

**PROYECTO PASANTÍA EMPRESARIAL
CLARO COLOMBIA**

**PRESENTADO POR:
LINA CONSTANZA BÁEZ CASTAÑEDA**

**DIRECTOR:
ING. JAVIER GONZÁLEZ BARAJAS**

**UNIVERSIDAD SANTO TÓMAS
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ, COLOMBIA
ENERO 16 DE 2015**

HOJA DE ACEPTACIÓN

Ing. Rene Roncancio
CLARO COLOMBIA
Tutor Empresa

Ing. Javier González
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
Tutor Universidad

Lina Constanza Báez Castañeda
Cód.: 2108154
Pasante

CONTENIDO

1.	TÍTULO.....	5
2.	PROBLEMA	6
3.	ANTECEDENTES	7
4.	JUSTIFICACIÓN	9
5.	OBJETIVOS.....	11
5.1.	OBJETIVO GENERAL	11
5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
6.	FACTIBILIDAD	12
7.	FUNDAMENTO HUMANÍSTICO.....	13
8.	MARCO TEÓRICO	15
8.1.	RED SDH	15
8.2.	RED METRO ETHERNET	17
8.3.	DIFERENCIAS ENTRE LA RED METRO ETHERNET Y LA RED SDH	18
8.4.	E1	19
8.5.	TELMEX COLOMBIA.....	20
9.	DISEÑO METODOLOGICO.....	23
9.1.	METODOLOGIA.....	23
9.2.	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	23
9.2.1.	FUENTES DE INFORMACIÓN	23
9.2.2.	INSTRUMENTOS.....	23
9.3.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS.....	24
9.4.	ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN.....	24
10.	ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO.....	25
11.	EJECUCIÓN DEL PROYECTO	26
11.1.	ANÁLISIS PREVIO.....	26
11.1.1.	SOLUCIÓN ACTUAL	26
11.1.2.	EQUIPOS DE LA SOLUCIÓN ACTUAL	29
11.1.3.	COSTOS DE LA SOLUCIÓN ACTUAL.....	33
11.2.	PROPUESTA DE MIGRACIÓN DE LA RED	37
11.2.1.	REDUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA.....	37
11.2.2.	REDUCCIÓN DE EQUIPOS	41
11.2.3.	REDUCCIÓN DE MANO DE OBRA (INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO)	42

11.3.	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	46
11.3.1.	EQUIPOS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	48
11.3.2.	COSTOS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	50
11.3.3.	RESULTADOS DE AHORRO CON LA NUEVA SOLUCIÓN	51
11.4.	VELOCIDAD DE MIGRACIÓN.....	54
11.5.	VENTAJAS DE LA PROPUESTA	56
12.	CONCLUSIONES	58
13.	GLOSARIO.....	60
14.	BIBLIOGRAFIA	61
14.1.	BIBLIOGRAFIA CITADA	61
14.2.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	62
14.3.	BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA	62
15.	ANEXO 1.....	63
	Descripción Técnica de los equipos de la solución	63

1. TÍTULO

ESTUDIO DEL TRANSPORTE DE E1 SOBRE LA RED METRO ETHERNET
PARA SERVICIOS CORPORATIVOS.

2. PROBLEMA

La telefonía a través del formato de transmisión digital E1 (trama digital de 2 Mb/s) para el segmento corporativo es un servicio que actualmente se transporta sobre la red SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Esta red ha sido confiable y eficiente hasta el momento, pero también cabe notar que está llegando a su etapa final de funcionamiento por factores de elevados niveles de tráfico. Esto es causado por la demanda hacia este tipo de soluciones en los últimos años, la cobertura que tiene y lo obsoleta que se encuentra al enfrentarse a la cantidad de puertos E1 que se requieren para prestar este servicio.

Debido a esto, es necesario buscar una alternativa para continuar entregando este servicio. Independientemente de que la tecnología avance y los servicios de telefonía se manejen actualmente sobre VoIP. La telefonía de E1's aún está vigente y sigue siendo de alta demanda por parte de los clientes corporativos que requieren de la misma en sus aplicaciones y que además contratan otros servicios como internet, mpls, 2G, 3G y/o LTE.

Actualmente existe la necesidad de realizar un cambio del transporte de este tipo de telefonía por un medio que supla al actual y que además conserve las características que posee. Esto se debe lograr sin desmejorar el servicio o la capacidad, sino que por el contrario, conserve las características actuales y además pueda aportar quizás una mejora, se opta por el transporte de este servicio por la red metro para entregarlo al usuario final.

La problemática que se desarrolla en el presente trabajo se centra en el estudio del transporte de E1's sobre una red diferente a la SDH analizando su problema de obsolescencia, el desarrollo del diseño y la solución técnica, apoyándose directamente en la red Metro Ethernet como solución inmediata al mismo.

3. ANTECEDENTES

En Colombia, particularmente desde los años 90 la telefonía ha sufrido una gran revolución, época en la cual la telefonía pasa de estar completamente a cargo del estado y recibe la entrada de grandes empresas de servicios de telecomunicaciones que ingresan a competir y brindar ofertas llenas de productos nuevos en sus portafolios.

La comunicación de voz en las empresas ha sido una necesidad permanente, desde los inicios de la telefonía. Las soluciones de comunicaciones brindadas a las empresas han evolucionado, desde la instalación de un único teléfono para toda una empresa a finales del siglo XIX, hasta los actuales sofisticados sistemas de comunicaciones. ^[1]

En el sistema de transporte que se encuentra implementado actualmente (véase figura 1) se puede observar como un cliente que tiene más de un servicio (puede ser el E1 y uno o varios adicionales que se transporten por la red metro Ethernet), debe tener más de un equipo para recibir dichos servicios. Además de dos últimas millas, lo que se traduce en dos fibras y doble costo para la compañía en equipos, infraestructura, permisos, instalación y mantenimiento.

Existen actualmente normas o estándares ya establecidos para el tráfico de este tipo de tecnologías sobre Ethernet. Un ejemplo es el MEF8 (Implementation Agreement for the Emulation of PDH Circuits over Metro Ethernet Networks) o el IEEE 802.3 (Estándar de Ethernet) el cual es un conjunto de normas que definen especificaciones de networking basadas en Ethernet. Asimismo, estudios y proyectos de anteriores migraciones de una red de transporte a otra para diversos servicios en el sector de las telecomunicaciones, que sirven como punto de partida para el presente estudio, brindando el aporte de las reglas y modelos a seguir, para poder proponer una solución que se encuentre dentro de los patrones tecnológicos actuales.

Existen también proyectos en proceso de desarrollo, que consisten en la migración de otros servicios a nuevas redes más modernas o que brinden un aporte adicional sobre la red en la que se encontraban implementados. Esta es una clase de proceso que es regularmente estudiado e implementado por las compañías proveedoras de

¹ JOSKOWICZ, José. Conceptos de telefonía corporativa. Montevideo: 2013. P.4. Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería.

servicios, ya que es una forma de mantenerse a la vanguardia y avanzar, moviéndose a la misma velocidad que las nuevas tecnologías.

Todos estos procesos de desarrollo y diseño, además de las normas ya mencionadas son el soporte para la profundización de este proyecto de grado, enfocado hacia el mismo sector pero en un área diferente de tecnología. Cabe resaltar que a pesar de que en estos procesos no se brinda específicamente información detallada del tema a tratar en este estudio, son el fundamento para emprender la búsqueda de la solución esperada.

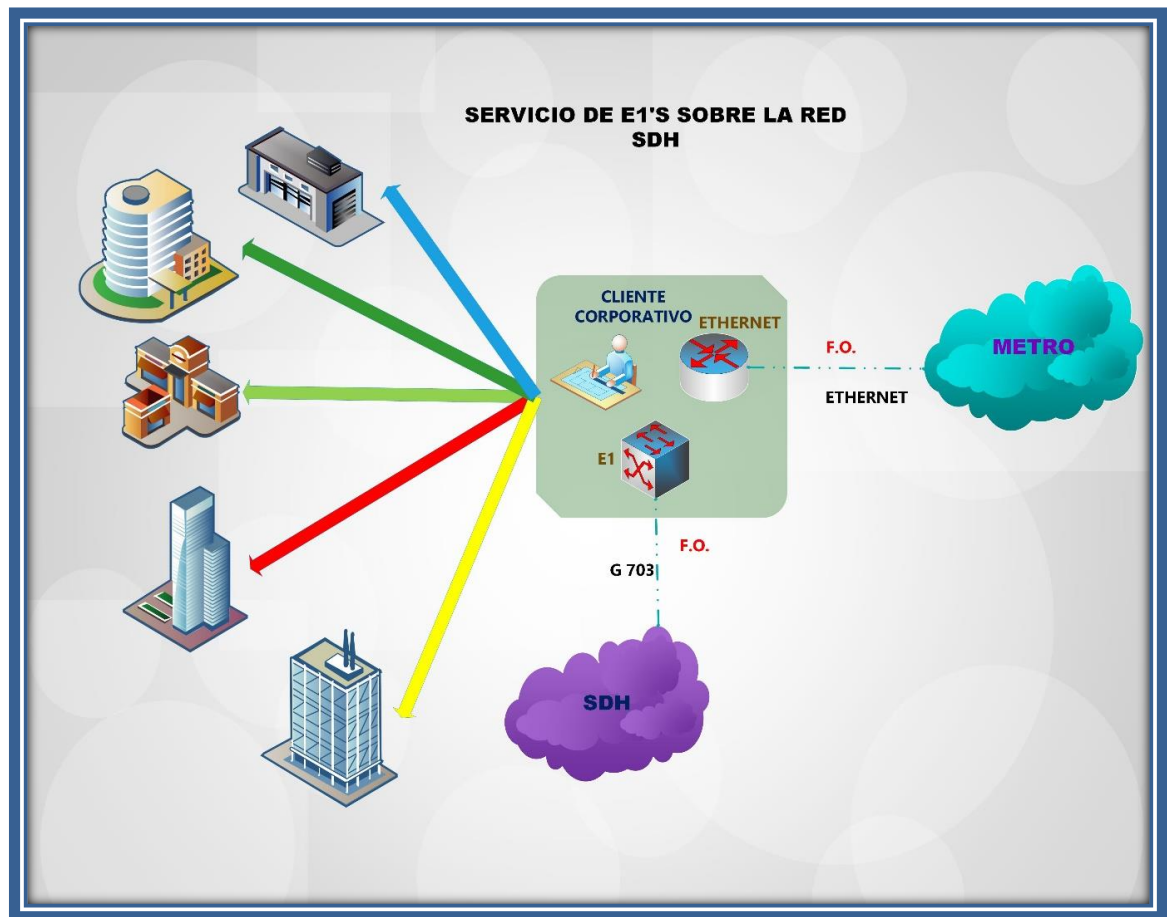


Figura 1. Servicio de E1's sobre la red SDH. Fuente: El autor.

Las figuras expuestas a lo largo de este proyecto son construcción del autor del mismo, a excepción de aquellas que tienen su respectiva fuente.

4. JUSTIFICACIÓN

Los avances tecnológicos en todos los ámbitos crecen con un ritmo acelerado y es el sector de las telecomunicaciones uno de los campos que más rápido avanza y que se moderniza día a día acoplándose a nuevas tecnologías y a las altas demandas de sus productos, permitiendo que continúen los retos de desarrollo y la competencia de precios y servicios.

"Las cifras de TIC recién publicadas confirman una vez más que las tecnologías de la información y la comunicación siguen siendo el motor principal de la sociedad de la información" [2]

Las comunicaciones no solo permiten el desempeño eficiente de las empresas y la conexión de estas con el mundo, sino que han cambiado completamente la forma en la que la humanidad se comunica. Esto quiere decir que hoy en día el mundo ha dejado de ver la tecnología como un accesorio adicional de la vida cotidiana y ha empezado a girar en torno a las comunicaciones bajo el concepto de comunicación para el desarrollo.

Este concepto hace que las empresas busquen modernizar sus infraestructuras, acoplar sus productos o cambiar su portafolio para ofrecer lo que está en demanda y abolir todo aquello que se va considerando obsoleto.

Debido a que los productos en un principio son ofrecidos solo por algunos proveedores, tiene costos elevados y no son de fácil acceso para muchos clientes. Estos productos son sostenibles a nivel empresarial durante largos periodos de tiempo hasta que la oferta aumenta generando competencia y una reducción significativa de monto, para continuar en la oferta de mercado por parte de las empresas prestadoras de servicios.

Ya que la telefonía a nivel corporativo es uno de los mayores sectores de ingresos para las empresas de comunicaciones, debe contar con un portafolio a la vanguardia que logre competir e innovar, pero conservando sin embargo las tecnologías que estarán vigentes por más tiempo.

² TOURÉ, Hamadoun I. Secretario general de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Ginebra: 2014.

Es por esto que este proyecto busca analizar este tipo de cambios tecnológicos, y abordar desde la parte técnica y de mercado la solución a una tecnología que aún se encuentra vigente pero que se transporta por una red que está llegando a su fin. Esto lleva a la migración de la misma para conservar a los clientes que la utilizan y brindar una alternativa igualmente eficiente para los nuevos abonados a este tipo de solución.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio acerca del transporte de E1's de telefonía sobre la red Metro Ethernet como solución a la obsolescencia de la red SDH, en las soluciones fijas corporativas.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Efectuar una comparación técnica entre la red SDH y Metro Ethernet en cuanto el transporte de E1's de telefonía.
- ✓ Estudiar los estándares que rigen el transporte de E1 sobre la red Metro Ethernet.
- ✓ Evidenciar técnica y comercialmente la obsolescencia de la red SDH para el transporte de E1's de telefonía en los servicios fijos corporativos.
- ✓ Analizar y diseñar una propuesta técnica de cómo realizar el transporte de E1's sobre la red Metro Ethernet.
- ✓ Justificar por qué se debe seguir brindado el servicio de E1's de telefonía como parte del portafolio de servicios fijos corporativos.

6. FACTIBILIDAD

La telefonía E1 es uno de los productos de mayor demanda en el segmento corporativo, pero no es el único que los clientes solicitan en la mayoría de las ocasiones. Actualmente, servicios como internet, mpls, 2G, 3G y/o LTE, son a su vez solicitados en un mismo punto por un mismo cliente final, lo que representa un portafolio completo de servicios a ser instalados. Las diferencias entre los productos requeridos por los usuarios y la red por la que se transportan, hace que para la implementación de la solución, deban instalarse dos o más equipos, dos o más últimas millas (fibra) y utilizar el doble o más de recurso humano para poder prestar el servicio ofrecido.

El problema demanda un ahorro económico viable y que se vea reflejado en un beneficio económico tanto para empresa como para el cliente final. También es necesario incluir facilidades en posibles cambios futuros que involucren el menor desplazamiento al punto de personal calificado y cambio de equipos o instalación de infraestructura. Un objetivo adicional, es lograr un ahorro para las partes y un beneficio técnico que provea no solo el mismo servicio que se venía ofreciendo sino que lo mejore contribuyendo al crecimiento de la red.

Por otra parte, no solo se ven los beneficios económicos y técnicos, sino que se refleja en muchos otros campos como lo es por ejemplo el ambiental. Pues por esta parte, si la utilización de elementos, la cantidad de equipos y el material necesario para la prestación de múltiples servicios se reduce, la reutilización de recursos y de infraestructura que ya se encuentra instalada se convierte inmediatamente en un proceso de bajo impacto ambiental. Esto lleva a una reducción de la basura electrónica que es considerada una de las más peligrosas para el planeta, la necesidad de realizar obras civiles se disminuirá y con esto a su vez, la invasión a la naturaleza y la producción de escombros.

Por lo tanto se requiere de una solución que no solo tenga aportes un sector, sino que encuentre beneficio para todos aquellos sectores que tengan una relación directa o indirecta con el mismo. Contribuyendo a que sea de beneficio propio, comunitario y ambiental.

7. FUNDAMENTO HUMANÍSTICO

A pesar de que un proyecto o análisis tenga un fundamento de desarrollo técnico científico, debe a su vez contemplar todos aquellos campos adicionales a los cuales va a afectar mediante su ejecución. Es primordial tener en cuenta que cada investigación tecnológica en mira de implementación, debe llevar consigo la huella de un profesional integro, comprometido con la sociedad y el ambiente, que asienta su trabajo siempre al límite del daño directo o indirecto que pueda ocasionar sobre estos.

Es por esto, que en busca de una conciencia social y un correcto desarrollo tecnológico enfocado al bienestar ambiental y de la comunidad, se expone el presente componente humanístico, en el cual se evidencia el compromiso que como futuro profesional se adquiere, y la responsabilidad sobre dichos componentes que alcanzan gran importancia en cada paso del proyecto, reflejo de la formación humanística adquirida durante la preparación universitaria.

Claramente se ha evidenciado la velocidad con la que la tecnología se desarrolla, cambia y mejora. Cada vez más, el consumo tecnológico se hace más visible, las personas tienen más aparatos electrónicos e invierten más en estos mismos. Pero la tecnología no solo aporta beneficios que nos permiten desenvolvernó más fácilmente en algunas labores, o incluso dejar de ejecutar ciertas tareas, sino que también trae consigo indudables problemas. La mercadotecnia y los valores cada vez menores de los productos han generado un consumismo sin límites en la sociedad actual, el abuso tecnológico genera problemas de salud en las personas y la falta de buen uso de los desechos atentan directamente contra la naturaleza, la basura electrónica producida es cada vez mayor e impacta gravemente al medio ambiente.

Es así, que este estudio además de su apreciación técnica, busca encontrar una manera de reducir este tipo de problemas, logrando a través de la reducción de equipo e infraestructura, minimizar el impacto ambiental generado por la utilización excesiva de recursos para la prestación de un servicio. A esto se añade el hecho de prevenir accidentes laborales, reduciendo significativamente la mano de obra para mantenimiento, evitando riesgos innecesarios del personal y aportando así a la salud y bienestar de los trabajadores.

Hay que mencionar, que además, se busca conseguir una reutilización de recursos, evadiendo nuevos tendidos de fibra y recurriendo a la liberación de infraestructura ya instalada que pueda ser migrada a la prestación de nuevos servicios. Importa

dejar constancia de que se logra bajar la cantidad de obras civiles a realizar, por lo que se producen menos escombros y los equipos que se retiren también pueden ser reparados y reutilizados para otros fines.

Para condensar lo dicho, se observa cómo es posible contribuir con la preservación de la salud humana, la reducción del impacto ambiental, y la baja en la producción de residuos electrónicos, sin afectar la calidad técnica o financiera de un proyecto, logrando así, desarrollo de propuestas que aparte de contribuir en los avances tecnológicos, también lo hagan con la preservación de nuestros recursos y el bienestar social, y de esta misma manera, destacar el profesionalismo y los valores de los expertos que dan forma a estos avances.

8. MARCO TEÓRICO

A continuación se enmarcaran algunos de los conceptos generales más importantes a tener en cuenta para el presente proyecto. También está contenida una breve comparación de las redes a tratar y puntos más relevantes dentro del estudio de la solución y una reseña de la compañía desde su comienzo, su periodo evolutivo y su progreso en el país.

8.1. RED SDH

La red SDH (Jerarquía Digital Sincrónica) puede considerarse como un conjunto de protocolos de transmisión de datos que actualmente se encuentra vigente en la compañía, pero que poco a poco se está dejando de utilizar debido a que existen ya nuevos modelos que prestan mayor capacidad, son más económicos y más versátiles.

Hace algunos años la red SDH fue utilizada como la red metropolitana, ya que era en su época la más moderna y era considerada una red de alta capacidad. La red de jerarquía digital sincrónica como su nombre lo indica se encuentra sincronizada por un reloj, para poder realizar el proceso de multiplexación característico se deben sincronizar primero los equipos de red con las señales de transporte SDH.

La mayor aplicación de este tipo de red a nivel corporativo son los llamados clear channel, que son canales dedicados entre dos puntos, normalmente un punto remoto a un punto central, o a lo que se le conoce normalmente como un enlace dedicado punto a punto. Las ventajas de los enlaces de estas características es la seguridad que ofrecen, pues es un enlace exclusivo del cliente por el que solo viajara información particular.

La SDH es una tecnología netamente digital que trabaja realizando multiplexación por división el tiempo (véanse figuras 2 y 3). Lo que se hace es multiplexar una señal y recuperarla al otro lado de forma ordenada por tramas de 2M utilizando equipos SDH. Máximo se pueden transmitir hasta 4 E1's (restricción de producto) debido generalmente a la cantidad de puertos.

La figura 2 muestra el modelo de la red SDH, mientras que la figura 3, la forma en la que las tramas de 2M viajan de un punto a otro llevando la información que es reconstruida al llegar a su destino.

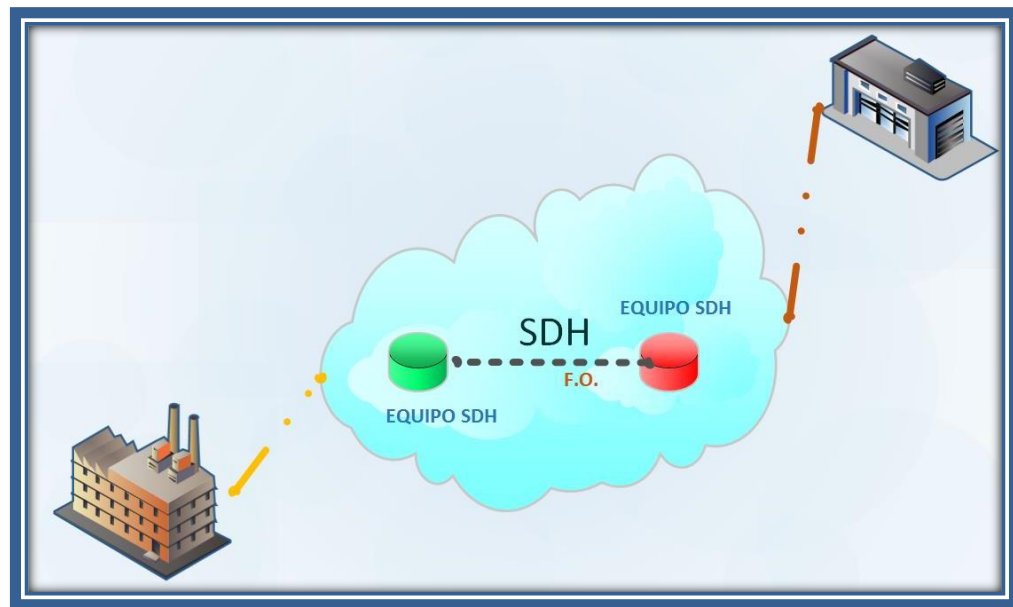


Figura 2. Red SDH

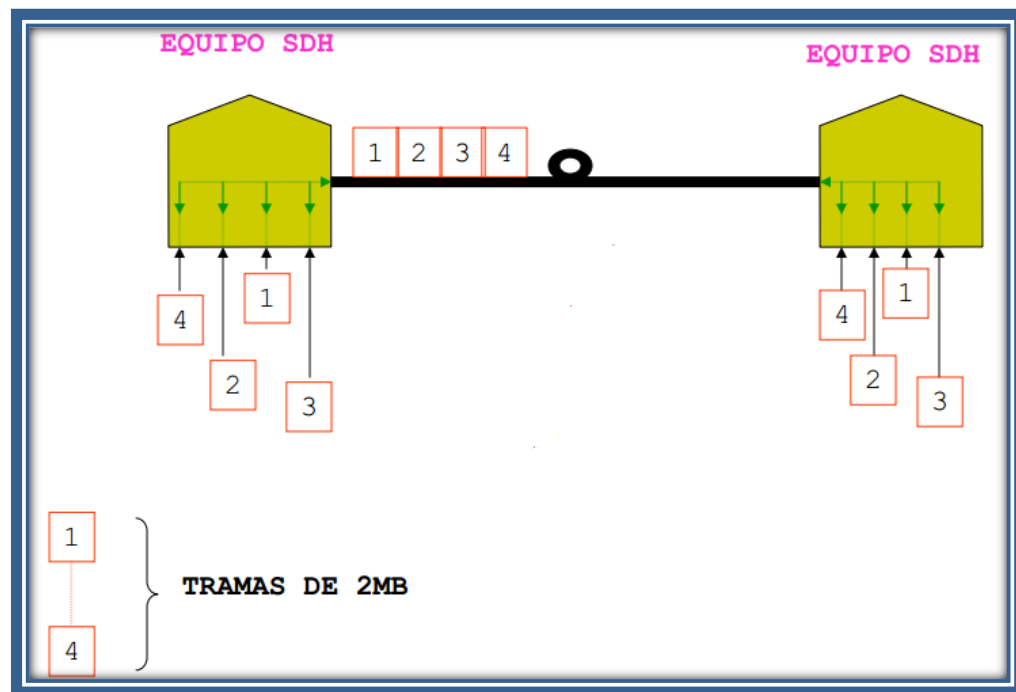


Figura 3. Transmisión de tramas por red SDH ^[3]

³ SCHMIDBERG, Eduardo. Introducción a la Tecnología SDH. Transmisión de tramas por red SDH.

8.2. RED METRO ETHERNET

Es un diseño de red que proporciona conectividad de banda ancha para redes privadas y servicios de transporte necesarios, tales como internet de alta velocidad dentro de un área metropolitana. Metro Ethernet hoy en día es un servicio ofrecido por los proveedores de telecomunicaciones para interconectar LANs ubicadas a grandes distancias dentro de una misma ciudad; es decir, ejecutando un transporte WAN. Esta red está basada en el estándar Ethernet, y que cubre un área metropolitana. Es comúnmente usada como una red metropolitana de acceso para conectar a las empresas a los abonados y una red de área extensa, como la internet.^[4]

Es una red con una disponibilidad de grandes anchos de banda y precios reducidos, además Ethernet se está convirtiendo poco a poco en una tecnología única para LAN, MAN y WAN. Cuenta con una arquitectura eficiente para transporte de paquetes punto a punto y punto a multipunto (véase figura 4).

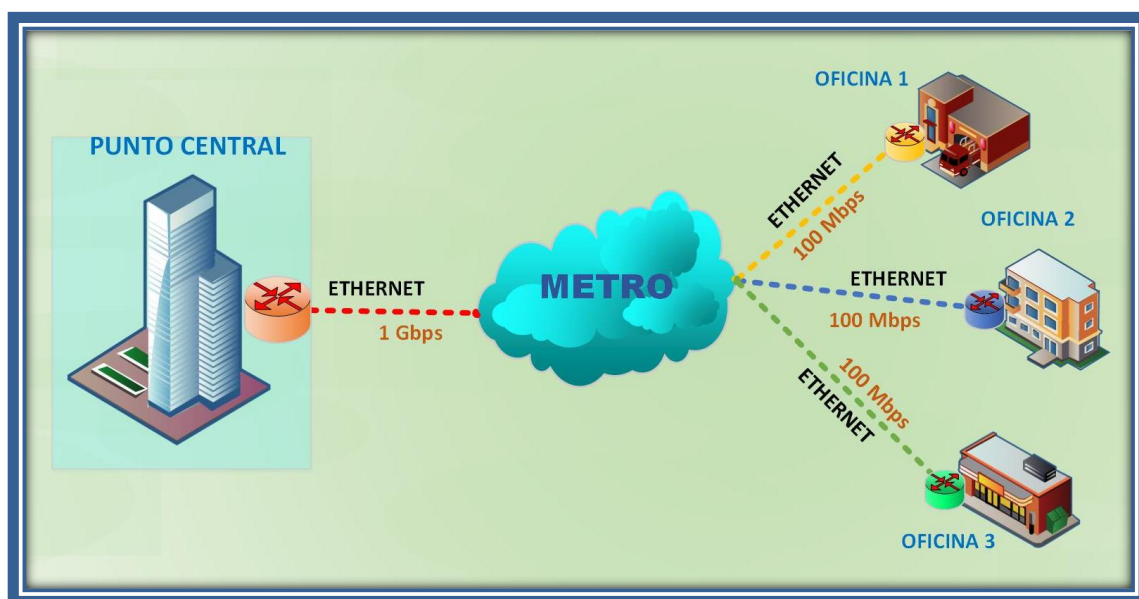


Figura 4. Red Metro Ethernet

⁴ CASTRO, Alejandro y GONZALEZ, Gerardo. Artículo: 'Redes de banda ancha: METRO ETHERNET'. Maracaibo: 2009. Universidad Rafael Belloso Chacin.

También es adecuada para la propuesta debido a que es una red 100% en fibra, segura y confiable que permite potencializar el plan de negocios de las pequeñas y medianas empresas gracias a la cobertura. Como ventaja adicional, se encuentra disponible por todo el país y ofrece altas capacidades.

Del mismo modo cabe resaltar que es una red flexible (autoconfiguración y asignación de ancho de banda) y permite a las diferentes arquitecturas ajustarse a sus necesidades, es de fácil operación y provisión del servicio. Soporta una amplia gama de servicios y aplicaciones, y debido a que es Ethernet, la variedad de equipos que se pueden utilizar para brindar las soluciones requeridas por los clientes es mucho mayor y menos costosa.

8.3. DIFERENCIAS ENTRE LA RED METRO ETHERNET Y LA RED SDH

Teniendo en cuenta que la red escogida para migrar el servicio de telefonía E1 para el proyecto fue la red Metro Ethernet, es necesario establecer cuáles son las diferencias que tiene con la red SDH en la que se encuentra actualmente instalado el servicio. Las principales características sobre las que se enfocó la relación se encuentran citadas a continuación:

- **Economía:**

La red Metro Ethernet es mucho más económica que la red SDH, realizando comparaciones de costo para el mismo ancho de banda en los dos casos.

- **Conectividad:**

Debido a que es una red basada en Ethernet, la red Metro permite realizar conexiones mucho más sencillas con los clientes, teniendo en cuenta que la mayoría de equipos utilizados actualmente se encuentran regidos por este mismo estándar.

- **Capacidad:**

En comparación con la red SDH, la red Metro Ethernet es capaz de entregar una capacidad mucho mayor, lo que permite transportar servicios más robustos.

- Flexibilidad:

La flexibilidad de la red Metro Ethernet puede traducirse en la gran cantidad de servicios que se pueden transportar por esta misma, y en la capacidad de asignar un ancho de banda diferente utilizando siempre el mismo canal.

8.4. E1

Los servicios E1 son accesos digitales que proveen 30 canales de voz o datos, pudiéndose realizar en cada uno de ellos una llamada, a excepción de dos: uno de sincronismo y uno de señalización (véase figura 5). El E1 es utilizado en Europa y ha sido adoptado en Latinoamérica, mientras que en Estados Unidos y Japón es utilizado el T1; que posee una línea de 24 canales en vez de 32. Aunque también existen otro tipo de líneas digitales como T3, E3, T4, entre otras, las más usadas son regularmente la E1 y la T1.



Figura 5. Trama digital E1

Cada uno de los canales de voz o datos tiene un ancho de banda de 64 kb/s (time slot), al igual que el de sincronismo y el de señalización lo que quiere decir que una trama E1 tiene un ancho de banda de 2.048 kbps. Como se observa en la ecuación 1, en donde se obtiene el ancho de banda total:

$$E1 = (30 \text{ canales de voz o datos}) + (1 \text{ canal de sincronismo}) + (1 \text{ canal de señalización})^{[1]}$$

Si

$$1 \text{ canal} = 64 \text{ kbps}$$

Entonces

$$30 \text{ canales} = 64 \text{ kbps} * 30$$

$$30 \text{ canales} = 1920 \text{ kbps}$$

Reemplazando se tiene que:

$$E1 = (1920 \text{ kbps}) + (64 \text{ kbps}) + (64 \text{ kbps})$$

$$E1 = 2048 \text{ kbps}$$

Inicialmente cuando se creó el protocolo E1 su función principal era la de interconectar centrales telefónicas, sin embargo luego de un tiempo se ha encontrado que funciona muy bien además para la transmisión de datos y videoconferencia, cuyo uso se da paralelo a la telefonía en muchas ocasiones.

Adicionalmente, con este tipo de interfaces se pueden prestar algunos servicios agregados por parte de la red pública, como por ejemplo:

- Identificación del llamante
- Servicio de Discado Directo Entrante (DID)

Este tipo de servicio es exclusivamente corporativo, ya que va enfocado hacia compañías que manejan grandes cantidades de tráfico (entrante o saliente).

8.5. TELMEX COLOMBIA

Telmex inició su operación en Colombia desde 1994 como proveedor de telecomunicaciones de última generación para las empresas del país, principalmente compañías cuya inversión en telecomunicaciones se encontraba por encima de los 5.000 dólares mensuales. Desde entonces, se ha caracterizado por ser el único proveedor de servicios de valor agregado en Colombia con una red MPLS “extremo a extremo” y por tener el mayor número de clientes conectados con fibra óptica.

En el año 2006 Telmex incursionó en el segmento de las pequeñas y medianas empresas permitiendo a las Pymes tener al alcance de su mano un experto en telecomunicaciones para soportar su negocio.

En ese mismo año, Telmex decide incursionar en el segmento masivo, con una propuesta para los hogares colombianos. Es así como desde finales del 2006 hasta octubre de 2007, adquiere las operaciones de las principales empresas cableoperadoras del país como son Superview, TV Cable, Cable Pacífico, Satelcaribe y Cable centro.

Tv Cable era la compañía líder en servicios de entretenimiento y comunicaciones de Bogotá posicionada en los estratos altos de la ciudad, que cuenta con 20 años de experiencia en el mercado. Cable Pacífico era reconocida como una de las más importantes empresas de televisión por suscripción de Colombia, con cubrimiento global en Antioquia, Valle, Caldas y Nariño.

Tras la adquisición de estas operaciones Telmex se consolida como la empresa líder en el sector de telecomunicaciones brindando soluciones de última generación para los segmentos Empresarial y Hogares, con el 51% del mercado de televisión por suscripción, el 27% del mercado de Banda Ancha en Colombia y el 20% de participación en Servicios de Datos.

El principal objetivo es generar valor a los clientes, a través de soluciones convergentes de telecomunicaciones, maximizando la infraestructura de red disponible y generando innovadoras estrategias comerciales y de desarrollo de productos, enfocadas a facilitar el incremento de la productividad.^[5]

En la tabla 1, se enumeran algunos de los productos actuales que se ofrecen en la compañía dentro de su portafolio.

⁵ TELMEX COLOMBIA. "Historia de Telmex Colombia". Documentación Interna y de Información General de la Compañía. (s. f.)

Redes de nueva generación	Soluciones de telefonía fija
○ Internet ▪ Datacenter ▪ Internet banda ancha ▪ Internet empresarial ▪ Internet dedicado ○ Metro Ethernet ○ Mpls Avanzado ○ Redes Lan administrada ○ Soluciones transaccionales	○ Conmutaciones unificadas ○ Citofonía virtual ○ Fax email ○ IP centrex ○ Larga distancia y líneas 018000 ○ PBX distribuido ○ Telefonía corporativa ○ SIP centralizado ○ Telefonía local ○ Telefonía virtual
Soluciones de video	Datos
○ Claro TV ○ Sistema inteligente de administración de filas (SIAF) ○ Telepresencia administrada ○ Video conferencia HD ○ Video seguridad ○ Webex	○ MPLS avanzado ○ PL Ethernet ○ Soluciones transaccionales Telmex

Tabla 1. Productos del segmento corporativo.

9. DISEÑO METODOLOGICO

La propuesta metodológica del presente documento se basa en el estudio de un diseño que permita suplir la necesidad de migración de la red SDH a la red Metro Ethernet que se presenta actualmente para el servicio de E1's.

9.1. METODOLOGIA

El proyecto de grado a realizar será de naturaleza descriptiva, explicativa, no experimental, en donde lo que se busca es caracterizar los principales problemas que tiene el modelo actual: estructurales, económicos, de servicio, capacidad y alcance. Además se explicaran las razones para realizar el cambio de red y porque la nueva red suple las necesidades actuales y mejora la propuesta de servicio, por último se llevara a cabo la realización del diseño de cambio para la nueva red sin alterar la estructura de la red actual.

9.2. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

9.2.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

La información necesaria para dicho análisis se recolectó a través de estudio de casos, observación y análisis documental, en donde se analizaron propuestas para los proyectos que se ejecutaron anteriormente y que tienen su fin en la red que se encuentra vigente, además del análisis de documentos relacionados con la migración de otros servicios a nuevas redes, y de los proyectos actuales que se están realizando en la compañía. Se indagó al personal encargado de la solución de este tipo de procesos para recopilar la mayor cantidad de información relevante.

9.2.2. INSTRUMENTOS

La entrevista y la investigación fueron los principales elementos clave para la obtención de datos válidos y confiables para el presente estudio. Sin embargo los

datos estadísticos y técnicos ya existentes con referencia al tema fueron de gran importancia para el posterior análisis y conformación de la solución.

9.3. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

El análisis realizado fue básicamente comparativo y propositivo, teniendo en cuenta que la idea era determinar por qué se homologa esta red y se decide migrar el servicio a una nueva, buscando precisar las semejanzas y diferencias de las dos redes y los beneficios y desventajas de las dos. A su vez, proponer un sistema nuevo que funcione y sea capaz de reemplazar al anterior sin presentar dificultades.

9.4. ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN

Se llevaron a cabo una serie de consultas teóricas que complementaran la información empresarial ya existente y que permitieran realizar un análisis de los datos obtenidos para su adecuado procesamiento. También se seleccionaron los datos recolectados y se realizó una estructuración de los mismos para así determinar la relevancia de estos y enfocarlos dentro del análisis del proyecto.

10. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

Etapas	Nombre de la Etapa	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Investigación y antecedentes						
2	Anteproyecto						
3	Propuesta inicial de diseño						
4	Análisis y estudio de mercado						
5	Diseño de la solución						
6	Monografía						

11. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

11.1. ANÁLISIS PREVIO

Lo primero que se realizó fue la identificación de la red actual, la estructura de la misma y equipos utilizados. Además, se realizó un análisis del costo que tiene implementar la red teniendo en cuenta los diferentes servicios que se pueden prestar sobre esta.

11.1.1. SOLUCIÓN ACTUAL

La solución actual (Véase figura 6) es un modelo de entrega de servicio que funciona de manera paralela. Por una red Metro se entregan todos los servicios Ethernet, ya sea representado como: voz, video o datos convencionales como internet (un solo servicio o todos ellos). Y por otra parte la red SHD por la cual se transportan actualmente los E1's (TDM).

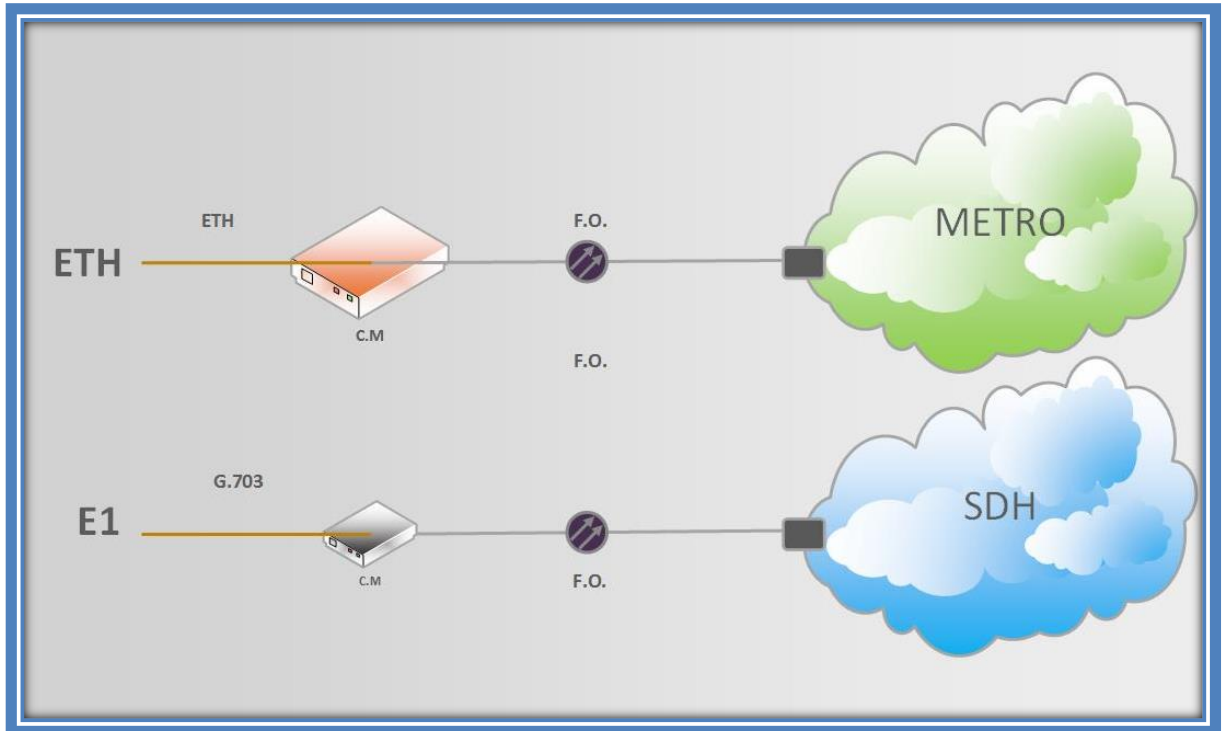


Figura 6. Diseño de la solución actual para 1 E1 y datos

Como se puede apreciar, la solución actual cuenta con las siguientes características:

Se utilizan:

- 2 redes (SDH y Metro Ethernet).
- 2 nodos diferentes (SDH y Metro Ethernet).
- 2 puertos (1 E1 y 1 Ethernet)
- 2 equipos para la entrega de la solución (Convertor de medios de Fibra a Ethernet y Convertor de Medios De Fibra a G.703).
- 2 fibras.
- 2 cuadrillas (personal) para la instalación de la solución.
- Doble personal de mantenimiento una vez se encuentre implementada.

El problema más grande de la plataforma actualmente implementada además de la limitante de crecimiento de la red SDH, es su costo. Si se necesitara más de 1 E1, la solución va multiplicando su valor y a su vez los recursos que se deben utilizar, ya que cada uno se envía por una fibra diferente y se recibe por un nuevo equipo (véase figura 7).

Esta solución se implementa actualmente hasta un máximo de 4 E1's debido a que es el promedio máximo que solicitan los clientes, una vez un cliente decide implementar más de 4 E1's la solución no es factible pues es demasiado costosa, ya que habría que implementar un equipo diferente (STM1) que no representa ningún beneficio económico para la compañía y por ende para el cliente.

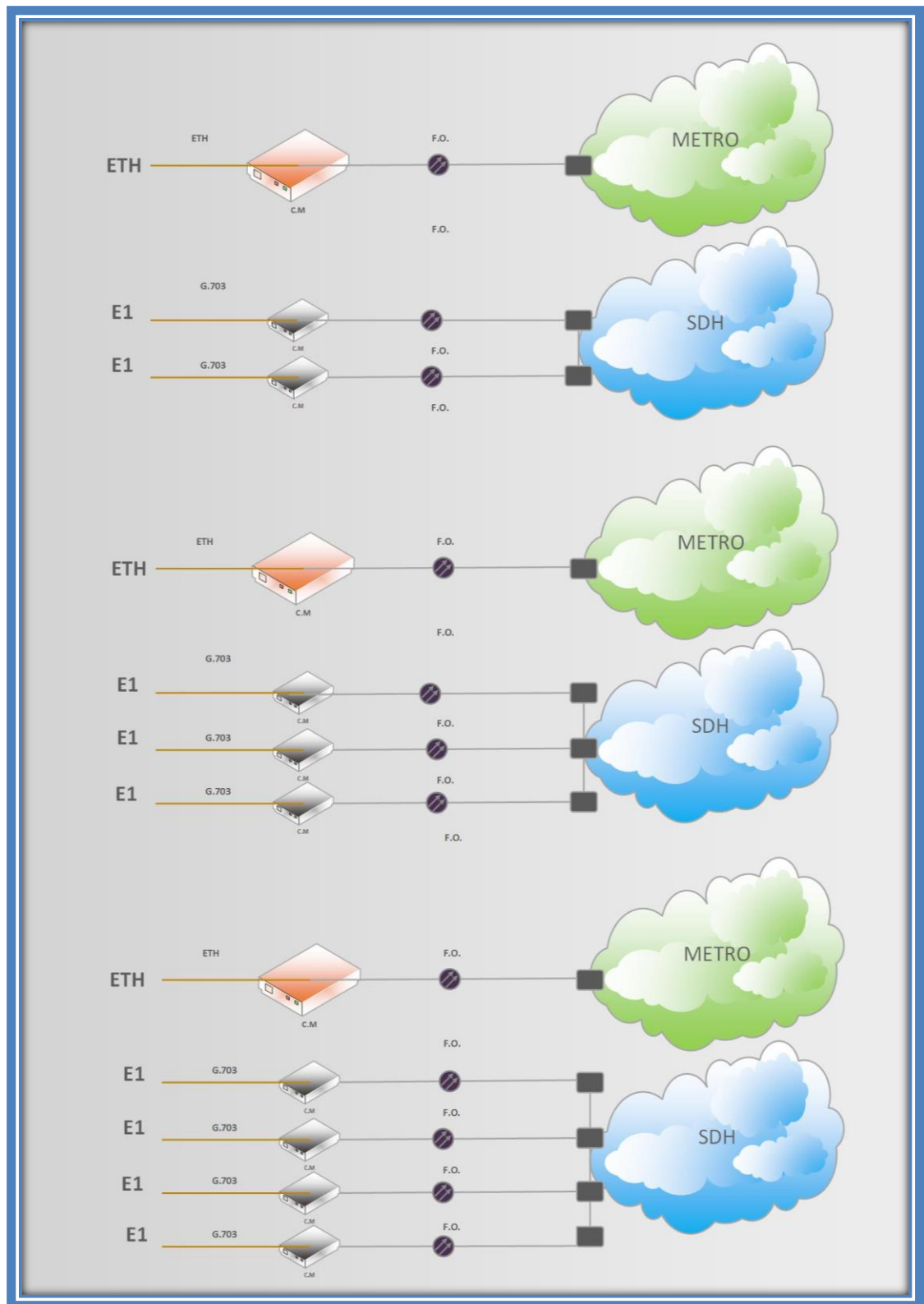


Figura 7. Diseño de la solución actual para 2, 3, 4 E1's y datos

Así que si se observa desde el caso más grande (Servicio Ethernet y 4 E1's), se tendrían que utilizar:

- 2 redes (SDH y Metro Ethernet).
- 2 nodos diferentes.
- 5 puertos (cuatro E1 y uno Ethernet).
- 5 equipos para la entrega de la solución (1 Conversor de medios de Fibra a Ethernet y 4 Conversores de Medios De Fibra a G.703).
- 5 fibras.
- 2 cuadrillas (personal) para la instalación de la solución.
- Doble personal de mantenimiento una vez se encuentre implementada.

11.1.2. EQUIPOS DE LA SOLUCIÓN ACTUAL

A pesar de que existen referencias y marcas diferentes que cumplen con los requisitos y estándares internacionales para realizar un mismo propósito. Dentro de la plataforma que se encuentra instalada actualmente, se están utilizando en su mayoría referencias variadas de la marca Huawei para la red SDH y Alcatel para la red METRO ETHERNET. Esto debido a que son equipos que cumplen con todas las recomendaciones establecidas por la ITU y que además tienen los costos más bajos en comparación con otros proveedores. Entre las referencias instaladas más comunes se encuentran:

SDH	Metro
• OptiX Metro 100 • OptiX Metro 500 • OptiX Metro 1000	• 7210 Service Access Switch • 7250 Service Access Switch • 7450 Ethernet Service Switch

Tabla 2. Equipos instalados en los nodos SDH y Metro

Para el caso específico del proyecto, se tuvieron en cuenta los equipos más utilizados dentro de las plataformas respectivas para brindar los servicios corporativos actuales, y con el objetivo de modelar una opción moderna y robusta, se tomaron como referencia para el análisis: el OptiX Metro 1000 de Huawei y 7450 Ethernet Service Switch de Alcatel como los equipos de los nodos respectivos de cada una de las redes.

- Red SDH:



Figura 8. OptiX Metro 1000 de Huawei [6]

El OptiX Metro 1000, es un equipo que fue desarrollado por Huawei y que soporta STM- 1 / STM -4 / STM- 16. Este equipo permite el acceso de una gran variedad de servicios. Puede ser utilizado en la capa de acceso de redes de área metropolitana y redes de transmisión locales, estaciones base inalámbricas y multiplexores de acceso a la línea de abonado digital.

- Red Metro Ethernet:



Figura 8. Alcatel 7450 [7]

⁶ Anónimo, OptiX Metro 1000 de Huawei. Imagen tomada del sitio: <http://enterprise.huawei.com/en/products/network/transfer-network/mstp/hw-311013.htm>

⁷ Anónimo, 7450 Ethernet service switch de Alcatel-Lucent. Imagen tomada del sitio: <http://www.alcatel-lucent.com/products/7450-ethernet-service-switch>

El Alcatel-Lucent 7450 Ethernet Service Switch es un equipo de alto rendimiento que está diseñado para ofrecer servicios Carrier Ethernet MPLS. A su vez, proporciona la plataforma ideal para la agregación metro Ethernet tanto para redes fijas como para redes móviles. Puede encontrarse en dos presentaciones, una vertical y una horizontal.

A su vez, como conversores de medios se tienen:

- Conversor de medios de Fibra a E1:



Figura 90. RC852-30-SS15 MODULE E1 TO FIBER OPTICAL [8]

El RC852-30-SS15 MODULE E1 TO FIBER OPTICAL, es un equipo conversor de medios o transeiver de Raisecom que permite la conexión de fibra y G.703. Este módulo es de tamaño compacto y altamente integrado con capacidades versátiles. Puede encontrarse en dos presentaciones, una con un puerto E1 sencillo para conector RJ45 y otra con dos conectores BNC (Bayonet Neill-Concelman).

- Conversor de medios de Fibra a ETH

El RC512-FE-S-SS13 STANDALONE, 10/100MB ETH, es un equipo conversor de medios o transeiver de Raisecom que permite la conexión de fibra e Ethernet. Este realiza la conversión de medios entre líneas de cobre 10 / 100M y enlaces de fibra 100M, y extiende de manera efectiva la distancia de transmisión de Ethernet.

⁸ Anónimo, RC852-30-SS15 MODULE E1 TO FIBER OPTICAL de Raisecom. Imagen 1 (izquierda) tomada del sitio: <http://www.americanteledata.com/raisecomrc552gefrelatedproducts.htm>. Imagen 2 (derecha) tomada del sitio: <http://www.taobao.com/product/ss832.html>



Figura 101. RC512-FE-S-SS13 STANDALONE,10/100MB ETH ^[9]

Es así, que la solución actualmente implementada está representada como se ilustra en la figura 12.

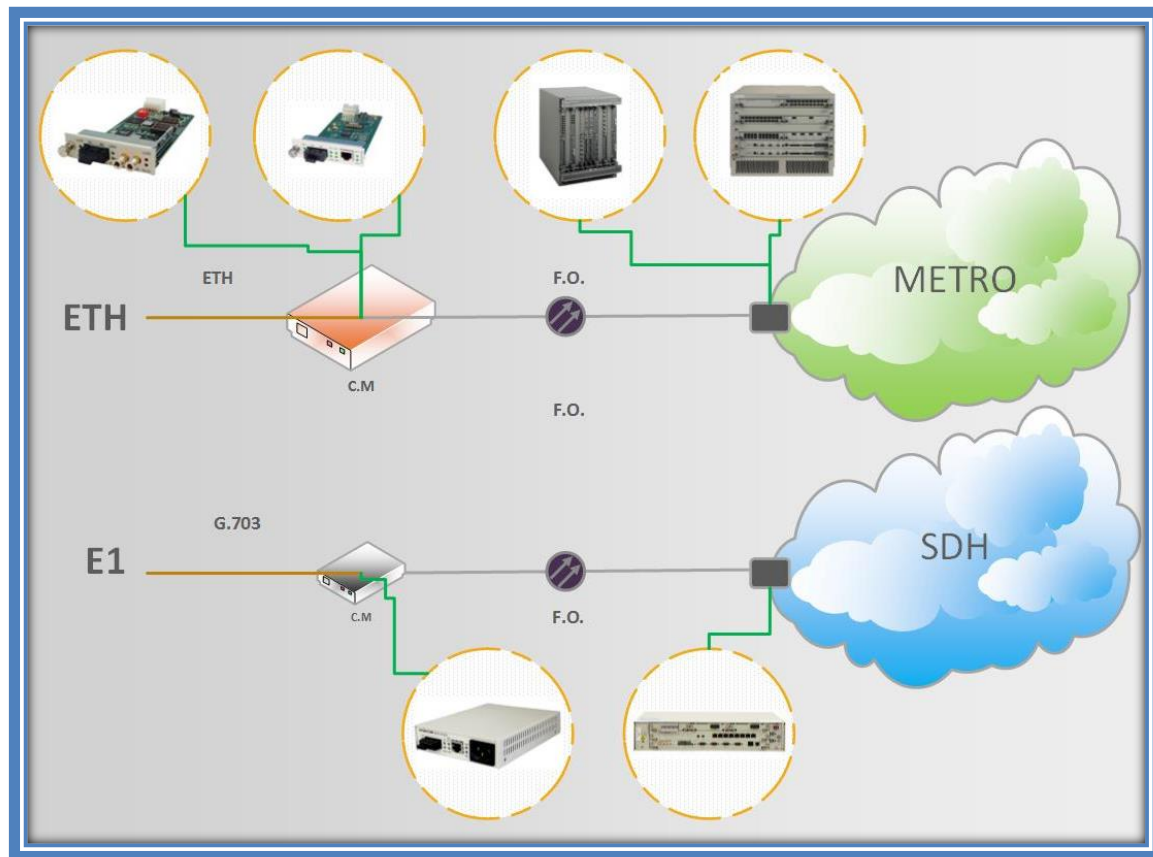


Figura 112. Diseño de la solución actual con equipos

⁹ Anónimo, RC512-FE-S-SS13 STANDALONE,10/100MB ETH de Raisecom. Imagen tomada del sitio: <http://intertrade.spb.ru/mediakonvertery-10/100-base-tx---10>

11.1.3. COSTOS DE LA SOLUCIÓN ACTUAL

Debido a que por cada servicio que el cliente requiera se tiene que instalar un conversor de medios en la solución, se debe tomar el valor de cada equipo para determinar el valor concreto de la solución planteada. Por otra parte y teniendo en cuenta que los equipos en los nodos no son exclusivos de un cliente sino son equipos más robustos con capacidad para múltiples servicios, no es necesario sumar el valor del equipo sino del puerto que se ocupa.

En Bogotá, aproximadamente desde uno de los nodos hasta el cliente la fibra utilizada se encuentra entre 1 y 10 km, es por esto que el valor que siempre varía en cada una de las soluciones es el valor representado en Km de fibra y en arrendamiento de ductos.

Los elementos principales de la instalación de fibra son provistos por la compañía y son estándar para las cuadrillas, se les da un valor establecido por el área de precios y corresponden a un valor aproximado teniendo en cuenta el desgaste de los equipos, generalmente están compuestos por los siguientes elementos:

ELEMENTOS PRINCIPALES DE INSTALACIÓN
Cable aéreo
Soporte para cable
Remate Limited Tension
Marcadores de fibra óptica
Bote para residuos de fibra
Marcador para cable
Raqueta de almacenamiento
Manga de empalme
Kit de Suspensión
Sujetador de mangas
Caja de empalme
Charola de empalme
Herraje de sujeción a poste
Charola para Caja Vertical
Conectores
Flejadora
Kit de Limpieza para empalmadora
Kit de Fibra Óptica para empalmes de fusión
Kit de Jalado
Empalmadora

Tabla 3. Elementos principales de instalación

De igual forma los elementos de seguridad, medición y herramientas de cuadrillas tienen un valor establecido promedio para la prestación de un servicio, ya que aunque varía dependiendo del servicio a instalar, el valor se establece como una generalidad.

ELEMENTOS DE SEGURIDAD, MEDICIÓN Y HERRAMIENTAS DE CUADRILLA
Odómetro
Plataforma de pruebas ópticas
Medidor de Potencia para redes PON
Aviso bajo tierra
Guantes de trabajo
Arneses de cuerpo completo
Gafas de seguridad anti fibra
Herramienta de Crimpado Universal
Cortador de Kevlar Hoja de Carburo
Pelador Multifuncional Profesional

Tabla 4. Elementos de seguridad, medición y herramientas de cuadrilla

Una cuadrilla por su parte tiene un valor fijo mensual, debido a que el salario de los técnicos es siempre el mismo, sin embargo también se encuentra establecido el costo de la misma teniendo en cuenta la cantidad de servicios que puede prestar en un mes. Puede demorarse aproximadamente 10 a 20 días en el tendido de fibra, dependiendo de qué tan remoto se encuentre el cliente del nodo.

MANO DE OBRA	
Cuadrilla	Cantidad
Técnico de Instalación	5
Técnico de Mantenimiento	3

Tabla 5. Mano de obra

Así que para el total de la instalación de una fibra tenemos los siguientes elementos y su precio para la empresa en dólares:

Valor de elementos para instalación de Fibra			
Km	1	5	10
Elemento	Precio (Dólar)		
Fibra	5	25	50
Mano de Obra	352	352	352
Elementos de seguridad, medición y herramientas de cuadrilla	17	17	17
Canalización	10,19	50,95	101,9
Elementos principales de instalación	92	92	92
Obra Civil	846,56	846,56	846,56

Tabla 6. Valor de elementos para instalación de Fibra

Es decir que el valor de última milla en dólares es:

ULTIMA MILLA	Precio (Dólar)		
Km	1	5	10
UM Canalizada y sin obra civil	476,19	740,75	1530
UM Canalizada y con obra civil	1322,75	1587,31	2376,56

Tabla 7. Valor de la última milla

Teniendo en cuenta los valores anteriormente mencionados, el valor de la solución como se encuentra implementada en este momento para 1 Km de fibra y 1 E1 es:

SOLUCIÓN ACTUAL	
	Valor 1E1 + Datos (Dólar)
UM Fibra 1	1322,75
UM Fibra 2	476,19
Puerto E1 en SDH	20
Puerto Ethernet	700
TRV E1	120
TRV Ethernet	118
TOTAL	2756,94

Tabla 8. Solución actual 1 E1

Y el valor de la solución como se encuentra implementada en este momento para 1 Km de fibra y 2, 3 y 4 E1's es:

SOLUCIÓN ACTUAL			
	Valor 2E1 + Datos (Dólar)	Valor 3E1 + Datos (Dólar)	Valor 4E1 + Datos (Dólar)
UM FIBRA 1	1322,75	1322,75	1322,75
UM FIBRA 2, 3 y 4	952,38	1428,57	1904,76
Puerto E1 en SDH	40	60	80
Puerto Ethernet	700	700	700
TRV E1	240	360	480
TRV ETHERTNET	118	118	118
TOTAL	3373,13	3989,32	4605,51

Tabla 9. Solución actual 2, 3 y 4 E1's

Finalmente, se obtienen los costos de la solución actual para las diferentes cantidades de E1's y variación de kilómetros de distancia al nodo ente 1 y 10Km.

Valores de la solución actual para 1,5 y 10 Km			
	1 Km	5 Km	10 Km
Valor 1E1 + Datos (Dólar)	2756,94	3286,06	4864,56
Valor 2E1 + Datos (Dólar)	3373,13	4166,81	6534,56
Valor 3E1 + Datos (Dólar)	3989,32	5047,56	8204,56
Valor 4E1 + Datos (Dólar)	4605,51	5928,31	9874,56

Tabla 7. Valores de la solución actual

11.2. PROPUESTA DE MIGRACIÓN DE LA RED

Luego del análisis del funcionamiento de la red implementada, se procedió a realizar una propuesta que evidenciara las potenciales mejoras en función de la modernización y ahorro económico en comparación con la solución vigente, y con ello determinar los beneficios y la posibilidad de una futura implementación de este tipo de estrategias para este y otros servicios.

Para lograr una migración exitosa y un ahorro económico significativo se plantea una solución basada en la reducción de recursos:

- Reducción de infraestructura
- Reducción de mano de obra (instalación y mantenimiento)
- Reducción de equipos

11.2.1. REDUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

El mayor problema de la solución implementada es el exceso de infraestructura que debe usarse para entregar el servicio. Por lo que la solución más acertada es pasar de múltiples fibras a una única fibra que transporte todos los servicios (tanto Ethernet como E1) que requiera el cliente, esto lograría pasar de una solución total de 2 a 1 fibra en el mínimo caso, y de 5 a 1 en el máximo, logrando ahorrar tanto en infraestructura como en instalación y mantenimiento.

Para lograr esto, se propone, basado en el estándar MEF 8 realizar una emulación por la red Metro Ethernet del servicio de E1's que actualmente se transporta por la red SDH de la compañía.

11.2.1.1. PLATAFORMA A UTILIZAR

Existe una red metro Ethernet con cobertura metropolitana que a su vez tiene presencia en todas las ciudades. Esta red es la más grande en el momento y cuenta con nodos y equipos desplegados por toda la ciudad (Bogotá).

A pesar de que no hay una topología en común que defina la red metro, existe un modelo establecido por capas que van formando anillos. Principalmente existe una capa de core que comprende el núcleo de la red, en donde se encuentran las troncales de mayor capacidad (10G) y están distribuidos por todo Bogotá. A estos equipos se añaden unas capas más pequeñas conocidas como capa de agregación, y de esta a su vez se forman anillos más pequeños que comprenden la capa de acceso (equipos menos robustos) y de esta forma se cubre toda la ciudad.

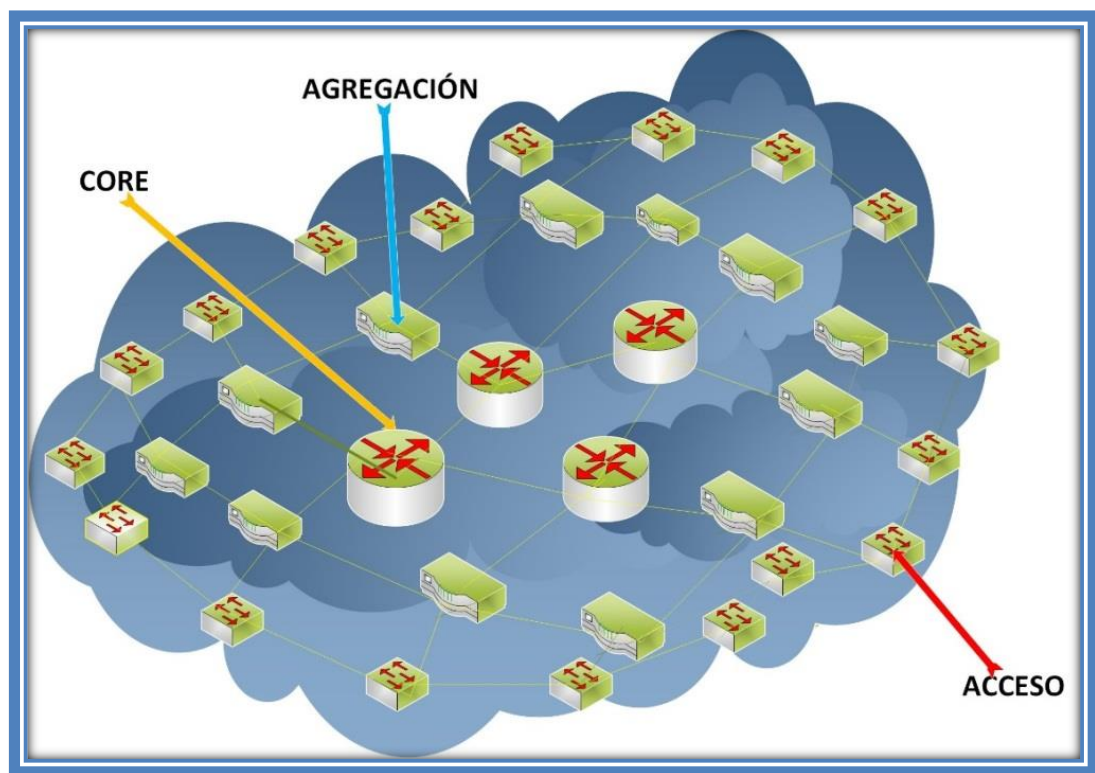


Figura 1312. Niveles de la Red Metro Ethernet

Esta infraestructura es una Red metro Ethernet que tiene todos los estándares de la MEF CE 2.0 (Carrier Ethernet 2.0)

Dentro de este estándar se define la prestación de los servicios:

- E-LINE: P2P (Punto a punto)
- E-LAN: multipunto – multipunto (Full-mesh)
- E-TREE: punto-multipunto (Árbol)



Figura 14. Servicios que se pueden prestar en la red Metro Ethernet 2.0

11.2.1.2. ESTÁNDAR MEF 8

El estándar MEF8 creado en 2004, aborda el tema del transporte de señales digitales que se basan en la multiplexación por división de tiempo (TDM) a través de la Red metro Ethernet (MEN), dentro de las cuales se encuentran los E1's. Cabe resaltar que este estándar a su vez está basado en el MEF 3 (Circuit Emulation Service Definitions, Framework and Requirements in Metro Ethernet Networks), en donde se describen dos servicios principales sobre los cuales se puede realizar la emulación: El servicio punto a punto y el servicio a punto a multi-punto.

Los servicios de emulación de Circuitos a través de Ethernet (CESoETH) realizan una conexión pseudowire entre dos funciones de interoperabilidad (IWF), que manejan la paquetización de las tramas TDM, encapsulándolas y enviándolas por

la red Ethernet y recibíéndolas del otro lado para recuperarlas y extraer los datos TDM que han sido transportados por la red Ethernet.

Dentro del estándar se definen dos tipos de emulación:

Emulación por estructura agnóstica:

Para este tipo de emulación de servicio TDM, la interfaz CES TDM (Servicios de emulación de circuitos TDM) lleva toda la información proporcionada por la interfaz de servicio TDM de manera transparente, es decir sin hacer interpretaciones de los datos o de la estructura interna. . El servicio se emula completamente por la función de interoperabilidad (IWF), incluyendo cualquier estructura de trama que esté contenida.

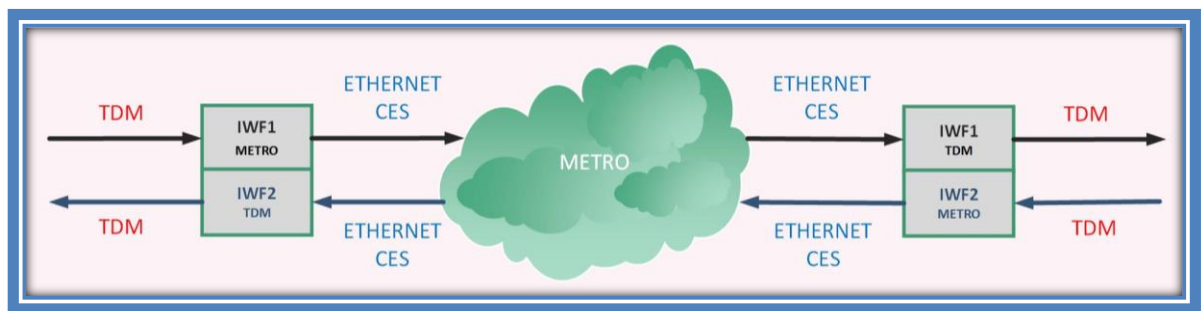


Figura 15. Dirección de la función de interoperabilidad

Emulación por estructura consciente:

Para este tipo de emulación de servicio TDM se tienen algunos componentes adicionales que permiten realizar variadas funciones (véase figura 16). Para comenzar, la interfaz de servicio TDM es operada por el TSP (procesador de servicios TDM) para producir el servicio que se va a ser emulado a través de la MAN.

Esta es utilizada cuando se tienen múltiples interfaces de servicios TDM y se quieren combinar solo en un tipo para crear un solo flujo CES o cuando se necesitan múltiples interfaces de servicios TDM a partir de una única interfaz proporcionada, para crear tantos flujos CES como se requieran.

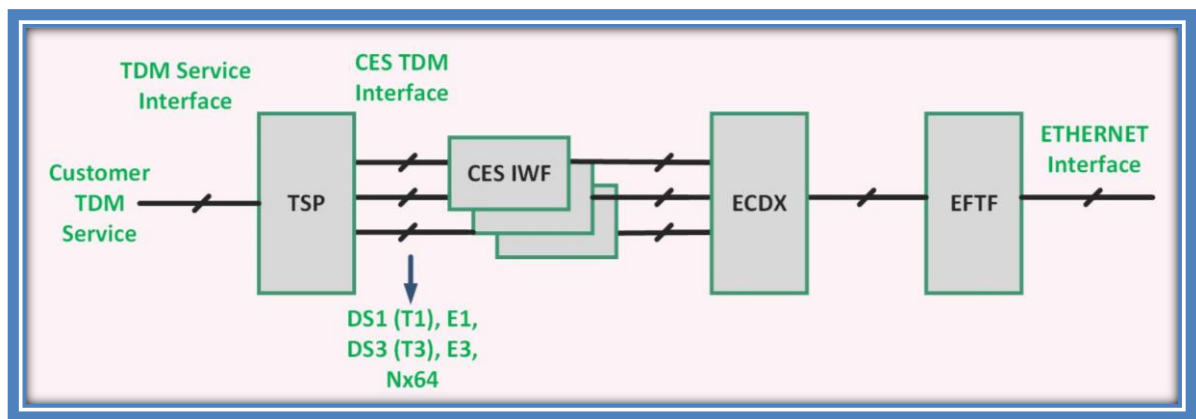


Figura 16. Etapas de la emulación

TSP: Procesador de servicios TDM

CES IWF: Función de interoperabilidad de emulación de circuitos

ECDX: Función de De/Multiplexación de emulación de circuitos

EFTF: Función de terminación de flujo Ethernet

11.2.2. REDUCCIÓN DE EQUIPOS

Para la lograr la reducción de costos deseada, se debe conseguir utilizar menos equipos para la solución final, razón por la cual se busca entregar todos los servicios en un único equipo que sea capaz de entregar tanto los servicios Ethernet convencionales como los E1's.

Teniendo en cuenta que se decidió realizar la emulación de los E1's sobre la red Metro, se debe contar con un equipo que sea capaz de recibir todos los servicios por la fibra y desagregarlos para poder entregarle al cliente cada uno de estos en la solución final. Pues luego del punto de demarcación es necesario obtener de nuevo los servicios en ETH y G.703 respectivamente.

Cumpliendo con las características necesarias y un costo adecuado se encontró el demarcador iTN165-4GE4E1 de RAISECOM, el cual aparte de ser de la misma marca de los conversores utilizados para la solución actual, es un equipo inteligente que permite cumplir a cabalidad el objetivo de la nueva propuesta.

El iTN165-4GE4E1 es un equipo terminal utilizado en redes PSN (packet switch network) enfocado a entregar servicios GigabitEthernet y E1s a través de una red Ethernet.^[10]



Figura 1713. iTN165-4GE4E1 RAISECOM ^[11]

Dentro de los puertos físicos que posee el equipo, los más importantes a tener en cuenta para la solución son:

- 4GE
- 4E1
- Dos entradas de Fibra (Redundancia)

Solución de bajo costo para entregar servicios Ethernet + E1s a través de una red PTN. Interopera con redes MPLS y MPLS-TP. Cumple con los estándares OAM IEEE802.3ah, IEEE 802.1ag y ITU-Y Y.1731. Entrega de servicios E1 sobre Ethernet. ^[12]

11.2.3. REDUCCIÓN DE MANO DE OBRA (INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO)

La forma más significativa de reducir los costos de la mano de obra, tanto en instalación como en mantenimiento, es reducir la infraestructura, ya que si se tienen menos fibras y menos equipos, se necesita una menor cantidad de personal para desplazar al momento de realizar algún tipo de reparación o mantenimiento preventivo. Pero, si además no fuera necesario desplazar en absoluto personal para realizar algunas de estas funciones, el ahorro sería mucho mayor.

¹⁰ Anónimo, Ficha Técnica iTN165-4GE4E1. Tomado del sitio: <http://www.triohmtec.com/producto/412>

¹¹ Anónimo, iTN165-4GE4E1 de RAISECOM. Imagen tomada del sitio: <http://www.triohmtec.com/producto/412>

¹² Anónimo, Ventajas iTN165-4GE4E1. Tomado del sitio: <http://www.triohmtec.com/producto/412>

Para este caso, y basados en las herramientas de OAM definidas por la MEF, se tiene en estas una de las mayores ventajas de esta solución.

11.2.3.1. HERRAMIENTAS DE OAM

Las herramientas de OAM (Operations, Administration and Maintenance) permiten monitorear el servicio de extremo a extremo y por lo tanto reducen los gastos de operación. Esto se traduce en la realización de pruebas sin necesidad de desplazar personal a sitio.

Además, se puede realizar la trazabilidad del servicio desde donde empieza hasta donde termina y gracias a esto, determinar en donde se encuentra localizada la falla, tal que si el cliente reporta el canal degradado se puede establecer la naturaleza de la falla (problema de fibra, problema del equipo o ningún problema en el servicio). Y de ser necesario algún tipo de atención directa, se puede realizar el desplazamiento de personal al punto específico en el que se encuentra dicha falla.

Las herramientas de OAM que se pueden utilizar gracias a la nueva solución planteada son:

- **RFC2544**

Prueba que brinda:

- Troughput
- Packet lost
- Jitter
- Latencia

Es la más utilizada para realizar pruebas de verificación de ancho de banda y transporte de datos, se utilizan técnicas de saturación del canal y descargas. Es una prueba que se puede realizar de forma remota, ya que los equipos permiten hacerlo al igual que la red. A diferencia de la solución actual en la que si se solicita un análisis similar para determinar los mismos aspectos que arrojan este tipo de pruebas, se debe enviar a

cada extremo del canal un técnico para que realice las respectivas pruebas y saturación del canal.

Gracias a esta prueba no hay necesidad de desplazar personal, lo que permite un ahorro en gastos de operación (mantenimiento), además, una vez terminada, se pueden enviar los resultados vía internet directamente al cliente, lo que hace que el proceso sea más efectivo y rápido.

Debe realizarse en común acuerdo con el cliente, ya que la saturación del canal puede generar pérdidas en el tráfico de información que se encuentra cruzando al momento de ser ejecutada y afectar servicios.

- **Y1731**

Prueba que brinda:

- Packet lost
- Jitter
- Latencia

Aunque aparentemente brinda las mismas opciones que la RFC2544, tiene la ventaja de que no es intrusiva, ya que al no realizar la prueba de Troughput, evita una posible pérdida de información mientras se ejecuta. La información que entrega no es tan detallada, pero igualmente los resultados que ofrece son muy completos.

Se puede dejar corriendo durante mucho tiempo (semanas o meses) para demostrar el comportamiento del canal durante largos periodos de tiempo (cuanto tiempo estuvo activo cuanto tiempo estuvo down). De igual forma, se puede ejecutar de forma remota por lo que no es necesario desplazar personal.

Actualmente para resolver este tipo de problemas, se debe igual que en el caso de la prueba RFC2544 enviar personal a los dos extremos del canal con equipos y software especializado para correr este tipo de pruebas.

- **802.3ah y CFM 802.1ag**

Pruebas que brindan:

- Alarma Turn OFF
- Protección de última milla

Usada comúnmente para los casos en los que los clientes reportan problemas porque el equipo está apagado, si el cliente apaga el equipo se pierde la visibilidad y no es posible realizar ninguna otra prueba, mientras que esta prueba permite que antes de que el equipo se apague envíe una alarma para avisar que ha sido desconectado, gracias a lo cual si se reporta alguna falla en el equipo, no hay necesidad de desplazar personal y se puede indicar de manera remota que el problema es que el equipo ha sido desconectado.

Además, brinda protección de última milla, para los casos en donde existe última milla redundante, se puede saber si el canal esta up (intercambiando constantemente paquetes y testeando el estado de la última milla), de manera que si hay una falla no permite que otros protocolos más lentos converjan, sino que hace que se conmuten directamente, lo que ofrece un resultado mucho más rápido y con menos pérdidas.

Con la solución actual no existe la posibilidad de proteger, ya que el modelo actual es lineal, si existe alguna ruptura se cae el servicio, mientras que con esta tecnología, el demarcador puede llegar a dos equipos de la red metro Ethernet diferentes y se puede hacer una protección de última milla, de tal forma que los E1's que se entregan están protegidos al igual que los servicios de Ethernet.

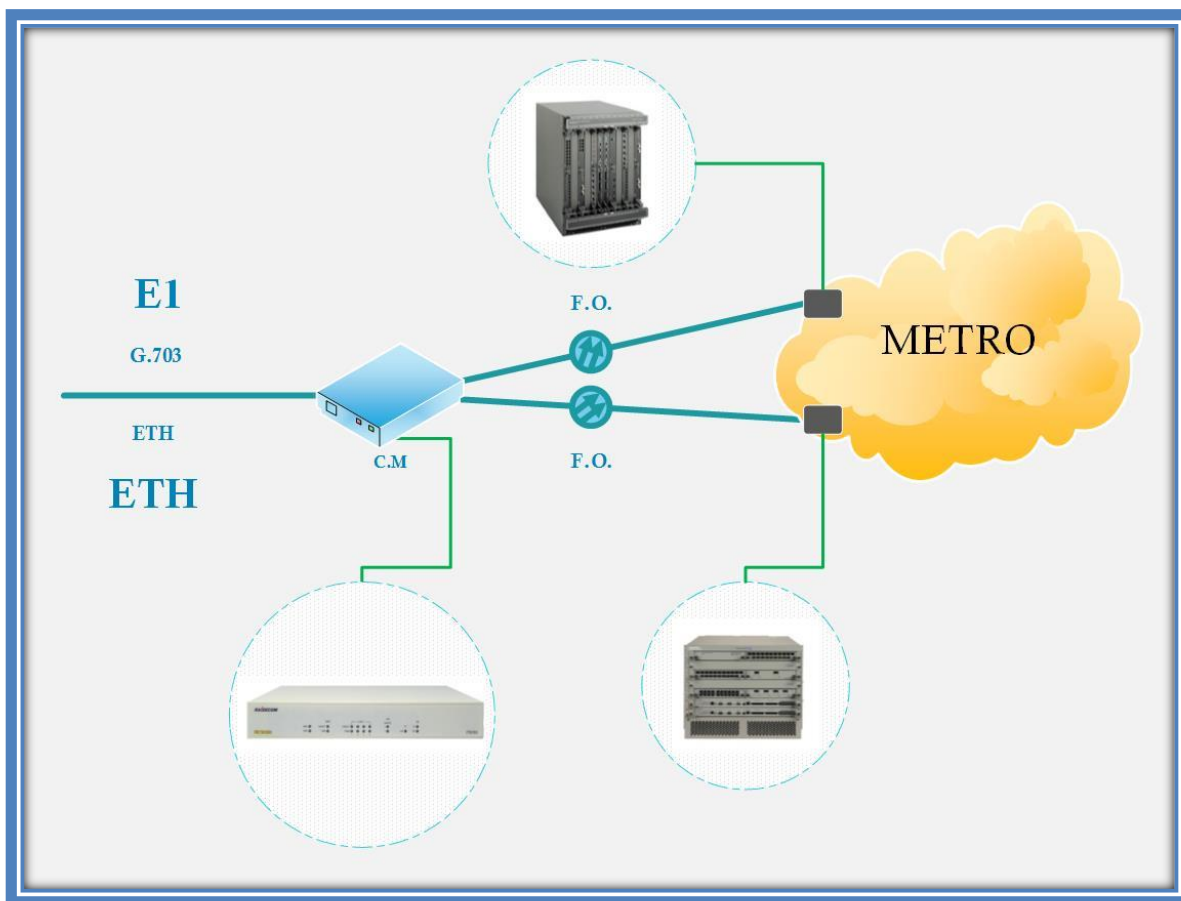


Figura 1814. Redundancia en la red Metro

11.3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Finalmente, el diseño de la solución propuesta (Véase figura 19) pasa a ser un esquema reducido y menos complejo, contrariamente al que se encuentra en funcionamiento. Posee además, una menor cantidad de equipos e hilos de fibra, y por lo tanto requiere una menor cantidad de personal de instalación y mantenimiento.

Se logra obtener un diseño de red más sencillo que brinda múltiples beneficios por encima del que actualmente se encuentra en funcionamiento, con mayor velocidad de implementación y de respuesta ante fallas, mejores equipos, mayor capacidad de transmisión y más versátil.

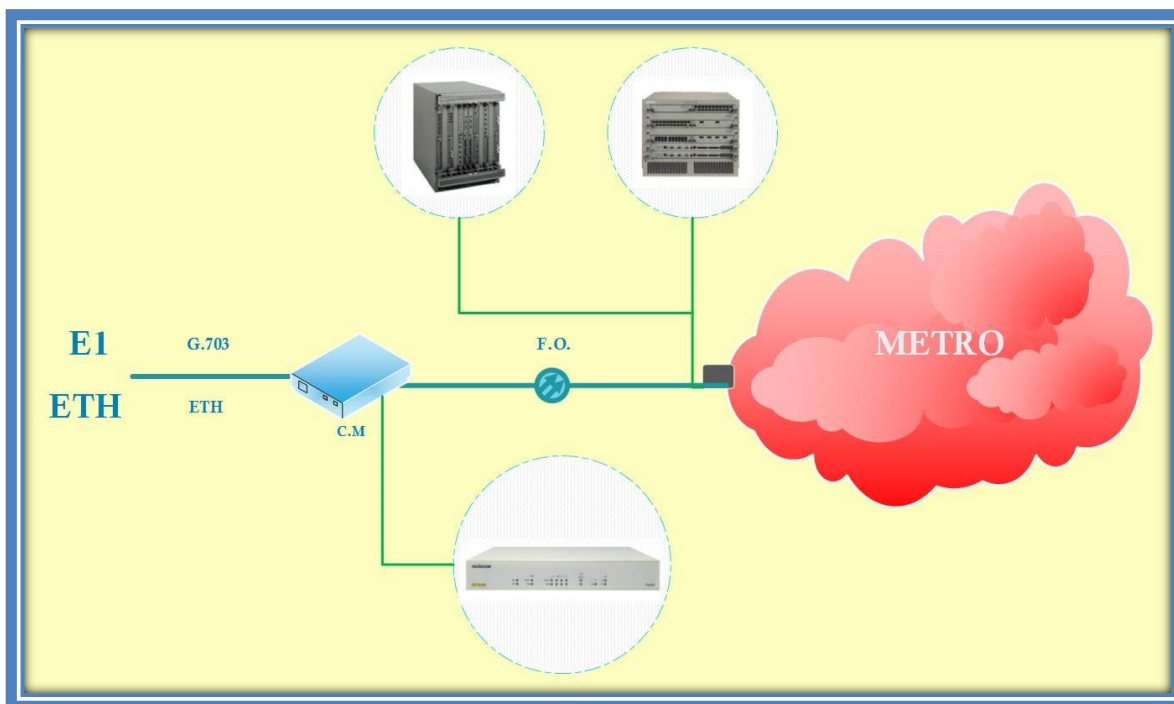


Figura 159. Propuesta de diseño final

Como se logra apreciar en la figura 19, gracias a la migración del servicio de telefonía E1 mediante la emulación de circuitos a la red Metro Ethernet, el esquema de la prestación de estos dos servicios se refleja en una solución menos compleja, lo que no es sinónimo de menos robusta.

La facilidad de utilizar una única red para la prestación de múltiples servicios hace que se tengan que desplazar menos personas al momento de realizar la instalación de los servicios. Se puede además controlar dichos servicios desde un único nodo del proveedor. A esto se añade una significativa reducción en el tendido de fibra, lo que proporciona un ahorro en gastos de infraestructura (tendido y mantenimiento de la misma).

Importa dejar sentado, además, que gracias a que se utiliza una única fibra, en caso de presentarse algún tipo de daño o problema, la verificación y reparación del mismo será más rápida y fácil, pues se cuenta también con las ya mencionadas herramientas de OAM, capaces de testear, verificar e indicar los problemas más comunes de tráfico, pérdidas y rendimiento de la red.

Sin dejar a un lado los equipos elegidos, estos comprenden un segmento de gran importancia dentro de la solución presentada. El elemento más importante a tener

en cuenta es que estos equipos se encuentran dentro de los estandarizados por la compañía, de manera que si se decidiera realizar una migración, podría implementarse de forma inmediata, pues los equipos más robustos (instalados en los nodos) ya se encuentran en funcionamiento y son capaces de prestar el tipo de servicio estudiado, y los demarcadores que habría que instalar, se encuentran dentro de la mercancía de bodega de la empresa, razón por la cual no habría necesidad de realizar pedidos de compra ni estudios de factibilidad y compatibilidad con los productos ofrecidos.

En resumen, para esta nueva solución se utilizarían:

- 1 red (Metro Ethernet).
- 1 nodo (Metro Ethernet).
- 1 puerto (Ethernet)
- 1 equipo para la entrega de la solución (Demarcador iTN165-4GE4E1 RAISECOM).
- 1 fibra.
- 1 cuadrilla (personal) para la instalación de la solución.
- Reducción significativa de personal de mantenimiento una vez se encuentre implementada.

11.3.1. EQUIPOS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Red Metro Ethernet:

- Alcatel 7450

Se mantiene el equipo Alcatel-Lucent 7450 Ethernet Service Switch (Véase figura 20) debido a que se encuentra ya instalado en los nodos Ethernet y cuenta dentro de sus características con la prestación de servicios de emulación de circuitos TDMoETH (TDM over Ethernet).



Figura 160. Alcatel 7450 (Red Metro Ethernet) ^[13]

Demarcador:

- ITN165-4GE4E1 RAISECOM

Aparte de cumplir con las características técnicas y económicas necesarias para ser el convertidor de medios de la nueva propuesta, este equipo se encuentra dentro de los equipos estándar de la compañía, lo que significa que se encuentra aprobado para su uso dentro de soluciones corporativas y proyectos.



Figura 2117. ITN165-4GE4E1 RAISECOM. ^[14]

¹³ Anónimo, 7450 Ethernet service switch de Alcatel-Lucent. Imagen tomada del sitio: <http://www.alcatel-lucent.com/products/7450-ethernet-service-switch>

¹⁴ Anónimo, ITN165-4GE4E1 de RAISECOM. Imagen tomada del sitio: <http://www.triohmtec.com/producto/412>

11.3.2. COSTOS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Para 1 km de fibra la solución se reduce al siguiente modelo (Véanse tablas 11 y 12):

SOLUCIÓN DEMARCADOR 1 Km	
	Valor 1E1 + Datos (Dólar)
UM FIBRA 1	1322,75
UM FIBRA2	0
Puerto Ethernet	700
Puerto E1 en SDH	0
TRV E1	0
Demarcador	700
TOTAL	2722,75

Tabla 8. Solución demarcador para 1 E1

SOLUCIÓN DEMARCADOR 1 Km			
	Valor 2E1 + Datos (Dólar)	Valor 3E1 + Datos (Dólar)	Valor 4E1 + Datos (Dólar)
UM FIBRA 1	1322,75	1322,75	1322,75
UM FIBRA2	0	0	0
Puerto Ethernet	700	700	700
Puerto E1 en SDH	0	0	0
TRV E1	0	0	0
Demarcador	700	700	700
TOTAL	2722,75	2722,75	2722,75

Tabla 9. Solución demarcador para 2, 3 y 4 E1's

Como puede observarse claramente, los costos del modelo propuesto no varían dependiendo de la cantidad de servicios de E1 que se soliciten, pues a pesar de que se requiera instalar ya sea la mínima solución (datos + 1E1) o la máxima establecida para el producto (datos + 4E1's), la propuesta siempre tendrá el mismo costo.

A medida de que se extiende la distancia del cliente al nodo más cercano, el costo de la solución aumenta (Véase tabla 13), debido a que el tendido de fibra y los arrendamientos de canalización se acrecientan de igual forma.

Costos de la solución con demarcador para 1, 5 y 10 Km			
	1 Km	5 Km	10 Km
Valor 1E1 + Datos (Dólar)	2722,75	2987,31	3776,56
Valor 2E1 + Datos (Dólar)	2722,75	2987,31	3776,56
Valor 3E1 + Datos (Dólar)	2722,75	2987,31	3776,56
Valor 4E1 + Datos (Dólar)	2722,75	2987,31	3776,56

Tabla 10. Costos de la solución con demarcador

11.3.3. RESULTADOS DE AHORRO CON LA NUEVA SOLUCIÓN

Relación de costos de la solución actual versus la solución propuesta

1 Km:

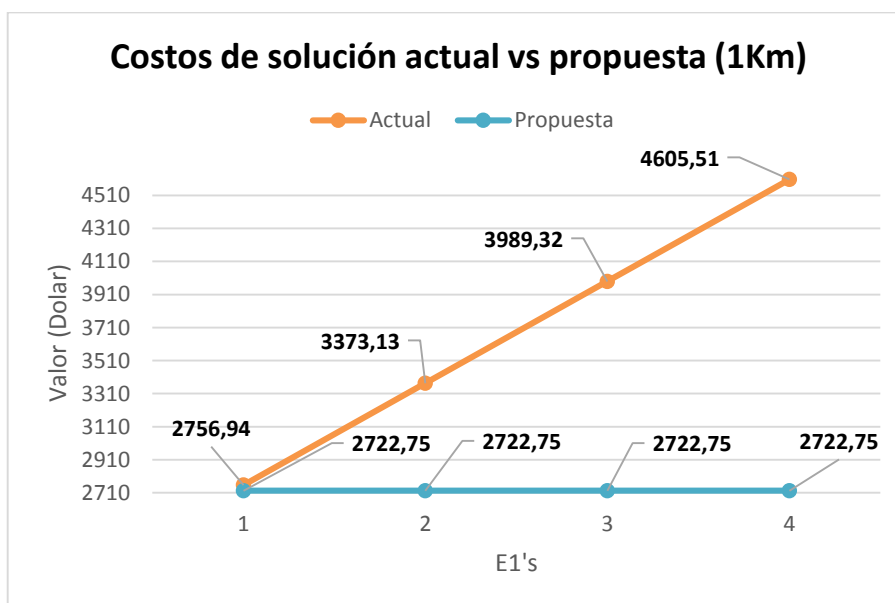


Figura 22. Costos de la solución actual y costos de la propuesta 1Km

5 Km:

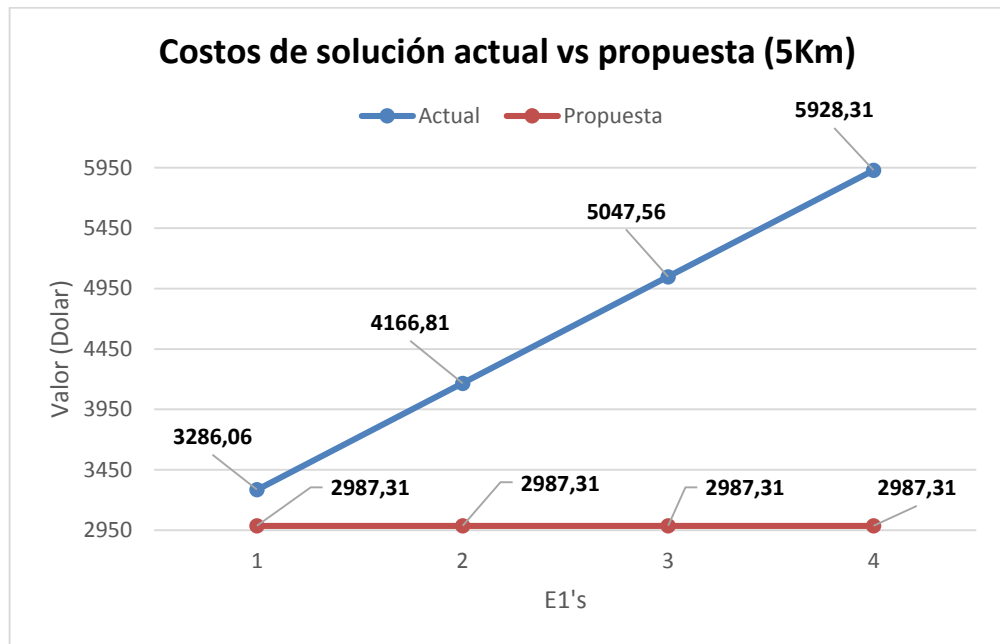


Figura 2318. Costos de la solución actual y costos de la propuesta 5Km

10 Km:

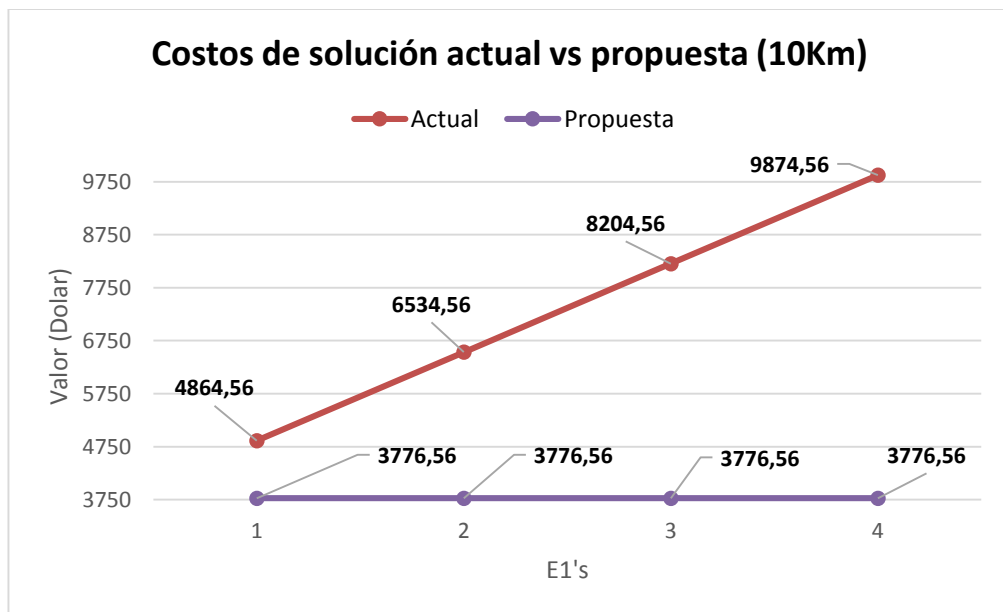


Figura 24. Costos de la solución actual y costos de la propuesta 10Km

Mediante la ecuación 2, se efectuó un análisis porcentual para determinar en cuanto es el valor real que se reduciría la solución si fuera implementada con respecto a la que se encuentra vigente hoy en día.

$$\text{Reducción del costo del servicio} = \frac{\text{Valor actual} - \text{Valor propuesto}}{\text{Valor actual}} * 100 \quad [2]$$

En la tabla 14, se observan los valores obtenidos de la reducción de costos del servicio actual comparados con la solución propuesta, tanto para diferente número de servicios E1, como para una variedad de distancias del cliente al nodo más cercano del proveedor:

Reducción de costo del servicio (%)			
Cantidad de E1's	1 Km	5 Km	10 Km
1	1,24014306	9,09143473	22,365846
2	19,2812017	28,3070262	42,2063613
3	31,7490199	40,8167511	53,9699874
4	40,8805974	49,6094165	61,7546503

Tabla 11. Reducción de costo del servicio

Como se observa en la figura 25, la reducción del costo del servicio es proporcional a la cantidad de E1's y a la distancia a la que se encuentre el cliente del nodo más cercano, sin embargo, a pesar de que el cliente decidiera pedir el servicio más reducido (Servicio de datos Ethernet y 1 E1), la solución propuesta aún presenta una reducción del 1,2% en cuanto a la solución actual, es por esto que el cambio podría considerarse como un beneficio sin importar la cantidad de E1's que se requieran, ya que desde el mínimo servicio se pueden ver los resultados de disminución de costo.

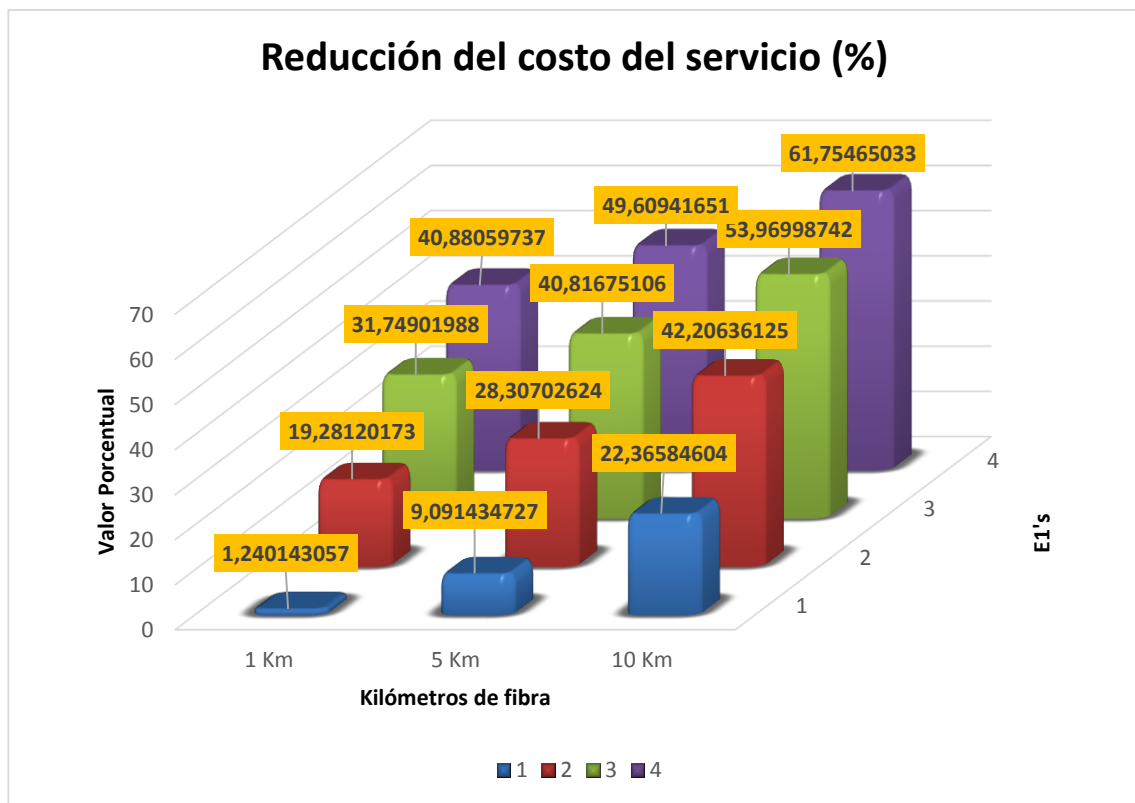


Figura 25. Reducción de costo del servicio

Se considera como una solución favorable desde el punto de vista financiero, pues logra reducir notablemente los costos del servicio, que son beneficiosos para la compañía y que a su vez podrían verse reflejados en la facturación de los clientes para generar fidelización.

11.4. VELOCIDAD DE MIGRACIÓN

Debido a que la red SDH aún está en funcionamiento, y no se tiene a futuro una propuesta de cancelación de la misma, ya que es una red que cuenta con altos niveles de tráfico y prestación de diferentes servicios, no es necesario migrar los servicios de una forma rápida, por lo tanto se propone realizar un cambio paulatino:

1. Implementar la propuesta exclusivamente en los clientes nuevos que necesiten la solución, para servicios Ethernet y E1.

2. Implementar en los clientes que tengan servicios Ethernet y requieran un servicio nuevo de E1 (realizando cambios de equipo).
3. Implementar en clientes que tengan servicios SDH y requieran algún servicio ETH nuevo (cambio de red y de equipo).
4. Implementar en clientes que soliciten cambios de servicio o blindajes (Cambios de equipo y de red de ser necesario).
5. Si en algún punto se decide terminar con el transporte del servicio de E1's para servicios corporativos sobre la red SDH, realizar la migración de los clientes que queden en ese momento a la red Metro Ethernet.

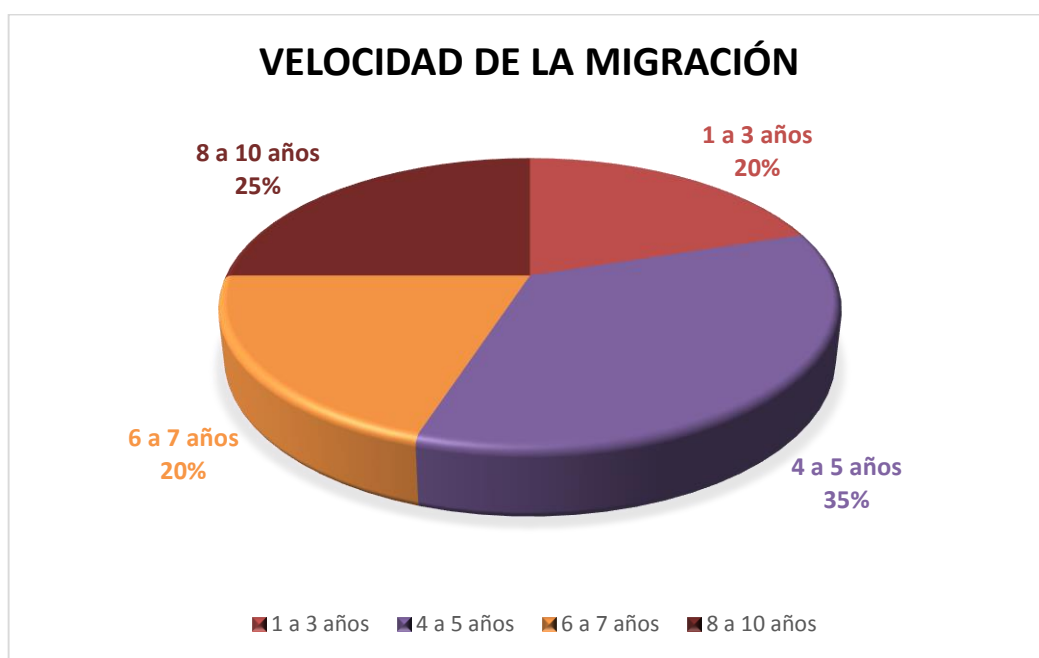


Figura 2619. Velocidad de la migración

De acuerdo con esta propuesta de migración, se presenta un modelo a 10 años (Véase figura 26), en el que dentro de los primeros tres años sea posible llegar a un 20% de clientes con servicios SDH emulados sobre la red Ethernet, teniendo en cuenta exclusivamente los clientes nuevos y aquellos que teniendo instalados servicios ETH deseen adquirir un servicio de E1.

Siguiendo con este cambio se propone a un máximo de 5 años contar con un 55% de clientes con servicios SDH emulados sobre la red Ethernet, sumando a los anteriores, aquellos clientes que teniendo servicios SDH requieran algún tipo de servicio Ethernet y se deba hacer por lo tao un cambio de red.

Adelantando el proceso de migración de todos los servicios E1, se da un plazo de 7 años para conseguir un 75% de los clientes con servicios SDH emulados sobre la red Ethernet, lo que se lograría aprovechando requerimientos de cambios de servicio, cambios de velocidad y blindajes por parte de los clientes para realizar los cambios a la nueva red.

Se recuerda, por último, que el objetivo propuesto comprende la migración total de los servicios E1 en SDH a la red Metro, para lo cual se establece que en un plazo de 10 años se culmine la migración de dichos servicios, con los clientes que a ese punto se encuentren aun utilizando la infraestructura de la red SDH para el transporte del servicios E1.

11.5. VENTAJAS DE LA PROPUESTA

Se considera, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, que la propuesta presentada tiene múltiples ventajas sobre la solución actualmente implementada, luego del análisis, se encontraron beneficios que no se habían tenido en cuenta al comenzar el estudio.

Mediante el avance de la propuesta y la realización del documento, surgieron elementos que se consideran como un valor agregado al proyecto, pues aunque no se estaban buscando desde un principio y no fueron objetivos a alcanzar, representan mejorías y puntos a favor además de los que se había propuesto encontrar inicialmente.

En la tabla 15, se establecen cuáles son esas ventajas encontradas de la nueva propuesta, que se suman a aquellas que se conocían desde un principio.

Descripción	ETH	SDH
Red	Se encuentra en crecimiento	Ya no crece mas
Numero de nodos (Bogotá)	Más de 30 (En aumento)	10 (Decrece)
Cobertura	Ciudades principales e intermedias	Ciudades principales
Velocidad de implementación	Rápida implementación debido a que es configuración	Lenta, debido a que hay que ampliar los tendidos de fibra
Aprovechamiento	Se puede hacer re-uso del canal, ya que se puede desagregar para múltiples servicios y se puede limitar.	Clear channel (todo el ancho de banda del canal se “utiliza”) y no se puede limitar
Personal	Solo el personal necesario para instalación inicial y unos pocos para mantenimiento	Gran cantidad de personal necesaria para instalación y mantenimiento
Alcance	Debido a su gran cobertura, es posible entregar el servicio de E1's en lugares donde antes no llegaba la red SDH	La misma que la cobertura actual, ya que la plataforma no sigue creciendo.
Economía	A pesar de ser más costoso el puerto ETH que el SDH y el demarcador, la solución final es más barata debido al ahorro en gastos de personal necesario e instalación de fibra	Más costosa debido a la gran cantidad de puertos, equipos, personal e infraestructura necesarios para la implementación de la solución.
Infraestructura de planta externa	1 fibra siempre	De 2 a 5 fibras según el caso
Espacio y carga	1 equipo	De 2 a 5 equipos según el caso
Protección	Puede llegar a dos nodos de la red	Solución lineal, llega a un único nodo.

Tabla 12. Ventajas de la propuesta

12.CONCLUSIONES

El diseño del cambio de red de un servicio, es una propuesta arriesgada pero que finalmente arroja resultados positivos, dejando a un lado el pensamiento de continuar con lo que ya funciona y proponer esquemas que pueden transformarse en oportunidades de crecimiento. Hay que tener en cuenta que generalmente el servicio de E1 es transportado por una red dedicada a su técnica de transmisión característica, y pasa a otra red completamente diferente, que interactúa con servicios y equipos con particularidades diversas a la suya.

Con la realización del estudio, se establecieron los parámetros necesarios para demostrar que la solución propuesta posee grandes ventajas sobre la que actualmente se está implementando. También se demostró que es factible tanto técnica como económicamente, pues se encuentra diseñada con equipos que hacen parte de los ya estandarizados por la compañía y otros que además ya se encuentran en funcionamiento dentro de las redes respectivas.

Se establece, que a pesar de que la red SDH debe continuar vigente para gran cantidad de servicios que se transportan hoy en día por ella, ha quedado obsoleta en cuanto a E1's se refiere dentro del segmento corporativo, pues debido a la alta demanda que estos tienen y la múltiple cantidad de puertos y fibras que son necesarios para su implementación, no se considera más una opción rentable ni eficiente.

Se evidencia que tanto técnica como financieramente, la emulación de E1's sobre la red Metro Ethernet es superior al transporte paralelo que se encuentra implementado en la actualidad. También se observa el aporte, no solo de la permanencia de este tipo de servicios, sino la posibilidad de crecimiento hacia lugares que no es posible llegar mediante la red SDH.

Además de los beneficios económicos y técnicos, el diseño propuesto permite contribuir con otros factores, gracias a que se deben realizar menos obras e instalar menos infraestructura. Esto aporta directamente a la disminución de la contaminación ambiental, reflejada en la generación de escombros y basura electrónica. También debido a la reutilización de la infraestructura que ya se encuentra instalada y que queda libre gracias a la disminución de fibras requeridas para la prestación del servicio final.

A pesar de que técnicamente el transporte de E1's por la red SDH implementado actualmente funciona de forma correcta, es evidente, cómo la propuesta de transporte a través de la red Metro Ethernet proporciona mejoras relevantes de reducción de equipos, reducción de infraestructura y de solución de problemas de forma remota sirviéndose de las herramientas de OAM, ofreciendo beneficios adicionales a los que tiene la red implementada y siendo capaz de suplir la necesidad de transporte coexistiendo con la red SDH.

Gracias a los estándares ya establecidos, se pueden realizar un gran número de mejoras a los productos empresariales que se encuentran en funcionamiento en la actualidad, de manera que se pueda conservar la infraestructura ya instalada y además se sigan ofreciendo características de transmisión equiparables a las manejadas en los productos vigentes pero a través de una tecnología diferente.

13.GLOSARIO

CESoETH	Circuit emulation service over Ethernet
DID	Direct Inward Dialing
E1	Trama digital de 2 Mb/s
ETH	Ethernet: Estándar de redes de área local.
G.703	Estándar que define las características físicas y eléctricas de la interfaz para transmitir datos sobre canales digitales como los E1
IEEE 802.3	Estándar de Ethernet
IP	Internet Protocol
IWF	Interworking function
LAN	Red de área local
MAN	Red de área metropolitana
MEF3	Circuit Emulation Service Definitions, Framework and Requirements in Metro Ethernet Networks
MEF8	Implementation Agreement for the Emulation of PDH Circuits over Metro Ethernet Networks
MPLS	Multiprotocol Label Switching
OAM	Operations, Administration and Maintenance
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PON	Red óptica pasiva
PSN	Packet switch network
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SIP	Session Initiation Protocol
TDM	Time-division multiplexing
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
VoIP	Voice over IP
WAN	Red de área amplia

14. BIBLIOGRAFIA

14.1. BIBLIOGRAFIA CITADA

JOSKOWICZ, José. Conceptos de telefonía corporativa. Montevideo, 2013, 4p. Universidad de la República Montevideo, Uruguay. Facultad de Ingeniería. Instituto de Ingeniería Eléctrica. {En línea}. {2 de noviembre de 2014} disponible en (<http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Conceptos%20de%20Telefonia%20Corporativa.pdf>)

TOURÉ, Hamadoun I. Comunicado de prensa, “La UIT publica las cifras de TIC de 2014”. {En línea}. {22 de octubre de 2014} disponible en (http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2014/23-es.aspx#.VFZC4vnF-AU).

SCHMIDBERG, Eduardo. “Introducción a la Tecnología SDH. Transmisión de tramas por red SDH”. {En línea}. {18 de octubre de 2014} disponible en (<http://www.ieee.org.ar/downloads/sdh-intro.pdf>).

CASTRO, Alejandro y GONZALEZ, Gerardo. Artículo: “Redes de banda ancha: METRO ETHERNET”. Maracaibo, 2009, 5p. Universidad Rafael Belloso Chacin. {En línea}. {24 de octubre de 2014} disponible en (<http://www.urbe.edu/info-consultas/web-profesor/12697883/articulos/ensayos/RedesdeBandaAnchaMetro%20Ethernet.pdf>).

TELMEX COLOMBIA. “Historia de Telmex Colombia”. Documentación Interna y de Información General de la Compañía TELMEX COLOMBIA. (s.f.)

HUAWEI. OptiX Metro 1000. {En línea}. {4 de noviembre de 2014} disponible en (<http://enterprise.huawei.com/en/products/network/transfer-network/mstp/hw-311013.htm>).

ALCATEL-LUCENT. 7450 Ethernet service switch. {En línea}. {4 de noviembre de 2014} disponible en (<http://www.alcatel-lucent.com/products/7450-ethernet-service-switch>).

RAISECOM. RC852-30-SS15 MODULE E1 TO FIBER OPTICAL. {En línea}. {3 de noviembre de 2014} disponible en (<http://www.americanteledata.com/raisecomrc552gefrelatedproducts.htm>) y (<http://www.taobao.com/product/ss832.html>)

RAISECOM. RC512-FE-S-SS13 STANDALONE,10/100MB ETH. {En línea}. {30 de octubre de 2014} disponible en (<http://intertrade.spb.ru/mediakonvertery-10/100-base-tx--10>)

TRIOHYTEC. Ficha Técnica iTN165-4GE4E1. {En línea}. {28 de octubre de 2014} disponible en (<http://www.triohmtec.com/producto/412>)

RAISECOM. ITN165-4GE4E1. {En línea}. {25 de octubre de 2014} disponible en (<http://www.triohmtec.com/producto/412>)

TRIOHYTEC. Ventajas ITN165-4GE4E1. {En línea}. {28 de octubre de 2014} disponible en (<http://www.triohmtec.com/producto/412>)

ALCATEL-LUCENT. Op.Cit

RAISECOM. ITN165-4GE4E1 Op.Cit

14.2. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

GÓMEZ LÓPEZ, Julio y GIL MONTOYA, Francisco. VoIP y Asterisk, redescubriendo la telefonía. México: Editorial Alfaomega Ra-Ma, 2009.

HUIDOBRO MOYA, José Manuel. Comunicaciones Móviles, Sistemas GSM, UMTS y LTE. México: Editorial Alfaomega Ra-Ma, 2012.

VILLANUEVA MANSILLA, Eduardo. Comunicación interpersonal en la era digital. Bogotá: Editorial Norma S.A., 2006.

BURBANO M, Raúl Hernando. Redes de transporte SDH. Santafé de Bogotá: Universidad de los andes, facultad de ingeniería, 1997.

14.3. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

MEF. MEF8 (Metro Ethernet Forum Implementation Agreement for the Emulation of PDH Circuits over Metro Ethernet Networks). The Metro Ethernet Forum 2004. {En línea}. {18 de octubre de 2014} disponible en (<http://metroethernetforum.org/>)

IEEE. IEEE 802.3 (IEEE Standard for Ethernet, 2012). IEEE Standards Association ("IEEE-SA"). {En línea}. {22 de octubre de 2014} disponible en (<http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html>)

15. ANEXO 1

Descripción Técnica de los equipos de la solución

Brevemente, se presenta a continuación la descripción técnica de los equipos establecidos para la presentación de la propuesta de diseño. La información presentada es parte de las fichas técnicas de cada uno de los equipos correspondientes y sus fabricantes respectivos.

iTN165-4GE4E1 RAISECOM



El iTN165-4GE4E1 es un equipo terminal utilizado en redes PSN (packet switch network) enfocado a entregar servicios Giga bit Ethernet y E1s a través de una red Ethernet. Entre sus principales funciones se encuentran:

- Interconectividad con la red PTN / Ethernet / IP / MPLS
- 2 x Puertos de línea GE SFP
- 4 x Puertos Cliente GE Base-Tx
- 4 x E1s
- 1 puerto de reloj de entrada o salida para sincronizar equipos externos
- Cumple con los últimos estándares de OAM IEEE802.3ah, IEEE 802.1ag y ITU-Y Y.1731 para la entrega de servicios SLA
- Mediciones de jitter, retardo y pérdida de paquetes
- Autoconfiguración completa (Zero-touch Auto Provisioning) El equipo puede interoperar tanto con los productos de la familia Raisecom como con equipos de otros proveedores.

Aplicaciones:

- Conectividad de Radiobases, eNodeB 3G/LTE
- Entrega de servicios E1 sobre Ethernet

Características Técnicas:

Puertos físicos:

- Puerto SNMP: 1 consola (RJ45)
- Línea: 2 x 100/1000Base-FX SFP
- Cliente: 4 x 10/100/1000Base-TX 4 x E1 1 x Reloj 2 Mbits / Mhz
- Consola: 1 USB

Alimentación AC: 100~240V AC, -36 a -57 V DC

Máxima potencia: $\leq 25.0W$

Temperatura de operación: 0~65 °C

Humedad: 10~90% non-condensing

Dimensiones: 320(L)*200(W)*43.6(H) mm

Alcatel-Lucent 7450 Ethernet Service Switch



El Alcatel-Lucent 7450 Ethernet Service Switch (ESS) de la familia de routers de conmutación Carrier Ethernet, está diseñado para ofrecer servicios Carrier Ethernet MPLS habilitados para alto rendimiento. Al mismo tiempo, proporciona la plataforma ideal para la agregación metro Ethernet para redes fijas y móviles.

Aprovechando la tecnología de silicio Alcatel-Lucent 400 Gb / s FP3, el ESS 7450 integra la escalabilidad, flexibilidad y previsibilidad de MPLS con la economía de

ancho de banda de Ethernet, para entregar servicios de negocio mejorados y que permiten la agregación metro de servicios residenciales, móviles y de negocios. Disponible en cuatro variantes de chasis, el 7450 ESS soporta Ethernet, IP (IPv4 / IPv6), MPLS y Provider Backbone Bridging (PBB) en red con capacidades de resiliencia y sincronización avanzadas.

Además, el 7450 ESS es Metro Ethernet Forum (MEF) Carrier Ethernet (CE) 2.0, permitiendo la entrega de CE 2.0 servicios certificados en los cuatro tipos de servicio MEF - E-LAN, E-Line, E-Tree y E-Access.

El Alcatel- Lucent CES MDA admite una amplia gama de estándares de emulación de circuitos y opciones de interfaz, lo que permite la encapsulación IP de alto rendimiento de los servicios de voz TDM y datos de negocio para ofrecer servicios fiables a través de redes IP / MPLS.

Aplicaciones:

- ASAP MDO
- Servicios de emulación de circuitos (CES) MDA y SONET / SDH MDA

Características Técnicas:

Dimensiones:

- Alto: 3.6 cm (1.4 in)
- Ancho: 19.0 cm (7.5 in)
- Profundo: 17.8 cm (7.0 in)

Temperatura de operación: 5°C to 40°C (41°F to 104°F)

Humedad relativa de operación: 5% to 85%

Altitud de operación: Up to 4000 m (13,000 ft) at 30°C (86°F)