

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA METRO ETHERNET A LA RED DE AGENCIAS DE BANESCO BANCO UNIVERSAL C.A A NIVEL NACIONAL

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. Marievel A. Castaldi Ch
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2013.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA METRO ETHERNET A LA RED DE AGENCIAS DE BANESCO BANCO UNIVERSAL C.A A NIVEL NACIONAL

Profesor Guía: PhD. Carlos Moreno
Tutor industrial: Ing. Luz Ramírez

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. Marievel A. Castaldi Ch
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2013.

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 03 de junio de 2013

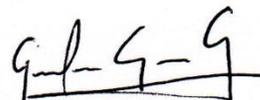
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Bachiller. Marievel A. Castaldi Ch., titulado:

“IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA METRO ETHERNET EN LA RED DE AGENCIAS DE BANESCO BANCO UNIVERSAL C.A. A NIVEL NACIONAL”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



Prof. Zeldivar Bruzual
Jurado



Prof. Gerlis Caropresse
Jurado



Prof. Carlos Moreno.
Prof. Guía

DEDICATORIA

A Dios primeramente quien en todo momento me facilitó la fortaleza, constancia y paciencia para luchar y alcanzar esta meta.

A mi madre, porque parte de lo que soy te lo debo, con tus ganas de superación que día a día me fuiste inculcando, por tus trasnochos para ayudarme a culminar cada etapa, por esos regaños que aunque no fueron muchos, fueron en momentos precisos, sencillamente porque eres un ejemplo a seguir y una excelente mujer. A mi padre, que aunque no te encuentres con nosotros siempre estás presente, fuiste mi mentor y mi ayuda durante mis primeros pasos en esta etapa, sé que donde te encuentres estas orgulloso de este logro.

A mi hermano, para que esta meta alcanzada por mí, te sirva de ejemplo para alcanzar las tuyas, no permitas que las piedras que se te crucen en el camino sean un obstáculo para continuar, simplemente aprende a superarlas y a seguir adelante que al final del camino sabrás que no todo en la vida es fácil, pero cuando se alcanza un sueño se siente una gran satisfacción y quiero que sepas que así como estuviste conmigo durante mi camino yo estaré en el tuyo y así en un futuro poder escuchar juntos “and the Oscar goes to...” jajaja, nunca lo saques de tu mente y sigue luchando para alcanzarlo.

A mis abuelos, por ser los pilares de la casa y un ejemplo para todos, por darnos las fuerzas cada vez que aflojábamos, brindándonos sus consejos en momentos oportunos.

A todos mis tíos y primos porque cada uno apporto de alguna manera diferente un granito para lograr esto. Pero en especial a mis tíos Juan Carlos y Damir por ser tan únicos, estar tan atentos durante mi carrera y brindarme su apoyo y gracias

a todo eso sé que puedo contar con ustedes y a mi primo Simón Andrés por ser tan todo terreno conmigo.

A los pequeños de la casa mi Chu Chique, Andrea y Alejandra que llegaron para alegrarnos la vida con sus ocurrencias y travesuras, que esto le sirva como un ejemplo para construir el camino que apenas se encuentran comenzando.

A Manuel Monteiro por ser mi gran apoyo durante los buenos y malos momentos, por esas largas horas ayudándome con cualquier cosa y también por saber llevarme cuando me trancaba porque las cosas no salían bien, espero que sepas que no por ser el último eres el menos importante, sabes que eres una parte fundamental de este logro.

Con todo mi cariño..
M.A.C.Ch.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero darle gracias a Dios por permitir que se cumpliera este sueño y por las cosas buenas y malas, porque ellas me hicieron ser quien soy.

Gracias MAMÁ, porque sin tu ayuda y sacrificio no sería quien soy en esta vida. Estoy consciente que no me alcanzará la vida para agradecerte todo y mucho menos las palabras, pero quiero que sepas te estoy muy agradecida. Eres mi madre, amiga y mi gran apoyo. Papá lamentablemente no tengo manera de poder darte las gracias, pero mil gracias por todo.

Gracias ABUELOS y a toda mi familia por consentirme tanto y tratar de hacerme la vida mucho más fácil, les estaré infinitamente agradecida, los quiero mucho.

Gracias a los Ingenieros Luz Ramírez, Richard Chacón, Carlos Moreno y Gustavo Roa por guiarme desde diferentes puntos de vista durante la elaboración de este trabajo, por ser de gran apoyo y enseñarme de alguna manera el significado del sacrificio, gracias por los momentos compartidos, me encuentro en deuda con ustedes.

A todo el equipo de Gerencia de Gestión de Redes de la Organización Banesco Banco Universal C.A, porque de alguna manera contribuyeron a enriquecer mis conocimientos y por la ayuda brindada durante este tiempo.

Gracias a la Familia Soto por el apoyo incondicional y por esas largas horas de conversa donde me impulsaban a culminar.

Gracias María Auxiliadora por todos esos favores y ayuda que me ofreciste, sin ti el Departamento de Comunicaciones no fuera el mismo.

A todos mis amigos en especial a From The Block, El Gordo, Ali, Raúl, Danilo y Theresy muchas gracias por estar siempre allí y saber que puedo contar con ustedes en cualquier momento.

Y a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron con este logro.

Muchísimas Gracias

Castaldi Ch., Marievel A.

**IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA METRO
ETHERNET A LA RED DE AGENCIAS DE BANESCO
BANCO UNIVERSAL C.A A NIVEL NACIONAL**

Profesor Guía: PhD Carlos Moreno. **Tutor Industrial:** Ing. Luz Ramírez. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. **Escuela de Ingeniería Eléctrica.** Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: **BanESCO Banco Universal C.A** Trabajo de grado. 2013. 106 h.

Palabras Claves: Metro Ethernet; Frame Relay; Calidad de Servicio; Migración; Enlace; Tráfico y Ancho de Banda.

Resumen. La tecnología de transmisión de datos con que contaba la Red de Agencias y Sucursales de BanESCO Banco Universal C.A, era Frame Relay, tecnología que aunque no es obsoleta ya no cumple con los requerimientos de ancho de banda necesarios. El fin de este trabajo de grado fue diseñar y ejecutar un plan de implementación a la tecnología Metro Ethernet en la red de Agencias de la mencionada Organización, por ser esta una tecnología más moderna y confiable, además de soportar anchos de banda muy superiores a los de su antecesora, con el fin de mantenerla como una de las Instituciones financieras más sólidas del país a nivel tecnológico. Se realizaron inspecciones para determinar cuáles equipos podían o no trabajar con esta nueva tecnología; basándose en características tales como: Sistema Operativo, puertos de red internos disponibles, modelos de enrutadores (Routers), diseño lógico y físico presentado por el proveedor de servicio CANTV, entre otros. Fue necesario también instalar y configurar equipos en el Data Center tanto en la Sede Principal como en las Agencias. Luego de la implementación se pudo comprobar una mejora sustancial en el rendimiento de la red, disminuyendo las fallas en el servicio, al igual que los tiempos de respuestas de las aplicaciones internas, además de poder agregar nuevas aplicaciones, todo esto como consecuencia de la implementación de la nueva tecnología.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
ACRÓNIMOS	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo General:.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos:.....	4
1.2 Justificación.....	4
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Redes LAN (Local Área Network o Redes de Área Local).....	6
2.2 Redes WAN (Wide Área Network o Redes de Área Amplia).....	7
2.3 Red MAN (Metropolitan Area Network o Red de Área Metropolitana)	8
2.3.1 Características Principales de Red MAN.....	9
2.4 Frame Relay	9
2.4.1 Estándares para <i>Frame Relay</i>	12
2.4.2 Trama Frame Relay.....	13
2.4.3 Control de la Congestión.....	14
2.4.4 Tecnología <i>Frame Relay</i>	15
2.5 Metro Ethernet	16
2.5.1 Características de una red <i>Metro Ethernet</i>	18
2.5.2 Diagrama del Diseño.....	19
2.5.3 Estándar IEEE 802.3.....	19
2.5.4 Descripción del Servicio Metropolitano <i>Ethernet</i>	20
2.5.4.1 Parámetros de Metro Ethernet en cuanto al ancho de banda	21
2.5.5 Tipos de servicio y su definición en una red <i>Metro Ethernet</i>	22
2.5.5.1 Conexión Virtual Ethernet EVC (Ethernet Virtual Connection)	23
2.5.5.2 Servicio Punto a Punto (E-Line)	24
2.5.5.3 Servicio Multipunto a multipunto (E-LAN)	24
2.6 Clases de Servicios (CoS).....	25
2.7 Servicio de Multiplexación	26
2.8 Ventajas y Desventajas de <i>Metro Ethernet</i>	26
2.8.1 Ventajas:.....	26

2.8.2 Desventajas:	27
2.9 Protocolos de enrutamiento.....	28
2.9.1 Introducción al Enrutamiento.....	28
2.9.2 Protocolos.....	29
2.9.3 Propósito de los Protocolos de Enrutamiento	29
2.9.4 Tipos de Enrutamiento.....	30
2.9.4.1 Enrutamiento por Vector-distancia	30
2.9.4.2 Enrutamiento por Estado de Enlace	31
2.9.5 Tipos de Protocolos.....	31
2.10 Planificación y Cableado de Redes.....	32
2.10.1 Dispositivos Presentes en una Red.....	33
2.10.2 Factores que Intervienen en la Selección de Dispositivos	35
2.10.3 Interfaces de los Dispositivos	37
2.10.3.1 Interfaces LAN: <i>Ethernet</i>	37
2.10.3.2 Interfaces WAN: Seriales.....	37
2.10.3.3 VPLS	38
CAPÍTULO III	40
MARCO METODOLÓGICO	40
3.1 Tipo de Investigación	40
3.2 Diseño de Investigación	41
3.3 Descripción, Procedimiento y Desarrollo de Actividades	41
3.3.1 Fase 1: Levantamiento de Información.....	41
3.3.2 Fase 2: Visitas de Inspección Técnica.	42
3.3.2.1 Adecuaciones Sede Principal (Data Center)	42
3.3.2.2 Adecuaciones Agencias Bancarias (Sitio Remoto).....	44
3.3.3 Fase 3: Diseño del Plan de Implementación de las nuevas tecnologías en la red de agencias.	45
3.3.3.1 Requerimientos Técnicos utilizados en la Implementación.....	46
3.3.3.2. Diseños Propuestos	48
3.3.4 Fase 4: Instalación y Configuración de Equipos de Comunicación.....	50
3.3.4.1 <i>Router</i> Principal:	50
3.3.4.2 Agencias Bancarias	53
3.3.5 Fase 5: Migración y Certificación de la Tecnología.....	56
CAPÍTULO IV	58
RESULTADOS Y ANÁLISIS	58
4.1 Ejecución del Plan de Implementación de la nueva tecnología en la red de Agencias.....	62
4.2 Esquema físico final implementado:.....	63
4.3 Esquema lógico final implementado:.....	63
4.4 Instalación y Configuración de Equipos de Comunicación	64
4.4.1 Sede Principal	65
4.4.2 Lado Remoto (Agencias Bancarias)	67
4.5 Certificación de la Migración.....	70
4.6 Plan en Presencia de Fallas en la Red	77

4.7 Alcance de la Migración	82
CAPÍTULO V	84
CONCLUSIONES	84
CAPÍTULO VI	86
RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
BIBLIOGRAFIA	90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estándares IEEE 802.3.....	20
Tabla 2. Especificaciones de la Tarjeta.....	43
Tabla 3. Activación de la Tarjeta ME	52
Tabla 4. <i>Metro Ethernet</i> vs <i>Frame Relay</i>	60
Tabla 5. Verificación de la Tarjeta ME.....	66
Tabla 6. Verificación de las conexiones.....	70
Tabla 7. Tabla de Comandos para el <i>Troubleshooting</i>	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Red LAN.....	6
Figura 2. Red WAN	7
Figura 3. Trama <i>Frame Relay</i>	14
Figura 4. Diseño de la topología <i>Metro Ethernet</i>	19
Figura 5. Servicio E-line punto – punto.....	22
Figura 6. Servicio E-LAN multipunto – multipunto.....	23
Figura 7. EVCs son las conexiones lógicas que se establecen entre cada par de CEs.	23
Figura 8. Servicio de Multiplexación.....	26
Figura 9. Dispositivos de interconexión en una LAN.....	34
Figura 10. Vista posterior de un <i>Router</i>	35
Figura 11. Configuración Actual de la Red	46
Figura 12. Diagrama Topológico Planteado	48
Figura 13. Diagrama Topológico Planteado	49
Figura 14. Incorporación de <i>Metro Ethernet</i> en la Red	50
Figura 15. Manipulación de la Tarjeta ME.....	52
Figura 16. Interfaz de Configuración.....	54
Figura 17. Vista a la versión del IOS.....	55
Figura 18. Ejemplo de Configuración del protocolo de enrutamiento EIGRP en el Router.....	56
Figura 19. Diseño Físico Implementado.....	63
Figura 20. Diseño Lógico Implementado	64
Figura 21. <i>Router</i> Serie 7600 con la tarjeta ME instalada.....	67
Figura 22. Interfaz de configuración con la tecnología FR.....	68
Figura 23. Interfaz de configuración con la tecnología ME	68
Figura 24. Configuración Final lado Remoto.....	69
Figura 25. Configuración Final Capa <i>Core</i>	69
Figura 26. Verificación del enlace FR con “Show Interfaces”.....	71
Figura 27. Verificación del enlace ME con “Show Interfaces”.....	72
Figura 28. Verificación con comando “Show ip eigrp neighbor”.....	72
Figura 29. Monitoreo de enlace <i>ME</i> comprobando paquetes de fallas.....	75
Figura 30. Estudio de tráfico con enlace FR.....	76
Figura 31. Estudio de tráfico con enlace ME.....	76
Figura 32. Alcance de la Migración hasta el día de hoy	83

ACRÓNIMOS

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANSI	American National Standards Institute
ATM	Asynchronous Transfer Mode
Bit	Binary Digit
BNC	Bayonet Neil-Concelman. Tipo de Conector de cable coaxial
Byte	Octeto. Secuencia de ocho bits
CBS	Committed Burst Size
CCR	Centro de Control de Redes
CE	Customer Edge.
CIR	Committed Information Rate
CRC	Comprobacion de Redundancia Ciclica
DCE	Data Communication Equipment
DTE	Data Terminal Equipment
EBS	Excess Burst Size
EIR	Excess Information Rate
EVC	<i>Ethernet</i> Virtual Connection
FCS	Frame Check Secuence
FR	<i>Frame Relay</i>
FTP	File Transfer Protocol o Protocolo de Transferencia de Archivos
HTTP	HyperText Transfer Protocol o Protocolo de Transferencia de Hipertexto
Hub	Concentrador. Dispositivo.
IEEE	Institute for Electrical and Electronic Engineers
IGRP	Interior Gateway Routing Protocol
IOS	Internetwork Operating System o Sistema Operativo de Interconexión de Redes

IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
ISP	Internet Service Provider o proveedor de Servicios de Internet
Kbps	Kilobits por segundos
LAN	Local Area Network o Red de Area Local
MAC Address	Media Access Control o Control de Acceso al Medio
Mbps	Megabits por segundos
ME	<i>Metro Ethernet</i>
MEN	<i>Metro Ethernet Network</i>
MEF	<i>Metro Ethernet Forum</i>
Modem	Dispositivo Modulador - Demodulador
MTU	Maximum Transfer Unit o Unidad Máxima de Transferencia
NAT	Network Address Translation
OSI	Open Systems Interconnection
OSPF	Open Shortest Path First
PPP	Point-to-point Protocol
PVC	Circuitos Virtuales Privados
PHS	Perhop Behavior
QoS	Quality of Service
RFC	Request For Comments o Petición de Comentarios
RIP	Routing Information Protocol
Router	Enrutador. Dispositivo.
RTP	Real-time Transport Protocol
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol o Protocolo Simple de Transferencia de Correo
SSH	Security Shell o Intérprete de Ordenes Seguro.
Switch	Conmutador. Dispositivo. Opera en Capa 2. Interconecta dos o más segmentos de red
SW	Switch o Conmutador
TCP	Transmission Control Protocol o Protocolo de Control de

	Transmisión
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
Telnet	Telecommunication Network
TI	Tecnología de Información
Trunk	Troncal, Conexión de Red que transporte Múltiples VLAN's identificadas por etiquetas
UNI	User Network Interface
UTP	Unshielded Twisted Pair o Cable Trenzado sin Apantallar
VC	Virtual Channels
VLAN	Virtual Local Area Network
VLL	Virtual Leased Line
VoIP	Voice Over-Internet Protocol o Voz Sobre IP
VPLS	Virtual Private LAN Service
VPN	Virtual Private Network o Red Virtual Privada
WAN	Wide Area Network

INTRODUCCIÓN

La Institución Financiera Banesco Banco Universal C.A., es actualmente una de las más sólidas del país. Posee una amplia red de agencias a nivel nacional en las cuales se prestan una gran cantidad de servicios y productos a sus clientes.

Todas estas agencias, además de los Centros Regionales que también posee, cuentan con plataformas de telecomunicaciones que se comunican directamente con el Data Center del Sitio Central, contando para ello con los principales proveedores de servicios de comunicaciones, como lo son CANTV y TELEFONICA.

Parte del secreto del éxito y crecimiento de Banesco Banco Universal, radica en lo actualizado que ha sabido mantenerse dentro del área tecnológica y, específicamente, en lo referente a los diferentes componentes de la red.

La plataforma de red es de vital importancia dentro de la estructura operacional de la organización, ya que un alto porcentaje de las transacciones bancarias, así como también, la interconexión de los servicios, entre muchas de las agencias y sucursales, se realizan a través de esta. De esto, la importancia de mantener dichos servicios totalmente operativos en forma permanente.

Hoy en día es necesario para Banesco Banco Universal C.A. poder contar con una red que pueda soportar y transportar: voz, datos y video, de manera oportuna y segura.

El siguiente Trabajo de Grado se divide en cinco capítulos:

En el primer capítulo se plantea el problema, así como el riesgo que presenta Banesco Banco Universal C.A de no realizar la implementación de la nueva

tecnología de transporte de datos (*Metro Ethernet*), el objetivo general, los específicos y la justificación del trabajo.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, en el cual se mencionan conceptos básicos de una red LAN, WAN y MAN, se realiza una explicación de las tecnologías *FR* y *ME*, mencionando sus aspectos más importantes, también se mencionan algunos protocolos de enrutamiento, tipos de enrutamientos y dispositivos presentes en una red.

En el tercer capítulo se plantea la metodología realizada para cumplir los objetivos mencionados en el capítulo uno. Así mismo se mencionan las fases implementadas para realizar la implementación.

En el cuarto capítulo se explican los resultados obtenidos con, así como cada uno de los requerimientos establecidos para la migración tanto en la Sede Principal como en las Agencias, se presentan algunas figuras con las distintas configuraciones de los *routers* con las distintas tecnologías y su respectiva certificación.

En los dos últimos capítulos se exponen las conclusiones del trabajo, en base a los conocimientos y resultados obtenidos; las recomendaciones realizadas a la Organización respectivamente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Banesco Banco Universal proyecta mantenerse en el tiempo como una de las instituciones financieras más sólidas del país, para esto es necesario que la Plataforma Tecnológica se encuentre a la vanguardia, de no realizar su actualización se corre el riesgo de no poder ofrecer los servicios con alta calidad a sus clientes.

La tecnología actualmente utilizada en Banesco Banco Universal es *Frame Relay* pero ya no cuenta con los recursos suficientes para cubrir la demanda de aumentos de ancho de banda necesarios, por lo que, la solución para esta necesidad es la migración a una nueva tecnología que permita mayor capacidad de transmisión de información.

El tamaño y la complejidad del ambiente TI y el crecimiento reportado por la organización en los últimos años, ha propiciado el cambio de tecnología de *Frame Relay* a *Metro Ethernet* buscando la optimización del transporte de datos de los clientes del banco.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General:

Implementar la Tecnología Metro Ethernet en la Red de Agencias Financieras de BANESCO BANCO UNIVERSAL, C.A. a nivel nacional.

1.1.2 Objetivos Específicos:

1. Elaborar un estudio de las tecnologías de transporte de datos presentes en el Data Center y en la Red de Agencias Financieras de Banesco Banco Universal, C.A.
2. Realizar el levantamiento de información para determinar y analizar los requerimientos necesarios para incluir *Metro Ethernet* como tecnología de transporte de datos en el Data Center y en la Red de Agencias.
3. Diseñar el Plan de Implementación para el proceso de migración de *Frame Relay* a *Metro Ethernet* al Data Center del Sitio Central y a la Red de Agencias.
4. Instalar los equipos, con los cuales se prestará el servicio de la nueva Tecnología.
5. Configurar los equipos de red necesarios para la migración.
6. Verificar el funcionamiento del enlace *Metro Ethernet* al Data Center del Sitio Central y a la Red de Agencias.

1.2 Justificación

La migración a tecnología *Metro Ethernet* se encuentra plenamente justificada debido a los siguientes factores:

- Reducción considerable de los costos mensuales de la organización, debido a que existe un amplio uso de las interfaces de *Metro Ethernet* y de los equipos; además es posible la adquisición de mayor ancho de banda cada vez que se necesite.
- Obsolescencia de la tecnología *Frame Relay*
- Escalabilidad, mayor facilidad de crecimiento al momento de que surja la necesidad de ampliar el ancho de banda para optimizar servicios de la red de agencias.

- Simplicidad en el uso, ya que presentan una alta disponibilidad y aportan una simplificación en las operaciones de la red.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Redes LAN (Local Área Network o Redes de Área Local).

Son redes de propiedad privada, cuya extensión es del orden de entre 10 metros a 1 kilómetro. Por ejemplo, una oficina o un centro educativo. Se usan para conectar computadoras personales o estaciones de trabajo, con objeto de compartir recursos e intercambiar información.[6]

Suelen emplear tecnología de difusión mediante un cable sencillo al que están conectadas todas las máquinas; operan a velocidades entre 10 y 100 Mbps. Tienen bajo retardo y experimentan pocos errores. [6]

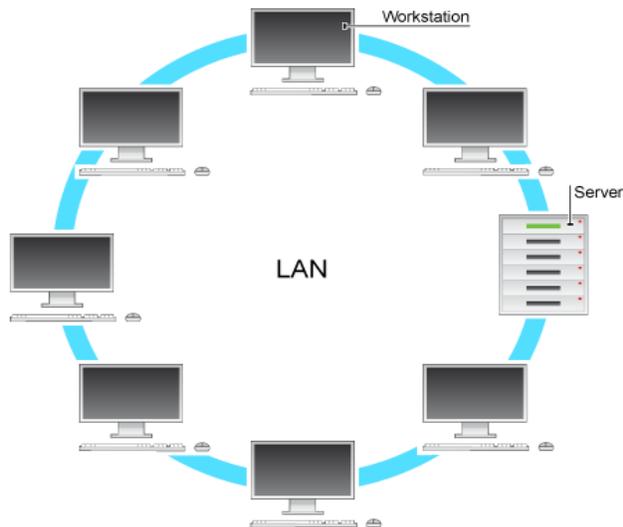


Figura 1 Red LAN

Fuente: <http://housefullhub.blogspot.com/2013/03/types-of-network-lan-wan-man.html>.

Consulta: 2013

2.2 Redes WAN (Wide Área Network o Redes de Área Amplia).

Son redes que se extienden sobre un área geográfica extensa. Contiene una colección de máquinas dedicadas a ejecutar los programas de usuarios (*hosts*). Estos están conectados por la red que lleva los mensajes de un host a otro. Estas LAN de *Host* acceden a la subred de la WAN por un *router*. Suelen ser por tanto redes punto a punto. [6]

La subred tiene varios elementos:

- Líneas de comunicación: Mueven *bits* de una máquina a otra.
- Elementos de conmutación: Máquinas especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión. Se suelen llamar enrutadores o *routers*.

Una WAN contiene numerosos cables conectados a un par de enrutadores. Si dos enrutadores que no comparten cable desean comunicarse, han de hacerlo a través de enrutadores intermedios. El paquete se recibe completo en cada uno de los intermedios y se almacena allí hasta que la línea de salida requerida esté libre. [6]

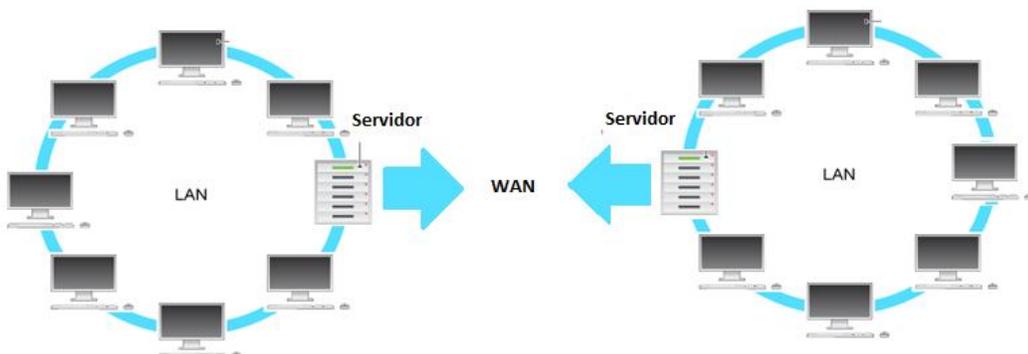


Figura 2. Red WAN

Fuente: <http://housefullhub.blogspot.com/2013/03/types-of-network-lan-wan-man.html>.

Consulta: 2013

2.3 Red MAN (Metropolitan Area Network o Red de Área Metropolitana)

Es una red de alta velocidad (banda ancha) que da cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado (MAN BUCLE), la tecnología de pares de cobre se posiciona como la red más grande del mundo una excelente alternativa para la creación de redes metropolitanas, por su baja latencia (entre 1 y 50 ms), gran estabilidad y la carencia de interferencias radioeléctricas, las redes MAN BUCLE, ofrecen velocidades de 10Mbps, 20Mbps, 45Mbps, 75Mbps, sobre pares de cobre y 100Mbps, 1Gbps y 10Gbps mediante Fibra Óptica.[6]

El concepto de red de área metropolitana representa una evolución del concepto de red de área local a un ámbito más amplio, cubriendo áreas mayores que en algunos casos no se limitan a un entorno metropolitano sino que pueden llegar a una cobertura regional e incluso nacional mediante la interconexión de diferentes redes de área metropolitana. [6]

Este tipo de redes es una versión más grande que la LAN y que normalmente se basa en una tecnología similar a esta, La principal razón para distinguir una MAN con una categoría especial es que se ha adoptado un estándar para que funcione, que equivale a la norma IEEE. [6]

Las redes MAN también se aplican en las organizaciones, en grupos de oficinas corporativas cercanas a una ciudad, estas no contiene elementos de conmutación, los cuales desvían los paquetes por una de varias líneas de salida potenciales. Estas redes pueden ser públicas o privadas. [6]

2.3.1 Características Principales de Red MAN

- Son redes que se extienden sobre áreas geográficas de tipo urbano, como una ciudad, aunque en la práctica dichas redes pueden abarcar un área de varias ciudades.
- Son implementadas por los proveedores de servicio de Internet, que son normalmente los proveedores del servicio telefónico. Las MAN normalmente están basadas en estándares SONET/SDH o WDM, que son estándares de transporte por fibra óptica.
- Estos estándares soportan tasas de transferencia de varios gigabits (hasta decenas de gigabits) y ofrecen la capacidad de soportar diferentes protocolos de capa 2. Es decir, pueden soportar tráfico ATM, Ethernet, Token Ring, *Frame Relay* o lo que se te ocurra.
- Son redes de alto rendimiento.
- Son utilizadas por los proveedores de servicio precisamente por soportar todas las tecnologías que se mencionan. Es normal que en una MAN un proveedor de servicios monte su red telefónica, su red de datos y los otros servicios que ofrezca.

2.4 Frame Relay

Frame Relay es un estándar del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) actualmente conocido como Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y del Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI) que define un proceso para el envío de datos a través de una red de datos públicos (PDN). [8]

Esta tecnología apareció en sustitución de la antigua y predecesora tecnología conocida como X.25, la cual se basaba en un protocolo robusto y seguro

que compensaba la baja calidad de los medios de transmisión de la época, obviamente analógica, para la transmisión de datos a través de una red. [8]

Gracias a la evolución tecnológica y a la aparición de la fibra óptica como medio de transmisión de alta calidad, la verificación de las tramas de información en cada nodo se hizo innecesaria (aspecto característico de X.25). [8]

Estas nuevas ventajas y beneficios adquiridos por la fibra óptica abrieron la posibilidad de la creación de un nuevo protocolo más simple que aproveche estas nuevas circunstancias, el resultado de esto fue la tecnología conocida como *Frame Relay* apoyada por el protocolo correspondiente. [8]

Frame Relay es la tecnología de comunicación de datos que utiliza un protocolo sumamente simple, diseñado para operar sobre circuitos virtuales libres de errores y para el transporte de información a alta velocidad. Este método suprime el nivel de red del modelo OSI, trabajando solo en los dos primeros niveles de dicho modelo, de esta forma, todos los protocolos que funcionan en el nivel de red (nivel tres) o mayor se transfieren en forma transparente a través de la red; esto provoca que la transmisión de las tramas sea considerablemente veloz, permitiendo velocidades que van desde 9,6 Mbps a 52 Mbps para *Frame Relay*. [8]

El servicio *Frame Relay* no se hace cargo de las funciones de control de flujo y control de errores, sin embargo, si realiza la función de verificación de la trama, la cual en caso de contener errores, simplemente se descarta, es decir, no hay retransmisión automática de la trama errónea. Gracias a esta característica, *Frame Relay* se concentra en la entrega rápida, en el orden y en el lugar correcto de los datos, descartando los datos incorrectos. Las funciones de control de flujo y control de errores quedan a cargo de las estaciones de trabajo que se conectan a la red *Frame Relay*, las cuales deben ser computadoras con poder de procesamiento y memoria. [8]

Frame Relay es un protocolo de acceso a red para aceptar aplicaciones de datos en forma de ráfagas, se caracteriza por cuatro aspectos importantes:

- Altas velocidades de transmisión.
- Bajo retardo de red.
- Alta conectividad.
- Eficiente utilización del ancho de banda.

Esta tecnología es ideal para redes con tecnologías orientadas a paquetes para la transmisión de datos, pues está diseñado para direccionar el tráfico de ráfagas de dimensiones variables y patrones de tráfico impredecible. También es ideal cuando se requiere una mayor eficiencia del ancho de banda, ampliar la capacidad de los canales disponibles de comunicación, agilizar el tiempo de respuesta o emigrar a tecnologías con mayor velocidad, *Metro Ethernet* por ejemplo. [8]

Debido a que *Frame Relay* no realiza el proceso de detección y corrección de errores, la cantidad de procesamiento en los nodos de la red se reduce, lo que provoca un menor retardo general a través de dicha red. La ventaja más importante que ofrece esta tecnología es que produce un mejor funcionamiento de la red, los tiempos de respuesta son menores y por ende, la red puede manejar un mayor flujo de información. La razón de esto es que *FR (Frame Relay)* es un protocolo orientado a paquetes y el ancho de banda se asigna por completo a una aplicación cuando los usuarios no ocupan la red, además, permite todo tipo de tráfico de datos y soporta el tráfico de grandes volúmenes de datos en ráfagas a altas velocidades a través de la red. [8]

FR es un servicio orientado a resolver las necesidades de comunicaciones de voz y datos, consiguiendo importantes ahorros en costes globales de comunicación. Esto se consigue gracias a que se trata de un servicio con tarifa plana (las tarifas del servicio constan de una cuota inicial, que se paga al contratar el mismo, y de una

cuota mensual en función de las prestaciones pero independiente del uso), lo que permite tener un mayor control y planificación sobre los costes presentes en el presupuesto de una empresa. [4]

En *FR* los datos se dividen en tramas de longitud variable y la red se encarga de transportar estas tramas a sus destinatarios indicados. Existe una gran diferencia entre la conmutación de paquetes y *Frame Relay*, la cual se encuentra en la implementación del protocolo por sí mismo, la conmutación de paquetes opera en la capa tres del modelo OSI, mientras que *FR* opera en la capa dos. [8]

2.4.1 Estándares para *Frame Relay*

Los estándares para *FR* han sido establecidos por ANSI (*American National Standards Institute* – Instituto Nacional Americano de Normalización) y CCITT (Actualmente conocido como la Unión Internacional de Telecomunicaciones). [8]

Estándares ANSI:

- TI.602 Arquitectura y descripción de servicios.
- TI.606 Administración de la congestión.
- TI.617 Especificaciones de serialización para *Frame Relay*.
- TI.618 Aspectos de encuadramiento del protocolo *Frame Relay*.
- FRF.2 Acuerdo para instrumentación de la interfaz RED-RED.

Estándares CCITT (UIT):

- I.233 Descripción del servicio.
- I.370 Administración de la congestión.
- I.372 Requerimientos de RED-RED.
- Q.922 Especificación del nivel de enlace de datos para *Frame Relay*.

- Q.933 Especificación de la señalización de la Red Digital de Servicios Integrados.

2.4.2 Trama Frame Relay

El protocolo para *Frame Relay* en la capa de enlace de datos es el LAP-D, que es un subconjunto del protocolo HDLC. En el formato ilustrado en la Figura 3, bandera es la secuencia de bits 01111110, que indica el inicio y fin de la trama, en el segundo campo –derecha a izquierda- es una secuencia de bits generados por los campos de dirección y de datos con base en el algoritmo CRC cuya función es posibilitar al receptor la detección de errores en la comunicación, en el siguiente campo, campo de los datos de usuario, se encuentra el paquete de transmisión que *FR* recibe de las capas superiores y es de longitud variable, ya que depende de la longitud del paquete de datos que recibe de la aplicación. El campo de dirección está conformado por: [8]

- DLCI: Se encarga de identificar el circuito virtual por donde se transmite la trama.
- C/R: Campo que puede ser utilizado por el equipo del usuario para instrumentar comandos punto a punto y en bits de respuesta.
- FECN y BECN: Campos que se encargan de notificar congestión.
- DE: Campo que indica cuales tramas pueden descartarse en caso de congestión.
- EA: Son campos para asegurar que el *Frame Relay* cumpla con los requerimientos futuros.

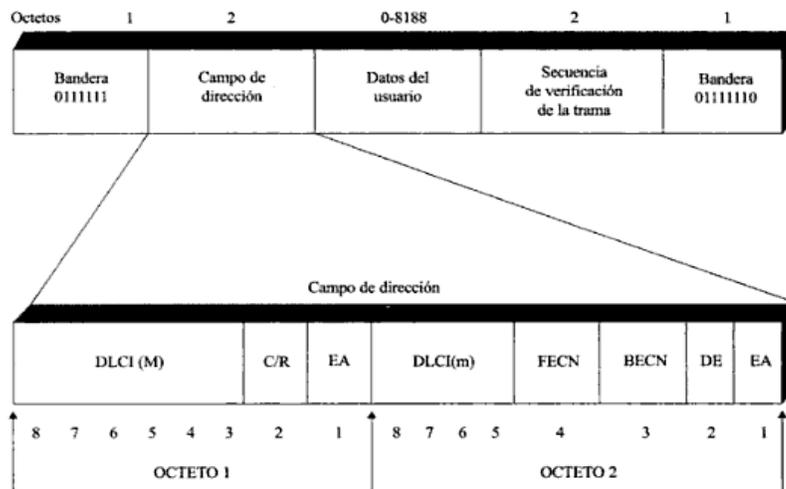


Figura 3. Trama *Frame Relay*.
Fuente: Herrera E, "Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos".

La información transmitida en una trama *Frame Relay* puede oscilar entre 1 y 8.250 bytes, aunque por defecto es de 1.600 bytes.

2.4.3 Control de la Congestión

El procedimiento de transmisión es muy sencillo, la trama encaminada según su número de identificación del campo de cabecera llega al nodo de conmutación, se almacena se analiza el campo de identificación, se conmuta según la tabla de encaminamiento y se transmite al siguiente nodo. Este tipo de redes son de *storage and forward* (almacenamiento y reenvío). Para realizar el almacenamiento se precisa de un buffer con una capacidad suficiente, como mínimo, para almacenar una trama pero si empiezan a llegar más tramas pueden hacer que congestionen al nodo y para evitarlo hay mecanismos o de descarte de la trama o de aviso al resto de los nodos del estado. El bit DE marcado por el usuario o la red permite a la red desechar esas tramas para evitar la congestión y los protocolos de nivel 4 ya solicitarán las tramas perdidas y regularán la congestión haciendo que la ventana del protocolo sea de menor tamaño. [8]

2.4.4 Tecnología *Frame Relay*

La tecnología *Frame Relay* se desarrolló con el objetivo de brindar una solución a los problemas que existen en la interconexión de redes de área local, esto debido a que dichas interconexiones permiten la estructuración de redes con interfaces y equipos que requieren de una circuitería sencilla, ya que la función de recuperación y reenvío de errores se delega a protocolos que cuentan con esa facilidad. Los elementos básicos de esta tecnología son los ensambladores/desensambladores conocidos como FRAD (*Frame Relay Assembler/disassembler*) y los concentradores. [8]

Los FRAD son dispositivos de acceso que permiten que los protocolos y servicios distintos a *Frame Relay* tengan acceso a los servicios suministrados por dicha tecnología y por ende, puedan usar esta red como un medio para el transporte de datos. [8]

Los concentradores *Frame Relay* son una forma especial de FRAD ya que no tienen entradas multiprotocolo, sin embargo aceptan datos de acceso de usuarios *FR* y los multiplexan en una conexión troncal *Frame Relay* individual, estos dispositivos permiten que el multiprotocolo pase a través de él. Un concentrador básicamente recibe las líneas de acceso de los usuarios y enruta las conexiones a través de una línea troncal *Frame Relay* individual sobre el lado de la red de conexión. [8]

Frame Relay es una adaptación de la tecnología de paquetes que normalmente opera a velocidades de transmisión de 64 Kbps, es una tecnología que requiere de interfaces inteligentes, tanto en el punto de partida de la información como en el punto de destino y también de líneas de transmisión de alta calidad. Se le considera como una tecnología de corto plazo debido a que es cuestión de tiempo en

que su uso se haga obsoleto debido a la existencia de otras tecnologías que la superen en aspectos como velocidad, confiabilidad, costos, etc. *Metro Ethernet* es una de ellas. [8]

2.5 Metro Ethernet

Esta tecnología consiste en servicios de transmisión de datos y acceso a Internet, que utiliza el estándar de transmisión *Ethernet* y que permite conectar localidades remotas o redes geográficamente separadas como si estuvieran en una misma LAN; es decir, realizando un transporte WAN, el mismo que permite mayor flexibilidad para redes de conectividad mediante *Ethernet*, modificando y manipulando de una manera más dinámica, versátil y eficiente, los anchos de banda y cantidad de usuarios en corto tiempo. [6] [7]

En los últimos años del presente siglo, la tecnología al alcance de un proveedor de transmisión de datos o internet ha cambiado significativamente. Hoy en día ya es posible contar con un servicio estable, rápido, eficiente y multifuncional (voz, datos, video) a un precio al alcance de un grupo de usuarios que cada día se va expandiendo en número. La IEEE lo bautizó bajo la recomendación 802.3. [5][6]

La era de la integración de las aplicaciones no es el futuro sino el presente. En un mercado de libre competencia como lo es el de Transmisión de Datos en el mundo, aparecerán muchos actores, pero dicho mercado tenderá a consolidarse y quedarán solo aquellos proveedores que hayan sabido combinar las tecnologías más eficientes y económicas con un excelente servicio al cliente. [6]

Actualmente, el crecimiento imparable de la Internet, así como la demanda sostenida de nuevos y más sofisticados servicios, supone cambios tecnológicos fundamentales respecto a las prácticas habituales desarrolladas a mitad de los años 90. Nuevas tecnologías de transmisión sobre fibra óptica, tales como *Dense*

Wavelength Division Multiplexing (DWDM), proporcionan una eficaz alternativa al ATM para multiplexar varios servicios sobre circuitos individuales. [6]

El modo de transferencia asincrónica (ATM) hace referencia a una serie de tecnologías relacionadas de software, hardware y medios de conexión. ATM es diferente de otras tecnologías existentes de redes de área local (LAN) y de área extensa (WAN), y se diseñó específicamente para permitir comunicaciones a gran velocidad. ATM permite a las redes utilizar los recursos de banda ancha con la máxima eficacia y mantener al mismo tiempo la Calidad de servicio (QoS) para los usuarios y programas con unos requisitos estrictos de funcionamiento. [6]

Asincrónica significa que el ancho de banda de red disponible no está dividido en canales fijos o ranuras sincronizadas por un mecanismo temporizador o un reloj. El diseño de los dispositivos que se comunican de forma asincrónica no está relacionado con su capacidad para enviar y recibir información a una determinada velocidad de transmisión. En su lugar, el emisor y el receptor negocian la velocidad a la que se comunicarán, de acuerdo con las limitaciones físicas del hardware y la capacidad de mantener un flujo fiable de información a través de la red. [6]

Modo de transferencia hace referencia a la forma en que la información se transfiere entre el emisor y el receptor. En ATM, se utiliza el concepto de celdas pequeñas de longitud fija para estructurar y empaquetar los datos para las transferencias. Al utilizar celdas, en contraste directo con el mecanismo de paquetes de longitud variable utilizado por la mayoría de las tecnologías de red actuales, ATM asegura que las conexiones pueden negociarse y administrarse sin que ninguno de los tipos de datos o conexiones que puedan apropiarse en exclusiva de la trayectoria de transferencia.

Además, los tradicionales conmutadores ATM están siendo desplazados por una nueva generación de *routers* con funciones especializadas en el transporte de

paquetes en el núcleo de las redes. Esta situación se complementa con una nueva arquitectura de red de reciente aparición, conocida como *Multi-Protocol Label Switching (MPLS)*. MPLS se considera fundamental en la construcción de los nuevos cimientos para la Internet del presente siglo. [6]

La diferencia fundamental entre la arquitectura MPLS y las redes de transporte WAN (*Wide Área Network*) es la manera de asignación de las etiquetas y la capacidad de transportar una pila de ellas adheridas al paquete, permitiendo así, el uso de aplicaciones de Ingeniería de Tráfico y un enrutamiento más rápido en caso de presentarse fallas en los nodos.[6]

La Red *Metro Ethernet*, es una arquitectura tecnológica destinada a suministrar servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2, a través de UNI's (*User Network Interface Ethernet*). Estas redes denominadas “multiservicio”, soportan una amplia gama de servicios y aplicaciones contando con mecanismos donde se incluye soporte a tráfico “RTP” (tiempo real), las cuales mejoran el desempeño de servicios como puede ser Telefonía IP y Video IP, ya que este tipo de tráfico resulta especialmente sensible a retardo.[6]

2.5.1 Características de una red *Metro Ethernet*.

Ethernet ha llegado a dominar la LAN por su simplicidad, prestaciones y bajo coste; pero lamentablemente ha sido confinada al entorno LAN debido a sus limitaciones técnicas. Los organismos de estandarización (*IEEE, IETF, ITU*), y los acuerdos entre fabricantes están jugando un papel determinante en su evolución, incluso se ha creado el MEF (*Metro Ethernet Forum*), que es el organismo encargado de definir *Ethernet* como un servicio metropolitano. [5]

Metro Ethernet utiliza un canal de comunicaciones compartidos con técnicas de conmutación de paquetes a altas velocidades. Una red *ME* generalmente utiliza medios de transmisión como fibra óptica, par de cobre y transmisión inalámbrica, así

como tecnologías XDSL para la conexión usuario-red. Los servicios de conectividad que ofrece esta tecnología pueden ser escalonados adicionalmente en base a distintos perfiles de CoS (*Class of service*) y de ancho de banda, los mismos pueden ser implantados sobre infraestructuras de banda ancha o inalámbrica para ofrecer distintos niveles de confiabilidad. [7]

2.5.2 Diagrama del Diseño.

En la Figura 4 se muestra la conexión entre los equipos de red y los equipos en la red de *Metro Ethernet*:

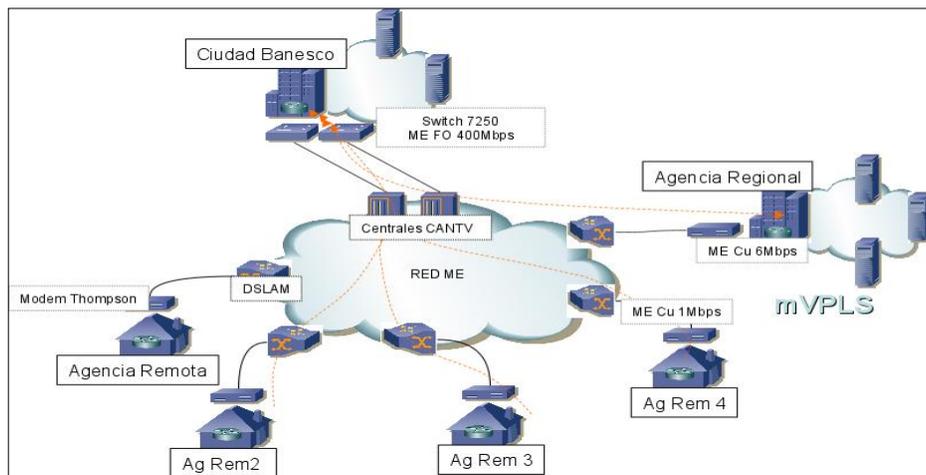


Figura 4. Diseño de la topología *Metro Ethernet*. [1]
Fuente: Banesco Banco Universal

2.5.3 Estándar IEEE 802.3

La primera versión fue un intento de estandarizar *Ethernet* aunque hubo un campo en la cabecera que se definió de forma diferente. Posteriormente ha habido ampliaciones sucesivas al estándar que cubrieron las ampliaciones de velocidad (*Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet* y *el de 10 Gigabits Ethernet*), redes virtuales, *hubs*,

conmutadores y distintos tipos de medios, tanto de fibra óptica como de cables de cobre. [7]

Metro Ethernet está basado en los siguientes estándares de la IEEE, los cuales se encuentran ilustrados en la tabla 1.

Tabla 1. Estándares IEEE 802.3

Suplemento	año	descripción
802.3a	1985	Original 802.3: 10BASE-5 10BASE-2 10BROAD-36
802.3c	1986	Especificaciones de repetidores
802.3d	1987	FOIRL (enlace de fibra)
802.3i	1990	10Base-T Ethernet sobre par trenzado de cobre
802.3j	1993	10Base-F Ethernet sobre fibra
802.3u	1995	100Mbps Ethernet
802.3x e 802.3y	1997	operación full duplex
802.3z	1998	1000Base-X (Gigabit Ethernet)
802.3ab	1999	1000Base-T (GE sobre par trenzado)
802.3ac	1998	Extensiones de trama (hasta 1522 bytes) para VLANs
802.3ad	2000	link aggregation
802.3ae	2002	10 GE
802.3af	2003	PoE (Power over Ethernet). Hasta 15W
802.3ah	2004	Ethernet in First Mile
802.3an		10 Gbase-T (en draft)
		Bridging en 802.1D
802.1w		Cambios y mejoras en el spanning tree
802.1s		Múltiples spanning trees

Fuente: www.rediris.es/jt/jt2005/archivo/.../MetroEthernet-RedIris.ppt. Consulta: 2013

2.5.4 Descripción del Servicio Metropolitano *Ethernet*

El modelo básico de un servicio metropolitano *Ethernet* consta de tres partes:

- El dispositivo instalado del lado del usuario, por ejemplo router o switch, llamado Customer Equipment (CE).
- La interfaz de conexión del usuario a la red, por ejemplo puertos RJ45 o de fibra, conocida como User Network Interface (UNI).

- La Red Metropolitana conocida como *Metro Ethernet Network* (MEN).

Es posible tener múltiples UNIs conectadas a la MEN de una simple localización, los servicios pueden soportar una variedad de tecnologías y protocolos de transporte en la MEN tales como SONET, DWDM, MPLS, etc.

La primera diferencia notable con las típicas conexiones de una empresa hacia una nube metropolitana no basada en *Ethernet* es el UNI. Atrás quedaron los tiempos en que para conectarse entre las sucursales de una empresa o para conectarse a Internet era necesario utilizar conexiones sincrónicas mediante módems o codecs (*usando últimas millas de cobre o radio microondas*). El UNI definido por *Metro Ethernet* es el conocido puerto *Ethernet* RJ45 (*o también un puerto de fibra óptica*) usado por la mayoría de redes de área local hoy en día. Es decir que un proveedor de red *Metro Ethernet* llega hacia sus usuarios con un cable de red, tal como si fuese a conectar otro PC más en su LAN. [3] [4]

La segunda diferencia con respecto a otras redes de área metropolitana es la diversidad del tipo de CE que puede conectarse a la red. Se puede usar los conocidos enrutadores para conectar las redes LAN entre la casa matriz y las sucursales o se puede simplemente interconectar los *switches* de las respectivas LAN (*ubicadas geográficamente en sitios distantes*). El proveedor de la red *Metro Ethernet* debe garantizar en cualquiera de los dos casos que los datos viajen de manera segura e independiente del resto del tráfico de usuarios dentro de la red *Metro Ethernet*.

2.5.4.1 Parámetros de Metro Ethernet en cuanto al ancho de banda

En cuanto se refiere al ancho de banda, *Metro Ethernet* considera los siguientes parámetros:

- CIR (Committed Information Rate): Es la cantidad promedio de información que se ha transmitido, teniendo en cuenta los retardos, pérdidas, etc.
- CBS (Committed Burst Size): Es el tamaño de la información utilizado para obtener el CIR respectivo.
- EIR (Excess Information Rate): Especifica la cantidad de información mayor o igual que el CIR, hasta el cual las tramas son transmitidas sin pérdidas.
- EBS (Excess Burst Size): Es el tamaño de información que se necesita para obtener el EIR determinado. [7]

2.5.5 Tipos de servicio y su definición en una red *Metro Ethernet*.

En la Red *Metro Ethernet* se pueden dar dos tipos de servicios diferentes: E-lines y E-LANs. Las E-lines son conexiones punto-a-punto, mientras que las E-LANs son conexiones multipunto-a-multipunto (*any-to-any*). Adicionalmente se ha creado un tercer concepto llamado *Ethernet Virtual Connection (EVC)* que es definido como la instancia de asociación entre dos o más puntos de la red *Metro Ethernet*. Los EVC son análogos a las definiciones de Circuitos virtuales Privados (*PVC*) en *Frame Relay* o Virtual Channels (*VC*) en ATM. [3]

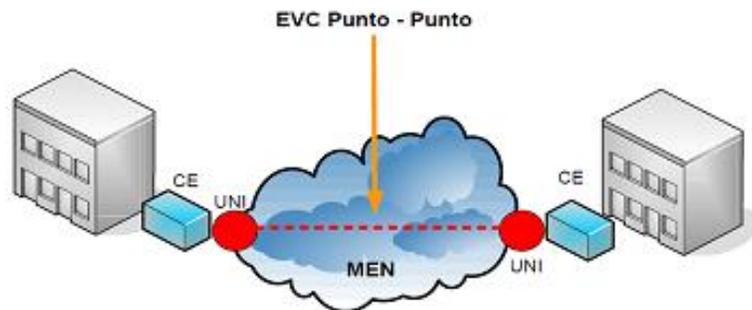


Figura 5. Servicio E-line punto – punto.

Fuente: Baquedano, I. “Redes de tecnologías *Frame Relay* y ATM. Integración voz-datos sobre *FR* y ATM”

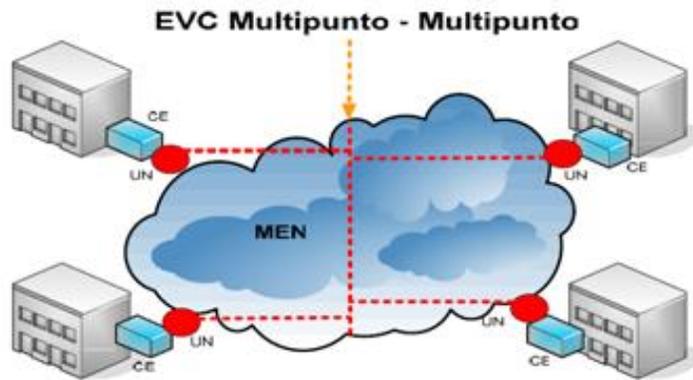


Figura 6. Servicio E-LAN multipunto – multipunto.

Fuente: Baquedano, I. “Redes de tecnologías *Frame Relay* y ATM. Integración voz-datos sobre *FR* y ATM”

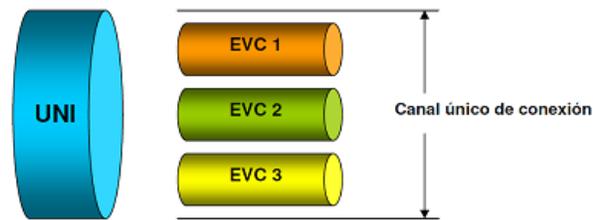


Figura 7. EVCs son las conexiones lógicas que se establecen entre cada par de CEs.

Fuente: Baquedano, I. “Redes de tecnologías *Frame Relay* y ATM. Integración voz-datos sobre *FR* y ATM”

2.5.5.1 Conexión Virtual Ethernet EVC (Ethernet Virtual Connection)

Un EVC es la asociación entre dos o más interfaces UNIs (*User Network Interface – Interfaz Usuario-Red*), donde el UNI es la interfaz estándar *Ethernet* y el punto de demarcación entre el equipo cliente y el proveedor de servicio MEN, pudiéndolo definir también como un camino virtual que proporciona al usuario servicios extremo a extremo atravesando múltiples redes MEN (*Metro Ethernet Network*). [4]

Un EVC tiene dos funciones:

- Conectar dos o más *UNIs* habilitando la transferencia de tramas entre ellos.

- Impedir la transferencia de datos entre usuarios que no son parte del mismo EVC, permitiendo privacidad y seguridad.

Un EVC puede ser usado para construir VPNs (*Virtual Private Network*).

2.5.5.2 Servicio Punto a Punto (E-Line)

El servicio E-Line proporciona un EVC punto a punto entre dos interfaces UNI, es decir, que se utiliza para proporcionar una conexión punto a punto. Un E-Line Service provee ancho de banda simétrico para el envío de datos en ambas direcciones, sin asegurar desempeño. Al igual que con los PVCs de *Frame Relay* o ATM, se pueden multiplexar varios EVCs punto a punto en el mismo puerto físico (UNI).

E-Line se puede utilizar para crear los mismos servicios que puede ofrecer una red *Frame Relay* (a través de PVCs) o una línea alquilada punto a punto. Pero, como valor añadido, el rango de ancho de banda que puede proporcionar es mucho mayor.

2.5.5.3 Servicio Multipunto a multipunto (E-LAN)

El servicio E-LAN proporciona conectividad multipunto a multipunto conectando dos o más interfaces UNI. Los datos enviados desde un UNI llegarán a uno ó más UNI destino, donde cada uno de ellos está conectado a un EVC multipunto. A medida que va creciendo la red y se van añadiendo más interfaces UNI, éstos se conectarán al mismo EVC multipunto, simplificando el provisionamiento y la activación del servicio. Desde el punto de vista del usuario, la E-LAN se comporta como una LAN.

Una E-LAN puede ser usada para crear un amplio rango de servicios, se usa para interconectar varios usuarios, mientras E-Line normalmente es usada para conectarse a Internet.

2.6 Clases de Servicios (CoS)

Cuando el objetivo es proporcionar diferentes parámetros de tráfico, cada clase de servicio puede ofrecer diferentes niveles de desempeño, como retardos, jitter y tramas perdidas, de ahí que los parámetros de desempeño deben ser los especificados para cada clase. A continuación se muestran las características de las clases de servicio. [4]

- Puerto Físico: en este caso, una simple clase de servicio es provista por un puerto físico. Todo el tráfico que ingresa o sale del puerto recibe la misma clase de servicio. Si el usuario requiere múltiples clases de servicio para sus tráficos, se separan tantos puertos físicos como sean requeridos, cada uno con su clase de servicio.
- CE-VLAN CoS (802.1p): el MEF (*Metro Ethernet Forum*) ha definido CE-VLAN CoS como la clase de servicio que utiliza 802.1p para etiquetar las tramas, cuando se utiliza, se pueden indicar hasta 8 clases de servicio. El proveedor de servicio especifica el ancho de banda y los parámetros de desempeño.
- DiffServ/IP TOS Values: pueden ser usados para determinar la clase de servicio IP TOS, en general, se usa para proveer 8 clases de servicio conocidas como prioridad IP. Prioridad IP es muy similar a la definición en 802.1p en IEEE 802.1p cuando la CoS se basa en prioridad de envío. DiffServ se define como PHS (*Perhop behaviors*), con una calidad de servicio más robusta cuando se compara con IP TOS y 802.1p. DiffServ provee 64 diferentes valores para determinar las clases de servicio. Casi todos los *routers* y *switches* soportan estas clases de servicio.

2.7 Servicio de Multiplexación

Este servicio se usa para soportar varios canales virtuales (*EVC*) de diferentes velocidades simultáneamente en un solo enlace de conexión (*UNI*), usando multiplexación se elimina la necesidad de tener diferentes interfaces físicas para tener enlaces a diferentes velocidades. [4]

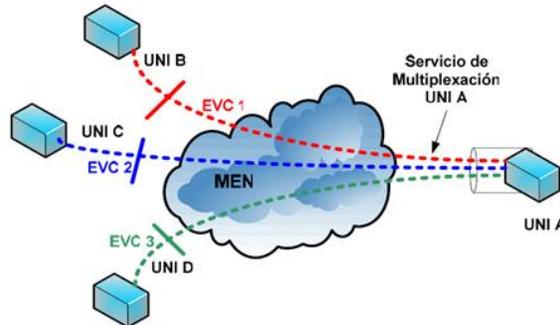


Figura 8. Servicio de Multiplexación.

Fuente: Salas R, W. Ulloa de Souza, J, “Análisis y diseño de una subred de comunicaciones *Metro Ethernet* basada en la tecnología MPLS aplicada al estudio de la integración de servicios”

El servicio permite a un UNI soportar múltiples EVCs, comparado con la alternativa de separar las interfaces físicas para cada EVC, se presentan varios beneficios:

- Costo bajo de los equipos, ya que se minimiza el número de *routers* y *switches* y maximiza la densidad de utilización puerto/slot.
- Minimiza espacio, potencia y cableado.
- Simplifica la activación de nuevos servicios.

2.8 Ventajas y Desventajas de *Metro Ethernet*

2.8.1 Ventajas:

- Bajo Costo: los costos para implementar la infraestructura (cables, conectores, tarjetas, equipos de interconexión, etc.) son menores, además los costos de

mantenimiento y configuración de una red *Ethernet* también son menores que los de una red ATM o *Frame Relay*, debido a que *Ethernet* solo requiere conectar los equipos sin más configuración.

- Configuración rápida bajo demanda: una red sobre SDH no es fácilmente ampliable, sin embargo, *Ethernet* si permite esta flexibilidad, ofreciendo una gran variedad de velocidades de transmisión, (desde 10 Mbps hasta 10 Gbps), en intervalos de hasta 1 Mbps o incluso menos.
- Fácil de interconectar con otras redes: debido a que el 98% de las LAN están implementadas sobre *Ethernet*, no es necesaria una conversión de protocolos entre LAN y MAN, lo que facilita enormemente la integración de redes LAN en la red MAN.

2.8.2 Desventajas:

- La distancia: era una gran limitación puesto que las redes *Ethernet* sobre cobre podían solo cubrir una extensión de 100 metros antes de que el retardo de propagación causara una degradación seria en la comunicación.
- La fiabilidad y la redundancia: las redes *Ethernet* no eran consideradas tan fiables como las redes TDM. De hecho, los mecanismos de redundancia y recuperación ante fallos de *Ethernet*, como Spanning Tree, eran sumamente lentos e ineficientes.
- La capacidad de crecimiento: hechos como el continuo broadcast o la necesidad de aprendizaje de direcciones físicas (MAC) de todos los usuarios en todos los nodos de la red, ponían en entredicho la capacidad de crecimiento de la tecnología.
- La seguridad: *Ethernet* se consideraba una tecnología de medio compartido en el que los usuarios fácilmente podían acceder al tráfico de otros. [5]

2.9 Protocolos de enrutamiento

2.9.1 Introducción al Enrutamiento

El enrutamiento es el proceso utilizado por el *router* para enviar paquetes a la red de destino. Un *router* toma decisiones en función de la dirección de IP de destino de los paquetes de datos. Todos los dispositivos intermedios usan la dirección de IP de destino para guiar el paquete hacia la dirección correcta, de modo que llegue finalmente a su destino. A fin de tomar decisiones correctas, los *routers* deben aprender la ruta hacia las redes remotas. Cuando los *routers* usan enrutamiento dinámico, esta información se obtiene de otros *routers*. Cuando se usa enrutamiento estático, el administrador de la red configura manualmente la información acerca de las redes remotas.

- Enrutamiento estático: los paquetes viajan a través de una ruta programada e introducida en el *router* por el administrador de la red.
- Enrutamiento dinámico: los paquetes viajan a través de rutas que un protocolo de enrutamiento ajusta a la red automáticamente.

Los protocolos de enrutamiento se aplican únicamente al enrutamiento dinámico, ya que las rutas estáticas deben configurarse manualmente. En el enrutamiento estático cualquier cambio en la topología de la red requiere que el administrador agregue o elimine las rutas estáticas afectadas por dichos cambios, esto se traduce en que en este tipo de configuración el mantenimiento manual de las tablas de enrutamiento requiere de gran atención y actualización.

El enrutamiento estático no tiene la escalabilidad o capacidad de adaptarse al crecimiento del enrutamiento dinámico, sin embargo es muy utilizado en grandes redes para satisfacer requerimientos específicos.

2.9.2 Protocolos

Los protocolos de enrutamiento son diferentes a los protocolos enrutados tanto en su función como en su tarea. Un protocolo de enrutamiento es el esquema de comunicación entre *routers*, este protocolo permite que un *router* comparta información con otro, ya sea de los *routers* que conoce como de su proximidad a otros, esta información sirve para crear y mantener las tablas de enrutamiento.

2.9.3 Propósito de los Protocolos de Enrutamiento

El objetivo de un protocolo de enrutamiento es crear y mantener una tabla de enrutamiento. Esta tabla contiene las redes conocidas y los puertos asociados a dichas redes. Los *routers* utilizan protocolos de enrutamiento para administrar la información recibida de otros *routers*, la información que se conoce a partir de la configuración de sus propias interfaces, y las rutas configuradas manualmente.

Estos protocolos aprenden todas las rutas disponibles, incluyen las mejores rutas en las tablas de enrutamiento y descartan las rutas que ya no son válidas. El *router* utiliza la información en la tabla de enrutamiento para enviar los paquetes de datos.

El algoritmo de enrutamiento es fundamental para el enrutamiento dinámico. Al haber cambios en la topología de una red, por razones de crecimiento, reconfiguración o falla, la información conocida acerca de la red también debe cambiar. La información conocida debe reflejar una visión exacta y coherente de la nueva topología.

Cuando todos los *routers* de una red se encuentran operando con la misma información, se dice que la red ha hecho convergencia. Una rápida convergencia es deseable, ya que reduce el período de tiempo durante el cual los *routers* toman decisiones de enrutamiento erróneas.

Los Sistemas Autónomos (AS) permiten la división de la red global en subredes de menor tamaño, más manejables. Cada AS cuenta con su propio conjunto de reglas y políticas, y con un único número AS que lo distingue de los demás sistemas autónomos del mundo.

2.9.4 Tipos de Enrutamiento

La mayoría de los algoritmos de enrutamiento pertenecen a una de estas dos categorías:

- Vector-distancia
- Estado del enlace

El método de enrutamiento por vector-distancia determina la dirección (vector) y la distancia hacia cualquier enlace en la red. El método de estado del enlace, también denominado "primero la ruta más corta", recrea la topología exacta de toda la red [12].

2.9.4.1 Enrutamiento por Vector-distancia

Los protocolos de enrutamiento por vector-distancia envían copias periódicas de las tablas de enrutamiento de un *router* a otro siempre que estos estén directamente conectados. Estas actualizaciones periódicas entre *routers* informan de los cambios de topología. Los algoritmos de enrutamiento basados en el vector-distancia también se conocen como algoritmos *Bellman-Ford*.

El algoritmo finalmente acumula información acerca de las distancias de la red, la cual le permite mantener una base de datos de la topología de la red. Sin embargo, los algoritmos de vector-distancia no permiten que un *router* conozca la topología exacta de una red, ya que cada *router* solo ve a sus *routers* vecinos.

Las tablas de enrutamiento incluyen información acerca del costo total de la ruta (definido por su métrica) y la dirección lógica del primer *router* en la ruta hacia cada una de las redes indicadas en la tabla.

2.9.4.2 Enrutamiento por Estado de Enlace

El segundo algoritmo básico que se utiliza para enrutamiento es el algoritmo de estado del enlace. Los algoritmos de estado del enlace también se conocen como algoritmos Dijkstras o SPF ("primero la ruta más corta"). Los protocolos de enrutamiento de estado del enlace mantienen una base de datos compleja, con la información de la topología de la red. El algoritmo de vector-distancia provee información indeterminada sobre las redes lejanas y no tiene información acerca de los *routers* distantes [12]. El algoritmo de enrutamiento de estado del enlace mantiene información completa sobre *routers* lejanos y su interconexión.

2.9.5 Tipos de Protocolos

Un *router* puede utilizar un protocolo de enrutamiento de paquetes IP para llevar a cabo el enrutamiento. Esto lo realiza mediante la implementación de un algoritmo de enrutamiento específico y emplea la capa de interconexión de redes del conjunto de protocolos TCP/IP. Algunos ejemplos de protocolos de enrutamiento de paquetes IP son:

- El Protocolo de información de enrutamiento (**RIP**) fue descrito originalmente en el RFC 1058. Sus características principales son las siguientes [12]:
 - Es un protocolo de enrutamiento por vector-distancia.
 - Si el número de saltos es superior a 15, el paquete es desechado.
 - Por defecto, se envía un *broadcast* de las actualizaciones de enrutamiento cada 30 segundos.

- El Protocolo de enrutamiento interior de *Gateway* (**IGRP**) es un protocolo patentado desarrollado por Cisco. Entre las características de diseño claves del IGRP se destacan las siguientes [12]:
 - Es un protocolo de enrutamiento por vector-distancia.
 - Se considera el ancho de banda, la carga, el retardo y la confiabilidad para crear una métrica compuesta.
 - Por defecto, se envía un *broadcast* de las actualizaciones de enrutamiento cada 90 segundos.
- El protocolo público conocido como "Primero la ruta más corta" (**OSPF**) es un protocolo de enrutamiento de estado del enlace no patentado. Las características clave del OSPF son las siguientes:
 - Usa el algoritmo SPF para calcular el costo más bajo hasta un destino.
 - Las actualizaciones de enrutamiento producen un gran volumen de tráfico al ocurrir cambios en la topología.
- El **EIGRP** es un protocolo mejorado de enrutamiento por vector-distancia, patentado por CISCO. Las características claves del EIGRP son las siguientes:
 - Utiliza una combinación de los algoritmos de vector-distancia y de estado del enlace.
 - Utiliza el Algoritmo de actualización difusa (DUAL) para el cálculo de la ruta más corta.

2.10 Planificación y Cableado de Redes

Para que una red funcione correctamente es necesario que se realice una planificación previa que tome en cuenta todos los aspectos importantes que formaran parte de dicha interconexión, es importante conocer a fondo los dispositivos que se van a utilizar y los medios a través de los cuales estos equipos se conectarán.

En este punto se examinará diferentes medios y los distintos roles que desempeñan en torno a los dispositivos que conectan. Se identificarán los cables

necesarios para lograr conexiones LAN y WAN exitosas, además de los dispositivos que forman parte de una red y sus características.

2.10.1 Dispositivos Presentes en una Red

Dentro de una red existen una gran cantidad de dispositivos que permiten la comunicación entre dispositivos finales. Estos dispositivos cumplen funciones de seguridad, enrutamiento, transporte, etc.

Para crear una LAN es necesario seleccionar los dispositivos necesarios para poder conectar los dispositivos finales (computadoras, impresoras, PDA, etc.) a la red, entre estos equipos se encuentran los siguientes:

- **Hub:** Un *hub* recibe una señal, la regenera y la envía a todos los puertos a los cuales está conectado. El uso de *hubs* crea un bus lógico. Esto significa que la LAN utiliza medios de acceso múltiple. Los puertos utilizan un método de ancho de banda compartido y a menudo disminuyen su rendimiento en la LAN debido a las colisiones y a la recuperación. Si bien se pueden interconectar múltiples *hubs*, éstos permanecen como un único dominio de colisiones.
- **Switch:** Un *switch* recibe una trama y regenera cada bit de la trama en el puerto de destino adecuado. Este dispositivo se utiliza para segmentar una red en múltiples dominios de colisiones. A diferencia del *hub*, un *switch* reduce las colisiones en una LAN. Cada puerto del *switch* crea un dominio de colisiones individual. Esto crea una topología lógica punto a punto en el dispositivo de cada puerto. Además, un *switch* proporciona ancho de banda dedicado en cada puerto y así aumenta el rendimiento de una LAN. El *switch* de una LAN también puede utilizarse para interconectar segmentos de red de **diferentes velocidades.**

Generalmente, los *switches* se eligen para conectar dispositivos a una LAN. Si bien un *switch* es más costoso que un *hub*, resulta económico al considerar su confiabilidad y rendimiento mejorados. Existe una variedad de *switches* disponibles con distintas características que permiten la interconexión de múltiples computadoras en el entorno empresarial típico de una LAN.

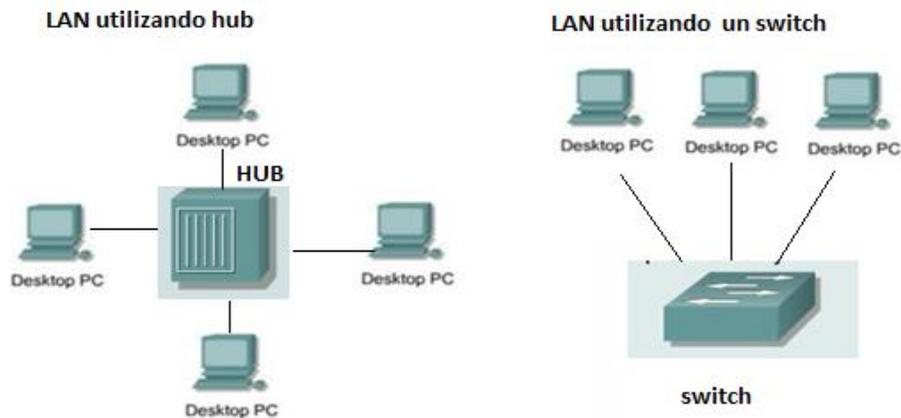


Figura 9. Dispositivos de interconexión en una LAN.

Fuente: http://tiredesyalgomas.blogspot.com/2010_04_01_archive.html. Consulta: 2013

- **Router**: El *router* es un dispositivo de capa de red que usa una o más métricas para determinar la ruta óptima a través de la cual se debe enviar el tráfico de la red. Estos equipos envían paquetes desde una red a otra basándose en la información de la capa de red. Un *router* conecta múltiples redes, esto significa que tiene varias interfaces, cada una de las cuales pertenece a una red IP diferente.

A continuación se presenta una imagen de la vista posterior de un *Router*, en esta imagen se pueden ver los puertos que posee, en los extremos se encuentran las HWIC (*High speed WAN Interface Card*, tarjeta de interfaz WAN de alta Velocidad), para enlaces *Ethernet* (Izquierdo) y enlaces seriales (derecho) también se pueden ver los puertos Fast *Ethernet*, auxiliar, consola, USB. [13]

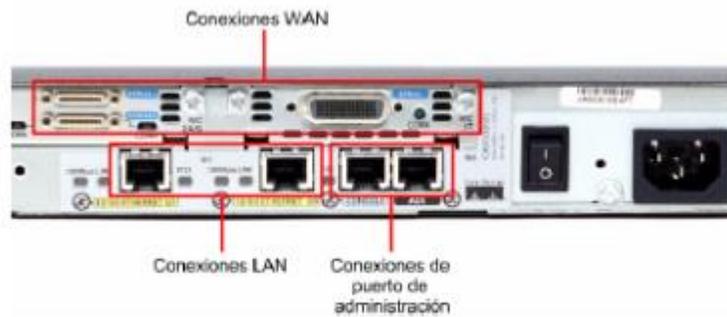


Figura 10. Vista posterior de un Router.

Fuente: <http://tecnologia-informacion-ciencia.blogspot.com/p/que-es-un-router-y-para-que-sirve.html> Consulta: 2013

2.10.2 Factores que Intervienen en la Selección de Dispositivos

Según el dispositivo a utilizar se toman en cuenta varios aspectos. Estos factores son los siguientes: costo, velocidad y tipos de puertos e interfaces, capacidad de expansión, facilidad de administración, etc.

Al momento de escoger un dispositivo es importante tomar en consideración los siguientes aspectos:

Costo: El costo de un *switch* se determina según sus capacidades y características. La capacidad del *switch* incluye el número y los tipos de puertos disponibles además de la velocidad de conmutación. Otros factores que afectan el costo son sus capacidades de administración de red, las tecnologías de seguridad incorporadas y las tecnologías de conmutación avanzadas opcionales.

Al utilizar un simple cálculo de "costo por puerto", en principio puede parecer que la mejor opción es implementar un *switch* grande en una ubicación central. Sin embargo, este aparente ahorro en los costos puede contrarrestarse por el gasto generado por las longitudes de cable más extensas que se necesitan para conectar cada dispositivo de la LAN a un *switch*. Esta opción debe compararse con el

costo generado al implementar una cantidad de *switches* más pequeños conectados a un *switch* central con una cantidad menor de cables largos.

Otra consideración en los costos es cuánto invertir en redundancia. El funcionamiento de toda la red física se ve afectada si existen problemas con un *switch* central único.

Velocidad y tipos de puertos e interfaces: la velocidad siempre es un factor importante en un entorno LAN, existen tarjetas de interfaz de red que permiten velocidades desde 10 Mbps hasta 1 Gbps. Este es un factor determinante ya que permite a la red evolucionar sin reemplazar a los dispositivos centrales. Otro aspecto fundamental radica en la cantidad y tipos de puertos, estos varían de acuerdo a los requerimientos del enlace y del usuario, estos pueden ser puerto UTP (cobre) o de fibra óptica.

Al seleccionar un *router*, sus características deben coincidir con su propósito. Al igual que el *switch*, también deben considerarse las velocidades, los tipos de interfaz y el costo. Los factores adicionales para elegir un *router* incluyen:

Capacidad de expansión: Los dispositivos de red, como los *routers* y *switches*, forman parte tanto de las configuraciones físicas modulares como de las fijas. Las configuraciones fijas tienen un tipo y una cantidad específica de puertos o interfaces. Los dispositivos modulares tienen ranuras de expansión que proporcionan la flexibilidad necesaria para agregar nuevos módulos a medida que aumentan los requisitos. La mayoría de estos dispositivos incluyen una cantidad básica de puertos fijos además de ranuras de expansión. Se debe tener precaución al seleccionar las interfaces y los módulos adecuados para los medios específicos ya que los *routers* pueden utilizarse para conectar diferentes cantidades y tipos de red.

Características del sistema operativo: Según la versión del sistema operativo, el *router* puede admitir determinadas características y servicios, como por ejemplo: Seguridad, Calidad de servicio (QoS), Voz sobre IP (VOIP), Enrutamiento de varios protocolos de la Capa 3, Servicios especiales como Traducción de direcciones de red (NAT) y Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP).

2.10.3 Interfaces de los Dispositivos

Al realizar conexiones entre dispositivos es importante conocer sus interfaces y en que entorno se utilizan.

2.10.3.1 Interfaces LAN: *Ethernet*

La interfaz *Ethernet* se utiliza para conectar cables que terminan con dispositivos LAN, como computadoras y *switches*. La interfaz también puede utilizarse para conectar *routers* entre sí.

2.10.3.2 Interfaces WAN: Seriales

Las interfaces WAN seriales se utilizan para conectar los dispositivos WAN a la CSU/DSU. CSU/DSU es un dispositivo que se utiliza para realizar una conexión física entre las redes de datos y los circuitos de proveedores de WAN. Las interfaces WAN se usan para conectar los *routers* a redes externas, generalmente entre una mayor distancia geográfica. La encapsulación de Capa 2 puede ser de diferentes tipos, como PPP, *Frame Relay* y HDLC (Control de enlace de datos de alto nivel). Al igual que las interfaces LAN, cada interfaz WAN tiene su propia dirección IP y máscara de subred, que la identifica como miembro de una red específica.

2.10.3.3 VPLS

VPLS (*Virtual Private LAN Service*) es la tecnología de red para ofrecer servicios *Ethernet* basados en comunicaciones multipunto a multipunto sobre redes IP/MPLS. Esto quiere decir que con un VPLS, la red de área local o LAN llega hasta cada sede de la empresa a través de la interfaz del proveedor del servicio. VPLS es la versión de MPLS para *Metro Ethernet*.

Diseñada para proporcionar conectividad Ethernet entre cualquier extremo con altos niveles de granularidad y ancho de banda, su objetivo es superar las limitaciones de tecnologías anteriores, como ATM y *Frame Relay*, proporcionando un servicio WAN totalmente mallado e independiente de protocolos.

Las ventajas de este tipo de servicios son las siguientes:

- Se reduce la curva de aprendizaje: la tecnología de red es la misma tanto para LAN como para WAN, luego el cliente no tiene que aprender tecnologías complejas exclusivas de las redes de operadores.
- Se reduce la inversión y el gasto del cliente: no es necesaria la utilización de *routers* en las diferentes sedes, se pueden interconectar con los mismos conmutadores de la red de área local.
- Los esquemas se simplifican: no es necesario pensar en la topología de la red porque desde el primer momento existe conectividad entre todas las sedes y simplifica el esquema de la red del cliente.
- Es posible extender diferentes redes LAN virtuales: muchos administradores de redes segmentan la red en distintos dominios de nivel 2 por motivos de seguridad y calidad de servicio. A menudo estas distintas redes obedecen a perímetros de seguridad diferentes separados por elementos cortafuegos. De esta forma se limita o controla el acceso local de cualquier usuario a sistemas críticos o información restringida.

- Facilita el acceso a los servicios centralizados a todas las sedes de la empresa: gracias a la ampliación de la conectividad entre las sedes, se pueden extender todos los servicios y aplicaciones de la sede principal.
- Mejora la flexibilidad y la recuperación de desastres: es posible trasladar equipos y servidores de una sede a otra sin modificar la configuración.
- La potencia de Gigabit Ethernet: La tecnología *Ethernet* no ha parado de evolucionar a lo largo de los años. Uno de los aspectos más destacados ha sido el aumento de la velocidad de las interfaces *Ethernet* hasta los 10Gb/s.
- Aumenta la disponibilidad de los servicios: En muchos casos, las redes de las empresas no se pueden permitir una interrupción en su funcionamiento. Los servicios VPLS que funcionan con una red troncal MPLS se pueden configurar con redundancia de caminos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe el nivel, tipo y diseño de la investigación, la cual se encuentra bajo la modalidad de Proyecto Factible, debido a que se plantea la elaboración de una propuesta viable para la solución de un problema.

El Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales de la U.P.E.L (2012), expresa:

“El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.” (Pág 13).

3.1 Tipo de Investigación

La actual investigación se encuentra enmarcada dentro de varios tipos de niveles: dentro del nivel tipo descriptiva, apoyado en la investigación documental, por ser tomado un proceso, el cual corresponde al de la problemática tratada; dentro del nivel tipo proyectiva apoyado en la realización del plan de implementación de la migración a realizar.

Según Fideas Arias (1999) “la investigación de tipo descriptiva se encarga de buscar por él por qué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto” (Pág 54).

Según Hurtado (2008) manifiesta que la investigación proyectiva “consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución”.

3.2 Diseño de Investigación

La presente investigación se trata de una tipo mixta, ya que abarca la investigación documental que es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos documentos, así mismo como la investigación de campo ya que la recolección de datos se realiza directamente donde ocurren los hechos.

3.3 Descripción, Procedimiento y Desarrollo de Actividades

En el presente trabajo de grado se pretende implementar la tecnología *Metro Ethernet* en la red de agencias de Banesco Banco Universal, con el propósito de cumplir con los requerimientos de calidad de servicio que brinda la Organización a sus clientes. Esta implementación se realizó para ampliar el servicio de red y así mejorar los tiempos de respuesta, ya que el ancho de banda proporcionado por la tecnología actual no cubría la demanda, ocasionando retardos en las actividades cotidianas de las Agencias.

Las fases se dividieron de la siguiente manera:

3.3.1 Fase 1: Levantamiento de Información

- **Revisión Bibliográfica:** para realizar el levantamiento de información se realizó un análisis detallado de las tecnologías relacionadas con el trabajo de grado, se estudiaron los conceptos básicos de las tecnologías *Frame Relay* y *Metro Ethernet*, así como las ventajas y desventajas de las mismas.

- Necesidades de la Red Actual: las necesidades se extrajeron de informes realizados por el personal de la Gerencia de Gestión de Redes de Banesco Banco Universal, tomando en cuenta ciertos aspectos como lo son: la obsolescencia, ancho de banda utilizado, ofrecido y solicitado, entre otros.

3.3.2 Fase 2: Visitas de Inspección Técnica.

Durante este periodo se realizaron visitas técnicas con el apoyo del personal del área, tanto en las localidades remotas (Agencias Bancarias) como en la Sede Principal (Data Center), obteniendo de esta manera los requerimientos necesarios para implementar la tecnología *Metro Ethernet*.

Los requerimientos se pueden enumerar de la siguiente manera:

3.3.2.1 Adecuaciones Sede Principal (Data Center)

- Router Principal Banesco: se determinó que el *router* principal requería la actualización de la versión del Sistema Operativo, además de la instalación de una Tarjeta *Metro Ethernet* para las conexiones de las mismas.

Luego de evaluar las opciones presentadas por el proveedor CISCO, la tarjeta seleccionada fue el modelo 7600-ES+20G3C, la cual posee las siguientes características:

1. Cuenta con una arquitectura distribuida ya que contiene un CPU propio, lo que trae como beneficio que el envío de paquetes se realice a nivel de hardware y en consecuencia no se consuman los recursos ni del CPU y del *router*.
2. La tarjeta permite un manejo de grandes números de colas, lo cual resulta esencial debido a la cantidad de agencias que tiene la

Organización (500 aproximadamente), adicionalmente proporciona el beneficio de soportar Calidad y Servicio (QoS) y garantizar el correcto funcionamiento de cada una de las aplicaciones utilizadas dentro de la red.

3. Otra característica que presenta esta tarjeta es el manejo independiente de VLANs, es decir, la base de datos de VLANs de la tarjeta es independiente a la base de datos de VLANs del *router*.

Tabla 2. Especificaciones de la Tarjeta

Product Specifications	
MANUFACTURER	CISCO
MANUFACTURER PART #	7600-ES+20G3C=
PRODUCT DESCRIPTION	7600 ES+ LINE CARD 20XGE SFP WITH DFC 3C
DEVICE TYPE	SWITCH - MANAGED
FORM FACTOR	PLUG-IN MODULE
APPROXIMATE DIMENSIONS (WXDXH)	15.4 IN X 16 IN X 1.7 IN
APPROXIMATE WEIGHT	11.7 LBS
RAM	512 MB
PORTS QTY	20 X ETHERNET 1000BASE-X
DATA TRANSFER RATE	1 GBPS
DATA LINK PROTOCOL	GIGABIT ETHERNET
REMOTE MANAGEMENT PROTOCOL	SNMP, RMON, SMON
FEATURES	LAYER 2 SWITCHING, VLAN SUPPORT, DIFFSERV SUPPORT, WEIGHTED RANDOM EARLY DETECTION (WRED), ACCESS CONTROL LIST (ACL) SUPPORT, QUALITY OF SERVICE (QOS)
BUNDLED WITH	CISCO DISTRIBUTED FORWARDING CARD DFC-3C

Fuente: www.cisco.com

- **Energía:** se realizaron sesiones técnicas con personal del Área de Conservación de la Organización y se determinó que no era necesario realizar adecuaciones de energía en el Data Center de Sede Principal como el de las Agencias, ya que las fuentes actuales soportan la carga del equipo con esta nueva tarjeta.
- **Cableado:** se realizaron sesiones técnicas con el personal del Área de Soporte y Cableado de la Organización y con el Proveedor de Servicio a fin de validar y realizar los ajustes necesarios para la interconexión entre el equipo *Router Core* de la Organización y el equipo donde el Proveedor de Servicio entrega *Metro Ethernet*.
 - a) **Tipo de cable:** fue realizado el tendido del cableado UTP categoría 6, este tipo de cable es utilizado puesto que es un estándar de cable

para Gigabit Ethernet y otros protocolos de redes que es retrocompatible con los estándares de categoría 5 y 3, esta categoría de cable posee características y especificaciones para la diafonía y ruido, alcanza frecuencias hasta 250 MHz en cada par y una velocidad de 1Gbps

- b) Metraje: la cantidad de metros utilizado fue de 15 mts, medida suficiente para su correcto funcionamiento ya que el cable no debe estar torcido o doblado.

3.3.2.2 Adecuaciones Agencias Bancarias (Sitio Remoto)

Para implementar el enlace *Metro Ethernet* en el lado remoto fue necesario que el Proveedor de Servicio incorporara un nuevo equipo de comunicación que actuará como Última Milla, para ello se efectuaron los siguientes ajustes:

- Espacio Físico: para la ubicación del nuevo equipo se realizaron las inspecciones previas para cada agencia y validar si se contaba con el espacio físico disponible en el rack.
- Energía: se conversó con el Área de Conservación de la red de Agencias para consultar si los UPS de cada sitio contaba con capacidad para soportar la carga del equipo a incorporar (Toma de 120VAC y toma de tierra (< 2ohms) para protección de equipos).
- Factibilidad del par de cobre: se coordinaron las visitas técnicas por parte de soporte técnico de agencias para certificar la disponibilidad de un par de cobre necesario para que el proveedor de servicio realice la conexión de su equipo de comunicación (Última Milla).
- Modelo de Router: se verificó el modelo del *router* presente en la agencia para comprobar disponibilidad del puerto de red.

3.3.3 Fase 3: Diseño del Plan de Implementación de las nuevas tecnologías en la red de agencias.

Para realizar el diseño del plan de implementación fue necesario estudiar la situación actual de la red de la Organización, esto con el fin de evaluar la incorporación de la tecnología *Metro Ethernet* en la infraestructura.

Actualmente la Organización presenta una red basada en enlaces *Frame Relay*, la cual interconecta todos sus nodos con la Sede Principal, esta red WAN se encuentra dividida en cinco (5) regiones según su posición geográfica: Centro Occidental Andina, Zulia-Falcón, Centro Los Llanos, Oriente y Metropolitana (Sede Principal).

Además cada región posee al menos dos enlaces al *Data Center* que se encuentren en área Metropolitana, la cual concentra todos los servicios ofrecidos por la Organización en una arquitectura centralizada que es transportada por la red de datos *Frame Relay* ofrecida por CANTV.

La tecnología *Frame Relay* implementada en las agencias ofrece un máximo de ancho de banda de 512 Kbps por enlace, lo que hace que cada nuevo servicio solicitado al proveedor deba ser entregado por otro nuevo enlace, siendo esta una de las limitantes tanto físicas como lógicas para el negocio.

En la figura 11 se ilustra la Red actual de la Organización. Se puede observar el enlace *Frame Relay* proporcionado por el proveedor y como se encontraba implementado.

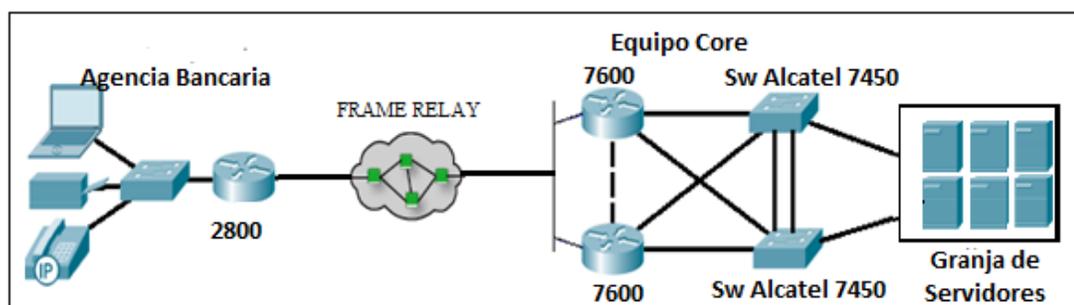


Figura 11. Configuración Actual de la Red
Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.1 Requerimientos Técnicos utilizados en la Implementación

Se dispone a migrar quinientas (500) agencias de *Frame Relay* a la tecnología *Metro Ethernet*: 496 a una velocidad de 1Mbps, Plan Oro (Plan de Servicio), VPLS, vía cobre y 4 regionales a una velocidad de 6Mbps, Plan Oro, VLL, vía cobre, todos con interconexiones a la Sede Principal de Banesco a través de un enlace principal *ME* vía fibra óptica con redundancia de acceso en fibra, central y ruta.

- Lado Sede Principal
 - Se dispone de un acceso para el servicio de 500 Mbps, utilizando la misma infraestructura de red instalada por el proveedor. Actualmente en el Data Center de la Sede Principal se cuenta con un *Switch* Alcatel 7450 provisto por el proveedor de servicio, con interfaces a velocidades de 10/100 Mbps y 10 Gbps, conectores lógicos SFP (Small form factor pluggable) e interfaces con alcances de conexión de hasta 70 Km.
 - Equipo *Router* CISCO Serie 7600 que actúa como *Capa Core* de la red WAN de la Organización.

- Tarjeta “7600-ES+20G3C”, la cual se incluyó en el *router* CISCO Serie 7600 para la conectividad *Metro Ethernet* entre el Proveedor y la *Capa Core* de la Organización.

- Lado Remoto (Agencias)
 - CANTV instaló en cada agencia un equipo marca One Access, modelo 1424 con 4 puertos Fast Ethernet, 1 Fast Ethernet uplink, 1 puerto de consola.
 - *Router* CISCO serie 2800 y 2900 con versión de Sistema Operativo 12.4.25c(MD) y 15.0(1r)(M16) respectivamente, que posee dos interfaces Fast Ethernet o Giga Ethernet dependiendo del modelo del *router* conectado.

- Consideraciones Generales
 - Calidad de Servicio (QoS): se dispone de QoS en la red, de tal forma que garantiza el buen funcionamiento de las aplicaciones que requieran prioridad en el uso del ancho de banda. La Calidad de Servicio que es utilizada por los equipos es diseñada por el personal de la Gerencia de Gestión de Redes con el apoyo de CISCO.
 - En la arquitectura diseñada se comprueba la interoperabilidad con los otros Proveedores de la red de la Organización.
 - Se cuenta con enlaces redundantes para ofrecer alta disponibilidad en servicio.

3.3.3.2. Diseños Propuestos

a) Diseño Lógico

Inicialmente se analizaron dos tipos de diseños lógicos posibles para esta implementación, estas opciones fueron ofrecidas por el Proveedor y se basan principalmente en cómo van estar organizadas las agencias en cuanto a sus conexiones lógicas. Las opciones de topologías planteadas fueron las siguientes:

- ✓ Un (1) VLAN para cada Agencia (1 a 1).
- ✓ Un (1) VLAN para múltiples Agencias (1 a N).

Las topologías presentadas fueron las siguientes:

- Un (1) VLAN por agencia, como se muestra en la Figura 12.

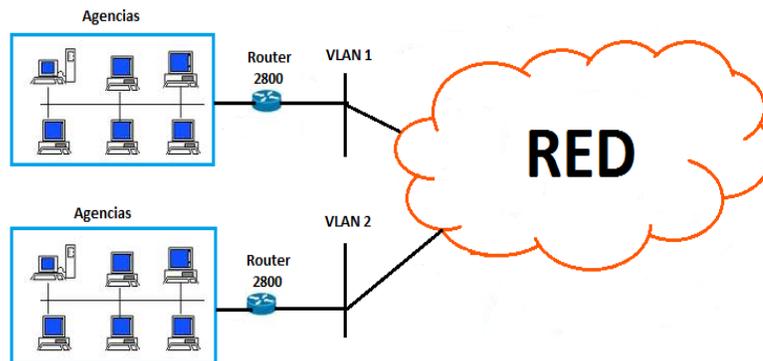


Figura 12. Diagrama Topológico Planteado
Fuente: Elaboración Propia

- Un (1) VLAN por varias agencias, como se muestra en la Figura 13.

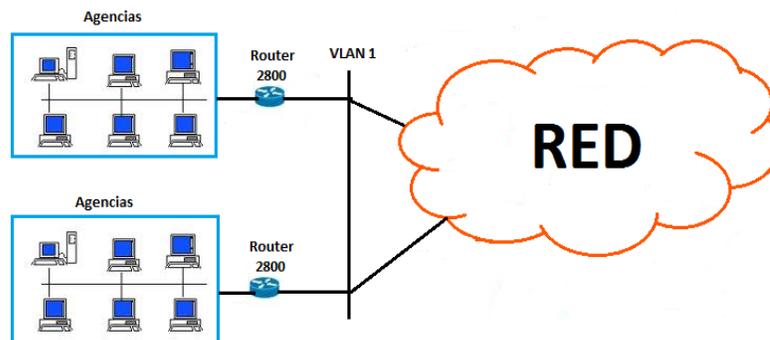


Figura 13. Diagrama Topológico Planteado
Fuente: Elaboración Propia

b) Diseño Físico

En la figura se ilustra la conexión entre ambas localidades, lado Remoto (Agencias) y Sede Principal.

Se puede observar que el enlace *ME* provisto por CANTV a la agencia llega a través del One Access, quien se interconecta a la nube para el transporte de datos hacia la Sede Principal, donde se encuentra un *switch* Alcatel 7450, el cual entregará la solución *ME* al *router* principal.

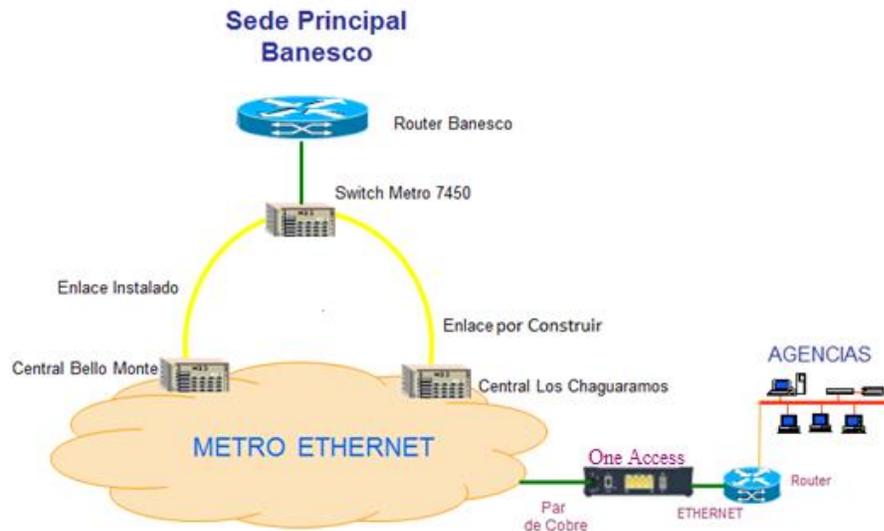


Figura 14. Incorporación de *Metro Ethernet* en la Red
Fuente: Elaboración Propia

3.3.4 Fase 4: Instalación y Configuración de Equipos de Comunicación

Una vez coordinado con el proveedor las ventanas de cambio tanto en la Sede Principal como en las agencias, se procedió a la instalación y la configuración de los equipos con los que se prestará servicio.

3.3.4.1 *Router Principal:*

- a) Actualización del Sistema Operativo: era necesario actualizar el IOS del *router core* para la corrección de errores del sistema y para que pudiera reconocer la tarjeta que se va a incorporar. La actualización del mismo trae como beneficio mejora en el área de seguridad, voz, alta disponibilidad, enrutamiento IP, QoS, y redes virtuales privadas. Esto es importante para lograr un mejor desempeño en la red, acoplándose sin ningún tipo de problemas a la nueva tecnología.
- b) Instalación de la tarjeta *ME* en el *Router Principal*: Fue necesario instalar la tarjeta en el *router* para recibir la solución *ME* provista por CANTV. A continuación se describen los pasos para la instalación:

Paso 1: Manipulación e Inserción de la tarjeta 7600-ES+20G3C:

Todas las tarjetas *ME* de los *routers* CISCO 7600 poseen un circuito impreso el cual está instalado sobre una placa de metal la cual es sensible a descargas electroestáticas que pueden dañarla. Para evitar estos daños se cumplieron con las siguientes precauciones:

- Usar siempre una banda colocada en la muñeca o en el tobillo del profesional que manipulará la tarjeta, conectarla a un chasis con el fin de hacer tierra.
- Manipular la tarjeta sólo por los bordes, evitando hacer contacto con el circuito impreso y/o los conectores.
- Evitar el contacto directo entre el circuito impreso y la ropa, la descarga de voltaje electroestático en la ropa puede causar daño a la persona.
- Nunca intente remover el circuito impreso de su base metálica.
- Para mayor seguridad, se debe chequear periódicamente el valor de la resistencia eléctrica a la banda antiestática, este valor debe estar entre 1 y 10Mohms.

Cuando un *slot* (ranura) no está en uso se debe instalar una placa de relleno para que el equipo se ajuste a la interferencia electromagnética y para permitir una ventilación a través de los módulos instalados, esta debe removerse en caso de instalar una tarjeta en dicha ranura.

En la Figura 15 se ilustra cómo debe ser el contacto entre la persona y la tarjeta *ME* que va a ser instalada, además, se puede ver la banda antiestática necesaria para la instalación.

Paso 3: Verificación de la instalación

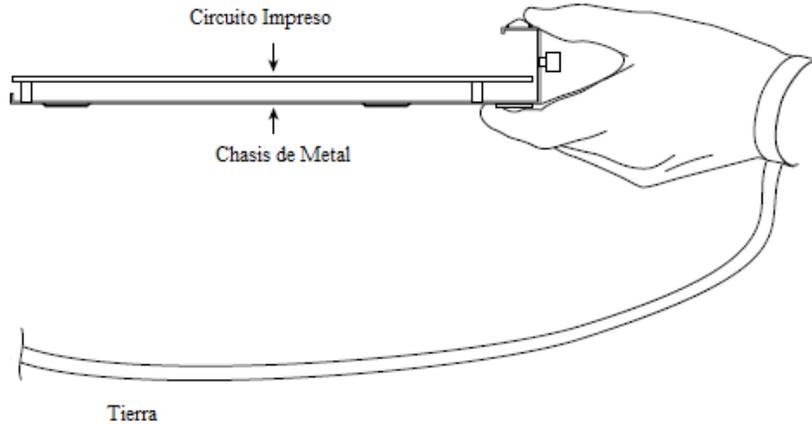


Figura 15. Manipulación de la Tarjeta ME

Fuente: www.cisco.com.ve

Paso 2: Activación de la Tarjeta:

Para la activación de la tarjeta después de haber sido instalada fue necesario introducir el comando de configuración global **power enable module** en la interfaz de configuración del equipo.

Tabla 3. Activación de la Tarjeta ME

Comando	Propósito
<i>Router</i> (config)# power enable module slot	Activar la tarjeta <i>ME</i> en la ranura donde fue introducida en el equipo. <i>slot</i> — Numero de la ranura en el chasis del equipo donde fue instalada la tarjeta.

Fuente: www.cisco.com.ve

Paso 3: Verificación de la instalación

Para la verificación de la activación y apropiada operación de la tarjeta se introdujo el comando **#show module** y se observó el “ok ” en el campo *status*.

3.3.4.2 Agencias Bancarias

- a) Instalación del One Access: Una vez realizadas las adecuaciones por el personal de soporte de agencias de la organización, el proveedor de servicio CANTV fue el encargado de instalar, configurar y comprobar operatividad del equipo One Access, el cual trabaja como equipo de última milla.
- b) Actualización de *Routers*: En esta etapa se realizó la verificación de los modelos de *router* de cada una de las agencias para determinar si contaban con puerto LAN disponible para la conexión del equipo de comunicación del proveedor. En aquellas localidades donde había instalado un *router* que no disponía de puerto LAN, el mismo se reemplazó por un modelo superior. Para seleccionar este nuevo modelo se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: tipo de interfaz, número de interfaces disponibles, tecnologías y servicios que soporta.

Entre los equipos evaluados, el proveedor recomendó dos (2) que cumplieran con los requerimientos necesarios en cuanto a sus capacidades y características, los cuales son:

- *Router* CISCO 2800
 - *Router* CISCO 2900
- c) Configuración de Equipos: La configuración de los equipos se realizó de la siguiente manera, se utilizó el puerto de consola de los dispositivos para poder acceder al modo de configuración de los mismos y aplicarle la configuración deseada. El puerto de consola se usa para conectar un terminal o con más frecuencia una PC que ejecuta un software emulador de terminal (*Secure CRT*), para configurar el *router* sin necesidad de acceso a la red. Este puerto es el que se usa durante la configuración inicial del *router*.

Los pasos fueron los siguientes:

Inicialmente se introdujo el siguiente comando para poder entrar al modo de configuración global del equipo, en este modo se logra configurar interfaces, protocolos de enrutamiento, etc.

```
Router# configure terminal
Entrar al modo configuración en modo privilegiado
Router(config)#
Se configuran las interfaces que se van a utilizar con sus
direcciones IP, mascara, etc.
Router(config)# interface GigaEthernet x/x
Router(config-if)# description VLAN IFP HACIA XXX
Router(config-if)# encapsulation dot1Q NVLAN
Router(config-if)# ip address A.B.C.D 255.255.255.XXX
Router(config-if)# service-policy output MQC-SHAPING-1MBPS
```

Leyenda:

NVLAN: Numero de la VLAN Asignada.

A.B.C.D: Dirección IP que este dentro de la VLAN.

XXX: Numero de sistema EIGRP

service-policy output MQC-SHAPING-1MBPS: Política para garantizar el

AB.

network a.b.c.d: red IP del segmento asignado.

```
2900_occa_2122#sh vers
2900_occa_2122#sh version
Cisco IOS Software, C2900 Software (C2900-UNIVERSALK9-M), Version 15.2(1)T3,
RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2012 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Thu 23-Aug-12 22:54 by prod_rel_team

ROM: System Bootstrap, Version 15.0(1r)M16, RELEASE SOFTWARE (fc1)

2900_occa_2122 uptime is 4 days, 46 minutes
System returned to ROM by reload at 15:21:32 CCS Wed Apr 24 2013
System restarted at 15:25:37 CCS Wed Apr 24 2013
System image file is "flash0:c2900-universalk9-mz.SPA.152-1.T3.bin"
Last reload type: Normal Reload
Last reload reason: Reload Command
This product contains cryptographic features and is subject to United
States and local country laws governing import, export, transfer and
use. Delivery of Cisco cryptographic products does not imply
third-party authority to import, export, distribute or use encryption.
Importers, exporters, distributors and users are responsible for
compliance with U.S. and local country laws. By using this product you
agree to comply with applicable laws and regulations. If you are unable
to comply with U.S. and local laws, return this product immediately.

A summary of U.S. laws governing Cisco cryptographic products may be found at:
http://www.cisco.com/wwl/export/crypto/tool/stqrg.html

If you require further assistance please contact us by sending email to
```

Figura 17: Vista a la versión del IOS

Fuente: Elaboración Propia

Configuración del Protocolo de Enrutamiento EIGRP

Para un mejor desempeño de la red, se implementó un protocolo de enrutamiento EIGRP que permite una rápida actualización de las tablas de enrutamiento en cada uno de los *routers*, en caso de fallas en la red.

La configuración del protocolo EIGRP se realizó utilizando los comandos que se muestran en la figura 18, en cada uno de los *routers* como se muestran a continuación:

```
Router(config-if)# Router eigrp X.X.X
```

Router(config-if-router)# network a.b.c.d 0.0.0.x

```
Router(config)#router eigrp 10
Router(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.3
Router(config-router)#network 10.10.8.0 0.0.0.3
Router(config-router)#
Router(config-router)#
Router(config-router)#exit
```

Figura 18. Ejemplo de Configuración del protocolo de enrutamiento EIGRP en el Router.
Fuente: Elaboración Propia

3.3.5 Fase 5: Migración y Certificación de la Tecnología

Para la migración de *Frame Relay* a *Metro Ethenet*, se trabajó con personal de CANTV y de soporte técnico de la Organización en lado remoto (Agencias), por el lado de Sede Principal se contaba con el personal de la Gerencia de Control de Redes, todos comunicados vía telefónicamente, simultáneamente el personal de CANTV realiza las conexiones necesarias para la migración.

Una vez implementado el enlace *ME*, se procedió a comprobar su correcto funcionamiento, a través de las siguientes pruebas de comunicación:

- a) Una vez que se encienden los equipos con las nuevas conexiones, el personal de la Gerencia de Gestión de Redes realiza las verificaciones a través de los comandos “*Show running config* o *Show interfaces*”; con estos comandos podemos observar si el enlace se encuentra arriba y el comportamiento del tráfico, tanto de entrada como de salida. También se utilizan estos comandos para la verificación *Show ip eigrp neighbor* para verificar que la vecindad se encuentra establecida, en caso contrario revisar las configuraciones y solicitar al proveedor la revisión de las VLANS.
- b) Luego de verificar el enlace, se realizó la verificación de la calidad de servicio configurada en los *routers* de las agencias, comparándolos con el plan de servicio adquirido a través del proveedor de servicios CANTV.

- c) Luego se verificó la redundancia de los enlaces, esto se realizó deshabilitando el enlace *ME* para verificar que el enlace *FR* aún se encuentra en funcionamiento, esto se realiza con el fin de tener algún enlace habilitado en algún momento de falla.
- d) Luego con la herramienta de monitoreo “*Entuity*” se observa el comportamiento del tráfico, consumo del enlace, porcentaje de utilización y visualización de los problemas en la red, se realizó un estudio observando el comportamiento del tráfico y de los paquetes de entrada y de salida en la agencia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Las tecnologías y los servicios basados en *Ethernet* ofrecen a las empresas una alternativa real de flexibilidad de ancho de banda y sensibilidad al tráfico, tal como requieren las aplicaciones de negocios y la economía de hoy en día.

Los servicios de transporte WAN de última generación, como *Ethernet* son tecnologías sumamente escalables y rentables, que ofrecen importantes ventajas frente a las redes tradicionales para administrar las conexiones y el tráfico entre las oficinas regionales y la oficina central.

Las similitudes entre *Metro Ethernet* y *Frame Relay* hacen que la migración sea muy simple. Ambas tecnologías utilizan grandes equipos de borde del proveedor (PE, *Provider Edge*), combinan interfaces más pequeñas y circuitos de tasa de transferencia (CIR, *committed information rate*) más bajos en troncales mayores para el transporte de datos a través de la red. Específicamente, *Ethernet* utiliza los Circuitos Virtuales *Ethernet* (EVC, *Ethernet Virtual Circuits*) para reemplazar los PVC de *Frame Relay*; el Identificador de Conexión *Frame Relay* (DLCI) es reemplazado por uno de Red Virtual *Ethernet* (VLAN), encaminando el tráfico de un lado al otro de la red, logrando así desarrollar las mismas topologías de redes clásicas: punto a punto, punto a multi-punto y totalmente mallada.

Dentro de los aspectos de la tecnología *Metro Ethernet*, quizás uno de los más destacables, es su escalabilidad, ya que permite una asignación de ancho de banda mucho más flexible (desde 1 Mbps hasta 10 Gbps en incrementos de 1 Mbps);

incluso puede ser ajustada bajo demanda del usuario. Desde la perspectiva del cliente, constituye una tecnología familiar basada en la utilización de hardware de bajo costo.

Algunos de los indicadores clave que señalaron que era necesario realizar la migración fueron:

- La actualización de un sistema de telefonía tradicional a un servicio de telefonía de voz sobre IP, que ahorre costos de comunicación interna y externa.
- La necesidad de implementar aplicaciones de colaboración en un ambiente totalmente mallado.
- La centralización de servidores en data centers.
- La utilización de video en las comunicaciones, entrenamientos y reuniones.
- La necesidad de priorización de las aplicaciones según su criticidad e importancia en el negocio.
- La necesidad de mantener alta disponibilidad de la red por ser un componente esencial de las operaciones diarias.
- La dificultad de reparar y mantener los dispositivos de acceso tradicionales (FRAD, etc.).

A continuación se presenta en la Tabla 4 una comparación entre las tecnologías *Metro Ethernet* y *Frame Relay*, mostrando en concreto sus características más importantes:

Tabla 4: Metro Ethernet vs Frame Relay

Características	Metro Ethernet	Frame Relay
Escalabilidad	1M a 10G	56K a 45M
QoS	Soportado	Limitado
Flexibilidad el Servicio	Alta	Baja
Eficiencia del Protocolo	Alta	Media
Optimizado para IP	Si	No
Aprovisionamiento	Rápido	Lento
Costo por Puerto	\$	\$\$
Costo por MB	\$	\$\$

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber estudiado y analizado la situación actual de la Organización en todos los aspectos relacionados con las adecuaciones necesarias para la migración (equipos, espacio físico, cableado, energía); tanto en las Agencias Bancarias como en la Sede Principal; se pudo determinar que los requerimientos para la ejecución de la misma fueron los siguientes:

1. Para Sede Principal

- *Switch* Alcatel 7450 es un *Switch* Ethernet que está diseñado para ofrecer aplicaciones en un ambiente de carrier. Tanto su arquitectura, orientada a los servicios, como sus características de Operación y

Mantenimiento, permiten al 7450 ofrecer servicios en forma eficiente y rentable, tales como: Ethernet Virtual Leased Line (VLL) para aplicaciones punto a punto. Virtual Private LAN Services (VPLS) para aplicaciones punto multipunto. Servicios de Internet de Alta Velocidad y aplicaciones Triple Play (voz, video y datos).

- Equipo *Router* Serie 7600 que actuará como *Capa Core* de la Red WAN de la Organización el cual se encuentra instalado.
- Tarjeta “7600-ES+20G3C”, la cual se encuentra instalada en el *router* CISCO 7600 para la conectividad *ME* entre el Proveedor y la *Capa Core* de la Organización.
- Sala Acondicionada: espacio físico, energía, A/A, seguridad, entre otros.
- Toma de 120VAC, con protección UPS.
- Toma de tierra (< 2 ohms), para la protección de los equipos.

2. Para las Agencias Bancarias

- One Access modelo 1424 con 4 puertos Fast Ethernet, 1 Fast Ethernet uplink, 1 puerto de consola, se basa en el software TDRE robusto, este sirve de puente y motor de enrutamiento, trabaja en el nivel 2 avanzado y capa 3. Sus funcionalidades Ethernet incluye el filtrado y vigilancia basada en sus características de capa 2 y 3, posee prioridad en vigilancia y la conformación de VLAN. Estas características responden plenamente a las necesidades de los operadores que despliegan el servicio de *ME* con un rendimiento de enrutamiento o puente bidireccional de 250Kpps, el 1424 maneja fácilmente todos los servicios de capa 2 y 3 incluso a 22Mbps.
- *Router* CISCO de la Serie 2800 ó 2900 con versión del sistema operativo 12.4.5c(MD) ó 15.0(1r)(M16), debe tener dos interfaces Fast Ethernet o Giga Ethernet dependiendo del modelo.

- Sala Acondicionada: espacio físico, energía, A/A, seguridad, entre otros.
- Toma 120 VAC, con protección UPS.
- Toma de tierra (< 2 ohms), para protección de equipos.

4.1 Ejecución del Plan de Implementación de la nueva tecnología en la red de Agencias.

El proceso de migración de *Frame Relay* a *Metro Ethernet* en las Agencias Bancarias quedó desarrollado de la siguiente manera.

1. Se realizaron diversas validaciones técnicas previas a la migración, las cuales consistieron en certificar la disponibilidad de: espacio físico para la instalación del One Access, localización del par de cobre y tomas eléctricas para la alimentación de los equipos.
2. Coordinación con los Gerentes de las agencias, para la instalación de los equipos en el cuarto de data por parte del proveedor CANTV.
3. El día de la migración se ejecutaron pruebas antes de realizar cualquier tipo de cambio: se corroboró con los funcionarios el correcto funcionamiento de todas sus aplicaciones, permitiendo descartar la existencia de algún tipo de falla previa.
4. Una vez notificado el cierre de las Agencias a los usuarios, se procedió a dar inicio a la migración.
5. Se conectó el cable UTP categoría 6 entre el equipo One Access (Puerto 1, LAN 1) y el *router* de la agencia puerto LAN disponible y se verifica que los LED's correspondientes se encuentren encendidos.
6. Una vez realizadas las pruebas, se deshabilitó el servicio *ME* para verificar la operatividad del servicio *Frame Realy*, esto se realiza con el fin de tener un enlace redundante al momento de ocurrir una falla.

7. Después de realizar todo el procedimiento, si este arroja un resultado positivo, se autorizó la migración, de lo contrario se estudian las pruebas para observar donde se encontraba la falla.

4.2 Esquema físico final implementado:

El diseño físico final implementado para la conexión de las agencias fue realizado directamente hacia Ciudad Banesco, sin conectarse a los centros regionales como era anteriormente, es decir, con esta nueva implementación todos los datos son transmitidos directamente hacia la Sede Principal, lo que se puede decir que los datos se están centralizando para mejor manejo. En la figura 19 se ilustra el nuevo tipo de conexión:

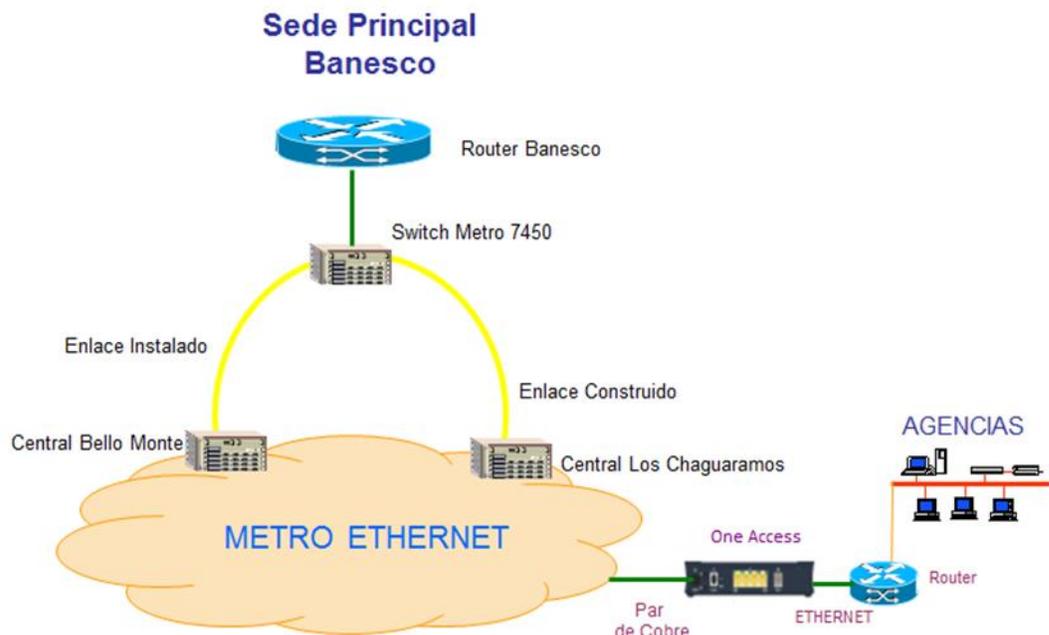


Figura 19. Diseño Físico Implementado
Fuente: Elaboración propia

4.3 Esquema lógico final implementado:

El diseño lógico final implementado para la interconexión de las agencias fue a través de VPLS (múltiples agencias por VLAN), el cual es un servicio

Multipunto que permite conectar múltiples localidades dentro de una misma LAN. El proveedor de servicio CANTV estableció realizar la conexión de 20 agencias por VLAN ya que facilita las labores de administración, permite reconocer rápidamente la falla y el enlace donde ocurrió; sobrepasar este número de agencias conectadas traería como consecuencia tener muchas sedes en un mismo dominio, lo que al momento de cualquier tipo de falla dificultaría la identificación del enlace caído. En la figura 20 se ilustra el diseño lógico final implementado.

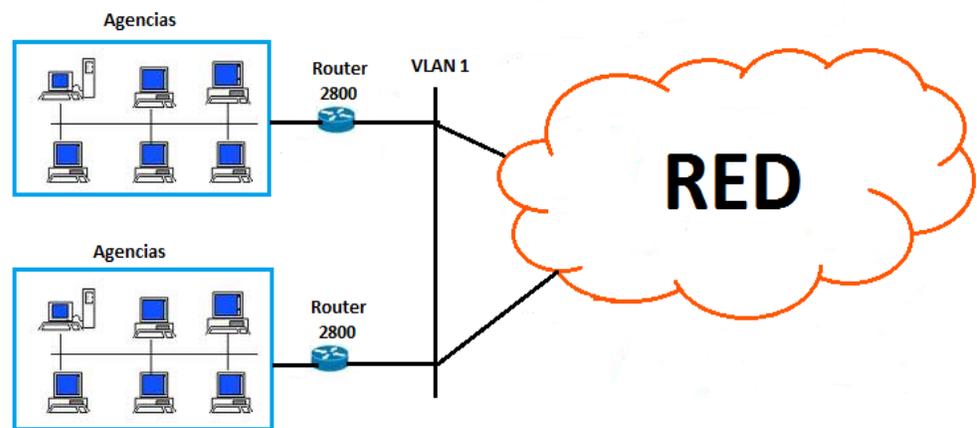


Figura 20. Diseño Lógico Implementado
Fuente: Elaboración Propia

4.4 Instalación y Configuración de Equipos de Comunicación

Luego de cubrir todos los requerimientos necesarios para la migración tecnológica de *Frame Relay* a *Metro Ethernet*, se procedió a la instalación de la tarjeta “7600-ES+20G3C” en el *router* Serie 7600, la actualización del IOS en los *routers* de las agencias y la instalación del One Access (realizada por el proveedor del servicio de *Metro Ethernet*). Y, luego de instalados todos los dispositivos, verificada su operatividad, se realizaron las configuraciones necesarias para poner en producción el proyecto.

4.4.1 Sede Principal

Una vez instalada la tarjeta, se procedió a activarla introduciendo el comando “**#power enable module 4**”, en el Software de configuración del equipo, después, se verificó para determinar si se encontraba operativa, esta verificación se realizó utilizando el comando “**#show module**” como se explicó en el capítulo III, en el punto: “**Fase 4: Instalar y Configurar los Equipos de Comunicación**”

El resultado obtenido se presenta a continuación en la tabla 5, donde se puede observar que la tarjeta se encuentra instalada en el módulo número 4 y totalmente operativa (*Status OK*). El área sombreada indica el punto donde se verifica la operatividad de la tarjeta dentro del *router*.

Tabla 5. Verificación de la Tarjeta ME

```

Router# show module
Mod Ports Card Type Model Serial No.
-----
1 24 CEF720 24 port 1000mb SFP WS-X6724-SFP SAL0930696R
2 48 CEF720 48 port 10/100/1000mb Ethernet WS-X6748-GE-TX SAL0929634V
3 0 4-subslot SPA Interface Processor-200 7600-SIP-200 JAB09270AEQ
4 20 7600 ES+ 7600-ES+20G3C JAE1146355M
5 2 Supervisor Engine 720 (Active) WS-SUP720-3BXL SAD085106Z7
6 4 7600 ES+ 7600-ES+4TG3C JAE11518648

Mod MAC addresses Hw Fw Sw Status
-----
1 0014.f212.0028 to 0014.f212.003f 2.2 12.2(14r)S5 12.2(nightly) Ok
2 0014.f211.f20c to 0014.f211.f23b 2.2 12.2(14r)S5 12.2(nightly) Ok
3 0014.a8f7.1c40 to 0014.a8f7.1c7f 1.1 12.2(nightly) 12.2(nightly) Ok
4 001d.e5e8.1740 to 001d.e5e8.179f 0.301 12.2(33r)SRD 12.2(nightly) Ok
5 0011.21ba.9a48 to 0011.21ba.9a4b 4.1 8.4(2) 12.2(nightly) Ok
6 001d.e5e8.2e00 to 001d.e5e8.2e0f 0.301 12.2(33r)SRD 12.2(nightly) Ok

Mod Sub-Module Model Serial Hw Status
-----
1 Centralized Forwarding Card WS-F6700-CFC SAL1021PB1F 2.0 Ok
2 Centralized Forwarding Card WS-F6700-CFC SAL085285LJ 2.0 Ok
3/2 4xT3E3 SPA SPA-4XT3/E3 JAB09270B3J 1.0 Ok
4 7600 ES+ DFC XL 7600-ES+3CXL JAE11463519 0.200 Ok
4 7600 ES+ 20xGE SFP 7600-ES+20G JAE114632R4 0.300 Ok
5 Policy Feature Card 3 WS-F6K-PFC3BXL SAD0851042D 1.4 Ok
5 MSFC3 Daughterboard WS-SUP720 SAD085002WF 2.2 Ok
6 7600 ES+ DFC LITE 7600-ES+3C 0.301 Ok
6 7600 ES+ 4x10GE XFP 7600-ES+4TG JAE1151864W 0.201 Ok

Mod Online Diag Status
-----
1 Pass
2 Pass
3 Pass
3/2 Pass
4 Pass
5 Pass
6 Pass

Router#

```

Fuente: Elaboración propia

En la figura 21 se ilustra la instalación de la tarjeta en el *router* Serie 7600:



Figura 21. Router Serie 7600 con la tarjeta ME instalada.
Fuente: Elaboración Propia.

Por razones de confidencialidad dentro de la organización las direcciones IP no pueden ser publicadas.

La configuración del Equipo Alcatel 7450, fue realizada por el proveedor de servicio CANTV, el cual se encargó de notificar que el equipo se encontraba operativo para la migración.

4.4.2 Lado Remoto (Agencias Bancarias)

Una vez en funcionamiento los *routers*, se configuraron a través del comando “#configure terminal”, el cual fue explicado en el capítulo anterior, este se encarga de mostrar la interfaz del *router*, donde se realizaron todos los cambios necesarios para que trabajara con la nueva tecnología, a continuación en la figura 22 y 23 se muestran 2 interfaces, una con la tecnología *FR* y otro con *ME*.

```

2800_mtr_2122#sh conf
2800_mtr_2122#sh configure
interface SerialX/X/X.X point-to-point
description Conexion a El Rosal
bandwidth 128
ip address XX.XX.XXX.X 255.255.255.XXX
ip access-group 110 in
ip access-group deny_DoS out
ip flow ingress
no ip mroute-cache
delay 2000
frame-relay interface-dlci 2122
class QOS-QUEUE-2VOIP-128
frame-relay ip rtp header-compression
frame-relay ip rtp compression-connections 32

```

Figura 22. Interfaz de configuración con la tecnología FR

Fuente: Elaboración Propia

```

2900_occa_2122#conf
2900_occa_2122#configure
interface GigabitEthernetX/X.X
description Enlace Metroethernet hacia Ciudad Banesco 1Mbps
bandwidth 1024
encapsulation dot1Q 740
ip address XX.XXX.X.XXX 255.255.255.XXX
ip flow ingress
delay 1000
service-policy output Parent-1Mbps

```

Figura 23. Interfaz de configuración con la tecnología ME

Fuente: Elaboración Propia

En las figuras anteriores 22 y 23, podemos observar como la configuración cambia dependiendo de la tecnología con la que se encuentra trabajando, una de las primeras diferencia es el tipo de interfaz, en *FR* se trabaja con interfaz serial y *ME* con Fast o Giga Ethernet dependiendo del modelo del *router*, otra diferencia notable es la capacidad del ancho de banda.

El protocolo de enrutamiento utilizado en la red fue el EIGRP, explicado detalladamente en el Capítulo II. Para comprobar la operatividad de EIGRP como protocolo se utilizó el comando “#**Show IP protocols**”. En las Figuras 24 y 25 se observan las configuraciones realizadas.

```

interface FastEthernet0/1
no ip address
speed 100
full-duplex

interface FastEthernet0/1 . HVLAN (720)
description VLAN IFP HACIA XXX
encapsulation dot1Q HVLAN (720)
ip address A.B.C.D 255.255.255.252
service-policy output MQC-SHAPING-1 MBPS

router eigrp X.X.X
network a.b.c.d 0.0.0.3

neighbor 172.20.30.225 FastEthernet0/1 .HVLAN(720)

policy-map MQC-SHAPING-1 MBPS
class class-default
shape average 1000000

```

Figura 24. Configuración Final lado Remoto.

Fuente: Elaboración Propia.

```

!
interface Serial0/1/0:1
no ip address
encapsulation frame-relay IETF
frame-relay lmi-type ansi
!
interface Serial0/1/0:1.DLCI point-to-point
frame-relay interface-dlci DLCI IETF
bridge-group 1
!
interface BV11
ip address X11.X12.X13.X14 Y.Y.Y.Y (IP wan)
!
ip classless
ip route X21.X22.X23.X24 Y.Y.Y.Y BV11
BV11)

!
bridge 1 protocol ieee
bridge 1 route ip

```

Figura 25. Configuración Final Capa Core.

Fuente: Elaboración Propia.

4.5 Verificación de la Migración

Una vez implementado el enlace *Metro Ethernet* y comprobado su correcto funcionamiento el técnico presente por el proveedor en la agencia realiza la siguiente lista de chequeo para certificar la migración.

Tabla 6. Verificación de las conexiones.

Pruebas	Validación
Identificación de las interfaces de cada uno de los proveedores.	<input checked="" type="checkbox"/>
Certificación en conjunto con CCR la operatividad de los enlaces.	<input checked="" type="checkbox"/>
Certificación de la operatividad de la interfaz LAN de la agencia y la conectividad con switches, servidor(es) y algunos equipos.	<input checked="" type="checkbox"/>
Certificación de la operatividad de las aplicaciones	<input checked="" type="checkbox"/>
Certificación de la operatividad de los Cajeros Automáticos.	<input checked="" type="checkbox"/>
Certificación de la conectividad del control de acceso y control de alarmas.	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla número 6, encontramos las actividades que se realizaron para la verificación de la migración. La primera actividad correspondió directamente al proveedor de servicio ya que éste se encargó de realizar las pruebas para verificar la

interfaz correspondiente a su servicio, es de importancia mencionar que la Organización no posee conocimiento de ningún tipo, del modo como el proveedor realiza estas pruebas de certificación.

Para la segunda y tercera actividad, el funcionario presente en la agencia por parte del proveedor de servicio CANTV, se mantenía en constante comunicación con el personal de la Gerencia de Control de Redes y el CCR, los cuales se encontraban realizando pruebas a los *routers*, aplicando distintos tipos comandos para comprobar el funcionamiento, entre los comando de verificación se utilizó el “ **#show interfaces**” este comando en particular se encarga de mostrar la interfaz del *router* , con la que se puede observar cual enlace se encuentra activo y hacia donde está dirigido o conectado.

A continuación en las figuras 26 y 27 se muestran interfaces utilizando los comandos mencionados en el párrafo anterior.

```
2800_occa_2122#sh inter
2800_occa_2122#sh interfaces
sh interfaces serial X/X/X.X
SerialX/X/X.X is up, line protocol is up
Hardware is GT96K Serial
Description: Conexion a El Rosal
Internet address is XX.XX.XXX.X/XX
MTU 1500 bytes, BW 128 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation FRAME-RELAY
Last clearing of "show interface" counters never
```

Figura 26. Verificación del enlace FR con “Show Interfaces”
Fuente: Elaboración Propia

```

2900_occa_2122#sh inter
2900_occa_2122#sh interfaces
sh interfaces gigabitEthernet X/X.X
GigabitEthernetX/X.X is up, line protocol is up
Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is xxxx.xxxx.xxxx
Description: Enlace Metroethernet hacia Ciudad Banesco 1Mbps
Internet address is XX.XXX.X.XXX/XX
MTU 1500 bytes, BW 1024 Kbit/sec, DLY 10000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation 802.1Q Virtual LAN, Vlan ID XXX.
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Keepalive set (10 sec)

```

Figura 27. Verificación del enlace ME con “Show Interfaces”
Fuente: Elaboración Propia

En las figuras anteriores podemos observar la diferencia entre el tipo de interfaz y ancho de banda de las tecnologías, la interfaz mostrada en la figura 26 fue tomada antes de realizar la migración y nos muestra una interfaz de tipo serial, correspondiente a la tecnología *FR*, caso contrario de la interfaz GigabitEthernet mostrada en la figura 27. Por medidas de seguridad de la Organización no se pueden mostrar datos referentes al manejo de direcciones IP, solo mencionarla como se hizo en el capítulo III, en el punto **“Fase 5: Migración y Certificación de la Tecnología”**.

También para certificar se aplica el comando **“#show ip eigrp neighbor”**, comando con el cual se puede comprobar que la vecindad entre los enlaces se encuentra establecida. A continuación se muestra en la figuras 28.

```

2911_occa_2122#sh ip eigrp neighbors
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(100)
H Address          Interface          Hold Uptime  SRTT  RTO  Q  Seq
(sec)              (ms)              (ms)          CntNum
0 XX.XXX.X.XXX     GiX/X.X           11 5d08h    18   138  0  676736976

```

Figura 28: Verificación con comando “Show ip eigrp neighbor”
Fuente: Elaboración Propia

Por medidas de seguridad de la Organización, las direcciones IP no pueden ser mostradas.

Siguiendo las actividades del cuadro de verificación de funciones, se llega a la certificación de las aplicaciones presentes en una agencia, estas aplicaciones se encontraban apagadas o cerradas para esta etapa de la migración, esto con el fin de evitar cualquier tipo inconveniente o falla en los sistemas de las mismas. Para reiniciar su funcionamiento se siguió las condiciones del plan de servicio adquirido por la Organización a través del proveedor CANTV. Este plan está catalogado como Plan Oro, el cual le da prioridad a la voz sobre las aplicaciones críticas y las aplicaciones de negocios presentes en una agencia.

La verificación se llevó a cabo siguiendo el orden mencionado anteriormente:

- La verificación de la voz se llevó a cabo de la siguiente forma: el técnico de soporte presente en la agencia se encargó de llamar al personal de la Gerencia de Gestión de Redes y al CCR a través del teléfono fijo de la agencia, esto con el fin de comprobar que no existía retorno ni retardo en la voz durante la llamada.
- En cuanto a las aplicaciones críticas, que son aquellas de mayor importancia, el técnico del proveedor utilizó un sistema de gestión, el cual se encarga de verificar que el tráfico se encuentre dentro de los estándares del plan servicio; cabe acotar que la Organización no está al tanto de que tipos de pruebas realiza el proveedor y como las implementa.
- Para las aplicaciones de negocio solo se verifica su funcionamiento.

Si alguna de las pruebas realizadas arrojan un resultado negativo, se deben revisar todas las conexiones tanto por parte de la Organización, como por parte del proveedor, en caso contrario se autoriza la migración automáticamente.

Para comprobar el estado del tráfico con la nueva tecnología implementada, se utilizó la herramienta de monitoreo “*Entuity*” mencionada en el capítulo III, en el punto “**Fase 5: Migración y Certificación de la Tecnología**”.

En la figura 29 se pueden observar tanto los porcentajes como las velocidades en cuanto al manejo de datos correspondientes a la interfaz donde se realizó esta prueba. En el caso de paquetes de entrada y salida con fallas se pudo constatar que es en un 0%, también se observa que el enlace se encontraba 100% activo y que el porcentaje de tráfico de entrada era de 207.7Kbps y el de salida 57,2Kbps.

Es importante mencionar que en la figura se muestran los distintos tipos de monitoreos que se pueden realizar en las interfaces, puesto que no solo se observan los porcentajes y velocidades de los puntos de interés, sino también no los muestra gráficamente.

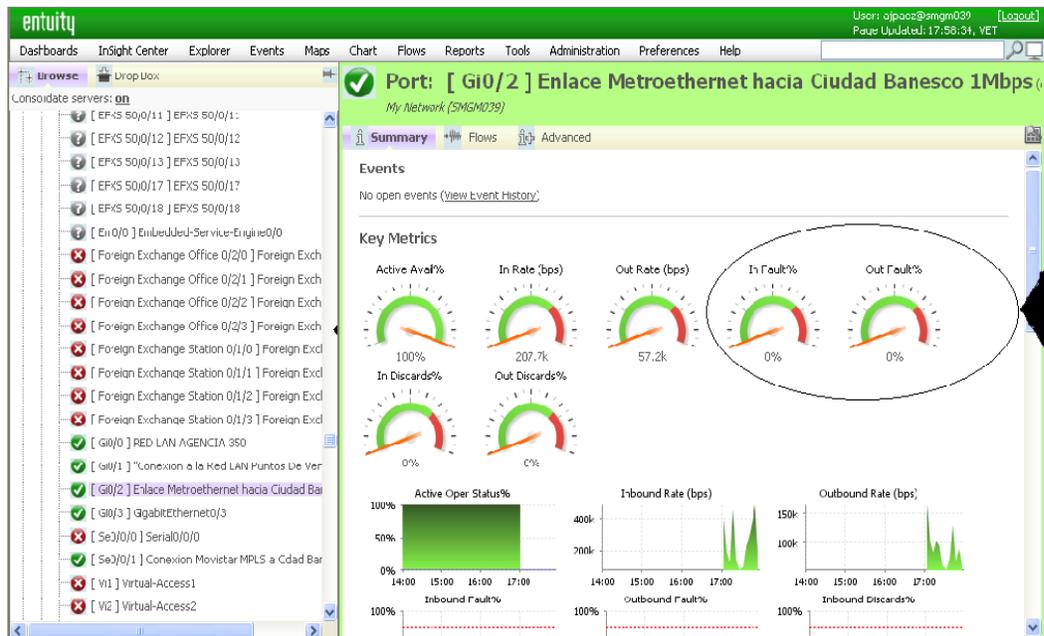


Figura 29: Monitoreo de enlace ME comprobando paquetes de fallas.
Fuente: Elaboración Propia

En las figuras 30 y 31 se puede observar el comportamiento del tráfico de entrada y salida en una agencia con los enlaces de las tecnologías *FR* y *ME*, estas pruebas se realizaron tomando como tiempo de estudio un mes aproximadamente, aunque no se realizó el estudio en la misma agencia, se quiso mostrar con este la diferencia entre las velocidades de las tecnologías

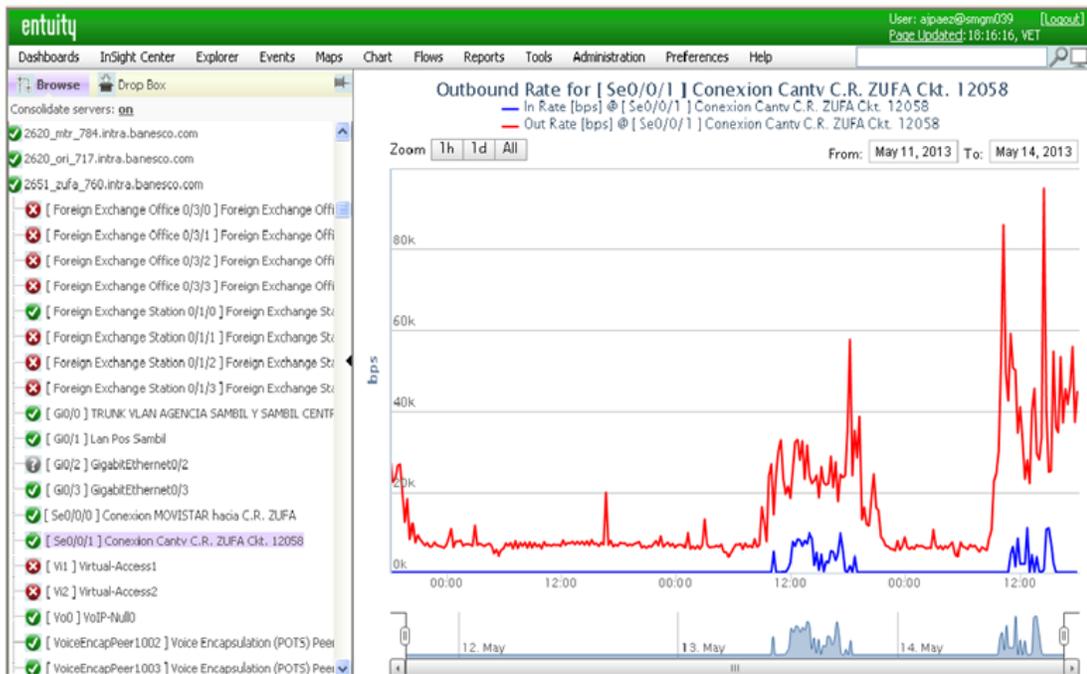


Figura 30: Estudio de tráfico con enlace FR
Fuente: Elaboración Propia

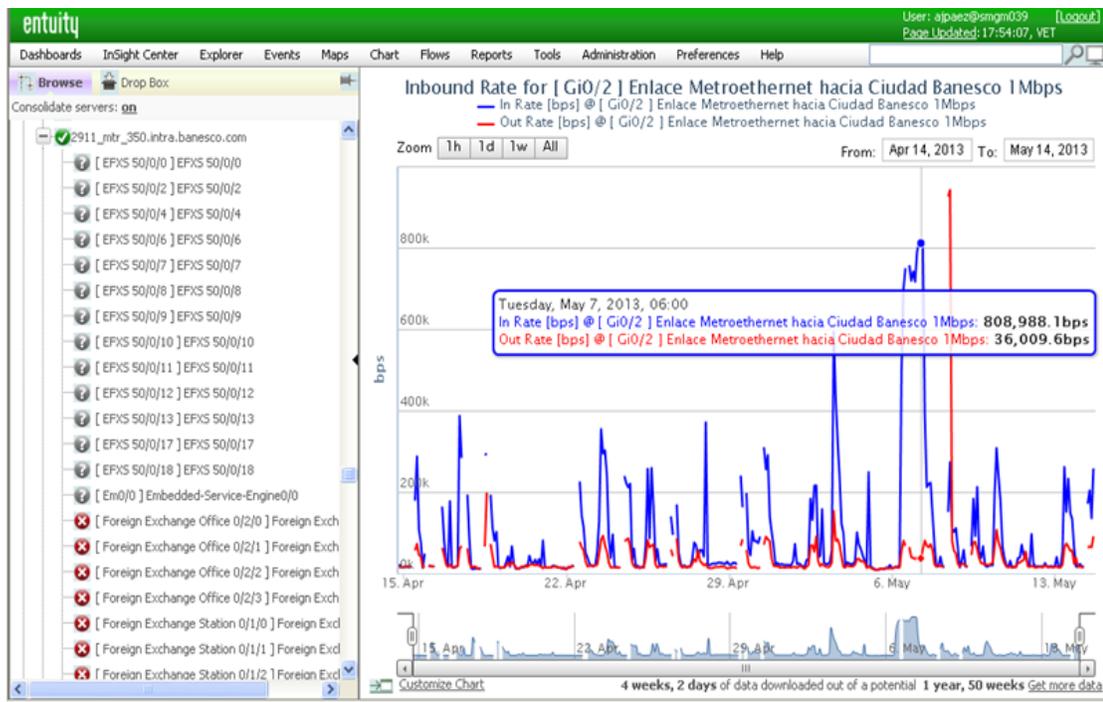


Figura 31: Estudio de tráfico con enlace ME
Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de la figura 30 en la que se monitorea el tráfico de la interfaz serial 0/0/1 con el enlace *FR*, se puede observar que el promedio de la velocidad del tráfico de salida es aproximadamente 60Kbps y el de entrada es 20Kbps, esto lo que quiere decir es que para esa agencia durante el mes de monitoreo salieron más datos de los que entraron, contrario a lo que sucede en la figura 31 en la que se monitorea la interfaz Gi0/2, donde entraron más datos de los que salieron, mostrando así que el tráfico de salida tiene una velocidad promedio de 200Kbps y el de entrada de 400Kbps.

El estudio detallado de las interfaces no puede ser mostrado por medidas de seguridad de la Organización.

4.6 Plan en Presencia de Fallas en la Red

En esta etapa se describen los procedimientos que se deben realizar en caso de ocurrir algún tipo de fallas en el servicio *Metro Ethernet*. La preparación de estos procedimientos es de vital importancia para la Organización ya que permiten delimitar los lineamientos necesarios para la ejecución de las tareas que lleven al personal presente a solucionar las distintas eventualidades que puedan aparecer en la red, mejorando así los procesos de resolución.

Las causas que generalmente ocasionan fallas en la red son las siguientes:

- Problemas eléctricos, estos pueden ocurrir a nivel local dentro de la agencia debido a fallas en los UPS (*Unit Power Supply*) o a nivel nacional debido a un corte general del servicio eléctrico en la ciudad donde se encuentra la agencia.
- Fallas de Equipos, los *routers* que se encuentran en las agencias y en la sede del proveedor ocasionalmente presentan fallas, estas pueden ser fallas físicas (problemas eléctricos dentro del dispositivo,

problemas en los puertos, etc.). También existen las fallas lógicas (problemas de configuración mayormente).

- Fallas de Cableado, los cables utilizados tienen un tiempo de vida útil, muchas veces las fallas suelen estar relacionadas con este aspecto, el corte de los cables y el deterioro de los conectores son motivos suficientes para que ocurran fallas en el servicio.
- Fallas del Proveedor, en este caso la resolución de fallas se realiza conjuntamente con el personal especializado de la empresa que provee el servicio de *Metro Ethernet* (CANTV), problemas como corte del servicio, intermitencia, errores y lentitud en la red son generadores de fallas.

Todos estos inconvenientes suelen verse reflejados en el rendimiento de la red, y frecuentemente son detectados por el personal que labora en las agencias, al no poder hacer uso de las aplicaciones correctamente, pueden ser fallas para ingresar al correo electrónico, lentitud al hacer transacciones, etc.

Como se explicó anteriormente, estas fallas suceden tanto en las agencias bancarias como a nivel del proveedor, por lo que, para la resolución de estos incidentes, es necesario involucrar al personal presente tanto en las agencias, en la Sede Principal y los pertenecientes al proveedor de servicio, con el fin de que colaboren para solventar los problemas en la red.

El personal y las herramientas involucradas en los procesos son los siguientes:

- Funcionario: Se encuentra en la agencia bancaria, es el único con autorización para entrar al cuarto de datos (lugar en donde se encuentran los equipos de telecomunicaciones), generalmente es el gerente de la agencia.

- Service Desk: Es una herramienta de soporte que provee un único punto de contacto entre los clientes internos de la Organización y el personal de TI (Tecnología de la Información), para facilitar la administración de incidentes. Con esta herramienta se puede manejar el ciclo de vida de los incidentes que afectan la operación normal del servicio *Metro Ethernet* y facilitar la restauración de la operación a los niveles normales de servicio, con el menor impacto en los clientes y en el negocio. Todos los incidentes son reportados en *Service Desk* y estos son direccionados a los departamentos especializados en el área.
- Centro de Control de la Red: CCR es un departamento de la Organización, que en conjunto con otros departamentos, se encarga de monitorear y mantener toda la red del banco. Son los encargados de gestionar el soporte técnico a las agencias bancarias en caso de fallas y de realizar el *Troubleshooting*, el cual es el procedimiento que se realiza para determinar fallas en los enlaces y en la configuración de los equipos de enrutamiento.
- Personal CANTV: Proporcionará ayuda en caso de fallas relacionadas con equipos y enlaces del proveedor.

Los comandos que se realizan durante el *Troubleshooting* por parte del personal encargado se describen en la siguiente tabla 7:

Tabla 7: Tabla de Comandos para el *Troubleshooting*.

Comando	Función
#Show versión	Este comando muestra la versión del IOS, las interfaces disponibles, el <i>uptime</i> del sistema, la última vez que se hizo un <i>reload</i> y la causa, registros de configuración.

#Show ip interface brief	Describe el estado de las interfaces del equipo. Información abreviada de la configuración de las interfaces.
#Show ip route	Este comando muestra la tabla de enrutamiento completa que maneja el <i>Router</i> .
#Show cdp neighbors	Este comando muestra al usuario la tabla de vecinos. Los dispositivos conectados directamente al equipo.
#ping "Dirección IP del servidor"	Este comando permite comprobar conectividad con el servidor. Comprueba el estado del enlace.

Fuente: Elaboración Propia

Luego de conocer cuáles son los tipos de fallas que se pueden presentar, estos son los pasos que se deberían seguir para solucionarlas:

Caso 1: Falla de Equipos o Eléctrica

- El funcionario es el encargado de llamar al Service Desk, para notificar la falla y realizar el requerimiento.
- Una vez realizado el requerimiento, el CCR se involucra para la solución de la falla.
- Luego el CCR se encarga de comprobar la disponibilidad del servicio en los equipos vía remota.
- Si el enlace se encuentra disponible se procede a cerrar el requerimiento ya que la falla se encuentra solucionada, en caso contrario el CCR se comunica con el funcionario y este debe ingresar al data center de la agencia para observar la falla.

- El funcionario se encarga de comprobar si la falla es de equipo o de tipo eléctrica al revisar las distintas conexiones.
- Entre el CCR y Soporte Técnico se gestiona una visita de inspección, con el fin de solventar la falla.
- Una vez solventada la falla, el CCR comprueba nuevamente disponibilidad en el enlace, para luego cerrar el requerimiento.

Caso 2: Fallas del Proveedor de Servicio

- El funcionario es el encargado de llamar al Service Desk, para notificar la falla y realizar el requerimiento.
- Una vez realizado el requerimiento, el CCR se involucra para la solución de la falla.
- Luego el CCR se encarga de comprobar la disponibilidad del servicio en los equipos vía remota.
- Si el enlace se encuentra disponible se procede a cerrar el requerimiento ya que la falla se encuentra solucionada, en caso contrario el CCR se comunica con el proveedor de servicio para aperturar el caso y que se atienda la falla.
- Se envía a la agencia un técnico de CANTV en conjunto con soporte técnico.
- El personal verifica la operatividad del servicio.
- Una vez solventada la falla, soporte técnico se comunica con el CCR para verificación y nuevamente éste se encarga de comprobar disponibilidad del enlace, para luego cerrar el requerimiento.

Caso 3: Fallas de Cableado

- El funcionario es el encargado de llamar al Service Desk, para notificar la falla y realizar el requerimiento.
- Una vez realizado el requerimiento, el CCR se involucra para la solución de la falla.
- Luego el CCR se encarga de comprobar la disponibilidad del servicio en los equipos vía remota.
- Si el enlace se encuentra disponible se procede a cerrar el requerimiento ya que la falla se encuentra solucionada, en caso contrario el CCR se comunica con el funcionario, éste debe ingresar al data center de la agencia y comprobar que existe una falla de cableado.
- Entre el CCR y Soporte Técnico se gestiona una visita de inspección, con el fin de solventar la falla.
- Soporte Técnico se encarga de realizar el cambio de cableado.
- Una vez solventada la falla, soporte se comunica con el CCR para verificar y nuevamente está se encarga de comprobar la disponibilidad en el enlace, para luego cerrar el requerimiento.

4.7 Alcance de la Migración

Para estos momentos la migración se encuentra implementada en un 52.2% por parte del proveedor de servicio CANTV y en un 51,8% por parte de la Organización, los próximos pasos por parte de BANESCO es realizar pruebas a todas la VLANs configuradas en *switch* Alcatel 7450 instalado en la Sede Principal y reprogramar las ordenes de instalación del servicio. En la figura 27 se muestra cómo va ir continuando la migración durante los próximos meses.

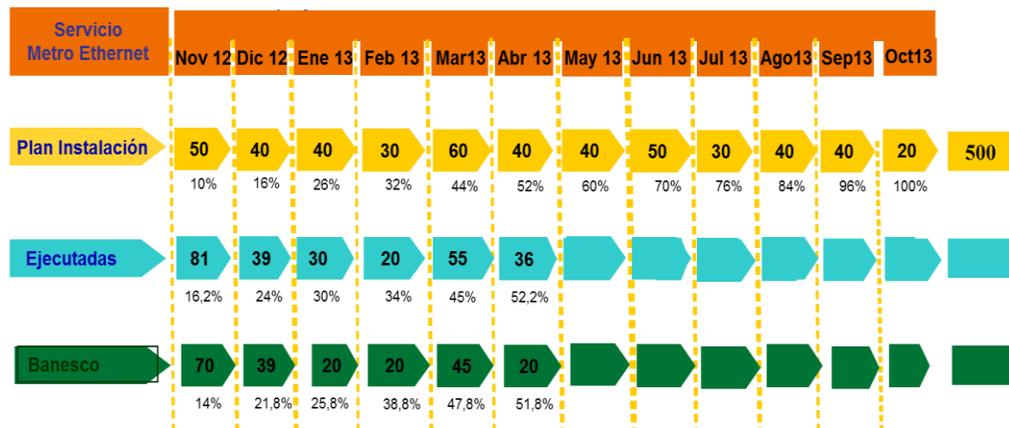


Figura 32: Alcance de la Migración hasta el día de hoy
Fuente: Elaboración Propia

Al observar lo anterior podemos comentar que se han activado 214 enlaces remotos para las agencias, lo que equivale a 26 VLANs activas en el *switch* principal Alcatel 7450, al mismo tiempo se puede concluir que ya se concluyó el tendido de fibra óptica externo e interno en la Sede Principal.

El hecho de que exista desviación con el plan de instalación tanto del proveedor como de la Organización, es que han existido algunos problemas con la adecuación y acceso en algunas agencias.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

La evolución imparabable de las tecnologías de redes hace extenuante la labor de análisis y recopilación de soluciones para una red. Más cuando se habla de ideas abiertas a opiniones y expuestas a posibles y probables modificaciones.

Luego de haber realizado este TEG para obtener conocimientos en cuanto a las diferentes tecnologías de transporte de datos presentes en BANESCO BANCO UNIVERSAL C.A, se puede concluir que *Metro Ethernet* ha demostrado ser muy superior a *Frame Relay*, en aspectos como escalabilidad, flexibilidad, velocidades de transmisión, calidad de servicio, entre muchos otros que comprueban la eficiencia de esta tecnología de transporte de datos.

Conocer todos los beneficios que ofrece *Metro Ethernet* puede hacer pensar que está es una tecnología sumamente costosa, pero si se trabaja bajo un diseño de red inteligente y una optimización de los recursos rentados, se puede a corto y a mediano plazo recuperar la inversión y abaratar los costos de operación. Independientemente, la inclusión de esta tecnología en la Organización trae el aumento del valor de sus activos fijos.

El diseño implementado fue importante para conocer las bondades de *Metro Ethernet*, puesto que está trae como beneficio a la Organización poder ofrecer una gama de servicios y aplicaciones, contando con mecanismos donde se incluye soporte al tráfico en tiempo real.

Los estudios realizados a la red permitieron concluir que las aplicaciones responden de manera favorable bajo los enlaces *Metro Ethernet* a diferencia de la tecnología *Frame Relay*, ya que el CBS manejado es de mayor tamaño, lo que trae como consecuencia un CIR de mayor cantidad.

Debido al aumento en el ancho de banda en los enlaces de la Red de Agencias de la Organización, estas mejoraron sustancialmente su rendimiento, disminuyendo las fallas en el servicio, al igual que los tiempos de respuesta ante los incidentes, todo esto como consecuencia de la actualización tecnológica lo que permite brindar un mejor servicio a los clientes.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- La Organización debería continuar implementando la migración como se viene realizando hasta los momentos.
- Se debería implementar como política para la apertura de nuevas agencias la contratación de enlaces VPLS, debido a que ésta es una tecnología altamente escalable, flexible que permite diferentes opciones de acceso local, hasta 6 tipos de CoS, se respeta la calidad del servicio en todo el recorrido de los datos (*End To End*).
- La Organización podría añadir nuevos servicios basados en IP como telefonía IP, ya que permiten una reducción de costos significativos al centralizar la administración remota, reduciendo de manera significativa las visitas técnicas a las agencias.
- Es recomendable para la Organización realizar mantenimiento preventivo a los equipos y enlaces, chequear constantemente las actualizaciones de los sistemas Operativos de los enrutadores (IOS), verificar el desempeño del CPU (Unidad de Control de Procesamiento), con el fin brindar un servicio ininterrumpido a sus clientes y evitar el colapso de la red, daño temporal y/o permanente a los equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Banesco Banco Universal, “Diseño de Red de Agencias Incorporación de *Metro Ethernet* – Piloto 4 agencias”, [Consulta: 2012].
- [2] Ruiz, J. “¿Qué son las Redes?”, Noviembre 2004, Disponible: <http://www.mailxmail.com/curso-que-son-redes/redes-lan-man-wan>. [Consulta: 2012]
- [3] Baquedano, I. “Redes de tecnologías *Frame Relay* y ATM. Integración voz-datos sobre FR y ATM”, 2010. [PDF]. Disponible: http://www.baquedano.es/tema_109_FR_ATM.pdf [Consulta: 2012]
- [4] Salas R, W. Ulloa de Souza, J, “Análisis y diseño de una subred de comunicaciones *Metro Ethernet* basada en la tecnología MPLS aplicada al estudio de la integración de servicios”, Marzo 2007. [PDF]. Disponible: http://biee.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/535/4/capitulo_1.pdf [Consulta: 2012]
- [5] Salas R, W. Ulloa de Souza, J, “Análisis y diseño de una subred de comunicaciones *Metro Ethernet* basada en la tecnología MPLS aplicada al estudio de la integración de servicios”, Marzo 2007. [PDF]. Disponible: http://biee.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/535/4/capitulo_2.pdf [Consulta: 2013]
- [6] CANTV C.A. Servicios de Datos sobre *Metro Ethernet*, [Consulta: 2012]
- [7] Chiluisa L, “Estudio de las Redes *Metro Ethernet* y su integración con la tecnología Wimax. Disponible: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1465/1/CD-2215.pdf> [Consulta: 2013]

- [8] Herrera E, “Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos”. Editorial Limusa, Primera Edición, México, 2003. [Consulta:2013]
- [9] ZORRILLA, A. S. (1993). “Introducción a la metodología de la investigación.” México. Disponible en: <http://tgrajales.net/investipos.pdf> [Consulta: 2013]
- [10] Cisco Curricula CCNA Exploration. “Aspectos Fundamentales de *Network*”. Versión 4.0. Septiembre 2009. [Consulta: 2013]
- [11] Barba Martí, A. Hesselbach, X. “Inteligencia de Red”. Marzo 2002. Ediciones UPC. Disponible en:
http://books.google.co.ve/books?id=QG_ynZI0aA8C&pg=PA155&dq=mpls&hl=es&ei=4PGYTMnEDYOosAOy5vC9DA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CCwQ6AEwAQ#v=onepage&q=mpls&f=false [Consulta: 2013]
- [12] Cisco Curricula CCNA Exploration. “Protocolos de Enrutamiento”. Versión 4.0. Febrero 2009. [Consulta:2013]
- [13] Cisco Curricula CCNA Exploration. “LAN *Switching* and Wireless”. Versión 4.0. Junio 2009. [Consulta 2013]
- [14] Dordoigne, J., & Atelin, P. (2006). *Redes informáticas: conceptos fundamentales: normas, arquitectura, modelo OSI, TCP/IP, Ethernet, Wi-Fi...* Barcelona: Ediciones ENI. [Consula: 2013]
- [15] CANTV. (2005, Noviembre 15). *ABA-Metro Ethernet Alcatel*. Retrieved Diciembre 5, 2009, from <http://www.authorstream.com/presentation/ricoba-69792-ABA-MetroEthernet-Alcatel-Red-Metro-Ethernet-Plataforma-Agenda-Evoluci-n-del-AccesoIntegraci-metroethern-Entertainment-ppt-powerpoint/> [Consulta:2013]
- [16] CANTV. (2005, 05). *cantv.net*. Retrieved 11 16, 2009, from http://www.cantv.com.ve/seccion.asp?pid=1&sid=134&buscar=1&sid2=134&rowid=135&CualPag=1&id=1&und=2&cat=item_E_3&item=item_23&item_name=Frame%20Relay [Consulta: 2013]

[17] Systems, C. (n.d.). *Servicios y Soluciones Metro Ethernet*. Retrieved Diciembre 28, 2009, from <http://www.cisco.com/web/LA/docs/ppt/MetroEthernetTDM.ppt>
[Consulta: 2013]

BIBLIOGRAFIA

Tesis

Wirkes G. Carlos E. (2010). Propuesta de diseño para la actualización de la Red Metro Ethernet de la empresa EDC Network Comunicaciones S.C.S.

Canchica M, Ronald J. (2011). Implementación de una herramienta de Gestión de la Red de comunicaciones del Banco Bicentenario con Software Libre.

Libros

Fidias G. Arias. *El Proyecto de Investigación, guía para su elaboración.* (Libro). Caracas- Venezuela. Ed Epistene. 1999.

Tanenbaum, Andrew S. *Redes de Computadoras,* (Libro) Ed Pearson Prentice Hall 4ta Edición 2003.

Schwartz, Mischa *Redes de Telecomunicaciones: Protocolos, Modelados y Análisis* (Libro). Buenos Aires Ed Addison-Wesley Iberoamericana 1994.

Manual

Manual de CISCO. Versión 2.0 *Servicios Avanzados: Análisis del diseño de Arquitectura* 2011.

Manual de BANESCO versión 1.0 *Proyecto de Migración Metro Ethernet.* 2012