



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Migración de Switches en
Topología en Forma de Anillo
para empresa de
Telecomunicaciones**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero en Computación

P R E S E N T A

Ruben Ulises Ramos Bautista

ASESOR DE INFORME

Ing. Alberto Templos Carbajal



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021

Objetivo

Modernización y expansión de los enlaces que conforman una red en forma de anillo para mejorar su cobertura a nivel de clientes finales mediante la liberación de la saturación de enlaces existente, mediante *hotswaps* en sitio pertenecientes a una red metroethernet.

Marco teórico

Hoy en día, en el mundo de las telecomunicaciones, es fundamental poder comunicarnos de forma más eficiente y veloz, dado que nuestro mundo se mueve a velocidades vertiginosas no sólo en el ámbito digital, sino en el mundo real por igual. Por tal, han cobrado cada vez más importancia en el impacto que generan en la vida cotidiana de la vida humana, debido al ritmo en que una persona puede enterar de diversos temas de forma simultánea aún cuando éstos no acontezcan en lugares cercanos a cada uno de nosotros.

Particularmente las redes fijas, deben su modernización a desarrollo de hardware y software permitiendo mayores velocidades teóricas y un número creciente de dispositivos que se conectan, ésto debido a que, desde el punto de vista general, la columna vertebral de una red se sigue sosteniendo en una red fija. Es sabido por diversas empresas que buscan estar a la vanguardia en las comunicaciones y permitiéndose captar a la mayor cantidad de clientes posibles, lo cual se traduce en ganancias netas hacia ellos.

En soluciones como Seamless MPLS, en el cual se hace uso de BGP como protocolo que unifica el Acceso, la capa de agregación, y la capa del Core para implementar servicios de transmisión mediante túneles, lo cual poco a poco hace que las redes tengan mayores complejidades, pero garantizan la convergencia de la red.

Sin embargo, por la extensión y prueba del mismo producto que se estaba por implementar, se decidió en mantener en capa 2 la solución, mediante el control de los bucles de red con STP, dejando que los servicios viajasen en vlan destinadas por el propio cliente para su administración.

Las vlan o Virtual Local Access Network, la cual facilita la separación de los servicios en el end-to-end y se puede proveer de forma sencilla y rápida mediante la declaración de las mismas en el switch y a su vez, en el PE, su configuración ya sea como vlanif mediante la declaración del segmento de red al cual pertenece el servicio o bien con la configuración de la subinterfaz sobre la interfaz física en la cual se levanta el corredor o anillo en el cual se espera recibir la mac-address de la vlan que la porta.

De esta manera, en este escenario, el uso de un protocolo que nos permita tener conectado una serie de equipos en una topología en forma de anillo o corredores con redundancia ya sea manual, mediante un enlace en fibra o microonda, o con un pseudowire para que la gestión siga fluyendo desde los PE hacia cada uno de los equipos en donde se encuentre configurada la Vlanif en cuestión que permite alcanzar los equipos.

Para este uso, se emplea *Spanning Tree Protocol*, el cual, dependiendo de la versión que se emplee, tendrá tiempos de reacción diferentes, pero cumpliendo la función de mantener un anillo cerrado en capa 1, pero a nivel de capa 2, se encuentra bloqueando un puerto. Dicho puerto puede ser elegido específicamente por el diseñador de la red, forzando un costo alto en la interfaz que desea que sirva como *Puerto Bloqueado*, o permitiendo que el protocolo lo seleccione basado en el ancho de banda en el puerto específico, donde este debe ser el de menor capacidad; número de saltos que tenga el anillo, buscando el punto de mayor cantidad de saltos o por la selección de los paquetes que comparan la Mac-Address de cada uno de los equipos que participan en el intercambio, buscando quien tiene la de menor valor.

Para el presente caso, debido que se estaría implementado dos marcas diferentes, utilizó MSTP, el cual permite el intercambio de las BPDUs de diferentes empresas que venían los equipos involucrados y, adicional a las negociaciones entre puertos y de agregar comandos adicionales sobre la interfaz que se interconectarían. Como factor adicional, MSTP permite la división en instancias de las vlans que se hacen pasar por el equipo mismo, los cuales pueden tomar gateways diferentes, considerando los bloqueos de puertos o bien configuraciones de capa 3 en los equipos denominados Pes. Dichos PE o Provider Edge funcionan como cabeceras del tráfico y de la gestión de los equipos que se encuentran en cascada debajo de ellos y que pasan a ser parte de la capa de agregación en la red, los cuales funcionan con configuración de protocolos dinámicos y de marcaje de tráfico considerando el interés del cliente. Sin embargo, dicha información queda fuera del alcance del proyecto y así como del presente reporte.

Índice Desglosado

Contenido

Antecedentes del tema.....	1
Definición del problema o contexto de la participación profesional.....	5
Análisis y metodología empleada	6
Participación profesional	7
Resultados y aportaciones	17
Conclusiones	18
Bibliografía	19

Antecedentes del tema

Las telecomunicaciones han tomado un gran empuje debido a la diversificación de servicios que día con día solicitan la conectividad para actividades comunes. Desde juegos, aplicaciones en tiempo real hasta aplicaciones médicas y bursátiles, video en alta definición o *streaming* de música, cada vez es mayor la demanda de ancho de banda para servicios móviles y fijos.

Para tal, una empresa de telecomunicaciones cuyo mercado es la venta del Triple Play (Internet, telefonía y televisión), me contactó para poder ejecutar la actualización de los enlaces y equipos que componían sus redes MetroEthernet, por lo cual, para poder generar una mejor organización, establecer los tiempos deseados por el cliente a alcanzar, era de gran importancia conocer el tiempo con el cual se contaba para poder realizar la planificación, involucrando los sitios a visitar, cambios a ejecutar en el hardware a instalar, así como imprevistos propios del proyecto. Una red MetroEthernet es una red que ofrece servicios punto a punto multipunto a una red metropolitana (MAN), la cual ha venido a sustituir las redes de tecnología WAN. Actualmente son empleadas debido a su bajo costo, escalabilidad y sencillez de despliegue, por lo que suelen emplearse para interconectar oficinas comerciales, suscriptores residenciales o empresariales, para acceso a centro de datos o red móvil.

Las redes 2G, 3G o LTE (también llamadas de 4Generación) son siglas que representan la tecnología de red utilizada para conexión de dispositivos móviles, en su mayoría de telefonía celular.

Las redes 2G, actualmente en declive de uso, donde incluso algunos carriers en México le han dado su baja operativa, es la segunda generación de redes celulares, las cuales empezaba la encriptación digital de las conversaciones telefónicas, entre el teléfono móvil y la celda celular. Esta permitía un uso más eficiente en el espectro de radio frecuencia permitiendo soportar un mayor número de usuario por banda. En esta red, se permitía una velocidad máxima de transferencia teórica de 40kbit/s. Con su actualización denominada como EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution), su velocidad se incrementó a 384 Kbit/s. Sin embargo,

como parte de la tecnología, solamente funciona datos o voz, pero no a la vez ambos servicios, y la voz tiene preferencia.

Su posterior mejora, las redes 3G, ya permite tener funcionando ambos servicios y con una mayor velocidad, con velocidades de hasta 2Mbp/s, así como una mejor seguridad, considerando que su despliegue empezó en la primera década de este siglo para la América Latina. De este, se desprenden 1 variante mejorada: H o HSDPA o High Speed Downlink Packet Access (o Acceso de descarga de paquetes de Alta Velocidad), la cual tiene velocidades de hasta 14Mbp/s. En la actualidad, esta red es la de mayor cobertura a nivel Latinoamérica, con excepciones en países como Haití o Cuba.

Y la actual red más rápida: 4G. También llamada LTE es la red comercial más veloz en la actualidad, aunque su penetración a nivel global es limitada. Según el portal del Statista Research Department al año 2021, la cobertura en México de la red 4G es del 85.7%, estableciéndole como uno de los países con mayor alcance a nivel continente. Esta cuarta generación permite velocidades de hasta 75 Mbp/s.

Como cualquier proveedor que se presenta a ejecutar un servicio, busqué ejecutarle de la manera más eficiente posible, mediante el análisis de la metodología FODA, apoyándome de ingenieros del cliente para la clarificación de asuntos propios de las integraciones.

Para poder cumplir con los requerimientos del cliente, se presentó un cronograma para poder especificar los tiempos en que se llevaría a cabo las migraciones de los equipos y de los enlaces que presentaban saturación.

Por tal, se emprendió el análisis de los equipos actuales, así como la asignación en sitios donde se tenga redundancia, para poder realizar la migración de los equipos de forma adecuada con el fin que, después del cambio, los nuevos equipos soporten los requerimientos de red de los clientes final de la empresa y trabajen como antes de la operación.

La empresa en la cual me encuentro se dedica, entre otros grupos de negocios, a fabricar y vender equipo y soluciones de telecomunicaciones para empresas del Triple Play, soluciones a empresas o dependencias gubernamentales.

En la actualidad, me encuentro desempeñando la función de ingeniero de despliegue de red fija, en la cual se configura, instala y migra servicios de switches y routers, ya sean servicios de clientes finales o corporativos, así como de tecnología móvil. Usualmente los clientes que contratan los servicios buscan modernizar su red, permitiendo un mayor ancho de banda o un incremento del hardware para un mayor intercambio de rutas que se conocen en una red o bien en incrementar la seguridad mediante la instalación de firewalls o de configuración sobre los equipos como cifrado de protocolos como OSPF, BGP o de bloqueo de BPDUs en Spanning Tree Protocol.

Como parte de mi trayectoria, he estado a cargo de diferentes proyectos en diferentes países en su despliegue, donde en algunos he tenido que viajar a sitio para presentar las soluciones al cliente y a su equipo de ingenieros, así como de capacitación para los mismos, fungiendo de consultor para el mismo cliente. Por tal, he sido responsable de un equipo de 3 a 5 ingenieros que, mediante la distribución de actividades, hemos podido desplegar más de 500 equipos en una región tan dispar como la América Latina.

A continuación, muestro un organigrama relacionado a la posición que me encuentro desempeñando. Sin embargo, no es del todo preciso, debido que en su momento, era responsable de varios proyectos distribuidos en diversos países, en ocasiones no relacionados entre si, salvo por la tecnología que se maneja.

Migración de Switches en Topología en Forma de Anillo para empresa de Telecomunicaciones

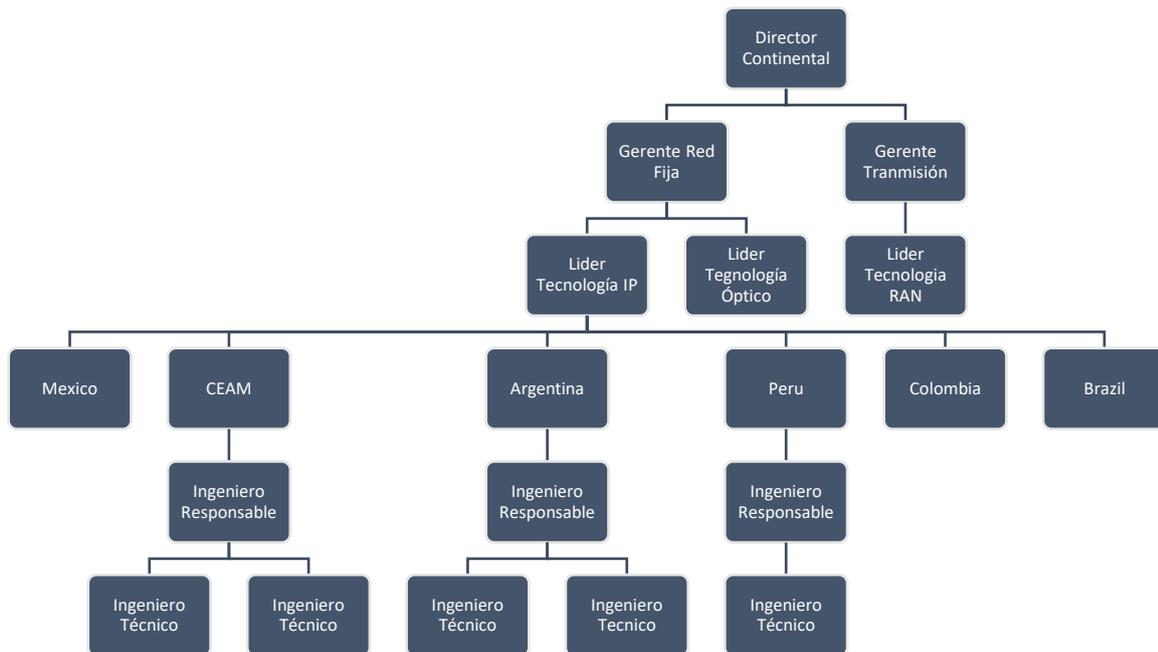


Ilustración 1 .- Organigrama Laboral

Definición del problema o contexto de la participación profesional

Inicialmente, se realizó la propuesta económica, basándome en la cantidad de servicios que los equipos de marca A contenía en el momento del análisis. Para esto, mediante la autorización firmada por escrito del jefe de Ingeniería del Cliente C, pude tener acceso a la red en la cual se encontraban los equipos a ser migrados. Validando el número de puertos, ancho de banda solicitado, rendimiento superior, posibilidad de expansión futura solicitada por el Cliente y complejidad de uso.

En la topología inicial, la red se encontraba conectada mediante enlaces de 1Gb/s, por lo que los equipos presentaban alarmas de índices de saturación, debido al volumen de tráfico que pasaba por cada enlace, por lo cual se hizo la propuesta de migrar a enlaces de 10Gb en cada brazo para poder liberar el corredor y estabilizar la red. El cliente reportaba que, debido a la saturación, no le era posible seguir su propuesta comercial de expansión de cobertura, haciendo que existieran fallas en las redes de 2G y 3G.

Para esto, como parte de las migraciones, debían coexistir de forma temporal dos marcas (A y B), con lo cual su interconectividad tuvo que ser probada previo a su integración a la red. Para esto, fue fundamental la estandarización del protocolo *spanning tree*, debido a que sería el encargado de gestionar la redundancia en la topología, evitando la creación de bucles en la capa 2.

Análisis y metodología empleada

Inicialmente, se analizó la cantidad de servicios que transportaba cada switch, con lo cual se podría identificar el escenario exacto para cada uno de estos elementos.

Dentro del análisis generado, se encontraron que los servicios existentes en la red pertenecían a radiobases para 2G, 3G, LTE, así como enlaces hacia otros sitios, algunos de fibra óptica, otros enlaces de cobre y algunos microondas que conectaban otros sitios. En algunos de los sitios, también se encontraban conexiones hacia clientes finales, como bancos, tiendas departamentales, clínicas o puntos de accesos. Los ingenieros del cliente indicaban que lo primordial era la migración de los enlaces hacia la comunicación móvil, seguido de los enlaces hacia servicios corporativos o privados.

Por tal, en la gran mayoría de los sitios, la afectación tuvo lugar durante la noche y madrugada, para que el consumidor final no viera afectaciones sustanciales en su servicio. Sin embargo, en los documentos conocidos como Reporte *Site Survey*, el cual se escapa del alcance de este documento, se indicó que existían sitios en los cuales el acceso no podría realizarse durante la noche, ya que pertenecían a propietarios ajenos a la empresa, por lo que se seguían lineamientos del dueño del nodo, o bien por cuestión de seguridad, haciendo que estas actividades se hicieran lo más temprano posible y con la mayor eficiencia posible para salvaguardar al personal y los equipos involucrados.

Dicha red se componía por un total de 10 routers, interconectados en forma de anillo, con 1 Provider Edge (PE), siendo un solo equipo el que conectara hacia el PE, fungiendo como cabecera, colgando de él, los demás 9 equipos.

Para un caso en particular del primer router, el cual denominaré como R1, fue necesaria la reconfiguración del PE para su migración a enlaces de 10Gb/s, para poder cumplir con el objetivo, así como una redundancia entre un enlace doble de 10 Gb/s por cada enlace, en configurado en modo enlace principal y de respaldo.

Naturalmente, se esperaba que, al hacer el cambio del primer equipo, éste indicase alarmas de saturación en el nuevo equipo, debido al enlace que se presentaba era tan sólo de 1Gb hacia el equipo contraparte aún no migrado.

Participación profesional

En el inicio del proyecto, se hizo un acuerdo con el cliente para delimitar el alcance del proyecto y poder establecer cuál sería la cantidad de recursos que se destinaría al proyecto para poder acabar el proyecto en el tiempo establecido por ambas partes, todo esto obedeciendo a los tiempos establecidos, por temas económicos que quedan fuera del alcance del presente reporte.

Para dicho análisis, se buscaba que pudiera ser, naturalmente del menor tiempo posible, en el menor costo posible y buscando la calidad propia de una empresa internacional. Para esto, me planteé hacer el análisis de la red a la cual se pretendía hacer los servicios, identificar posibles amenazas, fortalezas de mi perfil previo a este proyecto y posibles oportunidades de mejora previas al proyecto.

Como se muestra a continuación, presento el Análisis FODA que formulé:



Ilustración 2 FODA Análisis Proyecto Implementación Switches

Como puntualización del FODA, lo presentaré a continuación:

- Fortalezas
 - Experiencia probada en conocimiento de capa 2 con la misma empresa, en diferentes proyectos.
 - Habilidad de administración de tiempos y personas debido a anteriores proyectos con mismo y otros clientes

- Oportunidades
 - Regulación interna del cliente a nuestro favor
 - Debilidad por parte de la competencia debido a la región
 - El cliente, internamente, tiene una excelente impresión de la empresa debido a la reputación del pasado reciente
- Debilidades
 - El personal que estaría en campo era nuevo para el proyecto, desconociendo el producto final a instalar y los procedimientos
 - Los ingenieros del cliente tenían poca experiencia con el producto a instalar, por lo que sentían desconocimiento
 - Tiempos de traslado entre sitios pensando en percances y los tiempos para poder darle solución
- Amenazas
 - Peligrosidad de sitios y delincuencia organizada
 - Desconocimiento de la localización de los sitios a los cuales se visitaría para poder ejecutar la operación

Para poder empezar el proyecto, tuve que identificar, a nivel de capa 2 los servicios que transitaban por la red existente, por lo que hice un mapeo de las direcciones MAC presentes en cada interfaz, así como los tipos de servicios a los cuales pertenecían.

En su mayoría, las MAC pertenecían a VLANs de servicios de consumidores finales, como instituciones bancarias, tiendas departamentales, servicios móviles (especialmente delicados considerando el impacto que tendría si el servicio no funcionaba con normalidad), así como servicios particulares y de gestión.

Como parte de la organización previa, se presentó un plan de trabajo a la gerencia de Operaciones y Mantenimiento, para poder contar con su aprobación y poder ejecutar los cambios, ya que la puesta en línea y desactivación de otro equipo, debía pasar por el Comité de Cambios de Red (NCC, Network Change Comitee) y por el Centro de Operaciones de la Red (o NOC, Network Operation Center, como usualmente se le conoce) para poder ser ejecutado.

Para esto, se profundizó en los parámetros más sobresalientes que el Cliente me presentó para poder darle respuestas satisfactorias. Para ello se presentó a grandes rasgos los siguientes tópicos:

- Planteamiento del problema
 - Saturación en los enlaces existentes
- Solución propuesta
 - Actualización de switches existentes por modelos que tuvieran el ancho de banda deseado por el cliente con cantidad de puertos similares y prestaciones a nivel de ruteo superiores.
- Coexistencia temporal entre diferentes proveedores
 - Homologación de protocolos de los equipos a ser integrados
- Configuración previa para poder ejecutar las pruebas
 - Establecer protocolo spanning tree protocol, en su modo MSTP
 - Configuración de las instancias para un balanceo de tráfico
 - Configuración a nivel global, así como indicando configuración específica por interfaz
- Establecimiento de laboratorio para ejecución de pruebas y presentar los resultados
 - Alarma a nivel físico
 - Debido a problemas en la alimentación de la fuente o desconexión de enlaces de fibra o cobre.
 - Alarma a nivel lógico y del sistema gestor de los equipos integrados a la red
 - Validación y envío para que el equipo del NOC pudiera constatar el estado de los equipos integrados.
 - Identificación mediante el protocolo LLDP entre equipos de diferentes vendedores

Adicional a los puntos tratados, el Cliente quería la Garantía de Reemplazo en caso que algún equipo presentara algún defecto de fábrica o presentara un comportamiento diferente a lo esperado en condiciones normales. Para este punto, indiqué al jefe del NOC que esto sería factible mediante la identificación del equipo con su número de serie, cambio de las licencias y/o features activas y una reposición no mayor a 30 días.

Adicional a esto, se presentó un cronograma ambicioso con la idea de poder finalizar las actividades previstas, esto debido que el proyecto se acercaba a fechas decembrinas y, por políticas propias del Cliente, no era posible que el proyecto se finalizara después de la conclusión del año corriente.

En la figura 2, se muestra la organización de operaciones a ejecutarse:

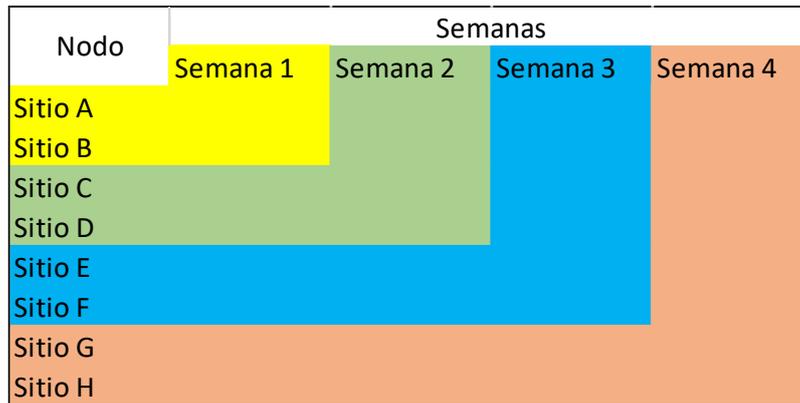


Ilustración 3 Organización de intervención

Posteriormente, propuse una configuración en los puertos del nuevo equipo a ser integrado para separar los enlaces entre nodos, enlaces de 1Gb/s en fibra, distintos a los enlaces que interconecta a los nodos y finalmente enlaces eléctricos, para poder realizar la migración de los servicios. En algunos nodos, por cuestiones de expansión de puertos, se instalaron 2 equipos. Ahora, con la migración, se ejecutó la propuesta de migrar 2 equipos a uno solo, con todos los servicios que cada uno de ellos tenían.

A continuación, en la figura 3 se mostrará la topología inicial de los equipos conectados en el anillo:

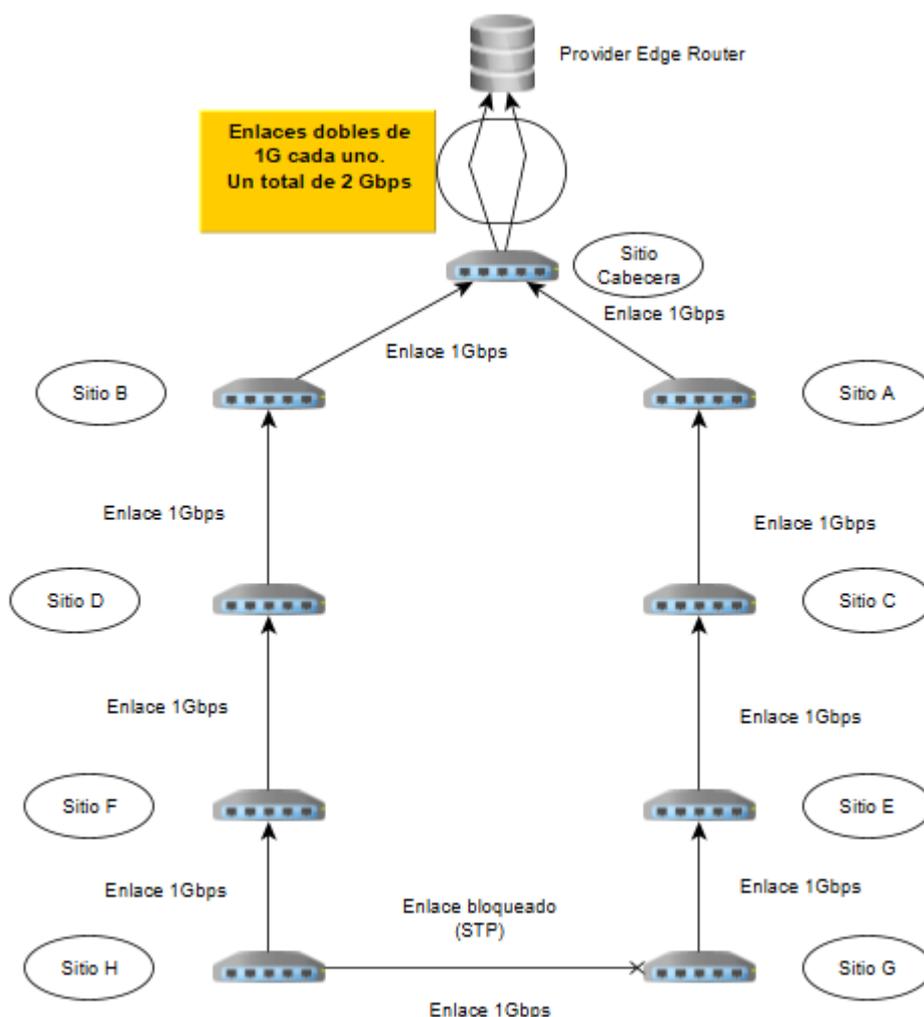


Ilustración 4 Topología Inicial

Durante la migración, debí validar la configuración en la gestión de cada uno de los vecinos, ya que, al cerrar el anillo, STP calcularía el camino y bloquearía un puerto en un equipo en específico. Esto fue de vital importancia, debido que la red debía permanecer con esa configuración, ya que obedecía al diseño original de la red inicial y su balanceo de tráfico.

En este punto, es de conocer que el equipo que fungía como cabecera debía permanecer con los puertos en estado de reenvío para poder enviar el tráfico hacia su Gateway, siendo este el *Root Bridge*. Como se puede apreciar, el puerto a bloquear, para evitar bucles de capa dos, se encontraba justo a la mitad del corredor, con lo cual se aseguraba que el camino a seguir del tráfico sería idealmente el mismo hacia ambos caminos.

Durante la primera migración, se realizó la integración del sitio abriendo el anillo, haciendo que un brazo quedara conectado el equipo inicial, mientras el enlace que iba a su vecino, se conectaba el nuevo equipo. Una vez que el equipo estuviera gestionable, se procedió a hacer la migración de cada uno de los servicios que tenía el equipo original. Al ser nodo importante, se presentaba una gran cantidad de servicios a migrar, con lo cual fue crítico debido al tiempo que se asignó a la operación y el tiempo en que cada servicio estaría fuera de gestión mediante el movimiento de los enlaces. Con fines prácticos de este reporte, se presenta una configuración muestra del enlace:

```
-----  
Interface GigabitEthernet0/3  
  
description Hacia_Banco_Loca_Equipo_Cliente-127.0.0.25_0/1_FO  
  
puerto modo acceso  
  
puerto modo-accesos vlan 120  
  
establecer flujo estadísticas 30  
  
establecer puerto spanning-tree modo Edge  
-----
```

En la figura 4, se presenta la topología momentánea relacionada a los equipos en el anillo de la cual era de interés.

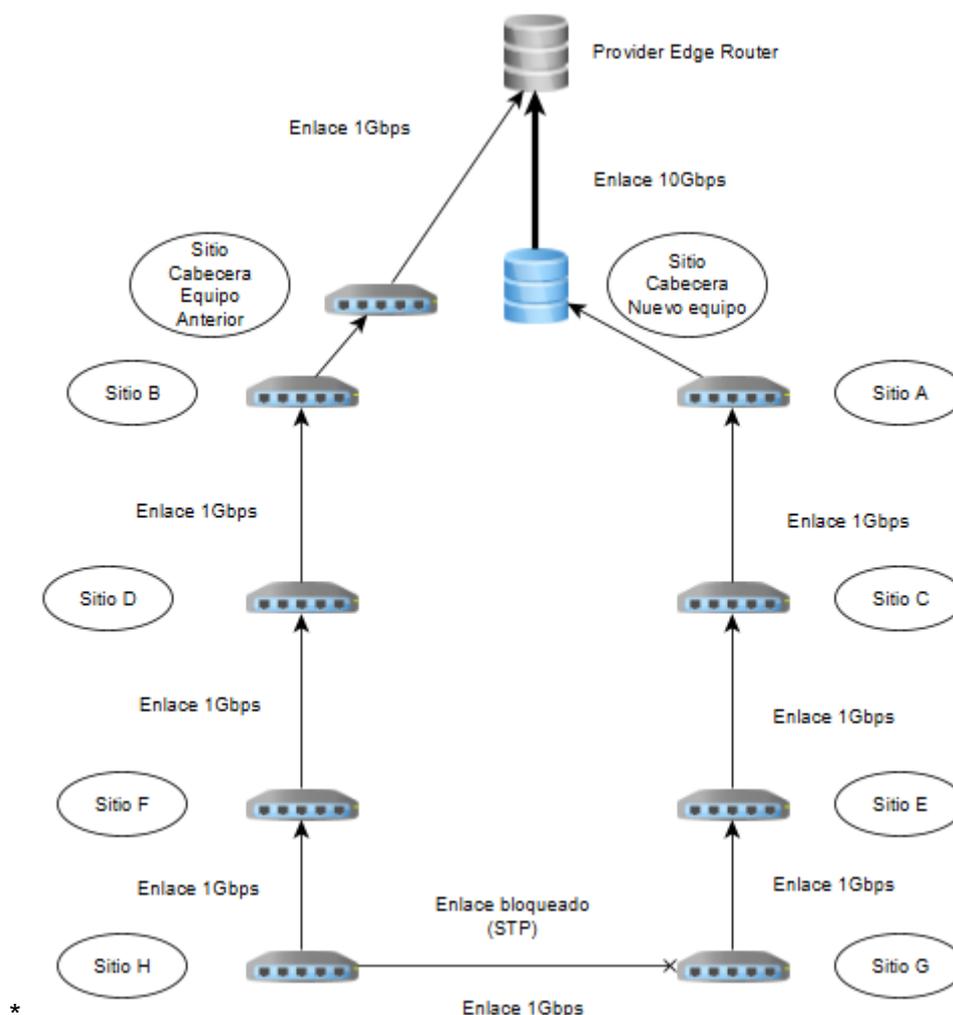


Ilustración 5 Topología Parcial

Para poder realizar la validación de cada uno de los servicios, se realizó una verificación de las VLAN y cuáles MAC eran transportadas. En algunos casos, fue necesario el reinicio de algunos peers que se encontraban conectados al nuevo routers, ya que, por presentar coexistencia entre equipos, debían levantar mediante el establecimiento de la negociación automática, siendo esto relativamente común entre equipos de diferentes fabricantes.

Una vez, finalizada toda la migración de los servicios, se procedía a cerrar el anillo con el nuevo equipo. Como parte de las validaciones finales, se procedía a validar el número de MACs que pasaban por cada uno de los enlaces troncales que se encontraban conectados al equipo, así como la potencia de las lecturas de fibras, las cuales varían dependiendo del ancho de banda que manejaran. Para los puertos eléctricos, se validaba el volumen de tráfico que circulaba en el enlace entre ambos equipos, así como la estabilidad del enlace.

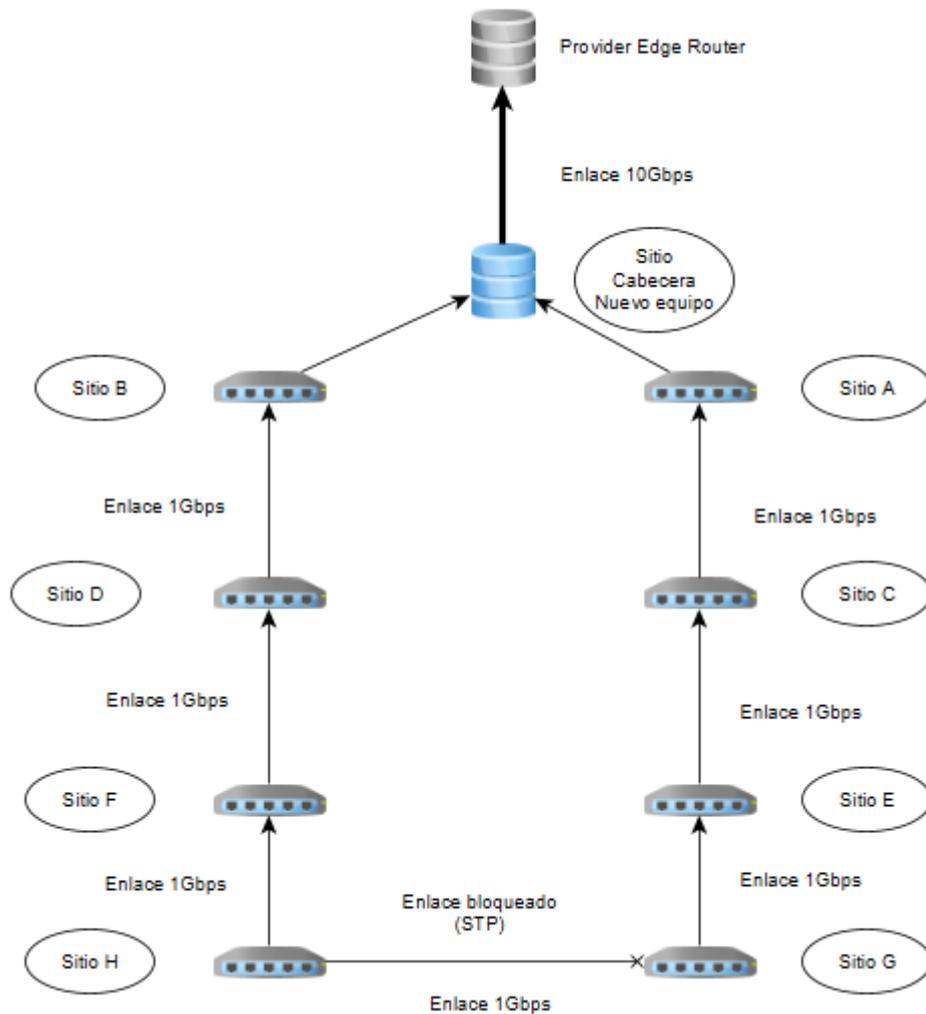


Ilustración 6 Topología Parcial #2

Algo que es importante notar, es la necesidad de establecer un tiempo de cuidado sobre ese equipo. Este es denominado como *Babysitting*, era obligatorio posterior a la migración, cada 2 horas durante 4 veces al día, con lo cual se verificaba el estado de los enlaces troncales, posibles alarmas que existían en el equipo, ya sea de enlaces caídos, rechazos entre peer, alta atenuación de los servicios, o bien de cortes de energía o pérdida de redundancia entre fuentes del router recién ingresado. En los primeros casos, era usual encontrar alarmas de saturación de enlaces, debido a la situación previa en el anillo, por la cual el proyecto tuvo origen.

Este mismo método fue empleado en el resto de los equipos, haciendo validaciones previas a la operación, debido a la actualización de los clientes que se conectaban a la red, para actualizar los servicios que se encontraban conectados.

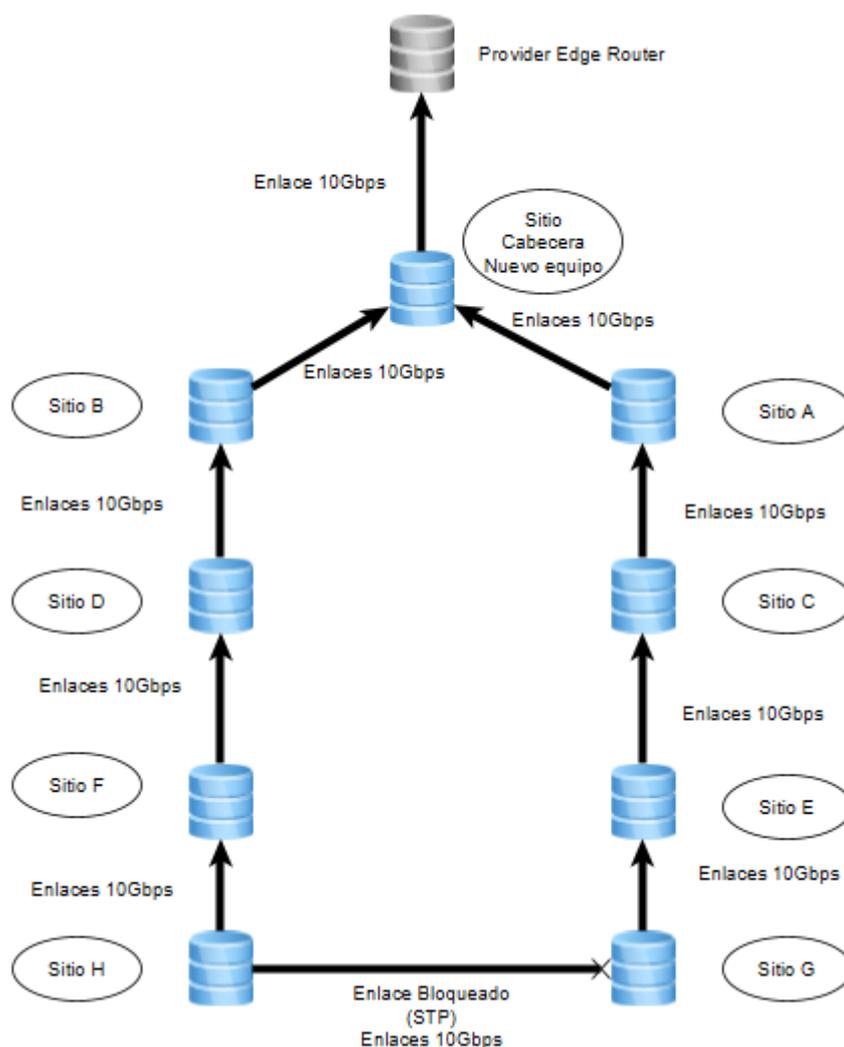


Ilustración 7 Topología Final

Una vez ejecutado todas las migraciones previstas, el cliente requirió como medio de aceptación del nodo, un documento de pruebas relativas al equipo, el cual debía cumplir con parámetros establecidos por ellos en el cual el rendimiento y comportamiento del equipo se probará mediante la ejecución de diversos comandos sobre el dispositivo.

Para fines práctico, le denominaré Documento de Pruebas (DP). Dicho DP era requerido por cada sitio, al cual debía ser aceptado por el cliente, cumpliendo con los requerimientos previos a los cuales

Con este documento, el cliente buscaba poder supervisar los sitios a nivel lógico y a nivel físico. Entre los parámetros que se ingresaban en cada, se podía encontrar potencias de recepción y de transmisión en las interfaces ópticas, que se encuentren en rangos aceptables, considerando las distancias entre nodos, negociación en los enlaces eléctricos que existiera, la configuración del router en turno, identificación del nombre de la zona de protocolo de Spanning-tree, ya que debía ser idéntica en la misma entre todos los se identifican del anillo, paso de los servicios por cada uno de los enlaces que levantara, tanto en el Uplink, como en cada uno de las interfaces donde se encontraban servicios particulares hacia clientes finales, niveles de tensión eléctrica que registraba el equipo en cada nodo, planteamiento de rutas estáticas orientadas hacia el sistema gestor que el cliente empleaba para el monitoreo de cada equipo que tiene en su red, así como identificación en cada interfaz con nombres, puerto e IP al cual llega en el siguiente sitio desde el cual está conectado, protocolos de seguridad para el acceso del mismo, configuración de acceso local mediante cable serial al mismo, y naturalmente de la gestión del equipo.

De igual manera, se generaba un reporte fotográfico sobre el cual, se mostraba la instalación del equipo en el rack, la instalación de fibras ópticas y del cableado UTP, etiquetado tanto en el equipo como en el ODF, conforme a especificaciones del cliente, así como etiqueta del equipo, conocido como Activo Fijo, instalación eléctrica del mismo equipo, el cual incluye la conexión en la redundancia de ambas fuentes que le alimentan, así como la puesta a tierra.

Esto es de suma importancia, debido que el cliente debe saber cómo quedó la instalación en el sitio, pero sin recorrer cada uno de los mismos y en específico, el sitio donde se conectó el PE, al ser un nodo de suma importancia para la red del cliente, se tuvo especial cuidado en la migración de los servicios, particularmente en la instalación eléctrica, ya que los breakers que se iban a emplear, estaban ocupados por los equipos previamente instalados.

Resultados y aportaciones

La interoperabilidad entre ambos vendedores fue probada, encontrando que intercambiaban trazas de los mensajes del protocolo STP para la gestión de bucles en la red, con lo cual, se estandarizó como MSTP en uno de ellos, mientras que como STP en otro de los vendedores.

Adicionalmente, una vez que se pudo migrar todo el anillo, la saturación de la red desapareció, por lo cual, el cliente estuvo en la posibilidad de seguir con su expansión de servicios y de clientes, lo cual se traduce en mayor ganancia para su empresa.

Igualmente, el cliente pudo recuperar sus equipos de la empresa competencia, ya que, en su plan de expansión, esos equipos podían ser utilizados en otros sitios de menor demanda en la red, permitiendo su plan de expansión.

Conclusiones

El anillo quedó migrado, y funcionando con enlaces entra cada nodo de 10 Gbps como se tenía planeado, con un enlace troncal hacia el PE, donde se ubicaba la cabecera del anillo, de 20 Gbps, en el cual se configuró de manera que se pudiera balancear el tráfico de subida y de bajada.

Con todos los sitios aceptados y, el documento de pruebas quedó como documentación que servirá de referencia en caso de caídas de sitios o de esclarecimiento de comportamiento en la red.

Adicionalmente, personal de NOC del cliente, será quien se encargará de la supervisión de los sitios una vez integrados.

Bibliografía

LACOSTE, R., et all, (2020), CCNP Enterprise Advanced Routing ENARSI 300-410.CISCOPRESS

Spanning Tree Protocole:

- Cisco
 - (2020). Catalyst 2950 and 2960 -S Software Configuration Guide, Chapter: Configuring STP. Cisco Support
https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960/software/release/12-2_53_se/configuration/guide/2960scg/swstp.html
 - (2020) Chapter: Designing Switched LAN Internetworks. Cisco Support.
<https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/internetworking/design/guide/idg4/nd2012.html>
- Huawei
 - (2020) What Is Spanning Tree Protocol (STP) and How Is It Configured? Huawei Carrier Support
<https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1100086964>
 - (2020) Configuration Guide - Ethernet Switching. Huawei Carrier Support
<https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1000141897/538c74bc/stp-rstp-configuration>
 - (2020) S12700 Series Agile Switches Interoperation and Replacement Guide Huawei Carrier Support
<https://support.huawei.com/enterprise/br/doc/EDOC1000114001/117d2dd6/overview-of-spanning-tree-protocols-on-huawei-switches>
- Nokia
 - (2020) STP CONFIG. Documentation Nokia. Nokia Enterprise
<https://documentation.nokia.com/html/8DG09603EAAATQZZA/1850TSS320/R5.1/webdocs-enus/index.html?i=8DG09603EAAATQZZA-stp-config-vlan>
 - (2020) STP ENABLE (STP_TYPE). Documentation Nokia. Nokia Enterprise
<https://documentation.nokia.com/html/8DG09603EAAATQZZA/1850TSS320/R5.1/webdocs-enus/index.html?i=8DG09603EAAATQZZA-stp-enable>
 - (2020) stp port (naming_set_list_lagnumber_set) show info [vlan (vlan_set)]. Nokia Documentation. Nokia Enterprise
<https://documentation.nokia.com/html/8DG09603EAAATQZZA/1850TSS320/R5.1/webdocs-enus/index.html?i=8DG09603EAAATQZZA-stp-port-info>

VLAN's Technology:

- Cisco
 - (2020) Cisco Nexus 5000 Series NX-OS Software Configuration Guide. Cisco Enterprise <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/datacenter/nexus5000/sw/configuration/guide/cli/CLIConfigurationGuide/VLANs.html>
- Huawei
 - (2020) CLI-based Configuration Guide - Ethernet Switching. Huawei Carrier Support <https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1000174066/10db067f/vlan-configuration>
- Nokia
 - (2020) Alcatel-Lucent 7450 ESS, 7750 SR, and 7950 XRS Release 14.0.R1. Nokia Enterprise <https://infocenter.nokia.com/public/7750SR140R1/index.jsp?topic=%2Fcom.sr.l2%2Fhtml%2Fvpls.html>

L2VPN

- Cisco
 - (2020) L2VPN and Ethernet Services Configuration Guide for Cisco ASR 9000 Series Routers, IOS XR Release 6.2.x. Chapter: Implementing Point to Point Layer 2 Services .Cisco Enterprise https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/asr9000/software/asr9k-r6-2/lxvpn/configuration/guide/b-l2vpn-cg-asr9000-62x/b-l2vpn-cg-asr9000-62x_chapter_0101.html
- Huawei
 - (2020) Configuration Guide – VPN. Configuring L2VPN Information Exchange Between the PE Devices. Huawei Carrier Support <https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1000178179/74e05d99/configuring-l2vpn-information-exchange-between-the-pe-devices>
- Nokia
 - Greg Hankins, et all. (2020) Ethernet VPN (EVPN) for integrated layer 2-3 services. Nokia Enterprise <https://www.nokia.com/blog/ethernet-vpn-evpn-integrated-layer-2-3-services/>

Información de certificación

- Cisco
 - (2020) CCNA Certification and Training. Cisco Training Material <https://www.cisco.com/c/en/us/training-events/training-certifications/certifications/associate/ccna.html>
- Huawei

Migración de Switches en Topología en Forma de Anillo para empresa de Telecomunicaciones

- (2020) HCIA-Routing & Switching Course. Huawei Learning Material Support <https://talent.huaweiuniversity.com/portal/#/courses/HuaweiX+EBGTC00000385/about>
- Nokia
 - (2020). Certifications. Nokia Enterprise <https://networks.nokia.com/src/certifications>