



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

“ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES”

TEMA: Estudio, Análisis y Migración de tecnología SDH en cobre a Fibra Óptica de un servicio de Datos e Internet.

AUTOR: Arias Cabezas Cinthya Maribel

TUTORA: Ing. Tannia Mayorga Jácome Mg.

AÑO: 2016

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “ESTUDIO, ANÁLISIS Y MIGRACIÓN DE TECNOLOGÍA SDH A FIBRA ÓPTICA DE UN SERVICIO DE DATOS E INTERNET.”, presentado por la Srta. Cinthya Maribel Arias Cabezas, estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D, M, Octubre de 2016

TUTOR

Ing. Tannia Mayorga Jácome Mg.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D, M, Octubre de 2016

Cinthy Maribel Arias Cabezas

CC: 1725293300

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban el trabajo de titulación para la graduación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D, M, Octubre de 2016

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

Cada día es una nueva oportunidad de aprender y seguir adelante.

Agradezco principalmente a Dios por las bendiciones que me ha dado, por brindarme la oportunidad de alcanzar una meta más, a mis padres que han sido mi pilar fundamental, guiándome y apoyándome, a mis hermanos por su preocupación y apoyo en cada etapa de mi vida, a la Universidad Israel, a cada uno de los profesores de la facultad de Electrónica por los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera, a la Ing. Tania Mayorga por su apoyo, sus consejos, su comprensión y colaboración al realizar este trabajo de titulación.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mi mayor bendición que son mis padres, que son su amor incondicional y su confianza siempre me han apoyado, me han guiado y aconsejado a lo largo de la vida, permitiéndome tomar mis propias decisiones y nunca dejándome sola, siendo mi ejemplo de superación y enseñándome que cada esfuerzo que uno realiza tiene su recompensa.

A mi abuelito Gustavo Cabezas que siempre ha estado pendiente de mi superación personal y profesional que con la bendición de Dios puede ver este sueño cumplido.

ÍNDICE GENERAL

0.	RESUMEN (ABSTRACT)	1
1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1.	OBJETIVOS	2
1.1.1.	OBJETIVO GENERAL	2
1.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	3
2.1.	Fibra óptica	3
2.1.1.	Tipos de fibra óptica	4
2.1.2.	Conectores de la fibra óptica	5
2.1.3.	Empalmes y terminaciones de fibras ópticas	6
2.1.3.1.	Empalmes ópticos	6
2.1.3.2.	Técnicas de empalmes ópticos	6
2.1.4.	Ventajas y desventajas de la fibra óptica	7
2.1.5.	Aplicaciones de la fibra óptica	8
2.1.6.	Componentes adicionales y necesarios para la fibra óptica	8
2.2.	SDH	10
2.2.1.	Técnicas de protección	10
2.2.2.	Multiplexación SDH	11
2.2.3.	Elementos de una red SDH	12
2.2.4.	Ventajas y desventajas de la red SDH	12
2.3.	MPLS (MultiProtocol Label Switching)	13
2.3.1.	Elementos de una red MPLS	14
2.3.1.1.	LER (Label Edge Routers)	14
2.3.1.2.	LSR (Label Switching Routers)	14
2.4.	VLAN	14
2.4.1.	Clasificación de VLAN	14
2.4.1.1.	VLAN implícita	14
2.4.1.2.	VLAN explícitas	14
2.4.2.	Tipos de VLAN	15
2.4.2.1.	VLAN por puerto	15
2.4.2.2.	VLAN por MAC	15
2.4.2.3.	VLAN por Protocolo	15
2.4.2.4.	VLAN definidas por el usuario	15

2.5.	Equipo CTU-R.....	15
2.6.	Mikrotik RB750.....	16
2.7.	SWITCH CISCO SF300.....	16
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO	17
3.1.	Problema Principal	18
3.1.1.	Red de acceso actual	18
3.1.2.	Esquema de acceso anterior (cobre)	19
3.2.	Alternativas para la solución del problema.	28
3.2.1.	Alternativa uno (CASO BASE).....	28
3.2.2.	Alternativa dos	28
3.3.	Hipótesis del proyecto y recomendaciones.....	29
3.4.	Teorías de fundamentación del proyecto.....	29
3.5.	Metodología y técnicas utilizadas.....	29
3.5.1.	Metodología	29
3.6.	Resultados esperados del proyecto.....	30
3.7.	IMPLEMENTACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	30
3.7.1.	Análisis comparativo de la red de fibra óptica versus red de cobre.	31
3.8.	Diseño e implementación del proyecto.....	31
3.8.1.	Alternativa óptima para la implementación del proyecto.	31
3.8.2.	Trayecto de fibra óptica cliente.	33
3.8.3.	Análisis del costo del proyecto	35
3.8.4.	Costo – Beneficio del Proyecto	36
3.8.5.	Beneficios técnicos	37
3.8.6.	Duración del proyecto	37
3.8.7.	Pruebas de validación de la Fibra óptica	37
3.8.8.	Pruebas de validación.....	38
3.8.9.	Implementación y configuración del equipo SW-SF300	39
	CONCLUSIONES.....	41
	RECOMENDACIONES.....	41
	BIBLIOGRAFÍA.....	42
	ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Componentes de la fibra óptica	4
Figura 2.2. Fibra óptica monomodo	4
Figura 2.3. Fibra óptica multimodo de índice gradual	5
Figura 2.4. Fibra óptica multimodo de índice escalonado	5
Figura 2.5. Algunos conectores de fibra óptica	6
Figura 2.6. Caja de empalme	9
Figura 2.7. Pigtails y patch cords	10
Figura 2.8. Multiplexación SDH	11
Figura 2.9. Elementos de red SDH	12
Figura 2.10. Modem CTU-R	16
Figura 2.11. Equipo Mikrotik RB750	16
Figura 2.12. Switch CISCO SF300	17
Fig. 3.1 MATRIZ_Nube 1 – Matriz de nube 1	20
Fig. 3.2 Equipo C-TUR para el concentrador 1	21
Fig. 3.3 Vía de conexión VLAN hacia la interface MPLS de cobre	21
Fig. 3.4 Conexión a la interface del MPLS.....	22
Fig. 3.5 MATRIZ_Nube 2	23
Fig. 3.6 Equipo C-TUR para el concentrador 2	24
Fig. 3.7 Vía de conexión VLAN hacia la interface MPLS de cobre	24
Fig. 3.8 Conexión a la interface del MPLS.....	25
Fig. 3.9 MATRIZ_Nube 4	26
Fig. 3.10 Equipo C-TUR Para el concentrador 4	27
Fig. 3.11 Vía de conexión VLAN hacia la interface MPLS de cobre	27
Fig. 3.12 Conexión a la interface del MPLS.....	28
Fig. 3.14. Fases de desarrollo del proyecto	30
Fig. 3.15. Trayecto de la fibra óptica – Exterior frontal.	33
Fig. 3.16. Terraza - Cliente.....	34
Fig. 3.17. Recorrido hacia la terraza Inferior – Cliente.	34
Fig. 3.18. Terraza Inferior – Cliente.	34
Fig. 3.19. Cuarto de equipo – Cliente.	35
Fig. 3.20. Pruebas OTDR	38
Fig. 3.21. Norma TIA/EIA-568-A	38
Fig. 3.22. Prueba ICMP MPLS-Switch.....	39

Fig. 3.23. Prueba ICMP MPLS-Mikrotik.....	39
Fig. 3.24. End Point para administration del SW SF-300.	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Ventajas y Desventajas de la Fibra óptica (cont.)	7
Tabla 2.1. Ventajas y Desventajas de la Fibra óptica	8
Tabla 2.2. Ventajas y desventajas de tecnología SDH	13
Tabla 3.1 End Points en producción.	18
Tabla 3.1 End Points en producción.	19
Tabla 3.2 Cobre o Fibra Óptica - Capacidades y Limitaciones	31
Tabla 3.3. Presupuesto de compras locales	35
Tabla 3.4. Presupuesto importaciones	36
Tabla 3.5. Presupuesto servicios	36
Tabla 3.6. Presupuesto para la implementación	36
Tabla 3.7. Duración del proyecto - Alternativa 1	37

0. RESUMEN (ABSTRACT)

En este trabajo se estudia la necesidad técnica de migrar hacia tecnología de fibra óptica un enlace de datos e internet instalado con medio de transmisión de cobre en red SDH; ya que requiere de mayor ancho de banda y no puede ser solventado mediante cobre.

La migración del cliente hacia fibra óptica empieza con el análisis de la configuración de la red actual de los enlaces que el cliente tiene en la red SDH, al tener estos resultados y confirmar la necesidad de cambio de tecnología se inicia con la valorización de materiales, equipos y mano de obra necesarios para la instalación de un enlace en fibra óptica.

Al culminar la instalación física del enlace en fibra óptica con la correcta certificación de funcionamiento, se realiza la configuración de los equipos terminales, en el cual se tiene un Swich CISCO, que va a funcionar como equipo concentrador y desde el que se repartirá el servicio de datos e internet al cliente mediante un solo hilo de fibra óptica con esto se cumplió con las necesidad del cliente como son: mayor ancho de banda, mejor estabilidad en el enlace con mejor tecnología y medio de transmisión.

PALABRAS CLAVES: SDH, fibra óptica, medio de transmisión, swich, MPLS.

In this paper we study the technical need to migrate to a fiber optic technology an link of data and internet with copper transmission medium in SDH network; because it requires more bandwidth and cannot be solved by copper.

Client migration to fiber begins with the analysis of the configuration of the current network of links that the customer has in the SDH network, having these results and confirm the need for change technology begins with the recovery of materials, equipment and labor required for installation of a fiber optic link.

Upon completion of the physical installation of link optical fiber with the correct certification of operation, the configuration of the terminal equipment is performed, in which you have a Swich CISCO, which will function as hub computer and from which the service is distributed data and internet customer through a single fiber optic strand met with this customer needs such as: higher bandwidth, better stability on the link with better technology and transmission medium.

KEYWORDS: SDH, optical fiber, transmission medium, swich, MPLS

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el servicio de datos e internet es una necesidad para todas las empresas, día a día se busca más rapidez de transmisión en los servicios, mayor estabilidad. La tecnología SDH no dispone de una red confiable de comunicación, mediante la red de cobre, ya que posee intermitencia, limitaciones en su ancho de banda y al ser una red que pronto será caduca.

Por lo cual existe la necesidad de mejorar los servicios, ofreciendo nuevas tecnologías, más estables, buscando mejores alternativas que puedan satisfacer todas estas necesidades. Entre todas las opciones una de la más utilizada es la migración hacia Fibra Óptica que permite brindar un mejor servicio, mayor ancho de banda y estabilidad. Siendo factible por los recursos que se tiene al alcance, sin tener mayor afectación en el servicio.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Migrar un enlace de datos e internet con tecnología SDH hacia Fibra óptica, analizar los beneficios y cambios necesarios de la migración para brindar un mayor ancho de banda y estabilidad en el servicio.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudiar los beneficios que posee un enlace en la Fibra Óptica ante un enlace en tecnología SDH.

Analizar los cambios que se deben realizar para cambiar de tecnología SDH a Fibra Óptica de un enlace de datos e internet.

Migrar un servicio de datos e internet en SDH hacia Fibra Óptica

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La importancia de las telecomunicaciones como motor de la sociedad de la información es indiscutible en el desarrollo y en la vida cotidiana del ciudadano. El mundo de la fibra óptica se ha convertido actualmente en un medio fundamental de comunicaciones para empresas y hogares que posean la necesidad de establecer contacto con locaciones remotas que dependan de ellos, puesto que es un sistema económico y muy versátil.

El presente trabajo de titulación comprende la migración, diseño, simulación y construcción de un concentrador para entregar los servicios de datos e internet.

Actualmente el concentrador se encuentra con tipo de acceso red de cobre, se implementará dos enlaces de fibra óptica (principal y backup), en este proyecto, se realizó la implementación de ciertas pruebas en la fibra óptica, las mismas permitieron determinar las pérdidas de potencia en el enlace analizado producto de alguna irregularidad en el trayecto de la fibra

2.1. Fibra óptica.

En el año 1959 científicos descubrieron la utilización de la luz como un medio que puede ser utilizado para las telecomunicaciones, para el envío de mensajes. Con el transcurso del tiempo la utilización de un láser de luz para el envío de mensajes fue limitada, haciendo que científicos y técnicos dirijan sus esfuerzos para crear un canal que permita el paso de la luz para ser portadora de información. (Bizkaia, 2014)

Los elementos de los cuales consta son los siguientes:

- **El núcleo.**

Compuesto de un mineral o plástico por el cual se envían las ondas ópticas. (Bizkaia, 2014)

- **La funda óptica o forro.**

Se constituye de los mismos materiales con el cual se construye el núcleo se agrega aditivos que permite que la onda óptica que se transmite ente encerrada en el núcleo. (Bizkaia, 2014)

- **El revestimiento de protección.**

Fabricado generalmente en material plástico, asegura y permite el paso la conducción de la luz. En la figura se muestran los componentes de la fibra óptica. (Bizkaia, 2014)

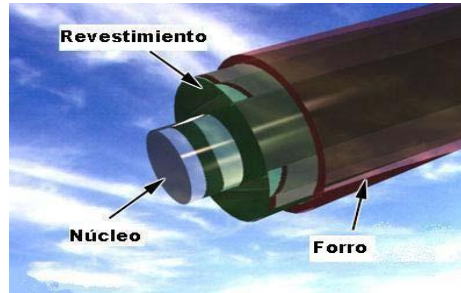


Figura 2.1. Componentes de la fibra óptica

Fuente: (Bizkaia, 2014)

- **El Transmisor.**

Consiste en un convertor de voltaje a corriente que permite que la señal sea emitida por pulsos, formada por vidrio o un cable plástico. (Bizkaia, 2014)

- **El receptor.**

Esta parte incluye un foto detector que permite extraer los datos emitidos mediante la señal luminosa. (Bizkaia, 2014)

- **La guía de fibra.**

Es un vidrio o un cable que forma parte de la fibra óptica. (Bizkaia, 2014)

2.1.1. Tipos de fibra óptica

- **Fibra monomodo.**

La fibra monomodo es la más utilizada, aunque es la fibra más complicada de ser instalada. El modo de propagación es mediante un único haz luminoso. Una de sus ventajas es los elevados flujos que se puede alcanzar. (Cantos Flores, 2012, pág. 34)

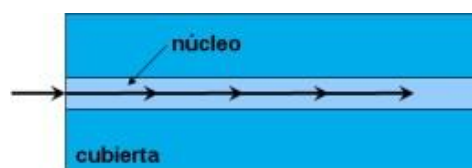


Figura 2.2. Fibra óptica monomodo

Fuente: (Cantos Flores, 2012, pág. 34)

- **Fibra multimodo de índice gradiente gradual.**

El principio de funcionamiento de la fibra multimodo de índice gradual se basa en el índice de refracción en el núcleo, ya que este decrece si el núcleo se desplaza hacia la cubierta del mismo. Esta fibra se encuentra normalizada en el tamaño de 62,5/125 μm (Cantos Flores, 2012, pág. 35)

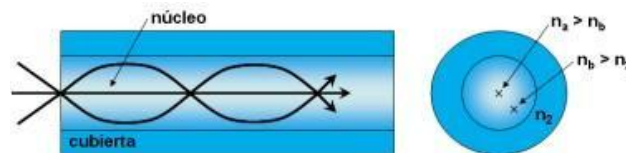


Figura 2.3. Fibra óptica multimodo de índice gradiente gradual

Fuente: (Cantos Flores, 2012, pág. 35)

- **Fibra multimodo de índice escalonado.**

Generalmente fabricada en vidrio, con un material uniforme. Una de las características es el mayor índice de refracción en relación con el de la cubierta por lo cual existe una discontinuidad. (Cantos Flores, 2012, pág. 35)

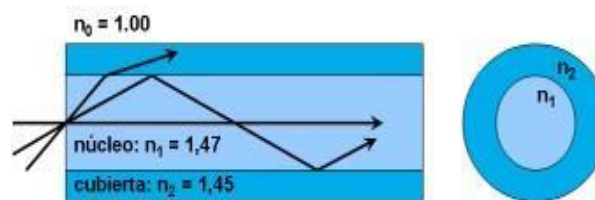


Figura 2.4. Fibra óptica multimodo de índice escalonado

Fuente: (Cantos Flores, 2012, pág. 35)

2.1.2. Conectores de la fibra óptica

- **Acopladores.**

Permite la transformación del haz de luz en el extremo conectado por un hilo de la fibra óptica. (Barrera Moreano, 2014, pág. 34)

- **Conectores.**

En terminales de fibra óptica se utilizan conectores que son instalados por medio de una fusión en la fibra. Existen varios tipos de conectores, dependerá de su uso y características para lo que permita su uso. (Barrera Moreano, 2014, pág. 34)



Figura 2.5. Algunos conectores de fibra óptica

Fuente: (Barrera Moreano, 2014, pág. 34)

2.1.3. Empalmes y terminaciones de fibras ópticas

2.1.3.1. Empalmes ópticos.

Permite la unión de dos fibras para dar continuidad a la transmisión de datos, para lo cual las dos fibras deben estar perfectamente alineadas en su núcleo. En los empalmes existen pérdidas que pueden ser por factores externos y por factores intrínsecos. (Barrera Moreano, 2014, pág. 34)

2.1.3.2. Técnicas de empalmes ópticos

Existen formas de empalmes dependiendo del uso que se necesite, se puede realizar empalmes simples o varios empalmes para una mayor cantidad de conectores. Existen dos métodos de empalme: por fusión o mecánico.

- **Empalmes por fusión.**

Se lo realiza mediante una empalmadora de fusión que permite alinear las dos fibras. Una vez alineadas existe un arco de luz y posterior a ello mide la atenuación de la fibra. En la técnica que tiene pérdidas más bajas. (Barrera Moreano, 2014, pág. 35)

- **Empalme mecánico.**

Se lo realiza con un conector de fibra óptica que alinea las dos fibras y se une mecánicamente mediante el conector.

Se utiliza para fibras monomodo o multimodo aunque son más fáciles de usar, tiene mayores pérdidas que un empalme por fusión. (Barrera Moreano, 2014, pág. 35)

2.1.4. Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Es necesario saber las ventajas y las desventajas que se puede tener en los enlaces para elegir la opción más conveniente.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Fibra óptica permite que la velocidad de velocidad de transmisión de datos sea mayor. 	<ul style="list-style-type: none"> • La red existente de fibra óptica es muy reducida en la ciudad.
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de instalar. 	<ul style="list-style-type: none"> • El precio de instalación y conexión hacia fibra es mayor al de los enlaces en cobre.
<ul style="list-style-type: none"> • Los enlaces de fibra son inmunes al ruido y las interferencias, como ocurre con el par de cobre telefónico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los enlaces de fibra son más delicados y frágiles.
<ul style="list-style-type: none"> • Las fibras al enviar un haz de luz, generan las condiciones para una transmisión segura de información. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones en el material para conexión y fusión de enlaces en fibra.
<ul style="list-style-type: none"> • Sus dimensiones físicas son más pequeñas por lo cual necesita un menor espacio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para reparar un cable de fibra óptica averiado en campo.

Tabla 2.1. Ventajas y Desventajas de la Fibra óptica (cont.)

Fuente: (Carrion Torres & Cevallos Cuenca, 2011, pág. 18)

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Su peso es más ligero que el de los cables de telefónicos o coaxiales. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Existe gran compatibilidad con equipos y sistemas de telecomunicaciones. 	

Tabla 2.1. Ventajas y Desventajas de la Fibra óptica

Fuente: (Carrion Torres & Cevallos Cuenca, 2011, pág. 18)

2.1.5. Aplicaciones de la fibra óptica

- **En Internet.**

Los enlaces de internet instalados mediante fibra óptica permiten que el usuario pueda navegar hasta una velocidad de 2000 kbps, teniendo mayor rapidez. (Borbor Camacho, Molineros González, & Proaño Peña, 2007, pág. 107)

- **En Redes.**

Día a día el uso de la fibra óptica sobre telecomunicaciones es mayor gracias a su capacidad de brindar redes de comunicación que se encuentran a larga distancia sin necesitar alguna repetidora para recuperar la señal. Así mismo las redes de fibra óptica en el área local van teniendo más acogida, por su rapidez y la forma de conectarse varios equipos aumentando el rendimiento de la conexión. (Borbor Camacho, Molineros González, & Proaño Peña, 2007, pág. 107)

- **En Telefonía.**

La fibra óptica será en el futuro indispensable para los servicios de videoconferencia o de videotelefonía para tener un mayor ancho de banda y proporcionando rapidez en los servicios. (Borbor Camacho, Molineros González, & Proaño Peña, 2007, pág. 107)

2.1.6. Componentes adicionales y necesarios para la fibra óptica

- **OTDR.**

Permite la medición de los pulsos de luz que son enviados mediante la fibra

óptica, estas mediciones son reflejadas gráficamente que muestra el nivel de señal en función del tiempo.

Con estas mediciones se podrá medir las atenuaciones dadas en la fibra por varias razones como lo son: los empalmes, conectores y trayecto de la fibra.

Son utilizados también para ubicar el lugar y la distancia donde se produjo un corte, midiendo la distancia total del enlace. (Carrion Torres & Cevallos Cuenca, 2011, pág. 18)

- ***Caja de empalme.***

Es una cubierta para los cables de fibra que se encuentren sin protección y para los conectores puestos o los empalmes realizados en la fibra. (Carrion Torres & Cevallos Cuenca, 2011, pág. 18)



Figura 2.6. Caja de empalme

Fuente: (Carrion Torres & Cevallos Cuenca, 2011, pág. 18)

- ***Cordones de conexión y latiguillos de fibra óptica.***

Su principal utilización es para conectar los equipos ópticos instalados en los puertos conexión.

Se los puede encontrar de color amarillo para fibras de tipo monomodo y de color naranja para fibras de tipo multimodo, siendo muy delgadas y de poca longitud. Un latiguillo de fibra óptica o llamadas pigtaills son formados por un cordón de conexión que es empalmado con un conector en las terminaciones del cordón. (Carrion Torres & Cevallos Cuenca, 2011, pág. 19)



Figura 2.7. Pigtailes y patch cords

Fuente: (Carrion Torres & Cevallos Cuenca, 2011, pág. 19)

- **Panel de conexión.**

Es un panel que permite la conexión hacia otros equipos mediante cableado. En este panel se conecta la fibra óptica mediante los cordones de fibra y los pigtailes.

Permite que exista el acceso a los equipos y el cableado de fibra, en este panel se puede realizar los cambios necesarios de conexión de fibras, así como la realización de las pruebas para enlaces. (Carrion Torres & Cevallos Cuenca, 2011, pág. 20)

2.2. SDH

SDH es un estándar en las telecomunicaciones que permite la transmisión de datos. Este estándar especifica velocidades de transmisión (tramas de 125 microsegundos), así como la multiplexación codificación y parámetros necesarios para los enlaces instalados. (Millán Tejedor, ramonmillan, 2006)

Los enlaces SDH permiten transmitir información utilizando equipos terminales en diferentes topologías, manteniendo el control de los enlaces en diferentes nodos, y diferentes sistemas operacionales gestionando cada uno de los servicios proporcionados a las empresas suscriptoras. La tecnología SDH permite que se pueda brindar servicio de internet, telefonía y datos a diferentes usuarios utilizando la red de cobre como medio de transmisión. (Millán Tejedor, ramonmillan, 2006, pág. blog)

El mercado en el cual se desarrolla los sistemas SDH tienen varios fabricantes y administradores de esta tecnología como: Alcatel, Ericsson, Siemens, Tellabs, entre otros.

La tecnología SDH permite tener varias facilidades para las configuraciones en las centrales (nodos), la administración de las mismas y compatibilidad con elementos necesarios de red. (Millán Tejedor, ramonmillan, 2006, pág. 1)

2.2.1. Técnicas de protección

- **Protección de la sección de multiplexación**

Esta protección tiene varias ventajas como lo es la alta velocidad de conmutación y la poca complejidad en el control de los sistemas que son administrados. Existen algunas desventajas como una alta inversión que para un escaso tráfico, y poco uso de los recursos dados. (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, pág. 8)

- **Protecciones en anillos**

Existen topologías de red en cada nodo los cuales comparten los canales de transmisión y los recursos de la red para trabajar en fallas que puedan producirse. (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, pág. 13)

- **Protecciones de red**

Permite tener caminos secundarios para el tráfico y pueda ser conmutado. Puede proteger la información y el servicio prestado ante alguna falla dada. Esta protección tiene como desventaja la complejidad de su estructura e implementación. (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, pág. 14)

2.2.2. Multiplexación SDH

La multiplexación SDH se da formando un multiplexado a nivel de byte, utilizando una referencia común de reloj. Se denomina como STM-N a los módulos de transporte que se tiene en la multiplexación SDH. (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, pág. 8)

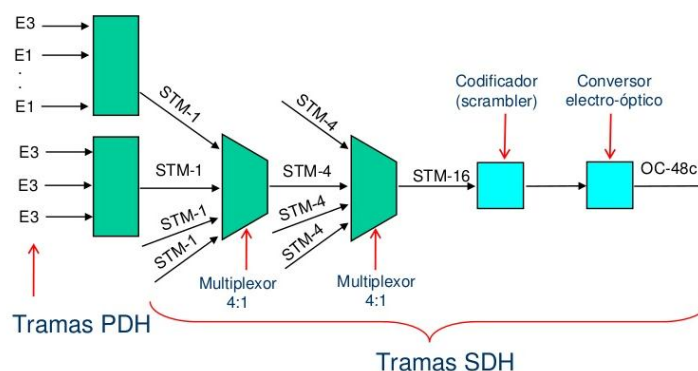


Figura 2.8. Multiplexación SDH

Fuente: (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, pág. 8)

2.2.3. Elementos de una red SDH

Al multiplexor llegan varias señales del cual sale una sola señal, la misma que se propaga y dependiendo de la distancia va a tener pérdidas, si estas pérdidas son muy altas se debe utilizar un elemento intermedio denominado repetidor. Este repetidor está constituido por un amplificador, el mismo que compensa las pérdidas de transmisión y retransmite la señal con mayor potencia. (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, pág. 10)

La señal retransmitida ingresa a un multiplexor ADD-DROP configurado de tal forma que pueden entregar y cruzar servicios. Todos esos servicios son transmitidos hacia un nuevo nodo y dependiendo de su distancia y pérdidas se requerirá nuevamente un repetidor. (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, pág. 10)

Finalmente la señal ingresa al demultiplexor en el cual se recuperan los canales transmitidos desde el multiplexor origen. (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, pág. 10)

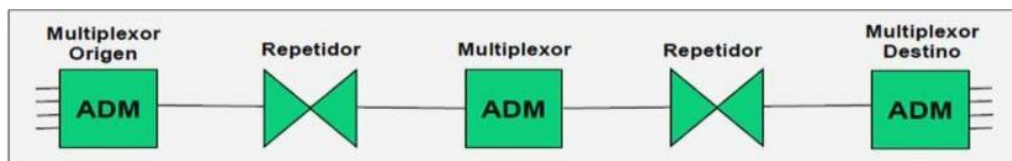


Figura 2.9. Elementos de red SDH

Fuente: (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, pág. 10)

2.2.4. Ventajas y desventajas de la red SDH

Al ser una tecnología que permite la transmisión de información, tiene sus ventajas y desventajas que deben ser consideradas al momento de elegir que tecnología utilizar al instalar un enlace.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Los enlaces en SDH tienen disponibilidad y posibilidad de ampliación	Se necesita que exista conexión entre todos los nodos de la red para que puedan trabajar
Se tiene sistemas en las redes SDH que permite la protección de sus enlaces y la recuperación de la información más rápidamente.	Se desperdicia mucha capacidad al momento de enviar tramas Ethernet.
Al ser una plataforma en la que se tiene varios administradores, la tecnología SDH permite la interconexión entre los proveedores de esta tecnología.	Como SDH es síncrona, si el reloj master al cual está conectado no funciona, SDH pierde sincronía.
La red SDH permite brindar servicios de internet, telefonía y datos de una manera segura y confiable	

Tabla 2.2. Ventajas y desventajas de tecnología SDH

Fuente: (Castro Osorio, Garcia Garcia, Rosales Arzola, & Sánchez Mendoza, slideshare, 2013, págs. 17-19)

2.3. MPLS (MultiProtocol Label Switching)

El estándar fue creado en el año 1998, que permitió ofrecer beneficios a las telecomunicaciones con una operación y diseño más sencillo con mayor estabilidad. Es un estándar basado en IP, que permite el enrutamiento de los paquetes de información mediante un camino y tablas de cada nodo de la red. (Millán Tejedor, ramonmillan.com, 2006)

El MPLS es utilizado para cada nodo con un switch o router, asigna etiquetas a cada uno de los nodos y permite conectarlos entre sí. Las etiquetas tienen un identificador que es asignado dependiendo de su origen y destino, el servicio prestado o algún otro criterio que permita diferenciarlos. (Millán Tejedor, ramonmillan, 2006, pág. 1)

Los campos de una cabecera MPLS son los siguientes:

- **Label (20 bits)**

Es un valor utilizado solo localmente, en esta etiqueta se determina el siguiente salto que va a tener el paquete. (Millán Tejedor, ramonmillan.com, 2006, pág. 1)

- **CoS (3 bits)**

Este nivel permite identificar la QoS del paquete enviado, en este campo de puede diferenciar los tráficos existentes y rendimiento comparándolos con otros. (Millán Tejedor, ramonmillan.com, 2006, pág. 1)

- **Stack (1 bit)**

Esta parte indica si se tiene más etiquetas en el MPLS, estando en fila cada una de las etiquetas. (Millán Tejedor, ramonmillan.com, 2006, pág. 1)

2.3.1. Elementos de una red MPLS

Una red MPLS se compone de dos tipos de nodos, que aunque son iguales físicamente la forma de configuración dependerá del trabajo que realicen.

2.3.1.1. LER (Label Edge Routers)

Desempeñan trabajos de encaminamiento y ofrece conectividad a los host de la red. Este elemento decide el camino completo del paquete transmitido en la red. (Tapasco Garcia, 2008, pág. 8)

2.3.1.2. LSR (Label Switching Routers)

Estos se encuentran en la parte principal de la red MPLS para realizar trabajos de encaminamiento de alto nivel. (Tapasco Garcia, 2008, pág. 8)

2.4. VLAN

Se define como una red virtual que permite agrupar un conjunto de enlaces de una manera lógica que poseen las mismas características para que puedan tener comunicación entre sí. (Capella Hernández, 2014, pág. 3)

2.4.1. Clasificación de VLAN

2.4.1.1. VLAN implícita

Este tipo de VLAN no requiere algún cambio en las tramas, ya que de la misma forma en la que reciben la información es la misma forma en la que la procesan. (Capella Hernández, 2014, pág. 5)

2.4.1.2. VLAN explícitas

Estas VLAN requieren de modificaciones en las tramas. (Capella Hernández, 2014, pág. 5)

2.4.2. Tipos de VLAN

2.4.2.1. VLAN por puerto

Este tipo de VLAN es la más sencilla, ya que un puerto pertenece a una VLAN, en este caso un solo puerto configurado en el switch pertenece a una VLAN. (Capella Hernández, 2014, pág. 5)

2.4.2.2. VLAN por MAC

Con este tipo de VLAN se necesita ingresar a las MAC para identificar y determinar la VLAN utilizada. (Capella Hernández, 2014)

2.4.2.3. VLAN por Protocolo

Identifica el tipo de protocolo utilizado por el usuario y así seleccionará a que tipo de VLAN pertenece. (Capella Hernández, 2014, pág. 5)

2.4.2.4. VLAN definidas por el usuario

En estas VLAN se puede realizar un patrón de bits para cada usuario para que pueda ser reconocido y no se necesite la identificación por puerto o MAC. (Capella Hernández, 2014, pág. 5)

2.5. Equipo CTU-R

Es un equipo terminal utilizado por la plataforma de administración TELLABS, el cual tiene un máximo de velocidad de 4,544 kbps, 2 pares de enrutamiento mediante línea de cobre, permite enrutamiento IP simultaneo y múltiple. (Tellabs, 2001, pág. 1)

Este equipo es configurado y administrado desde el sistema de gestión, no necesita ser configurado en el sitio del enlace. (Tellabs, 2001, pág. 1)

Permite brindar servicio de internet, telefonía y datos mediante la plataforma ofreciendo una rapidez al usuario. Los modem CTU-R permiten los protocolos PPP y FRAME RELAY con un soporte de puente o ruteado. (Tellabs, 2001, pág. 2)

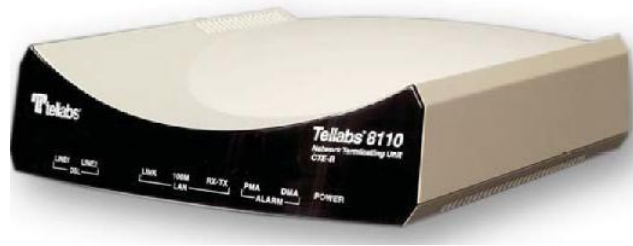


Figura 2.10. Modem CTU-R

Fuente: (Tellabs, 2001, pág. 1)

2.6. Mikrotik RB750

Es un equipo terminal, que va instalado en el cliente, tiene un buen rendimiento por lo cual es apto para pequeñas empresas, además de un precio económico; permite la compatibilidad con MPLS. Posee cinco puertos Ethernet, su estructura es diseñada por una caja de plástico. (Mikrotik, 2015)

Estos equipos pueden soportar un gran ancho de banda, no tiene limitaciones ya que puede ser conectado hacia enlaces de fibra óptica. (Mikrotik, 2015)

Ofrece servicios de internet, telefonía y transmisión de datos., siendo una gran opción.



Figura 2.11. Equipo Mikrotik RB750

Fuente: (Mikrotik, 2015)

2.7. SWITCH CISCO SF300

El switch CISCO SF300 permite la administración de la información de las empresas de una manera confidencial y segura, aprovechando de la mejor manera el ancho de banda siendo fácil su forma de configurar y usar. (CISCO, 2014, pág. 1)

Este switch permite la utilización de funciones para red y administración de seguridad, para tecnológicas de voz, video y datos. Posee varias ventajas como el alto

rendimiento mejorando las redes de cada cliente, además tiene la opción de administrar el tráfico enviado por la red. (CISCO, 2014, pág. 1)

Su instalación y configuración son fáciles, permitiendo configurar LAN virtuales, para obtener mayor seguridad y conexión teniendo como una de sus funciones el ahorro de energía para protección del medio ambiente. (CISCO, 2014, pág. 1)

El switch utilizado es de capa 3 y consta de 24 puertos, en los cuales están configuradas las VLAN utilizadas.



Figura 2.12. Switch CISCO SF300

Fuente: (CISCO, 2014, pág. 1)

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO

En el presente capítulo se estudiará la principal problemática del proyecto, detallando por medio de un análisis la red y topología del cliente, y así de esta manera poder reflejar la situación actual y el porqué de la migración de tecnologías.

3.1. Problema Principal

El cliente por medio de su departamento de infraestructura ha solicitado el upgrade del enlace de datos en su Matriz a 16 Mbps, sin embargo por las limitaciones de la tecnología SDH no se puede atender el requerimiento a través de pares de cobre.

El área de operaciones ha solicitado realizar una valoración de enlace de última milla con fibra para atender el requerimiento del cliente.

3.1.1. Red de acceso actual

En vista de la evolución tecnológica y la ampliación del consumo de ancho de banda que esto conlleva, el acceso de cobre se ve limitado es así que el cliente opta por solicitar la migración a fibra óptica por ser un acceso que maneja mayores anchos de banda y mayor estabilidad.

Cabe indicar que la instalación de fibra óptica es en Matriz mas no en las sucursales, por ende el esquema sería el mismo. El cambio que se efectuará es en las interfaces conectadas de los MPLS destinadas para el acceso de fibra óptica.

A continuación se detalla una tabla de los End Point (enlaces) en producción que maneja el cliente:

Nube	E P #	Vlan	Sucursales
MATRIZ UIO	1	3504	MATRIZ_Nube 1
MATRIZ UIO	2	3505	NEOAUTO_PZ_NORTE
MATRIZ UIO	4	2051	SAN_RAFAEL

Tabla 3.1 End Points en producción.

ELOY_ALFARO	2	2672	AG ELOY ALFARO
ELOY_ALFARO	3	2616	AV DE LOS GRANADOS

ELOY_ALFARO	4	2613	AV EL INCA
ELOY_ALFARO	5	2052	VOLVO
ELOY_ALFARO	6	2592	AERONAUTICO_32170
ELOY_ALFARO	7	2593	SHYRYS_32279
ELOY_ALFARO	8	2671	MATRIZ_Nube 2
INTER_URBANO	1	3021	MATRIZ_Nube 3
INTER_URBANO	2	3024	IBARRA
INTER_URBANO	3	1636	AMBATO
INTER_URBANO	4	1637	RIOBAMBA
INTER_URBANO	5	1601	Ambato2
URBANO_INTER-URBANO	1	3507	VENTURA MALL_TUMBACO
URBANO_INTER-URBANO	3	3023	MATRIZ_Nube 4
URBANO_INTER-URBANO	5	3033	STODOM
ADMIN_SWITCH	1	3800	Admin_SW_SF300

Tabla 3.1 End Points en producción.

3.1.2. Esquema de acceso anterior (cobre)

A continuación se muestran los esquemas de cada una de las nubes configuradas para el cliente, con tipo de acceso cobre.

Nube: MATRIZ UIO

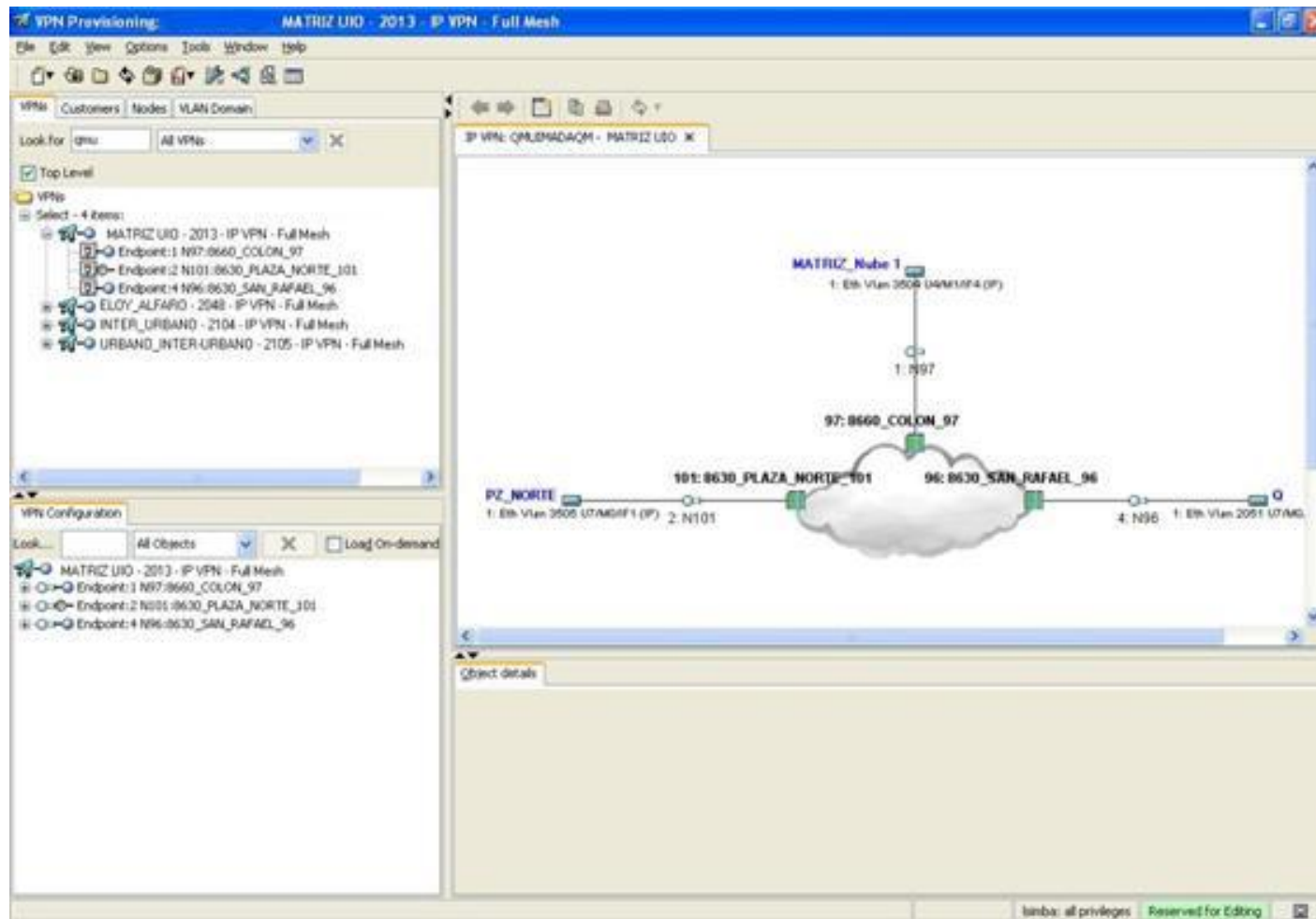


Fig. 3.1 MATRIZ_Nube 1 – Matriz de nube 1
Fuente: Tvcable

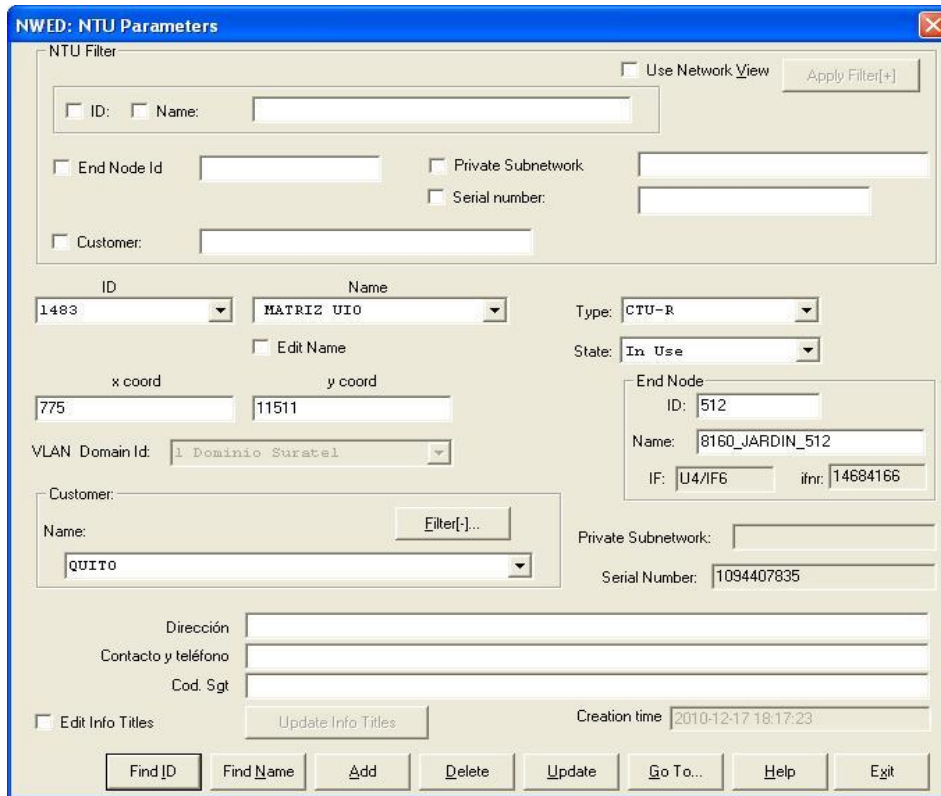


Fig. 3.2 Equipo C-TUR para el concentrador 1

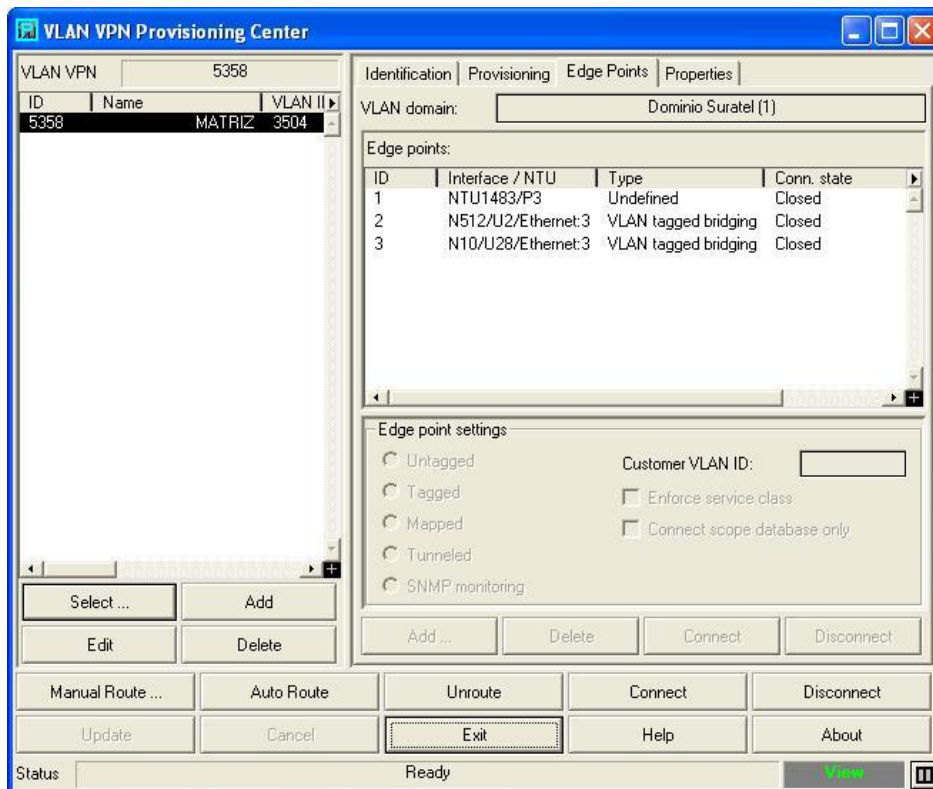


Fig. 3.3 Vía de conexión VLAN hacia la interface MPLS de cobre

Fuente: Tvcable

NMGR: ESU N10/U28 [8150_JARDIN_10]

Unit	State	Module	State
ESU	In Use	Module 1 NONE	Planned

Interface	State	Locking	Port status	Use	IF info	Alias
Ethernet 1	In Use	Locked	Up	VLAN Trunk	VLAN_TRUNK_A_100MEGAS	VLAN TRUNK
Ethernet 2	In Use	Locked	Up	VLAN MUAP	CONECTADO AL DSLAM 29:1 PARA INT y TEL POR COLON	
Ethernet 3	In Use	Locked	Up	VLAN MUAP	CONECTADO AL TRANSCEIVER QUE VA A 8660 COLON 4/1/3	
Ethernet 4	In Use	Locked	Up	VLAN Trunk		
X-Bus 1	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP		
X-Bus 2	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		REDMEDICA
X-Bus 3	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	PRONALVID MATRIZ	PRONALVID
X-Bus 4	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		
X-Bus 5	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		PAC_METROPOL
X-Bus 6	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	SNET1Q_Q_GUERRERO_CESAR	GUERRERO MAL
X-Bus 7	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP		ASIA
X-Bus 8	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	SATNET_PASTEUR	PASTEUR
X-Bus 9	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	SNET SERVIPAGOS	
X-Bus 10	In Use	Locked	Down	VLAN General		SEGUROS UNID
X-Bus 11	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	SETEL_ADRIAN	SETEL_ADRIAN
X-Bus 12	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	DAÑADO NO DA PING 13/08/2014	pronal
X-Bus 13	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		
X-Bus 14	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		PRONALV
X-Bus 15	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	SNET1Q_Q_MATRIZ EFG BANK	MATRIZ EFG B
X-Bus 16	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		

Idle

Fig. 3.4 Conexión a la interface del MPLS

Fuente: Tvcable

Nube: ELOY_ALFARO

The screenshot displays the 'VPN Provisioning' software interface. The main window shows a network diagram for 'IP VPN: QMUIMADAQM_A_ELOY_ALFARO'. The diagram features a central cloud representing the VPN mesh, with several endpoints connected to it. A tooltip for 'Eth Vlan 2671 U4/M1/IF4 (IP)' is visible, showing details for Endpoint 8: Endpoint Interface: 1, IP Address: 10.14.20.2/255.255.255.252, and Site: MATRIZ_Nube2.

On the left, the 'VPN Configuration' pane shows a list of endpoints:

- Endpoint: 2 N75:8630_INCA_75
- Endpoint: 3 N75:8630_INCA_75
- Endpoint: 4 N600:8630_PLAZA_DE_TOROS_600
- Endpoint: 5 N75:8630_INCA_75
- Endpoint: 6 N33:8660_HEAD_END_UIO_33
- Endpoint: 7 N600:8630_PLAZA_DE_TOROS_600
- Endpoint: 8 N97:8660_COLON_97

At the bottom, the 'Object details' pane provides the following information:

- Type: IP VPN / Full Mesh
- Name: 2048: QMUIMADAQM_A_ELOY_ALFARO
- Description:
- Endpoint summary: Total of 7 Endpoints. In Planned state: 0, in Connected state: 7, in Provisioned state: 0

Endpoint	Type	Ifaces	IP Address
Endpoint:2	Full Mesh	Eth Vlan 2672 U7/M0/IF1 (IP)	10.14.20.6 / 255.255.255.252
Endpoint:3	Full Mesh	Eth Vlan 2616 U7/M0/IF1 (IP)	10.14.20.9 / 255.255.255.252
Endpoint:4	Full Mesh	Eth Vlan 2613 U7/M1/IF1 (IP)	10.0.0.249 / 255.255.255.252

Fig. 3.5 MATRIZ_Nube 2
Fuente: Tvcable

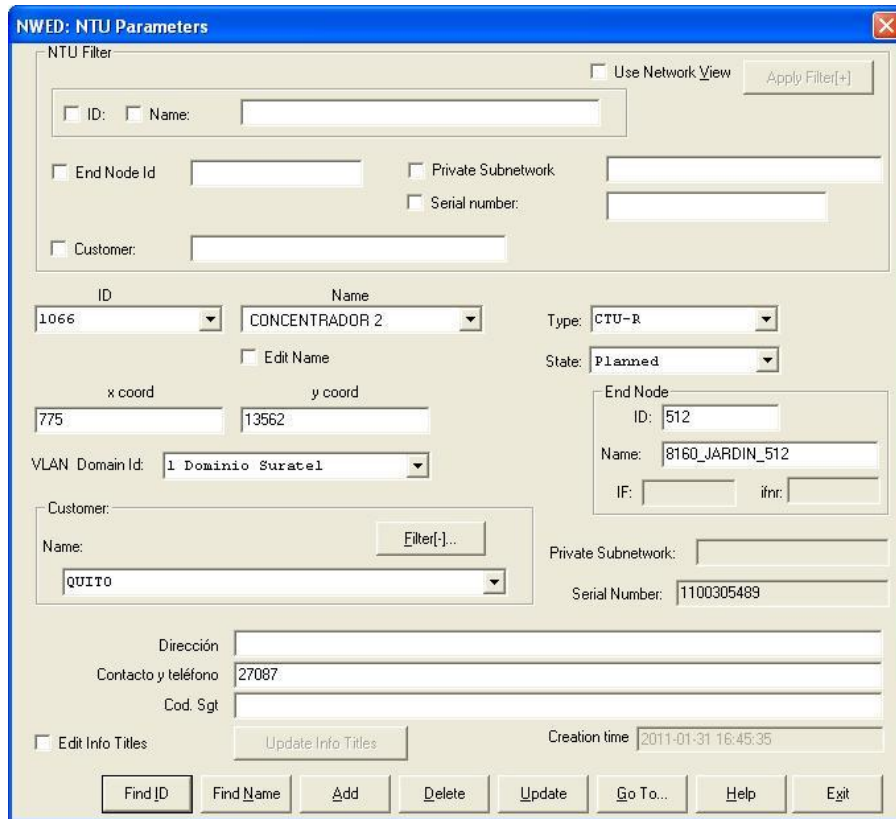


Fig. 3.6 Equipo C-TUR para el concentrador 2

Fuente: Tvcable

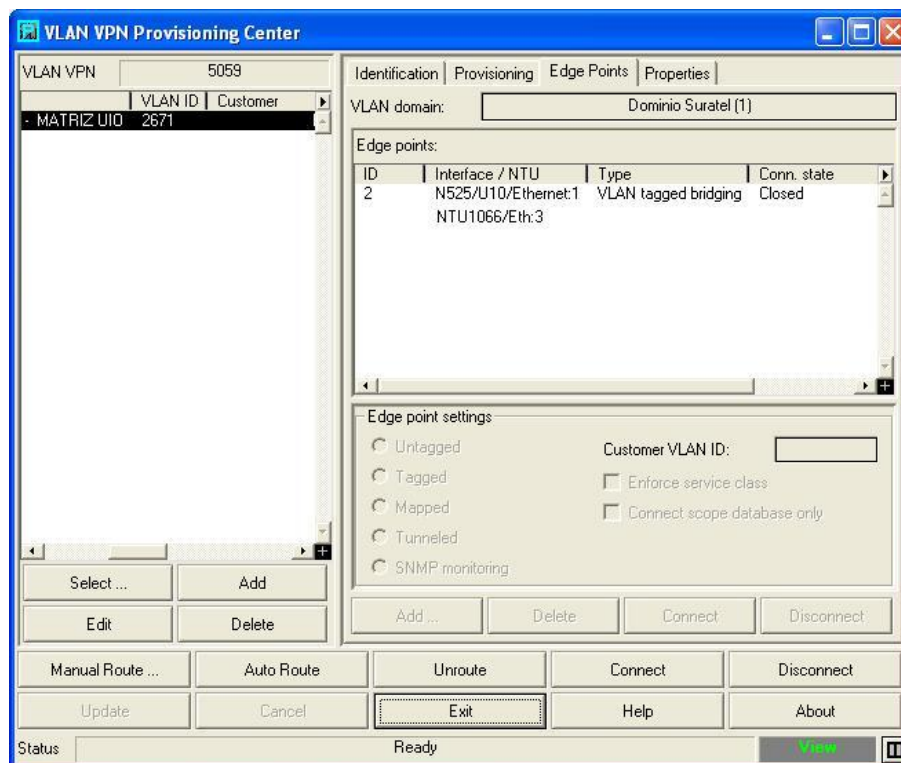


Fig. 3.7 Vía de conexión VLAN hacia la interface MPLS de cobre

Fuente: Tvcable

NMGR: ESU N525/U10 [8188_COLON_525]

Unit	State	Module	State
ESU	In Use	Module 1 NONE	Planned

Interface	State	Locking	Port status	Use	IF info	Alias	Trunk
Ethernet 1	In Use	Locked	Up	VLAN MUAP	CONECTADO AL MPLS COLON 4/1/1		
Ethernet 2	In Use	Locked	Up	VLAN Trunk	VLAN_TRUNK_NODO525_10/2_20/2	TRUNKCOLON-C	2595 VLAN TF
Ethernet 3	In Use	Locked	Up	VLAN Trunk	VLAN_TRUNK_NODO20_25/3_NODO525_10/3	VLAN TRUNK	2594 VLAN-TF
Ethernet 4	In Use	Locked	Up	VLAN MUAP	AL MRV COLON PARA GESTION		
X-Bus 1	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP		QMOTORSCOVP	
X-Bus 2	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP		AGENCIA CORE	
X-Bus 3	In Use	Locked	Up	VLAN Trunk		VLAN	2751 VLAN_TF
X-Bus 4	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP		SANPABLOTECH	
X-Bus 5	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP			
X-Bus 6	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	STEL1Q_QHORIZONTES_BUSINESS_QUITO	HORIZONTES_B	
X-Bus 7	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	KALAND_COLON	KALAND_COLON	
X-Bus 8	In Use	Locked	Down	VLAN SUAP		IN LIVE TRAV	
X-Bus 9	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	SNET_ATU ARTICULOS DE ACERO S. A.	ATU ARTICULO	
X-Bus 10	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		RAUL_BARRIGA	
X-Bus 11	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	JURI_ORELLANA_MATRIZ	JURI ORELLAN	
X-Bus 12	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP		UMetro	
X-Bus 13	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP		CFC_QMUIMADA	
X-Bus 14	In Use	Locked	Down	VLAN SUAP	JUGUETON ORELLANA	JUGUE_ORELL	
X-Bus 15	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	SEUN_BCO_AUSTRO_UIO		
X-Bus 16	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	JURI_MALL_EL_JARDIN_PZ_VENDOME		

Idle

Fig. 3.8 Conexión a la interface del MPLS

Fuente: Tvcable

Nube: URBANO_INTER-URBANO

The screenshot displays a network management application window titled "VPN Provisioning: URBANO_INTER-URBANO - 2105 - IP VPN - Full Mesh".

Left Panel (VPN Configuration):

- VPN Configuration:** Shows the selected VPN and its endpoints:
 - URBANO_INTER-URBANO - 2105 - IP VPN - Full Mesh
 - Endpoint:1 N96:8630_SAN_RAFAEL_96
 - Endpoint:3 N97:8660_COLON_97
 - Endpoint:5 N33:8660_HEAD_END_UIO_33

Right Panel (Network Diagram):

The diagram shows a central cloud representing the VPN. It is connected to several physical sites:

- VENTURA MALL_TUMBACO:** Connected via "1: N96" to "1: Eth Vlan 3507 U7/M0/IF3 (IP)".
- 96: 8630_SAN_RAFAEL_96:** Connected via "1: N96" to the cloud.
- 33: 8660_HEAD_END_UIO_33:** Connected via "5: N33" to the cloud.
- 97: 8660_COLON_97:** Connected via "3: N97" to the cloud.
- DOM:** Connected via "1: Eth Vlan 3023 U4/M1/IF4 (IP)" to the cloud.
- MA:** Connected via "1: Eth Vlan 3023 U4/M1/IF4 (IP)" to the cloud.

Object details:

Type: IP VPN / Full Mesh
 Name: 2492: 5MAX1Q_QMONITOREO_SW
 Description:
 Endpoint summary: Total of 2 Endpoints. In Planned state: 0, in Connected state: 2, in Provisioned state: 0

Endpoint	Type	IFaces	IP Address
Endpoint:1	Full Mesh	Eth Vlan 85 U7/M0/IF4 (IP)	10.184.111.2 / 255.255.255.248
Endpoint:2	Full Mesh	Eth Vlan 900 U7/M0/IF1 (IP)	10.184.112.5 / 255.255.255.248

End To End summary: Total of 0 End To End objects. In Planned state: 0, in Connected state: 0, in Provisioned state: 0

Bottom right status: Isimba: all privileges Reserved for Editing

Fig. 3.9 MATRIZ_Nube 4
Fuente: Tvcable

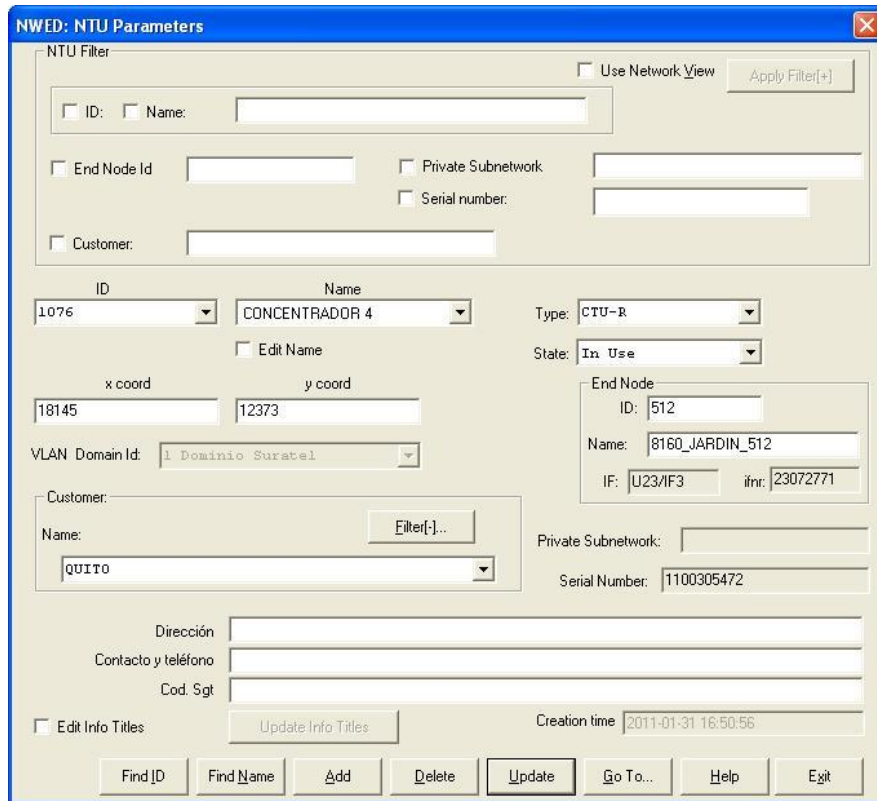


Fig. 3.10 Equipo C-TUR Para el concentrador 4

Fuente: Tvcable

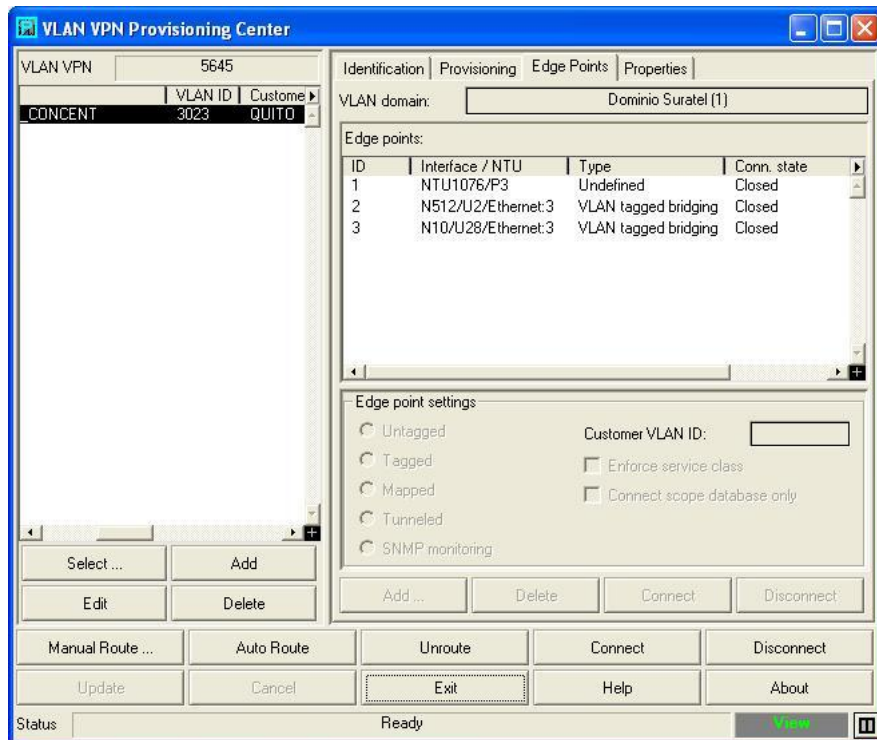


Fig. 3.11 Vía de conexión VLAN hacia la interface MPLS de cobre

Fuente: Tvcable

Interface	State	Locking	Port status	Use	IF info	Alias
Ethernet 1	In Use	Locked	Up	VLAN Trunk	VLAN_TRUNK_A_100MEGAS	VLAN TRUNK
Ethernet 2	In Use	Locked	Up	VLAN MUAP	CONECTADO AL DSLAM 29:1 PARA INT y TEL POR COLON	
Ethernet 3	In Use	Locked	Up	VLAN MUAP	CONECTADO AL TRANSCEIVER QUE VA A 8660 COLON 4/1/3	
Ethernet 4	In Use	Locked	Up	VLAN Trunk		
X-Bus 1	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP		
X-Bus 2	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		REDMEDICA
X-Bus 3	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	PRONALVID MATRIZ	PRONALVID
X-Bus 4	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		
X-Bus 5	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		
X-Bus 6	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	SNET1Q_Q_GUERRERO_CESAR	PAC_METROPOL GUERRERO MAL
X-Bus 7	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP		ASIA
X-Bus 8	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	SATNET_PASTEUR	PASTEUR
X-Bus 9	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	SNET SERVIPAGOS	
X-Bus 10	In Use	Locked	Down	VLAN General		SEGUROS UNID
X-Bus 11	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	SETEL_ADRIAN	SETEL_ADRIAN
X-Bus 12	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General	DAÑADO NO DA PING 13/08/2014	pronal
X-Bus 13	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		
X-Bus 14	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		
X-Bus 15	In Use	Locked	Up	VLAN SUAP	SNET1Q_Q_MATRIZ EFG BANK	PRONALV MATRIZ EFG B
X-Bus 16	Planned	Unlocked	Undefined	VLAN General		

Fig. 3.12 Conexión a la interface del MPLS

Fuente: Tvcable

3.2. Alternativas para la solución del problema.

Para entregar la solución al cliente se estudiarán dos alternativas las cuales se las detalla a continuación:

3.2.1. Alternativa uno (CASO BASE)

En esta solución se plantea construir una caja de distribución que sale desde una ruta de fibra activa que inicia en el nodo TDD Colón (4 hilos asignados para clientes) y con una acometida llegar hasta el cliente. Se requiere la instalación de una pareja de trasceivers de 1 hilo para la utilización de los recursos físicos y la instalación de un switch Cisco SF300 en el cuarto de equipos del cliente, ya que es por política interna.

De esta forma el cliente puede mantener el esquema lógico actual (IP/VPN) con el uso de VLAN's diferentes en cada puerto del switch, e incluso se tiene la posibilidad de ofertarle el incremento de velocidad en Internet, servicio que el cliente tiene activo actualmente. El Personal de operaciones informa que adicionalmente que existe otro cliente en producción que se encuentra en las mismas instalaciones, el mismo que mantiene un enlace de datos y uno de Internet, al que se le podría ofertar el incremento de velocidad en sus enlaces a través del switch a instalar.

3.2.2. Alternativa dos

En esta solución se plantea construir una caja de distribución que sale desde una ruta de fibra activa que inicia en el nodo TDD Colón (4 hilos asignados para clientes) y con una acometida llegar hasta el cliente. Se requiere la instalación de una pareja de transceivers de 1 hilo para mejorar la utilización de los recursos físicos y la instalación de un MikroTik en el lado del cliente. Con esta solución es necesario que el cliente cambie su esquema lógico (IP/VPN) a una sola nube.

De solicitar el cliente incremento de velocidades adicionales en otros enlaces, se requiere el uso de recursos físicos adicionales, es decir 1 hilo de fibra + pareja de transceivers + MikroTik por cada enlace que pudiesen solicitar.

3.3. Hipótesis del proyecto y recomendaciones.

La migración de enlace de datos e internet en SDH a fibra óptica ayudará a mejorar el servicio de comunicación y estabilizar el enlace de los clientes que mantienen conexión con el par de cobre.

La migración de enlace de datos e internet en SDH a fibra óptica no ayudará a mejorar el servicio de comunicación y estabilizar el enlace de los clientes que mantienen conexión con el par de cobre.

3.4. Teorías de fundamentación del proyecto

El proyecto se va a basar en implementar última milla en fibra óptica. La implementación se la realizará con la instalación de un equipo SW SF-300 en los nodos SDH y a través de un puerto y VLAN del SW, construir la última milla en fibra óptica hasta el cuarto de equipos del cliente.

Para la conversión óptica a eléctrica se utilizarán equipos Transceivers.

3.5. Metodología y técnicas utilizadas

3.5.1. Metodología

Para llegar a la solución óptima que el cliente requiere se utilizó dos métodos de investigación, que se señalan a continuación.

En primera instancia el Método de observación: Se estudia y observa las deficiencias con los enlaces en cobre, los problemas ocasionados y necesidades que posee el cliente.

En segunda instancia el Método empírico: Se realiza un estudio sobre los recursos tecnológicos dentro de la red y mediante la experiencia técnica en otros enlaces se realiza la solución más óptima para el cliente.

3.6. Resultados esperados del proyecto.

Con la aplicación del proyecto se espera otorgar el ancho de banda solicitado por el cliente y así no permitir su deserción.

3.7. IMPLEMENTACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo podemos encontrar la parte esencial del proyecto ya que se demuestra los resultados y la satisfacción del cliente.

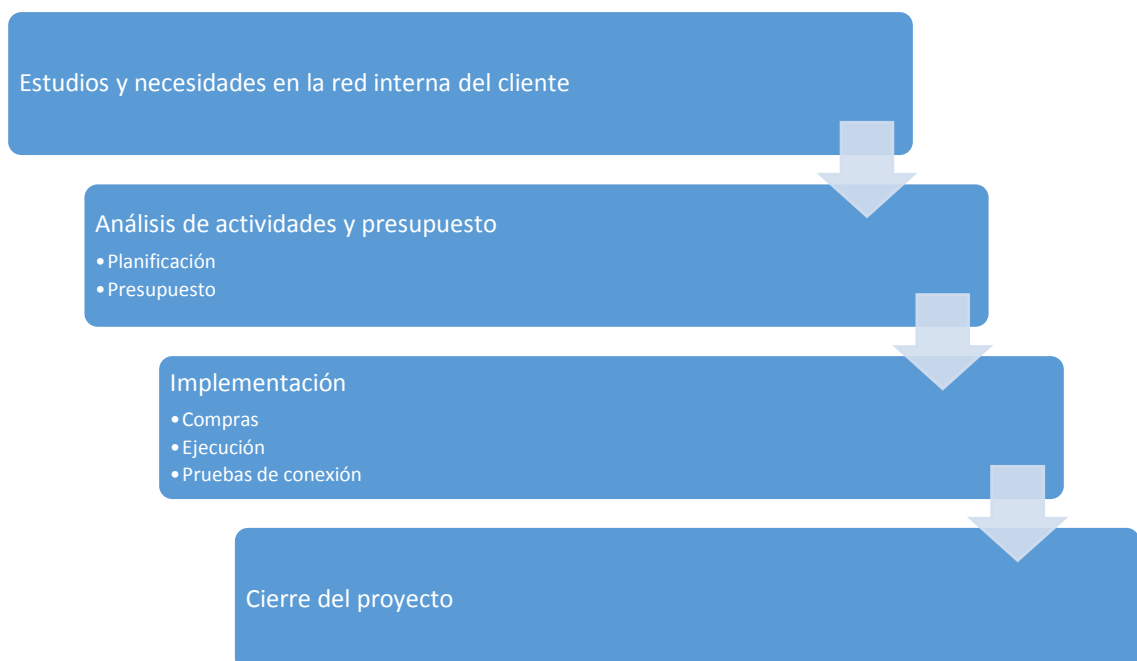


Fig. 3.14. Fases de desarrollo del proyecto

3.7.1. Análisis comparativo de la red de fibra óptica versus red de cobre.

Las redes de fibra óptica en balance a las redes instaladas en cobre ADSL tienen algunas ventajas, a continuación se presenta una tabla donde se detalla las ventajas fibra óptica versus cobre.

Características	Fibra Óptica	Cobre
BW (bandwidth)	Dependiendo de la tecnología y el tipo de fibra óptica desde 1Gb hasta 2.5Gb	Los resultados de la inducción del cable de cobre influyen en la eficiencia de la red lo cual limita el ancho de banda.
Pérdida por Unidad de Distancia	El tipo monomodo tienen pérdidas entre 0.2 a 0.5 dB por Km. Y las de tipo multimodo fluctúan entre 2 y 3.5 dB por Km.	Los cables de cobre tienen una mayor atenuación que los de fibra óptica ya que dependen de la frecuencia de transmisión.
Inmunidad a las Interferencias	Inmunes a interferencias electromagnéticas y atenuaciones	Son sensibles a interferencias y ruido.
Distancias	Desde 2 km hasta 40 km	100 metros

Tabla 3.2 Cobre o Fibra Óptica - Capacidades y Limitaciones

Fuente: (Carrion Torres & Cevallos Cuenca, 2011, pág. 24)

3.8. Diseño e implementación del proyecto.

3.8.1. Alternativa óptima para la implementación del proyecto.

En esta solución se plantea construir una caja de distribución que sale desde una ruta de fibra activa que inicia en el nodo TDD Colón (4 hilos asignados para clientes) y con una acometida llegar hasta el cliente. Se requiere el uso de una pareja de transceivers de 1 hilo para mejorar el uso de los recursos físicos y la instalación de un switch Cisco SF300 en el cuarto de equipos del cliente.

De esta forma el cliente puede mantener el esquema lógico actual (IP/VPN) con el uso de VLAN's diferentes en cada puerto del switch, e incluso se tiene la posibilidad de ofertarle el incremento de velocidad en Internet, servicio que el cliente tiene activo actualmente.

Adicionalmente con esta construcción se podría ofertar el servicio para clientes nuevos y el incremento de velocidad para clientes activos.

Riesgos

Para la implementación del enlace en fibra óptica, mediante el estudio realizado se tiene los siguientes riesgos:

- No obtener los permisos de acceso y uso de espacio físico (bandeja) para la instalación del transceiver y el MikroTik en el cuarto de equipos del cliente.
- No tener en el cuarto de equipos del cliente un respaldo eléctrico para todos sus equipos incluido el que se instalaría.
- Afectación de los enlaces del cliente al tener un solo equipo concentrador.
- Que al solicitar nuevos servicios que requieran fibra, saturen la caja de distribución que únicamente tiene 4 hilos y se pierda la oportunidad de brindar servicio a otros clientes aledaños.
- Al seguir teniendo solicitudes del cliente, se incrementen los costos al necesitar más equipos por enlace.
- Tener cortes de fibra, ya que no se incluye en la valoración una ruta de respaldo para el cliente
- Si posteriormente el cliente desea redundancia de su enlace se requiera invertir en hardware adicional (Transceiver con dos rutas) que es costoso.
- Perder al cliente si no se le brinda atención al requerimiento realizado

Recomendaciones

Aprobar el proyecto para garantizar la permanencia del cliente actual y se pueda tener capacidad para clientes actuales y nuevos con la caja de distribución instalada.

Adicionalmente, si el cliente requiere de una ruta de respaldo, el switch maneja el protocolo RSTP que este se encargaría de la conmutación de los puerto en caso de

cortes de fibra en la ruta principal, adicionando únicamente un par de transceiver de un hilo que no son muy costosos en comparación con los transceiver que realizan la conmutación a nivel óptico.

3.8.2. Trayecto de fibra óptica cliente.

En las siguientes fotografías se puede evidenciar el trayecto por donde ingresará la fibra óptica hasta las instalaciones del cliente.



Fig. 3.15. Trayecto de la fibra óptica – Exterior frontal.



Fig. 3.16. Terraza - Cliente.



Fig. 3.17. Recorrido hacia la terraza Inferior – Cliente.



Fig. 3.18. Terraza Inferior – Cliente.



Fig. 3.19. Cuarto de equipo – Cliente.

3.8.3. Análisis del costo del proyecto

Se realiza un análisis con la cantidad de equipos y material a utilizar en la implantación, y se determina el presupuesto que se utilizará para el proyecto, el mismo que se presenta en la siguiente tabla.

Compras Locales

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Caja Distribución FTTX 16 puertos FDB 216	1	\$ 66,95	\$ 66,95
ODF CAJA PARA RACK	1	\$ 223,51	\$ 223,51
Tranceiver FO WDM	2	\$ 75,00	\$ 150,00
Switch Cisco	1	\$ 559,00	\$ 559,00
		TOTAL	\$ 999,46

Tabla 3.3. Presupuesto de compras locales

Importaciones

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
CABLE DE FIBRA ÓPTICA -12 FIBRAS (FIGURA 8)	1300	\$ 0,30	\$ 390,00
CONECTOR K1	1	\$ 1,95	\$ 1,95
CORREAS NEGRAS STRAPS GRANDE	50	\$ 0,33	\$ 16,50
PIGTAIL FC/APC 3 MTS.	3	\$ 54,94	\$ 164,81
Subtotal Importaciones			\$ 573,26
Costo de Importación			\$ 131,85
TOTAL IMPORTACIÓN			\$ 705,11

Tabla 3.4. Presupuesto importaciones

Servicios

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Instalación Fibra óptica	396	\$ 0,85	\$ 336,60
Instalación de Bay u ODF de hasta 48 hilos	1	\$ 19,00	\$ 19,00
Instalación de mangas de hasta 48 hilos	1	\$ 14,00	\$ 14,00
Empalme por fusión (Incluye certificación)	6	\$ 7,50	\$ 45,00
Instalación de sistema de tierra	1	\$ 10,50	\$ 10,50
TOTAL			\$ 425,10

Tabla 3.5. Presupuesto servicios

Costo Total del Proyecto

TOTAL COMPRAS LOCALES	\$ 999,46
TOTAL IMPORTACIONES	\$ 705,11
TOTAL SERVICIOS	\$ 425,10
TOTAL PROYECTO	\$ 2.129,67

Tabla 3.6. Presupuesto para la implementación

3.8.4. Costo – Beneficio del Proyecto

La facturación mensual del cliente es de \$ 484,41y queda garantizada su permanencia, debido a que firma de un addendum por 12 meses, la inversión del proyecto de \$ 2129,67 se habrá recuperado en cuatro meses teniendo una ganancia mayor al 100% de la inversión.

Al realizar la instalación de una caja de distribución se puede absorber a más clientes dentro del sector, con lo cual la empresa ganaría clientes y mayores ingresos monetarios.

3.8.5. Beneficios técnicos

Mejor administración de los equipos terminales instalados en el cliente, para poder otorgar el soporte necesario y requerimientos adicionales que el cliente solicite.

Realizar un monitoreo constante permitiendo obtener estadísticas de consumo y estabilidad en la red de fibra óptica, de esta manera poder realizar las correcciones respectivas en la red de transporte.

Al instalar enlaces en fibra óptica se reduce la inducción eléctrica y de ruido hacia los equipos de core y red de transporte.

3.8.6. Duración del proyecto

Proceso	Duración
Planificación	1 semana
Compras	6 semanas
Ejecución	3 semanas
Cierre	1 semana
DURACIÓN ALTERNATIVA 1	11 semanas

Tabla 3.7. Duración del proyecto - Alternativa 1

3.8.7. Pruebas de validación de la Fibra óptica

MEDICIÓN DE OTDR

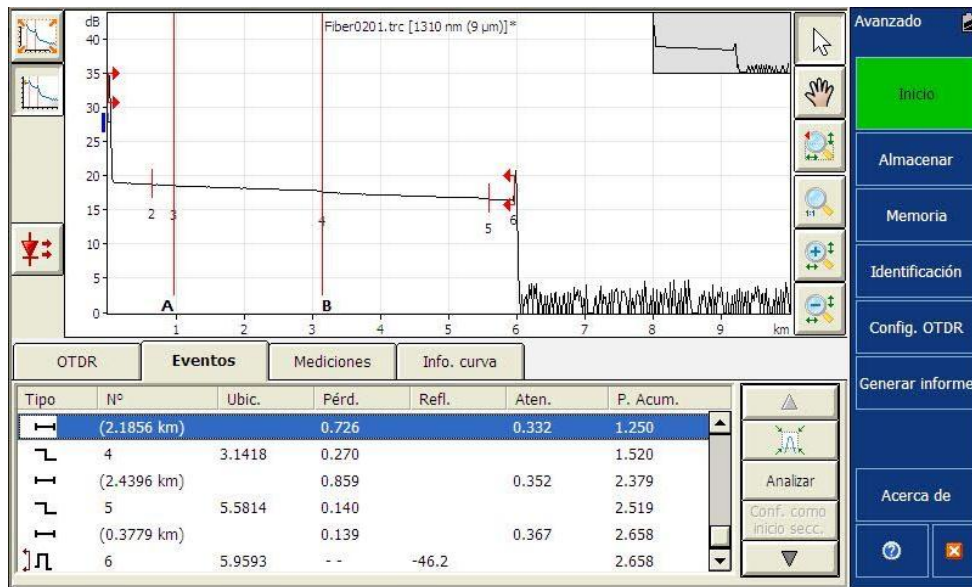


Fig. 3.20. Pruebas OTDR

TIA / EIA-568-A

Tipo de Fibra	Longitud de onda	Coefficiente de atenuación del cable	Pérdida por conector	Pérdida por empalme
62.5/125	850 nm	3.75 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
62.5/125	1300 nm	1.5 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
50/125	850 nm	3.75 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
50/125	1300 nm	1.5 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
Monomodo	1310 nm	1.0 dB/km	0.75 dB	0.3 dB

Fig. 3.21. Norma TIA/EIA-568-A

Fuente: (Perez, 2005)

Basándose en la norma TIA/EIA-568-A se puede certificar que la fibra óptica instalada cumple se encuentra dentro del rango de db admisibles, ya que la pérdida acumulada del enlace es de 2.658 db, en una distancia de 5.9 kilómetros.

3.8.8. Pruebas de validación

Para la verificación del correcto funcionamiento del enlace instalado en fibra óptica se realiza varias pruebas de certificación, por ejemplo:

Pruebas ICMP desde el MPLS al cual se encuentra conectado en cliente hacia el Switch CISCO instalado para la administración de los enlaces.

IP Switch CISCO: 192.168.200.2/30

```
8660 COLON_97#sh ip in br | in 3800
fe4/1/4.3800          192.168.200.1  up          up          vrf Admin_QMOTORS_91
8660 COLON_97#ping 192.168.200.2 vrf Admin_QMOTORS_91
PING 192.168.200.2 (192.168.200.2): 40 data bytes

68 bytes from 192.168.200.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=9 ms
68 bytes from 192.168.200.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=2 ms
68 bytes from 192.168.200.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=2 ms
68 bytes from 192.168.200.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=2 ms
68 bytes from 192.168.200.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=2 ms
--- 192.168.200.2 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 2/3/9/3 ms
```

Fig. 3.22. Prueba ICMP MPLS-Switch.

Fuente: Tvcable

Pruebas ICMP hacia equipo Mikrotik instalado en Matriz para la comunicación con las Sucursales.

IP Mikrotik: 10.14.20.1/30

```
fe4/1/4.2671          10.14.20.2    up          up          vrf QMUIADAQM_A_ELOY_ALFARO_13
8660 COLON_97#ping 10.14.20.1 vrf QMUIADAQM_A_ELOY_ALFARO_13
PING 10.14.20.1 (10.14.20.1): 40 data bytes

68 bytes from 10.14.20.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1 ms
68 bytes from 10.14.20.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1 ms
68 bytes from 10.14.20.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1 ms
68 bytes from 10.14.20.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=1 ms
68 bytes from 10.14.20.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=1 ms
--- 10.14.20.1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1/1/1/<1
```

Fig. 3.23. Prueba ICMP MPLS-Mikrotik.

Fuente: Tvcable

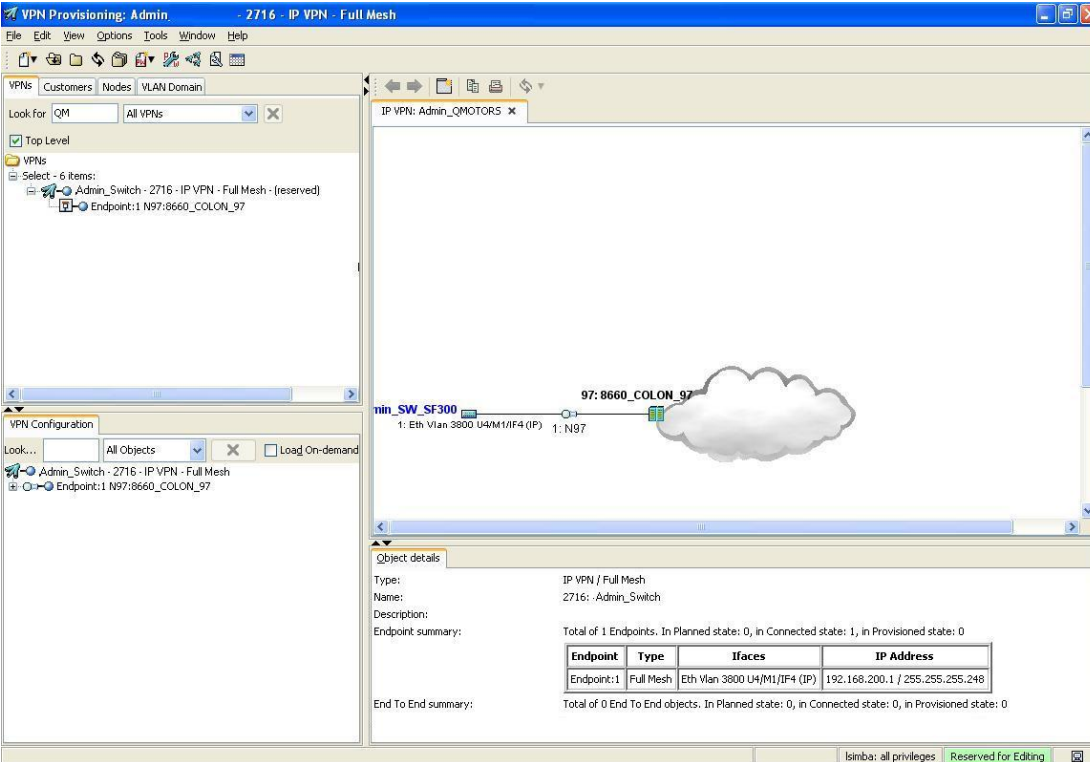
3.8.9. Implementación y configuración del equipo SW-SF300

En este punto se plantea la instalación y configuración del equipo SW-SF300 que será colocado en las instalaciones del cliente.

Se indicará el proceso que se utilizó para tener la administración de dicho equipo, así también todas las configuraciones realizadas.

Nube: Admin_SWITCH

Por medio de esta nube y End Point podemos tener la administración remota y monitoreo del equipo SW sin necesidad de estar presentes en el cliente final.



The screenshot displays the 'VPN Provisioning: Admin' interface for a '2716 - IP VPN - Full Mesh' configuration. The main window shows a diagram with a cloud icon representing the 'Admin_SWITCH' endpoint. The endpoint is connected to a switch labeled 'min_SW_SF300' (1: Eth Vlan 3800 U4/M1/IF4 (IP)) and another endpoint '97:8660_COLON_97' (1: N97). The interface includes a left-hand navigation pane with 'VPNs' and 'VPN Configuration' sections, and a bottom 'Object details' pane.

Object details

Type: IP VPN / Full Mesh
Name: 2716: Admin_Switch
Description:
Endpoint summary: Total of 1 Endpoints. In Planned state: 0, in Connected state: 1, in Provisioned state: 0

Endpoint	Type	Ifaces	IP Address
Endpoint:1	Full Mesh	Eth Vlan 3800 U4/M1/IF4 (IP)	192.168.200.1 / 255.255.255.248

End To End summary: Total of 0 End To End objects. In Planned state: 0, in Connected state: 0, in Provisioned state: 0

Fig. 3.24. End Point para administration del SW SF-300.

Fuente: Tvcable

CONCLUSIONES

- El estudio incluyó los beneficios de los enlaces con medio de transmisión en fibra óptica ante los enlaces con medio de transmisión en cobre, teniendo como ventaja que la fibra óptica no tiene limitaciones en ancho de banda, interferencia electromagnética, manteniendo estabilidad y disponibilidad en sus conexiones, brindando mejor soporte y seguridad a los enlaces de internet y datos.
- Mediante el análisis se verificó los cambios necesarios para el proceso de migración de enlaces con medio de transmisión de cobre a fibra óptica, teniendo como resultado reemplazar la acometida del cliente en la última milla, así como los equipos terminales, que para esta aplicación son de marca Mikrotik.
- Con el trabajo realizado se realizó la migración del servicio de datos e internet hacia fibra óptica, ofreciendo una optimización del medio de transmisión, ya que ahora, es posible transmitir varios canales por un solo medio de transmisión mejorando el espacio y recursos de la empresa.
- Los beneficios con los que cuenta la empresa, al migrar sus servicios a fibra óptica son: captación de nuevos clientes, mayor ancho de banda, mayor velocidad de conexión, estabilidad de la red, disminución de atenciones por cortes de servicios generados a partir de redes de cobre, disminución en incidencia de robo de medio de transmisión, entre otras.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el proveedor de servicios invierta más en tecnología de fibra óptica, con lo cual se puede abarcar mayor número de clientes lo cual permitiría tener mayores ingresos a la empresa, obteniendo más prestigio comercial.
- Se recomienda que la empresa prestadora de servicios pueda ofrecer al cliente una mayor gama de equipos entre los cuales se podría incluir equipos con interfaces ópticas para y eliminar equipos que realicen la conversión eliminado un equipo y proceso dentro de la instalación de los enlaces en fibra óptica.
- Los clientes den más importancia a la administración de su red interna, manteniendo un equipamiento más actualizado que permita el correcto funcionamiento de su red y sea más operativa.
- El porcentaje de vulnerabilidad de la nueva red en fibra óptica es bajo, no obstante se recomienda la implementación por parte del cliente de un back-up, el cual debería constar como requisitos mínimos: Una segunda acometida, equipos de core y acceso de su red interna.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrera Moreano, R. B. (febrero de 2014). *uta.edu.ec*. Recuperado el 20 de julio de 2015, de <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/6912>
- Bizkaia, E. (2014). *blog.tartanga.net*. Recuperado el 11 de julio de 2015, de <http://fibraoptica.blog.tartanga.net/fundamentos-de-las-fibras-opticas/>
- Borbor Camacho, J. G., Molineros González, J. R., & Proaño Peña, G. F. (2007). *espol.edu.ec*. Recuperado el 02 de agosto de 2015, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3109/1/5626.pdf>
- Cantos Flores, W. F. (2012). *uazuay.edu.ec*. Recuperado el 20 de julio de 2015, de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/345/1/08675.pdf>
- Capella Hernández, J. V. (2014). *riunet.upv.es*. Recuperado el 04 de agosto de 2015, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16310/Art%C3%ADculo%20docente%20configuraci%C3%B3n%20b%C3%A1sica%20VLANs.pdf>
- Carrion Torres , W. O., & Cevallos Cuenca, D. F. (septiembre de 2011). *ups.edu.ec*. Recuperado el 02 de agosto de 2015, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1081/12/UPS-CT002149.pdf>
- Castro Osorio, G., Garcia Garcia, I., Rosales Arzola, F., & Sánchez Mendoza, J. (27 de febrero de 2013). *slideshare*. Recuperado el 16 de junio de 2015, de <http://es.slideshare.net/GeovanniCastroOsorio/presentacion-sdh>
- Castro Osorio, G., Garcia Garcia, I., Rosales Arzola, F., & Sánchez Mendoza, J. (27 de febrero de 2013). *slideshare*. Recuperado el 16 de julio de 2015, de <http://es.slideshare.net/GeovanniCastroOsorio>
- CISCO. (2014). *cisco.com*. Recuperado el 16 de julio de 2015, de http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/switches/small-business-smart-switches/300_Series_Switches_DS_FINAL.pdf
- Mikrotik, D. N. (2015). *ubiquiticolombia.com*. Recuperado el 16 de julio de 2015, de <http://www.ubiquiticolombia.com/mikrotik-rb750/>
- Millán Tejedor, R. J. (2006). *ramonmillan*. Recuperado el 11 de julio de 2015, de http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh_parte1.php
- Millán Tejedor, R. J. (2006). *ramonmillan.com*. Recuperado el 16 de julio de 2015, de <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/mpls.php>
- Millán Tejedor, R. J. (2006). *ramonmillan.com*. Recuperado el 11 de julio de 2015, de http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh_parte1.php
- Perez, P. (18 de enero de 2005). *frm.utn.edu.ar*. Obtenido de http://www1.frm.utn.edu.ar/medidase2/varios/parametros_redes2.pdf
- Tapasco Garcia, M. O. (2008). *repositorio.utp.edu.co*. Recuperado el 02 de agosto de 2015, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1311/1/0046T172.pdf>

Tellabs, D. (2001). *manonet.ee*. Recuperado el 16 de julio de 2015, de http://www.manonet.ee/mart/modemspc/ds_ctur.pdf

ANEXOS

Scrip running-config SW SF-300

A continuación se adjuntó el scrip de la configuración terminada del equipo SW.


```
QMOTORS#show running-config

config-file-header

QMOTORS

v1.3.0.62 / R750_NIK_1_3_647_260

CLI v1.0

set system mode switch

file SSD indicator encrypted

@

ssid-control-start

ssid config

ssid file passphrase control unrestricted

no ssid file integrity control

ssid-control-end cb0a3fdb1f3a1af4e4430033719968c0

!

vlan database

vlan 10,2671,3021,3023,3504,3800

exit

voice vlan oui-table add 0001e3 Siemens_AG_phone_____

voice vlan oui-table add 00036b Cisco_phone_____

voice vlan oui-table add 00096e Avaya_____

voice vlan oui-table add 000fe2 H3C_Aolynk_____

voice vlan oui-table add 0060b9 Philips_and_NEC_AG_phone

voice vlan oui-table add 00d01e Pingtel_phone_____

voice vlan oui-table add 00e075 Polycom/Veritel_phone___

voice vlan oui-table add 00e0bb 3Com_phone_____

hostname QMOTORS
```

```
username cisco password encrypted ca1ee23b98aa5beb926d608c9824a7128068d826
privilege 15

ip telnet server

!

interface vlan 10

name INTERNET

!

interface vlan 2671

name NUBE2

!

interface vlan 3021

name NUBE3

!

interface vlan 3023

name NUBE4

!

interface vlan 3504

name NUBE1

!

interface vlan 3800

name Administracion

ip address 192.168.200.2 255.255.255.248

no ip address dhcp

!

interface fastethernet1

description FIBRA-PRINCIPAL

switchport trunk allowed vlan add 10,2671,3021,3023,3504,3800

!
```

```
interface fastethernet2
description FIBRA-BACKUP
switchport trunk allowed vlan add 10,2671,3021,3023,3504,3800
!
interface fastethernet7
switchport mode access
!
interface fastethernet8
switchport mode access
switchport access vlan 3504
!
interface fastethernet9
switchport mode access
switchport access vlan 2671
!
interface fastethernet10
switchport mode access
switchport access vlan 3021
!
interface fastethernet11
switchport trunk native vlan 3023
!
interface fastethernet12
switchport trunk allowed vlan add 10
!
interface fastethernet24
switchport mode access
```

```
switchport access vlan 3800
!
exit
ip default-gateway 192.168.200.1
QMOTORS#
```

```
[admin@QMUIMADA_NUBE_2_VLAN_2671_NTU_375] > inter print
```

Flags: D - dynamic, X - disabled, R - running, S - slave

#	NAME	TYPE	MTU	L2MTU	MAX-L2MTU
0	R ;;; WAN_GTV				
	ether1	ether	1500	1598	4074
1	R ;;; LAN_CLIENTE				
	ether2	ether	1500	1598	4074
2	ether3	ether	1500	1598	4074
3	ether4	ether	1500	1598	4074
4	ether5	ether	1500	1598	4074
5	R NUBE_2	vlan	1500	1594	

```
[admin@QMUIMADA_NUBE_2_VLAN_2671_NTU_375] > ip address print
```

Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic

#	ADDRESS	NETWORK	INTERFACE
0	192.168.1.22/24	192.168.1.0	ether2
1	10.14.20.1/30	10.14.20.0	ether1

```
[admin@QMUIMADA_NUBE_2_VLAN_2671_NTU_375] >vlan print
```

Flags: X - disabled, R - running, S - slave

#	NAME	MTU	ARP	VLAN-ID	INTERFACE
0	R NUBE_2	1500	enabled	2671	ether1

```
[admin@QMUIMADA_NUBE_2_VLAN_2671_NTU_375] > ip rout pr
```

Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,

C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,

B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit

#	DST-ADDRESS	PREF-SRC	GATEWAY	DISTANCE
---	-------------	----------	---------	----------

0 A S	0.0.0.0/0	192.168.1.66		1
1 A S	10.0.0.248/30	10.14.20.2		1
2 ADC	10.14.20.0/30	10.14.20.1	ether1	0
3 A S	10.14.20.4/30	10.14.20.2		1
4 A S	10.14.20.8/30	10.14.20.2		1
5 A S	10.14.20.12/30	10.14.20.2		1
6 A S	10.14.20.16/30	10.14.20.2		1
7 A S	10.20.100.116/30	10.14.20.2		1
8 ADC	192.168.1.0/24	192.168.1.22	ether2	0
9 A S	192.168.15.0/24	10.14.20.2		1
10 A S	192.168.66.0/24	10.14.20.2		1
11 A S	192.168.85.0/24	10.14.20.2		1
12 A S	192.168.88.0/24	10.14.20.2		1
13 A S	192.168.89.0/24	10.14.20.2		1
14 A S	192.168.122.0/24	10.14.20.2		1

Scrip running-config Mikrotik B750 - Nube 3

```
[admin@QMUIIMADA_NUBE_3_VLAN_3021_NTU_1066] > interface print
```

Flags: D - dynamic, X - disabled, R - running, S - slave

#	NAME	TYPE	MTU	L2MTU	MAX-L2MTU
0	R ;;; WAN_GTVC				
	ether1	ether	1500	1598	4074
1	R ;;; LAN_CLIENTE				
	ether2	ether	1500	1598	4074
2	ether3	ether	1500	1598	4074
3	ether4	ether	1500	1598	4074
4	ether5	ether	1500	1598	4074
5	R NUBE_3	vlan	1500	1594	

```
[admin@QMUIIMADA_NUBE_3_VLAN_3021_NTU_1066] > ip address print
```

Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic

#	ADDRESS	NETWORK	INTERFACE
0	192.168.1.24/24	192.168.1.0	ether2
1	50.50.5.1/30	50.50.5.0	ether1

```
[admin@QMUIIMADA_NUBE_3_VLAN_3021_NTU_1066] > interface vlan print
```

Flags: X - disabled, R - running, S - slave

#	NAME	MTU	ARP	VLAN-ID	INTERFACE
0	R NUBE_3	1500	enabled	3021	ether1

```
[admin@QMUIIMADA_NUBE_3_VLAN_3021_NTU_1066] > ip route print
```

Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,

C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,

B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit

#	DST-ADDRESS	PREF-SRC	GATEWAY	DISTANCE
0	A S 0.0.0.0/0		192.168.1.66	1
1	A S 10.40.0.28/30		50.50.5.2	1

2	ADC	50.50.5.0/30	50.50.5.1	ether1	0
3	A S	50.50.5.4/30	50.50.5.2		1
4	A S	50.50.5.8/30	50.50.5.2		1
5	A S	50.50.5.12/30	50.50.5.2		1
6	ADC	192.168.1.0/24	192.168.1.24	ether2	0
7	A S	192.168.4.0/24	50.50.5.2		1
8	A S	192.168.18.0/24	50.50.5.2		1
9	A S	192.168.43.0/24	192.168.1.66		1
10	A S	192.168.44.0/24	192.168.1.66		1
11	A S	192.168.80.0/24	192.168.1.66		1
12	A S	192.168.83.0/24	50.50.5.2		1
13	A S	192.168.117.0/24	50.50.5.2		1

Scrip running-config Mikrotik B750 - Nube 4

```
[admin@QMUIMADA_NUBE_4_VLAN_3023_NTU_1076] > interface print
```

Flags: D - dynamic, X - disabled, R - running, S - slave

#	NAME	TYPE	MTU	L2MTU	MAX-L2MTU
0	R ether1	ether	1500	1598	4074
1	R ether2	ether	1500	1598	4074
2	ether3	ether	1500	1598	4074
3	ether4	ether	1500	1598	4074
4	ether5	ether	1500	1598	4074
5	R NUBE_4	vlan	1500	1594	

```
[admin@QMUIMADA_NUBE_4_VLAN_3023_NTU_1076] > inter vlan print
```

Flags: X - disabled, R - running, S - slave

#	NAME	MTU	ARP	VLAN-ID	INTERFACE
0	R NUBE_4	1500	enabled	3023	ether1

```
[admin@QMUIMADA_NUBE_4_VLAN_3023_NTU_1076] > ip address print
```

Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic

#	ADDRESS	NETWORK	INTERFACE
0	192.168.1.25/24	192.168.1.0	ether2
1	50.50.6.1/30	50.50.6.0	ether1

```
[admin@QMUIMADA_NUBE_4_VLAN_3023_NTU_1076] > ip rout print
```

Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,

C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,

B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit

#	DST-ADDRESS	PREF-SRC	GATEWAY	DISTANCE
0	A S 0.0.0.0/0	192.168.1.66		1
1	A S 10.0.0.8/30	50.50.6.2		1
2	A S 10.20.100.156/30	50.50.6.2		1
3	A S 10.40.100.0/30	192.168.1.18		1

4	ADC	50.50.6.0/30	50.50.6.1	ether1	0
5	A S	50.50.6.4/30	50.50.6.2		1
6	ADC	192.168.1.0/24	192.168.1.25	ether2	0
7	A S	192.168.2.0/24	50.50.6.2		1
8	A S	192.168.12.0/24	50.50.6.2		1
9	A S	192.168.70.0/24	192.168.1.18		1
10	A S	192.168.72.0/24	50.50.6.2		1
11	A S	192.168.99.0/24	50.50.6.2		1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO MIKROTIK RB1750

Características	Valores
Código del producto	RB750
Monitoreo de corriente	No
Consumo máximo de energía	2.5 Watt
Velocidad del CPU	680 MHz
RAM	32 Mb
Arquitectura	MIPS-BE
Puertos LAN	5
Gigabit	0
MiniPCI	0
Wireless integrado	0
USB	0
Tarjeta de Memoria	0
Power Jack	10 – 28 V
Soporte 802.3 af.	No
PoE	10 – 28 V
Monitor de voltaje	No
Temperatura del CPU del monitor	No
PCB monitor de temperatura	Si
Dimensiones	214x86mm
Rango de temperatura	-40° a +55° C
Licencia RouterOS	Nivel 4

COMANDOS PARA CONFIGURACIÓN SWITCH CISCO

COMANDOS DE CONFIGURACIÓN DE SWITCHES

Configurar Interfaz de administración

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#interface vlan 99
Switch(config-if)#ip address [direccion IP] [mask]
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#end
Switch#configure terminal
Switch(config)#interface fastethernet 0/18
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 99
```

Configurar gateway predeterminada

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#ip default-gateway [IP address]
Switch(config)#end
```

Verificar configuracion

```
Switch#show run
Switch#show ip interface brief
```

Función automática de conexión cruzada de interfaz

```
Switch#mdix auto
```

Configurar dúplex y velocidad

```
Switch#configure terminal
S1(config)#Interface fastethernet 0/1
S1(config-if)#duplex auto
S1(config-if)#speed auto
S1(config-if)#end
```

Configurar una interfaz Web

```
S1#configure terminal
S1(config)#ip http authentication enable
S1(config)#ip http server
S1(config)#end
```

Administración de la tabla de direcciones MAC

```
Switch#show mac-address-table
Switch#mac-address-table static <dirección MAC> vlan {1-4096, ALL} interface ID de interfaz (Este es un ejemplo de asignación estática en la tabla de direcciones MAC)
Switch#no mac-address-table static <dirección MAC> vlan {1-4096, ALL} interface ID de interfaz (Eliminar entrada)
```

Comandos show

```
Switch#show interfaces [interface ID]
Switch#mac-address-table static <dirección MAC> vlan {1-4096, ALL} interface ID de interfaz (Este es un ejemplo de asignación estática en la tabla de direcciones MAC)
Switch#no mac-address-table static <dirección MAC> vlan {1-4096, ALL} interface ID de interfaz (Eliminar entrada)
```

Respaldar y restaurar el Switch

```
Switch#copy startup-config flash:filename (Guarda la configuración en la flash con otro nombre)
Switch#copy startup-config flash:config.bak1 (ejemplo)
```

Restaurar la copia de seguridad

```
Switch#copy flash:config.bak1 startup-config
Switch#reload
Se ha modificado la configuración del sistema. Save? [yes/no]: n
Proceed with reload? [confirm]?
```

Copia de seguridad de seguridad con servidor TFTP

Para subir un archivo de configuración del switch al servidor TFTP para su almacenamiento, se deberán seguir los siguientes pasos:

Paso 1. Verifique que el servidor TFTP se esté ejecutando en la red.

Paso 2. Inicie sesión en el switch a través del puerto de consola o sesión Telnet. Habilite el switch y luego haga ping al servidor TFTP.

Paso 3. Suba la configuración del switch en el servidor TFTP. Especifique la dirección IP o el nombre de host del servidor TFTP y el nombre del archivo de destino. El comando del IOS de Cisco es:

```
Switch#copy system:running-config tftp:[[/ubicación]/directorio]/nombre del archivo] o
Switch#copy nvram:startup-config tftp:[[/ubicación]/directorio]/nombre del archivo]
```

Restauración configuración con servidor TFTP

Paso 1. Copie el archivo de configuración en el correspondiente directorio del servidor TFTP (si es que ya no se encuentra allí).

Paso 2. Verifique que el servidor TFTP se esté ejecutando en la red.

Paso 3. Inicie sesión en el switch a través del puerto de consola o sesión Telnet. Habilite el switch y luego haga ping al servidor TFTP.

Paso 4. Descargue el archivo de configuración del servidor TFTP para configurar el switch. Especifique la dirección IP o el nombre de host del servidor TFTP y el nombre del archivo que desea descargar. El comando del IOS de Cisco es:

```
Switch#copy tftp:[[/ubicación]/directorio]/nombre del archivo] system:running-config o
Switch#copy tftp:[[/ubicación]/directorio]/nombre del archivo] nvram:startup-config
```

Eliminar archivos

```
Switch#erase nvram:
Switch#erase startup-config
Switch#delete flash: filename
```

Recuperación de contraseñas

Para recuperar la contraseña de un switch Cisco 2960, lleve a cabo los siguientes pasos:

Paso 1. Conecte un terminal o PC, con el software de emulación de terminal, al puerto de consola del switch.

Paso 2. Establezca la velocidad de línea del software de emulación en 9600 baudios.

Paso 3. Apague el switch. Vuelva a conectar el cable de alimentación al switch y, en no más de 15 segundos, presione el botón **Mode** mientras la luz verde del LED del sistema esté parpadeando. Siga presionando el botón **Mode** hasta que el LED del sistema cambie al color ámbar durante unos segundos y luego verde en forma permanente. Suelte el botón Mode.

Paso 4. Inicialice el sistema de archivos Flash a través del comando **flash_init**.

Paso 5. Cargue archivos helper mediante el comando **load_helper**.

Paso 6. Visualice el contenido de la memoria Flash a través del comando **dir flash**:

Se mostrará el sistema de archivos del switch:

```
Directory of flash:/  
13 drwx 192 Mar 01 1993 22:30:48 c2960-lanbase-mz.122-25.FX  
11-rwx 5825 Mar 01 1993 22:31:59 config.text  
18 -rwx 720 Mar 01 1993 02:21:30 vlan.dat  
16128000 bytes total (10003456 bytes free)
```

Paso 7. Cambie el nombre del archivo de configuración por **config.text.old**, que contiene la definición de la contraseña, mediante el **comando rename flash:config.text flash:config.text.old**.

Paso 8. Reinicie el sistema con el comando **boot**.

Paso 9. Se solicitará que ejecute el programa de configuración inicial. Ingrese N ante la solicitud y, luego, cuando el sistema pregunte si desea continuar con el diálogo de configuración, ingrese N.

Paso 10. Ante la indicación de switch, ingrese al modo EXEC privilegiado por medio del comando **enable**.

Paso 11. Cambie el nombre del archivo de configuración y vuelva a colocarle el nombre original mediante el comando **rename flash:config.text.old flash:config.text**.

Paso 12. Copie el archivo de configuración en la memoria a través del comando **copy flash:config.text system:running-config**. Después de ingresar este comando, se mostrará el siguiente texto en la consola:

```
Source filename [config.text]?  
Destination filename [running-config]?
```

Presione Enter en respuesta a las solicitudes de confirmación. El archivo de configuración se ha cargado nuevamente y, ahora, se puede cambiar la contraseña.

Paso 13. Ingrese al modo de configuración global mediante el comando **configure terminal**.

Paso 14. Cambie la contraseña mediante el comando **enable secret password**.

Paso 15. Regrese al modo EXEC privilegiado mediante el comando **exit**.

Paso 16. Escriba la configuración en ejecución en el archivo de configuración de inicio mediante el comando **copy running-config startup-config**.

Paso 17. Vuelva a cargar el switch mediante el comando **reload**.

Configurar PortFast en STP (Spanning Tree Protocol)

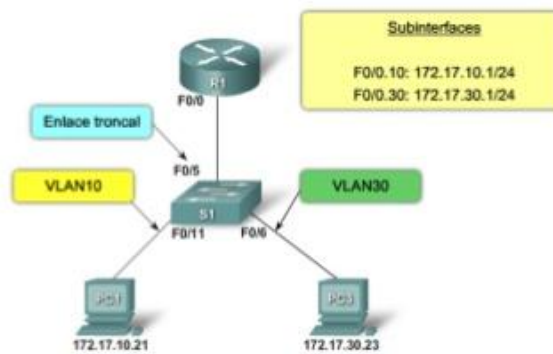
```
Switch(config)#interface f0/5
Switch(config-if)#spanning-tree portfast
Switch(config-if)#end

Switch(config)#interface f0/5
Switch(config-if)#no spanning-tree portfast
Switch(config-if)#end

Switch#show run
```

NOTA: Usado para que los puertos entren en estado de ENVIAR antes de que la red Spanning tree converja.

Enrutamiento inter VLAN



Configuración de la subinterfaz en el Router

```
Router(config)#interface f0/0.10 (Subinterfaz 10)
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 10
Router(config-subif)#ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
Router(config)#interface f0/0.20 (Subinterfaz 10)
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 20
Router(config-subif)#ip address 172.16.20.1 255.255.255.0
```

```
Router(config-subif)#interface f0/0
Router(config-if)#no shutdown
```

NOTA: La configuración de las subinterfaces del router es similar a la configuración de las interfaces físicas, excepto que es necesario crear la subinterfaz y asignarla a una VLAN.

Configuración del switch para el enrutamiento intervlan

```
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#vlan 30
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#interface f0/11
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan [vlan id]
Switch(config)#interface f0/5
Switch(config-if)#switchport mode trunk
```

Comandos de verificación del Switch

Switch#show interface interface-id switchport
Switch#show running config

Comandos de verificación del Router

Switch#show interface
Switch#show run
Switch#show vlan

AUDITORIA FIBRA ÓPTICA

Proceso de auditoría [TEC-15-FOR26-0061]	
Items de auditoría	Estado
OTROS	
1 OBSERVACIONES	
1 Observación General	OK
NORMAS TÉCNICAS VIGENTES	
1 ENLACES DE FIBRA OPTICA AEREOS	
4.1 DE INSTALACIÓN	
4.1.1 Altura del cable	OK
4.1.3 Radio de curvatura del cable de fibra óptica externo	OK
4.1.4 Pandeo de cable del cable de fibra óptica externo	OK
4.1.5 Sujeción a poste del cable mensajero	OK
4.1.6 Sujeción de cable de fibra a cable mensajero	OK
4.1.7 Ingreso del cable al nodo	OK
4.1.8 Sujeción de cable de fibra al interior del nodo	OK
4.1.9 Empalme de las fibras ópticas con el pigtail	OK
4.1.10 Distribución y sujeción de fibras en el ODF	OK
4.1.11 Comparación de ruta aérea con otros cables del grupo	OK
4.1.12 Separación de la línea de cables con árboles	OK
4.2 DE FUNCIONAMIENTO	
4.2.1 Pérdidas de enlace	OK
4.4 DE ATERRIZAJE	
4.4.1 Cable mensajero desnudo de fibras tejidas	OK
4.4.2 Varillas de aterrizaje	OK
4.4.3 Acometida a tierra	OK
4.4.4 Puntos de amarre inferior.	OK
4.4.5 Puntos de conexión superior	OK
4.4.6 Aterrizaje en suelos rocosos	OK
4.7 DE IDENTIFICACIÓN Y ETIQUETADO	
4.7.1 Identificación de fibras en el ODF	OK
4.7.2 Identificación del cable de fibra al interior del nodo	OK
4.7.3 Identificación del cable de fibras al exterior del nodo	OK
4.7.4 Identificación de los ODFs	OK
4.8 DE DOCUMENTACIÓN	
4.8.1 Plano de Red	OK
4.8.2 Protocolo de pruebas	OK

INFORME DE ANTIPLAGIO

PlagScan | PRO Resultados del Análisis de los plagios del 2016-08-22 12:27 UTC

4.8%

TT marzo final agosto.docx

Fecha: 2016-08-22 12:25 UTC

* Todas las fuentes 86 Fuentes de internet 28

<input type="checkbox"/>	[0]	"proyecto de grado - desarrollo - final.docx" fechado del 2016-08-19	0.0%	12 resultados
<input type="checkbox"/>	[1]	"TESIS DANIEL 26 JULIO.docx" fechado del 2016-07-30	0.0%	11 resultados 1 documento con coincidencias exactas
<input type="checkbox"/>	[3]	docplayer.es/3209545-Universidad-tecnologica-israel-trabajo-de-titulacion.html	0.0%	10 resultados
<input type="checkbox"/>	[4]	https://supportforums.cisco.com/discussion/11830656/sf300-24p-unstable-traffic	0.0%	11 resultados
<input type="checkbox"/>	[5]	"PROYECTO FINAL VLADIMIR CAICEDO.do...chado del 2016-08-10	0.0%	7 resultados
<input type="checkbox"/>	[6]	docplayer.es/5117980-Universidad-tecnologica-israel.html	0.0%	8 resultados
<input type="checkbox"/>	[7]	"trabajo titulación diseño red f o.docx" fechado del 2016-07-05	0.0%	18 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[8]	www.hardwareluxx.de/community/f101/cisco-sg300-10-inter-vlan-routing-1013632.html	1.5%	7 resultados 1 documento con coincidencias exactas
<input checked="" type="checkbox"/>	[10]	https://www.clubensayos.com/Informes-de-Libros/Ensayo/1674970.html	1.5%	5 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[11]	https://learningnetwork.cisco.com/thread/91108	1.5%	5 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[12]	www.mcseboard.de/topic/206824-wlan-router-hinter-fb-und-cisco-switch/	1.4%	5 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[13]	pastebin.com/ueWxm0rb	1.3%	4 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[14]	https://www.administrator.de/frage/cisco-sg500-52-10-x-vlan-dhcp-server-203378.html	1.3%	6 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[15]	https://www.administrator.de/frage/cisco-sg-200-vlan-246591.html	1.3%	5 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[16]	https://www.experts-exchange.com/questio...AN-Routing-Help.html	1.3%	4 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[17]	www.monografias.com/trabajos13/fibropt/fibropt.shtml	1.1%	14 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[18]	networkengineering.stackexchange.com/questions/33291/sg300-no-traffic-across-trunk	1.3%	4 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[19]	https://www.coursehero.com/file/13216410/Tesis-Quenguán-Paspuel-Sandra/	1.3%	5 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[20]	www.thaiadmin.org/board/index.php?topic=16767143.0	1.4%	6 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[21]	www.sys2u.com/xpert/viewtopic.php?f=10&t=14357	1.3%	6 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[22]	www.cisco-forum.net/topic_5303.0.html	1.2%	5 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[23]	www.sys2u.com/xpert/viewtopic.php?f=10&t=14330	1.2%	5 resultados
<input type="checkbox"/>	[24]	"TESIS FINAL 14va Correccion H.FELI...chado del 2016-08-17	0.0%	14 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[25]	www.webnetta.com/sg300-mac-authentication-with-radius-vlan-assignment-problems/	1.2%	4 resultados
<input type="checkbox"/>	[26]	"TT_VC57.docx" fechado del 2016-08-09	0.0%	13 resultados
<input checked="" type="checkbox"/>	[27]	https://supportforums.cisco.com/discussi...ches-slow-ping-times		