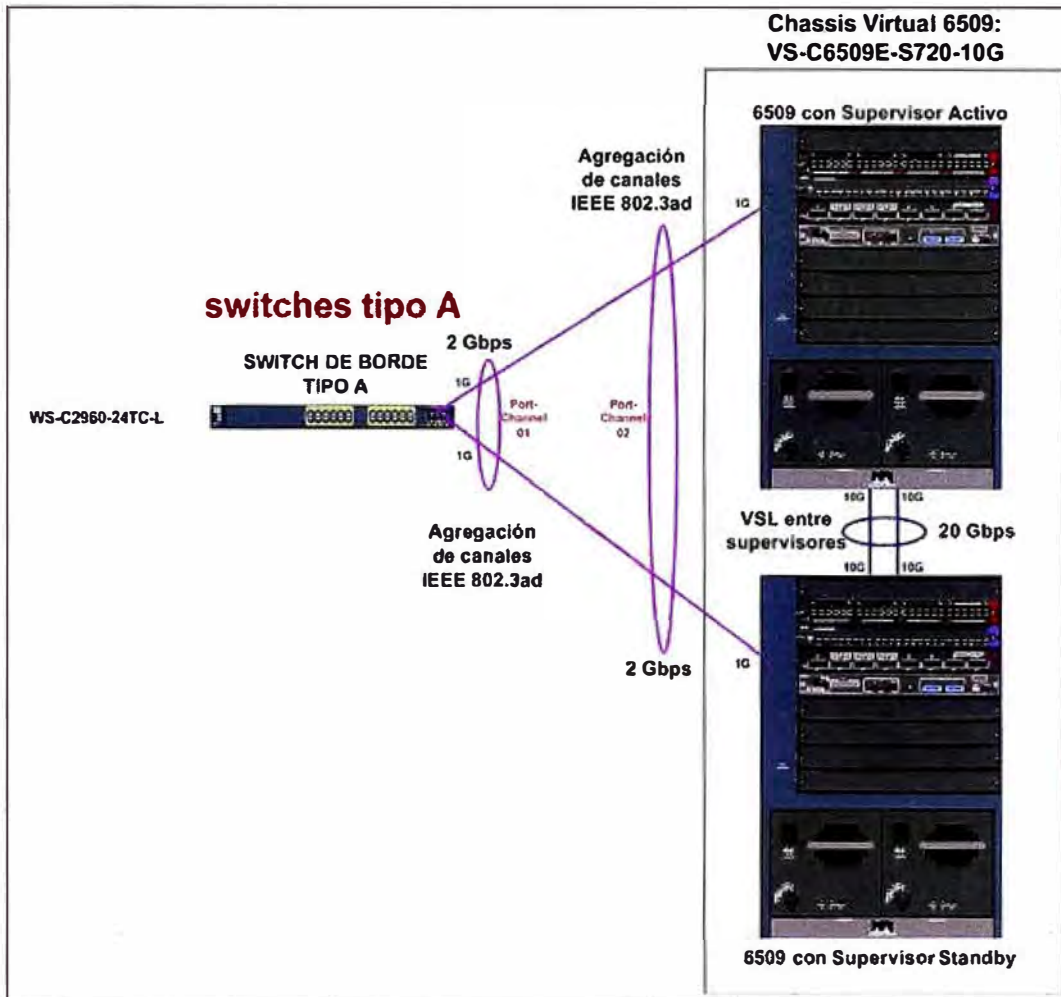


Figura 3.9 Interconexión de switches de borde tipo A

Los switches de borde tipo A son del modelo WS-C2960-24TC-L. Estos switches serán conectados al switch core a través de 2 interfaces 1G en fibra multimodo hacia cada uno de los chasis físicos del sistema VSS.

En este esquema se aprovechará también la virtualización de equipos para poder hacer uso de tecnología Etherchannel, de este modo, se podrá realizar la agregación de los dos enlaces 1G a través del IEEE 802.1ad (LACP) y contar con un solo enlace virtual de 2 Gbps entre el core y cada switch de borde. Esto permitirá evitar el uso de STP maximizando el uso de los uplinks entre core y switch de borde.

Una de las características de este modelo de switch de borde es que poseen 2 interfaces SFP que mediante el uso de transceivers (Figura 3.10) permite tener enlaces de fibra óptica.

Es por este motivo que estos equipos fueron elegidos para poder brindar conectividad a las zonas más alejadas del complejo, donde cualquier cableado de cobre hacia los

nodos de distribución superaría los 90 metros, y con esto, incumpliendo con los estándares de cableado estructurado.



Figura 3.10 Tranceiver GBIC

d. Interconexión Distribución – Switches de Borde Tipo B Y C

Para este esquema de interconexión en el borde se tienen los switches de borde tipo B que corresponden al modelo WS-C2960-24TT-L y switches de borde tipo C que corresponden al modelo WS-C2960-48TT-L. Ver Figura 3.11.

Ambos tipos de switches serán conectados a la pila de switches de Distribución a través de 2 interfaces 1G en cobre RJ-45 (Categoría 6) hacia cada uno de los miembros d la pila de equipos 3750E de Distribución.

En este esquema se aprovechará también la virtualización de equipos para poder hacer uso de la tecnología Etherchannel, de este modo, se podrá realizar la agregación de los dos enlaces 1G a través del IEEE 802.1ad (LACP) y contar con un solo enlace virtual de 2 Gbps entre la pila de distribución y cada switch de borde.

Esto permitirá evitar el uso de STP maximizando el uso de los uplinks entre los switches de distribución y los switches de borde.

e. Implementación de servidores para la gestión de la LAN

Debido a que el equipamiento a adquirir será cisco se recomienda utilizar herramientas del mismo fabricante, con las cuales, los equipos tengan una compatibilidad completa y así se pueda aprovechar al máximo las funcionalidades de los software de gestión a adquirir.

La propuesta incluye:

- CWLMS-3.0-300-K9 LMS 3.0 WIN/SOL 300 Device Restricted
- CWHUM-1.0-M-K9 CiscoWorks Health and Utilization Monitor 1.0M 300 Dev Lic
- QPM-4.0-COMB-K9 QPM comb (config / Monitoring) base Lic W 500 managed nodes

Estos componentes de software serán implementados en 2 servidores, siendo el CWLMS + CWHUM implementados en el mismo servidor por ser herramientas complementarias entre si.

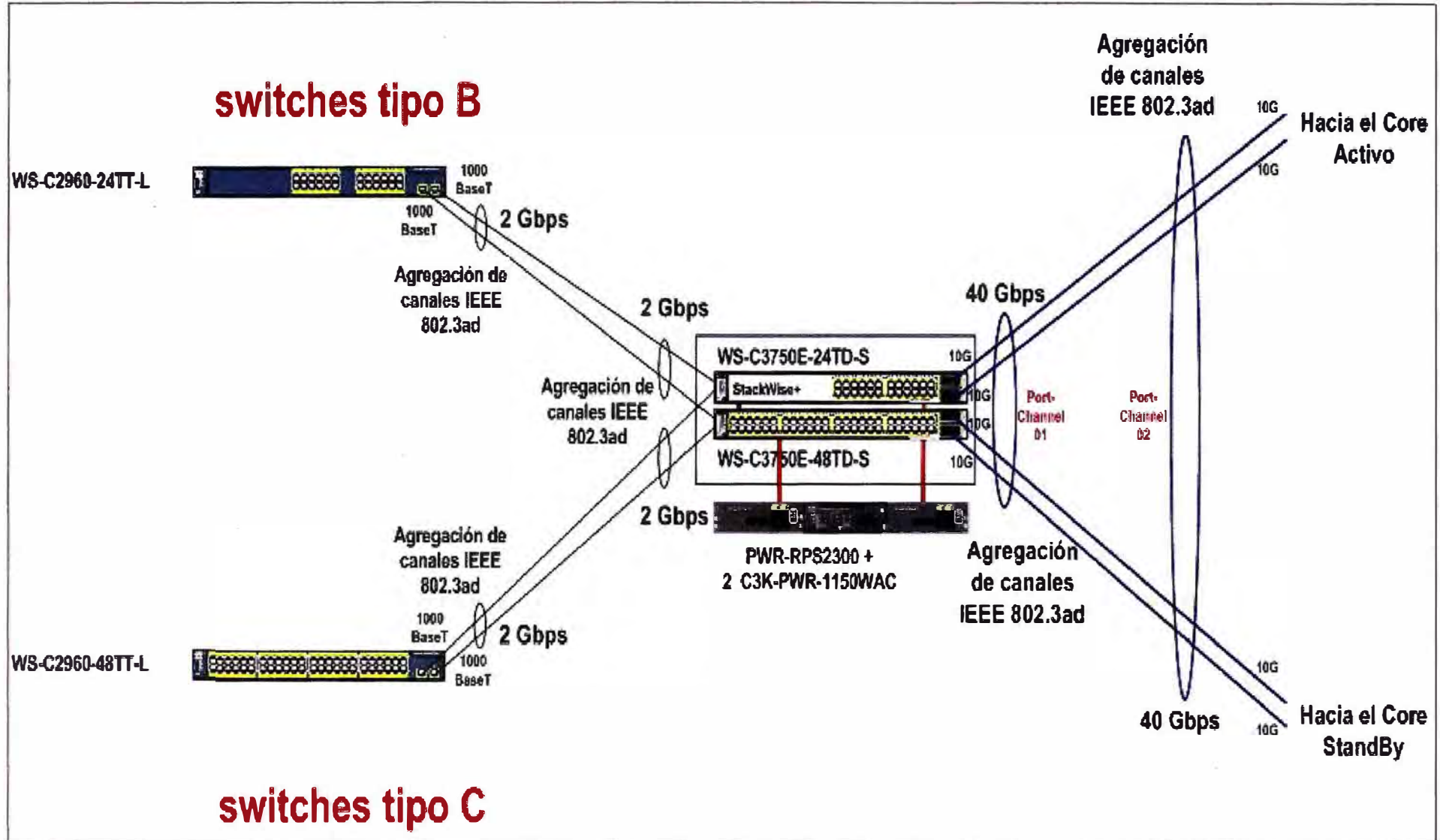


Figura 3.11 Interconexión switches de distribución – switches de borde tipo B Y C

Con estas herramientas se podrán capturar alertas y logs de operación de todos los switches; también se podrá ejecutar tareas de configuración masivas (en simultáneo en varios equipos) y hasta actualizaciones de IOS de ser necesarias. De esta forma se ahorrará en tiempo de operación y mantenimiento de la red.

3.2.4 Cableado estructurado vertical

El backbone de cableado existente corresponde a fibras multimodo 62.5/125u OM1+ cuyas tasas de transmisión tienen como máximo 1 Gbps.

Para poder soportar las nuevas velocidades de transmisión requeridas y que serán soportadas por los switches propuestos, se requiere renovar el backbone de cableado estructurado (cableado vertical del complejo).

El cableado estructurado propuesto corresponde a fibras multimodo 50/125u OM3. Cada enlace de fibra tendida consta de 6 hilos, permitiendo tasas de transmisión de 10 Gbps a una distancia máxima de 300 metros (distancia no incluye los patch cords).

Este cableado de fibra óptica está pensado para atender las conexiones entre el switch core y los switches de distribución que requieren uplinks de 10 Gbps y para la conexión del switch core con los switches de servidores modelo 3750E.

3.2.5 Diseño del producto/servicio

El punto de partida para definir la configuración lógica de los nuevos equipos de red fue mantener en la medida de lo posible las configuraciones ya existentes (VLAN, interfaces VLAN y rutas).

Sin embargo para evitar riesgos, que bajo la antigua infraestructura no podían ser controlados por los equipos de red, desde el inicio se implementaron las siguientes configuraciones adicionales:

- a. Se configuraron uplink de 10 Gbps en arreglos de port-channel (con BW de 20 Gbps en total) para la interconexión de todos los switches de distribución con el core VSS. Recordar que además se está utilizando un cableado estructurado de fibra óptica nuevo que permite anchos de banda de hasta 10 Gbps (a diferencia de las fibras ópticas antiguas de 62.5/125 de solo 1 Gbps de capacidad).
- b. Implementación del parámetro "native vlan" a través de la cual se realizarían todas las interconexiones entre switches. Para ello se definió la VLAN 605.
- c. Implementación de una VLAN para la gestión de todos los switches de la red LAN (interna según el alcance definido para el proyecto). Para ello se definió la VLAN 600 con interfaz 192.168.40.0/24.
- d. Implementación de una VLAN de aislamiento, que por configuración inicial estándar, todos los switches tendrían configurados en sus puertos con el objetivo de evitar conexiones no autorizadas a la red. Para ello se definió la VLAN 610 sin interfaz VLAN y

sin rutas para que este totalmente aislada.

e. En los equipos core se implementó una nueva característica del producto Cisco llamado Virtual Switching System (VSS), el cual permitía eliminar el protocolo VRRP y spanning-tree en los equipos principales. Además esta característica permite el balanceo de carga entre las supervisoras de ambos equipos los cuales ahora trabajarían como uno sólo.

f. Para eliminar la dependencia del protocolo spanning-tree en las capas de distribución y de borde se implementó port-channel en las interfaces de uplink de todos los switches.

g. Para detectar cualquier intento de conexión no autorizada de equipos de comunicación se dejó activado el protocolo spanning-tree solo para que pueda mandar los mensajes de alerta.

h. Debido a que el aplicativo financiero del banco requería de mejores tiempos de respuesta en la red, se dejó habilitado en los puertos de conexión a usuarios, parámetros que permitan minimizar las negociaciones en la conexión. Los parámetros implementados fueron:

- switchport mode access
- switchport nonegotiate
- speed 100
- spanning-tree portfast
- spanning-tree bpduguard enable

Además se configuró las herramientas de gestión Ciscoworks con los parámetros necesarios para tener mapeados todos los switches de la red LAN y poder mandar alertas de saturación de uplinks, caída de equipos. Dichas alertas son enviadas a los integrantes del área encargada de las comunicaciones. También se instaló y configuró la herramienta de gestión de calidad de servicio QPM, la cual hasta la fecha no ha sido personalizada ni aprovechada ya que hasta el momento no se está aplicando calidad de servicio.

Es necesario recalcar que hasta la fecha se tiene 2 backbone paralelos, uno para voz y otro para dato.

3.3 Equipamiento

Esta sección corresponde a la descripción de las funcionalidades del equipamiento utilizado en el proyecto. Estos son: switch de borde 2960, switch 3750 G, switch 3750 E y switch core 6500E.

3.3.1 Switches de la serie 3750 G y 3750 E

Las diferencias principales entre los switches 3750 G y 3750 E son las siguientes:

- La capacidad de conmutación de tráfico y la capacidad de procesamiento de CPU, donde el modelo 3750 E es de lejos superior. Por ejemplo el backplane del 3750G es de

32 Gbps y del 3750E es de 128 Gbps.

- Los switches 3750E tiene la capacidad de usar enlaces trunk de 1 Gbps ó enlaces trunk de 10 Gbps a través del uso de los convertidores TwinGig SFP. Sin embargo los switches 3750G solo manejan enlaces trunk de 1 Gbps.
- La serie de switches cisco Catalyst 3750 E tiene como características principales:
- Modulo convertido cisco TwinGig para migrar los enlaces entre switches de 1 Gigabit Ethernet a 10 Gigabit Ethernet.
- Característica de EnergyWise para el cuidado del medio ambiente, permitiendo reducir la emisión de gases y optimizando el costo de operación a través de reportes de consumo, y reduciendo el consumo de energía en toda la empresa que posee estos equipos en sus instalaciones.
- Suministro d energía modular con contingencia externa (a través del uso de equipos RPS).
- Gestión fuera de banda a través de un puerto Ethernet.

Los switches cisco Catalyst 3750 E poseen puertos con características para conexiones a 10 Gigabit Ethernet para aplicaciones que requieren gran ancho de banda, evitando congestión y asegurando el envío de información. El convertidor TwinGig SFP (Figura 3.12) convierte a una interface de 10 Gigabit Ethernet a dos puertos de 1 Gigabit Ethernet. De esta forma, inicialmente se puede utilizar el switch con enlaces de 1 Gigabit Ethernet y luego implementar enlaces 10 Gigabit Ethernet de acuerdo a como lo demande las necesidades del negocio, sin necesidad de tener que actualizar el nivel de acceso.

El apilamiento (Figura 3.13) es auto administrable y auto configurable. Cuando switches son adicionados o removidos del apilamiento, el switch maestro automáticamente carga la misma revisión de software corriendo en el apilamiento al nuevo switch, cargando los parámetros de configuración global, y actualizando todas las tablas de encaminamiento. Las actualizaciones son aplicadas de forma global y de forma simultánea en cada uno de los miembros del apilamiento.

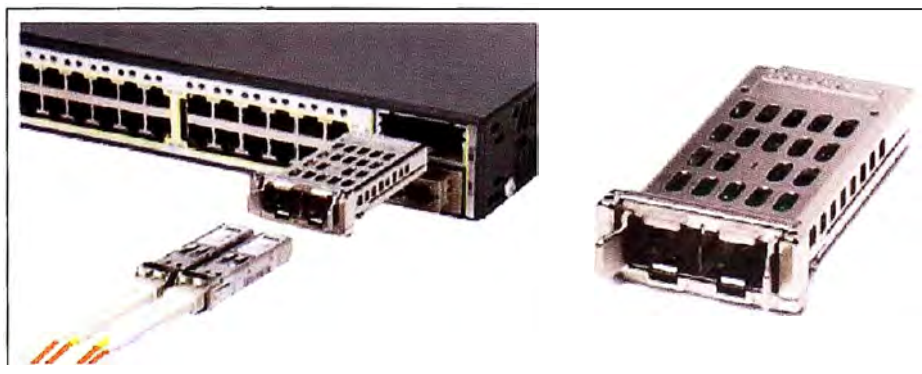


Figura 3.12 Convertidor TwinGig SFP

La serie de switch cisco Catalyst 3750 permite apilar hasta nueve switches en una sola entidad lógica.

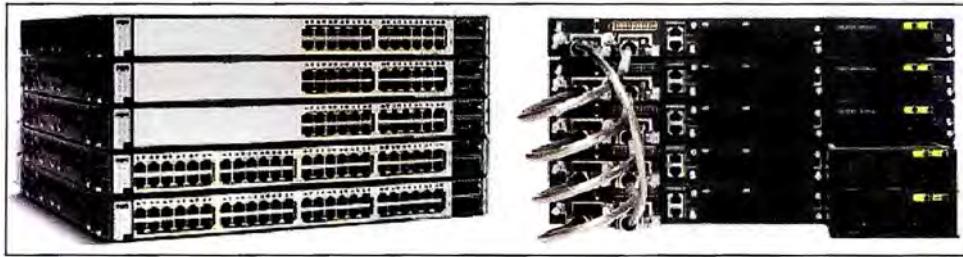


Figura 3.13 Apilamiento de switches

3.3.2 Switches de borde Catalyst 2960

Los switches inteligentes Ethernet Catalyst 2960 son una familia de dispositivos autónomos que proveen conectividad a una computadora a velocidades de 100 Mbps y 1 Gbps, y que permite servicios mejorados en la red LAN para empresas grandes, medianas y redes LAN de sedes remotas.

Los switches 2960 ofrecen seguridad integrada, incluyendo el control de admisión a la red (NAC), avanzado manejo de calidad de servicio (QoS) y soportan enviar servicios inteligentes hasta el extremo de la red.

La serie Catalyst 2960 ofrece:

- Características de inteligencia al extremo de la red, como listas sofisticadas de control de acceso (ACLs) y seguridad avanzada.
- Enlaces trunk de doble propósito para la diversidad de enlaces, permitiendo el uso de enlaces de cobre o fibra. Cada puerto de doble propósito tiene un puerto Ethernet de 10/100/1000 Mbps y un puerto SFP Gigabit, donde solo uno de ellos puede estar activo.
- Control de la red y optimización del ancho de banda usando calidad de servicio avanzado, tasas de límites granulares, listas de control de acceso, y servicios multicast.
- Seguridad de red a través de un amplio rango de métodos de autenticación, tecnologías de encriptación de datos, y control de admisión a la red basada en usuarios.
- Fácil configuración de la red, actualización y resolución de problemas usando el software Cisco Network Assistant.
- Auto configuración para aplicaciones especializadas a través del uso de puertos inteligentes (smartports).



Figura 3.14 Switches inteligentes Ethernet Catalyst 2960

3.3.3 Switches de core Catalyst 6500 E

La serie cisco Catalyst 6500 provee servicios, rendimiento, densidad de puertos y disponibilidad líderes en el mercado con protección de la inversión para empresas y mercados de proveedores de servicio, incluyendo:

- **Máximo tiempo de funcionamiento:** con modularidad de software cisco IOS, suministro de energía, dispositivo supervisor, switch fabric, y redundancia de servicios de red integrados provee de uno a tres segundos como tiempo de recuperación ante fallas y entrega continuidad de aplicaciones y servicios en una red convergente, minimizando la corrupción de datos y servicios de misión crítica.
- **Seguridad comprensiva de red:** integra soluciones probadas de seguridad multi-Gigabit, incluyendo detección de intrusión, corta fuegos, redes privadas virtuales (VPN) y capa de conexiones seguras (SSL) dentro de redes existentes.
- **Rendimiento escalable:** provee hasta 400 Mpps de rendimiento con arquitecturas de envío distribuido.
- **Arquitectura con visión de futuro y protección de inversión:** soporta tres generaciones de módulos intercambiables en caliente en el mismo chasis, optimizando el uso de infraestructuras de tecnología de la información, maximizando el retorno de la inversión y reduciendo el costo total de la propiedad (suma de los costos directos y los costos indirectos como son el mantenimiento de los equipos).
- **Supervisora 720** que soporta el sistema de switch virtual (VSS) y permite que dos switches catalyst 6500 se comporten como una sola entidad lógica, permitiendo que el switch virtual maneje las interfaces y diferentes módulos de ambos chasis al mismo tiempo y en modo activo.



Figura 3.15 Switches de core Catalyst 6500 E

3.4 Análisis de los resultados obtenidos con el nuevo sistema

En esta sección se mostrarán algunos resultados obtenidos en el funcionamiento de la red luego de ser implementada la solución.

3.4.1 Operatividad del sistema

Luego de la implementación de la solución se logró estabilizar la red, obteniendo mejores resultados en disponibilidad y casi eliminando los incidentes por bucles. Estos resultados son evidenciados por los reportes diarios que la nueva herramienta de gestión Ciscoworks emite al personal encargado de la administración de la infraestructura de red.

La Figura 3.16 muestra la operatividad del sistema del switch core luego de aplicada la solución. La línea verde indica la operatividad del sistema registrada durante 24 horas. La gráfica fue obtenida con la herramienta de gestión actualmente implementada.

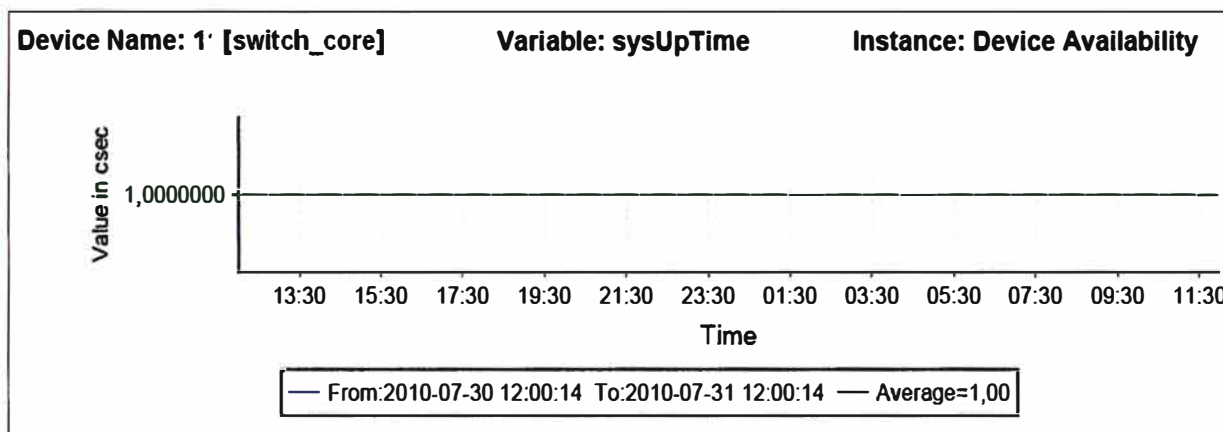


Figura 3.16 Operatividad del sistema del core del 30 al 31 de julio 2010

La Figura 3.17 muestra la gráfica de disponibilidad de uno de los switches de borde en un día donde se realizó mantenimiento del sistema eléctrico del edificio durante 4 horas (línea azul).

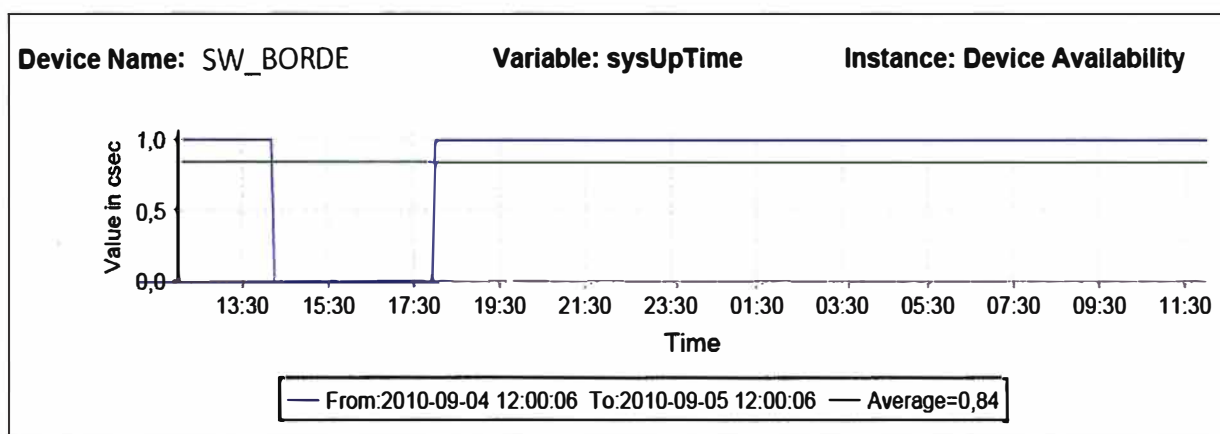


Figura 3.17 Operatividad del sistema de switch de borde del 04 al 05 de septiembre 2010

3.4.2 Consumo de ancho de banda

Tal como se describió en el diseño de la solución, todos los enlaces trunk de interconexión entre switches están configurados en etherchannel permitiendo así tener varios enlaces físicos agrupados en un solo enlace virtual. De esta forma el tráfico entre switches es distribuido entre las interfaces que conforman el etherchannel, obteniendo mayor capacidad de tráfico de datos.

La Figura 3.18 muestra el consumo de ancho de banda de la interface Gi1/2/4 del switch core 1 y la Figura 3.19 muestra el consumo de ancho de banda de la interface Gi2/2/4 del switch core 2, ambas interfaces forman el etherchannel que une el switch core con uno de los switches de distribución.

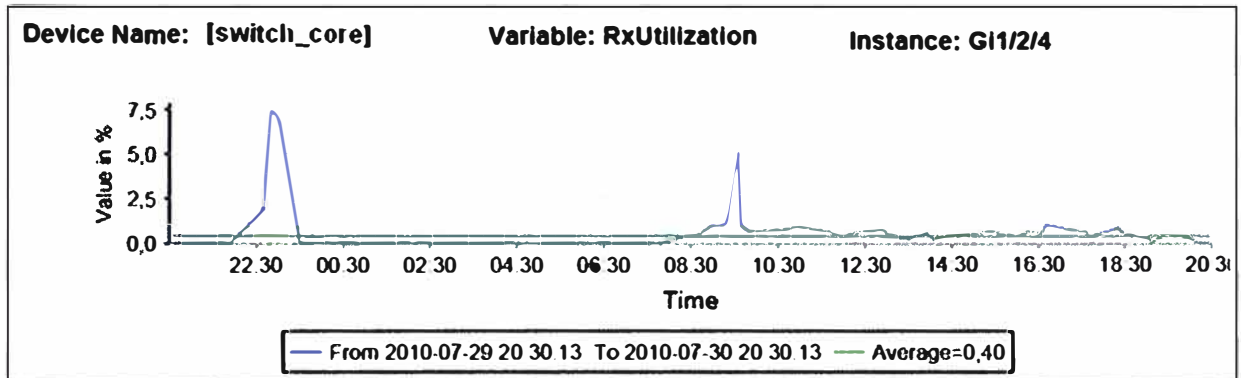


Figura 3.18 Consumo de ancho de banda de la interface Gi1/2/4 del switch core 1

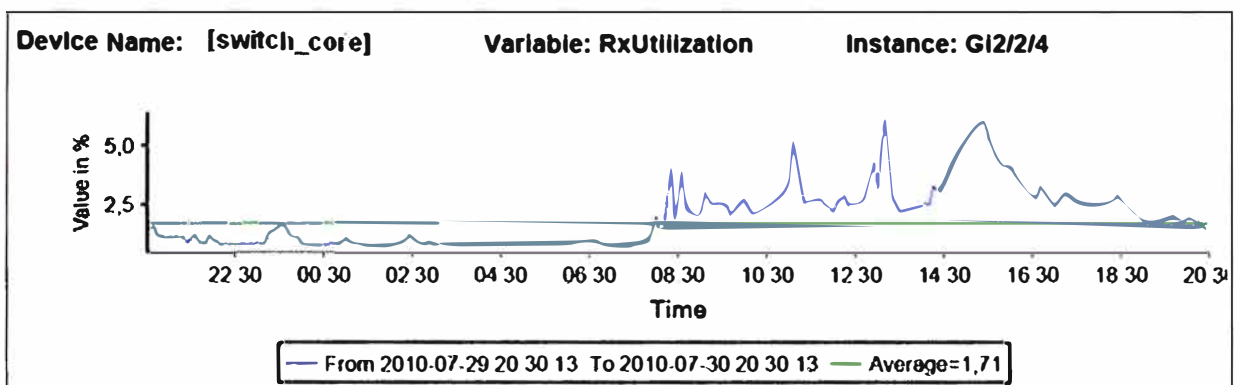


Figura 3.19 Consumo de ancho de banda de la interface Gi2/2/4 del switch core 2

Según los datos mostrados se observa que en los intervalos con picos de tráfico, el consumo de ancho de banda alcanza el 13.5% de la capacidad máxima del etherchannel, que en este caso equivale a 20 Gbps. Es así que en este ejemplo se tiene un consumo máximo de ancho de banda de 2.5 Gbps.

Si se analiza y realiza una comparación con la infraestructura antigua, la cual contaba con enlaces trunk de solo 1 Gbps, queda claro que de no haberse cambiado la infraestructura no se hubiera podido atender esta demanda.

CAPÍTULO IV GESTIÓN DE TIEMPOS, DE COSTOS Y DE RIESGOS

En este capítulo se desarrolla la estructura de costos, la gestión de tiempo del proyecto de ingeniería y la gestión de riesgos.

4.1 Gestión de tiempo

El proyecto tuvo 2 componentes: equipamiento de red y cableado estructurado. Este último fue ejecutado con antelación a la llegada de los equipos de red y de forma totalmente paralela y sin interacción con lo operativo en Producción. En esta sección se desarrolla: el plan de actividades por fases y el cronograma de tareas.

4.1.1 Plan de actividades por fases

A continuación se detalla el plan de actividades por fases que se acordó al inicio del proyecto, y al final se indica como se completaron en el tiempo.

a. Fase 1: Integración VSS e inserción de nuevos switches de servidores

En esta fase se realizó:

1. La implementación de switches de Core Backbone mediante la integración del VSS (Virtual Switch System) a la red actual.
2. La inserción de los cuatro switches de servidores modelo WS-C3750E-24TD-S con sus respectivos PWR-RPS2300 con una fuente C3K-PWR-1150WAC

b. Fase 2: Despliegue de switches de distribución y switches de borde

En esta fase se implementarán las 5 pilas de switches de distribución localizadas en los siguientes ambientes:

1. Piso 15, hall 2
2. Piso 4, hall 2
3. Piso 3, hall 6
4. Zona comercial, piso 2
5. Sótano 1, hall 1

c. Fase 3: Implementar los switches de servidores y switch de comunicaciones

Esta fase consistió de las siguientes tareas:

1. Migración de los servidores ubicados en la sala 2 a los nuevos switches instalados en la fase 1.
2. Instalación de switches de comunicaciones a ubicarse en la sala 1.

d. Fase 4: Afinamiento de políticas implementadas en los switches

Consistió de lo siguiente:

1. Renombramiento de la VLAN 1 por otra VLAN.
2. Aseguramiento del afinamiento para el acceso y gestión de los equipos de red desplegados.

e. Fase 5: Implementación de servidores de gestión

Se realizó:

1. La instalación de las 2 herramientas de gestión adquiridas con la solución (Ciscoworks LMS v3.0 y QPM comb) en sus respectivos servidores adquiridos como parte de la solución para dicho propósito.
2. LA configuración de las capacidades deseadas y disponibles en los software según coordinación con personal responsable del monitoreo.

f. Fase 6: Movimiento de switches dentro de la sala 1

Esto Implica la migración de los servidores y equipos de comunicación ubicados en la Sala.

4.1.2 Cronograma

El cronograma de actividades planteado al inicio fue de acuerdo al cuadro de Gantt mostrado en la Figura 4.1.

Durante el proceso de implementación de este proyecto se presentaron los siguientes sucesos:

- a. Recorte de personal asignado al proyecto.
- b. Cambio del líder del proyecto
- c. Anuncio de etapa de congelamiento (no se autorizaron cambios por fin de año).
- d. Se priorizaron otros proyectos (Virtualización de servidores-Fase I).
- e. Se solicitó verificar los requisitos de conexión de los servidores actuales para distribuir los modelos de switches de acuerdo a las necesidades de conexión.
- f. No se obtuvo aprobación para la ejecución de actividades debido a que se cambio la estructura de pruebas de validación post-cambio.

Todas estas circunstancias se reflejaron en el re-planteamiento de actividades y adecuación del cronograma el cual no tuvo períodos de ejecución muy claros ya que dependían de la confirmación de apoyo de las áreas de implantación para la ejecución de pruebas post-cambio.

4.2 Gestión de costos

La solución integral consta de la solución completa a nivel de equipos de red y de cableado estructurado central. Esto se muestra en la Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4.

Tabla 4.1 Costos involucrados al dispositivo modelo 6500

NÚMERO DE PARTE	DESCRIPCIÓN	Cant.	PRECIO	SUBTOTAL
VS-C6509E-S720-10G	Catalyst 6509-E-Chasis+Fan Tray+Sup720-10G-VSS+IP Base S	2	9,500.00	19,000.00
VS-S720-10G-3C	Cat 6500 Supervisor 720 with 2 ports 10GbE and MSFC3 PFC3C	2	38,000.00	76,000.00
SV33ISK9C-12233SXH	Cisco CAT6000-VSS720 IOS IP SERVICES SSH - DEFAULT	2	0.00	0.00
X2-10GB-SR	10GBASE-SR X2 Module	36	1,995.00	71,820.00
CVR-X2-SFP	Cisco TwinGig Converter Module	36	195.00	7,020.00
WS-X6716-10G-3C	Catalyst 6500 16 port 10 Gigabit Ethernet w/ DFC3C (req X2)	2	40,000.00	80,000.00
SV33ISK9C-12233SXH	Cisco CAT6000-VSS720 IOS IP SERVICES SSH - DEFAULT	2	0.00	0.00
WS-X6724-SFP	Catalyst 6500 24-port GigE Mod: fabric-enabled (Req. SFPs)	2	15,000.00	30,000.00
MEM-XCEF720-256M	Catalyst 6500 256MB DDR, xCEF720 (67xx interface, DFC3A)	2	0.00	0.00
WS-F6700-CFC	Catalyst 6500 Central Fwd Card for WS-X67xx modules	2	0.00	0.00
GLC-SX-MM	GE SFP, LC connector SX transceiver	24	500.00	12,000.00
WS-X6748-GE-TX	Cat6500 48-port 10/100/1000 GE Mod: fabric enabled, RJ-45	2	15,000.00	30,000.00
WS-CAC-3000W	Catalyst 6500 3000W AC power supply	4	3,000.00	12,000.00
CAB-7513AC	AC POWER CORD NORTH AMERICA (110V)	4	0.00	0.00
WS-F6700-CFC	Catalyst 6500 Central Fwd Card for WS-X67xx modules	2	0.00	0.00
VS-F6K-MSFC3	Catalyst 6500 Multilayer Switch Feature Card (MSFC) III	2	0.00	0.00
VS-F6K-PFC3CXL=	Catalyst 6500 Sup720-10G Policy Feature Card 3CXL	2	12,000.00	24,000.00
MEM-C6K-CPTFL1GB	Catalyst 6500 Compact Flash Memory 1GB	2	0.00	0.00
BF-S720-64MB-RP	Bootflash for SUP720-64MB-RP	2	0.00	0.00
WS-F6700-DFC3C=	Catalyst 6500 Dist Fwd Card for WS-X67xx modules	2	7,500.00	15,000.00
WS-X6716-10GE	Catalyst 6500 16 port 10 Gigabit Ethernet Base Module	2	0.00	0.00
MEM-XCEF720-256M	Catalyst 6500 256MB DDR, xCEF720 (67xx interface, DFC3A)	2	0.00	0.00
WS-F6700-CFC	Catalyst 6500 Central Fwd Card for WS-X67xx modules	2	0.00	0.00
WS-C6509-E-FAN	Catalyst 6509-E Chasis Fan Tray	2	495.00	990.00

Tabla 4.2 Costos involucrados al dispositivo modelo 3750 E

NÚMERO DE PARTE	DESCRIPCIÓN	Cant.	PRECIO	SUBTOTAL
WS-C3750E-24TD-S	Catalyst 3750E 24 10/100/1000+2*10GE(X2),265W,IPB s/w	10	9,500.00	95,000.00
S3750EVK9T-12244SE	CAT 3750E IOS UNIVERSAL WITH WEB BASE DEV MGR	10	0.00	0.00
CAB-STACK-50CM	Cisco StackWise 50CM Stacking Cable	10	0.00	0.00
CAB-AC	Power Cord,110V	10	0.00	0.00
CVR-X2-SFP	Cisco TwinGig Converter Module	20	195.00	3,900.00
X2-10GB-SR	10GBASE-SR X2 Module	14	1,995.00	27,930.00
WS-C3750E-48TD-S	Catalyst 3750E 48 10/100/1000+2*10GE(X2),265W,IPB s/w	4	19,000.00	76,000.00
S3750EVK9T-12244SE	CAT 3750E IOS UNIVERSAL WITH WEB BASE DEV MGR	4	0.00	0.00
CAB-STACK-50CM	Cisco StackWise 50CM Stacking Cable	4	0.00	0.00
CAB-AC	Power Cord,110V	4	0.00	0.00
CVR-X2-SFP	Cisco TwinGig Converter Module	8	195.00	1,560.00
X2-10GB-SR	10GBASE-SR X2 Module	4	1,995.00	7,980.00

Tabla 4.3 Costos involucrados a los dispositivos 3750 G, RPS 2300 y el 2960

PART NUMBER	DESCRIPCION	Cant.	PRECIO	SUB TOTAL
	3750 G			
WS-C3750G-24TS-S1U	Catalyst 3750 24 10/100/1000 + 4 SFP + IPB Image; 1RU	2	7,500.00	15,000.00
CAB-STACK-50CM	Cisco StackWise 50CM Stacking Cable	2	0.00	0.00
CAB-AC	Power Cord,110V	2	0.00	0.00
GLC-SX-MM	GE SFP, LC connector SX transceiver	4	500.00	2,000.00
	RPS2300			
PWR-RPS2300	Cisco Redundant Power System 2300 and Blower, No Power Supply	16	1,200.00	19,200.00
	2960			
WS-C2960-24TC-L	Catalyst 2960 24 10/100 + 2T/SFP LAN Base Image	4	2,500.00	10,000.00
CAB-AC	Power Cord,110V	4	0.00	0.00
GLC-SX-MM	GE SFP, LC connector SX transceiver	8	500.00	4,000.00
WS-C2960-24TT-L	Catalyst 2960 24 10/100 + 2 1000BT LAN Base Image	10	2,000.00	20,000.00
CAB-AC	Power Cord,110V	10	0.00	0.00
WS-C2960-48TT-L	Catalyst 2960 48 10/100 + 2 1000BT LAN Base Image	85	2,600.00	221,000.00
CAB-AC	Power Cord,110V		0.00	0.00

Dando la suma de las tres tablas un total de 881,400.00 USD sin IGV

Tabla 4.4 Costo referencial de los requerimientos de cableado estructurado

Cableado de Cobre	
Suministro e instalación de 45 Patch Panel PANDUIT de 24 puertos	
Suministro e instalación de 30 Ordenadores Horizontales PANDUIT de 1 RU	
Suministro e instalación de 15 Ordenadores Horizontales PANDUIT de 2 RU	
Suministro e instalación de 400 Jacks RJ45 PANDUIT Cat. 6.	
Suministro e instalación de 200 Cables UTP Cat. 6 (distancia promedio de 80 metros) distribuidos en diferentes ambientes de la sede central; para la interconexión de los Nodos de Concentración de Cableado y los Nodos de Distribución de Red, los trabajos incluyen el tendido, conectorizado y el certificado.	
Suministro de 400 Cables Patch PANDUIT Cat. 6 de 1.8 metros.	
Cableado de Fibra Óptica	
1900 metros de Fibra Óptica de 6 hilos multimodo, de tipo de distribución de uso interior, distribuidos en 18 enlaces que interconectarán todos los Puntos de Concentración Remotos y Centrales; incluye el tendido, conectorizado de todos los hilos y el certificado.	
68 Cable Patch Cord LC-LC de 2 metros, ensamblado en fábrica, para la conexión del Stack de Switch al Backbone de fibra óptica.	
COSTO TOTAL (Incluido IGV) expresado en dólares americanos.	62,340.32

4.3 Gestión de riesgos

En esta sección se establece el proceso de administración de riesgos que afecten la calidad y tiempos de proyecto los cuales comprenden: Identificar las amenazas e identificar la mitigación de las amenazas. Ver Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Costo referencial de los requerimientos de cableado estructurado

Amenaza	Mitigación
Recorte de Recurso Humano asignado al Proyecto	Coordinación con las Jefaturas para la priorización del proyecto.
Cambio de priorización del proyecto	Informar a las jefaturas de las dependencias y consecuencias de no finalizar el proyecto.
Cambio del plan de actividades por requerimientos adicionales.	Evaluar la necesidad de incluir los nuevos requerimientos en el proceso en marcha, y no esperar a la finalización del proyecto.
Cambio del alcance del proyecto.	Informar periódicamente del alcance inicial del proyecto.
Desaprobación por parte de Gestión de Cambios para la ejecución de las actividades	Informarles con anticipación del detalle de las actividades, impactos y riesgos relacionados y personal de apoyo, de otras unidades, necesario.
Falta de expertos por parte del personal del proveedor de la solución	Solicitar personal certificado en soluciones del fabricante (cisco).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Desde la implementación y migración de todos los equipos a la nueva infraestructura de red se han obtenido los siguientes beneficios:

- Estabilización de la red,
- Eliminación de incidentes por saturación de uplinks de switches de acceso,
- Eliminación de incidentes masivos por saturación de uplinks de switches de interconexión con el core (ahora switches de la capa de distribución),
- Se eliminó Inundación de la red por mensajes de alerta de spanning-tree,
- Se eliminó caídas de red masivas por bucles accidentales,
- Se eliminó inundación de la red por mensajes de alerta ante incompatibilidades de configuración en la red (para evitar estos incidentes se esta manteniendo el estándar de solo switches cisco en la red LAN interna),
- Enterarse de posibles fallas de forma proactiva a través de las alertas enviadas por la herramienta de gestión Ciscoworks.

2. Se recomienda administrar los dispositivos de red con configuraciones estándar para cualquier caso, ya que de esa forma se tiene que aplicar un solo procedimiento para la administración y resolución de problemas sobre la infraestructura montada.

3. Se recomienda (en la medida de lo posible) trabajar con una sola marca de equipos, ya que esto permite un mejor aprovechamiento de las características y performance de la infraestructura montada, además de aplicar un solo procedimiento para la administración y resolución de problemas.

4. Se recomienda mantener actualizado el inventario y esquema de red permite reducir tiempos en la atención de incidentes al tener plenamente identificado la ubicación y dependencia de los equipos.

5. Debido a las nuevas aplicaciones por venir se recomienda evaluar la independización de las conexiones centrales (Data Center) de las conexiones distribuidas. Para esto se esta evaluando implementar equipos capa 2, 3 y 4 para el nuevo data Center.

6. Posterior a definir una política para el uso del recurso IP es muy necesario volver a segmentar la red y optimizar el actual uso del recurso IP.

ANEXO A
PLANTILLA DE CONFIGURACIÓN SW 2960 (BORDE)

```
version 12.2
service nagle
no service pad
service tcp-keepalives-in
service tcp-keepalives-out
service timestamps debug datetime localtime
service timestamps log datetime localtime
service password-encryption
service pt-vty-logging
service counters max age 10
!
hostname [función sw].[ubicación sw].[número sw]!
logging buffered 20000 debugging
no logging monitor
enable secret cisco
!
username administrador password cisco
aaa new-model
aaa authentication login administradores local
!
aaa session-id common
clock timezone GMT-5 -5
system mtu routing 1500
udld aggressive

ip subnet-zero
no ip source-route
no ip domain-lookup
ip domain-name bbva.com.pe
ip rcmd rcp-enable
ip rcmd remote-host ciscoworkbbva 192.168.40.205 administrator enable
!
errdisable recovery cause link-flap
errdisable recovery interval 60
no file verify auto
!
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree loopguard default
spanning-tree portfast bpduguard default
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
vtp mode transparent
vtp domain CISCO
vtp password cisco
!
vlan 600
exit
!
vlan 605
exit
!
interface range FastEthernet0/1-24
```



```

description [ubicación]
switchport access vlan 610
switchport mode access
switchport nonegotiate
speed 100
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
shutdown
!
interface range GigabitEthernet0/1 - 2
description TOSWDIST
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
channel-group 1 mode passive
udld port aggressive
spanning-tree link-type point-to-point
!
interface Port-channel1
description TOSWDIST
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
!
interface Vlan1
no ip address
no ip route-cache
shutdown
!
interface Vlan600
description Management
ip address 192.168.40.XX 255.255.255.0
no ip route-cache
!
ip default-gateway 192.168.40.1
no ip http server
logging trap debugging
logging facility local5
logging source-interface vlan 600
logging 192.168.40.205
snmp-server community PRIVADO RW
snmp-server community PUBLICO RO
snmp-server location BBVA SAN ISIDRO
snmp-server contact ADMINISTRADOR DEL SISTEMA
snmp-server host 192.168.40.205 PRIVADO
snmp-server trap-source Vlan600
snmp-server enable traps config
snmp-server enable traps entity
snmp-server enable traps envmon fan shutdown supply temperature status
!
banner motd ^C

```

BANCO CONTINENTAL DEL PERU

BBVA

Acceso Restringido

Si usted no es un usuario autorizado para este equipo,

Por favor salga de esta conexión.

Todo intento de acceso es monitoreado y podrán

Iniciarse las acciones legales pertinentes.

-----^C

!

line con 0

password cisco

logging synchronous

login authentication administradores

exec-timeout 10 0

line vty 0 4

password cisco

logging synchronous

login authentication administradores

exec-timeout 5 0

transport input telnet ssh

line vty 5 15

password cisco

logging synchronous

login authentication administradores

exec-timeout 5 0

transport input telnet ssh

!

ntp server 192.168.40.200

ntp source vlan 600

!

vtp mode client

ANEXO B
PLANTILLA DE CONFIGURACIÓN SW 3750

```
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone
service password-encryption
service counters max age 10
errdisable recovery cause link-flap
errdisable recovery interval 60
udld aggressive
!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
hostname [función sw].[ubicación sw].[número sw]
!
no service tcp-small-servers
no service udp-small-servers
no service finger
no service config
no ip identd
no ip bootp server
no boot network
no ip domain-lookup
no ip finger
no ip host-routing
no ip source-route
no ip icmp redirect
no ip http server
no ip source-route
no logging console
no enable password
!
service nagle
service tcp-keepalives-in
service tcp-keepalives-out
service pt-vty-logging
ip subnet-zero
ip classless
ip cef distributed
no ip domain-lookup
ip domain-name bbva.com.pe
ip rcmd rcp-enable
ip rcmd remote-host ciscoworkbbva 192.168.40.205 administrator enable
!
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree loopguard default
spanning-tree extend system-id
!
logging on
logging console debugging
no logging monitor
logging buffered 16384 debugging
logging trap debugging
!Log server:
logging 192.168.40.205
!
aaa new-model
aaa authentication login administradores local
```

```

enable secret cisco
!
clock timezone GMT-5 -5
!
username administrador password cisco
clock timezone GMT-5 -5
vtp domain CISCO
vtp password cisco
vtp mode transparent
ip subnet-zero
no ip source-route
!
no ip domain-lookup
!
vlan 600
name Management
!
vlan 605
name Nativa
!
VLAN 610
name Aislamiento
!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!
interface range GigabitEthernet1/0/1 - 46
switchport mode access
switchport access vlan 610
switchport nonegotiate
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
shutdown
!
interface range gi1/0/47 - 52
description TOSWCORE
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
channel-group 1 mode passive
spanning-tree link-type point-to-point
!
interface Port-channel1
description TOSWCORE
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!
interface vlan600
description Management
ip address 192.168.40.XX 255.255.255.0

```

```

no shut
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
no ip routing
ip default-gateway 192.168.40.1
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
logging trap debugging
logging facility local5
logging source-interface vlan 600
logging 192.168.40.205
snmp-server community PRIVADO RW
snmp-server community PUBLICO RO
snmp-server location BBVA SAN ISIDRO
snmp-server contact ADMINISTRADOR DEL SISTEMA
snmp-server host 192.168.40.205 PRIVADO
snmp-server trap-source Vlan600
snmp-server enable traps
!
banner motd ^C
-----
      BANCO CONTINENTAL DEL PERU
          BBVA
Acceso Restringido
Si usted no es un usuario autorizado para este equipo,
Por favor salga de esta conexión.
Todo intento de acceso es monitoreado y podrán
Iniciarse las acciones legales pertinentes.
-----^C
!
line con 0
password cisco
logging synchronous
login authentication administradores
exec-timeout 10 0
line vty 0 4
password cisco
logging synchronous
login authentication administradores
exec-timeout 5 0
transport input telnet ssh
line vty 5 15
password cisco
logging synchronous
login authentication administradores
exec-timeout 5 0
transport input telnet ssh
!
ntp server 192.168.40.200

```


ANEXO C
PLANTILLA DE CONFIGURACIÓN SW CORE VSS


```
upgrade fpd auto
version 12.2
service nagle
service tcp-keepalives-in
service tcp-keepalives-out
service timestamps debug datetime localtime
service timestamps log datetime localtime
service password-encryption
service pt-vty-logging
service counters max age 10
!
hostname VSS.6500
!
boot-start-marker
boot system flash sup-bootdisk:s72033-ip-servicesk9_wan-mz.122-33.SX12.bin
boot-end-marker
!
security passwords min-length 1
logging buffered 20000 informational
no logging monitor
enable secret cisco
!
username administrador password cisco
aaa new-model
!
aaa authentication login administradores local
!
aaa session-id common
platform hardware vsl pfc mode pfc3c
clock timezone GMT-5 -5
ip subnet-zero
no ip source-route
ip rcmd rcp-enable
ip rcmd remote-host ciscoworkbbva 192.168.40.205 administrator enable
!
no ip bootp server
ip ssh version 2
no ip domain-lookup
ip domain-name bbva.com.pe
ip flow ingress layer2-switched vlan 600
udld aggressive
!
switch virtual domain 100
switch mode virtual
switch 1 priority 101
switch 2 priority 100
dual-active pair interface GigabitEthernet1/3/47 interface GigabitEthernet2/3/46 bfd
!
mls netflow interface
mls flow ip interface-full
mls nde sender
mls sampling time-based 1024
mls cef error action reset
!
```

```
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree loopguard default
spanning-tree extend system-id
diagnostic bootup level minimal
errdisable recovery cause link-flap
errdisable recovery interval 60
!
redundancy
main-cpu
auto-sync running-config
mode sso
!
vlan internal allocation policy ascending
vlan access-log ratelimit 2000
!
interface Port-channel111
description **Cat6509-VSL**
switchport
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
spanning-tree link-type point-to-point
!
interface range GigabitEthernet1/2/23 - 24
description **6509-VSS**
switchport
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
spanning-tree link-type point-to-point
channel-group 111 mode active
!
Interface range GigabitEthernet2/2/23 - 24
description **6509-VSS**
switchport
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
spanning-tree link-type point-to-point
channel-group 111 mode active

interface range GigabitEthernet1/3/45 - 46
description FastHello-Link1SW1
no switchport
no ip address
dual-active fast-hello
!
interface range GigabitEthernet2/3/45 - 46
description FastHello-Link2SW1
no switchport
no ip address
dual-active fast-hello
!
interface GigabitEthernet1/3/47
```

```
description IP-BFD-LinkSW1
no switchport
ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
bfd interval 100 min_rx 100 multiplier 50

interface GigabitEthernet2/3/47
description IP-BFD-LinkSW2
no switchport
ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
bfd interval 100 min_rx 100 multiplier 50

!
interface Port-channelXXX
description [función sw].[ubicación sw].[número sw]
switchport
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
!
interface TenGigabitEthernet1/1/X
description [función sw].[ubicación sw].[número sw]
switchport
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
spanning-tree link-type point-to-point
channel-group XXX mode active
!
interface TenGigabitEthernet2/1/X
description [función sw].[ubicación sw].[número sw]
switchport
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
spanning-tree link-type point-to-point
channel-group XXX mode active
!
interface TenGigabitEthernet1/1/Y
switchport
shutdown
!
interface Port-channelZZZ
description [función sw].[ubicación sw].[número sw]
switchport
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/2/Z
description [función sw].[ubicación sw].[número sw]
switchport
switchport trunk encapsulation dot1q
```

```
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
spanning-tree link-type point-to-point
channel-group ZZZ mode active
!
interface GigabitEthernet2/2/Z
description [función sw].[ubicación sw].[número sw]
switchport
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk native vlan 605
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
spanning-tree link-type point-to-point
channel-group ZZZ mode active

interface GigabitEthernet1/2/W
switchport
shutdown
!
interface Vlan20
description USUARIOS
ip address 192.168.20.1 255.255.255.0 secondary
ip address 192.168.20.1 255.255.0.0
no ip redirects
!
interface Vlan21
description USUARIOS_TI
ip address 192.168.10.1 255.255.0.0
no ip redirects
!
interface Vlan25
description SERVIDORES
ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
!
interface VlanXX
description XXXXXXXX
ip address 192.168.XX.1 255.255.255.0
!
Vlan WW
!
Vlan XYZ
!!
Vlan 600
!
Vlan 605
!
Vlan 610
!
interface Vlan600
description Management
ip address 192.168.40.1 255.255.255.0
!
ip classless
```

```

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 [NEXT HOP para la mayoría de destinos]
ip route 1.1.1.0 255.255.255.0 GigabitEthernet2/3/46
ip route 2.2.2.0 255.255.255.0 GigabitEthernet1/3/46
[CONFIGURACION DE RUTAS ESPECIFICAS]
!
ip flow-export source Vlan600
ip flow-export version 9
ip flow-export destination 192.168.40.205 9996
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
logging history informational
logging facility local5
logging source-interface Vlan600
logging 192.168.40.205
access-list 1 permit 192.168.10.10
access-list 1 permit 192.168.10.11
!
snmp-server engineID local 80000009030000230571A000
snmp-server community PUBLICO RO
snmp-server community PRIVADO RW
snmp-server trap-source Vlan600
snmp-server enable traps
snmp-server host 192.168.40.205 PRIVADO
snmp-server host 192.168.40.205 PUBLICO
!
control-plane
!
dial-peer cor custom
!
banner motd ^C
-----
      BANCO CONTINENTAL DEL PERU
      BBVA
Acceso Restringido
Si usted no es un usuario autorizado para este equipo,
Por favor salga de esta conexión.
Todo intento de acceso es monitoreado y podrán
Iniciarse las acciones legales pertinentes.
-----^C
!
line con 0
password cisco
logging synchronous
login authentication administradores
line vty 0 4
password cisco
logging synchronous
transport input telnet ssh
line vty 5 15
password cisco
logging synchronous
transport input telnet ssh

```

```
!  
ntp clock-period 17175626  
ntp server 192.168.40.200  
no event manager policy Mandatory.go_switchbus.tcl type system  
!  
module provision switch 1  
slot 1 slot-type 284 port-type 60 number 16 virtual-slot 17  
slot 2 slot-type 156 port-type 31 number 24 virtual-slot 18  
slot 3 slot-type 147 port-type 61 number 48 virtual-slot 19  
slot 5 slot-type 254 port-type 31 number 2 port-type 61 number 1 port-type 60 number 2  
virtua  
l-slot 21  
!  
module provision switch 2  
slot 1 slot-type 284 port-type 60 number 16 virtual-slot 33  
slot 2 slot-type 156 port-type 31 number 24 virtual-slot 34  
slot 3 slot-type 147 port-type 61 number 48 virtual-slot 35  
slot 5 slot-type 254 port-type 31 number 2 port-type 61 number 1 port-type 60 number 2  
virtua  
l-slot 37  
!  
end
```

ANEXO D
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

Tabla D.1 Switch de borde 2960

Características	Requerimientos Mínimos
Tipo de equipo	Conmutador multicapa de operación a nivel 2
Espacio en rack	Montable en Rack de 19" (1 RU)
Capacidad de Procesamiento (throughput)	10.1 Mpps: 48 puertos, 6.5 Mpps: 24 puertos
Conexiones soportadas	Puertos con autosensing: Half y Full Duplex; AutoMDIX
Switch Fabric	16 Gbps: 48 puertos, 16 Gbps: 24 puertos
Agregación de enlaces	Agregación de enlaces para configurar grupos troncales
Manejo de VLANs	Estándar IEEE 802.1q, soporte de 250 VLANs
Seguridad	Filtrado de paquetes basado en puerto, dirección MAC/IP de origen y destino. Protección por contraseñas y administración a nivel de usuario. Autenticación conforme al estándar IEEE 802.1x Autenticación local y autenticación Radius
Tabla de Direcciones MAC	Configurable hasta 8000 direcciones MAC.
Supresión de Tormentas de Broadcast	Control de broadcast
Protocolo IP	IPV4 – IPV6 (opcional)
Calidad de Servicio	IEEE 802.1p COS Cuatro colas de salida por puerto
Administración	Sistema de administración vía CLI, telnet y http, ssh. Soporte de protocolo SNMP y RMON (4 grupos: Historial, Alarmas, Eventos y Estadísticas)
Carga y Actualización de Software Base	Administración de software base a través de puerto de consola, FTP o TFTP
Elementos de Instalación	Los equipos incluyen accesorios de fijación en gabinetes y/o rack estándar
Estándares soportados	IEEE 802.3 10Base T IEEE 802.3u, 100BaseTX IEEE 802.3ad, 1000Base TX IEEE 802.3x control de flujo IEEE 802.1d Sapnning Tree Protocol (STP) IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol (LACP) IEEE 802.1p Priorización IEEE 802.1Q VLAN IEEE 802.1x Autenticación de usuarios Protocolos: UDP, TFTP, IP, ICMP, TCP, ARP, Telnet, BootP/DHCP, IGMP V1,V2 (Internet Group Management Protocol).

Tabla D.2 Switch core 6500 E

Características	Requerimiento Mínimos
Tipo de equipo	Conmutador multicapa, capacidad de operación a nivel 2, 3, 4, arquitectura distribuida.
Espacio En rack	Montable en rack de 19" (9 RU sin incluir fuentes)
Número de Puertos	24 puertos Gigabit Ethernet, UTP RJ45 10/100/1000 Mbps 12 puertos Gigabit Ethernet, Fibra Óptica de 1 Gbps con sus correspondientes interfaces de F.O. 14 puertos 10Gigabit Ethernet, Fibra Óptica , con sus correspondientes interfaces de F.O.
Backplane*	720 Gbps (*Capacidad de Conmutación)
Tthroughput*	450 Mpps para tráfico IPv4 (*Capacidad de Procesamiento)
Conexiones soportadas	Puertos con autosensing: Half y Full Duplex
Agregación de enlaces	Agregación de enlaces para configurar grupos troncales
Redundancia totalmente activa	Redundancia en fuente de alimentación y procesador
Complejidad Lógica	Soporte de Virtual Switching System (VSS), permite que la administración lógica sea a un solo equipo virtual.
Manejo de VLANs	Estándar IEEE 802.1q 1 – 1005 Rango Normal 1006 – 4094 rango extendido
Seguridad	Filtrado de paquetes en capas 2, 3, 4 (basado en puerto, dirección MAC/IP de origen y destino) Protección por contraseñas y administración a nivel de usuario Autenticación conforme al estándar IEEE 802.1x Autenticación local y autenticación Radius
Tabla de Direcciones MAC	Soporta 96000 direcciones MAC
Supresión de Tormentas de Broadcast	Control de broadcast
Protocolo IP	IPv4 – IPv6 (opcional)
Enrutamiento IP	Protocolos de enrutamiento: RIP V1, V2 VRRP o similar
Calidad De Servicio	ToS/DiffServ IEEE 802.1p COS Cuatro colas de salida por puerto Clasificación de tráfico basado en direcciones Ip de origen y de destino, y Puertos TCP/UDP DSCP Filtrado de paquetes en función de capas 2, 3, 4
Administración	Sistema de administración vía CLI, telnet y http, SSH Soporte de protocolo SNMP y RMON (4 grupos: Historial, Alarmas, Eventos y Estadísticas)
Carga y Actualización de Software Base	Administración de software base a través de puerto de consola, FTP o TFTP.
Elementos de instalación	Los equipos incluyen los accesorios de fijación en gabinetes y/o rack estándar

Tabla D.3 Switch de distribución 3750

Características	Requerimientos Mínimos
Tipo de Equipo	Conmutador multicapa, capacidad de operación a nivel 2, 3, 4, arquitectura distribuida.
Espacio en rack	Montable en Rack de 19"
Backplane*	128 Gbps (*Capacidad de Conmutación)
Troughput*	65.5 Mpps: 24 puertos, 101.2 Mpps: 48 puertos (*Capacidad de Procesamiento)
Conexiones soportadas	Puertos con Autosensing: Half y Full Duplex; AutoMDIX
Agregación de enlaces	Agregación de enlaces para configurar grupos troncales
Redundancia totalmente activa	Redundancia en fuente de alimentación
Manejo de VLANs	Estandar IEEE 802.1Q. Soporte de 1005 VLANs, 4K VLANs IDs.
Seguridad	Filtrado de paquetes en capa 2, 3, 4 (basado en puerto, dirección MAC/IP de origen y destino). Protección por contraseñas y administración a nivel de usuario. Autenticación conforme al estándar IEEE 802.1x. Autenticación local y autenticación Radius.
Tabla de Direcciones MAC	Direcciones MAC soportados: <ul style="list-style-type: none"> - Default Template: 6K - Access Template: 4K - VLAN Template: 12K - Routing Template: 3K
Supresión de Tormentas de Broadcast	Control de Broadcast
Protocolo IP	IPV4 – IPV6 (opcional)
Enrutamiento IP	Protocolo de enrutamiento: RIP V1, V2; VRRP o similar
Calidad de Servicio	ToS/DiffServ IEEE 802.1P COS Cuatro colas de salida por puerto Clasificación de tráfico basado en direcciones IP de origen y destino, y Puertos TCP/UDP DSCP Filtrado de paquetes en función de capas 2, 3, 4
Administración	Sistema de administración vía CLI, telnet, http, ssh Soporte de protocolo SNMP y RMOM (4 grupos: Historial, Alarmas, Eventos y Estadísticas).
Carga y Actualización de Software Base	Administración de software base a través de puerto de consola, FTP o TFTP

Tabla D.4 Switch servidores 3750 G

Características	Requerimientos Mínimos
Tipo de Equipo	Conmutador multicapa, capacidad de operación a nivel 2, 3, 4, arquitectura distribuida.
Espacio en rack	Montable en Rack de 19"
Capacidad de Conmutación (backplane)	32 Gbps
Capacidad de Procesamiento (throughput)	38.7 Mpps
Conexiones soportadas	Puertos con Autosensing: Half y Full Duplex; AutoMDIX
Agregación de enlaces	Agregación de enlaces para configurar grupos troncales
Redundancia totalmente activa	Redundancia en fuente de alimentación
Manejo de VLANs	Estandar IEEE 802.1Q. Soporte de 1005 VLANs, 4K VLANs IDs.
Seguridad	Filtrado de paquetes en capa 2, 3, 4 (basado en puerto, dirección MAC/IP de origen y destino). Protección por contraseñas y administración a nivel de usuario. Autenticación conforme al estándar IEEE 802.1x. Autenticación local y autenticación Radius.
Tabla de Direcciones MAC	Direcciones MAC soportados: <ul style="list-style-type: none"> - Default Template: 6K - Access Template: 4K - VLAN Template: 12K - Routing Template: 3K
Supresión de Tormentas de Broadcast	Control de Broadcast
Protocolo IP	IPV4 – IPV6 (opcional)
Enrutamiento IP	Protocolo de enrutamiento: RIP V1, V2; VRRP o similar
Calidad de Servicio	ToS/DiffServ IEEE 802.1P COS Cuatro colas de salida por puerto Clasificación de tráfico basado en direcciones IP de origen y destino, y Puertos TCP/UDP DSCP Filtrado de paquetes en función de capas 2, 3, 4
Administración	Sistema de administración vía CLI, telnet, http, ssh Soporte de protocolo SNMP y RMON (4 grupos: Historial, Alarmas, Eventos y Estadísticas).
Carga y Actualización de Software Base	Administración de software base a través de puerto de consola, FTP o TFTP

ANEXO E
FOTOS DE LAS INSTALACIONES

La Figura F.1 muestra uno de los cinco nodos de distribución existentes



Figura F.1 Nodo de distribución piso 4

La Figura F.2 muestra el mismo nodo de distribución indicando cada uno de los dispositivos que lo componen.

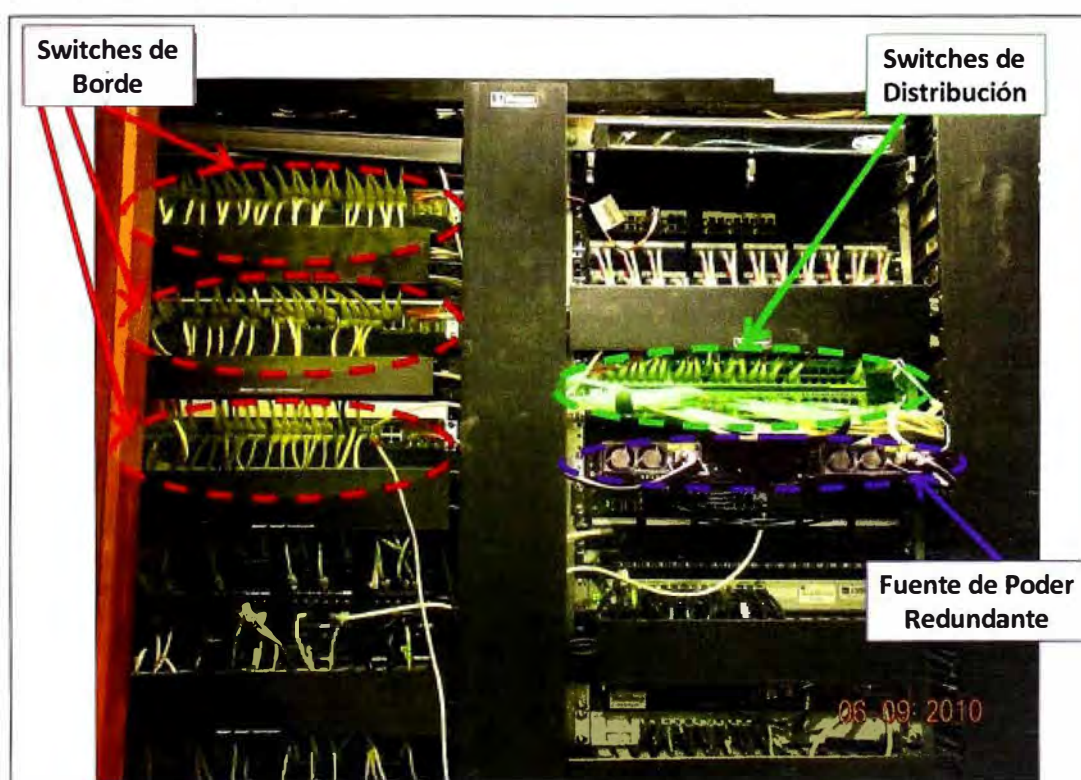


Figura F.2 Switches del nodo de distribución

ANEXO F
GLOSARIO DE TÉRMINOS

ASICs	Aplication-Specific Integrated Circuits
APs	Puntos de acceso inalámbricos
IGRP	Interior Gateway Routing Protocol
HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability
LACP	Protocolo de Control de Agregación de Enlaces
LAN	Red de Área Local
MIB	Información de Administración
NIC	Network Interface Card
OSPF	Open Shortest Path First
PAgP	Protocolo de Agregación de Puertos
QoS	Calidad de servicio
QPM	QoS Policy Manager
SMLT	Split Multi-Link Trunking
SOX	Sarbanes-Oxley Act
SSO	Statefull Switchover
STP	Spanning Tree Protocol
TI	Tecnologías de la Información
Troughput	Capacidad de Procesamiento
TTL	Time To Live
V2	Internet Group Management Protocol
VLAN	LAN Virtual
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol
VSL	Virtual Switch Link
VSS	Sistema de Switching Virtual (Virtual Switch System)
WAN	Wide Area Network
Switch	Dispositivo de red que filtra, reenvía o inunda tramas
CWDM	Multiplexado por división aproximada de longitud de onda
FDDI	Interfaz de datos distribuida por fibra
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
Trunk	Enlaces conmutador a conmutador o conmutador a enrutador
Tranceiver	Dispositivo con transmisor y receptor los cuales comparten circuitos
SFP	Small Form-Factor Pluggable
Mpps	Millones de paquetes por segundo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] William Stallings, "Data and Computer Communications", Macmillan USA, 7th Edition.
- [2] Cisco, "CCNP Cisco Certified Network Professional", modulo 3 Multilayer switching, version 3.0
- [3] Lydia Parziale, et al, "TCP/IP Tutorial and Technical Overview", 2006, <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/gg243376.pdf>
- [4] ANSI/TIA/EIA-568-B "Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales". <http://www.tiaonline.org/>
- [5] Balaji Sivasubramanian, et al, "Analyzing the Cisco Enterprise Campus Architecture", julio 2010, <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=1608131&seqNum=2>.
- [6] Catálogo de cables Systemax Solutions Catalog. <http://www.commscope.com>
- [7] Cisco, "Configuring EtherChannels 2960", http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/lan/catalyst2960/software/release/12.2_25_fx/configuration/guide/swethchl.html#wp1143752
- [8] Physical Infrastructure Systems – PANDUIT <http://www.panduit.com/index.htm>.
- [9] <http://www.gartner.com/technology/home.jsp>
- [10] <http://www.avaya.com/gcm/master-usa/en-us/corporate/pressroom/pressreleases/>
- [11] <http://www.nortel.com/products/01/passport/8300/collateral/nn123191.pdf>