

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

REPORTE DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

**DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
LA RED DE TRANSPORTE PARA LOS ENLACES DEL PROYECTO
BICENTENARIO CIUDAD SEGURA DE LA CD. DE MÉXICO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

PRESENTA:

EDGAR LEONEL MÉNDEZ LÓPEZ

ASESOR:

M. I. JUVENTINO CUELLAR GONZÁLEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA Enero/2015



A Dios, por permitirme vivir hasta éste momento.

Sin tu amor manifiesto en mi vida, ésta meta no habría sido alcanzada.

A mi madre, Reyna, el mejor ejemplo de vida que pude tener.

Por tu dedicación, constancia y paciencia.

Por ser padre y madre, dando mucho más de lo que pude imaginar, dejando, inclusive, tu vida a cambio de mi superación.

Por tu apoyo en las buenas, en las malas y en las peores situaciones.

Y sobre todo por tu amor interminable.

A mi esposa, Paty, con la persona que espero Dios me permita compartir hasta el último momento de mi vida.

Por tu comprensión en los peores momentos, y por tu alegría duplicada en los mejores.

Porque fuiste el amor de mi vida desde que te conocí; eres una motivación y pilar para buscar ser mejor humano, impulsándome a dar el doble de mí.

Por tu amor incondicional, ese amor que cada día crece más.

A mis hijos, Sofía y Josué, mis regalos de Dios.

Josué, mi gran varón, orgulloso de lo victorioso que eres y serás.

Sofía, una mujer decidida a todo por el éxito, desde pequeña estás demostrando buscar ser siempre la mejor en todo lo que haces.

Ambos son la motivación de terminar ésta carrera que se hizo larga, pero por ustedes vale la pena.

ÍNDICE

- I. Objetivo.
- II. Definición del Problema y Contexto de la Participación Profesional.
- III. Marco Teórico.
- IV. Análisis de la Metodología.
- V. Telmex®, Historia y Esquema Organizacional.
- VI. Diseño de Alto Nivel: Red de Transporte para 8088 Cámaras de Cd. Segura.
- VII. Implementación de la Solución: Una Combinación de Redes Ethernet para El acceso y Redes de Transporte de Nueva Generación.
- VIII. Operación y Mantenimiento de la Red Implementada: Centro Nacional de Supervisión red de Acceso: Un Equipo Dedicado a Mantener Operando las Redes de Clientes.
- IX. Conclusiones y Aportaciones.

Referencias.

Anexos.

I. OBJETIVOS.

- Definir los lineamientos técnicos que funjan como el documento de alto nivel de ingeniería para la construcción e instalación de los sistemas de transporte para cada una de las 8,088 cámaras del proyecto Ciudad Segura Bicentenario del D. F., que rijan la solución de la implementación, tomando en cuenta las redes de transporte actuales de la empresa y que regulen la instalación de las nuevas redes de acceso para llegar a cada punto de video vigilancia definido por el Gobierno del Distrito Federal.
- Supervisar la implementación de acuerdo con la solución.
- Operar y mantener la red definida de tal forma que se asegure el cumplimiento del **SLA (Service Level Agreement)**, firmado con el cliente, utilizando los sistemas de gestión y supervisión remota para cada uno de los equipos que pertenecen a la solución, implementando rutinas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para que, en los primeros dos, se asegure la disponibilidad del medio, y, en el tercero, ante un fallo, se recupere en el menor tiempo posible.

II. CONTEXTO DE LA PARTICIPACIÓN PROFESIONAL Y DEFINICIÓN DEL PROYECTO.

La Ciudad de México, una de las más peligrosas de la República Mexicana, decidió implementar una red de video vigilancia para la procuración de justicia, instalando, en la primera fase, 8,088 cámaras en las zonas más conflictivas de la metrópoli.

Con este proyecto, la Ciudad de México es la que cuenta con más cámaras de video vigilancia desde el punto de vista del sector público y dedicadas al monitoreo de la seguridad y procuración de justicia en Latinoamérica.

Cada una de las cámaras se define como un **STV: Sistema Tecnológico de Videovigilancia**. En la figura 2.1 se muestra la estructura física de un STV.

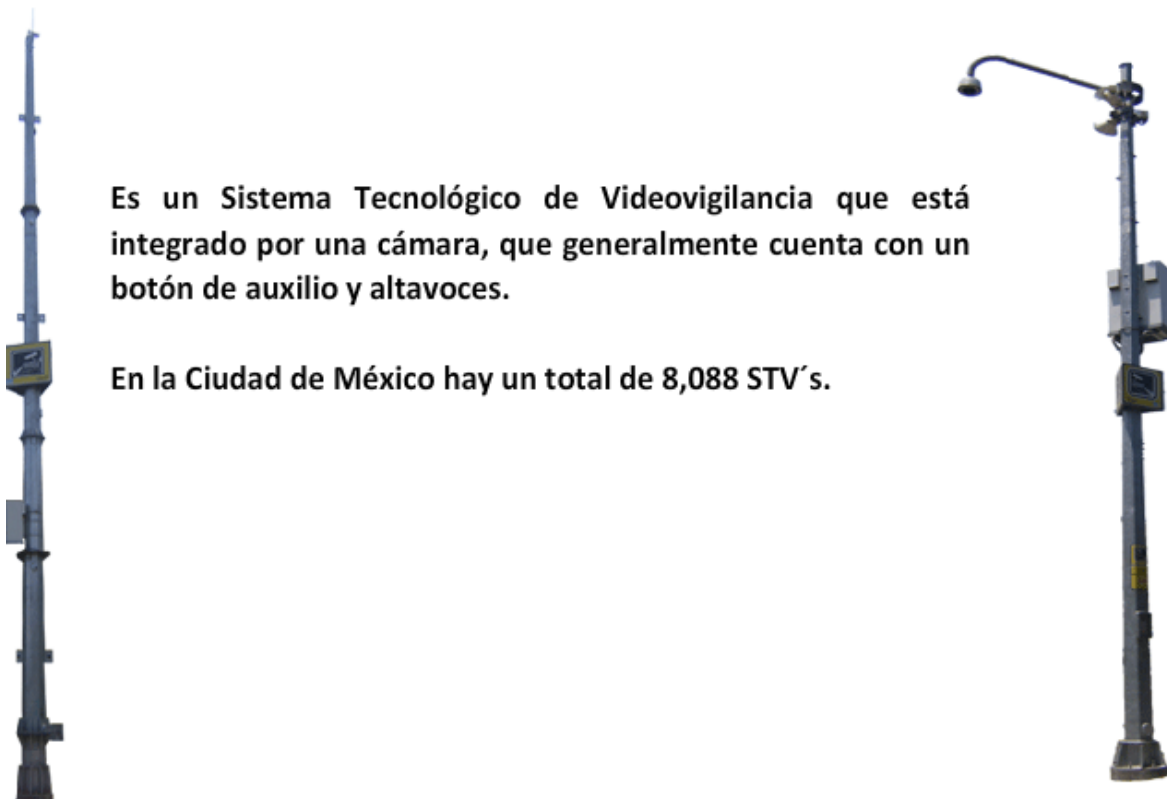


Figura 2.1 Sistema Tecnológico de Videovigilancia

Los centros dedicados al monitoreo de cada uno de los 8,088 STVs se denominan **C2: Centro de Control y Comando**, encargados de dicho monitoreo para las 16 delegaciones políticas de la Ciudad de México de acuerdo con su circunscripción territorial. En ellos existe presencia de las instancias de gobierno que participan en la atención a emergencias, seguridad pública, protección civil entre otras, con los mecanismos tecnológicos que les permiten la oportuna toma de decisiones y correcta ejecución de acciones para la pronta y eficaz respuesta a la población.

Los C2 se encuentran estratégicamente ubicados en 5 zonas de la Ciudad de México.



Figura 2.2 C2 Oriente.

El **C4i4 (Centro de Comando, Control, Comunicaciones, Cómputo, Inteligencia, Integración, Información e Investigación)**, es el encargado de coordinar a los C2's ante eventualidades mayores que ocurran en la Ciudad de México. Dicho Centro fue diseñado y construido bajo estrictos parámetros de seguridad, utilizando la tecnología más avanzada que permita a distintas instancias de gobierno, tanto locales como federales, involucradas en la atención de emergencias, crisis y desastres mayores, su reacción inmediata y coordinada.



Figura 2.3 C4i4 (Solución no Incluida en el Proyecto Ofrecido por TELMEX®)

Los objetivos de este proyecto que definió la SSPDF (Secretaría de Seguridad Pública del D. F.¹) fueron:

- Coadyuvar para reducir los índices delictivos.
- Mejorar los modelos de atención de emergencias.
- Aumentar presencia de seguridad pública.
- Incrementar los vínculos de comunicación entre las corporaciones policiales.
- Contribuir en la prevención del delito.
- Transferencia de conocimiento en materia de seguridad.

Se definieron también las necesidades y requerimientos a cubrir por el operador de telecomunicaciones que pudiese ofrecer la solución:

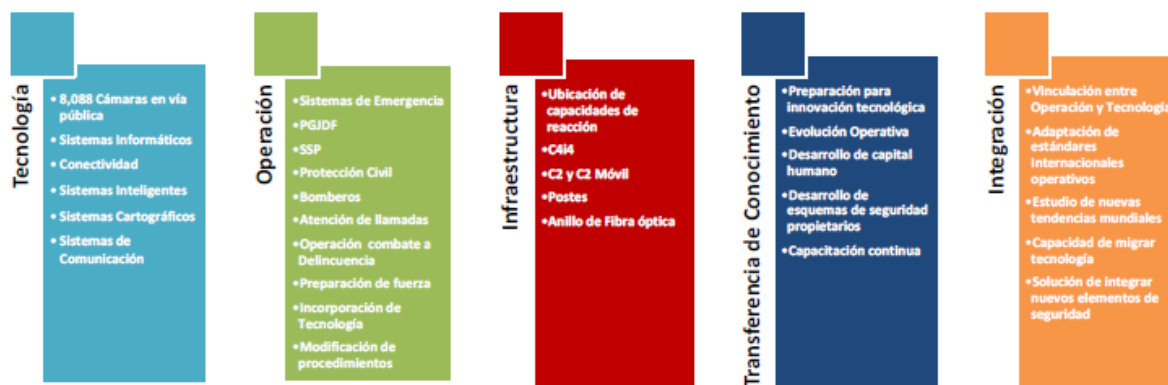


Figura 2.4 Características Proyecto Ciudad Segura: Definidas por el Gobierno del DF ²

Así mismo, se establecieron las fases compromiso del Proyecto:

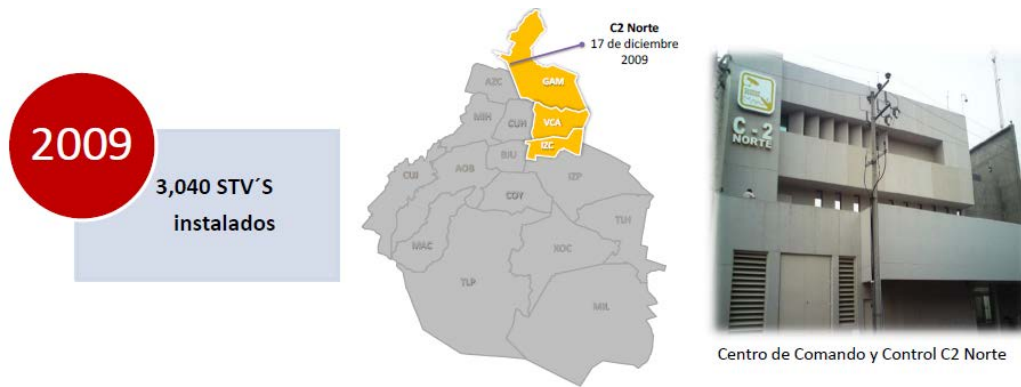


Figura 2.5 Fase 1: 2009, 3040 STV's ³

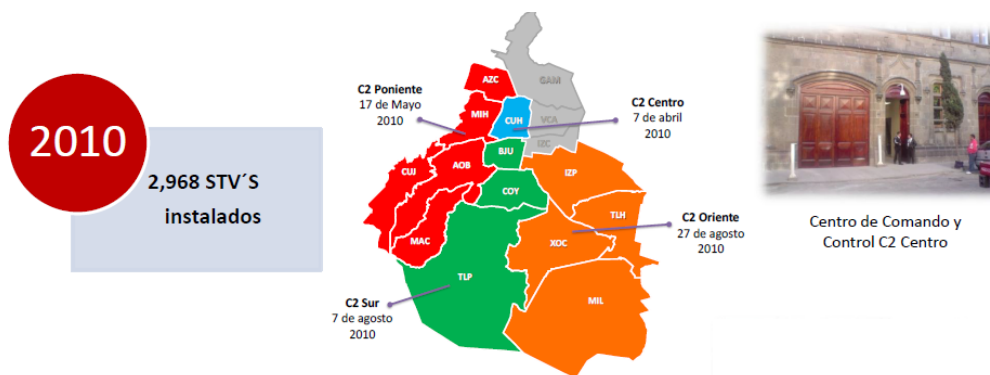


Figura 2.6 Fase 2: 2010, 2968 STV's ⁴



Figura 2.7 Fase 3: 2010, 2080 STV's y la Integración e Interconexión de los C2 y el C4i4 ⁵

Modelo de Operación Gobierno del D. F.



Figura 2.8 Modelo de Operación Ciudad Segura ⁶

Con en base a los índices delictivos en la Ciudad de México, la SSPDF estableció el requerimiento de cada cámara y su ubicación en las diferentes delegaciones así como puntualmente la zona geográfica de instalación.

DELEGACIÓN	Cámaras Instaladas
ALVARO OBREGON	575
AZCAPOTZALCO	418
BENITO JUAREZ	555
COYOACAN	422
CUAJIMALPA	158
CUAUHTEMOC	1,075
G. A. MADERO	1,148
IZTACALCO	366
IZTAPALAPA	1,080
M. CONTRERAS	171
MIGUEL HIDALGO	543
MILPA ALTA	110
TLAHUAC	321
TLALPAN	429
V. CARRANZA	486
XOCHIMILCO	231
TOTAL	8,088

Tabla 2.9 Distribución de los STVs en cada Delegación ⁷

Mapa de Ubicación:

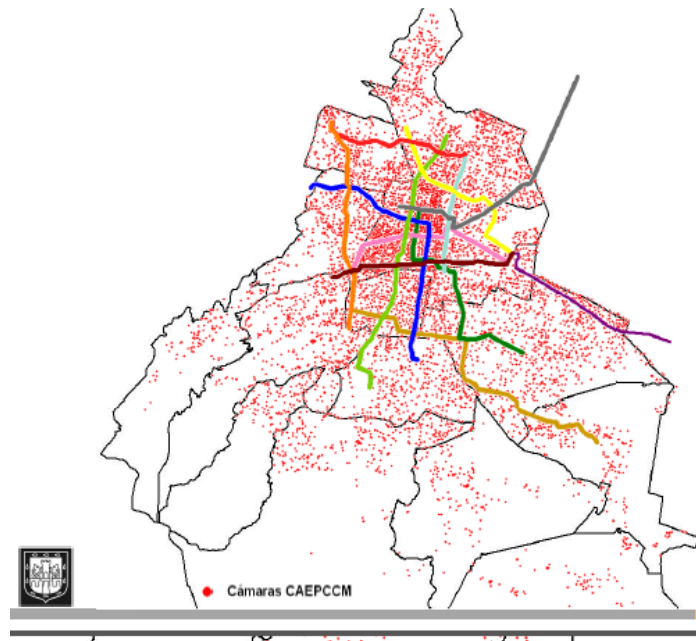


Figura 2.10 Mapa de Ubicación de cada STV y su Referencia contra las Líneas del Metro ⁸

La solución solicitada al operador de telecomunicaciones durante la licitación estuvo limitada a la instalación de 8,088 cámaras integrándolas a cada uno de los cinco C2 definidos por el Gobierno del D. F. La solución de la administración y operación de cada C2 así como su integración al C4i4 estuvo a cargo del cliente.

Teléfonos de México S. A. B. de C. V. (TELMEX®.) participó en la licitación, siendo la única empresa con la tecnología, infraestructura en tecnologías de la información y capacidad técnica y profesional de su personal para ofrecer la solución; ganó el concurso y es aquí donde se definió mi participación profesional, de acuerdo con los objetivos definidos en el trabajo.

El contexto profesional sobre el cual se basa este reporte implican:

- Diseño de redes de acceso: ópticas y eléctricas (cobre):
 - Acceso a Cada C2: Redes de alta capacidad de nueva generación con soporte de Ethernet sobre **SDH (Synchronous Digital Hierarchy)**.
 - Acceso a cada Cámara de Videovigilancia: Redes Ethernet de baja capacidad (cobre o fibra óptica), de acuerdo a la disponibilidad y distancias hacia las centrales de TELMEX®.

- Diseño del servicio para cada cámara y su integración para entregar a cada uno de los cinco C2s de acuerdo a los requerimientos.
 - Enlaces de baja capacidad Ethernet sobre SDH.
- Supervisión, operación y mantenimiento a la red implementada de acuerdo al diseño definido.
 - Utilizando de la propuesta **ITIL® (Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información, del inglés Information Technology Infrastructure Library)**, de acuerdo con las mejores prácticas de las empresas dedicadas a las **TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones)**.

El problema antes citado se relaciona con el diseño, operación y mantenimiento de las redes de nuevos clientes, así como en la mejora continua de diseño (reingeniería) y mantenimiento a las redes actuales.

Otros diseños relevantes en los que he participado:

- Red de transporte para la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), en su primera solución por enlaces **TDM (Time Division Multiplexing)**; en la segunda fase, su migración a las redes de nueva generación Ethernet sobre SDH, y, actualmente, en su tercera fase, sobre red Carrier Class.
- Proyecto de migración de la red Telcel, de TDM a red Carrier Class para soporte a las redes celulares **3G (Tercera Generación)** y **4G (Cuarta Generación)**.

Por seguridad de la red de telecomunicaciones que brinda el servicio aquí expuesto, los datos de diseño, ubicaciones, y nombres de personal clave son ficticios o han sido alterados.

III. MARCO TEÓRICO.

A. SDH Y REDES DE NUEVA GENERACIÓN.

SDH es un estándar internacional para sistemas ópticos de telecomunicaciones de altas capacidades y velocidades de transmisión. Esta red, por ser síncrona, está optimizada para manejo de anchos de banda fijos, lo que la ha convertido en el medio natural para la transmisión de telefonía tradicional. Este estándar culminó en 1989 en las recomendaciones de la ITU-T G.707, G.708, y G.709 que definen la Jerarquía Digital Síncrona. En Norte América, ANSI publicó su estándar **SONET (Sincronous ÓPTICAL network: Red óptica síncrona)**. Las recomendaciones de la ITU-T definen un número de tasas básicas de transmisión que se pueden emplear en SDH. La primera de estas tasas es 155.52 Mbps, normalmente referidas como un **STM-1 (Synchronous Transport Module – Level 1)**. Mayores tasas de transmisión como el STM-4, el STM-16, STM-64 y STM-256 (622.08 Mbps, 2488.32 Mbps, 9953.28 Mbps y 39813.12 Mbps respectivamente) están también definidas. Actualmente tenemos enlaces STM-64 (10 Gbps), y, probados en laboratorios, hasta STM-264 (40 Gbps). El protocolo además permite manejar señales de más baja jerarquía como las provenientes del estándar **PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)** por medio de puertos tributarios adecuados. La formación de la señal síncrona es la que se muestra en la figura 3.1.

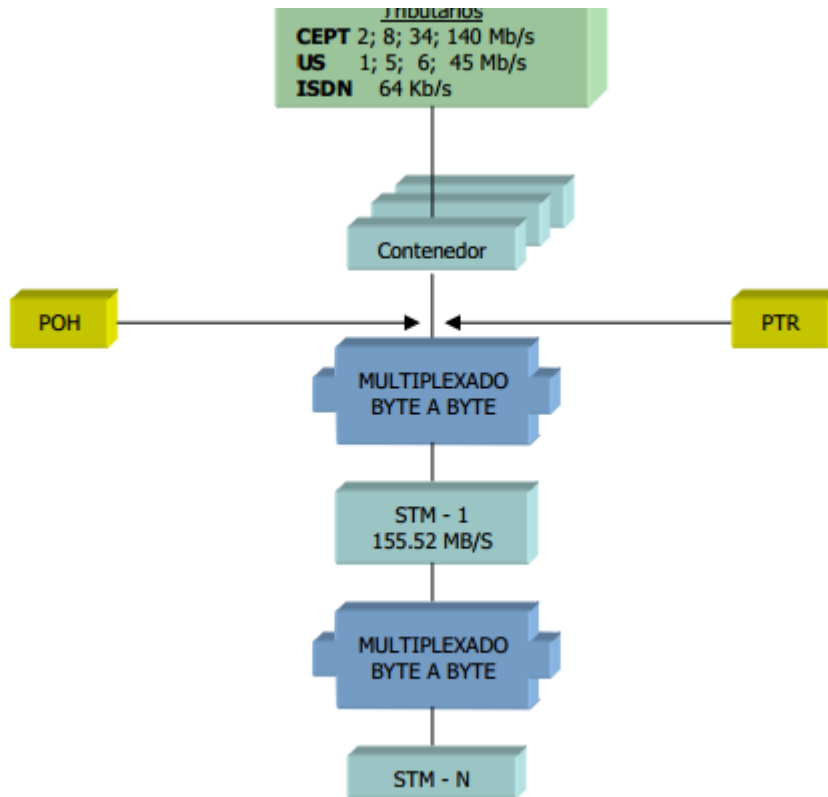


Figura 3.1 Formación de la señal síncrona a partir de jerarquías menores

Los tributarios (síncronos o plesiócronicos) se acomodan en un contenedor específico. A cada contenedor se le agrega un encabezado llamado **POH (Path Overhead)** para **OA&M (Operación, Administración y Mantenimiento)**, y un puntero para identificación dentro de la trama, formándose lo que se conoce como unidad tributaria **TU (Tributary Unit)**. Finalmente las TU son multiplexadas byte a byte (cada uno equivale a 64kbps) y con el agregado de información adicional de administración de la red, se forma el módulo STM-1. Las jerarquías superiores STM-N, se vuelven a multiplexar byte a byte N módulos STM-1.

Las señales de baja velocidad PDH pueden ser extraídas o insertadas (*Add&Drop*) hacia un flujo de alta velocidad en la estructura SDH, como se muestra en la tabla 3.2.

Jerarquía PDH (Modelo Europeo)			
<i>Señal</i>	<i>Tasa de bit</i>	<i>Abreviado</i>	<i>Capacidad en E1s</i>
E1	2.048 Mbps	2 Mbps	E1
E2	8.448 Mbps	8 Mbps	4 E1
E3	34.368 Mbps	34 Mbps	16 E1
E4	139.264 Mbps	140 Mbps	64 E1
Jerarquía SDH			
<i>Tasa de bit (Mbps)</i>	<i>Abreviado</i>	<i>SDH</i>	<i>Capacidad con relación a PDH</i>
155.52	155 Mbps	STM-1	63 E1 o 1 E4
622.08	622 Mbps	STM-4	252 E1 o 4 E4
2488.32	2.5 Gbps	STM-16	1008 E1 o 16 E4
9953.28	10 Gbps	STM-64	4032 E1 o 64 E4

Tabla 3.2 Capacidades relacionadas entre las jerarquías PDH y SDH ¹

1. Estructura de la Trama SDH:

La tecnología SDH ha sido dividida en una estructura de cuatro secciones (ver figura 3.3).

Trayectoria (*Path*): Es un circuito virtual que une extremo a extremo dos puntos terminales de la red o usuario final, a través de una ruta física.

Sección: Es el medio de transporte entre dos nodos adyacentes. Varias secciones conforman una trayectoria.

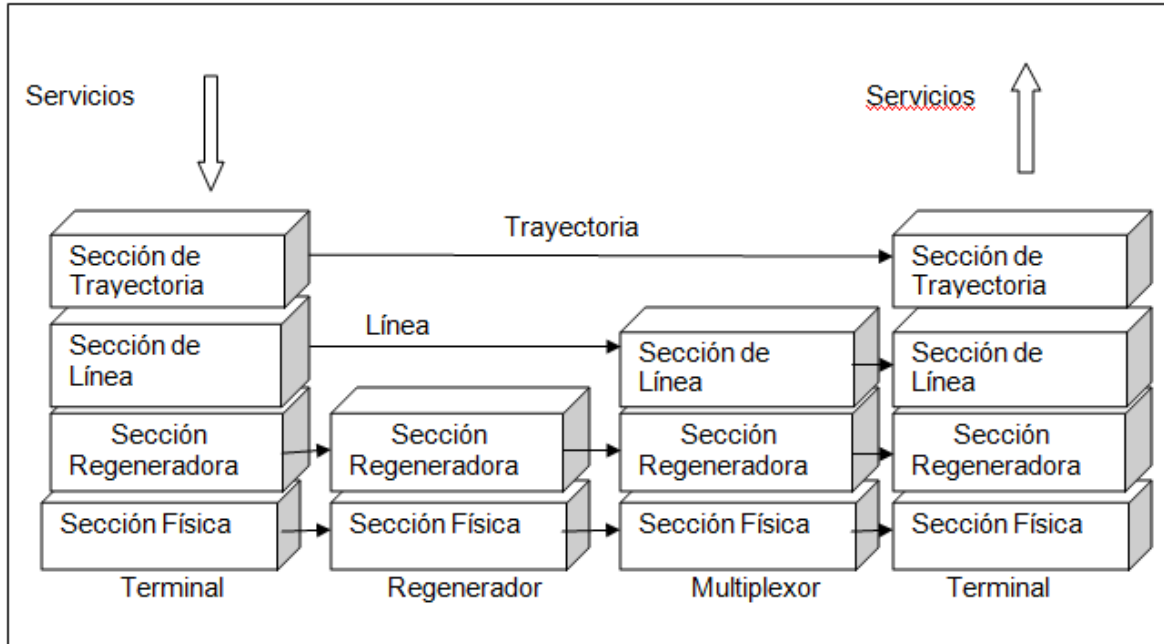


Figura 3.3 Estructura en secciones de una red SDH ²

- a. **Sección Física:** Es el medio físico que une dos nodos de red, puede ser cualquier especificación del tipo: fibra óptica, enlaces de radio o satelitales. Establece los detalles técnicos de enlace tales como: potencia mínima de transmisión, características de dispersión de los transmisores, sensibilidad de los receptores, etc.
- b. **Sección Regeneradora:** Establece el camino entre regeneradores. Aquí se crean las tramas básicas de SDH, convertir señales eléctricas a ópticas, presentar algunas facilidades de monitoreo. Para grandes distancias (inter urbanas nacionales o internacionales) se puede requerir varios repetidores regenerativos.
- c. **Sección de Línea:** Es responsable de la sincronización y multiplexación de los datos en tramas SDH, funciones de protección y mantenimiento. Como equipos terminales de línea se pueden tener multiplexores de agregación y desagregación (ADMs) y nodos de procesamiento (conmutación).
- d. **Sección de Trayectoria:** Es responsable del transporte de datos entre puntos terminales, así como del establecimiento de la velocidad apropiada de señalización. En este circuito entre puntos terminales los datos son multiplexados al comienzo del circuito, y no son modificados hasta ser demultiplexados en el punto final

La trama SDH transporta dos tipos de datos: las señales tributarias y las señales auxiliares de la red, denominados encabezado global. El encabezado global aportan las funciones que precisa la red para transportar eficazmente las señales tributarias a través de la red SDH. Se

dividen en tres categorías: encabezado trayecto; encabezado de sección multiplexora; y, encabezado de sección regeneradora. La razón de estos encabezados se relaciona con los distintos segmentos de una red SDH como se puede observar en la figura 3.4.

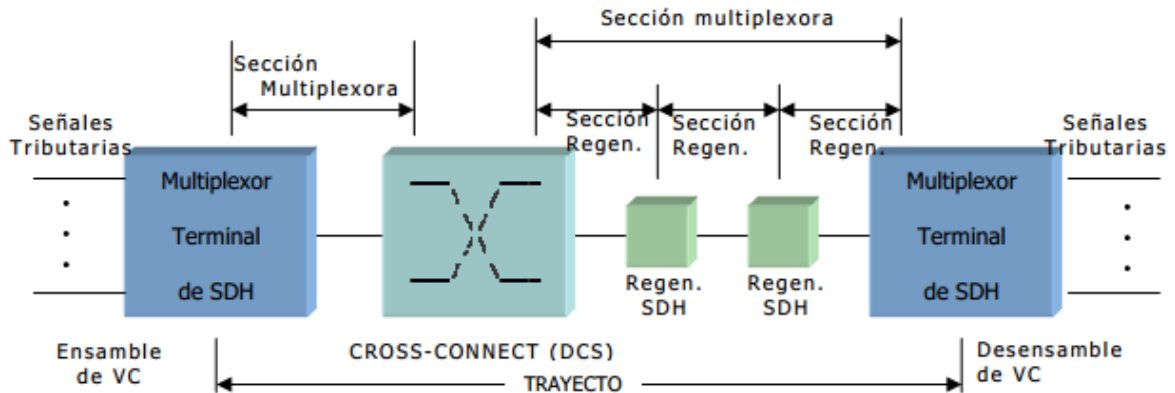
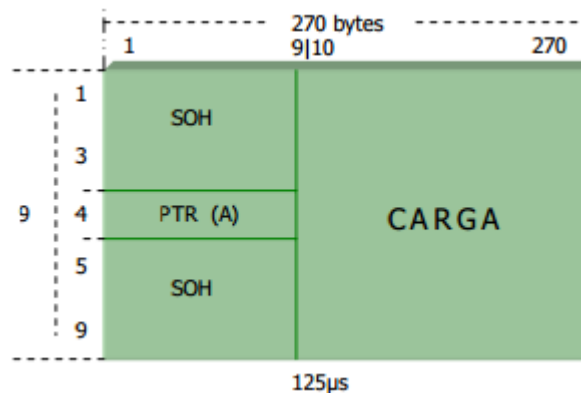


Figura 3.4 Secciones de una red SDH

El trayecto de una red SDH es la conexión lógica entre el punto en el que se ensambla en su contenedor virtual y el punto en el que se desensambla desde el contenedor virtual.

Una trama de flujo de señales serie puede representarse matricialmente, con N filas y M columnas. Cada celda representa un byte de 8 bits de la señal síncrona. La estructura de la trama del módulo de transporte síncrono STM-1 es la que puede observarse en la figura 3.5.

En general, la carga transportada no es síncrona con la trama. Para corregir esto, existe un puntero que entrega la ubicación de la carga útil dentro del contenedor virtual. El espacio de carga síncrono, se denomina TU o **AU (Administrative Unit)**.

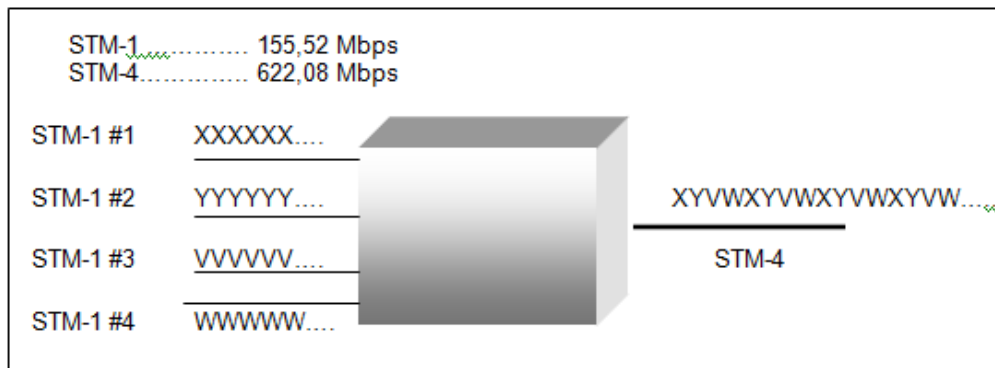


3.5 Estructura de la trama STM-1

2. Multiplexación en la Trama SDH.

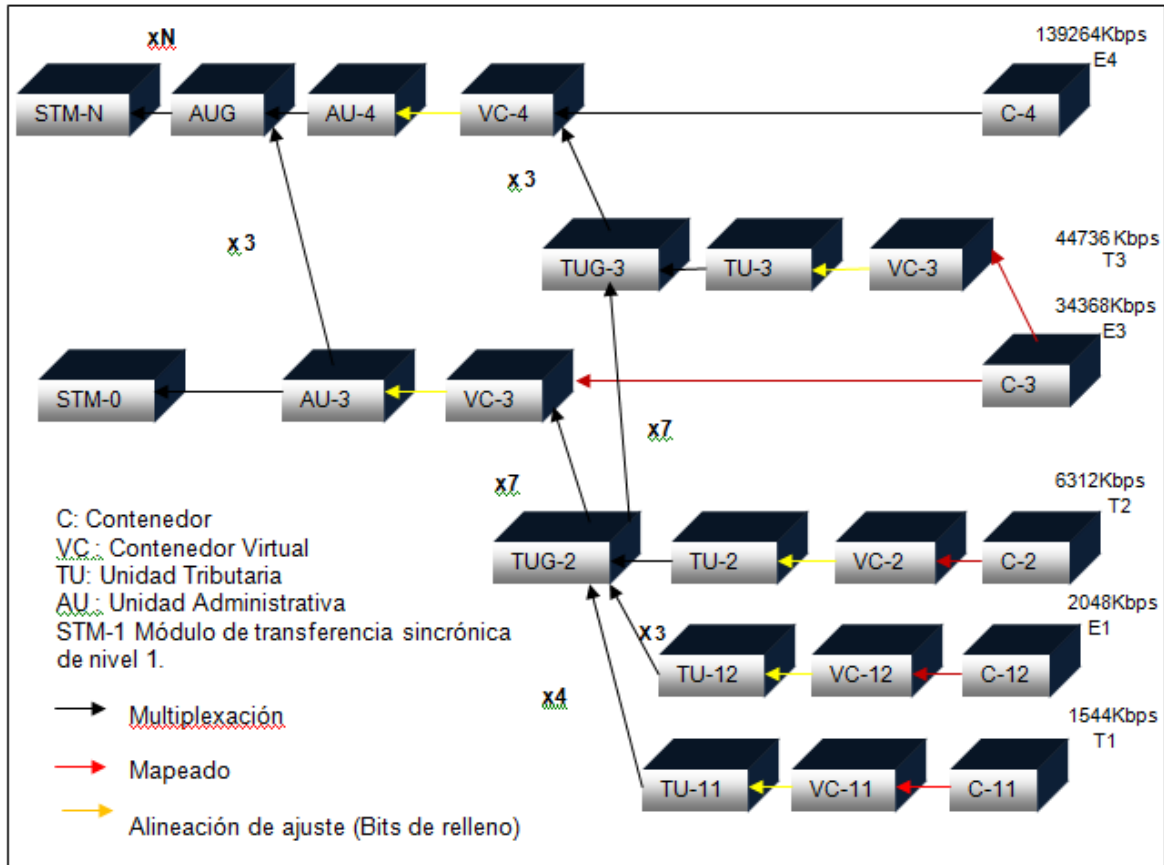
El proceso de multiplexación (o multiplexaje) es de dos tipos, dependiendo de la capacidad de la carga a ser agregada o extraída:

- a. **Multiplexación de Señales SDH de Bajo Orden Sobre Mayor Orden:** Se hace integrando señales STMn menores al tamaño de la señal integrada (multiplexada). La multiplexación se realiza byte a byte. Ver figura 3.6.



3.6 Multiplexación de cuatro STM-1 (tributarios) a un STM-4 (agregado)³

- b. **Multiplexación de Señales de Baja Capacidad (Tributarias) en un STM-1:** Es la integración de señales de bajas tasas de transmisión dentro de la trama SDH, permite multiplexar señales PDH como un T1, E1, E3, E4, etc., dentro de un STM-1. El diagrama de la estructura de multiplexación según la recomendación G.709 de la ITU-T con señales tributarias, se muestra en la figura 3.7.



3.7 Diagrama de Multiplexación de Unidades Tributarias en STM-N ⁴

En la figura anterior, se aprecian los dos escenarios de multiplexación: uno a nivel de unidad tributaria (TU) y uno a nivel de la unidad administrativa (AU). A nivel de TU se adaptan contenedores virtuales de bajo orden (VC-11, VC-12 y VC-2) y a nivel de AU se forman VC de alto orden (VC-3 y VC-4). En la siguiente sección se verá el proceso a detalle.

3. Sincronización en Redes SDH.

SDH nace de la necesidad de extender a velocidades superiores la trama síncrona de 2 Mbps de los sistemas PDH. La trama de 2Mbps es síncrona. Lo que esto significa es que los intervalos de tiempo son síncronos al encabezado de la trama: una vez sincronizado a la trama, un receptor puede extraer la información contenida en ella sencillamente contando bytes hasta llegar a la posición deseada y copiando los contenidos en memoria. Para insertar (agregar) información en un intervalo de tiempo, el procedimiento sería igualmente sencillo: una vez alineado a la trama, el transmisor puede transferir los datos de memoria al intervalo de tiempo adecuado, el cual se encuentra contando los bytes desde los bits de alineamiento de trama. La trama de 2Mbps es síncrona con sus tributarios de 64kbps (cosa que no sucede

con las tramas de 8, 34, 140 o 565 Mbps). En la práctica ocurre que estos tributarios no siempre son síncronos, las centrales de conmutación y los crossconnectores tienen que introducir periódicamente deslizamientos o slips cada vez que haya un desfase grande entre la carga que ingresa a la memoria elástica a la entrada del multiplexor y la señal multiplexada de 2Mbps.

La velocidad con que llegan y se escriben en las memorias elásticas los datos de cada canal es determinada por la velocidad de línea de la trama recibida. La velocidad con que se leen los datos se encuentra condicionada por el reloj interno de la central o crossconnector, con el cual generan las tramas que transmiten. Si la información a la entrada llega más rápidamente de lo que puede ser leída, la memoria elástica se llena hasta desbordarse. Para evitar el desborde, el nodo de la red descarta uno o varios octetos de información, vaciando la memoria elástica y permitiendo que nuevamente se comience a llenar. Esta acción corta un trozo de la secuencia de bytes transmitidos, constituyendo un slip negativo.

Puede darse el caso contrario. Si el reloj de escritura es más lento que el de lectura, la tendencia de la memoria elástica es a vaciarse; cuando esto ocurre el nodo de la red deja de leer información reciente, transmitiendo uno o varios octetos viejos sin borrar el contenido de la memoria elástica, que de esta forma se vuelve a llenar. Estas repeticiones se llaman slips positivos. Los deslizamientos normalmente no son perjudiciales para las señales de voz, sin embargo pueden traer problemas en la transmisión de datos. Para manejar esta situación heredada de los sistemas PDH, la carga se acomoda en contenedores. Cuando esta carga es plesiócrona, es necesario adaptar el reloj de la carga al reloj de los contenedores. El procedimiento es similar al utilizado en los multiplexores PDH. La capacidad de carga es ligeramente superior a la necesaria. Estos contenedores disponen de bits adicionales que pueden o no contener información, así como bits que indican si en esas posiciones va o no información, es decir se utiliza justificación por bits (relleno adaptable).

Una vez creado el contenedor en los multiplexores de las fronteras, la red ya no tiene que identificar dentro del mismo hasta el punto en el cual el contenido es devuelto a un elemento de la red. Como ya se dijo, el ajuste de velocidades de los contenedores entre nodos se hace a través de los punteros. Cada uno de los contenedores creado recibe un encabezado, llamado encabezado del trayecto (Path Over Head). El POH contiene información para su uso en los extremos del trayecto (canales de servicio, información para verificación de errores, alarmas, etc.). Los punteros indican al primer byte del encabezado del trayecto. Los

contenedores a los cuales se ha agregado su POH se llaman contenedores virtuales VC (Virtual Container). Cada uno de los VC es transportado en un espacio al cual está asignado un puntero, que indica el primer byte del VC respectivo. Las señales tributarias se disponen en el VC para su transmisión extremo a extremo a través de la red SDH. El VC se ensambla y desensambla una sola vez, aunque puede atravesar muchos nodos mientras circula por la red. Los punteros correspondientes a cada contenedor se encuentran en posiciones fijas respecto al elemento de multiplexación en el cual los contenedores son mapeados. Los VC bajos (de jerarquías bajas) son mapeados en relación a contenedores más altos. Los VC altos son mapeados en relación a la trama STM-N. Por lo tanto los contenedores altos contienen también un área de punteros para los VC bajos (llamados unidades tributarias: TU). Está claro que si en lugar de tributarios bajos los VC reciben señales digitales SDH, ellos no contienen ningún área de punteros, porque no hay unidades tributarias a localizar dentro de los mismos, sino que su área de carga está ocupada por una gran señal síncrona. Los VC altos que son mapeados en relación a la trama STM-N son llamados unidades administrativas (AU). Por lo tanto, la trama STM-N siempre contendrá un área de punteros para las unidades administrativas. El contenedor define la capacidad de transmisión síncrona del tributario. La frecuencia de este se incrementa mediante justificación positiva para acomodarla y sincronizarla con STM-1. Al agregar la información adicional POH se forma lo que se denomina contenedor virtual VC. Posteriormente se agrega el puntero PTR, que es el direccionamiento de cada VC dentro de la estructura, obteniéndose la unidad tributaria TU. El proceso puede observarse en la figura 3.8.

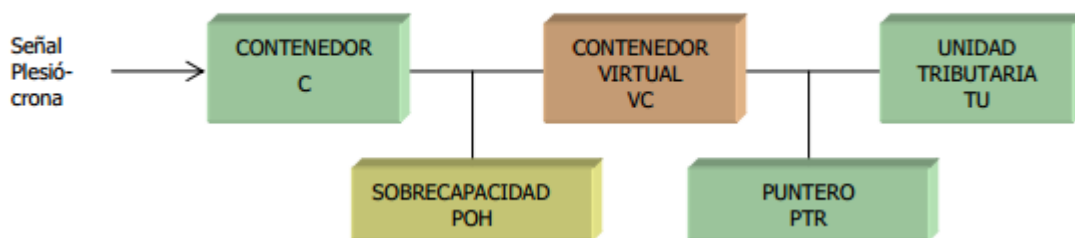


Figura 3.8 Proceso de creación de la señal tributaria

Este conjunto constituye una unidad interna de la estructura. En caso que pueda ser transferida entre distintos STM-1, se denomina unidad administrativa AU (Administrative Unit). Varias TU idénticas, forman un grupo de unidades TUG (Tributary Unit Group). Varios TUG idénticos forman nuevamente una AU, la que con el agregado de un encabezado de sección SOH (Section Overhead) con la información de operación, administración de la red, completa el STM-1.

4. Esquemas de Protección.

La gran capacidad de los enlaces SDH hace que una simple falla tenga un impacto altamente nocivo en los servicios proporcionados por la red si no se dispone de una protección adecuada. Una red resistente que asegure el tráfico que porta y que puede restaurarlo automáticamente ante cualquier evento de fallo es de vital importancia. Los sistemas de transmisión SDH permiten desplegar esquemas de protección estándar. Es importante mencionar los siguientes conceptos utilizados para entender el concepto de calidad de los servicios en las redes de transporte:

- **Subred:** Una única red puede ser vista como la interconexión de múltiples subredes. Un anillo es un simple ejemplo de subred. Estas subredes pueden estar organizadas en diferentes áreas geográficas o a través de diferentes operadores.
- **Supervivencia:** Una red puede ser descrita como superviviente si no hay un punto singular de fallo entre dos nodos. La provisión de una ruta principal y otra alternativa entre dos nodos finales de la red significa que la red es superviviente en presencia de un punto de fallo único.
- **Disponibilidad:** Es la medida de la proporción de tiempo que la red está disponible para proporcionar servicios al cliente final. Indica con qué frecuencia la red puede proporcionar funciones de transporte en los cuales el servicio requerido es perfectamente disponible por el cliente final. Como esto es importante para el cliente, dicho factor contribuirá a la definición del nivel de servicio garantizado (SLA: Service Level Agreement). El SLA es típicamente medido como un porcentaje de tiempo de una conexión en funcionamiento. Esto da cuenta de la supervivencia de una red, de la tasa de fallos de sus componentes y de los tiempos de reparación. Este término refleja la calidad de servicio promedio que un cliente final puede esperar de un operador.

Para conseguir esta disponibilidad se puede tomar alguno de los siguientes medios:

- a. **Protección de equipamiento:** La disponibilidad del equipamiento puede ser implementada mediante aplicación de PROTECCIONES locales en el propio elemento de red. Por ejemplo, las alimentaciones, sistemas de reloj o unidades tributarias pueden ser duplicadas. Una tarjeta en fallo será reemplazada por su protección automáticamente donde este esquema de protección esté presente.

- b. **Resistencia de red:** Para incrementar la supervivencia de la red y por tanto la disponibilidad, los enlaces de red pueden ser protegidos. Estos procedimientos son aplicados para asegurar que la falla de un enlace de transporte sea reemplazado por otro enlace en producción y que hay un camino alternativo ante la existencia de una falla total de un nodo. Hay dos tipos de mecanismos utilizados para asegurar que el servicio pueda ser recuperado de esta manera:
- **Restauración:** Esto es un proceso lento, automático o manual que emplea capacidad extra libre entre los nodos finales para recuperar el tráfico después de la pérdida de servicio. Al detectarse el fallo, el tráfico es reenrutado por un camino alternativo. El camino alternativo se encuentra de acuerdo con algoritmos predefinidos y generalmente emplea crossconexiones digitales. Este proceso puede tomar algunos minutos.
 - **Protección de la Ruta:** En contraste, esta protección abarca mecanismos automáticos con elementos de red, los cuales aseguran que las fallas sean detectadas y compensadas antes de que ocurra una pérdida de servicios. La protección hace uso de capacidad preasignada entre nodos y es preferible a la restauración porque la capacidad de reserva siempre estará disponible pudiendo ser accesible mucho más rápido y en forma automática.

5. Causas Físicas de Fallas.

Las causas físicas de falla en las redes de transmisión SDH (y en general, en cualquier tipo de red), pueden ser clasificadas en las siguientes categorías:

- a. **Fibras y cables:** La principal causa de fallas de fibras ópticas y cables es el daño causado por agentes externos como los trabajos de ingeniería civil y los efectos del entorno como rayos o terremotos, vandalismo, accidentes, etc.
- b. **Equipamiento:** puede fallar debido a efectos del envejecimiento, forzado de componentes o la aparición de humedad. Rigurosas pruebas son, de todos modos, realizadas normalmente para eliminar anomalías en el estado del equipamiento.
- c. **Fallas de alimentación** apagan el nodo cuando aparecen y que están fuera del control del operador. Los sistemas principales son provistos de reservas mediante sistemas de alimentación secundarios, pero los efectos transitorios en la señal pueden ocurrir mientras se conmuta al sistema de respaldo (back-up).

- d. Mantenimientos: Mantenimientos no programados y errores realizados durante el mantenimiento pueden afectar a la disponibilidad del servicio.
- e. Desastres causados por la acción del entorno o humana, generalmente de gran alcance y con severos efectos, tales como la destrucción de componentes principales de la red.

6. Protección de Equipamiento.

Para alcanzar los requerimientos de disponibilidad es necesario, en ocasiones, duplicar módulos en los elementos de red. Cada componente de estos elementos tiene asociada una medida del promedio de fallas con él. De manera similar las tasas de fallas de las tarjetas son usadas para calcular la tasa de falla de los elementos de red. Tomando en cuenta los tiempos de reparación y las fallas de software, se calcula una medida general de disponibilidad para los elementos de red. La disponibilidad puede ser mejorada aprovisionando un componente en espera (stand-by) empleable en caso de falla. Esta protección local es comúnmente aplicada en algunas unidades como son las de alimentación, generación de reloj, matriz de cross-conexión y tarjetas tributarias. Así, una tarjeta tributaria puede ser provisionada en stand-by en un elemento de red. Ante un evento de falla de la tarjeta tributaria que se encuentra trabajando, el tráfico es automáticamente conmutado a la tarjeta de respaldo de modo que no haya una interrupción de servicio para el usuario final.

Las fallas de tarjetas no son la única razón para protección de tributarios. Las tarjetas de reserva también pueden ser usadas durante rutinas de mantenimiento. El tráfico puede ser manualmente conmutado a la tarjeta de respaldo mientras la tarjeta primaria sigue funcionando. Esto también posibilita que la tarjeta en servicio sea actualizada mientras el elemento de red está en operación sin interrupción al servicio del usuario final. Hay diferentes esquemas estándar para las PROTECCIONES de equipamiento. Por ejemplo, si una tarjeta en espera (stand-by) se incluye por cada tarjeta en funcionamiento, estas tarjetas tienen PROTECCIONES 1+1. Es también común proveer una tarjeta de protección para diversas tarjetas operativas. Ante un evento de falla en alguna de las tarjetas en producción, el tráfico es conmutado hacia la tarjeta de protección. A este sistema se le denomina protección 1:n.

7. Restauración.

La restauración concierne a la disponibilidad de rutas de servicio extremo a extremo. Trabaja a través de la red entera y reenruta tráfico para mantener el servicio de los usuarios finales. Un porcentaje de la capacidad de la red es asignado para la restauración. Después de la detección de una pérdida de señal, el tráfico es reenrutado a través de la capacidad de reserva. Los algoritmos de reenrutamiento son programados en el software de los elementos de red. El camino alternativo puede ser buscado descartando tráfico de menor prioridad o usando capacidad extra entre nodos. En contraste con los procedimientos de protección de equipos, la capacidad usada para restaurar necesita ser preasignada.

En la restauración la capacidad libre o preasignada puede ser compartida. Así, esta estrategia ofrece gran flexibilidad, presentándose un considerable número de opciones de reenrutamiento, por lo que los algoritmos son relativamente complejos. El tiempo de procesamiento necesario para encontrar una ruta de tráfico alternativo se presenta como una dificultad para la rápida restauración del tráfico afectado. También se ha de tener en cuenta que la restauración es iniciada únicamente tras la detección de pérdida de señal por parte del sistema de gestión de red, no cuando el fallo ocurre. Esto lleva a que los tiempos de restauración sean relativamente lentos, desde el orden de segundos o minutos hasta horas.

En una red protegida, los elementos detectan una falla tan pronto como ocurre y toman acciones correctivas de acuerdo con los procedimientos predefinidos, sin instrucciones del sistema de gestión de red. La restauración es un proceso lento y hace que la indisponibilidad del servicio experimentada por el cliente final sea grande. Por el contrario, en un esquema de protección automática como es la Protección de la Sección de multiplexación (MSP) o MSSPRing, el tráfico es reenrutado en menos de 50ms, así que el cliente final no detecta deterioro de servicios.

8. Protección de Red.

Los procedimientos de protección de red son empleados para auto-recuperarse de fallas de red del estilo de una de enlace u otra de elemento de red. Lo que efectivamente ocurre es que un elemento de red detectará una falla o una pérdida de tráfico e iniciará acciones correctivas sin involucrar al sistema de gestión de red. Hay muchos mecanismos de protección definidos por los organismos de estandarización. Estos esquemas pueden ser subdivididos en aquellos que protegen la capa de sección y en aquellos que protegen la capa de camino o subred:

- La protección de la capa de sección involucra la conmutación de todo el tráfico de una sección a otra sección de fibra alternativa.
- La protección de la capa de camino involucra la protección de un contenedor virtual de un extremo a otro del camino en la subred. Ante un evento de falla, únicamente el contenedor virtual en cuestión es conmutado a un camino alternativo.

El tipo de esquema de protección empleado viene usualmente dictado por la arquitectura de red.

9. Protección Camino / Ruta VC Dedicada.

Este tipo de protección implica duplicar el tráfico en forma de contenedores virtuales los cuales son introducidos en la red y transmitiendo esta señal simultáneamente en dos direcciones a través de ella. Un camino de protección dedicado porta el tráfico en una dirección y el camino operativo porta la señal a través de otra ruta diferente. El elemento de red que recibe las señales compara la calidad de los dos caminos y la señal de mayor calidad es seleccionada. Esta será nombrada como la ruta activa. Ante un evento de falla en la ruta activa el extremo receptor conmutará al otro camino (ruta de protección). Esto protegerá a los mismos enlaces por sí mismos, pero también protegerá contra fallas de un nodo intermedio. El mecanismo puede ser aplicado a anillos y también circuitos punto a punto a través de redes malladas o mixtas mediante muchos elementos de red y subredes intermedias.

10. Protección de Conexión de Subred (SNCP).

SNCP (Sub-Network Conexión Protection) es similar al caso anterior, pero el camino de protección dedicado involucra conmutación en ambos extremos, mientras que la conmutación SNCP puede ser iniciada en un extremo de la ruta y llegar hasta un nodo intermedio. La red puede ser descompuesta con un número de subredes interconectadas. Con cada protección de subred se proporciona un nivel de ruta y la conmutación automática de respaldo entre dos caminos es proporcionada en las fronteras de subred. La selección de la señal de mayor calidad se realiza no únicamente por el elemento de red en el extremo del camino, sino que también en nodos intermedios a la salida de cada subred que es atravesada por la ruta. El contenedor virtual no termina en el nodo intermedio, en cambio compara la señal en los dos puertos entrantes y selecciona la señal de mejor calidad. Ante un evento de dos fallas

simultáneas, la conmutación de protección debe ocurrir en el nodo intermedio para que el tráfico alcance el extremo contrario. SNCP genera una alta disponibilidad porque permite a la red sobreponerse a dos fallas simultáneas, cosa que el camino de protección no tolera. En principio, el camino de protección extremo a extremo parece tener mucho atractivo; una amplia protección en redes de este tipo es posible y las rutas individuales pueden ser selectivamente protegidas. Aun así, es requerido un control complejo que asegure realmente diversas rutas. La Figura 3.9 muestra la forma en que opera:

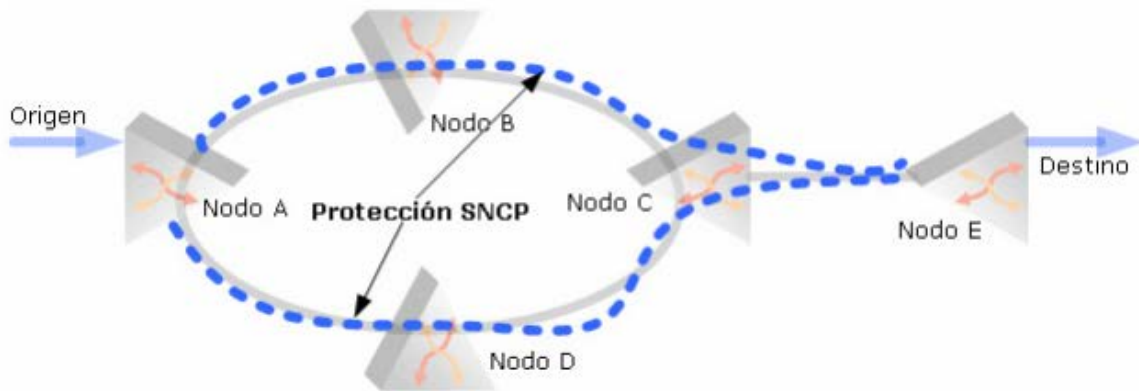


Figura 3.9 Protección SNCP

Una gran cantidad de capacidad de tráfico es usada y es muy difícil de coordinar actividades de mantenimientos programados a lo largo de la red. SNCP trabaja especialmente bien sobre anillos, porque se aseguran diversas rutas de fibra. La resistencia puede ser ofrecida a un número de capas incluyendo el camino extremo a extremo (trazado), el nivel de subred y el nivel de sección de multiplexión.

Cabe destacar que ambos esquemas, protección de camino punto a punto y camino de subred pueden ser aplicados tanto para caminos de alto orden como de bajo orden (tanto para VC-4 como para VC-12).

11. Protección de Línea de la Sección de Multiplexación (MSP).

MSP (Multiplex Section Protection) es el procedimiento que opera con una sección de tráfico ubicada entre dos nodos adyacentes. Entre estos nodos hay dos enlaces separados o dos diferentes pares de fibras: la operativa (o de trabajo) y la de protección. Ante un evento de falla del enlace, la señal entrante debe ser conmutada de la fibra activa a la de protección. Hay varios tipos de protección de Sección de multiplexación:

- a. **Protección 1:1** es un esquema de doble extremo. El tráfico es inicialmente enviado por el enlace activo únicamente. Se detecta una falla en el extremo contrario, cuando no se recibe tráfico por un periodo prolongado de tiempo, una señal es enviada al extremo transmisor que dispara las conmutaciones de protección, enviando el tráfico hacia la línea de back-up en ambos extremos. Esto significa que el tráfico de baja prioridad puede ser portado por el canal de protección mientras el tráfico de alta prioridad viaja por el canal operativo. El tráfico en la línea de respaldo se perderá cuando se inicia un proceso de conmutación de protección.
- b. **Protección 1:n** es similar al tratado 1:1 con la excepción de que varios canales operativos pueden ser protegidos por un único canal de back-up.
- c. **Protección 1+1**: el tráfico es inicialmente enviado tanto por la ruta activa como por la ruta de protección. Si se detecta una pérdida de tráfico en el extremo receptor se comienza un proceso de conmutación hacia el camino de protección. No hay necesidad de enviar señalización hacia atrás, aunque de todos modos, la sección de stand-by no puede ser utilizada para otro tráfico presentando unos altos requerimientos de capacidad de fibra.

El esquema MSP protege tráfico entre dos elementos de red adyacentes, pero únicamente el enlace entre ellos, no aportando protección ante una falla total de un elemento de red. Otra limitación es que requiere de diversos caminos físicos para fibra activa y de protección. Si ambas fibras se encuentran en la misma conducción y esta es dañada, los dos caminos, el operativo y el de protección, se perderían. En la Figura 3.10 se ilustra esta situación:

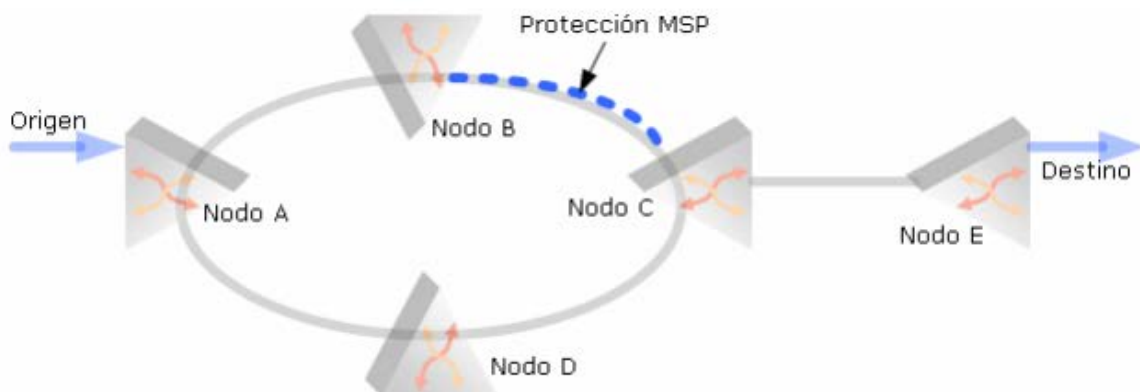


Figura 3.10 Protección MSP de sección

Dos rutas alternativas deben ser dispuestas entre dos nodos adyacentes. Estas consideraciones se han de tener en cuenta cuando se despliega este tipo de esquema de protección.

12. Anillos Auto-Recuperables.

Los procedimientos de protección de anillos auto-recuperables proporcionan diversas rutas de protección y por tanto, un uso eficiente de la fibra óptica. Hay diferentes tipos de esquemas de anillos de protección. Estos pueden ser divididos en los que protegen la capa de sección y los que protegen la capa de camino. A su vez, estos pueden ser subdivididos en esquemas unidireccionales y bidireccionales:

- Anillos bidireccionales de protección de camino (anillos de protección dedicada o anillos de protección de caminos).
- Anillos bidireccionales de protección compartida (SPRings).

Los anillos de protección dedicada son un tipo de protección de ruta dedicada, aplicado a un anillo. Al entrar el tráfico al anillo por un nodo A es enviado simultáneamente por ambas direcciones en torno al anillo. Una dirección puede ser considerada como ruta de trabajo “W” y la otra dirección el camino de protección “P”. El nodo receptor seleccionara la señal de mayor calidad. Por ejemplo se asume que la mejor calidad es la de la señal “W”; ante un evento de ruptura de fibra óptica entre A y B en “W”, el Nodo B seleccionará el tráfico de la ruta “P”. La Figura 3.11 muestra la operación de esta protección:

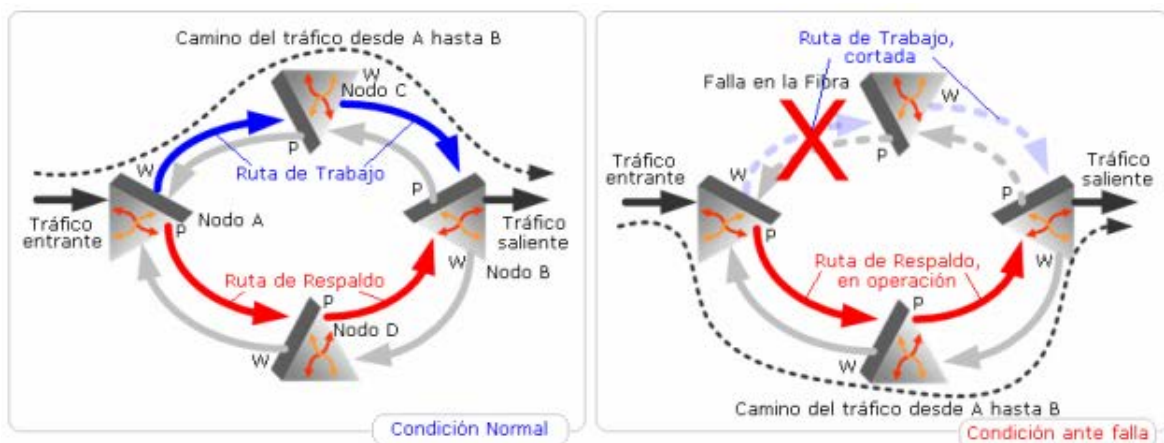


Figura 3.11 Anillo de protección dedicada

Los anillos de protección compartida de la sección de multiplexación, comúnmente llamados “MS-SPRing” son unos mecanismos de protección de anillo que, a diferencia del anillo de protección dedicado, el tráfico es enviado solo por una ruta en torno al anillo. No existe un camino de protección dedicado por cada ruta en producción, en cambio está reservada capacidad del anillo para PROTECCIONES y esta puede ser compartida para la protección de diversos circuitos en producción. La conmutación de protección es iniciada a nivel de sección de modo similar a la protección lineal para de la sección de multiplexación; ante un evento de falla, todo el tráfico de la sección es conmutado. Este mecanismo se puede llevar a cabo salvando una importante cantidad de capacidad frente al mecanismo de anillo de protección dedicado, permitiendo al operador incrementar el número de circuitos activos en el anillo. La ventaja en capacidad que se puede conseguir con MS-SPRing con respecto a un anillo con protección de ruta dedicada no es obvia hasta que no se analiza un ejemplo simple con diferentes caminos de tráfico sobre el anillo, como se explica a continuación. Tomaremos como ejemplo un anillo con seis nodos con una capacidad STM-16, equivalente a 16 STM-1.

Considerando un patrón de tráfico uniforme en el cual el tráfico entrante sale del anillo en el nodo adyacente. La Figura 3.12 representa tal configuración:



Figura 3.12 Protección MS-PRING

Si todo el tráfico existente y entrante a los nodos es posible que disponga de rutas activas entre todos los nodos adyacentes, esto es, ocho STM-1s son usados para tráfico activo girando en torno a todo el anillo y en cada sección otros ocho STM-1 estarán aun disponibles para la protección compartida para estas rutas de trabajo. Así, es posible tener rutas activas

en cada una de las secciones y que existan ocho canales STM-1 para cada sección, consiguiendo un total de 48 rutas (ocho canales por seis secciones) a establecer, comparados con los dieciséis que obteníamos con el anillo de protección dedicada. Este patrón de tráfico no es típico, pero si los cálculos son realizados para un patrón de tráfico uniforme, el cual es típico para circuitos entre grandes ciudades o redes de datos metropolitanas, entonces SPRings puede doblar la capacidad con respecto a un anillo de protección dedicada.

SPRings puede también incrementar la capacidad en fibras mediante la reutilización de canales reservados para protección. En muchas redes hay demanda de servicios de tráfico de gran ancho de banda de bajo precio donde el costo es prioritario sobre la disponibilidad como es por ejemplo el tráfico IP. En un SPRing el ancho de banda protegido es establecido dinámicamente ante una rotura de fibra. Esto significa que no se usa permanentemente gran cantidad de ancho de banda innecesariamente para protección y se encuentra disponible para algo de tráfico añadido a la carga completamente protegida. Esto proporciona una sencilla manera de integrar SPRings con esquemas de protección punto a punto donde la protección para el tráfico del camino protegido es portada en los canales de tráfico extra compartiendo ancho de banda de protección entre la SPRing y la red de camino protegido. De este modo protegiendo contra la falla de un enlace, SPRings protege contra la falla de algún nodo de la red, caso no posible con la protección MSP lineal.

13. Comparación entre Esquemas de Protección.

Como se puede apreciar en la Tabla 3.13, los esquemas de protección varían significativamente en sus características. No hay un óptimo esquema de protección. La elección puede ser determinada por el diseño de la red, por ejemplo, SPRings tiende a ser usado en una topología de anillo mientras que la restauración se emplea en redes malladas de alto nivel con gran cantidad de crossconexiones.

Tabla 3.13 Cuadro comparativo entre esquemas de protección SDH

Esquema de Protección	¿Qué Protege?	¿Dónde aparece la Protección?	¿Es un esquema selectivo a nivel de VC?	¿Estandarizado?	Topología	Tiempo Típico de Conmutación
MS-SPRing	Todo el tráfico de la sección	Cualquier nodo en el anillo	NO	SI	Anillo	<50ms
1+1 MSP	Todo el tráfico de la sección	Nodos Adyacentes	NO	SI	Lineal/ Mayada	<50ms
Ruta Dedicada	VC individual	Nodo del extremo final del anillo	SI	SI	Mixta	<50ms
SNCP	VC individual	Nodo final o intermedio de la ruta	SI	SI	Mixta	<5ms
Restauración	VC individual	No hay conmutación de protección.	SI	NO	Mayada	>1min

La elección del esquema de protección puede ser también determinada por el nivel de red al cual el tráfico es portado. En las capas de backbone la tasa de transmisión es muy alta, del orden de STM-16 o STM-64, así que la acumulación de tráfico portado en cada fibra es mucho mayor en enlaces de menor nivel. Una rotura de esta fibra tendría un impacto mucho mayor que una pérdida de señal en una fibra de bajo nivel. El backbone, por tanto, tiene justificado un esquema de protección completa como el MS-SPRing o el 1+1 MSP. Los patrones de tráfico varían dependiendo del nivel de red en el que nos encontremos. En la capa de backbone el tráfico es típicamente uniforme, portándose entre ciudades grandes, redes metropolitanas o redes de datos. En esta situación, una SPRing puede proveer una ventaja de capacidad sobre la ruta de protección. La reutilización de capacidad reservada para protección es también una consideración importante, como si fuera un tráfico de anillo extra. En capas de backbone, la fibra puede ser escasa y es crítico hacer un óptimo uso del ancho de banda disponible.

En capas inferiores de la red, el tráfico es típicamente portado a un punto central que lo recolecta y lo transporta al siguiente nivel. Esto es conocido como tráfico concentrado. En esta situación las ventajas de SPRings no son grandes y la necesidad de proteger cada fibra no es crítica. Esquemas de protección de ruta selectiva como VC-Trail y protección SNCP son más comunes en esta situación. Por ejemplo, un cliente puede solicitar la protección de sus líneas de 2 Mbps, por lo que estos caminos VC-12 han de ser selectivamente protegidos con rutas de protección. Esta ruta está protegida a nivel VC-12 a través de toda la red. Si esta ruta estuviera solamente protegida a nivel de circuito de alto nivel, es decir, a nivel de VC-4, por

MSP o MS-SPRing y hubiera una ruptura en una fibra de bajo nivel, este VC-12 se perdería. Un circuito VC-4 completo, de este modo, no se perdería, solo que el mecanismo de protección a nivel de VC-4 no detectaría la falla. Un operador, por tanto, no debe considerar únicamente como trabaja su esquema de protección, sino como se interconexión con los adyacentes.

Un despliegue efectivo de subredes es interconectando subredes protegidas con SNCP y subredes protegidas MS-SPRings. Por ejemplo, una subred MS-SPRings es ideal para el núcleo de la red, pudiendo ser conectada con redes locales o regionales donde la protección de camino de subred estuviera usándose para aplicar protección selectiva al tráfico.

14. Redes de Nueva Generación.

La necesidad de las nuevas tecnologías de la información volcó a nuevas redes de transporte sobre las cuales se pudiese transportar tráfico de capa 2 (de acuerdo al modelo OSI). De esta forma, los grandes operadores de telecomunicaciones buscaron la forma de reutilizar los mecanismos existentes de transporte en cuanto a infraestructura se refiere.

Siendo así, surgieron las redes SDH de Nueva Generación o **SDH NG (SDH Next Generation)**, que implicó una actualización en el equipamiento para soportar tráfico de datos, utilizando mecanismos nuevos para el aprovechamiento correcto del ancho de banda.

SDH no sólo sirve para transportar canales de voz sino que ha ido incorporando capacidades de transporte de tráfico ATM, IP y Ethernet gracias al procedimiento **GFP (Generic Framing Procedure)**.

Sin embargo, la demanda de ancho de banda y competencia de otras tecnologías de transporte (Ethernet y **WDM: Wave Dense Multiplexing**), han llevado a proponer nuevos estándares que aprovechan mejor las capacidades de transporte **IP (Internet Protocol)** sobre SDH. Éstos se refieren a dos técnicas:

- a. **Concatenación virtual (VCAT):** Constituye una capacidad de transporte mediante la concatenación de varios VC de menor capacidad que pueden ser enrutados por caminos distintos.

b. **Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS):** Gestión dinámica del ancho de banda de un VC.

a. Concatenación Virtual.

La concatenación es el proceso de agrupar varios contenedores virtuales (**VC-i, Virtual Containers Level i**) dentro de un contenedor de mayor capacidad de datos (Σ VC-i). Este agrupamiento se puede utilizar para transportar contenedores virtuales de bajo orden (VC-11, VC-12 y VC-2) dentro de contenedores virtuales de alto orden (VC3 ó VC4).

Este concepto fue incorporado a la recomendación de la ITU-T G.707 en el 2000 y es la agrupación de múltiples contenedores virtuales (**VCs – Virtual Containers**), enrutados independientemente (fibras distintas, nodos distintos), sólo requiere procesamiento en los puntos de terminación. Es válido para niveles VC-12, VC-3 y VC-4.

Beneficios:

- Flexibilidad de ancho de banda.
- Uso más eficiente de recursos: ajuste de capacidad a las necesidades del tráfico y no exige disponibilidad de recursos contiguos.
- Transparente a equipos intermedios antiguos.
- Mejor comportamiento frente a cortes (con VC-Ns diversificados).

En la figura 3.14, se muestra un ejemplo de los dos tipos de concatenación; para la concatenación contigua 4 VC-4s (622 Mbps) son agrupados, éstos se transmiten en conjunto a través de la red SDH, siguiendo un solo camino, mientras que para la concatenación virtual se agrupan 3VC-4s (465 Mbps), los cuales se transmiten individualmente siguiendo varios caminos, para luego agruparse nuevamente en el lado del receptor.

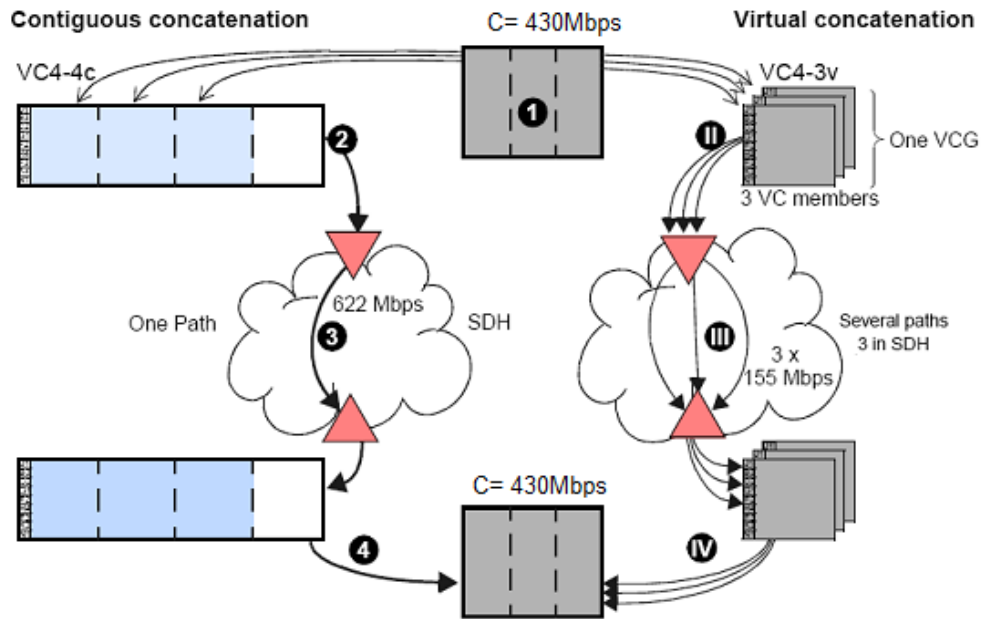


Figura 3.14 Concatenación Contigua y Concatenación Virtual

b. Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS).

Este esquema es detallado en la recomendación de la ITU-T G.7042 (2001) y extensiones de G.707 y G.783, y permite la modificación dinámica del ancho de banda con las siguientes características:

- Añadido y supresión de VCs de una concatenación virtual en función de las necesidades de la aplicación que soporta (tráfico real).
- Sin impacto sobre el tráfico; se realiza por señalización entre los nodos de inserción y de terminación (salida de la red SDH) del tráfico (aplicación).
- Permite reducir el ancho de banda sin perder totalmente la conexión en caso de una falla parcial de enlaces (SDH) utilizados.

Beneficios:

- Puede controlarse también desde un sistema de gestión.
- Facilita crecer la capacidad con el tráfico.
- Adapta SDH al tráfico orientado a paquetes.

Mecanismo LCAS:

El flujo de Ethernet se ajusta a los recursos disponibles: si se cae un enlace SDH, se reduce la capacidad (de 400 a 300 Mbps) de la conexión pero no se pierde todo el servicio. Los mecanismos de protección de SDH no aportan tanto valor.

c. Generic Framing Procedure (GFP).

Es el mecanismo genérico para la encapsulación de señales de cliente, entre otros tipos: **Ethernet, Fibre Channel, Enterprise Systems Connection (Escon), Fiber Connectivity (Ficon), Digital VideoBroadcasting (DVB), Resilient Packet Ring (RPR), IP (Internet Protocol)**, y está especificado en la recomendación ITU-T G.7041 (2001).

GFP Soporta multiplexación de tributarios y es la opción dominante para transportar Ethernet sobre SDH.

B. ETHERNET.

Ethernet es un estándar de redes de área local para computadoras con acceso al medio por contienda: **CSMA/CD (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones)**, la cual es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones. El nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo **OSI (Open Systems Interconnection)**.

El Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3. Usualmente se toman Ethernet e IEEE 802.3 como sinónimos. Ambas se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.

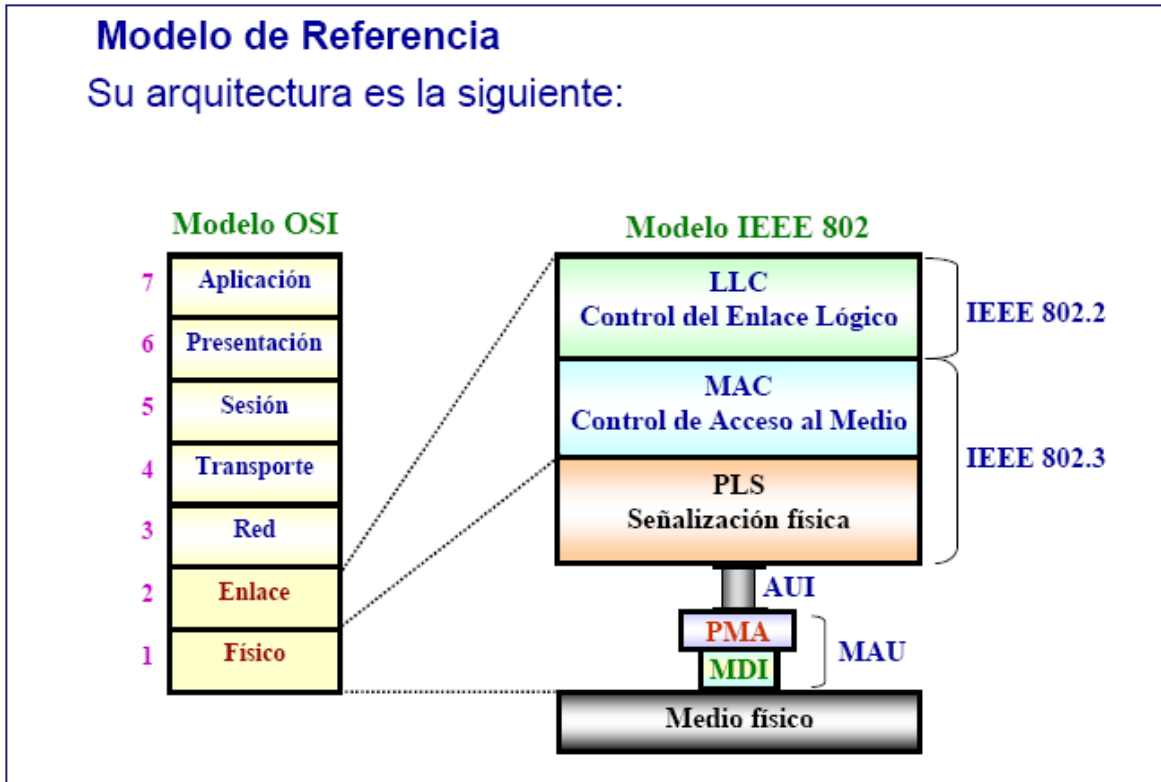


Figura 3.15 Modelo de Referencia

1. Formato de la Trama Ethernet.

- El primer campo es el preámbulo que indica el inicio de la trama y tienen el objeto de que el dispositivo que lo recibe detecte una nueva trama y se sincronice.
- El delimitador de inicio de trama indica que el frame empieza a partir de él.
- Los campos de MAC (o dirección) de destino y origen indican las direcciones físicas del dispositivo al que van dirigidos los datos y del dispositivo origen de los datos, respectivamente.
- La etiqueta es un campo opcional que indica la pertenencia a una VLAN o prioridad en IEEE P802.1p
- Ethertype indica con que protocolo están encapsulados los datos que contiene la Payload, en caso de que se usase un protocolo de capa superior.
- La Payload es donde van todos los datos y, en el caso correspondiente, cabeceras de otros protocolos de capas superiores (Según Modelo OSI), que pudieran formatear a los datos que se tramiten (IP, TCP, etc). Tiene un mínimo de 46 Bytes (o 42 si es la versión 802.1Q) hasta un máximo de 1500 Bytes.

- La secuencia de comprobación es un campo de 4 bytes que contiene un valor de verificación CRC (Control de redundancia cíclica). El emisor calcula el CRC de toda la trama, desde el campo destino al campo CRC suponiendo que vale 0. El receptor lo recalcula, si el valor calculado es 0 la trama es válida.
- El gap de final de trama consta de 12 bytes vacíos con el objetivo de espaciado entre tramas.

Estructura de la trama de 802.3 Ethernet

Preambulo	Delimitador de inicio de trama	MAC de destino	MAC de origen	802.1Q Etiqueta (opcional)	Ethertype (Ethernet II) o longitud (IEEE 802.3)	Payload	Secuencia de comprobación (32-bit CRC)	Gap entre frames
7 Bytes	1 Byte	6 Byte	6 Bytes	(4 Bytes)	2 Bytes	De 46 (o 42) hasta 1500 Bytes	4 Bytes	12 Bytes
64-1522 Bytes								
72-1530 Bytes								
84-1542 Bytes								

Figura 3.16 Formato de la Trama Ethernet ⁵

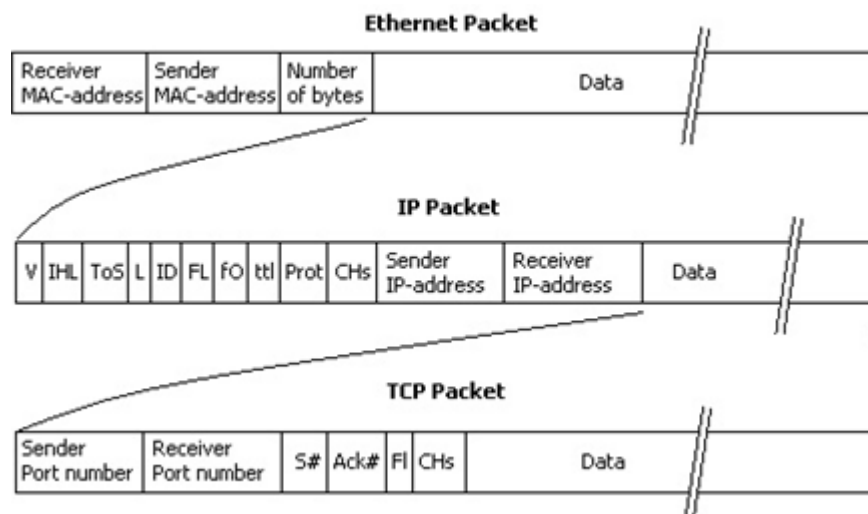


Figura 3.17 Estructura de la trama IP y TCP sobre Ethernet

2. Estándares para Transmisión Ethernet:

- **Ethernet / IEEE 802.3:** Especificaciones para redes LAN que operan a 10 Mbps utilizando como medio de transmisión fibra óptica, cable coaxial o par trenzado de cobre (UTP).
- **FastEthernet / IEEE 802.3u:** Especificaciones para redes LAN que operan a 100 Mbps utilizando como medio de transmisión fibra óptica y UTP.
- **GigabitEthernet / IEEE 802.3z e IEEE 802.3ab:** Especificaciones para redes LAN y MAN que operan a 1 Gbps utilizando como medio de transmisión fibra óptica y UTP.

- **10GigabitEthernet / IEEE 802.3ae:** Especificaciones para redes MAN y WAN que operan a 10 Gbps utilizando como medio de transmisión fibra óptica.

3. Link Aggregation Grupo: LAG.

Para conectar dos equipos mediante el protocolo Ethernet, se utiliza un cable que une dos puertos físicos entre ellos y configurarlo como una troncal independiente, cada uno de ellos con tráfico independiente. Sin embargo, una sola troncal tiene limitaciones de ancho de banda. Para resolverlo, se utiliza el concepto Link Aggregation Group: LAG

LAG es un proceso para inter-conectar dos equipos con dos o más enlaces entre sí, de manera que múltiples enlaces se combinan en un enlace virtual más grande que puede llevar a un mayor ancho de banda no importando la ubicación física de ellos. Todos estos múltiples vínculos que participan en un link aggregation group actúan como un solo enlace de mayor capacidad (virtual).

Así por ejemplo, si dos interruptores (switches) soportan puertos GE, múltiples puertos de un interruptor se pueden conectar a múltiples puertos en otro interruptor para proporcionar conexiones de banda ancha mayor sin limitación física (2 GE, 3 GE , etc) entre ellos.

Una situación práctica a considerar: Si dos interruptores están conectados el uno al otro con un ancho de banda de 1 GE y el administrador de la red siente que no es suficiente, o bien pueden comprar otro interruptor con 10 soportes de tronco GE (actualización de hardware, más caro) o simplemente conectar varios puertos entre los dos interruptores y configurarlos como un LAG. Este enfoque no sólo es de bajo costo (no requiere actualizaciones de hardware), sino que también permite una actualización granular del ancho de banda de interconexión entre los dos interruptores.

LAG también se utiliza para aumentar la disponibilidad del enlace. Desde múltiples enlaces conectan dos dispositivos, incluso si uno falla los demás eslabones siguen llevando la información y el tráfico del enlace con falla también se transfiere a ellos. De esta manera, la pérdida de un solo enlace entre dos equipos inhabilita la comunicación entre ellos. Múltiples enlaces que participan en un LAG también pueden equilibrar la carga de tráfico entre ellos de modo que el tráfico se distribuye de manera uniforme.

El número de enlaces que pueden combinarse para formar un enlace más grande entre los dos dispositivos se restringe generalmente por el proveedor de hardware. LAG es un protocolo estático y necesita ser configurado de forma individual para cada par de puertos físicos.

Este estándar está definido en la IEEE en el 802.1AX (Figura 3.18).

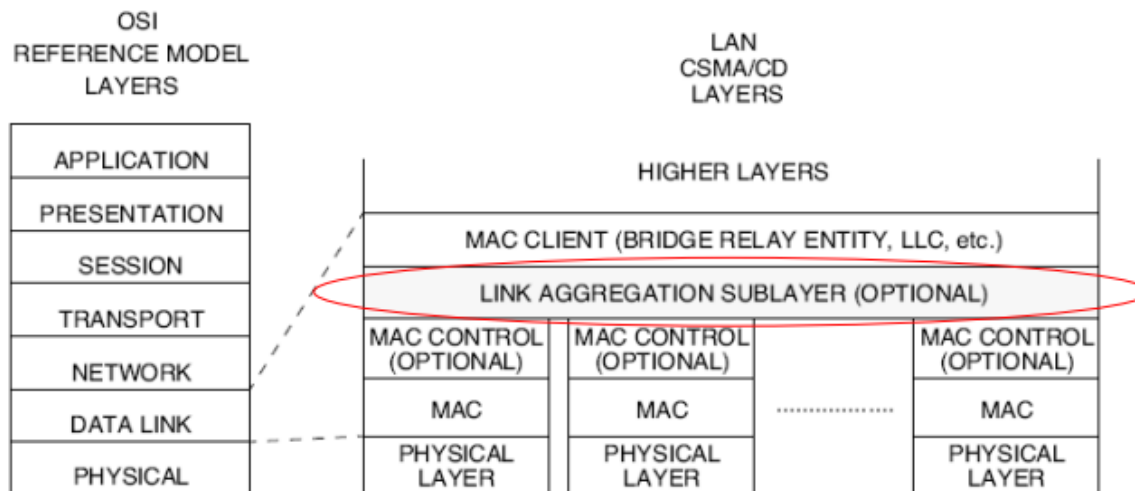


Figura 3.18 Subnivel de LAG en la arquitectura de red

C. SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS

1. La Fibra Óptica.

Uno de los avances más significativos que ha revolucionado los sistemas de telecomunicaciones, es la fibra óptica, se emplea por su gran ancho de banda y alcance, así como su casi total inmunidad al ruido, a la interferencia electromagnética y su atenuación muy baja.

La fibra óptica se usó inicialmente en las plataformas principales de las redes de telecomunicaciones, hoy en día se está instalando rápidamente en los backbones, redes de telefonía, de televisión, redes WAN y ya está llegando al abonado (FTTH: Fibra a la casa).

Las ventanas del espectro de comunicaciones por fibra óptica están en: 850 nm, 1310 nm, 1470 nm, 1550 nm y 1625 nm.

La fibra óptica está constituida de tres secciones concéntricas: el núcleo, el revestimiento y el recubrimiento.

- **Núcleo (Core):** Es la sección que lleva la luz en la fibra óptica.
- **Revestimiento (Cladding):** Cubre al núcleo y permite que los haces de luz se mantengan dentro del mismo. El índice de refracción del núcleo es mayor al del revestimiento, posibilitando que la luz quede atrapada dentro del núcleo.
- **Recubrimiento (Jacket):** Dota de protección al revestimiento, está compuesto de plástico o de una cubierta acrílica, permitiendo así preservar la fibra de la humedad, fricción y otros efectos dañinos. En la figura 3.19 se esquematiza la estructura de la fibra óptica.

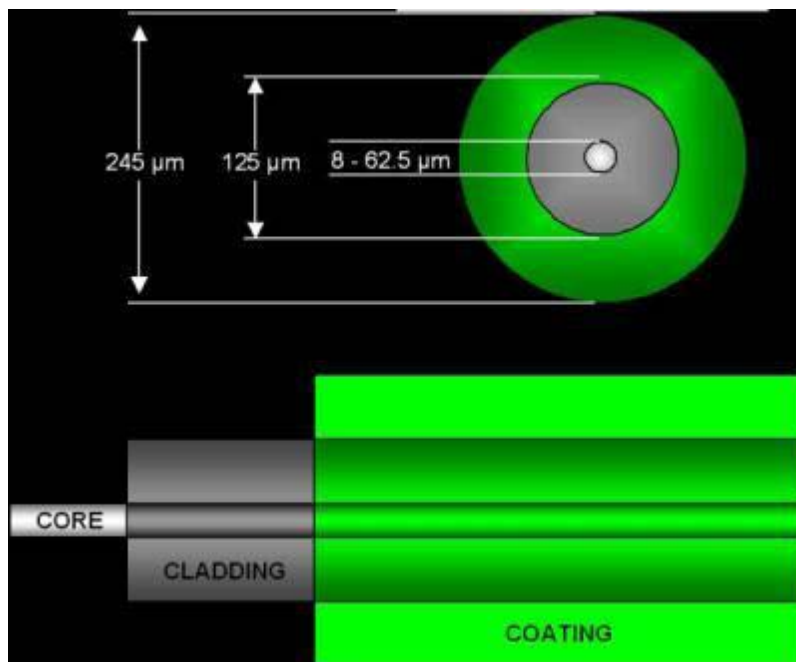


Figura 3.19 Estructura de la fibra óptica

a. Clasificación de las Fibras Ópticas

Fibra Óptica Multimodo de Índice Escalonado: Los índices de refracción del núcleo y del revestimiento son diferentes pero constantes. En la figura 3.20, se puede observar cómo varía el índice de refracción y la forma del pulso de entrada y salida en este tipo de fibra.

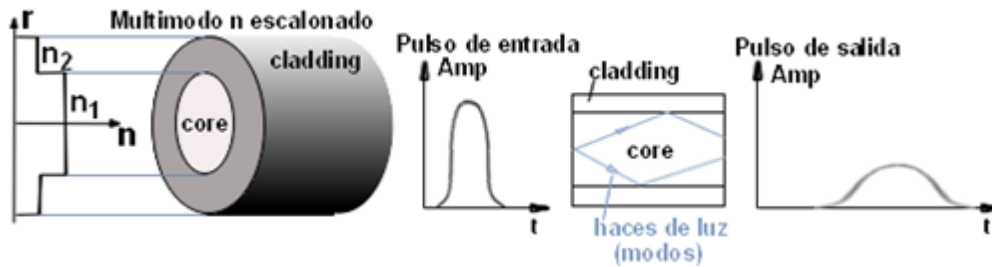


Figura 3.20 Índices de refracción y pulsos de entrada y salida en la fibra óptica Multimodo de índice escalonado

Fibra Óptica Multimodo de Índice Gradual: El índice de refracción del núcleo, decrece desde el centro hasta el exterior, mientras que el índice de refracción del revestimiento es constante. En la figura 3.21, se puede observar cómo varía el índice de refracción y la forma del pulso de entrada y salida en este tipo de fibra.



Figura 3.21 Índices de refracción y pulsos de entrada y salida en la fibra óptica Multimodo de índice gradual

Fibras Ópticas Monomodo: Aquella en la que existe un solo camino para los rayos de luz. Para lograr esto, se reduce el diámetro del núcleo de la fibra, con lo cual se elimina el ensanchamiento del pulso debido a la dispersión modal, dando como resultado velocidades de transmisión mucho más grandes sobre distancias más largas. En la figura 3.22 se aprecia la propagación de la luz en la fibra óptica monomodo.

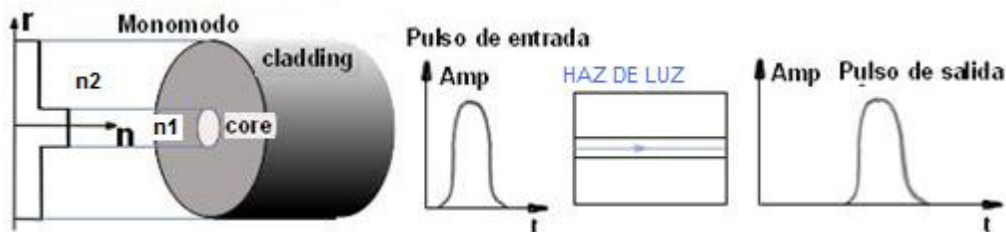


Figura 3.22 Características de transmisión en la fibra óptica monomodo

b. Parámetros de transmisión de la Fibra Óptica.

- **Atenuación:** Es la pérdida de potencia óptica en un enlace de fibra óptica, considera las pérdidas tanto en la fibra como en los empalmes y conectores involucrados en dicho enlace.
- **Dispersión:** Este fenómeno produce que los pulsos que viajan en la fibra se vayan ensanchando a medida que avanzan por ella. El ensanchamiento de los pulsos puede provocar un solapamiento entre pulsos, pudiendo llegar a hacerse indistinguibles para el equipo receptor. La dispersión es una función de la longitud de la fibra óptica, cuanto mayor sea esta, más pronunciado será el efecto.
- **Ancho de Banda:** El ancho de banda de una fibra óptica es una medida de su capacidad de transmisión, el cual se encuentra limitado por la dispersión total de la fibra, se expresa generalmente en Mhz*km. El cálculo del ancho de banda en una fibra óptica monomodo esencialmente está en función de la dispersión cromática de la fibra.

2. Diseño de Sistemas de Comunicaciones Ópticas.

Las especificaciones de partida para el caso del diseño de un sistema de comunicaciones ópticas son:

- El formato de la señal que se va a transmitir.
- La distancia del enlace.
- El ancho de banda requerido.
- El número de canales, si el sistema de comunicación es multicanal.
- Las prestaciones y fidelidad exigida, expresada en términos de la relación señal-ruido mínima o de una probabilidad de error máxima.
- El costo.

La elección de los componentes dependerá de los puntos anteriores. En la figura 3.23 se muestra la estrategia general de diseño.

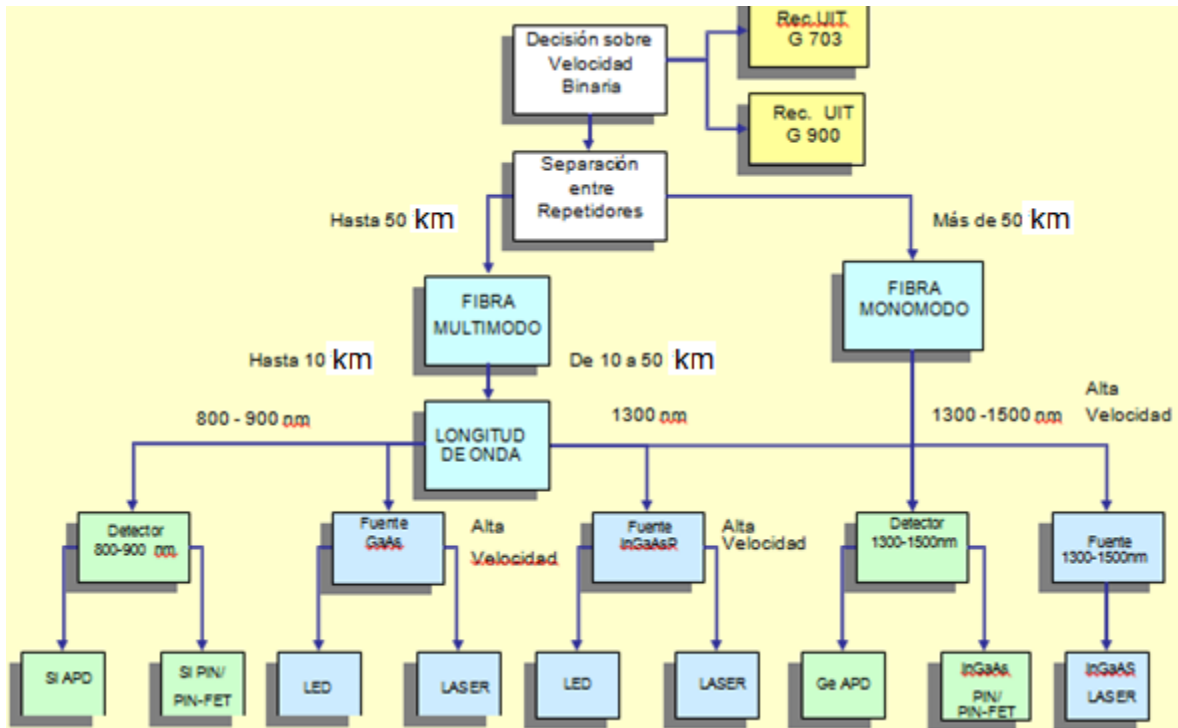


Figura 3.23 Estrategia General de Diseño

a. Técnica de Planificación para Balance de Potencia.

Escogida la potencia en el receptor (P_R (dBm)) y la potencia del transmisor (P_T (dBm)) se tiene que calcular el balance para calcular un Margen de Potencia (MP (dB)):

$$MP \text{ (dB)} = P_T \text{ (dBm)} - P_R \text{ (dBm)}$$

El mencionado Margen será consumido por los siguientes factores:

- Sumatoria de la atenuación en las uniones: A_U (dB)
- Sumatoria de la atenuación en los conectores: A_C (dB)
- Pérdida del acoplamiento del detector: A_{AD} (dB)
- Pérdida del acoplamiento del emisor: A_{AE} (dB)
- Factor de pérdidas por temperatura (en fotoemisor): A_T (dB)
- Degradación máxima transmisor (por envejecimiento): A_E (dB)
- Margen de seguridad (prevé futuras rupturas): MS (dB)

Los tres últimos factores se agrupan en el Margen de Seguridad Total (MST (dB)):

$$\text{MST (dB)} = \text{AT} + \text{AE} + \text{MS}$$

Si al Margen de Potencia le restamos todas las perdidas enumeradas, se tendrá la atenuación total máxima que se puede llevar la fibra (ATF(dB)) y la podemos relacionar con la atenuación por kilómetro de la fibra (AF (dB/Km)) para obtener la Máxima longitud del Enlace sin repetidores (MLE (km)):

$$\text{ATF (dB)} = \text{MP} - (\text{AC} + \text{AU} + \text{AAD} + \text{AAE} + \text{MST})$$

$$\text{MLE (Km)} = \text{ATF} / \text{AF}$$

Comparamos estos resultados con la longitud del enlace (L (Km)). Si $\text{MLE} < L$ entonces se requerirán repetidores o utilización de otra fibra con menor atenuación. Si $\text{MLE} \gg L$ seguramente se ha escogido muy generosamente el fotoemisor o el fotodetector.

El balance de potencias, en resumen, para un enlace de longitud L Km es:

$$\text{PR (dBm)} = \text{PT} - (\text{AF} \cdot L + \text{AC} + \text{AU} + \text{AAD} + \text{AAE} + \text{MST})$$

b. Cálculo del Tiempo de Subida.

En esta etapa de análisis se estudia la limitación que por dispersión puede presentar el enlace (particularmente útil en enlaces digitales). El método se basa en calcular el tiempo de subida total del enlace (σ_{sys}) como resultado de todos los tiempos de subida del sistema:

$$\sigma_{\text{sys}} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2}$$

Este valor de σ_{sys} , permite, de acuerdo al formato digital utilizado, determinar la máxima longitud del enlace sin interferencia intersimbólica. Este no debe exceder del 70% de periodo de bit en formato NRZ o 35% si se utiliza formato RZ.

Los tiempos de subida se componen de los siguientes valores:

σ_{tx} = tiempo de subida del transmisor

σ_{rx} = tiempo de subida del receptor (incluyendo detector)

σ_{fo} = tiempo de subida de la fibra

Según lo anterior, se puede particularizar para el caso de un sistema por fibra óptica:

$$\sigma_{sys}^2 = \sigma_{tx}^2 + \sigma_{fo}^2 + \sigma_{rx}^2$$

Los tiempos de subida del transmisor y receptor son suministrados por el fabricante, sin embargo es útil utilizar la expresión que relaciona el ancho de banda con el tiempo de subida (para pulsos gaussianos), por si es este el valor suministrado. Se puede demostrar que:

$$\sigma = 0.44 / B$$

donde B es el ancho de banda de 3dB y σ es el tiempo de subida.

Para el tiempo de subida de la fibra es de hacer notar que este coincide con el ensanchamiento por dispersión (de mitad de valor máximo FWHM) en esta, por lo tanto estará compuesto por el introducido por dispersión cromática, σ_c , y modal, σ_m .

$$\sigma_{fo}^2 = \sigma_c^2 + \sigma_m^2$$

Según lo analizado en la dispersión cromática para una distancia L:

$$\sigma_c(L) = \Delta\lambda L (M(\lambda) - G(\lambda))$$

En cuanto al tiempo de subida por dispersión modal, normalmente los fabricantes suministran el ancho de banda modal a 1 Km (B1), por lo que recordando la no linealidad de este fenómeno se puede escribir lo siguiente (para una distancia L):

$$\sigma_m(L) = 0.44 LE/B1$$

Según lo analizado anteriormente y con los cálculos realizados es posible determinar el tiempo de subida y ancho de banda (BL) de la fibra óptica para un tramo de longitud L, para la misma:

$$\sigma_{fo}(L)^2 = \{0.44 LE/B_1\}^2 + \{ \Delta\lambda.L(M(\lambda)- G(\lambda))\}^2$$

$$B_L = \frac{0.44}{\sqrt{\left(\frac{0.44L^E}{B_1}\right)^2 + [\Delta\lambda.L(M(\lambda) - G(\lambda))]^2}}$$

D. ITIL®

ITIL® (Information Technology Infrastructure Library o Biblioteca de la Infraestructura de Tecnología de Información) puede ser definido como un conjunto de buenas prácticas destinadas a mejorar la gestión y provisión de servicios TI. Su objetivo último es mejorar la calidad de los servicios TI ofrecidos, evitar los problemas asociados a los mismos y en caso de que estos ocurran ofrecer un marco de actuación para que estos sean solucionados con el menor impacto y a la mayor brevedad posible.

Sus orígenes se remontan a la década de los 80 cuando el gobierno británico, preocupado por la calidad de los servicios TI de los que dependía la administración, solicitó a una de sus agencias, la CCTA acrónimo de Central Computer and Telecommunications Agency, para que desarrollara un estándar para la provisión eficiente de servicios TI.

Aunque todos tengamos una idea intuitivamente clara del concepto de servicio es difícil proponer una única y sucinta definición del mismo. ITIL® nos ofrece la siguiente definición:

Un servicio es un medio para entregar valor a los clientes facilitándoles un resultado deseado sin la necesidad de que estos asuman los costes y riesgos específicos asociados.

En otras palabras, el objetivo de un servicio es satisfacer una necesidad sin asumir directamente las capacidades y recursos necesarios para ello.

Una correcta gestión de este servicio requerirá:

- Conocer las necesidades del cliente
- Estimar la capacidad y recursos necesarios para la prestación del servicio
- Establecer los niveles de calidad del servicio
- Supervisar la prestación del servicio
- Establecer mecanismos de mejora y evolución del servicio

El objetivo de ITIL® es precisamente ofrecer tanto a los proveedores como receptores de servicios TI de un marco que facilite todas estas tareas y procesos. Define la Gestión de Servicios como un conjunto de capacidades organizativas especializadas para la provisión de valor a los clientes en forma de servicios.

Los principios básicos para la gestión de servicios se resumen en:

- Especialización y coordinación: los clientes deben especializarse en la gestión de su negocio y los proveedores en la gestión del servicio. El proveedor debe garantizar la coordinación entre los recursos y capacidades de ambos.
- El principio de Agencia: los agentes actúan como intermediarios entre el cliente o usuario y el proveedor de servicios y son los responsables de la correcta prestación de dichos servicios. Estos deben de actuar siguiendo las indicaciones del cliente y protegiendo los intereses del cliente, los usuarios y los suyos propios. Los agentes pueden ser empleados del proveedor de servicios o incluso interfaces de interacción con el usuario en sistema gestionados automáticamente.
- Encapsulación: los clientes y usuarios solo están interesados en la utilidad y garantía del servicio y no en los detalles precisos para su correcta prestación. La encapsulación se consigue a través de la:
 - Separación de conceptos complejos se en diferentes partes independientes que pueden ser tratadas independientemente.
 - Modularidad que permite agrupar funcionalidades similares en forma de módulos autocontenidos.
 - Acoplamiento flexible entre recursos y usuarios, mediante, por ejemplo, sistemas redundantes, que evita que cambios o alteraciones en los recursos afecten negativamente a la experiencia de usuario.

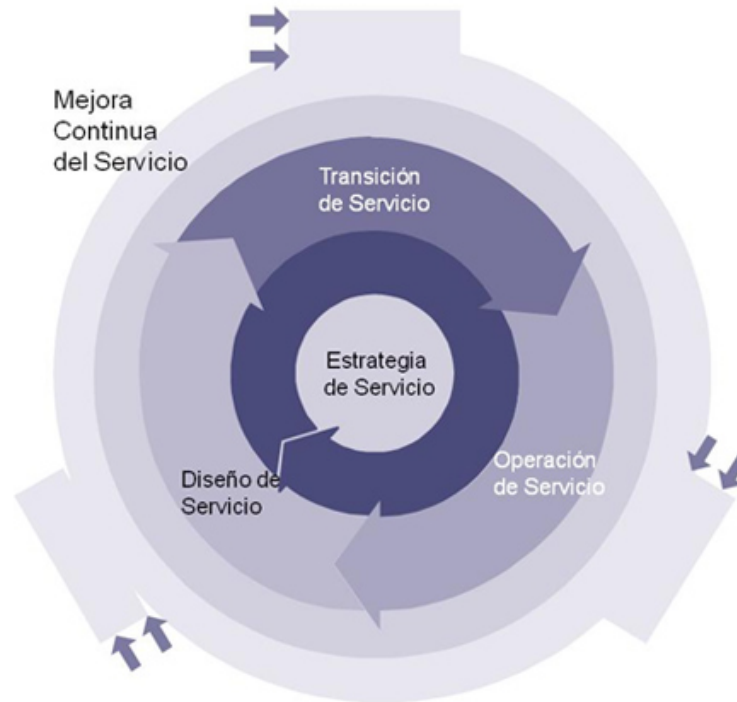
- Sistemas: según ITIL® los sistemas son grupos de componentes interrelacionados o interdependientes que forman una unidad y colaboran entre sí para conseguir un objetivo común. Los aspectos clave para el correcto rendimiento de un sistema son:
- Procesos de control.
- Realimentación y aprendizaje.

1. Ciclo de Vida de un Servicio.

ITIL® es un marco público que reseña buenas prácticas para la gestión de servicios en Tecnología de Información. Provee un esquema para la gestión de las tecnologías de la información y se enfoca en la medición y mejora continua de la calidad del Servicio proporcionado por TI otorgado desde la perspectiva del cliente y del negocio. Este enfoque se ha convertido en el factor clave para el éxito mundial de ITIL®, y ha contribuido a la extensión de su uso en las principales áreas y empresas de tecnología. Entre los beneficios clave obtenidos por las organizaciones que lo utilizan se encuentran:

- Incrementar la satisfacción de usuario y cliente con los servicios de TI
- Mejorar la disponibilidad del servicio, ligado directamente a incrementar los beneficios y rendimientos de la empresa
- El ahorro financiero en la reducción de retrabajos y tiempo perdido, así como la mejora en la gestión de recursos
- Mejora la toma de decisiones y disminuye los riesgos

El ciclo de vida del servicio es un acercamiento a la gestión de las áreas de Tecnología que pone énfasis en la Estrategia, Diseño, Transición, Operación y Mejora Continua de los servicios proporcionados al negocio, a través de diferentes funciones, procesos y sistemas necesarios para gestionar estos servicios a lo largo de su ciclo de vida.



© Crown copyright 2007 Reproduced under licence from OGC
(Figure 1.2 ITIL Core, page 8)

Figura 3.24 Ciclo de Vida de un Servicio

El Ciclo de Vida de la Gestión del Servicio consta de cinco fases:

- a. Estrategia del Servicio. En esta fase se presenta el cómo alinear los servicios proporcionados por TI a los objetivos estratégicos del negocio. Los requerimientos del servicio son identificados y estipulados dentro del Paquete del Nivel del Servicio (SLP) en un conjunto definido de resultados a entregar al negocio, estableciendo además su validez financiera y generando las bases para su diseño, transición y operación. Aquí se expone el cómo transformar la Gestión del Servicio en un activo estratégico.
- b. Diseño del Servicio. Aquí se diseñan y desarrollan los servicios, los procesos y las capacidades de la Gestión del Servicio a fin de asegurar el cumplimiento del valor establecido como parte de la estrategia. Se utilizan los principios y métodos de diseño para convertir objetivos estratégicos en planes tácticos que garanticen y mejoren los niveles de disponibilidad, capacidad, seguridad y continuidad de todos los servicios.
- c. Transición de Servicios. Es en esta fase en donde se desarrollan y mejoran las capacidades para la transición de nuevos servicios y/o cambios a los ya existentes,

asegurando los requerimientos de la estrategia de servicio. Es una guía para gestionar la complejidad relacionada con los cambios a servicios y gestión de procesos de servicios, previniendo consecuencias indeseables, como fallas e interrupciones.

- d. Operación del Servicio. Esta fase demuestra cómo se puede alcanzar la efectividad y eficiencia en la entrega y soporte de servicios para asegurar valor tanto al cliente como al proveedor del servicio. La Operación del Servicio es donde los planes, diseños y optimizaciones son ejecutados y medidos. Desde el punto de vista del cliente, la Operación del Servicio es donde realmente se aprecia el valor del servicio.
- e. Mejora Continua del Servicio. Se preocupa de crear y mantener el valor para el cliente a través de un mejor diseño, introducción y operación de los servicios, asociando esfuerzos de mejora y resultados con la Estrategia, Diseño, Transición y Operación del Servicio, identificando las oportunidades para mejorar las debilidades o fallas dentro de cualquiera de estas etapas

2. Estrategia del servicio.

La fase de Estrategia del Servicio es central al concepto de Ciclo de vida del servicio y tiene como principal objetivo convertir la Gestión del Servicio en un activo estratégico. Para conseguir este objetivo es imprescindible determinar en primera instancia qué servicios deben ser prestados y por qué han de ser prestados desde la perspectiva del cliente y el mercado.

Los procesos asociados directamente a la fase de Estrategia son:

- **Gestión Financiera:** responsable de garantizar la prestación de servicios con unos costes controlados y una correcta relación calidad-precio.
- **Gestión del Portafolio de Servicios:** responsable de la inversión en servicios nuevos y actualizados que ofrezcan el máximo valor al cliente minimizando a su vez los riesgos y costes asociados.
- **Gestión de la Demanda:** responsable de la armonización de la oferta de los servicios ofrecidos con las demandas del mercado.

Una correcta Estrategia del Servicio debe:

- Servir de guía a la hora de establecer y priorizar objetivos y oportunidades.
- Conocer el mercado y los servicios de la competencia.
- Armonizar la oferta con la demanda de servicios.
- Proponer servicios diferenciados que aporten valor añadido al cliente.
- Gestionar los recursos y capacidades necesarios para prestar los servicios ofrecidos teniendo en cuenta los costes y riesgos asociados.
- Alinear los servicios ofrecidos con la estrategia de negocio.
- Elaborar planes que permitan un crecimiento sostenible.
- Crear casos de negocio para justificar inversiones estratégicas.

La fase de Estrategia del Servicio es el eje que permite que las fases de Diseño, Transición y Operación del servicio se ajusten a las políticas y visión estratégica del negocio.

Una correcta implementación de la estrategia del servicio va más allá del ámbito puramente TI y requiere un enfoque multidisciplinar que ayude a responder cuestiones tales como:

- ¿Qué servicios debemos ofrecer?
- ¿Cuál es su valor?
- ¿Cuáles son nuestros clientes potenciales?
- ¿Cuáles son los resultados esperados?
- ¿Qué servicios son prioritarios?
- ¿Qué inversiones son necesarias?
- ¿Cuál es el retorno a la inversión o ROI?
- ¿Qué servicios existen ya en el mercado que puedan representar una competencia directa?
- ¿Cómo podemos diferenciarnos de la competencia?

3. Diseño del Servicio.

La principal misión de la fase de Diseño del Servicio es la de diseñar nuevos servicios o modificar los ya existentes para su incorporación al catálogo de servicios y su paso al entorno de producción.

El Diseño del Servicio debe seguir las directrices establecidas en la fase de Estrategia y debe a su vez colaborar con ella para que los servicios diseñados:

- Se adecuen a las necesidades del mercado.
- Sean eficientes en costes y rentables.
- Cumplan los estándares de calidad adoptados.
- Aporten valor a clientes y usuarios.

El Diseño del Servicio debe tener en cuenta tanto los requisitos del servicio como los recursos y capacidades disponibles en la organización TI. Un desequilibrio entre ambos lados de la balanza puede resultar en servicios donde se vean comprometidas bien la funcionalidad o bien la garantía.

Una correcta implementación del Diseño del Servicio debe ayudar a responder cuestiones tales como:

- ¿Cuáles son los requisitos y necesidades de nuestros clientes?
- ¿Cuáles son los recursos y capacidades necesarias para prestar los servicios propuestos?
- ¿Los servicios son seguros, ofrecen la disponibilidad necesaria y se garantiza la continuidad del servicio?
- ¿Son necesarias nuevas inversiones para prestar los servicios con los niveles de calidad propuestos?
- ¿Están todos los agentes involucrados correctamente informados sobre los objetivos y alcance de los nuevos servicios o de las modificaciones a realizar en los ya existentes?
- ¿Se necesita la colaboración de proveedores externos?

Las funciones y procesos asociados directamente a la fase de Diseño son:

- Gestión del Catálogo de Servicios: responsable de crear y mantener un catálogo de servicios de la organización TI que incluya toda la información relevante: gestores, estatus, proveedores, etcétera.
- Gestión de Niveles de Servicio: responsable de acordar y garantizar los niveles de calidad de los servicios TI prestados.

- Gestión de la Capacidad: responsable de garantizar que la organización TI dispone de la capacidad suficiente para prestar los servicios acordados.
- Gestión de la Disponibilidad: responsable de garantizar que se cumplen los niveles de disponibilidad acordados en los SLA.
- Gestión de la Continuidad de los Servicios TI: responsable de establecer planes de contingencia que aseguren la continuidad del servicio en un tiempo predeterminado con el menor impacto posible en los servicios de carácter crítico.
- Gestión de la Seguridad de la Información: responsable de establecer las políticas de integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información.
- Gestión de Proveedores: responsable de la relación con los proveedores y el cumplimiento de los UCs (contratos de soporte).

4. Transición del Servicio.

La misión de la fase de Transición del Servicio es hacer que los productos y servicios definidos en la fase de Diseño del Servicio se integren en el entorno de producción y sean accesibles a los clientes y usuarios autorizados.

Sus principales objetivos se resumen en:

- Supervisar y dar soporte a todo el proceso de cambio del nuevo (o modificado) servicio.
- Garantizar que los nuevos servicios cumplen los requisitos y estándares de calidad estipulados en las fases de Estrategia y la de Diseño.
- Minimizar los riesgos intrínsecos asociados al cambio reduciendo el posible impacto sobre los servicios ya existentes.
- Mejorar la satisfacción del cliente respecto a los servicios prestados.
- Comunicar el cambio a todos los agentes implicados.

Para cumplir adecuadamente estos objetivos es necesario que durante la fase de Transición del Servicio:

- Se planifique todo el proceso de cambio.
- Se creen los entornos de pruebas y preproducción necesarios.

- Se realicen todas las pruebas necesarias para asegurar la adecuación del nuevo servicio a los requisitos predefinidos.
- Se establezcan planes de *roll-out* (despliegue) y *roll-back* (retorno a la última versión estable).
- Se cierre el proceso de cambio con una detallada revisión post-implementación.

Como resultado de una correcta Transición del Servicio:

- Los clientes disponen de servicios mejor alineados con sus necesidades de negocio.
- La implementación de nuevos servicios es más eficiente.
- Los servicios responden mejor a los cambios del mercado y a los requisitos de los clientes.
- Se controlan los riesgos y se dispone de planes de contingencia que eviten una degradación prolongada del servicio.
- Se mantienen correctamente actualizadas las bases de datos de configuración y activos del servicio.
- Se dispone de una Base de Conocimiento actualizada a disposición del personal responsable de la operación del servicio y sus usuarios.

Las principales funciones y procesos asociados directamente a la Fase de Transición del Servicio son:

- **Planificación y soporte a la Transición:** responsable de planificar y coordinar todo el proceso de transición asociado a la creación o modificación de los servicios TI.
- **Gestión de Cambios:** responsable de supervisar y aprobar la introducción o modificación de los servicios prestados garantizando que todo el proceso ha sido convenientemente planificado, evaluado, probado, implementado y documentado.
- **Gestión de la Configuración y Activos del Servicio:** responsable del registro y gestión de los elementos de configuración (CIs) y activos del servicio. Este proceso da soporte a prácticamente todos los aspectos de la Gestión del Servicio
- **Gestión de Entregas y Despliegues:** Responsable de desarrollar, probar e implementar las nuevas versiones de los servicios según las directrices marcadas en la fase de Diseño del Servicio.
- **Validación y pruebas:** responsable de garantizar que los servicios cumplen los requisitos preestablecidos antes de su paso al entorno de producción.

- **Evaluación:** responsable de evaluar la calidad general de los servicios, su rentabilidad, su utilización, la percepción de sus usuarios, etcétera
- **Gestión del Conocimiento:** gestiona toda la información relevante a la prestación de los servicios asegurando que esté disponible para los agentes implicados en su concepción, diseño, desarrollo, implementación y operación.

5. Operación del Servicio.

La fase de Operación del Servicio es, sin duda, la más crítica entre todas. La percepción que los clientes y usuarios tengan de la calidad de los servicios prestados depende en última instancia de una correcta organización y coordinación de todos los agentes involucrados.

Todas las otras fases del Ciclo de Vida del Servicio tienen como objetivo último que los servicios sean correctamente prestados aportando el valor y la utilidad requerida por el cliente con los niveles de calidad acordados. Es evidente que de nada sirve una correcta estrategia, diseño y transición del servicio si falla la “entrega”.

Por otro lado es prácticamente imposible que la fase de Mejora Continua del Servicio sea capaz de ofrecer soluciones y cambios sin toda la información recopilada durante la fase de operación.

Los principales objetivos de la fase de Operación del Servicio incluyen:

- Coordinar e implementar todos los procesos, actividades y funciones necesarias para la prestación de los servicios acordados con los niveles de calidad aprobados.
- Dar soporte a todos los usuarios del servicio.
- Gestionar la infraestructura tecnológica necesaria para la prestación del servicio.

Uno de los aspectos esenciales en la Operación del Servicio es la búsqueda de un equilibrio entre estabilidad y capacidad de respuesta. La estabilidad es necesaria pues los clientes requieren disponibilidad y muestran resistencias al cambio. Por otro lado las necesidades de negocio cambian rápidamente y eso requiere habitualmente rapidez en las respuestas.

Normalmente los cambios correctamente planificados no tienen que afectar a la estabilidad del servicio pero esto requiere la colaboración de todos los agentes implicados en la Operación del Servicio que deben aportar la realimentación necesaria.

Para evitar los problemas de inestabilidad es conveniente adoptar una actitud proactiva que permita dar respuestas a las nuevas necesidades de negocio de una forma progresiva. La actitud reactiva provoca que los cambios sólo se implementen cuando la organización TI se ve obligada a responder a estímulos externos lo que usualmente provoca un estado de “urgencia” que no es conducente a una correcta planificación del cambio.

Es también esencial encontrar un correcto equilibrio entre los procesos de gestión internos orientados a gestionar y mantener la tecnología y recursos humanos necesarios para la prestación del servicio y las demandas externas de los clientes.

La organización TI no debe comprometerse en la prestación de servicios para los que carezca de capacidad tecnológica o los necesarios recursos humanos ni tampoco caer en el error de engordar en exceso la infraestructura TI encareciendo innecesariamente el coste de los servicios prestados.

Los principales procesos asociados directamente a la Fase de Operación del Servicio son:

- Gestión de Eventos: responsable de monitorizar todos los eventos que acontezcan en la infraestructura TI con el objetivo de asegurar su correcto funcionamiento y ayudar a prever incidencias futuras.
- Gestión de Incidencias: responsable de registrar todas las incidencias que afecten a la calidad del servicio y restaurarlo a los niveles acordados de calidad en el más breve plazo posible.
- Petición de Servicios TI: responsable de gestionar las peticiones de usuarios y clientes que habitualmente requieren pequeños cambios en la prestación del servicio.
- Gestión de Problemas: responsable de analizar y ofrecer soluciones a aquellos incidentes que por su frecuencia o impacto degradan la calidad del servicio
- Gestión de Acceso a los Servicios TI: responsable de garantizar que sólo las personas con los permisos adecuados pueda acceder a la información de carácter restringido.

6. Mejora Continua del Servicio.

Heráclito de Éfeso dijo hace más de veinticinco siglos que “Ningún hombre puede bañarse dos veces en el mismo río”. Si Heráclito fuera en la actualidad el CIO de cualquier empresa hubiera dicho “Ninguna empresa ha de contratar dos veces el mismo servicio”.

Efectivamente, los tiempos modernos nos exigen continuos cambios y éstos deben tener un solo objetivo en el campo de la gestión de servicios TI: ofrecer mejores servicios adaptados a las siempre cambiantes necesidades de nuestros clientes y todo ello mediante procesos internos optimizados que permitan mayores retornos a la inversión y mayor satisfacción del cliente.

Pero este objetivo de mejora sólo se puede alcanzar mediante la continua monitorización y medición de todas las actividades y procesos involucrados en la prestación de los servicios TI:

- **Conformidad:** los procesos se adecúan a los nuevos modelos y protocolos.
- **Calidad:** se cumplen los objetivos preestablecidos en plazo y forma.
- **Rendimiento:** los procesos son eficientes y rentables para la organización TI.
- **Valor:** los servicios ofrecen el valor esperado y se diferencian de los de la competencia.

Los principales objetivos de la fase de Mejora Continua del servicio se resumen en:

- Recomendar mejoras para todos los procesos y actividades involucrados en la gestión y prestación de los servicios TI.
- Monitorizar y analizar los parámetros de seguimiento de Niveles de Servicio y contrastarlos con los SLAs en vigor.
- Proponer mejoras que aumenten el ROI y VOI asociados a los servicios TI.
- Dar soporte a la fase de estrategia y diseño para la definición de nuevos servicios y procesos/ actividades asociados a los mismos.

Los resultados de esta fase del ciclo de vida han de verse reflejados en Planes de Mejora del Servicio que incorporen toda la información necesaria para:

- Mejorar la calidad de los servicios prestados.

- Incorporar nuevos servicios que se adapten mejor a los requisitos de los clientes y el mercado.
- Mejorar y hacer más eficientes los procesos internos de la organización TI.

El ciclo **PDCA**: Planificar (*Plan*), Hacer (*Do*), Verificar (*Check*) y Actuar (*Act*), también conocido como **ciclo de Deming** en honor a su creador, Edwards Deming, constituye la columna vertebral de todos los procesos de mejora continua:

- **Planificar**: definir los objetivos y los medios para conseguirlos.
- **Hacer**: implementar la visión preestablecida.
- **Verificar**: comprobar que se alcanzan los objetivos previstos con los recursos asignados.
- **Actuar**: analizar y corregir las desviaciones detectadas así como proponer mejoras a los procesos utilizados.

Las fases del ciclo de vida del servicio son un reflejo de esta estructura básica:

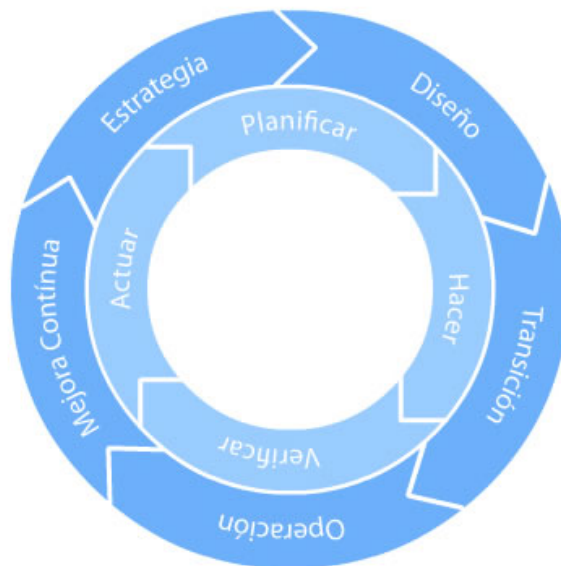


Figura 3.25 Ciclo de Mejora Continua vs Ciclo de Vida del Servicio

En cierta medida todos y cada uno de los procesos de gestión de los servicios TI deben reproducir esa estructura asegurando que cada una de estas fases se encuentra correctamente documentada.

La fase de Mejora Continua del Servicio juega un papel esencial en las etapas de verificación y actuación aunque también debe colaborar en las otras etapas de planificar y hacer:

- Ayudando a definir los objetivos y las métricas de cumplimiento asociadas.
- Monitorizando y evaluando la calidad de los procesos involucrados.
- Definiendo y supervisando las mejoras propuestas.

Los principales procesos asociados directamente a la fase de Mejora del Servicio son:

- Proceso de Mejora: este es un proceso que consta de 7 pasos que describen como se deben medir la calidad y rendimiento de los procesos para generar los informes adecuados que permitan la creación de un Plan de Mejora del Servicio (SIP).
- Informes de Servicios TI: es el responsable de la generación de los informes que permitan evaluar los servicios ofrecidos y los resultados de las mejoras propuestas.

E. RECOMENDACIONES IUT E IEEE.

1. Red de acceso.

a. Recomendación ITU-T G.991.2: SHDSL.

Recomendación ITU para transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad simétricos.

Recomendaciones de uso por cantidad de pares y distancia:

VELOCIDAD	2 MBPS		4 MBPS			6 MBPS		8 MBPS	
	2056	1032	4014	2056	1032	3016	1544	4040	2056
DISTANCIA (M)	1 PAR	2 PARES	1 PAR	2 PARES	4 PARES	2 PARES	4 PARES	2 PARES	4 PARES
460									
560									
960									
1060									
1560									
1760									
1860									
2060									
2260									
3060									
3560									
4060									
4460									
4560									

Figura 3.26 Tabla de Distancias para SHDSL ⁶

La topología utilizada en TELMEX® para el suministro de enlaces dedicados utilizando esta infraestructura y tecnología de acceso se muestra en la figura 3.27:

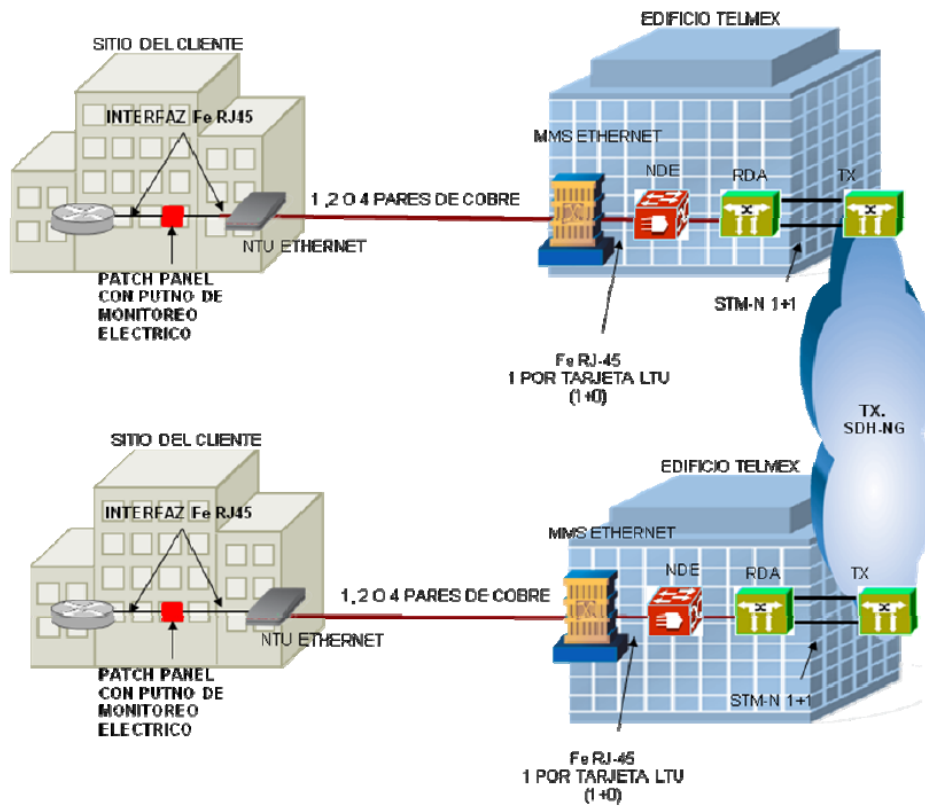


Figura 3.27 Topología General de Servicios (Lada Enlaces) en TELMEX®

Interfaces utilizadas para la provisión del servicio:

LADA enlace Ethernet	Interfaz equipo Telmex lado Cliente	Velocidad de acceso	Tipo de protección de acceso	Interfaz lado central	Tipo de Nodo lado central
2-8 Mbps	10/100BASE-T /RJ-45	5.7 Mbps	1+0	G.SHDSL	MMS Ethernet

b. Estándar Ethernet IEEE 802.3:

El detalle de la trama y especificaciones se expuso en el apartado B de este capítulo. Aquí se exponen las especificaciones para cada estándar utilizado actualmente.

Tabla 3.29 Estructura de los Estándares Ethernet

IEEE 802.3			
Ethernet 10 Mbps	Fast Ethernet 100 Mbps	Gigabit Ethernet 1000 Mbps	10-Gigabit Ethernet 10 Gbps
10BASE5	100BASE-X	1000BASE-X	10GBASE-S
10BASE2	100BASE-TX	1000BASE-SX	10GBASE-L
10BASE-T	100BASE-FX	1000BASE-LX	10GBASE-E
10BASE-F	100BASE-T2	1000BASE-T	10GBASE-LX4
10BASE-FP	100BASE-T4		10GBASE-CX4
10BASE-FB			10GBASE-T
10BASE-FL			
10BROAD36			

El significado de los acrónimos arriba utilizados se muestra en la tabla 3.30.

Tabla 3.31 Nomenclatura Ethernet

Simbolo	Definición
T	unshielded Twisted pair
F	optical Fiber
FP	optical Fiber Passive star
FB	optical Fiber Backbone
FL	optical Fiber Link
X	two physical links between nodes
TX	two pairs of STP or Cat-5 UTP
FX	two optical fibers
T4	four pairs of Cat-3 UTP
SX	Short-wavelength duplex optical fiber link
LX	Long-wavelength duplex optical fiber link
CX	one pair of short-UTP wire

Detalle de las características técnicas para el tipo de conexión y configuración Ethernet:

Tabla 3.32 Ethernet 10 Mbps Nivel Físico Cobre y Coaxial

Parámetro	10Base5	10Base2	10BaseT	10Broad36
Velocidad	10 Mb/s	10 Mb/s	10 Mb/s	10 Mb/s
Medio de transmisión	Cable coaxial Grueso RG-11	Cable coaxial Fino RG-58	Cable UTP, Categorías 3, 4 y 5	Cable coaxial CATV RG-59
Tipo de transmisión	Banda base Manchester	Banda base Manchester	Banda base Manchester	Banda ancha DPSK
Tipo de conector	AUI	BNC	RJ-45	AUI
Longitud máxima del segmento	500m	185m	100m	1800m
Longitud máxima de la red	2500m	925m	500m	3600m
Nº máximo de estaciones por segmento	100	30	1024 (en total)	---
Distancia mínima entre estaciones	2.5m	0.5m	2,5m	---
Observaciones	La primera que se usó	La segunda que se usó	La más usada actualmente	No se ha usado

Tabla 3.33 Ethernet 10 Mbps Nivel Físico por Fibra Óptica

Parámetro	10BaseFB Fiber Backbone	10BaseFP Fiber Passive	10BaseFL Fiber Link
Velocidad	10 Mb/s		
Medio de transmisión	Fibra óptica multimodo 62,5/125 μm (LED en 850 nm)		
Tipo de transmisión	Banda base Manchester		
Tipo de conector	Conectores ST (straight tip)		
Modo de transmisión	Half Duplex	Half Duplex	Half Duplex (HD) Full Duplex (FD)
Longitud máxima del segmento	2000 m	1000m	2.000m f.o. multimodo HD 5.000m f.o. multimodo FD 40.000m f.o. monomodo FD
Nº máximo de estaciones por segmento	2	33	2
Uso previsto	Conexión punto a punto entre hubs activos	Conexión en estrella de hub pasivo a estaciones	Conexión punto a punto entre repetidores, estaciones o estación-repetidor
Observaciones	Uso escaso	No existen equipos	En fibra, la más usada

Tabla 3.34 Fast Ethernet 100 Mbps

Parámetro	100Base-TX	100Base-FX	100Base-T4	100Base-T2
Velocidad	100 Mbit/seg			
Medio de transmisión	2 pares UTP categoría 5 o 2 pares STP	2 f.o. multi/mono modo (1300 nm)	4 pares UTP categoría 3	2 pares UTP categoría 3
Tipo de conector	RJ-45	SC dúplex (Subscriber Conector)	RJ-45	RJ-45
Topología física	Estrella			
Tipo de transmisión	Banda base 4B/5B-MLT3	Banda base 4B/5B-NRZI	Banda base 8B/6T	Banda base 4D-PAM-5
Modo de transmisión	Half Duplex (HD) Full Duplex (FD)	Half Duplex (HD) Full Duplex (FD)	Half Duplex (HD)	Half Duplex (HD) Full Duplex (FD)
Longitud máxima del segmento	100 m	412 m HD multi. 2 Km FD multi. 20 Km FD mono.	100 m	100 m
Nº máximo de estaciones por segmento	2	2	2	2
Observaciones	La más usada	Se utiliza en algunos casos	Uso escaso	No existen equipos

Tabla 3.35 Gigabit Ethernet 1000 Mbps

Parámetro	1000Base-T	1000Base-SX	1000Base-LX	1000Base-CX
Velocidad	1 Gbit/seg			
Medio de transmisión	4 pares UTP categoría 5	2 f.o. multimodo (850 nm)	2 f.o. monomodo (1300 nm)	2 pares STP cortos
Tipo de conector	RJ-45	SC dúplex (Subscriber Conector)	SC dúplex (Subscriber Conector)	Conector HSSDC
Topología física	Estrella			
Tipo de transmisión	Banda base 4D-PAM5	Banda base 8B/10B	Banda base 8B/10B	Banda base 8B/10B
Modo de transmisión	Half Duplex (HD) Full Duplex (FD)			
Longitud máxima del segmento	100 m	220 m	5 Km	25 m
Nº máximo de estaciones por segmento	2	2	2	2
Observaciones	Uso típico en campus LAN			

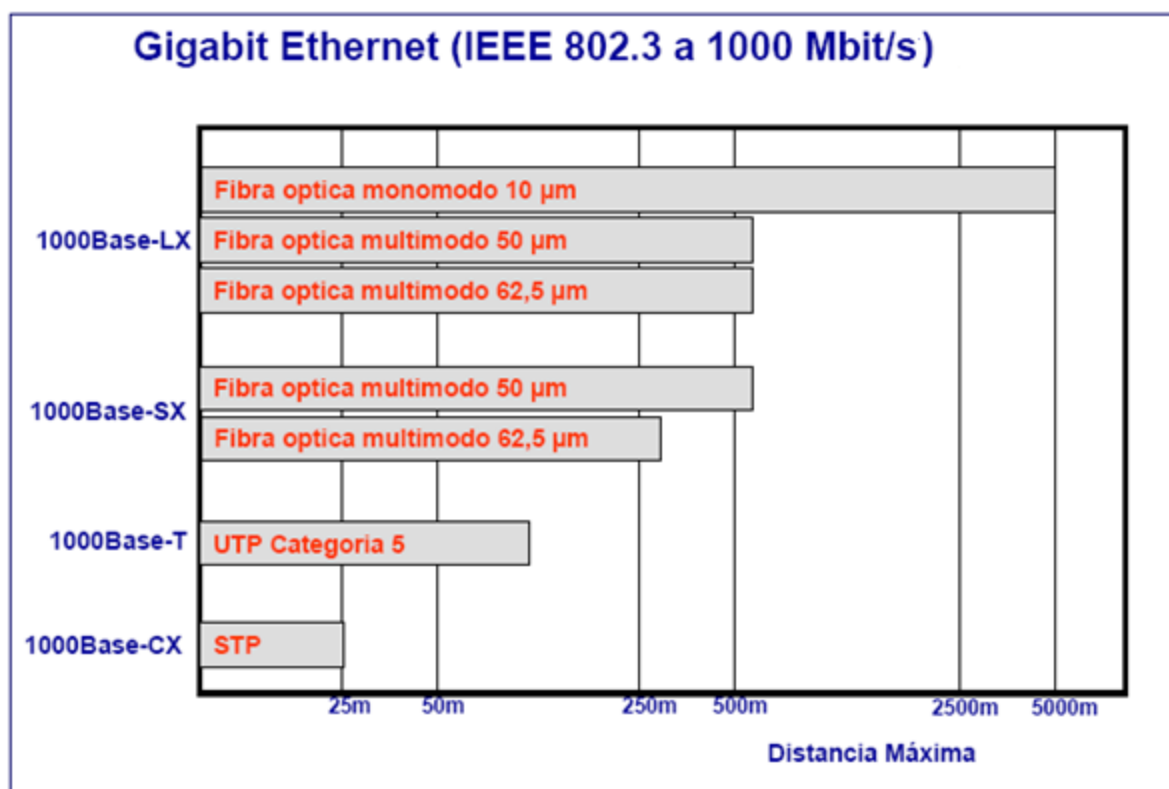


Figura 3.36 Medios Físicos Gigabit Ethernet

Tabla 3.37 Ten Gigabit Ethernet 10 Gbps

Parámetro	10GBase-S (Short)	10GBase-L (Long)	10GBase-E (Extended)	10GBase-LX4
Velocidad	10 Gbit/seg			
Medio de transmisión	f.o. multimodo (850 nm)	f.o. monomodo (1310 nm)	f.o. monomodo (1550 nm)	f.o. monomodo o multimodo (1310 nm)
Tipo de transmisión	64B/66B			
Longitud máxima del segmento	300 m	10 Km	40 Km	10 Km
Observaciones	Uso típico en redes MAN			Multiplexa 4 señales de luz mediante WDM

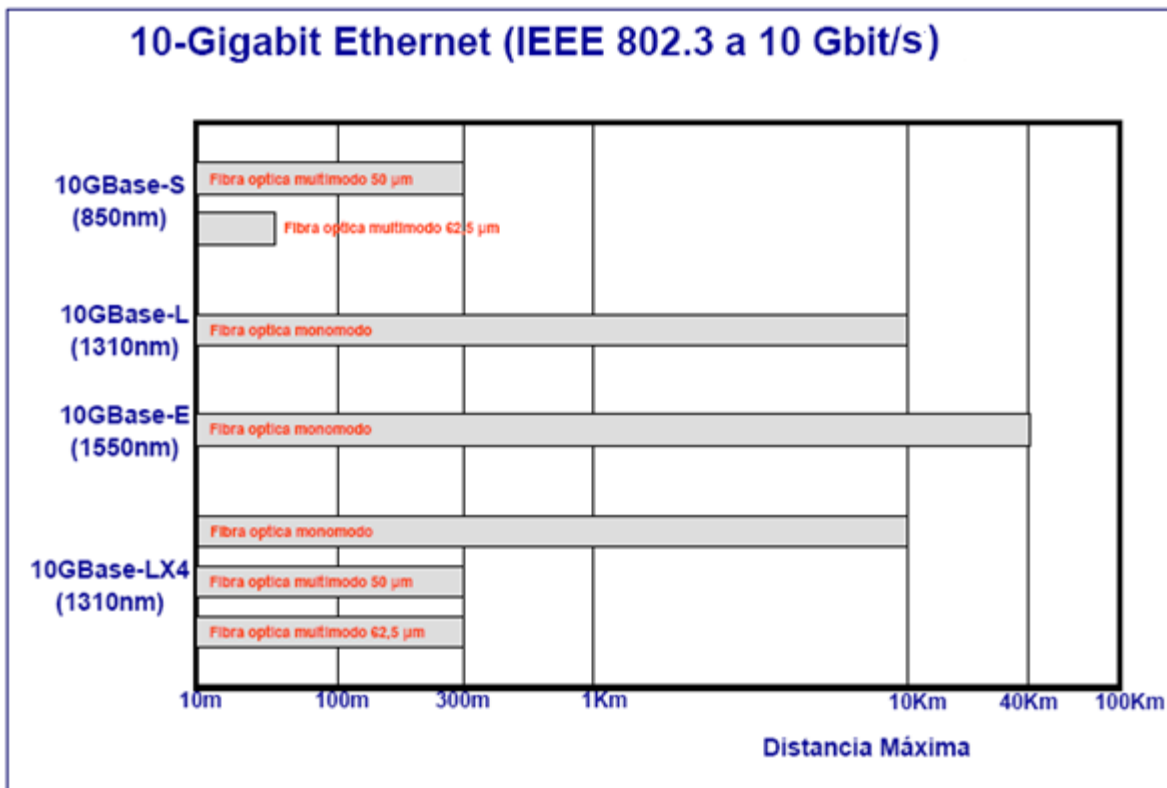


Figura 3.38 Medios Físicos 10 Gigabit Ethernet

2. La Fibra Óptica.

- a. Recomendación ITU-T G.651.1: Fibra Óptica Multimodo de Índice Gradual.

Tabla 3.39 Atributos del Cable y de la Fibra Óptica Multimodo ⁷

Attribute	Detail	Value
Cladding diameter	Nominal	125 μm
	Tolerance	$\pm 2 \mu\text{m}$
Core diameter	Nominal	50 μm
	Tolerance	$\pm 3 \mu\text{m}$
Core-cladding concentricity error	Maximum	3 μm
Core non-circularity	Maximum	6%
Cladding non-circularity	Maximum	2%
Numerical aperture	Nominal	0.20
	Tolerance	± 0.015
Macrobend loss (Notes 1 and 2)	Radius	15 mm
	Number of turns	2
	Maximum at 850 nm	1 dB
	Maximum at 1300 nm	1 dB
Proof stress	Minimum	0.69 GPa
Modal bandwidth-length product for overfilled launch	Minimum at 850 nm	500 MHz · km
	Minimum at 1300 nm	500 MHz · km
Chromatic dispersion coefficient (Note 3)	$\lambda_{0\text{min}}$	1295 nm
	$\lambda_{0\text{max}}$	1340 nm
	$S_{0\text{max}}$ for $1295 \leq \lambda_0 \leq 1310 \text{ nm}$	≤ 0.105 $\text{ps/nm}^2 \cdot \text{km}$
	$S_{0\text{max}}$ for $1310 \leq \lambda_0 \leq 1340 \text{ nm}$	$\leq 375 \times (1590 - \lambda_0) \times 10^{-6} \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$
Cable attributes		
Attribute	Detail	Value
Attenuation coefficient	Maximum at 850 nm	3.5 dB/km
	Maximum at 1300 nm	1.0 dB/km
NOTE 1 – In case of use of the multimode fibre outside the scope of this Recommendation, other macrobending loss values may be valid as specified in [IEC 60793-2-10].		
NOTE 2 – For testing the macrobending loss value, the launching conditions as specified for the attenuation measurement in [IEC 61280-4-1] shall be used.		
NOTE 3 – The worst-case chromatic dispersion coefficient at 850 nm (e.g., $S_0 = 0.09375 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$ at $\lambda_0 = 1340 \text{ nm}$ or $S_0 = 0.10125 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$ at $\lambda_0 = 1320 \text{ nm}$) is $-104 \text{ ps/nm} \cdot \text{km}$.		

b. Recomendación ITU-T G.652: Fibra Óptica Monomodo y Cables.

Los atributos de la tabla 3.40, contiene los atributos recomendados y valores necesarios para aplicaciones, como las recomendadas en [UIT-T G.957] y [UIT-T G.691] hasta STM-16, así como 10 Gbit / s de hasta 40 km (Ethernet) y STM-256 de [UIT-T G.693].

Tabla 3.40 Atributos del Cable y de la Fibra Óptica Monomodo⁸

Fibre attributes		
Attribute	Detail	Value
Mode field diameter	Wavelength	1310 nm
	Range of nominal values	8.6-9.5 μm
	Tolerance	$\pm 0.6 \mu\text{m}$
Cladding diameter	Nominal	125.0 μm
	Tolerance	$\pm 1 \mu\text{m}$
Core concentricity error	Maximum	0.6 μm
Cladding noncircularity	Maximum	1.0%
Cable cut-off wavelength	Maximum	1260 nm
Macrobend loss	Radius	30 mm
	Number of turns	100
	Maximum at 1550 nm	0.1 dB
Proof stress	Minimum	0.69 GPa
Chromatic dispersion coefficient	$\lambda_{0\text{min}}$	1300 nm
	$\lambda_{0\text{max}}$	1324 nm
	$S_{0\text{max}}$	0.092 ps/nm ² × km

Cable attributes		
Attribute	Detail	Value
Attenuation coefficient (Note 1)	Maximum at 1310 nm	0.5 dB/km
	Maximum at 1550 nm	0.4 dB/km
PMD coefficient (Note 2)	M	20 cables
	Q	0.01%
	Maximum PMD _Q	0.5 ps/ $\sqrt{\text{km}}$

NOTE 1 – The attenuation coefficient values listed in this table should not be applied to short cables such as jumper cables, indoor cables and drop cables. For example, [IEC 60794-2-11] specifies the attenuation coefficient of indoor cable as 1.0 dB/km or less at both 1310 and 1550 nm.

NOTE 2 – According to clause 6.2, a maximum PMD_Q value on uncabled fibre is specified in order to support the primary requirement on cable PMD_Q.

3. SDH.

- a. Recomendación IUT-T G.691⁹: Interfaces ópticas para los sistemas monocanal STM-64 y otros sistemas de la jerarquía digital síncrona con amplificadores ópticos

Aplicaciones:

Esta Recomendación define las interfaces ópticas de los sistemas monocanales de línea entre centrales para aplicaciones terrenales de STM-4 a STM-64. Constituye una ampliación de la Rec. UIT-T G.957 basada en la adición de amplificadores ópticos y la incorporación de las velocidades de datos STM-64.

Las definiciones de los códigos de aplicación proceden de la Rec. ITU-T G.957 del siguiente modo:

Aplicación – nivel STM. sufijo numérico, siendo "aplicación" la distancia objetivo: I- (de conexión local), S- (corto alcance), L- (largo alcance), V- (muy largo alcance) y U- (ultra largo alcance).

El sufijo numérico representa lo siguiente:

- 1 Utilización de fuentes de 1310 nm nominales con fibra G.652 (estándar).
- 2 Utilización de fuentes de 1550 nm nominales con fibra G.652.
- 3 Utilización de fuentes de 1550 nm nominales con fibra G.653 (dispersión desplazada).
- 5 Utilización de fuentes de 1550 nm nominales con fibra G.655 (dispersión desplazada no nula).

En algunos códigos I-64 se añade una "r" tras el sufijo numérico para indicar que se trata de una distancia objetivo reducida. Estos códigos de aplicación, pertenecientes a la familia de conexión local, están limitados por la dispersión. Se puede alcanzar la misma distancia objetivo con otras soluciones técnicas que quedan en estudio (es decir, la solución de la interfaz paralela).

Las distancias objetivo se basan en intervalos de 40 km aproximadamente para 1550 nm y de 20 km para 1310 nm, salvo para aplicaciones de muy corto alcance y de conexión local. Las distancias objetivo se deben utilizar a efectos de clasificación pero no de especificación. Se calculan adoptando las hipótesis de 0.275 dB/km de atenuación de la fibra instalada, incluidos los empalmes y los márgenes del cable en los sistemas de 1550 nm y de 0,55 dB/km en los sistemas de 1310 nm.

Para efectos prácticos se definen tramos de atenuación de 11 dB/20 km a 1310 nm y 11 dB/40 km a 1550 nm, salvo para las aplicaciones de muy corto alcance y de conexión local. En la práctica, estos valores no pueden aplicarse a todos los cables de fibra, y las distancias que resulta verosímil alcanzar pueden ser inferiores. Las especificaciones más importantes son el intervalo de atenuación y la tolerancia máxima a la dispersión del sistema, que se calcula como la dispersión máxima de la fibra multiplicada por la distancia objetivo. Esto aumenta la tolerancia de los sistemas, permitiendo asimismo el máximo aprovechamiento de las plantas de fibra de baja atenuación. Las tablas 3.41, 3.42 y 3.43 resumen los códigos de aplicación descritos en la presente Recomendación.

Tabla 3.41 Clasificación de las interfaces ópticas por aplicación, mostrando los códigos de aplicación I

Aplicaciones						
Longitud de onda nominal de la fuente [nm]	1310	1310	1550	1550	1550	1550
Tipo de fibra	G.652	G.652	G.652	G.652	G.653	G.655
Distancia objetivo [km]	0,6	2	2	25	25	25
STM-64	I-64.1r	I-64.1	I-64.2r	I-64.2	I-64.3	I-64.5
Parámetros	G.693	G.693	G.693	G.959.1	G.959.1	G.959.1
Según el código	VSR600-2R1	VSR2000-2R1	VSR2000-2L2	P1I1-2D2	P1I1-2D3	P1I1-2D5
NOTA 1 – Las distancias objetivos son aproximadas y deben utilizarse sólo para clasificación y no para especificación.						
NOTA 2 – Los códigos I, S y L para STM-1, -4 y -16 se definen en la Rec. UIT-T G.957.						

Tabla 3.42 Clasificación de las interfaces ópticas por aplicación, mostrando los códigos de aplicación S y L

Aplicaciones							
Longitud de onda nominal de la fuente [nm]	1310	1550	1550	1550	1310	1550	1550
Tipo de fibra	G.652	G.652	G.653	G.655	G.652	G.652	G.653
Distancia objetivo [km]	20	40	40	40	40	80	80
STM-64	S-64.1	S-64.2	S-64.3	S-64.5	L-64.1	L-64.2	L-64.3
Parámetros	G.959.1	G.959.1	G.959.1	G.959.1	G.959.1	Cuadro 5c	Cuadro 5c
Según el código	P1S1-2D1	P1S1-2D2	P1S1-2D3	P1S1-2D5	P1L1-2D1		
NOTA 1 – Las distancias objetivos son aproximadas y deben utilizarse sólo para clasificación y no para especificación.							
NOTA 2 – Los códigos I, S y L para STM-1, -4 y -16 se definen en la Rec. UIT-T G.957.							

Tabla 3.43 Clasificación de las interfaces ópticas por aplicación, mostrando los códigos de aplicación V y U

Aplicaciones					
Longitud de onda nominal de la fuente [nm]	1310	1550	1550	1550	1550
Tipo de fibra	G.652	G.652	G.653	G.652	G.653
Distancia objetivo [km]	60	120	120	160	160
STM-1	-	-	-	-	-
STM-4	V-4.1	V-4.2	V-4.3	U-4.2	U-4.3
Parámetros definidos en	Cuadro 3	Cuadro 3	Cuadro 3	Cuadro 3	Cuadro 3
Distancia objetivo [km]	60	120	120	160	160
STM-16	-	V-16.2	V-16.3	U-16.2	U-16.3
Parámetros definidos en		Cuadro 4	Cuadro 4	G.959.1	G.959.1
Según código				P1U1-1A2	P1U1-1A3
Distancia objetivo [km]	60	120	120		
STM-64	-	V-64.2	V-64.3	-	-
Parámetros definidos en		Cuadro 5d	Cuadro 5d		
NOTA – Las distancias objetivo son aproximadas y deben utilizarse sólo para clasificación y no para especificación.					

b. Recomendación ITU-T G.7041/Y.1303¹⁰: Ethernet sobre SDH.

Esta recomendación define un procedimiento de entramado genérico para mapear señales de niveles superiores del cliente en payloads organizadas en octetos de longitud variable para introducirlas en las señales síncronas que son transportadas por SDH, según se define en ITU-T G.707 y G.709. Las definiciones de la recomendación incluyen:

- Formato de las tramas para **PDU**s (**Protocol Data Units**) transmitidas entre los puntos de iniciación y terminación de GFP.
- Procedimiento de mapeo de las señales del cliente en GFP.

IV. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA.

A. TOPOLOGÍA DE RED DE TRANSPORTE.

Derivado del desarrollo tecnológico, los proveedores de medios de transporte de TELMEX® ofrecen diversas soluciones dependiendo del requerimiento del diseño solicitado por la ingeniería de esta empresa.

Siendo así, analicé la distribución geográfica requerida por cada uno de los anillos de Centro de Control y Comando para definir cuáles son las distancias entre cada uno de los nodos y las centrales de telefónicas más cercanas a ellos, logrando el resultado óptimo entre distancias y costos de la implementación.

Con base en lo anterior y con la normatividad vigente de Teléfonos de México, utilicé la metodología de diseño de sistemas de comunicaciones ópticas adquirida en mi preparación académica referente al curso de sistemas de comunicaciones ópticas y que es la utilizada a nivel mundial para calcular los requerimientos que mejor se aproximan a la solución de un diseño. Con todo esto, la metodología empleada pude dimensionar las capacidades de anchos de banda, distancia/alcance de los componentes y tipos de emisores que soportaron el resultado del análisis del problema.

De igual forma, aseguré la aplicación de las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y sus recomendaciones respectivas en su capítulo T y todas las referentes a los componentes de los sistemas de comunicaciones ópticas para soporte de transporte SDH.

En el diseño y análisis de la solución, tomé en cuenta también el Contrato de Nivel de Usuario y los niveles de servicio pactados en él para asegurar los mecanismos de disponibilidad y protección que aseguraran su cumplimiento. Este análisis se fundamentó en los Tiempos Medios para Falla de cada componente, Tiempos Promedio de Reparación teórica para los diferentes tipos de falla y la reducción de éstos últimos utilizando esquemas de protección a nivel electrónico (tarjeterías de equipos multiplexores), y óptico (a nivel de

fibra y puertos de comunicación de alta capacidad entre nodos). Resultado de este análisis, fue necesario la definición de PROTECCIONES a niveles de 10 Gbps entre cada nodo de cada C2 y su conexión a cada central telefónica: topologías de anillos ópticos; adicionalmente y para aumentar la disponibilidad también fueron necesarios los diseños de dos anillos centrales (CORE), para unir todos los nodos multiplexores de las centrales que dieron conexión a cada C2.

B. TOPOLOGÍA DE LA RED DE ACCESO.

En el diseño de la solución de la red de acceso para cada uno de los Sitios Tecnológicos de Videovigilancia utilicé la solución por medios de baja capacidad (2 Mbps), con base en el requerimiento de los aplicativos de datos en capa 3, planteando las posibilidades de cobre para sitios cercanos a las centrales Telefónicas a través de HDSL, y por fibra óptica para aquéllos con distancias mayores al límite soportado por cobre. Esto con base en las recomendaciones de la UIT para el medio de transporte y de los estándares IEEE para la solución de la interfaz de conexión requerida por el proveedor de la aplicación final (routers), con puertos Ethernet, todo apegado a la normatividad vigente de redes de acceso de TELMEX®.

C. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SERVICIO.

Durante la operación del servicio utilicé la metodología propuesta por las mejores prácticas en la industria de TI: ITIL® v3.0, el cual ha demostrado internacionalmente ser la mejor forma de operar las redes de telecomunicaciones (tema discutido ampliamente en el marco teórico: capítulo III. MARCO TEÓRICO, apartado D. ITIL®).

V. TELMEX®, HISTORIA Y ESQUEMA ORGANIZACIONAL.

A. La Empresa: Teléfonos de México, S. A. B. de C. V

1. Historia de Teléfonos de México.

Nace Teléfonos de México: En los años 40, el fomento de las inversiones privadas y el gasto público, destinado en su mayor parte a obras de infraestructura, dieron origen a un proceso de industrialización acelerado. Bajo este marco, el 23 de diciembre de 1947, se constituyó una de las empresas más trascendentes en la historia del México contemporáneo: Teléfonos de México, S. A. (TELMEX®).

La Nueva Tecnología: La venta de acciones al público dio liquidez a TELMEX®®, aumentando su servicio y calidad al tiempo que se convertía en una empresa de capital mexicano. Cuando en 1962 se puso en órbita el satélite Telstar, de la Bell y la NASA, el sistema de microondas se instaló en el país y, a través de él, TELMEX®® hizo posible la primera transmisión desde Cabo Cañaveral, Estados Unidos, hacia México.

Expansión de la Empresa: Con gran rapidez, la Empresa enfrentó grandes retos en materia de telecomunicaciones y, al mismo tiempo, atendió la enorme demanda del servicio de larga distancia al establecer el sistema de larga distancia automática (LADA) para que los suscriptores hicieran sus llamadas de teléfono a teléfono. Una razón más de orgullo fue el nombramiento de TELMEX® como la segunda empresa en desarrollo a nivel mundial.

TELMEX® Estatal: El 16 de agosto de 1972, con la compra del 51 por ciento de las acciones del capital social de la Empresa por parte del Gobierno Federal, Teléfonos pasó a ser una empresa estatal. El crecimiento se encaminó a favorecer a las mayorías en el país.

Los Sismos de 1985: En septiembre de 1985 un sismo de 8.1 grados en la escala de Richter trajo consigo una multitud de derrumbes, muertes y daños personales y, al mismo tiempo, dejó a la ciudad de México incomunicada al afectar de manera grave a la planta telefónica. De acuerdo con la opinión de especialistas nacionales y extranjeros, la telefonía mexicana sufrió el peor catástrofe de toda su historia.

A causa de la incomunicación que sufrió el país durante estos sismos se advirtió la necesidad de descentralizar el sistema telefónico de larga distancia en la ciudad de México y zona metropolitana, lo que se logró el 19 de agosto de 1986.

Hacia una Nueva Empresa: Al aprovechar al máximo las nuevas tecnologías, tales como los sistemas satelitales y la fibra óptica, TELMEX® logró comunicar a más mexicanos con su gente y con el resto del mundo. Los avances consolidaron a la estatal como una de las más productivas del país, encaminándose rápidamente a ofrecer los mejores servicios a través de las más modernas telecomunicaciones. Con los avances de la computación la telefonía digital vino a sustituir y a perfeccionar el sistema analógico a través de la codificación de la voz en forma binaria, a fin de manejar la información con una inusitada rapidez. La codificación "Pulse code modulation" (PCM) o "Modulación por impulsos codificados" (MIC), consiste en una transmisión y transcripción de información por medio de una serie de dígitos binarios.

La Privatización de TELMEX®: La urgente modernización y expansión de las telecomunicaciones nacionales requería de grandes inversiones, pero para el Gobierno Federal era imposible distraer los recursos fiscales necesarios para atender las demandas de salud, educación, vivienda y adecuación del resto de la infraestructura. Por lo que el Estado, ejerciendo la rectoría en las telecomunicaciones indujo su desarrollo, mediante un nuevo marco regulatorio que permitía la expansión de las mismas, iniciando con la privatización de Teléfonos de México. El 15 de noviembre de 1990 se recibieron ofertas y, después de una cuidadosa homologación de las posturas, el gobierno federal anunció al grupo ganador el 9 de diciembre: el consorcio integrado por Grupo Carso, Southwestern Bell International Holdings y France Cables et Radio.

TELMEX® Evoluciona: Desde su privatización TELMEX® se propuso acciones y estrategias para conformar una empresa es sumamente sólida, con una amplia infraestructura tecnológica y con personal capacitado en todas sus Áreas: tecnológicas, administrativas, de recursos humanos y de atención al Cliente, a fin de coordinar los esfuerzos que permitan cumplir con todos los compromisos adquiridos con el Título de Concesión. Por lo que inició una revolución tecnológica que multiplicó las formas posibles de acceso a los últimos avances en materia de telefonía y telecomunicaciones.

Uno de los elementos decisivo en la modernización de TELMEX® consistió en elevar los conocimientos y las capacidades del personal en todos los niveles de responsabilidad. Para

ello, en el segundo semestre de 1991, se puso en operación el Instituto Tecnológico de Teléfonos de México (INTTELMEX), con los más avanzados métodos y sistemas de capacitación y formación, talleres de prueba, laboratorios y centros de investigación y desarrollo.

Por otra parte, la organización y las estructuras administrativas y operativas cambiaron y se adecuaron para conseguir una atención eficiente a los Clientes, ya que la demanda fue el factor determinante para fijar la dirección y los ritmos de expansión y diversificación de los servicios. Todo ello, aunado a los grandes avances tecnológicos y a los novedosos productos y servicios de la Empresa, convirtieron a TELMEX® en la Empresa de Telecomunicaciones más grande e importante de América Latina.

La década de la convergencia: TELMEX® pasó de ser una empresa líder en servicios telefónicos a una de telecomunicaciones que presta servicios convergentes de voz, datos y está preparada para ofrecer video, pero está en espera de que las autoridades le modifiquen su Título de Concesión. En el año 2000 TELMEX® fue reconocida con el Premio Nacional de Tecnología por mantener la calidad total y el uso óptimo de su tecnología, con más de 93,000 kilómetros de fibra óptica instalada en todo el país, gracias a una inversión constante que asciende a casi 28 mil millones de dólares, y proporciona servicios de telecomunicaciones en 22,888 localidades del país, de las cuales 3,039 son urbanas y 19,849 son rurales.

Desde el año 2001 y por octavo año consecutivo, TELMEX® no ha aumentado sus las tarifas de sus servicios, y estas se han reducido drásticamente en términos reales, destacando las de banda ancha en un 80.4%. En este año, la revista Forbes designó a TELMEX® la mejor Empresa de telecomunicaciones en el mundo. Pionera en todo, en 2002 TELMEX® lanza Infinitem, la conexión a internet más rápida soportada por la banda ancha, aunque la empresa ofrecía conexión a internet a sus Clientes desde 1997, este lanzamiento, apoyado por el financiamiento de computadoras, busca impulsar la cultura digital y continuar con la expansión de los servicios de Banda Ancha en todo México.

En 2003, TELMEX® inició la instalación de tecnología de nueva generación que permite proveer acceso y transporte de aplicaciones basadas en tecnología IP, a la fecha, el 92% de las líneas instaladas cuentan con estas facilidades. La cantidad de líneas en operación pasó de 4.7 millones en 1989 a 18.1 millones en 2007. Se triplicó el número de poblaciones atendidas para llegar a más de 22 mil localidades de las cuales el 86% son rurales. La

telefonía pública ha sido una pieza importante para facilitar el acceso del servicio a la población en general, pasando de 69,025 teléfonos públicos en diciembre de 1990 a 767 mil en diciembre de 2006.

El personal de la Empresa, su capital más importante, ha ido de la mano con esta transformación pues en 17 años, el nivel de escolaridad pasó de 6 a 15 años, siendo la empresa de telecomunicaciones con el mayor nivel de escolaridad en Latinoamérica.

A partir de 2004, TELMEX® expandió sus operaciones a otros países de Latinoamérica y en el 2008, estableció TELMEX® INTERNACIONAL que aglutina la operación de las filiales internacionales de Teléfonos de México. S.A.B. en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay y Estados Unidos.

En años recientes el sector de las telecomunicaciones ha incrementado su número de concesionarios, hoy existen más de 1, 200 competidores en el mercado de voz, datos e internet. Además de que TELMEX® compite con operadores enfocados en los segmentos de altos ingresos, A y B, la Empresa es el único operador que además tiene presencia en los hogares de segmentos socioeconómicos C-, D, E y de prepago en el país.

Para hacer frente a estos retos, mejorar sus procesos productivos y permanecer a la vanguardia, en 2008 TELMEX® definió una nueva estructura organizacional con estructuras simples, cercanas a la operación y enfocadas al Cliente y al mercado, con el fin de enfrentar exitosamente la nueva era de las telecomunicaciones en México.

De 2008 a 2012 TELMEX® sigue enfrentando los retos en materia de telecomunicaciones, ampliando su red para ofrecer a los clientes la red más robusta de toda la república y una de las más grandes en Latinoamérica, con tecnología de primer mundo ofreciendo la disponibilidad de servicios que satisfagan las necesidades de sus clientes.

TELMEX® ha invertido en tecnología de punta para sus redes a nivel nacional más de 31,000 mdd desde su privatización.

2. Filosofía Corporativa.

Misión: Ser un grupo líder en telecomunicaciones, proporcionando a nuestros Clientes soluciones integrales de gran valor, innovadoras, y de clase mundial, a través del desarrollo humano, y de la aplicación y administración de tecnología de punta.

Visión: En el mundo actual, donde la interconexión con todos los países es una realidad, los recursos estratégicos de las naciones son las ideas, la información y los medios utilizados para transmitirlos. La fuerza de las actuales sociedades reside en la posesión de más y mejor información y en la forma y con la oportunidad con la cual se utiliza. Para ello, las telecomunicaciones han llegado a ser un requerimiento que permite a los países integrar sus recursos de manera efectiva y participar exitosamente de las transformaciones mundiales. Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta la Misión Corporativa de la empresa, TELMEX® tiene claramente definida su visión dentro del mercado de las telecomunicaciones, misma que consiste en "Consolidar el liderazgo de TELMEX® en el mercado nacional, expandiendo su penetración de servicios de telecomunicaciones en todos los mercados posibles, para situarnos como una de las empresas de más rápido y mejor crecimiento a nivel mundial".

Valores: En TELMEX® queremos ser -por nuestra conducta y nuestros valores- ejemplo para nuestro país. Deseamos demostrar cómo desarrollar eficientemente un trabajo. Aspiramos a ser reconocidos como una empresa respetuosa de las leyes y de las personas, honesta en sus negociaciones e impulsora del bienestar social no sólo a través de medios económicos, sino también mediante la educación, el arte y la cultura en general.

Nuestros Valores apoyan nuestra Misión y Visión, al tiempo que sustentan tanto nuestros Principios Empresariales como nuestros Principios de Conducta.

Nuestros Valores son aquellas cualidades que nos distinguen y nos orientan. Su enunciación resulta necesaria pero insuficiente. Debemos partir de una definición conceptual pero será indispensable concretarlos en acciones cotidianas.

Son cuatro los Valores de nuestra Cultura Corporativa:

- 1) Trabajo.
- 2) Crecimiento.
- 3) Responsabilidad Social.
- 4) Austeridad.

Principios empresariales: Los Principios Empresariales nos indican las características particulares de nuestra Empresa en relación con nuestra actividad específica que son las telecomunicaciones. En nuestra Empresa orientamos todas nuestras actividades hacia el cumplimiento de los principios de:

- 1) Servicio al Cliente.
- 2) Calidad.
- 3) Vanguardia Tecnológica.

Principios de conducta: La conducta ética, además de implicar el cumplimiento de las normas y leyes, supone el uso del libre albedrío para decidir una respuesta adecuada en momentos de conflicto. Una situación que demande una solución ética deberá ser analizada tomando en cuenta nuestra Misión, nuestros Valores y nuestros Principios tanto Empresariales como de Conducta. Nuestros Principios de Conducta manifiestan nuestro interés en tratar a Clientes, empleados y accionistas de manera respetuosa, teniendo siempre un trato profesional, buscando la armonía entre individuo y Empresa.

En nuestra Empresa respetamos tres Principios de Conducta:

- 1) Apego a las normas establecidas.
- 2) No Discriminación.
- 3) Integridad.

3. Organigrama.

El organigrama de Teléfonos de México está definido de acuerdo con las funciones y objetivos de la empresa.

A continuación presento el esquema y mi ubicación en el mismo: Figura 5.1 Organigrama Directivo, Figura 5.2 Organigrama de la Subdirección de Administración de la Red, Figura 5.3 Organigrama de la Gerencia de Supervisión de la Red de Acceso.

Figura 5.1 Organigrama TELMEX® Nivel Directivo

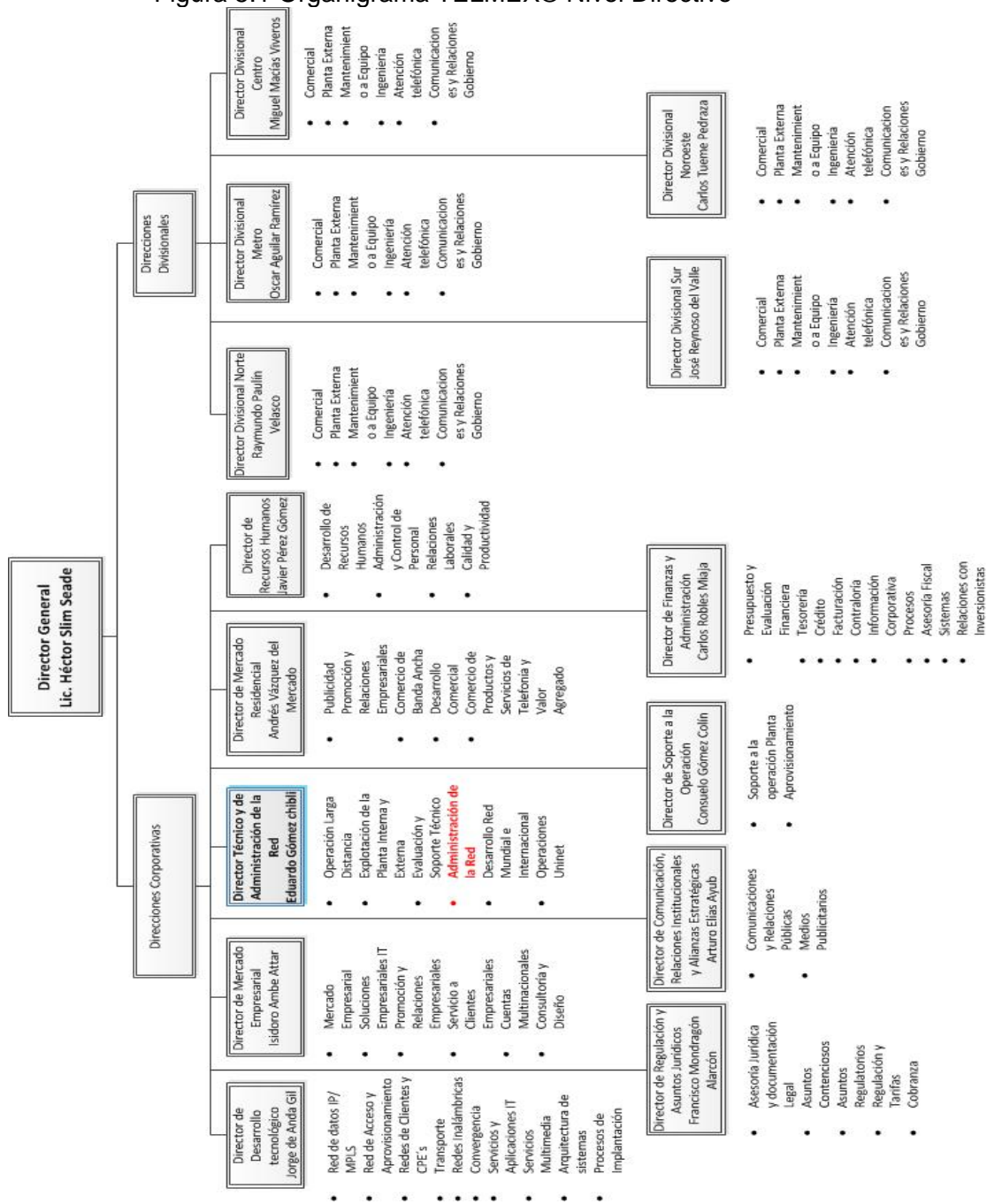


Figura 5.2 Organigrama TELMEX® Subdirección de Administración de la Red

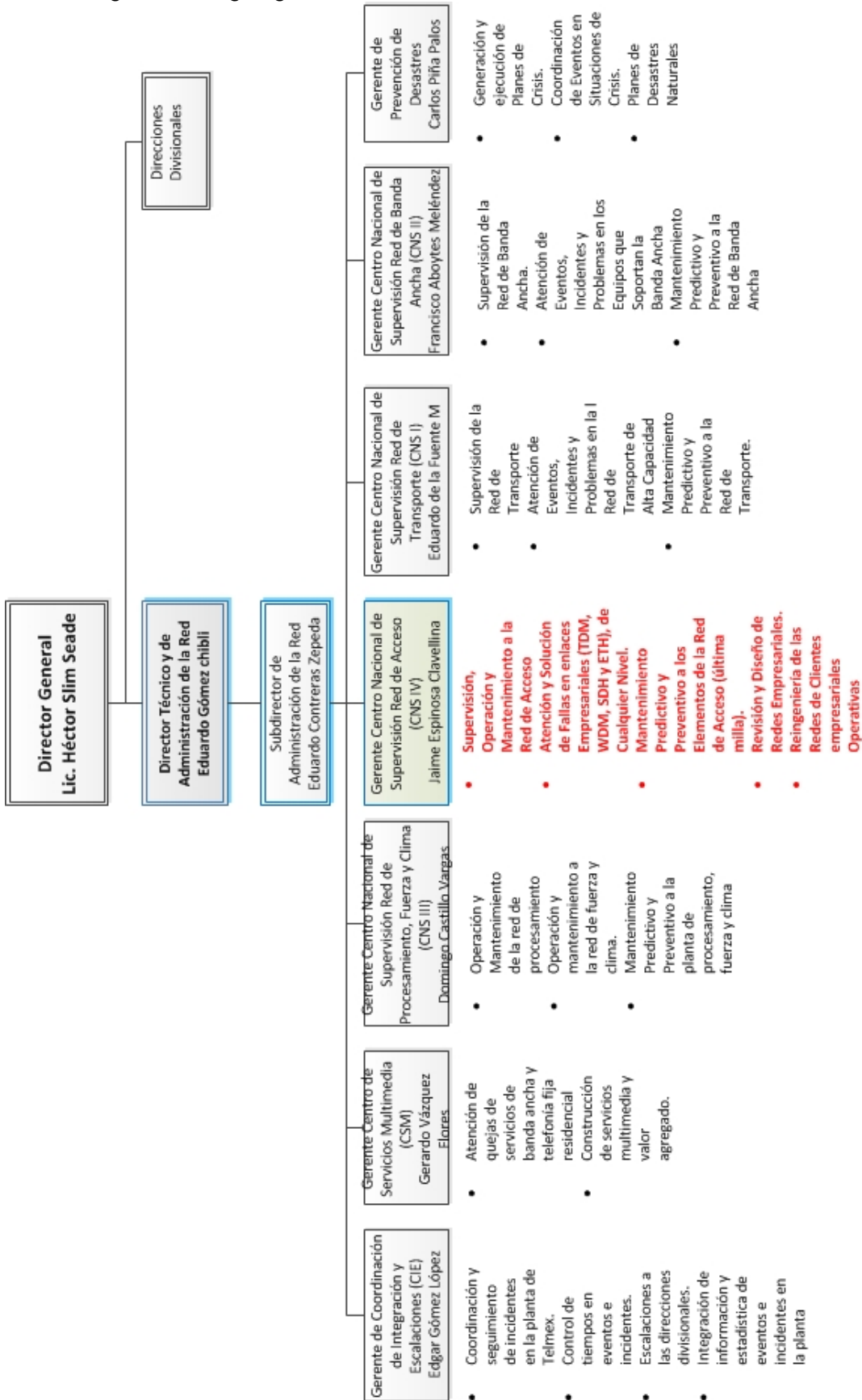
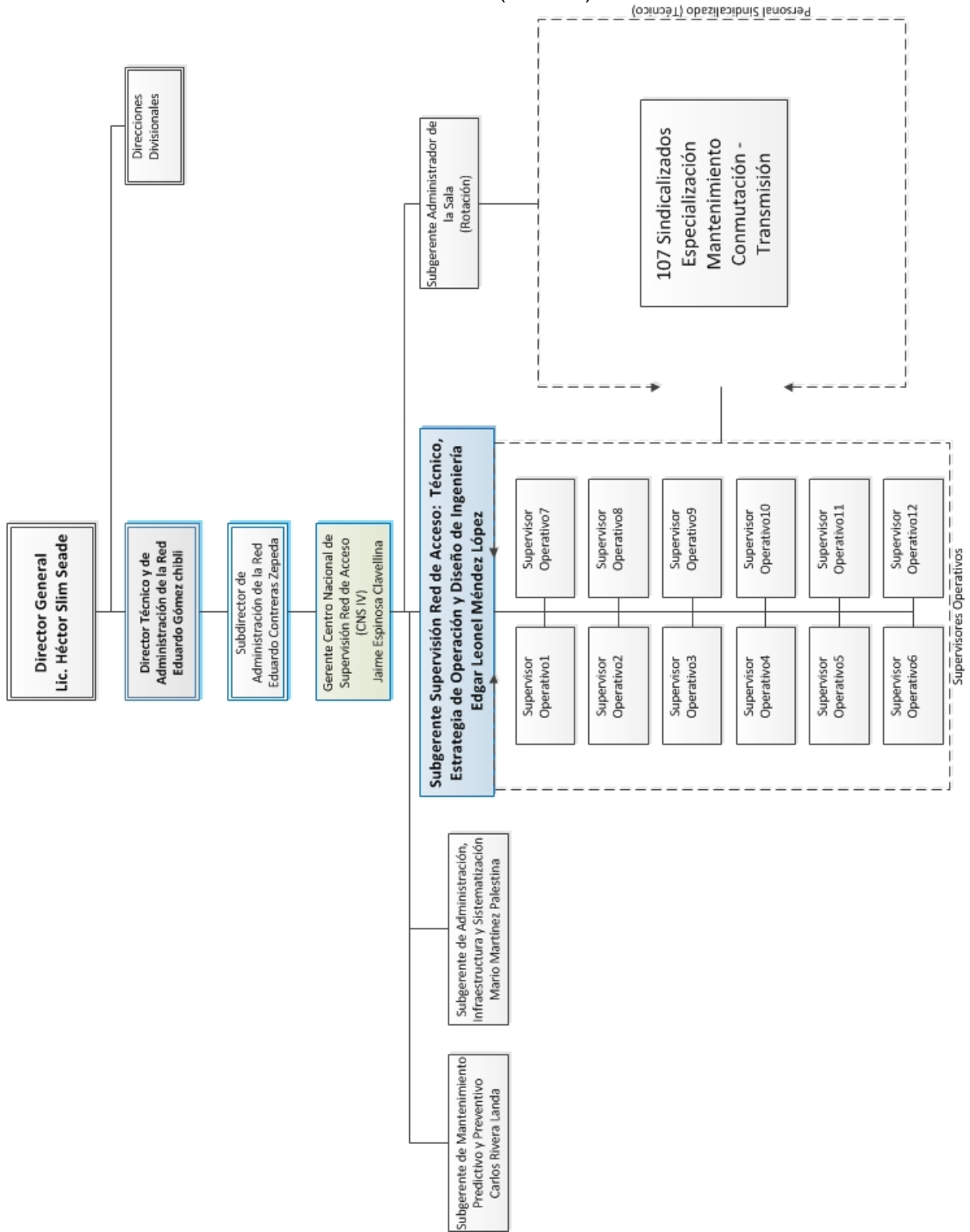


Figura 5.3 Organigrama TELMEX® Gerencia Centro Nacional de Supervisión de la Red de Acceso (CNS IV)



a. Perfil de mi puesto: **Subgerente Supervisión Red de Acceso.**

Descripción de Actividades y Competencias:

Actividades:

- Modelar, diseñar, implementar y mantener las redes de servicios dedicados del mercado de clientes empresariales de TELMEX® (LADAENLACES).
- Supervisar las diferentes redes de los clientes empresariales end to end.
- Asegurar la continuidad de los servicios dedicados de los clientes empresariales de TELMEX®, 7x24x365 (los 7 días de la semana, los 265 días del año en forma ininterrumpida).
- Implementar rutinas de monitoreo y atención proactiva y preventiva mediante los modelos sugeridos en las mejoras prácticas de TI, de acuerdo a ITIL®.
- Asegurar la implementación y seguimiento de las mejores prácticas para las operaciones de la red de TELMEX® en su sección de Red de Acceso y enlaces dedicados del mercado empresarial de la misma.
- Promover la mejora continua en los diseños, implementaciones (transición) y operaciones del servicio en el sector del mercado empresarial de la Red de TELMEX® (Red de Acceso).
- Atención de eventos, incidentes y problemas en la red de acceso TELMEX®.
- Restaurar los eventos e incidentes que ponen riesgo o afectan los enlaces dedicados de los clientes empresariales de TELMEX®.

Competencias:

- Liderazgo.
- Manejo y motivación de grupos de trabajo.
- Comunicación eficaz.
- Dirección de personas.
- Gestión del cambio y desarrollo de la organización.
- Manejo de conflictos.
- Negociación.
- Toma de decisiones.

- Capacidad analítica.
- Habilidad técnica.
- Planeación y gestión de proyectos.
- Trabajo en equipo.
- Coaching.

Responsabilidades:

- Supervisión y mantenimiento de 450, 000 servicios dedicados privados (LADAENLACES) a nivel nacional.
- Supervisión de 65 plataformas de gestión de red divididas en 15 proveedores tecnológicos, con un total de 350, 000 elementos de red de las diferentes tecnologías, conectados con más de 300, 000 Km de fibra óptica y más de 500, 000 Km de cobre en la última milla a nivel nacional.
- Diseños de alto nivel de redes de servicios dedicados privados utilizando la infraestructura de transporte actual y la implementación de nuevo equipamiento en la red de acceso (última milla).
- Proponer las mejores opciones de solución a problemáticas de diseño, implementación, operación, mantenimiento y mejora de las redes de servicios dedicados privados punta a punta (cliente – cliente).
- Atender y solucionar más de 70, 000 incidentes anuales de clientes empresariales a nivel nacional, correspondientes a servicios dedicados privados de acuerdo a las mejores prácticas recomendadas por la industria (ITIL®).

VI. DISEÑO DE ALTO NIVEL PARA EL TRANSPORTE DE 8,088 ENLACES DE VIDEOVIGILANCIA.

De acuerdo con las mejores prácticas especificadas por la librería ITIL®, el modelo seguido por TELMEX® para el diseño e implementación de un servicio está basado en los requerimientos de nuestros clientes.

El ciclo de vida de un servicio parte del requerimiento del cliente, para lo cual se diseña el servicio, se pasa a la transición hasta su implementación, continúa con una de las más críticas, la operación y el mantenimiento de la red, y entra al ciclo de mejora continua donde se busca siempre mejorar el producto de tal suerte que se identifiquen las áreas de oportunidad que mantengan el valor del servicio al cliente.

Basado en lo anterior, mi participación comienza con una invitación del grupo de Ingeniería para la integración en el equipo de trabajo específico para el proyecto de Video Vigilancia Bicentenario Ciudad Segura de la Ciudad de México. Los grupos involucrados fuimos convocados de tal forma que se integró un grupo interdisciplinario con experiencia en las diferentes fases del ciclo de vida de cada producto relacionado a servicios dedicados, conocidos en la empresa como LADAENLACES.

Un Ladaenlace se define en TELMEX® como cualquier servicio dedicado al cliente, end to end de la capacidad que él solicite.

Topología General de Servicios Privados (LADAENLACES)

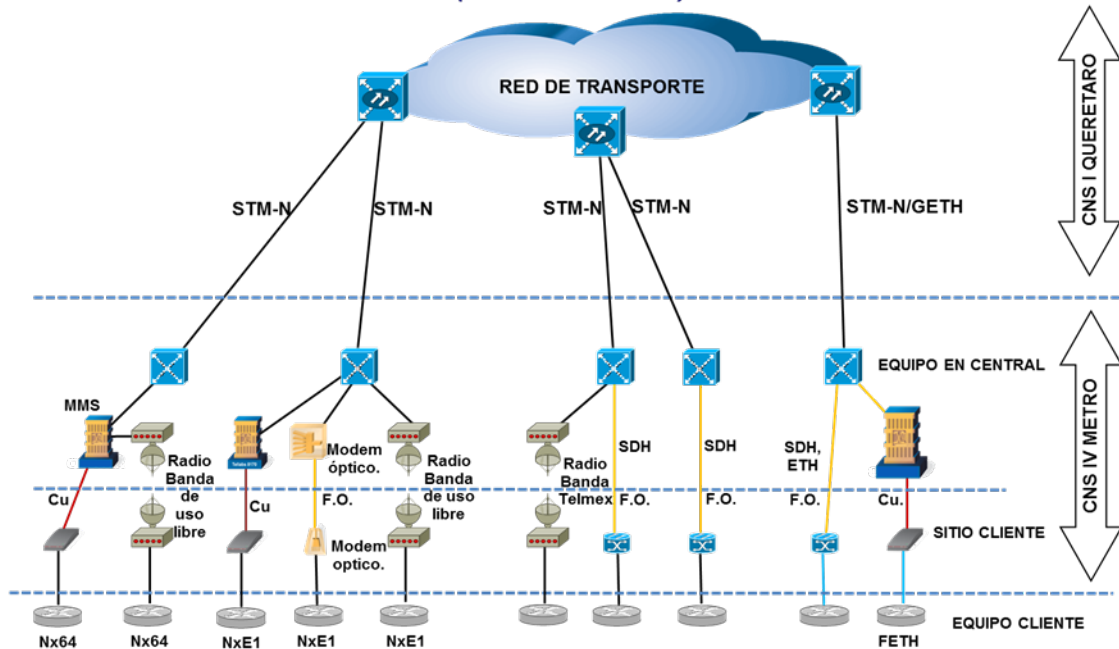


Figura 6.1 Topología General de Servicios Privados

Como se observa en la figura 6.1, un LADAENLACE utiliza infraestructura dedicada al cliente en la última milla para llegar de la central de TELMEX® más próxima al domicilio del cliente a este último, en la sección de transporte se utiliza infraestructura disponible de alta capacidad para comunicar los diferentes edificios de la empresa, y, de acuerdo al nivel deservicio firmado con el cliente es que se diseñan los productos para asegurar el cumplimiento de éstos (SLAs).

El grupo interdisciplinario estuvo integrado por Ingenieros de las siguientes áreas:

- Ingeniería Corporativa.
- Explotación Corporativa
- Centro Nacional de Supervisión Red de Acceso (mi participación).
- Evaluación y Soporte Técnico.
- Ingeniería y Construcción Metropolitana.

Interacción de las diferentes áreas en el diseño, implementación y mantenimiento al servicio:

Proceso General de Aprovechamiento del Servicio

Diagrama de Flujo

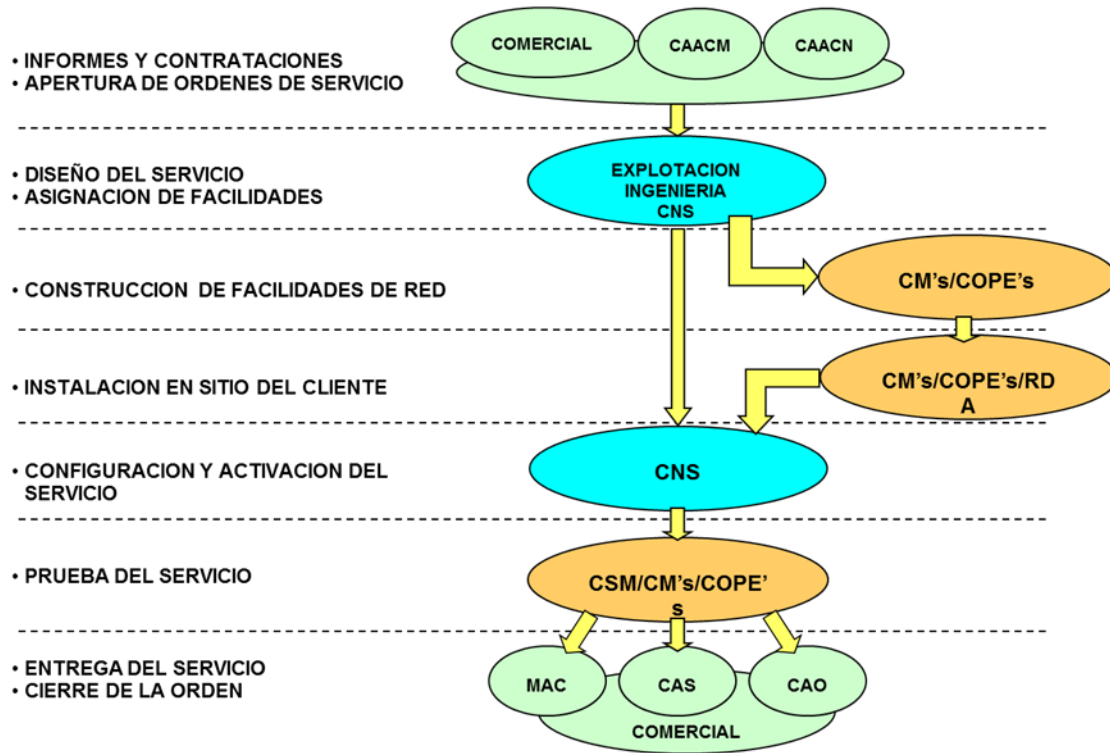


Figura 6.2 Proceso General de Aprovechamiento del Servicio

- MAC: Módulo de Atención a Clientes Premier: Mercado Empresarial.
- CAS: Centro de Atención a Servicios, Mercado Empresarial.
- CAO: Centro de Atención a Operadores Telefónicos (Telcel, Alestra, Nextel, Avantel, Cablemás, etc).
- CNS: Centros Nacionales de Supervisión.
- CM's: Centros de Mantenimiento: Dependientes de la dirección divisional. Atienden y mantienen la red de TELMEX® físicamente en cada central. Planta Interna.
- CAPs/COPEs: Centros de Operación de Planta Externa: Dependientes de la dirección divisional. Atienden y mantienen la red de TELMEX® físicamente en la planta externa.
- RDA: Ingeniería y Construcción Metropolitana Red de Acceso.

A. Requerimientos del Proyecto Ciudad Segura.

Los requerimientos de la convocante están establecidos en el documento de invitación (fuera del alcance de este reporte). Los requerimientos de conectividad desde el STV hasta el sitio C2 requerido por la convocante son los siguientes:

- Proveer conectividad a 8088 STV's distribuidos en la ciudad de México, D.F, utilizando tecnologías alámbricas o inalámbricas

- El ancho de banda requerido por cada STV es de 2 Mbps, de acuerdo a lo establecido por Thales (proveedor del aplicativo final de videovigilancia), el ancho de banda entre el equipo router y la cámara debe ser de 2 Mbps.
- Interconexión de las 8088 STV's a 5 sitios C2.
- Interconexión de 5 sitios C2 utilizando 1 anillo primario.
- Respaldo del sitio C2.
- La confiabilidad de la ruta de acceso será diseñada para ofrecer 99.95% al año.

B. Premisas en la red de TELMEX®

1. Generales.

Arquitectura de la solución. Diseñar una arquitectura robusta, escalable y altamente confiable en una jerarquía simplificada que permita evitar muchos traspasos entre Redes y empleando tecnología Carrier Class.

- a. **Tecnología.** Emplear tecnología óptica de nueva generación, madura y confiable, probada mundialmente.
- b. **Confiabilidad del servicio.** Emplear mecanismos de supervivencia en diferentes niveles:
 - i. **Protección del servicio** soportada por equipo del cliente en la red de transporte y red de acceso de los sitios C2.
 - ii. **Protección por trayecto en la red de transporte:** Emplear mecanismos automáticos: tipo 1+1 para enlaces punto a punto, en anillos Self Healing Ring.
 - iii. **Protección de equipo en red de transporte y sitio C2:** diversidad de equipo; protección 1+1 en fuentes de alimentación, agregados y matrices de crosconexiones.
 - iv. **Protección de enlaces en la red de transporte y red de acceso de los sitios C2:** Diversidad en acometidas y rutas de cables de fibra óptica; separación de trayectorias de cableados en centrales; protección por diversidad nodal.

- v. **Evitar en la red de transporte:** En los sistemas de transporte TELMEX® se deber utilizar anillos con diversidad sin SPFs (Puntos de Falla Únicos).

- c. **Escalabilidad.** Diseñar una solución altamente escalable en términos del ancho de banda, hasta Nx10 Gbps en la red de transporte y en la red de acceso de los sitios C2.

Gestión de la solución. Para los servicios proporcionados por TELMEX®, se debe proporcionar gestión 7 x 24 hrs; gestión centralizada extremo a extremo a nivel de Elementos de Red, Red y Servicio.

2. Red de Acceso.

- En cada GEPE se instalan equipos NTU G.SHDSL configuración 1+0.
- Emplear la red de cobre existente para la implementación de los enlaces de última milla entre los STV's y la central de acceso correspondiente.
- Para aquellas cámaras en donde por su ubicación no se cuente con red de cobre, se hace uso de fibra óptica, que permita conectar cada STV a una central de acceso TELMEX®.
- La cantidad de STVs y su respectivo sitio de recolección C2 se muestra en el documento de invitación.

3. Red de Transporte.

- Emplear la red de transporte TELMEX® (Red primaria y secundaria), para la implementación de los enlaces entre las centrales de acceso de los sitios C2 y las centrales de acceso de los STV's.
- Emplear tecnología óptica EThoSDH y EthoDWDM de Nueva Generación en la solución dorsal.
- El sitio C4 es responsabilidad del cliente. Por lo anterior únicamente se recomienda que el sitio C4 forme parte del anillo principal.

C. Arquitectura General del Servicio.

En la figura 6.3 se muestra la arquitectura de la solución para los servicios solicitados en el documento de invitación.

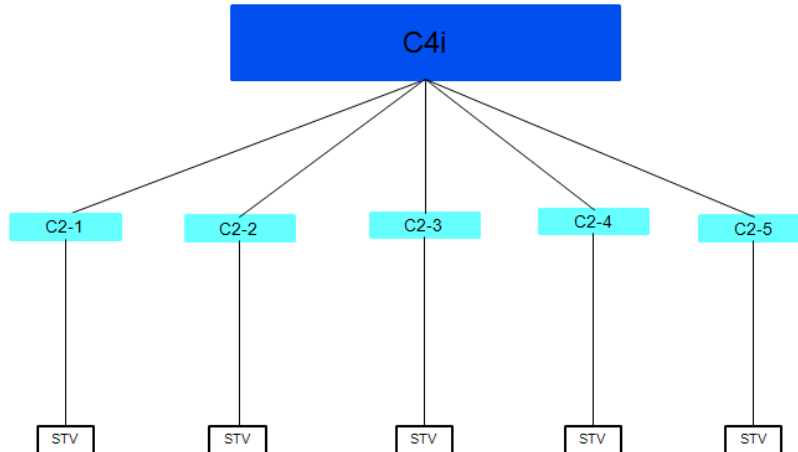


Figura 6.3 Arquitectura general de los enlaces para los STVs

El servicio consta de enlaces Ethernet punto multi-punto lógicamente independientes entre los STVs y los sitios C2, donde los STVs son los sitios remotos y los C2 son los sitios centrales. Cada enlace debe ser de 2 Mbps.

La configuración de los enlaces para los STVs en la red de acceso se construye en configuración 1+0.

Cada sitio C2 recibe el tráfico correspondiente a la cantidad de STVs asignados a ese sitio.

Para poder establecer la conectividad lógica entre cada cámara y su sitio de recolección C2, se hace uso de la red de acceso y transporte de TELMEX®.

En caso de falla de algún sitio C2, el tráfico correspondiente de este C2 proveniente de los STVs será enrutado a otro C2, este esquema de protección se lleva a cabo mediante mecanismos de capa 3 los cuales son habilitados en los equipos switch/routers instalados en el sitio C2 y con responsabilidad del cliente.

Con base en lo anterior, la arquitectura lógica se establece tal como se muestra en la figura 6.4.

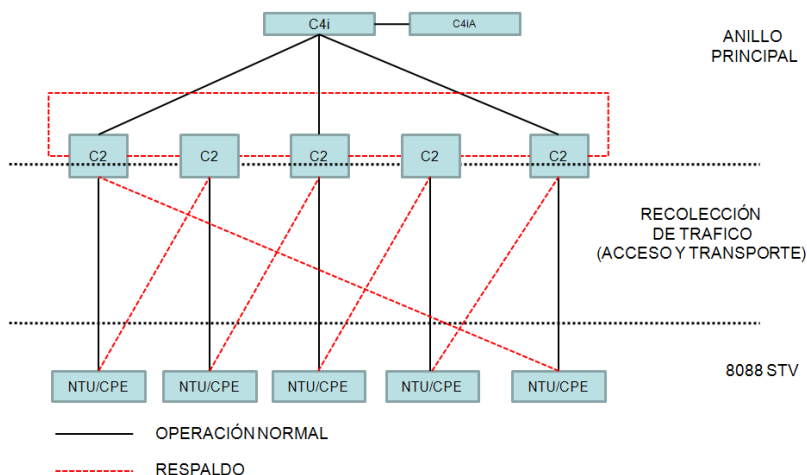


Figura 6.4. Arquitectura lógica

Los STV's se enlazaran al nodo colector tendrán conectividad lógica hacia la red de transporte TELMEX® en configuración 1+0. La red de Transporte TELMEX® provee conectividad hacia los diferentes sitios C2, al ser una red conformada por topologías de anillos cada STV tiene garantizada la protección estructural de la red de transporte carrier-class de TELMEX®.

Con base en las arquitecturas anteriores, el esquema de comunicación STV-sitio tal como se muestra en la figura 6.5

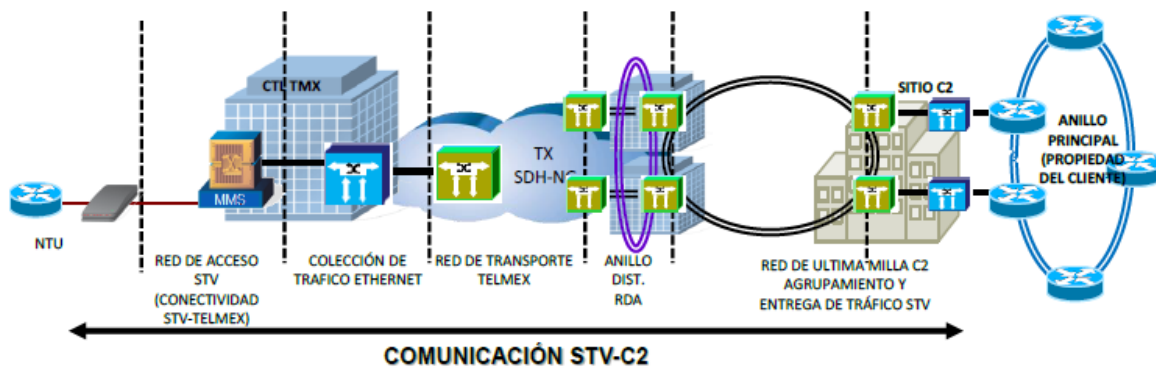


Figura 6.5 Comunicación STV-C2

Los sitios C2 tendrán conectividad hacia el anillo principal haciendo uso de recursos e infraestructura propia de la SSP.

El sitio C4i4 formará parte del anillo principal. Este anillo provee una trayectoria de trabajo y una trayectoria de respaldo en caso de falla en algún enlace del anillo principal.

D. Red de acceso para los STVs

La arquitectura de la red de acceso para los STVs utilizando cobre o fibra en la última milla se construye en configuración 1+0 hacia la central de acceso TELMEX® de acuerdo a la normatividad existente.

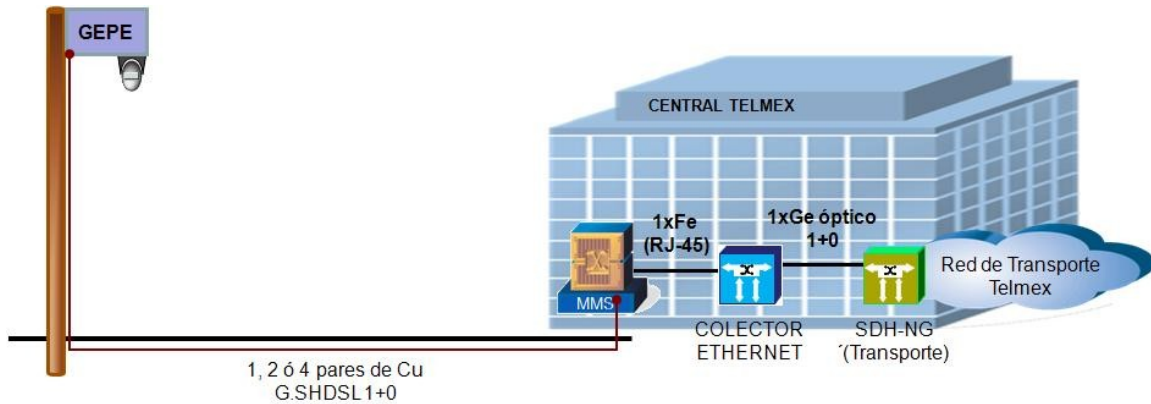


Figura 6.6 Red de acceso para los STVs acceso cobre

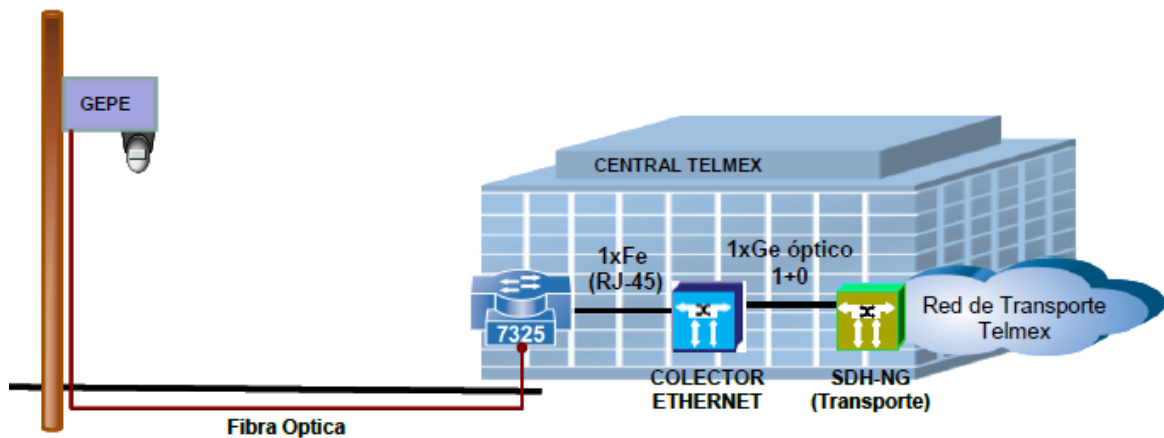


Figura 6.7 Red de acceso para los STVs acceso fibra

Dentro del **GEPE (Gabinete de Equipamiento para Exteriores)**, se instala un **NTU (Network Terminal Unit)** Ethernet Watson V (WV Eth) del proveedor PSS el cual proporciona interfaces Fast Ethernet con conector RJ-45 utilizando cableado UTP cat. 5 hacia el equipo del cliente (router en el poste) y debe ser configurada en modo 100 Mbps Full Rate con modo de transmisión Full Duplex. La interfaz **FE (Fast Ethernet)** debe ser transparente al tráfico proveniente del router.

El equipo NTU instalado en el GEPE debe considerar alimentación local de 120 VCA. El ancho de banda proporcionado para cada STV debe ser de 2 Mbps, dependiendo de la distancia se hace uso de 1, 2 ó 4 pares de cobre de acuerdo con lo establecido en el documento normativo definido en TELMEX® para este tipo de acceso, y en la recomendación G.991.2 de la ITU.

Se hace uso de la tecnología G.SHDSL TDM para proveer enlaces simétricos garantizando el ancho de banda solicitado por el cliente. Lo anterior se muestra en la figura 6.8.

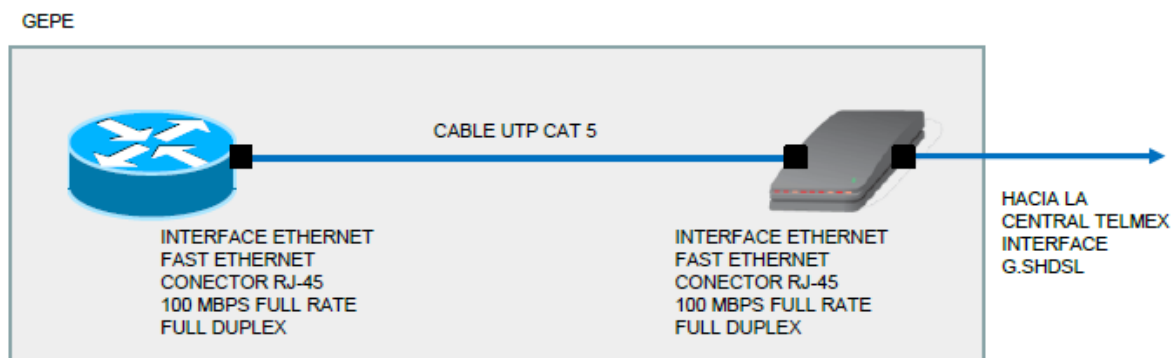


Figura 6.8 Conexión NTU-Router

Todos los enlaces de cobre (acometidas) son enlaces canalizados hasta la base del poste en el cual se instala el GEPE, no se permite hacer uso de acometidas de cobre aéreas para asegurar mayor disponibilidad debido a que en estas últimas es mayor la incidencia de fallas.

Dentro del GEPE, cuando la distancia del cobre sea mayor a 4.5 Km o no exista espacio para instalar el equipo asociado al cobre en la central de acceso, se instala un equipo 7305 temperatura extendida del proveedor Tellabs el cual proporciona interfaces Fast Ethernet con conector RJ-45 utilizando cableado UTP cat. 5e hacia el equipo del cliente (router) y conexión

de fibra óptica hacia la central de TELMEX®; debe ser configurada en modo 100 Mbps Full Rate con modo de transmisión Full Duplex. La interfaz FE debe ser transparente al tráfico proveniente del router.

El equipo **DDE (Dispositivo Demarcador Ethernet)** instalado en el GEPE debe considerar alimentación local de 120 VCA. El ancho de banda proporcionado para cada STV debe ser de 2 Mbps y se deberá utilizar fibra óptica. Lo anterior se muestra en la figura 6.9.

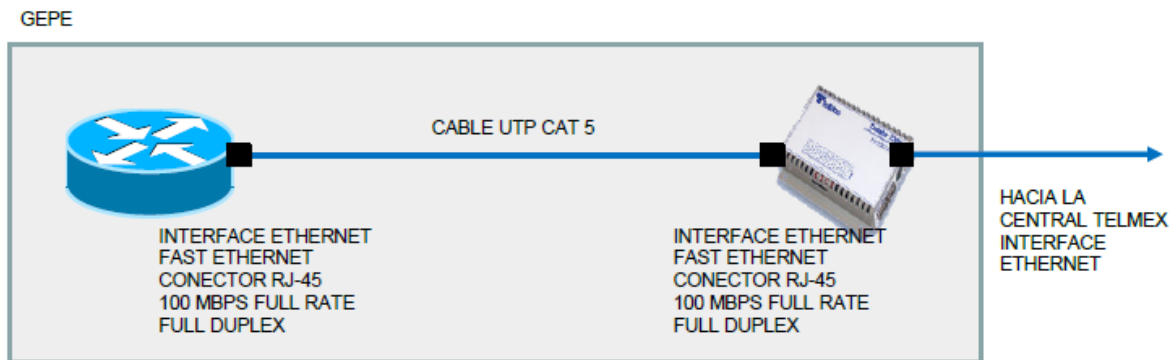


Figura 6.9 Conexión DDE-Router.

Todos los enlaces de fibra (acometidas) son enlaces canalizados hasta la base del poste en el cual se instala el GEPE, no se permite hacer uso de acometidas de fibra aéreas para asegurar mayor disponibilidad debido a que en estas últimas es mayor la incidencia de fallas.

La instalación de los equipos Watson **MMS WV (Watson versión V)** Eth en la central de acceso TELMEX® debe cumplir con lo establecido en los documentos normativos de construcción, recepción, instalación y gestión de equipos Ethernet cobre vigentes.

El equipo MMS WV Eth puede recibir tráfico proveniente de hasta 11 NTUs por repisa. Los STVs de la misma zona deben estar conectados a diferentes repisas MMS WV Eth con la finalidad de evitar colocar todos los STVs de la misma zona a una misma repisa, para que en caso de falla de un MMS Eth no se pierda el tráfico de los STVs de esa zona.

La tarjeta **LTU (Line Terminal Unit)**, posición 1 del equipo MMS WV Eth es utilizada para conectarse a la RCDT y tener acceso al sistema de gestión remota, esta tarjeta no debe utilizarse para suministrar otro tipo de servicios.

Las tarjetas LTU del equipo MMS WV Ethernet son interconectadas entre sí, utilizando los puertos Ethernet 3 y 4 de cada tarjeta con la finalidad de agregar el tráfico proveniente de los STVs y entregar el tráfico en el puerto 3 de la tarjeta LTU 2. No deben existir ranuras libres entre LTUs con tráfico, es decir, la instalación de las LTU se hace de manera continua comenzando por la LTU 2 (de izquierda a derecha).

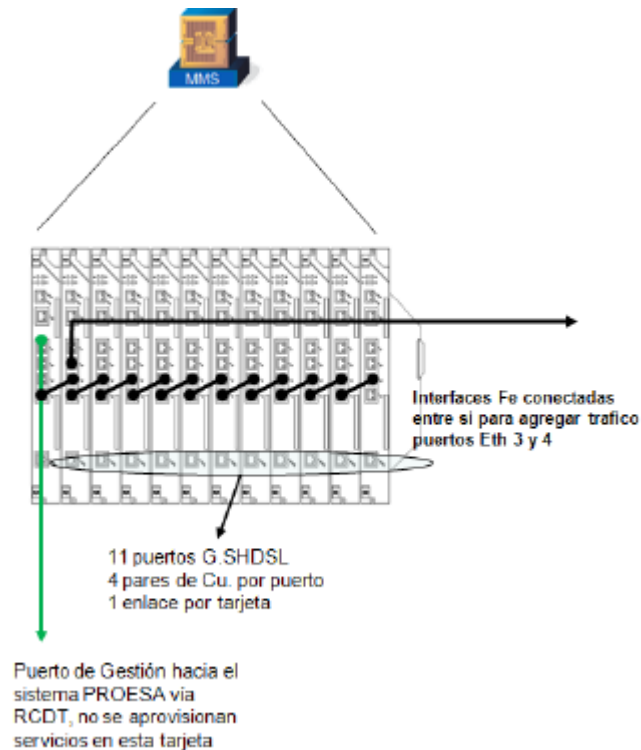


Figura 6.10 Repisa MMS WV Eth

La interfaz que utiliza el equipo MMS WV Eth instalado en la central debe interconectarse con el equipo colector Ethernet mediante interfaces físicas Fast Ethernet con conector RJ-45 utilizando cableado UTP cat. 5. en configuración 1+0, las interfaces deben estar configuradas en modo 100 Mbps Full Rate con modo de transmisión Full Duplex.

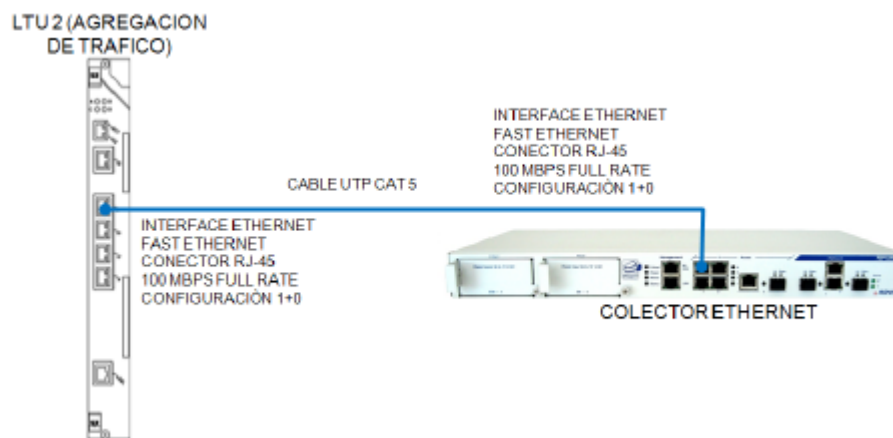


Figura 6.11 Conexión LTU - Colector Ethernet.

El equipo 7325 del proveedor TELLABS se instalará cuando en una central de acceso coincidan más de 1 equipo 7305 temperatura extendida, esta repisa tiene 24 puertos, uno de los puertos se debe utilizar para gestionar la repisa, el resto de los puertos se utilizaran para formar dos grupos de STV's, uno de 11 equipos 7305 temperatura extendida y otro de 10 equipos 7305 temperatura extendida, cada grupo con su propia interfaz hacia el colector Ethernet, se debe utilizar la infraestructura instalada de colectores Ethernet y sólo si no hubiera capacidad disponible se considerara la instalación de nueva infraestructura.

Los STVs de la misma zona deben estar conectados a diferentes repisas 7325 con la finalidad de evitar colocar todos los STVs de la misma zona a una misma repisa, para que, en caso de falla de un NDE, no se pierda el tráfico de los STVs de esa zona.

El puerto de gestión utilizado para conectarse a la RCDT y tener acceso al sistema de gestión es el puerto "MGMT" Fast Ethernet.

La interfaz que utilizan los equipos 7325 instalados en la central debe interconectarse con el equipo colector Ethernet mediante interfaces físicas Fast Ethernet con conector RJ-45 utilizando cableado UTP cat. 5e. en configuración 1+0, las interfaces deben estar configuradas en modo Full Rate con modo de transmisión Full dúplex. Lo anterior se muestra en la figura 6.12.

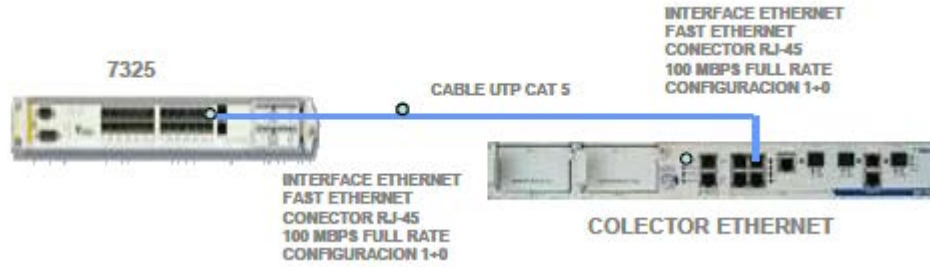


Figura 6.12 Conexión NDE 7325 - Colector Ethernet.

El equipo colector Ethernet que se instala en la central TELMEX® es ADVA CCD 825 ver 1.4.22 Hw/Sw.

El esquema completo de conectividad física entre el equipo MMS WV Eth o el equipo 7325 y el equipo colector Ethernet, se muestra en las figuras 6.13 y 6.14, respectivamente.

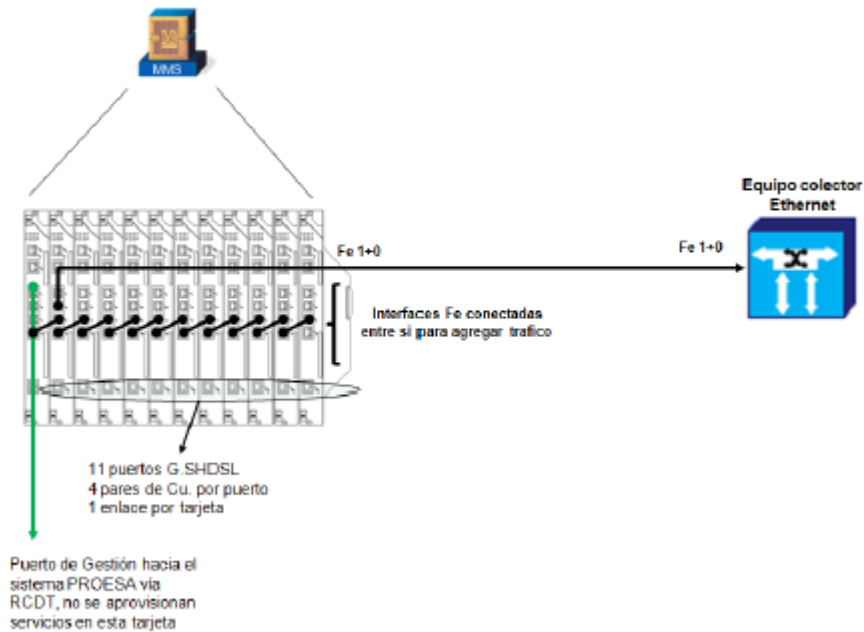


Figura 6.13 Conexión MMS-Colector Ethernet

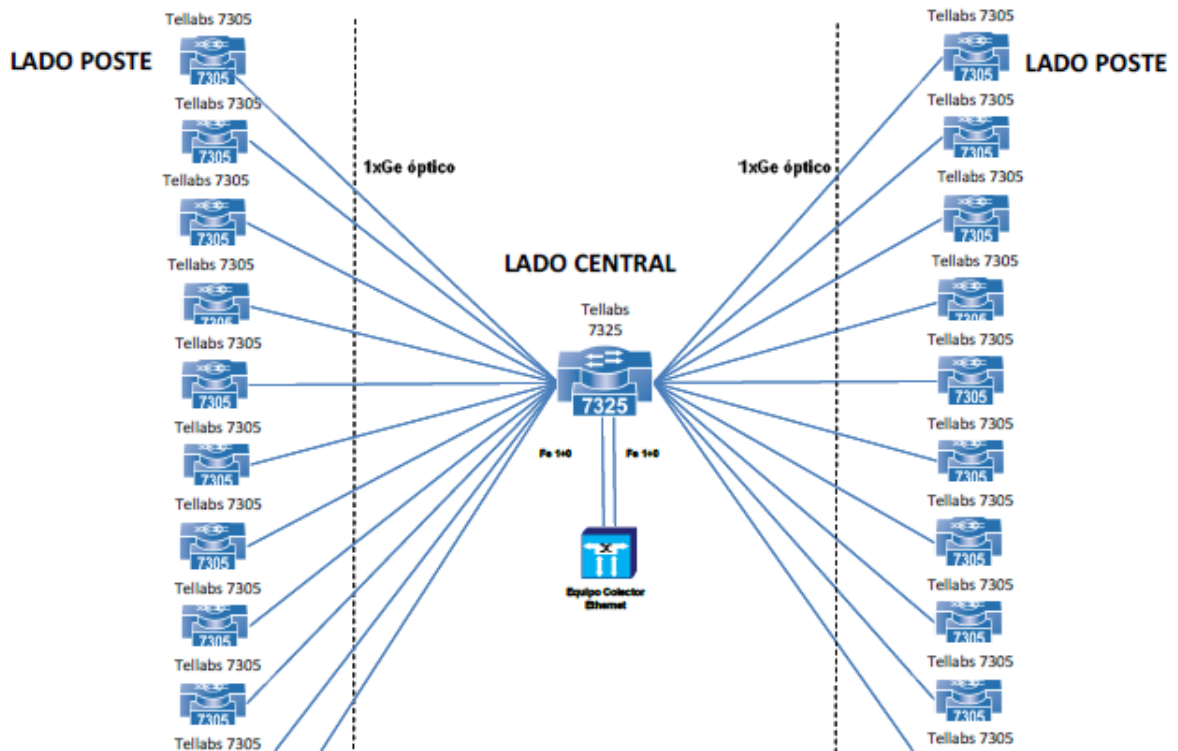


Figura 6.14 Conexión 7325-Colector Ethernet.

Se deben conectar hasta 5 repisas MMS WV Eth en cada equipo colector Ethernet. Para conservar la misma configuración que los equipos de cobre, se deben conectar hasta 2 repisas **NDE (Nodo Demarcador Ethernet)** completas y una parcial por cada equipo colector Ethernet.

La instalación de equipos colectores Ethernet en la central de acceso TELMEX® debe cumplir con lo establecido en los documentos normativos de TELMEX® definidos para ello.

La interfaz que utiliza el equipo colector Ethernet instalado en la central se debe interconectar hacia el equipo SDH-NG mediante interfaces Gigabit Ethernet (GE 802.3z) con conector LC utilizando fibra óptica en la ventana de 850nm multimodo en configuración 1+0, las interfaces deben estar configuradas como Full Rate. Las interfaces GE deben estar configuradas en modo Full Rate. Lo anterior se muestra en las figuras 6.15 y 6.16.

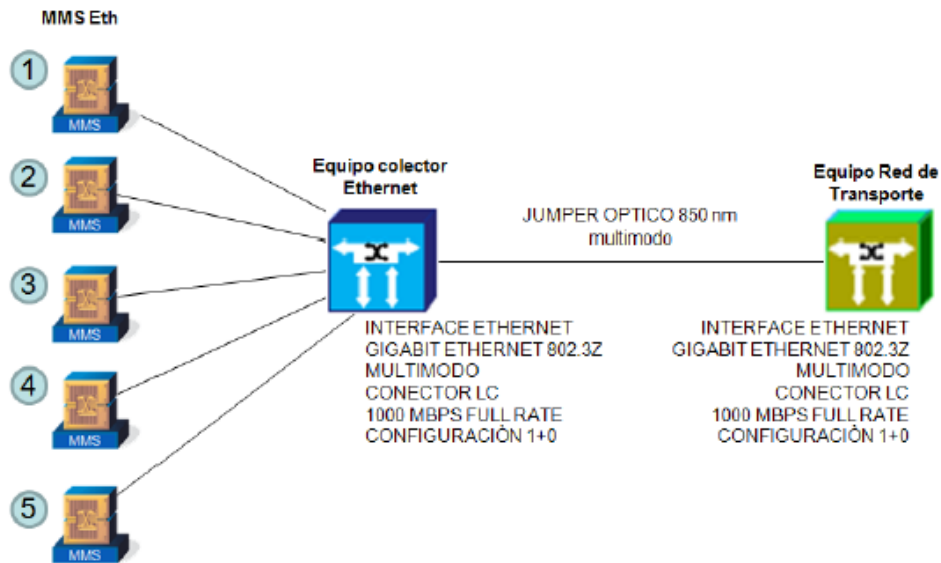


Figura 6.15 Conexión Colector Ethernet – Red de Transporte.

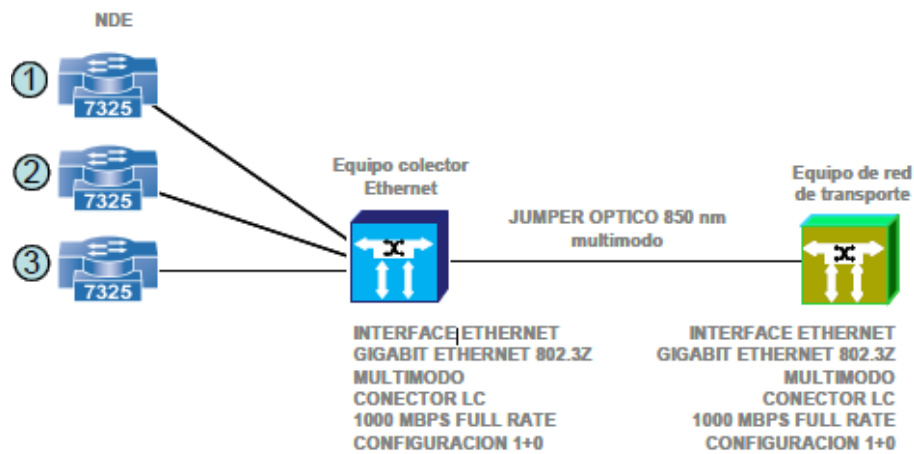


Figura 6.16 Conexión Colector Ethernet – Red de Transporte.

E. Red de acceso para el sitio C2.

La arquitectura general de la red de acceso para los sitios C2 es la siguiente:

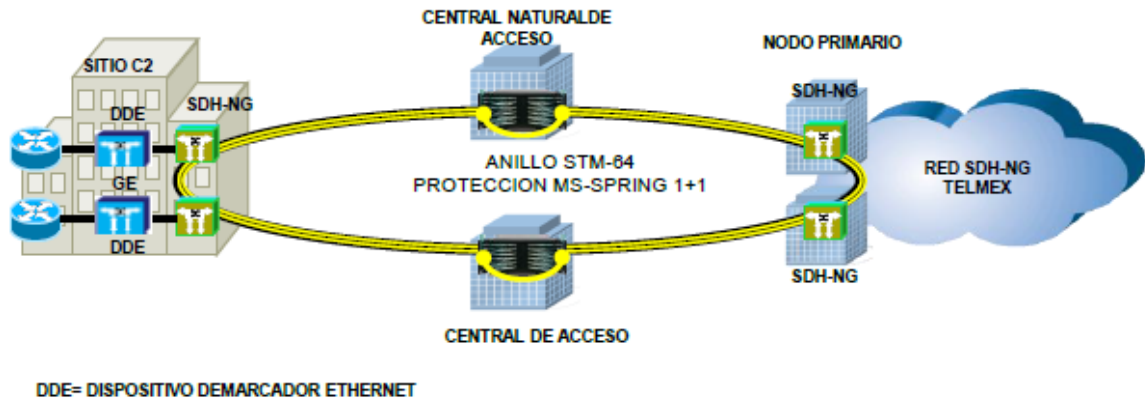


Figura 6.17 Arquitectura de la red de acceso para los sitios C2.

En el sitio C2 se debe instalar un **DDE (dispositivo Demarcador Ethernet)** ADVA CCD 825 ver 1.4.22 Hw/Sw, el cual se interconecta mediante interfaces GE (802.3z) en la ventana de 850 nm con conector LC utilizando fibra óptica multimodo en configuración 1+0 hacia el equipo switch/router. Las interfaces GE deben estar configuradas en modo 1000 Mbps Full Rate. Se deben configurar hasta 45 VLAN's por interface GE (990 Mbps).

El DDE solo realiza funciones de demarcación y monitoreo en conjunto con los equipos colectores.

Se debe instalar un DDE por cada interfaz GE en **GUT (gabinete Universal de Transmisión)**, de acuerdo a las normas de instalación y protocolos de recepción vigentes para estos dispositivos. Cada equipo DDE debe considerar alimentación local de 48 VCD. Lo anterior se muestra en la figura 6.18.

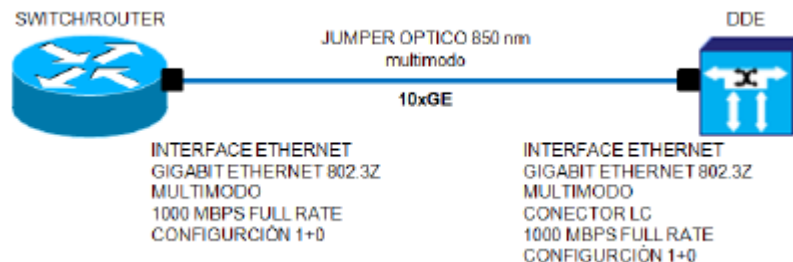


Figura 6.18 Arquitectura de la red de acceso para los sitios C2.

F. Equipo SDH-NG

Se deben instalar 2 equipos SDH-NG Alcatel-Lucent 1850 TSS 320 los cuales se interconectan con interfaces GE (802.3z) en la ventana de 850 nm con conector LC utilizando fibra óptica multimodo en configuración 1+0 hacia el DDE en modo 1000 Mbps Full Rate. Las interfaces GE deben estar físicamente conectadas en 2 tarjetas diferentes como se muestra en la figura 6.19.

Cada equipo SDH-NG debe considerar alimentación local de 48 VCD de dos posiciones de fuerza diferentes, garantizando diversidad de alimentación y disponibilidad.

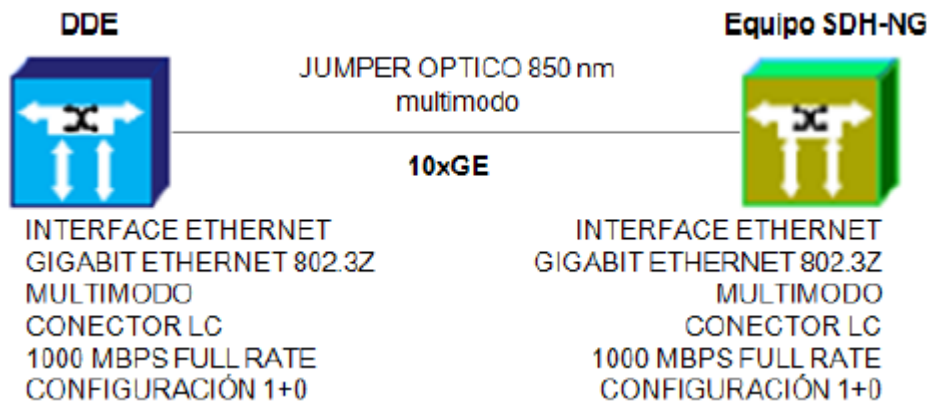


Figura 6.19 Conexión DDE-SDH-NG

Los equipos SDH-NG instalados en el sitio C2 deben formar un anillo STM-64 MS-SPRING en conjunto con los equipos instalados en el nodo primario de la red de transporte local, tal como se muestra en la figura 6.20.

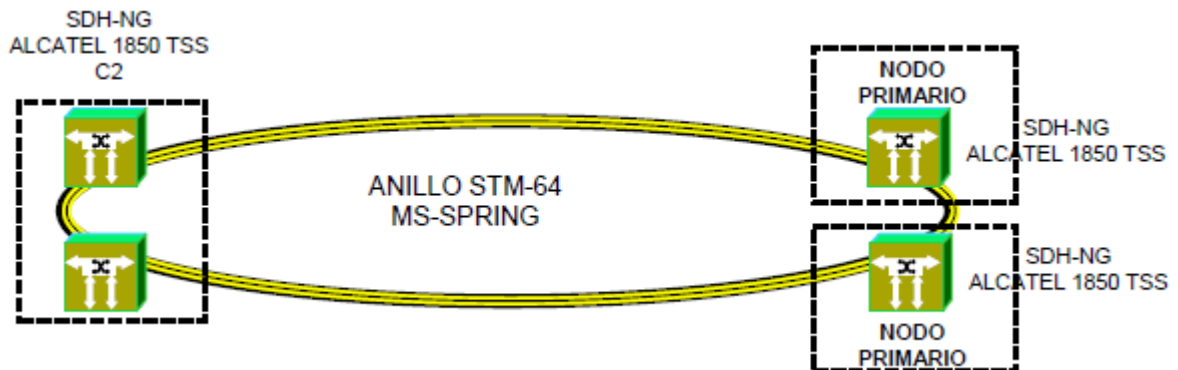


Figura 6.20 Anillo lógico de última milla C2

Los puertos SDH que conforman el anillo deben ser STM-64 del tipo S64.1 S/L para fibra y fuente emisora monomodo (SLM) en la venta de 1310 nm y deben estar físicamente en tarjetas diferentes para evitar puntos de falla únicos.

El esquema de protección en el anillo debe configurarse de la siguiente manera:

Tabla 6.21 Esquema de Protección Anillos SDH NG

Esquema de protección	MS-SPRING
Tipo de protección	1+1
Modo	Bidireccional
Condición	Revertido
WTR	10 minutos

Los equipos SDH-NG 1850 TSS deben contar con protección en tarjetas de alimentación, matriz de cross conexión, tarjetas de agregado y tarjetas de tributario.

El ancho de banda de los Transport Link configurados en el anillo del sitio C2 debe ser igual a la suma de ancho de banda VLAN's que cursan en el Transport Link (sin importar que las VLANs estén ocupadas al 100%) por ejemplo:

- 40 VLAN's cursando en el Transport Link
- 22 Mbps por cada VLAN
- $40 \times 22 = 880$ Mbps
- ANCHO DE BANDA DEL TRANSPORT LINK = 880 Mbps (9xVC-4)
- Se deben configurar hasta 45 VLAN's por interface GE.

G. Fibra Óptica

El sitio C2 tiene conectividad física a través de dos acometidas independientes hacia dos centrales de acceso diferentes. Si la central acceso no es un nodo primario dentro de la red de transporte local, se deben realizar traspasos físicos de fibra óptica dentro de la central natural de acceso para poder tener conectividad hacia los nodos primarios en la red de

transporte. Con base a lo anterior, la siguiente topología se debe evitar para la conectividad entre el sitio C2 y los nodos primarios (centrales primarias).

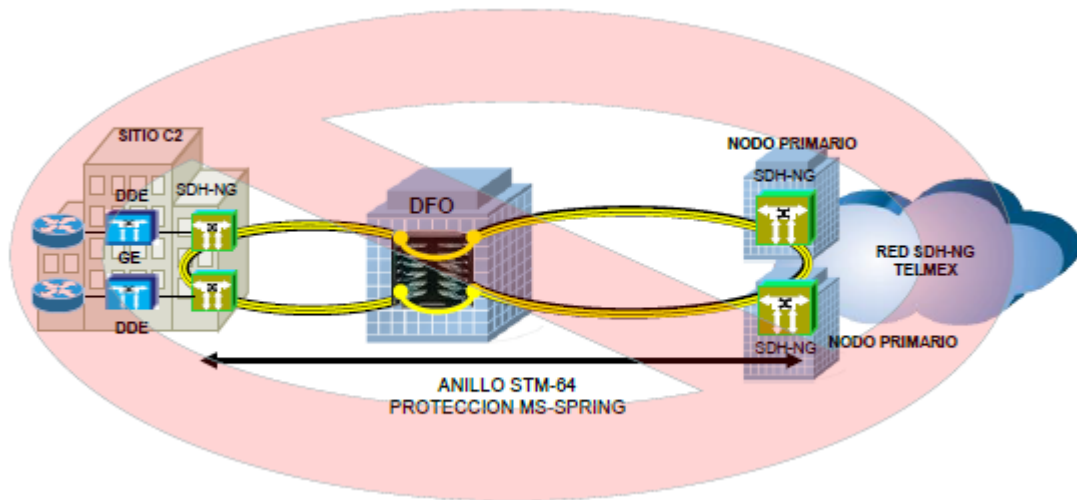


Figura 4.22 Topología a una sola central de acceso

Las acometidas de fibra óptica. en el sitio C2 y en la central TELMEX® son independientes, y debe existir diversidad de ruta entre el sitio C2 y las centrales de acceso TELMEX®.

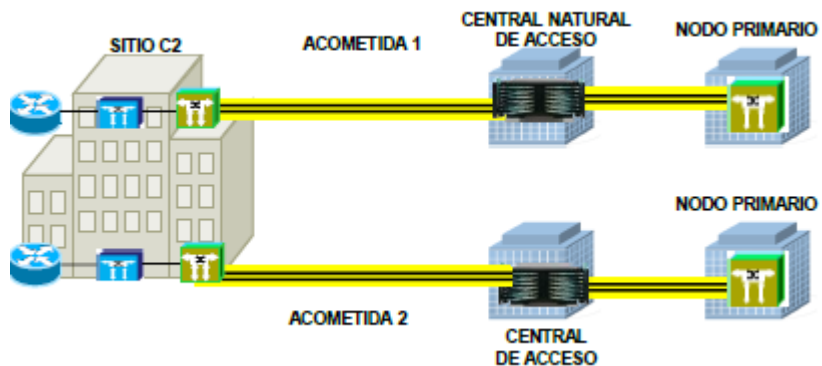


Figura 6.23 Topología a dos centrales de acceso

Los equipos SDH-NG instalados en la central TELMEX® deben ser Alcatel-Lucent 1850 TSS 320. Los equipos SDH-NG instalados en la central primaria deben contar con protección en tarjetas de alimentación, matriz de cross conexión, tarjetas de agregado y tarjetas de tributario. La instalación del equipo SDH-NG debe cumplir con lo establecido en la norma de instalación y protocolo de recepción correspondientes.

Los equipos SDH-NG se deben interconectar a la red de transporte en interfaces GE. Existen 2 escenarios de conectividad los cuales se muestran a continuación.

1. Escenario 1, conectividad SDH-NG (Ethernet) – Red de transporte 1+1.

Las interfaces GE del equipo SDH deben tener la siguiente configuración:

Esquema de protección	Flex Link
Tipo de protección	1+1
Modo de operación	Full Rate (1000 Mbps)

La conexión entre los equipos SDH-NG de última milla y el equipo SDH de la red de transporte se muestra en la figura 6.24.

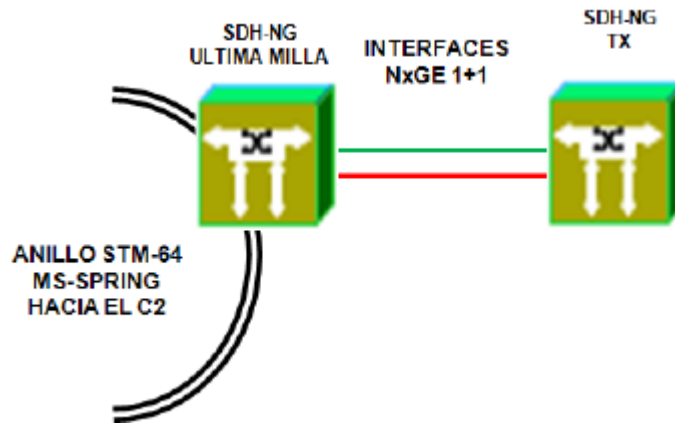


Figura 6.24 Conexión SDH-NG última milla y red de transporte 1+1

2. Escenario 2, conectividad SDH-NG – Red de transporte Link Aggregation.

Los puertos GE del equipo SDH-NG de deben tener la siguiente configuración:

Esquema de protección	Link Aggregation
Tipo de protección	N:1
Modo de operación	Full Rate (1000 Mbps)

La conexión entre los equipos SDH-NG de última milla y el equipo SDH de la red de transporte se muestra en la figura 6.25.

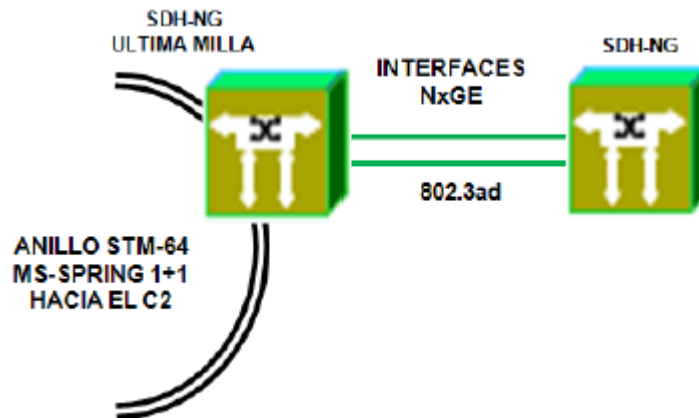


Figura 6.25 Conexión SDH-NG Última milla y red de transporte Link Aggregation

H. Anillo de distribución RDA

Los equipos instalados en los nodos primarios formaran un anillo STM-64 MS-SPRING como se muestra en la figura 6.26.

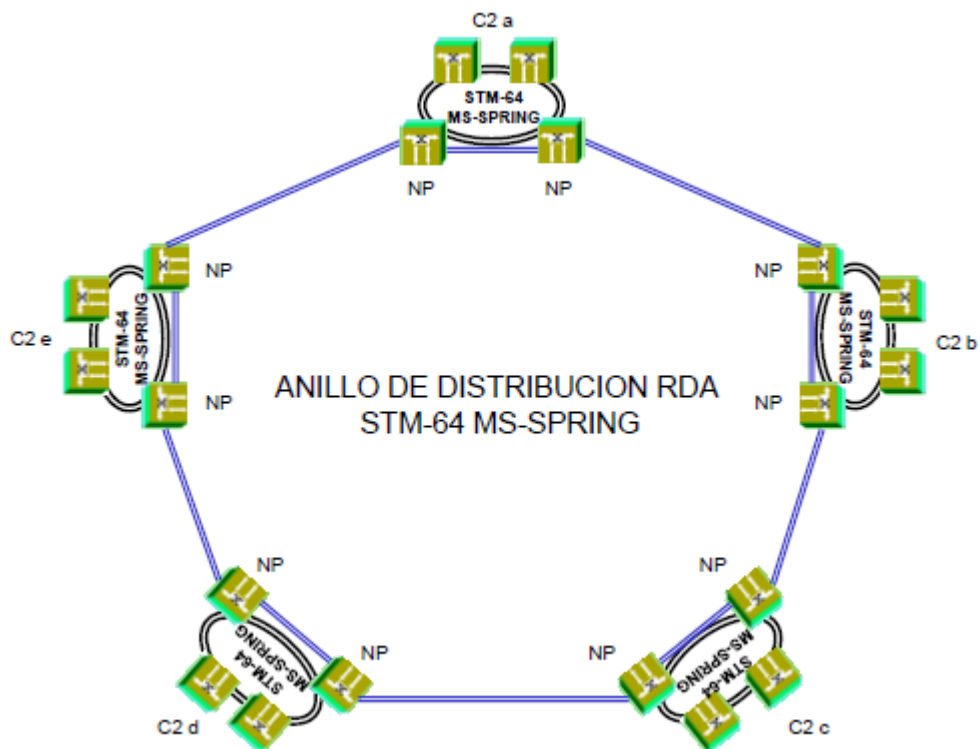


Figura .6.26 Anillo de distribución RDA

Los puertos SDH que conforman el anillo deben ser STM-64 del tipo S64.1 S/L para fibra y fuente emisora monomodo (SLM) en la venta de 1310 nm y deben estar físicamente en tarjetas diferentes.

El esquema de protección en el anillo debe configurarse de la siguiente manera:

Tabla 6.27 Esquema de Protección Anillo Core

Esquema de protección	MS-SPRING
Tipo de protección	1+1
Modo	Bidireccional
Condición	Revertido
WTR	10 minutos

La configuración anterior debe ser aplicada a los 10 equipos que conforman el anillo.

La distribución de tráfico proveniente de STV's se puede realizar como se muestra en la siguiente figura 6.28.

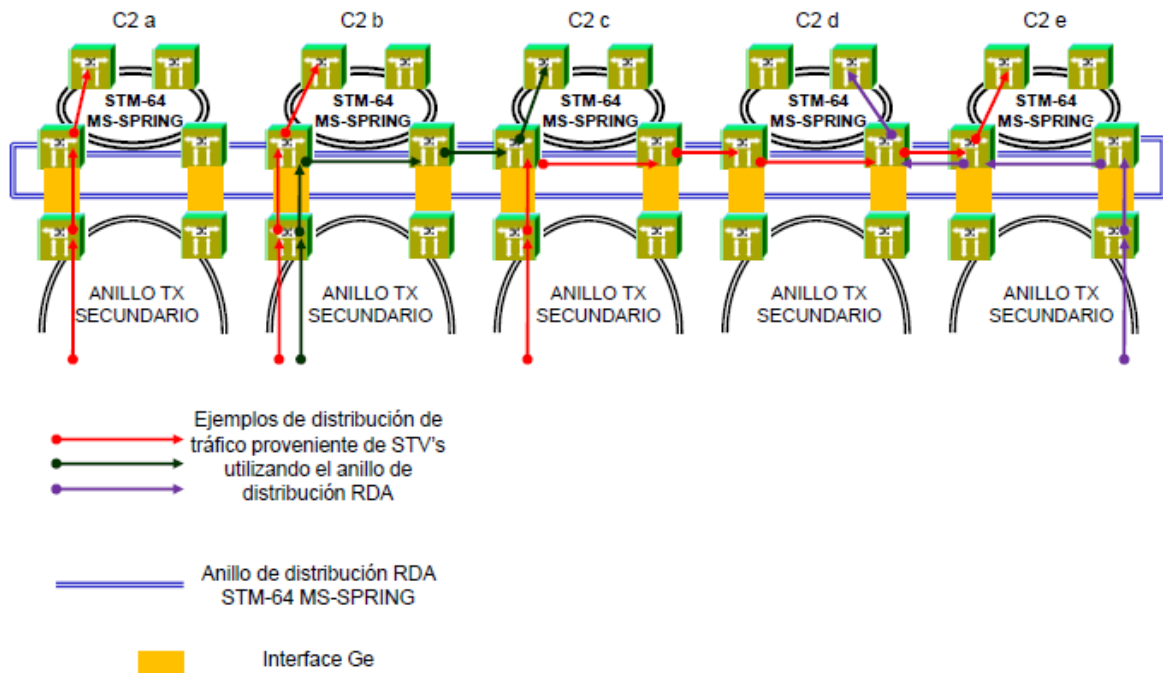


Figura 6.28 Ejemplo de distribución de tráfico

En la misma interfaz Ge puede existir tráfico correspondiente a diferentes sitios C2. El ancho de banda de los Transport Link configurados en el anillo debe ser igual a la suma de ancho de banda VLAN's que cursan en el Transport Link (sin importar que las VLANs estén ocupadas al 100%), por ejemplo:

- 40 VLAN's cursando en el Transport Link
- 22 Mbps por cada VLAN
- $40 \times 22 = 880$ Mbps
- ANCHO DE BANDA DEL TRANSPORT LINK = 880 Mbps (9xVC-4)
- Se deben configurar hasta 45 VLAN's por interface GE.

I. Arquitectura de Transporte

La red de transporte se utilizará para proveer la interconexión entre el Equipo colector Ethernet y los equipos 1850 TSS del anillo de última milla del sitio C2, los cuales se ubicarán en los nodos primarios de la red de transporte.

Las centrales de Vallejo (VL_), Centro Telefónico (CT_), Roma (RO_), Popocatepetl (PP_), Culhuacán (CL_), y Estrella (ES_), serán los 6 nodos primarios que agruparán todo el tráfico proveniente de los STVs.

La conexión entre el anillo de última milla del sitio C2 y la red de transporte deberá ser siempre hacia 2 nodos primarios de la red de transporte, lo cual se muestra en la figura 6.29..

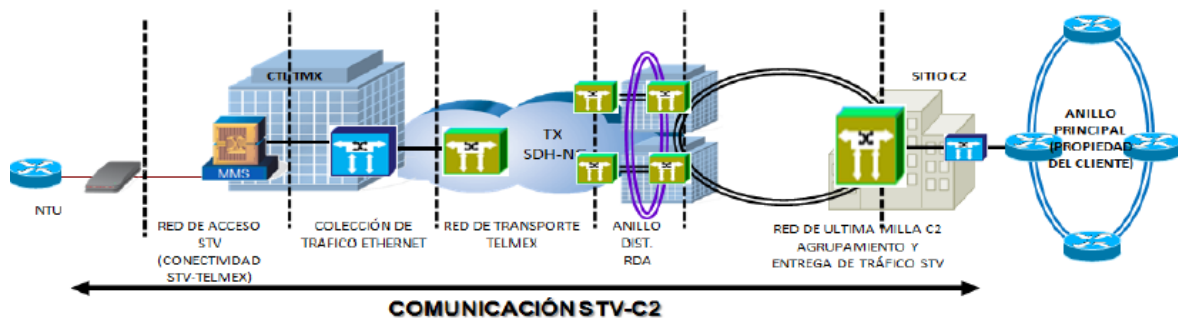


Figura 6.29 Conexión del anillo de última milla del sitio C2 y la red de Transporte.

Se deberá utilizar la infraestructura de Nueva Generación existente, en su parte de Red Secundaria y/o Red Primaria. Bajo esta premisa, la red de Transporte se compone de los siguientes 4 escenarios:

- Red Secundaria:

Anillos de Datos Cisco (RER)

Anillos SDH-NG Cisco ONS 15454 (RPR)

Anillos SDH-NG Alcatel 1850 TSS

- Red Primaria:

ROADM Ciena "CN 4200" (DWDM)

Se deberá implementar en los 4 escenarios de la red de transporte los mecanismos para el manejo e interconexión de tráfico Ethernet, como se establece a continuación:

1. **Escenario 1.** Anillo de 10 GE con esquema de protección RER (Resilient Ethernet Ring propietario de Cisco).

Se usan anillos de datos Cisco con esquema RER para interconectar los equipos colectores Ethernet a las tarjetas XPONDER de los equipos ONS 15454 en la red de acceso. La interfaz Ethernet de la tarjeta XPONDER que se interconecta con el equipo colector ethernet debe cumplir con lo siguiente:

- Interfaz óptica Gigabit Ethernet 802.3z, intra-office (en la ventana 850nm)
- Configuración 1+0
- Fibra óptica multimodo, conectores LC
- Diversidad de tarjetas XPONDER. Cuando exista más de un equipo colector ethernet (por central de acceso) estos se deben conectar a diferentes tarjetas XPONDER, por ejemplo el equipo colector ethernet 1 a la tarjeta XPONDER 1 y el equipo colector ethernet 2 a la tarjeta XPONDER 2
- El Rate Limit se configura al 12% de cada interface GE.
- Se debe configurar una S-VLAN por interface GE.

La interfaz ethernet de la tarjeta XPONDER que se interconecta con el equipo SDH-NG del anillo de última milla del sitio C2 debe cumplir con lo siguiente:

- Interfaces ópticas Gigabit Ethernet 802.3z, intra-office (en la ventana 850nm)
- Configuración 1+1 "Flex Link"
- Fibra óptica multimodo, conectores LC

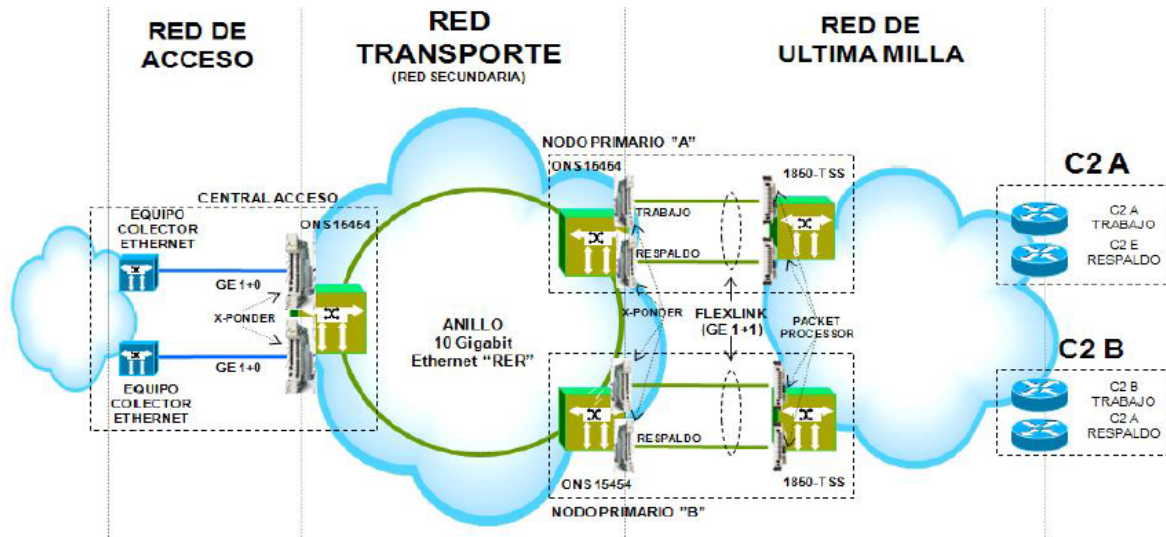


Figura 6.30. Conexión del anillo 10 GE RER hacia la red de acceso de STVs y última milla del sitio C2

2. Escenario 2. Anillo SDH-NG Cisco con esquema RPR protección MS-SPRING

Se usan anillos de datos Cisco con esquema RPR (802.17, Resilient Packet Ring) para interconectar los equipos colectores Ethernet a las tarjetas ML-1000 de los equipos ONS 15454 en la red de acceso. La interfaz Ethernet de la tarjeta ML-1000 que se interconecta con el equipo colector ethernet debe cumplir con lo siguiente:

- Interfaz óptica Gigabit Ethernet 802.3z, intra-Office (en la ventana 850nm)
- Configuración Link Aggregation 802.3ad
- Fibra óptica multimodo, conectores LC
- Diversidad de tarjetas ML-1000. Cuando exista más de un equipo colector ethernet (por central de acceso) estos se deben conectar a diferentes tarjetas ML-1000, por ejemplo el equipo colector ethernet 1 a la tarjeta ML-1000 1 y el equipo colector ethernet 2 a la tarjeta ML-1000 2
- Ancho de Banda del TRANSPORT LINK = 110 Mbps (un VC-4)
- Se debe configurar una S-VLAN por interface GE.

La interfaz ethernet de la tarjeta ML-1000 que se interconecta con el equipo SDH-NG del anillo de última milla del sitio C2 debe cumplir con lo siguiente:

- Interfaz óptica Gigabit Ethernet, intra-Office (en la ventana 850nm)
- Link Aggregation 802.3ad
- Fibra óptica multimodo, conectores LC

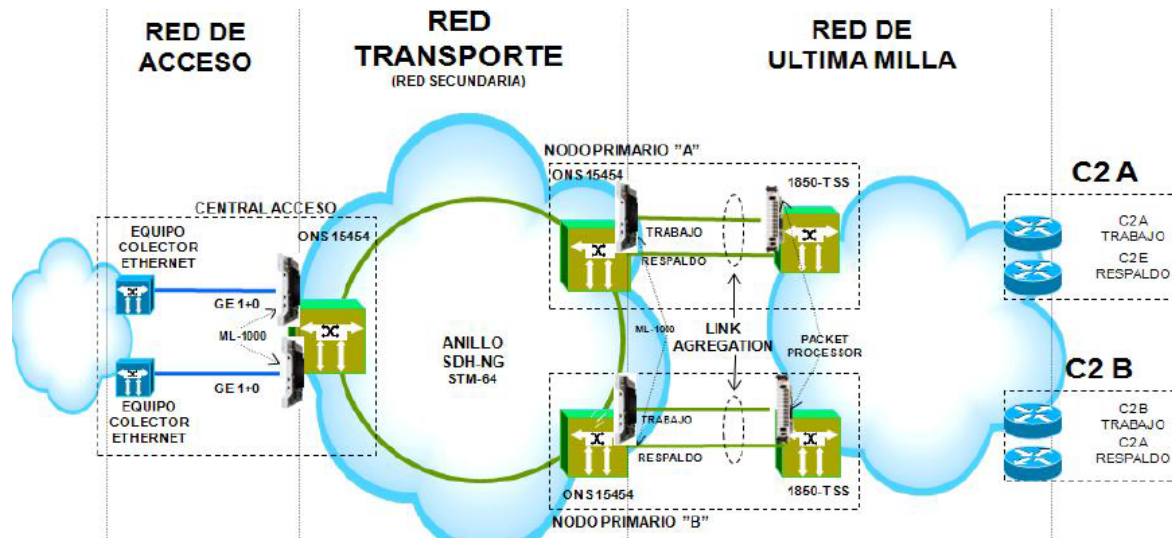


Figura 6.31 Conexión del anillo 10 GE RPR hacia la red de acceso de STVs y ultima milla del sitio C2

3. Escenario 3. Anillo SDH-NG con equipo 1850 TTS

Se usan anillos SDH-NG con protección MS-SPRING empleando esquema de mapeo Eth sobre SDH GFP G.7041 (Generic Framing Procedure) y VCAT G.707 (Virtual Concatenation). La interfaz Ethernet de la tarjeta Packet Processor del equipo 1850 TSS que se interconecta con el equipo colector ethernet debe cumplir con lo siguiente:

- Interfaz óptica Gigabit Ethernet 802.3z, intra-Office (en la ventana 850nm)
- Configuración Link Aggregation 802.3ad, en la misma tarjeta Packet Processor
- Fibra óptica multimodo, conectores LC
- Diversidad de tarjetas Packet processor. Cuando exista más de un equipo colector ethernet (por central de acceso) estos se deben conectar a diferentes tarjetas Packet processor, por ejemplo el equipo colector ethernet 1 a la tarjeta Packet processor 1 y el equipo colector ethernet 2 a la tarjeta Packet processor 2
- Ancho de Banda del TRANSPORT LINK = 110 Mbps (un VC-4)

- Se debe configurar una S-VLAN por interface GE.

La interfaz ethernet de la tarjeta Packet processor que se interconecta con el equipo SDH-NG del anillo de última milla del sitio C2 debe cumplir con lo siguiente:

- Interfaz óptica Gigabit Ethernet 802.3z, intra-Office (en la ventana 850nm)
- Configuración Link Aggregation 802.3ad
- Fibra óptica multimodo, conectores LC

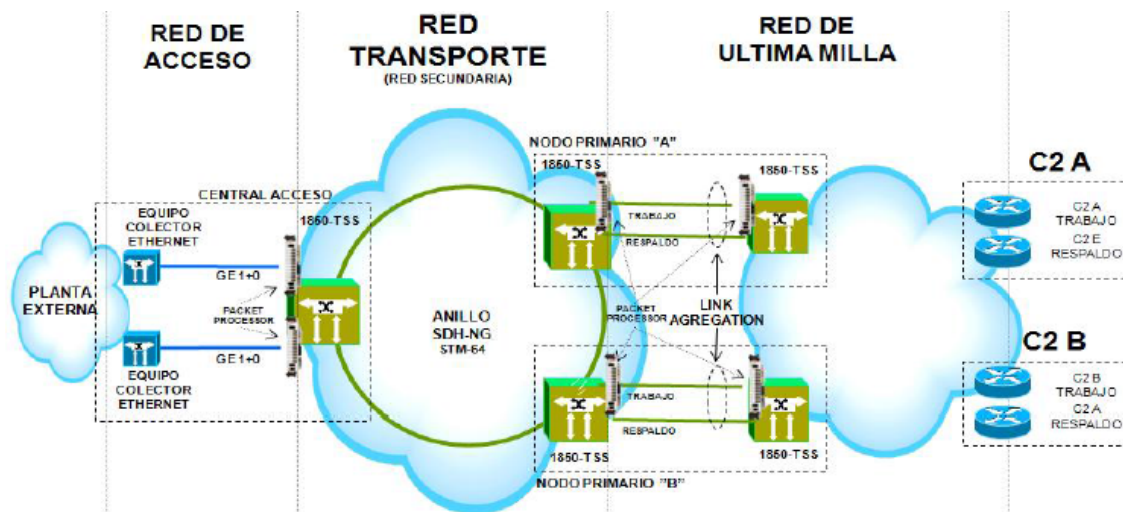


Figura 6.32 Conexión del anillo SDH-NG 1850 TSS hacia la red de acceso de STVs y última milla del sitio C2

4. Escenario 4. ROADM Ciena “CN 4200” (DWDM).

Se usan anillos DWDM empleando esquema de mapeo Eth sobre SDH GFP-T G.7041 (Generic Framing Procedure Transparent) y grooming (sub- λ) para la optimización ancho de Banda en los anillos DWDM ROADM de Ciena. La interfaz ethernet de la tarjeta G-10 del equipo CN4200 que se interconecta con el equipo colector ethernet debe cumplir con lo siguiente:

- Interfaz óptica Gigabit Ethernet 802.3z, intra-Office (en la ventana 850nm).
- Configuración Link Aggregation 802.3ad, sobre la misma tarjeta G-10.
- Fibra óptica multimodo, conectores LC.

La interfaz ethernet de la tarjeta G-10 que se interconecta con el equipo SDH-NG del anillo de última milla del sitio C2 debe cumplir con lo siguiente:

- Interfaz óptica Gigabit Ethernet 802.3z, intra-Office (en la ventana 850nm).
- Configuración Link Aggregation 802.3ad.
- Fibra óptica multimodo, conectores LC.

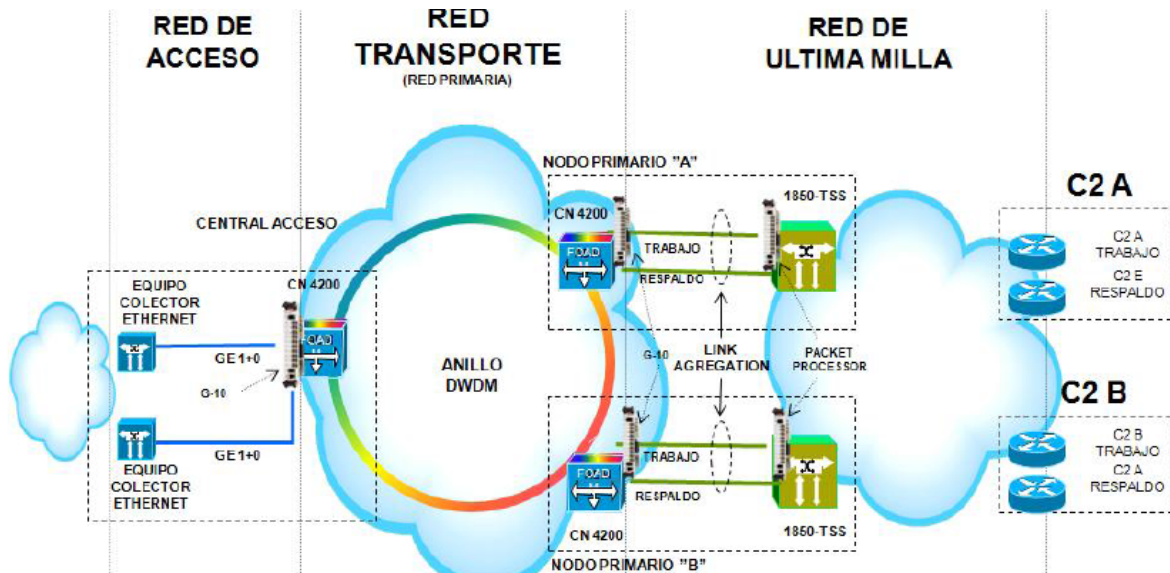


Figura 6.33 Conexión del anillo DWDM hacia la red de acceso de STVs y última milla del sitio C2.

J. Esquema de VLANs extremo a extremo.

El esquema de VLANs extremo a extremo está definido de la siguiente manera:

El MMS WV Eth concentra 11 enlaces de 2 Mbps provenientes de los STVs y deben dirigirse siempre al mismo destino C2. Para esto se agrupa el tráfico en un solo puerto físico FE hacia el equipo colector Ethernet y en este punto no se asignan VLAN, tal como se muestra en la figura 6.34.

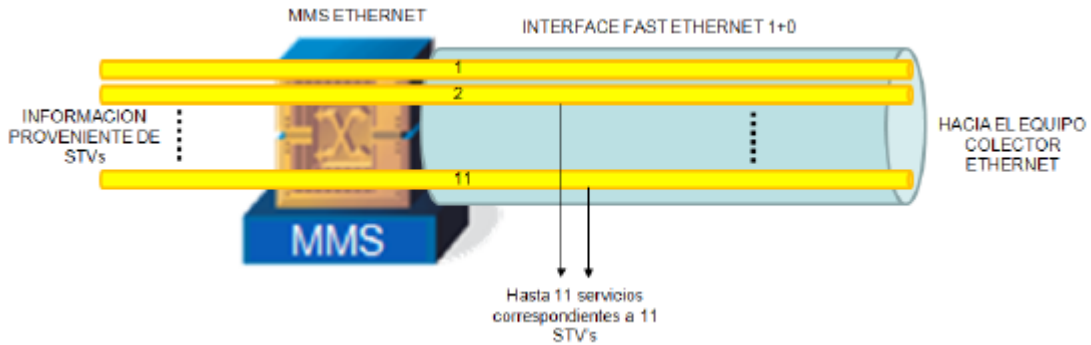


Figura 6.34 Esquema lógico MMS VW Eth, sin VLANs

Las tarjetas LTU de la repisa MMS WV Eth deben tener habilitada la funcionalidad MAC-Learning y MAC- Filtering con el fin de distinguir el STV en ambas direcciones (origen y destino).

El equipo 7325 concentra dos grupos de enlaces, el primero de 11 enlaces de 2 Mbps provenientes de los STVs y el segundo de 10 enlaces de 2 Mbps provenientes de los STV's y deben dirigirse siempre al mismo destino C2. El equipo 7305 solo entrega un enlace de 2 Mbps. Para esto se agrupa el tráfico en un solo puerto físico FE hacia el equipo colector Ethernet y en este punto no se asignan VLAN, tal como se muestra en la figura 6.35.

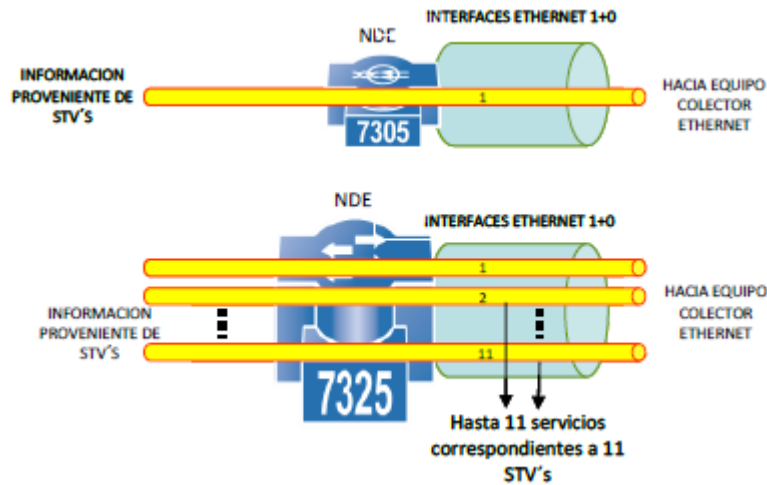


Figura 6.35 Esquema lógico Equipo 7305 o 7325, sin VLANs

Una vez que el equipo colector Ethernet recibe el tráfico proveniente de una repisa MMS WV Eth, este le debe agregar una VLAN para todo el tráfico proveniente de una sola repisa de acuerdo al sitio C2 destino de cada STV. El ancho de banda configurado para cada VLAN asignada en el equipo colector Ethernet (AQUIPO ADVA FSP-825) DEBE ser de 22 Mbps.

Por ejemplo el equipo colector 1 que agrega STVs cuyo destino es el sitio C2 Gustavo A. Madero, etiquetará con la VLAN 1000 (VID 1000) a la primer repisa MMS WV Eth (inner VLAN o C-VLAN) para identificar a esta y su tráfico dentro de la red TELMEX®, esta VLAN es única e irrepetible, tal como se muestra en la figura 6.36.

El equipo colector Ethernet agrega el tráfico correspondiente de las repisas MMS WV Eth en 1 puerto GE hacia la red de transporte. Estas VLANs tienen significancia única y exclusivamente en los equipos colectores Ethernet y tendrán trascendencia hasta el sitio del cliente C2 en el equipo switch/router.

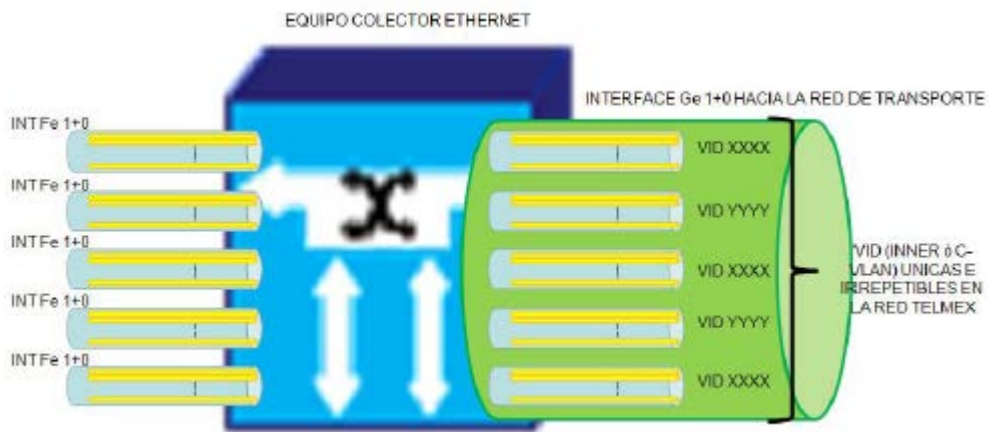


Figura 6.36 Agrupación de VLANs en el equipo colector Eth

El identificador de VLANs (VID) que se asigna por repisa en el equipo colector Ethernet estará definido de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 6.37 Asignación de VLANs en el Nodo Colector Ethernet

SITIO	RANGO DE VLANs	CANTIDAD DE VLANs
GUSTAVO	1000-1399	400
ÁLVARO OBREGÓN	1400-1799	400
CENTRO HISTÓRICO	1800-2199	400
BENITO JUÁREZ	2200-2599	400
IZTAPALAPA	2600-2999	400

El esquema de asignación de VLANs dentro de la red de transporte es el mismo para los 3 escenarios siguientes:

- Anillos de transporte secundarios 10 GE.

- Anillos de transporte secundarios SDH.
- Red de transporte primaria WDM.

El rango de VLANs establecido para el servicio de video vigilancia sigue lo establecido en el documento “Norma para la administración de VLANs en la red de acceso y la red de transporte”. Con base en este documento y con el fin de no interferir con el esquema actual establecido de VLANs para el servicio multimedia la asignación de VLANs se llevará de la siguiente manera:

Una vez que el equipo colector ha agregado la primer VLAN (C-VLAN funcionalidad 802.1q) a las repisas MMS WV Eth, el equipo de transporte encapsula el trafico proveniente de los equipos colectores Ethernet en una segunda VLAN (S-VLAN, funcionalidad 802.1ad). Esta S-VLAN sirve para identificar el servicio de video vigilancia dentro de la red de transporte, debiéndose asignar una S-VLAN por cada equipo Colector Ethernet con un ancho de banda configurado para cada S-VLAN de 110 Mbps.

La S-VLAN asignada en la red de transporte, solo tienen significado dentro de la red de transporte (por anillo de transporte), es decir, no trascienden hasta el sitio del cliente C2, y únicamente provee un mecanismo de encapsulación para la separación lógica dentro de la red de transporte, tal como se muestra en la figura 6.38.

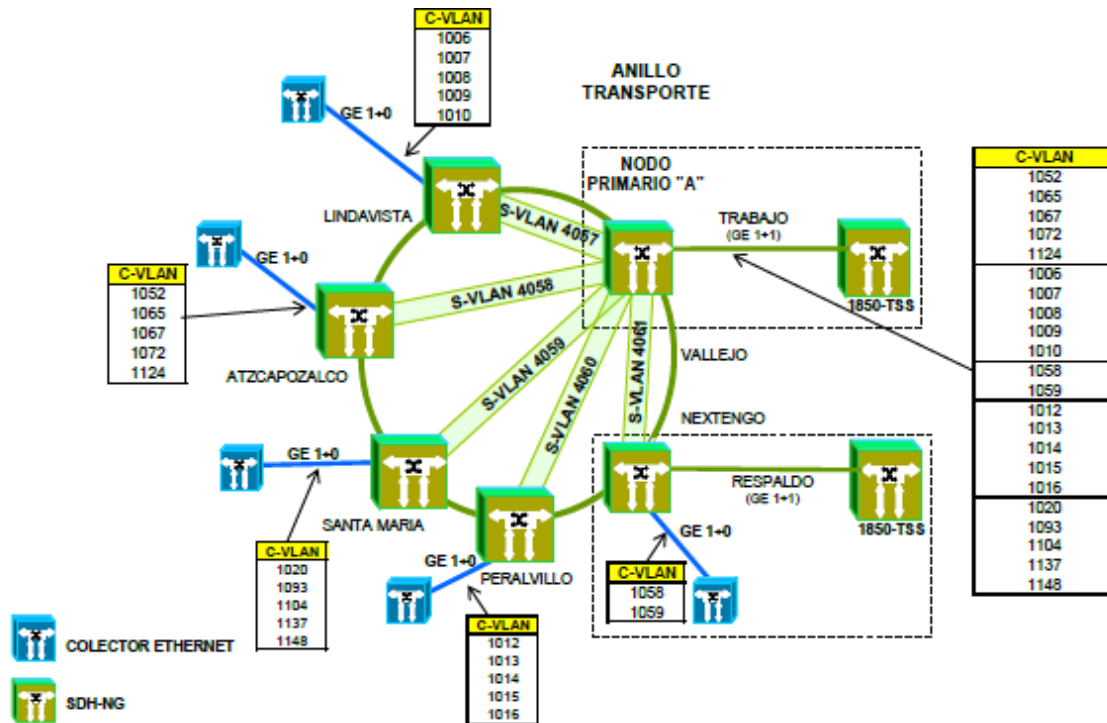


Figura 6.38 Significancia de S-VLAN

Por lo tanto, se asignara una S-VLAN por cada equipo colector Ethernet la cual será única e irrepitible dentro cada Topología de transporte (anillo), pudiendo repetir el rango de S-VLANs en cada anillo de transporte. El rango de S-VLANs por anillo de transporte es de la 4057 a la 4086 como se muestra en la siguiente tabla: Asignación de VLAN's en los equipos de la Red de Transporte.

Tabla 6.39 Asignación de VLANs en TELMEX® por Tipo de Servicio

No. de VLAN		USO	CANTIDAD VLANs	COMENTARIOS
Inicio	Fin			
1	1	VLAN default	1	No utilizar
2	1	Reservado	9	Reservado para servicios futuros
1	2	Gestión en banda	11	Gestión del ER en banda
2	2	Reservado para pruebas	1	Reservado para pruebas de campo
2	3	Gestión puerto extendido	11	Gestión del ER fuera de banda
3	4	Reservado	11	Reservado Gestión
4	144	Servicio VoD	10	Servicio VoD
145	1580	Reservado	143	Reservado para crecimiento VoD
1581	1680	Servicio HSI	10	Servicio HSI
1681	1780	Reservado	10	Reservado para crecimiento HSI
1781	1880	Servicio VoIP	10	Servicio VoIP
1881	1980	Reservado	10	Reservado para crecimiento VoIP
1981	4000	Reservado	202	Reservado
4001	4001	Servicio BTV	1	Servicio BTV
4002	4056	Reservado	55	Reservado
4057	4086	Video Vigilancia	30	Video Vigilancia
4087	4091	Servicio VPN	5	Servicio VPN
4092	4096	Servicio IDE	5	Servicio IDE

Una vez que el tráfico es encapsulado en la S-VLAN, se transporta hasta el nodo primario el cual esta interconectado con el equipo de última milla que conecta al sitio C2 en donde este tráfico es entregado. Este último nodo de la red de transporte debe ser capaz de remover la S-VLAN, para que estas no trasciendan hasta el sitio C2 y de esta manera evitar unir dominios Ethernet, esta acción debe ser transparente para las C-VLANs.

Cada anillo de transporte, deberá entregar única y exclusivamente las C-VLAN asociadas a los equipos colector ethernet pertenecientes a cada anillo, evitando la configuración de rangos abiertos de C-VLAN en las interfases de transporte. Estas C-VLANs se entregan a 2 sitios C2 diferentes de tal forma que exista una C-VLAN de trabajo y una C-VLAN de respaldo (en forma simultánea a los dos nodos primarios, sin que esto implique duplicidad de ancho de banda en el anillo secundario o red primaria), tal como se muestra en la figura 6.40.

La C-VLAN de trabajo tiene protección de medió en el anillo de última milla del sitio C2 y la C-VLAN de respaldo en conjunto con la interconexión entre los equipos de la red de transporte y los equipos de un anillo de última milla diferente, proporciona diversidad geográfica para la protección de los sitios C2.

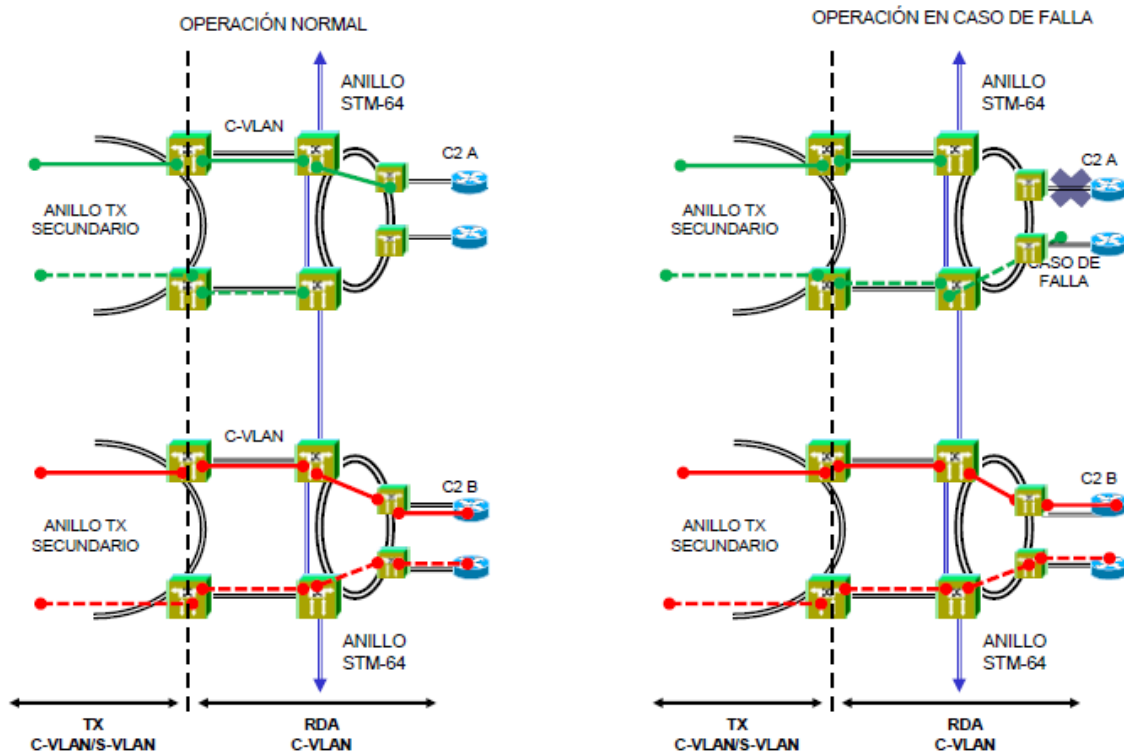


Figura 6.40. Significancia de S-VLAN

La distribución de VLANs en cada sitio C2 por interfaz GE está definida en la tabla 6.41.

Tabla 6.41 Definición de VLANs por C2

C2	Gustavo Madero	A. Alvaro Obregón	Centro Histórico	Benito Juárez	Iztapalapa
Rango de VLANs	1000 - 1399 *	1400 - 1799	1800 - 2199	2200 - 2599	2600 - 2999
Cantidad de VLANs	400	400	400	400	400
Ge 1	1000 - 1044	1400 - 1444	1800 - 1844	2200 - 2244	2600 - 2644
G	1045 - 1089	1445 - 1489	1845 - 1889	2245 - 2289	2645 - 2689
G	1090 - 1134	1490 - 1534	1890 - 1934	2290 - 2334	2690 - 2734
G	1135 - 1179	1535 - 1579	1935 - 1979	2335 - 2379	2735 - 2779
G	1180 - 1224	1580 - 1624	1980 - 2024	2380 - 2424	2780 - 2824
G	1225 - 1269	1625 - 1669	2025 - 2069	2425 - 2469	2825 - 2869
G	1270 - 1314	1670 - 1714	2070 - 2114	2470 - 2514	2870 - 2914
G	1315 - 1359	1715 - 1759	2115 - 2159	2515 - 2559	2915 - 2959

Las VLAN 1002, 1003, 1004 y 1005 no se utilizan.

Una vez que el ultimo nodo de la red de transporte remueve la S-VLAN y le entrega la C-VLAN al equipo de última milla que conecta al sitio C2, el equipo de última milla debe de asignarle una S-VLAN por puerto GE que con el que se interconecta al equipo de la red de transporte, es decir, todas las C-VLANs provenientes de los equipos agregadores que existan en un puerto GE y que tengan el mismo sitio C2 destino se encapsulan en una S-VLAN para que puedan ser transportadas por el anillo de distribución RDA, como se muestra en la figura 6.42.

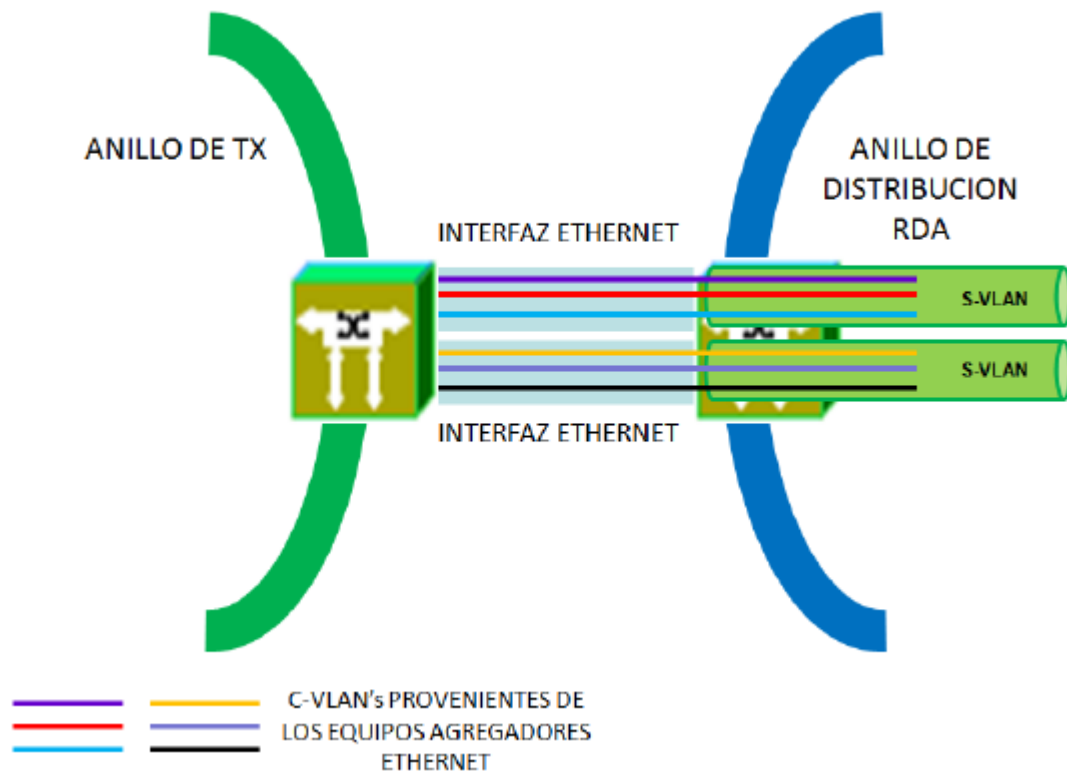


Figura 6.42 S-VLAN en el anillo de distribución RDA

K. Gestión.

Los servicios extremo a extremo del proyecto Ciudad Segura deben ser monitoreados las 24 horas del día los 365 días del año por el Centro Nacional de Supervisión (CNS). Además se debe proporcionar asistencia técnica en sitio o de forma remota.

1. Gestión de Equipos WV Eth.

Los equipos WV Eth (NTU y MMS) son gestionados por el sistema de gestión PROESA Ver. 20.1 o superior. El servicio debe ser administrado por el CNS y los elementos de red deben ser supervisados por el CNS4. La NTU se gestiona dentro de banda a través del enlace de cobre entre la NTU y LTU. Como se mencionó anteriormente la LTU posición 1 de la repisa MMS WV Eth es la que tendrá conectividad directa hacia la RCDT, en este punto de la red se tendrá gestión fuera de banda tanto de la NTU como de la LTU, tal como se muestra en figura 6.43.



Figura 6.43 Gestión de equipos WV Eth

2. Gestión de Equipos TELLABs.

Los equipos 7305 y 7325 son gestionados por el sistema Tellabs 8000, Release 17 A, service pack 3 o superior. El servicio debe ser administrado por el CNS y los elementos de red deben ser supervisados por el CNS4. El equipo 7305 se gestiona dentro de banda a través del enlace de fibra entre el equipo 7305 y el equipo 7325 instalado en la central, este último equipo (7325), a instalarse en la central de acceso, se gestionarán fuera de banda hacia las posiciones que designen en la RCDT. Se crea una VLAN de gestión para que los equipos 7305 y 7325 se comuniquen y los elementos se vean en el mismo segmento. Lo anterior se muestra en la figura 6.44.

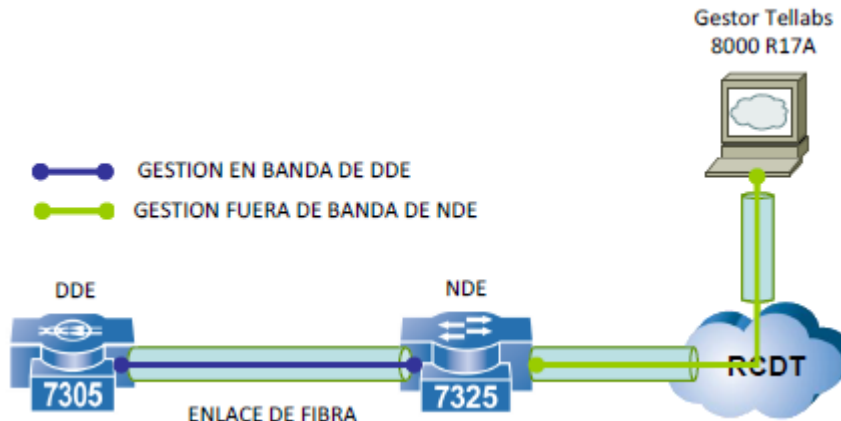


Figura 6.44 Gestión de equipos 7305 y 7325.

3. Gestión de equipos colectores y DDEs.

Los Dispositivos de Demarcación Ethernet (DDE) y equipos colectores Ethernet serán gestionados por el sistema de gestión Fiber Service Plataforma Network Manager (FSP NM) Versión 5.2 o superior. El servicio debe ser administrado y supervisado por el CNS4.

La gestión de los equipos DDE y colector Ethernet se realiza de la siguiente manera:

Los equipos DDE instalados en los sitios C2, se gestionarán en banda mediante una VLAN de gestión hacia los equipos **GNE (GateWay Network Element)**. Se considera un DDE por cada GNE para que en caso de falla de algún equipo GNE solo se pierda la gestión de un DDE, tal como se muestra en la figura 6.45.

De acuerdo al rango de VLANs establecido anteriormente, se considera el siguiente rango de VLANs para gestión:

Tabla 6.46 VLANs de Gestión DDE por C2

SITIO C2	RANGO DE VLANs	CANTIDAD DE VLANs
GUSTAVO A. MADERO	1379-1399	20
ÁLVARO OBREGÓN	1779-1799	20
CENTRO HISTÓRICO	2179-2199	20
BENITO JUÁREZ	2579-2599	20
IZTAPALAPA	2979-2999	20

Cada equipo colector ethernet instalado en la central de acceso TELMEX®, tendrá funcionalidades de GNE. El GNE es quien tiene conectividad directa a la plataforma de

Gestión y realiza la adaptación, concentración y distribución del tráfico de gestión hacia los demás elementos de red.

Los equipos GNE tendrán conectividad directa hacia la RCDT.

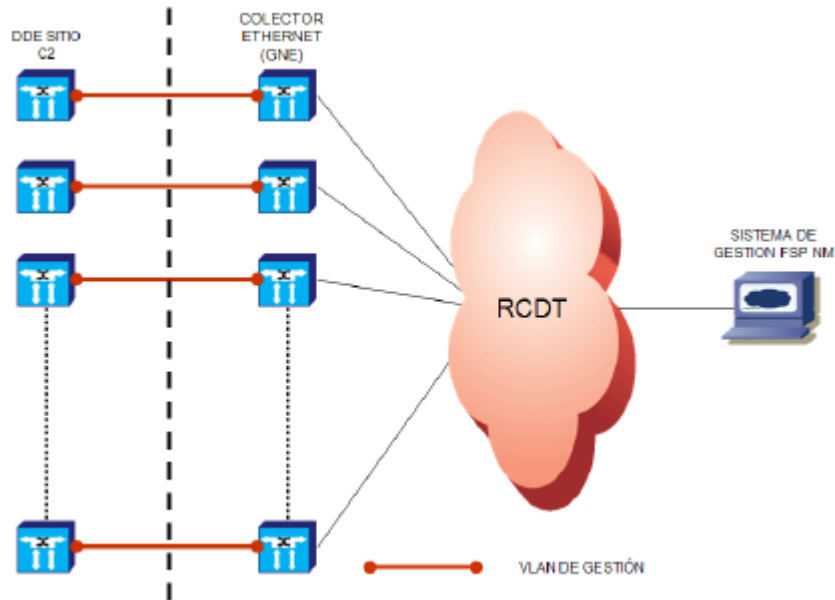


Figura 6.45. Gestión de equipos colectores Ethernet y DDE

4. Gestión de equipos SDH-NG última milla.

Los equipos SDH-NG de última milla que enlazan el sitio C2 con los nodos primarios se gestionan de la siguiente manera:

El equipo SDH-NG instalado en el sitio C2 es gestionado en banda y tendrá como GNE a los equipos SDH-NG instalados en los nodos primarios. Los equipos SDH-NG instalados en los nodos primarios tendrán conectividad directa hacia la RCDT y ambos tendrán funciones de GNEs. El servicio debe ser administrado y los elementos supervisados por el CNS4

Lo anterior se muestra en la figura 6.47.

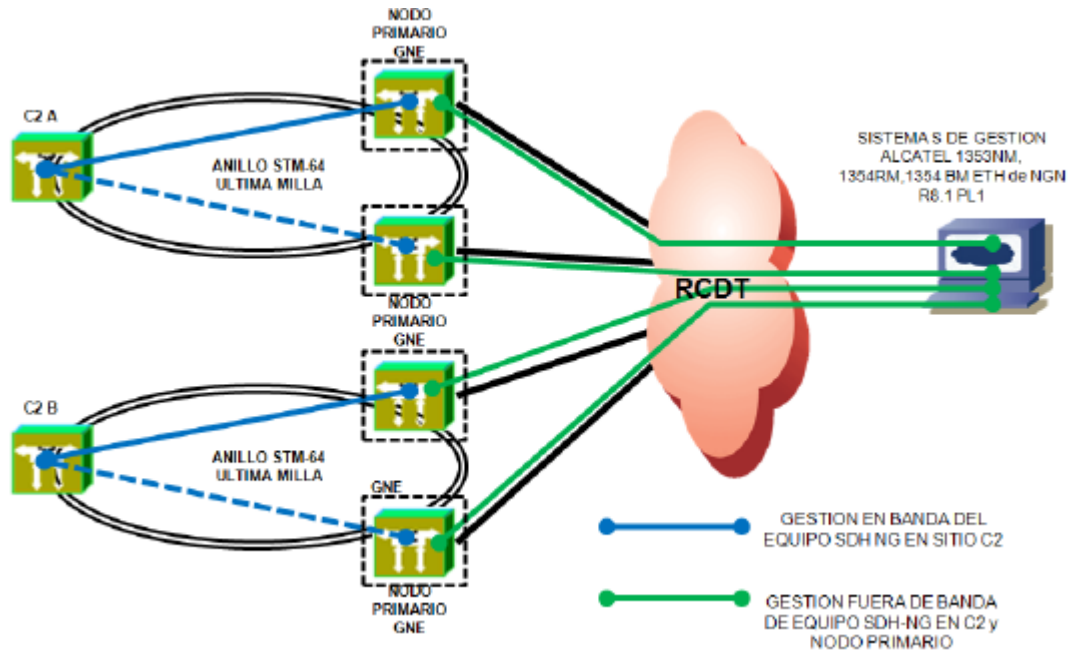


Figura 6.47 Gestión de equipos SDH-NG última milla.

5. Gestión de la red de Transporte.

Todas las plataformas de gestión y todos los equipos de transporte que se utilizan en la planta están evaluados y caracterizados. La conexión de los equipos hacia su sistema de gestión centralizado se realiza a través de la RCDT con lo que se garantiza la administración y suministro de los servicios extremo a extremo.

El modelo funcional y las funciones y responsabilidades de las áreas que utilizan los sistemas de gestión de redes legacy y nueva generación se encuentran definidos y especificados en el documento normativo para ello, fuera del alcance del presente reporte.

L. Sincronía

1. Sincronía en tiempo para los equipos DDE y colectores Ethernet.

La sincronía en tiempo para los equipos Ethernet (DDE y Equipo colector) se debe realizar de la siguiente manera:

Los DDEs instalados en los sitios C2 recibirán la referencia de sincronía en tiempo STRATUM 1 por medio la VLAN de gestión proveniente de los servidores NTP instalados en las centrales TELMEX®.

Debido a que exista una relación uno a uno entre el DDE y el equipo Colector Ethernet, en caso de falla de algún equipo colector Ethernet solo se pierda la referencia de sincronía en tiempo para un DDE.

Los equipos colectores Ethernet instalados en central deben recibir una referencia de sincronía en tiempo STRATUM 1 proveniente de los servidores NTP por medio de la RCDT.

Lo anterior se muestra en la figura 6.48.

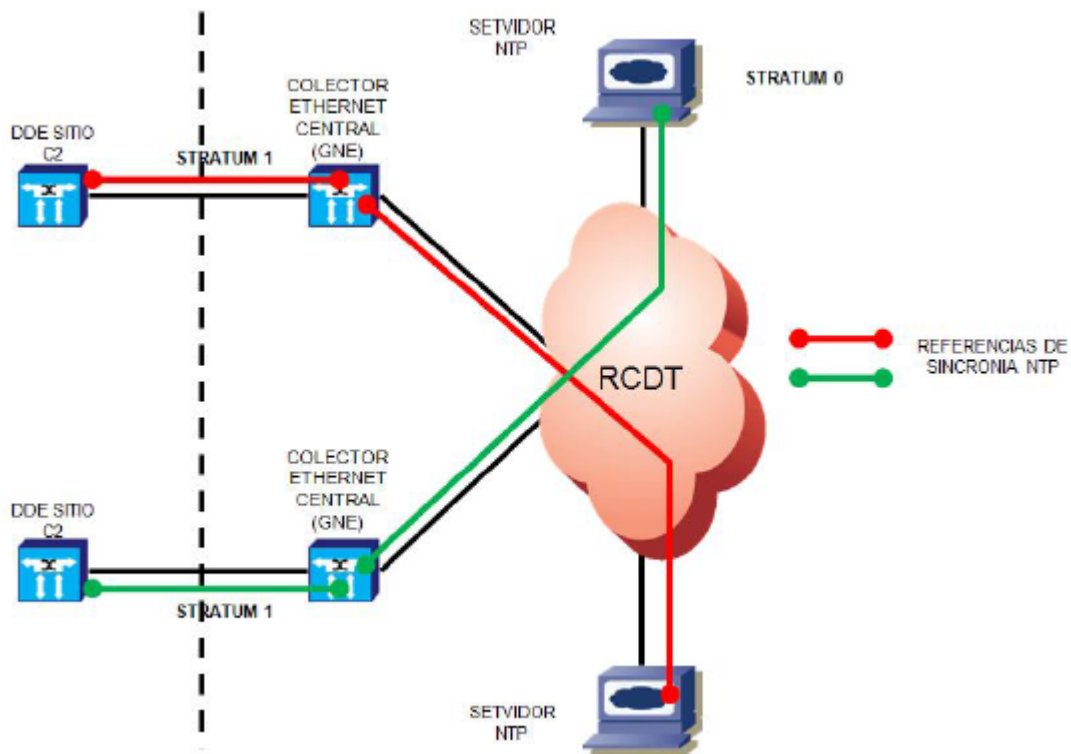


Figura 6.48 Sincronía en tiempo de equipos colectores Ethernet y DDEs.

2. Sincronía en tiempo para los equipos 7305 y 7325.

La sincronía en tiempo para los equipos Ethernet (7305 y 7325) se debe realizar de la siguiente manera:

Los equipos 7305 instalados en los STV's, recibirán la referencia de sincronía en tiempo STRATUM 1 por medio la VLAN de gestión proveniente de los servidores NTP instalados en las centrales TELMEX®. Los equipos 7325 instalados en central deben recibir una referencia de sincronía en tiempo STRATUM 1 proveniente de los servidores NTP por medio de la RCDT.

Lo anterior se muestra en la figura 6.49.

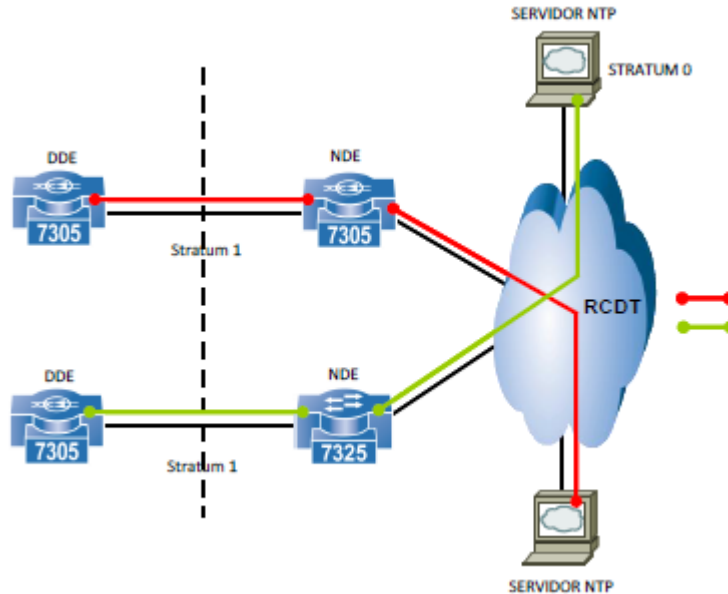


Figura 6.49 Sincronía en tiempo de equipos 7305 Y 7325.

3. Sincronía en fase de los equipos SDH-NG de última milla de sitio C2.

La sincronía en fase para los equipos SDH-NG de última milla se realizará de la siguiente manera:

Los equipos SDH-NG instalados en el sitio C2 tendrán como referencia primaria aquella que tome del equipo SDH-NG de última milla instalado en el nodo primario por el cual se transporta la C-VLAN de trabajo. Los equipo SDH-NG instalados en el sitio C2 tendrá como referencia secundaria aquella que tome del equipo SDH-NG de última milla instalado en el nodo primario por el cual se transporta la C-VLAN de respaldo.

Los equipos SDH-NG instalados en el nodo primario tendrán como referencia primaria de sincronía aquella que tomen de los equipos **EDS (Equipos Distribuidores de Sincronía)**.

Los equipos SDH-NG instalados en el nodo primario tendrán como referencia secundaria de sincronía aquella que tomen de los equipos SDH-NG de la red de transporte.

Lo anterior se muestra en la figura siguiente 6.50.

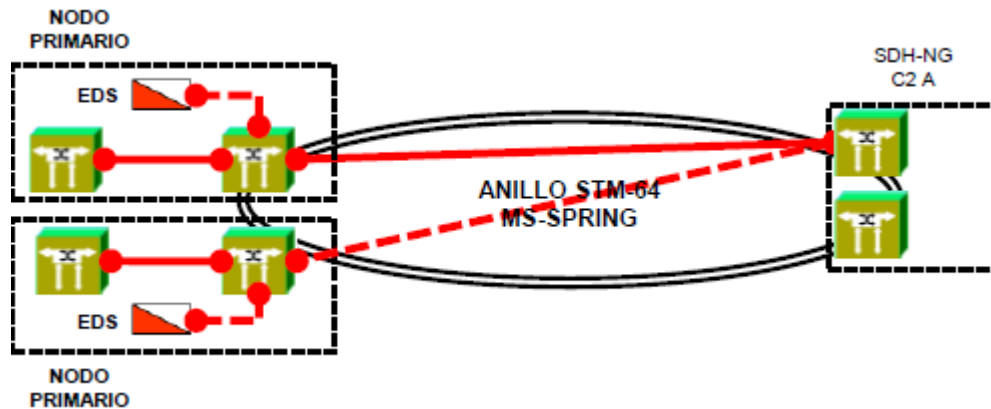


Figura 6.50 Sincronía en fase de equipos SDH-NG de última milla.

4. Sincronía en la red de transporte.

Los elementos de red instalados en una sala o edificio se sincronizan directamente desde el Equipo Distribuidor de Sincronía (EDS) con una o dos señales dependiendo del nivel funcional elemento de red.

La distribución de sincronía en Fase a los nodos de la red SDH se realiza considerando los niveles funcionales de los equipos de transporte instalados en un edificio y se propaga hacia la topología de red a la que forma parte cada elemento de red.

Las mallas y anillos SDH se sincronizan con dos fuentes de referencia, una principal y una de respaldo en los nodos más importantes de la topología, los demás elementos SDH se sincronizan por línea cuidando no crear bucles de sincronía.

Un nodo de red recibe referencia de sincronía de tres formas:

- a. Sincronía de línea. La señal de referencia se deriva de cualquiera de las líneas del enlace.

- b. Sincronía de tributario. La señal de referencia se deriva de algún puerto tributario, el cual puede ser una señal STM-n o una señal PDH.
- c. Sincronía Externa. El elemento de red está sincronizado desde un equipo proveedor de sincronía externa EDS.

En caso de fallar alguna de las señales de referencias anteriores, los elementos de red son capaces de operar en modo autónomo (Hold-over).

VII. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN: UNA COMBINACIÓN DE REDES ETHERNET PARA EL ACCESO Y REDES DE TRANSPORTE DE NUEVA GENERACIÓN.

De acuerdo al marco corporativo definido por TELMEX®, el flujo de diseño, implementación y operación/mantenimiento de servicios dedicados, el diseño de alto nivel fue liberado a las áreas constructoras, quienes siguieron la normatividad vigente para la instalación de equipo, selección de proveedores y componentes que soporta la solución.

Por ello, mi participación en esta etapa del proyecto fue exclusivamente de supervisión y consultoría, en la cual las áreas responsables se encargaron de identificar las necesidades y requerimientos para cumplir con las instalaciones correspondientes y los criterios de ingeniería marcados y regidos por el documento de diseño de alto nivel.

Aun así, aquí expongo las condiciones finales de instalación para cada uno de los anillos C2, el anillo CORE y el resumen de condiciones finales para cada uno de los STV's.

Con este resumen, marqué mi participación en esta etapa en la que validé el cumplimiento del marco de referencia antes expuesto.

A. Diseño Final.

En la figura 7.1 se muestra la topología general de los anillos de acceso a cada uno de los cinco C2.

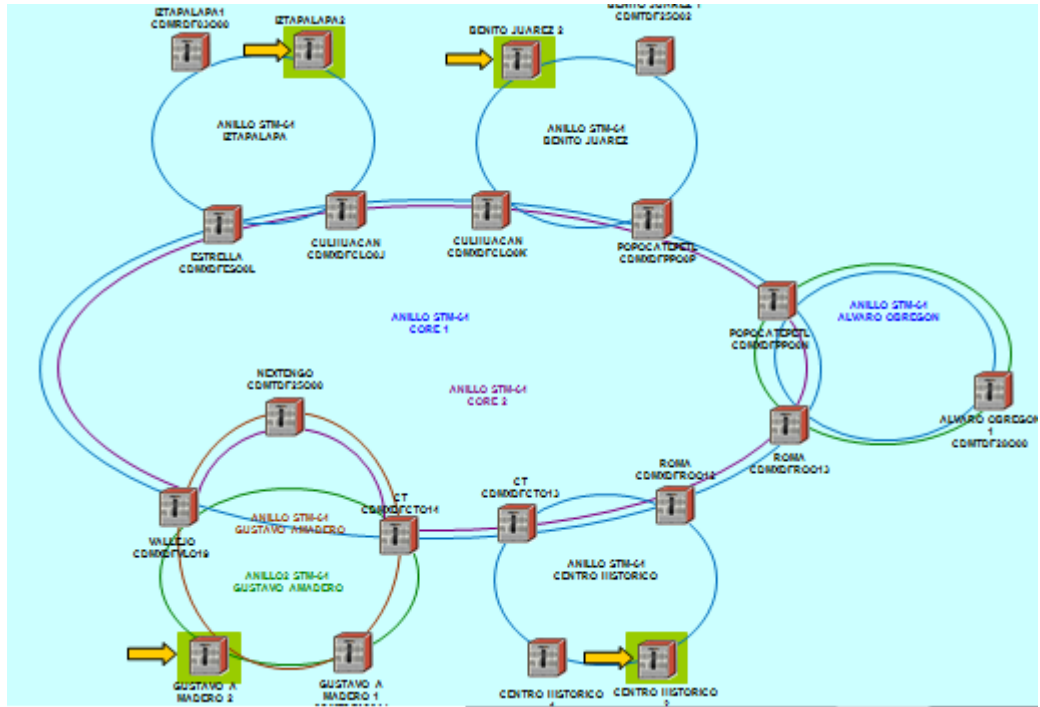


Figura 7.1 Topología de los Anillos de Acceso C2

B. DISEÑO E INSTALACIÓN DEL ANILLO CORE.

En la figura 7.2 se muestra el detalle de los nodos que componen el anillo primario de acceso CORE1, las centrales que lo componen así como el sentido de tráfico en trabajo.

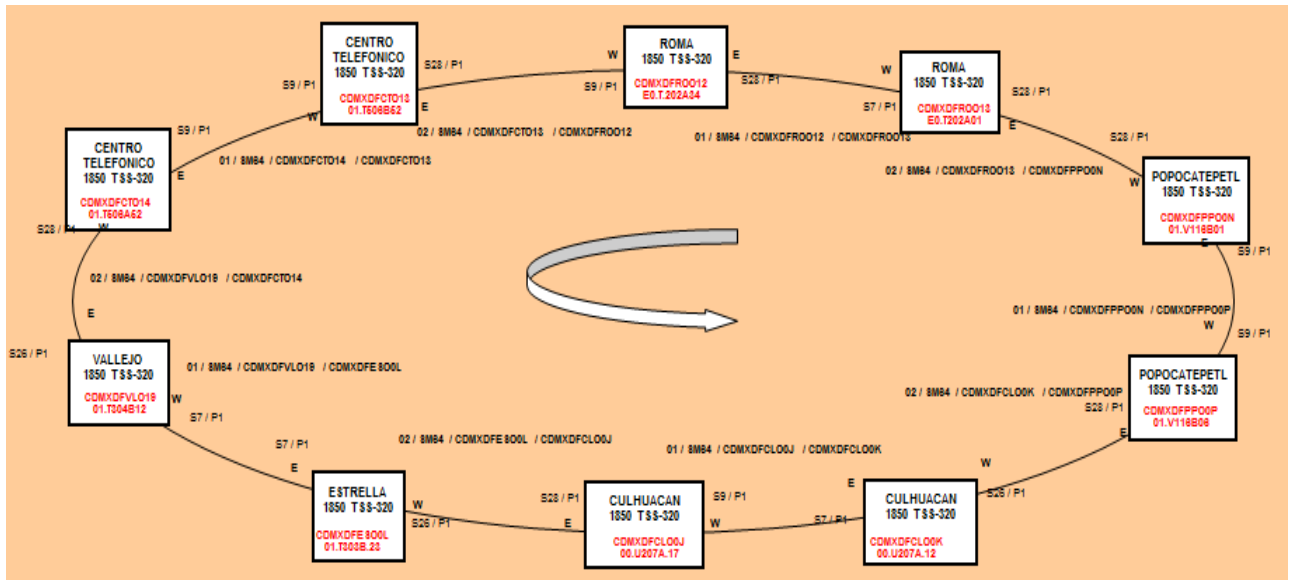


Figura 7.2 Topología Anillo Core1 Ciudad Segura

Tipo de Protección: STM64 Protección MS SPRING 2F

En la tabla 7.3 se muestra la sincronización del Anillo:

Tabla 7.3 Sincronización del Anillo CORE1

PROYECTO DE SINCRONIZACIÓN DEL SISTEMA										
UBICACIÓN DEL EDS:		TIPO DE SEÑAL:								
NODO	JERARQUIA	SINCRONIZACION T0			T1/T4 SQUELCH	SSM VALUE				
		Ref1/Prioridad	Ref2/Prioridad	SSM	Threshold	Rx SSM Byte	Agg STM E Rx	Agg STM E Tx	Agg STM W Rx	Agg STM W Tx
CDMXDFVLO19	NSM	2 Mhz A / 1	AggSTM64 E / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G811	Extracted	Inserted	Don't use	Inserted
CDMXDFCT014	NSR	AggSTM64 W / 1	2 Mhz A / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G812T	Don't use	Inserted	Extracted	Inserted
CDMXDFES00L	ESCLAVO	AggSTM64 W	AggSTM64 E	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
CDMXDFCL00J	ESCLAVO	AggSTM64 W	AggSTM64 E	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
CDMXDFCL00K	ESCLAVO	AggSTM64 W	AggSTM64 E	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
CDMXDFPPO0P	ESCLAVO	AggSTM64 W	AggSTM64 E	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
CDMXDFPPO0N	ESCLAVO	AggSTM64 E	AggSTM64 W	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
CDMXDFRO013	ESCLAVO	AggSTM64 E	AggSTM64 W	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
CDMXDFRO012	ESCLAVO	AggSTM64 E	AggSTM64 W	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
CDMXDFCT013	ESCLAVO	AggSTM64 E	AggSTM64 W	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted

En la tabla 7.4 se muestra el proyecto de gestión del Anillo.

Tabla 7.4 Gestión del Anillo CORE1

NODO	TIPO DE NE	No. NE`s	Tipo de Gestión
VALLEJO 1	GNE	1	Gestión Fuera de Banda
CENTRO TELEFONICO 1	NE	1	Gestión en Banda
ROMA 1	GNE	1	Gestión Fuera de Banda
POPOCATEPETL 1	GNE	1	Gestión Fuera de Banda
CENTRO TELEFONICO 2	GNE	1	Gestión Fuera de Banda
ROMA 2	GNE	1	Gestión Fuera de Banda
POPOCATEPETL 2	GNE	1	Gestión Fuera de Banda
CULHUACAN 2	NE	1	Gestión en Banda
CULHUACAN 1	GNE	1	Gestión Fuera de Banda
ESTRELLA 1	NE	1	Gestión en Banda

La selección de componentes ópticos para la solución se basó en las mediciones ópticas calculadas y de acuerdo con la especificación de puertos ópticos del fabricante Alcatel. El resultado se muestra en la tabla 7.5.

Tabla 7.5 Especificaciones Técnicas y Selección de Componentes Anillo CORE1

RUTA			Longitud	Ancho de Banda	Pérdida Total Calculada en el Canal (dB)		Medición de Pérdida Total en el Canal (dB)		Balance de Potencias (Margen de Seguridad) (dBm)		Componente Seleccionado (agregado óptico)
Tramo	Nodo A	Nodo B			@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	
CT - CT	CDMXDFCTO14	CDMXDFCTO13	30 m	STM64	1	0.5	0.5	0.5	5	13	I-64.1@1310nm
CT - RO	CDMXDFCTO13	CDMXDFROO12	3.47 Km	STM64	3.09	2.74	1.01	0.79	5	13	I-64.1@1310nm
RO - RO	CDMXDFROO12	CDMXDFROO13	25 m	STM64	1	0.5	0.5	0.5	5	13	I-64.1@1310nm
RO - PP	CDMXDFROO13	CDMXDFPPO0N	11.69 Km	STM64	6.68	5.16	4	2.6	5	13	I-64.1@1310nm
PP - PP	CDMXDFPPO0N	CDMXDFPPO0P	60 m	STM64	1	0.5	0.5	0.5	5	13	I-64.1@1310nm
PP - CL	CDMXDFPPO0P	CDMXDFCLO0K	8.8 Km	STM64	6.1	4.5	3.5	2.3	5	13	I-64.1@1310nm
CL - CL	CDMXDFCLO0K	CDMXDFCLO0J	45 m	STM64	1	0.6	0.6	0.5	5	13	I-64.1@1310nm
CL - ES	CDMXDFCLO0J	CDMXDFESO0L	11.11 Km	STM64	6.54	5.1	4	2.8	5	13	I-64.1@1310nm
ES - VL	CDMXDFESO0L	CDMXDFVLO19	28.9 Km	STM64	15.4	14.9	12.9	11.5	5	13	S-64-2b@1550nm
VL - CT	CDMXDFVLO19	CDMXDFCTO14	19.18 Km	STM64	10.17	8.25	7.2	6.9	5	13	I-64.1@1310nm

C. DISEÑO E INSTALACIÓN DEL ANILLO C2 IZTAPALAPA.

En la figura 7.6 se muestra el detalle de los nodos que componen el anillo C2 Iztapalapa, las centrales que lo componen así como el sentido de tráfico en trabajo.

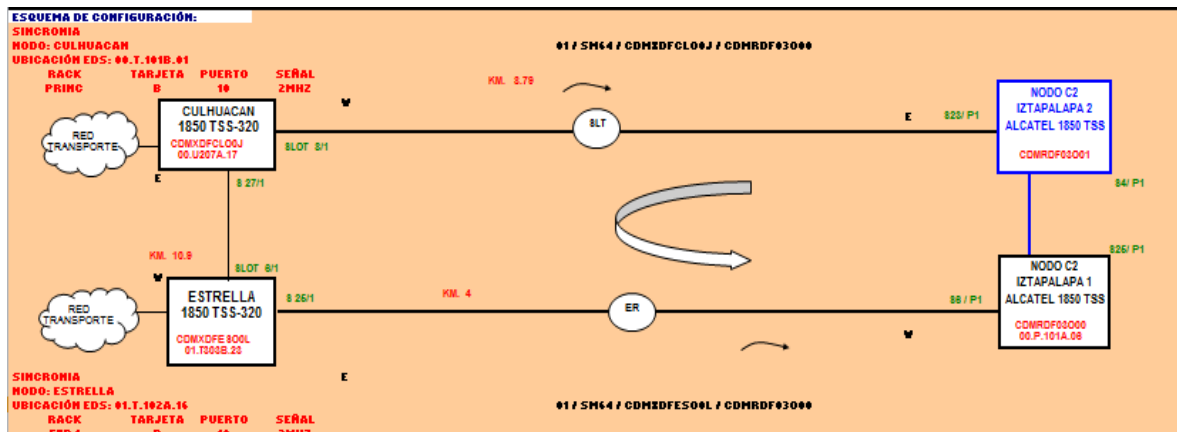


Figura 7.6 Topología Anillo C2 Iztapalapa

En la tabla 7.7 se muestra la sincronización del anillo.

Tabla 7.7 Sincronía del Anillo C2 Iztapalapa

NODO	JERARQUIA	SINCRONIZACION T0			T1/T4 SQUELCH	SSM VALUE				
		Ref1/Prioridad	Ref2/Prioridad	SSM	Threshold	Rx SSM Byte	Agg STM E Rx	Agg STM E Tx	Agg STM W Rx	Agg STM W Tx
CULHUACAN	NSM	AggSTM64 E / 1	2 Mhz A / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G811	Extracted	Inserted	Don't use	Inserted
ESTRELLA	NSR	2 Mhz A / 1	AggSTM64 W / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G811	Don't use	Inserted	Extracted	Inserted
C2 IXTAPALAPA (1)	Esclavo	AggSTM64 E / 1	AggSTM64 W / 2	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
C2 IXTAPALAPA (2)	Esclavo	AqqSTM64 E / 1	AqqSTM64 W / 2	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted

En la tabla 7.8 se muestra la Gestión del anillo.

Tabla 7.8 Gestión del Anillo C2 Iztapalapa

NODO	TIPO DE ER	No. ER's	TIPO DE GESTION
CULHUACAN	GNE	1	Fuera de Banda
ESTRELLA	NE	1	En banda
C2 IXTAPALAPA (1)	NE	1	En banda
C2 IXTAPALAPA (2)	NE	1	En banda

La selección de componentes ópticos para la solución se basó en las mediciones ópticas calculadas y de acuerdo a la especificación de puertos ópticos del fabricante Alcatel. El resultado se muestra en la tabla 7.9.

Tabla 7.9 Especificaciones Técnicas y Selección de Componentes Anillo C2 Iztapalapa

RUTA			Longitud	Ancho de Banda	Calculada en el Canal (dB)		Pérdida Total en el Canal (dB)		Potencias (Margen de Seguridad) (dBm)		Componente Seleccionado (agregado óptico)
Tramo	Nodo A	Nodo B			@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	
ES - C2(1)	CDMXDFES00L	CDMRDF08000	4 Km	STM64	3.3	2.9	1.69	1.45	5	13	L64.1@1310nm
C2(1) - C2(2)	CDMRDF08000	CDMRDF08001	20 m	STM64	1	0.5	0.5	0.5	5	13	L64.1@1310nm
C2(2) - CL	CDMRDF08001	CDMXDFCLOOJ	8.79 Km	STM64	5.4	4.7	3.77	2.97	5	13	L64.1@1310nm
CL - ES	CDMXDFCLOOJ	CDMXDFES00L	10.9 Km	STM64	7.3	5.37	4.39	3.21	5	13	L64.1@1310nm

En las tablas 7.10 y 7.11 se especifican los detalles de medios de acceso para las cámaras del C2 Iztapalapa, cobre y fibra óptica respectivamente.

Tabla 7.10 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Cobre (SHDSL) C2 Iztapalapa

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total
ANILLO-229	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	33
ANILLO-286	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	52
ANILLO-338	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	45
ANILLO-464	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	362
ANILLO-466	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	372
ANILLO-470	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	95
ANILLO-546	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	36
ANILLO-548	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	0
ANILLO-550	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	3
ANILLO-557	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	83
ANILLO-558	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	126
ANILLO-560	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	67
ANILLO-562	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	222
P-P 223	COBRE	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	27
Total general				1523

Tabla 7.11 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Fibra Óptica (Ethernet) C2 Iztapalapa

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total
ANILLO-286	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	17
ANILLO-338	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	4
ANILLO-464	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	67
ANILLO-466	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	44
ANILLO-470	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	37
ANILLO-549	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	4
ANILLO-550	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	1
ANILLO-557	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	6
ANILLO-558	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	17
ANILLO-560	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	8
ANILLO-562	FIBRA ÓPTICA	IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	20
Total general				225

En la tabla 7.12 se muestra el dimensionamiento SDH y Eth.

Tabla 7.12 Dimensionamiento C2 Iztapalapa

C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	EQUIPO ADVA GBE	Total STVs	ANCHO DE BANDA (Mbps)
IZTAPALAPA	GUSTAVO A MADERO	Gi 1	466	954
		Gi 2	422	864
		Gi 3	426	872
		Gi 4	364	745
		Gi 5	70	143
TOTAL			1748	3580

D. DISEÑO E INSTALACIÓN DEL ANILLO C2 GUSTAVO A. MADERO

En la figura 7.13 se muestra el detalle de los nodos que componen el anillo C2 Gustavo A. Madero, las centrales que lo componen así como el sentido de tráfico en trabajo.

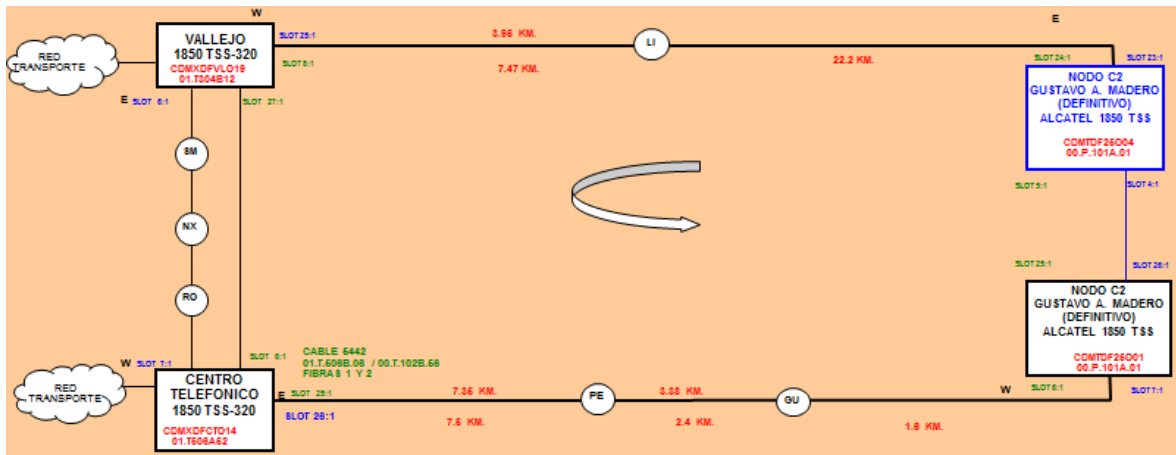


Figura 7.13 Topología Anillo C2 Gustavo A. Madero

En la tabla 7.14 se muestra la sincronización del anillo.

Tabla 7.14 Sincronía del Anillo C2 Gustavo A. Madero

NODO	JERARQUIA	SINCRONIZACION T0			T1/T4 SQUELCH	SSM VALUE				
		Ref1/Prioridad	Ref2/Prioridad	SSM	Threshold	Rx SSM Byte	Agg STM E Rx	Agg STM E Tx	Agg STM W Rx	Agg STM W Tx
VALLEJO	NSM	2 Mhz A / 1	AggSTM64	Enable	G.811	2 Mhz A	Extracted	Inserted	Don't use	Inserted
CENTRO TELEFONICO	NSR	AggSTM64 W / 1	2 Mhz A / 2	Enable	G.811	2 Mhz A	Don't use	Inserted	Extracted	Inserted
C2 GUSTAVO A. MADERO 1	Esclavo	AggSTM64 E / 1	AggSTM64	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
C2 GUSTAVO A. MADERO 2	Esclavo	AggSTM64 E / 1	AggSTM64	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted

En la tabla 7.15 se especifica la gestión del anillo.

7.15 Gestión del Anillo C2 Gustavo A. Madero

NODO	TIPO DE ER	No. ER's	TIPO DE GESTION
VALLEJO	GNE	1	Fuera de Banda
CENTRO TELEFONICO	NE	1	En banda
C2 GUSTAVO A. MADERO 1	NE	1	En banda
C2 GUSTAVO A. MADERO 2	NE	1	En banda

La selección de componentes ópticos para la solución se basó en las mediciones ópticas calculadas y de acuerdo a la especificación de puertos ópticos del fabricante Alcatel. El resultado se muestra en la tabla 7.16.

Tabla 7.16 Especificaciones Técnicas y Selección de Componentes Anillo C2 Gustavo A. Madero

RUTA			Longitud	Ancho de Banda	Pérdida Total Calculada en el Canal (dB)		Medición de Pérdida Total en el Canal (dB)		Balance de Potencias (Margen de Seguridad) (dBm)		Componente Seleccionado (agregado óptico)
Tramo	Nodo A	Nodo B			@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	
VL - C2(2)	CDMXDFVLO19	CDMTDF25004	31.06 Km	STM64	22.5	19.8	18.5	16.3	5	13	P1.L1.2D2@1550nm
C2(2) - C2(1)	CDMTDF25004	CDMTDF25001	20 m	STM64	1	0.5	0.5	0.5	5	13	L-64.1@1310nm
C2(1) - CT	CDMTDF25001	CDMXDFCTO14	12.54 Km	STM64	10.66	9.7	8.5	7.4	5	13	L-64.1@1310nm
CT - VL	CDMXDFCTO14	CDMXDFVLO19	23.13 Km	STM64	16.55	14.24	10.27	6.7	5	13	S-64.2b@1550nm

En las tablas 7.17 y 7.18 se especifican los detalles de medios de acceso para las cámaras del C2 Gustavo A. Madero, cobre y fibra óptica respectivamente.

Tabla 7.17 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Cobre (SHDSL) C2 Gustavo A Madero

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total
ANILLO-199	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	219
ANILLO-465	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	234
ANILLO-472	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	6
ANILLO-509	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	108
ANILLO-546	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	0
ANILLO-547	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	96
ANILLO-554	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	216
ANILLO-557	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	345
ANILLO-558	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	212
ANILLO-559	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	15
ANILLO-563	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	466
PTO-PTO 223	COBRE	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	23
Total general				1940

Tabla 7.18 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Fibra Óptica (Ethernet) C2 Gustavo A. Madero

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total
ANILLO-199	FIBRA ÓPTICA	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	11
ANILLO-465	FIBRA ÓPTICA	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	27
ANILLO-472	FIBRA ÓPTICA	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	5
ANILLO-557	FIBRA ÓPTICA	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	8
ANILLO-563	FIBRA ÓPTICA	GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	29
Total general				80

En la tabla 7.19 se muestra el dimensionamiento SDH y Eth.

Tabla 7.19 Dimensionamiento C2 Gustavo A. Madero

C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	EQUIPO ADVA GBE	Total STVs	ANCHO DE BANDA
------------	---------------	-----------------	------------	----------------

GUSTAVO A MADERO	CENTRO HISTÓRICO	Gi 1	464	950
		Gi 2	425	870
		Gi 3	270	553
		Gi 4	487	997
		Gi 5	374	766
TOTAL			2020	4137

E. DISEÑO E INSTALACIÓN DEL ANILLO C2 CENTRO HISTÓRICO.

En la figura 7.20 se muestra el detalle de los nodos que componen el anillo C2 Centro Histórico, las centrales que lo componen así como el sentido de tráfico en trabajo.

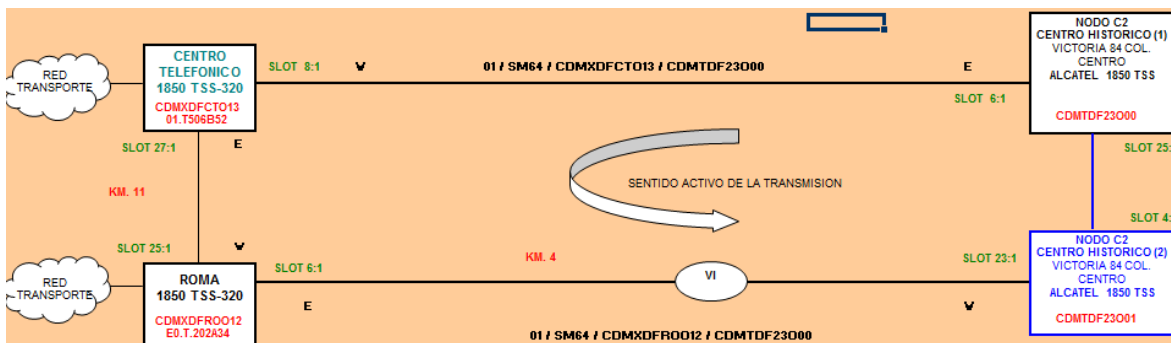


Figura 7.20 Topología Anillo C2 Centro Histórico

En la tabla 7.21 se muestra la sincronización del anillo.

Tabla 7.21 Sincronía del Anillo C2 Centro Histórico

NODO	JERARQUIA	SINCRONIZACION T0			T1/T4 SQUELCH	SSM VALUE				
		Ref1/Prioridad	Ref2/Prioridad	SSM	Threshold	Rx SSM Byte	Agg STM E Rx	Agg STM E Tx	Agg STM W Rx	Agg STM W Tx
CENTRO TELEFONICO	NSM	2 Mhz A / 1	AggSTM64 E / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G811	Extracted	Inserted	Don't use	Inserted
ROMA	NSR	AggSTM64 W / 1	2 Mhz A / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G812T	Don't use	Inserted	Extracted	Inserted
C2 CENTRO HISTORICO (1)	Esclavo	AggSTM64 E / 1	AggSTM64 W / 2	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
C2 CENTRO HISTORICO (2)	Esclavo	AggSTM64 E / 1	AggSTM64 W / 2	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted

En la tabla 7.22 se especifica la gestión del anillo.

7.22 Gestión del Anillo C2 Centro Histórico

NODO	SINCRONIZACION T0		T1/T4 SQUELCH	SSM VALUE				
	Ref2/Prioridad	SSM	Threshold	Rx SSM Byte	Agg STM E Rx	Agg STM E Tx	Agg STM W Rx	Agg STM W Tx
CENTRO TELEFONICO	AggSTM64 E / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G811	Extracted	Inserted	Don't use	Inserted
ROMA	2 Mhz A / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G812T	Don't use	Inserted	Extracted	Inserted
C2 CENTRO HISTORICO (1)	AggSTM64 W / 2	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
C2 CENTRO HISTORICO (2)	AggSTM64 W / 2	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted

La selección de componentes ópticos para la solución se basó en las mediciones ópticas calculadas y de acuerdo a la especificación de puertos ópticos del fabricante Alcatel. El resultado se muestra en la tabla 7.23.

Tabla 7.23 Especificaciones Técnicas y Selección de Componentes Anillo C2 Centro Histórico

RUTA			Longitud	Ancho de Banda	Pérdida Total Calculada en el Canal (dB)		Medición de Pérdida Total en el Canal (dB)		Balance de Potencias (Margen de Seguridad) (dBm)		Componente Seleccionado (agregado óptico)
Tramo	Nodo A	Nodo B			@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	
CT - C2(1)	CDMXDFCTO13	CDMTDF23O00	3 Km	STM64	3.2	2.8	1.65	1.4	5	13	-64.1@1310nm
C2(1) - C2(2)	CDMTDF23O00	CDMTDF23O01	20 m	STM64	1	0.5	0.5	0.5	5	13	-64.1@1310nm
C2(2) - RO	CDMTDF23O01	CDMXDFROO12	6 Km	STM64	5.5	4	3.2	2.1	5	13	-64.1@1310nm
RO - CT	CDMXDFROO12	CDMXDFCTO13	11 Km	STM64	6.5	5	5.1	4.4	5	13	-64.1@1310nm

En las tablas 7.24 y 7.25 se especifican los detalles de medios de acceso para las cámaras del C2 Centro Histórico, cobre y fibra óptica respectivamente.

Tabla 7.24 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Cobre (SHDSL) C2 Centro Histórico

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total
ANILLO-369	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	0
ANILLO-469	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	2
ANILLO-472	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	88
ANILLO-491	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	109
ANILLO-509	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	36
ANILLO-515	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	14
ANILLO-546	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	97
ANILLO-547	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	201
ANILLO-552	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	99
ANILLO-554	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	26
ANILLO-558	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	37
ANILLO-559	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	359
ANILLO-562	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	0
ANILLO-563	COBRE	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	25
Total general				1093

Tabla 7.25 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Fibra Óptica (Ethernet) C2 Centro Histórico

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total
ANILLO-547	FIBRA ÓPTICA	CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	1
Total general				1

En la tabla 7.26 se muestra el dimensionamiento SDH y Eth.

Tabla 7.26 Dimensionamiento C2 Centro Histórico

C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	EQUIPO ADVA GBE	Total STVs	ANCHO DE BANDA
CENTRO HISTÓRICO	ÁLVARO OBREGÓN	Gi 1	444	909
		Gi 2	385	788
		Gi 3	265	543
		Gi 4	0	0
TOTAL			1094	2241

F. DISEÑO E INSTALACIÓN DEL ANILLO C2 BENITO JUÁREZ.

En la figura 7.27 se muestra el detalle de los nodos que componen el anillo C2 Benito Juárez, las centrales que lo componen así como el sentido de tráfico en trabajo.

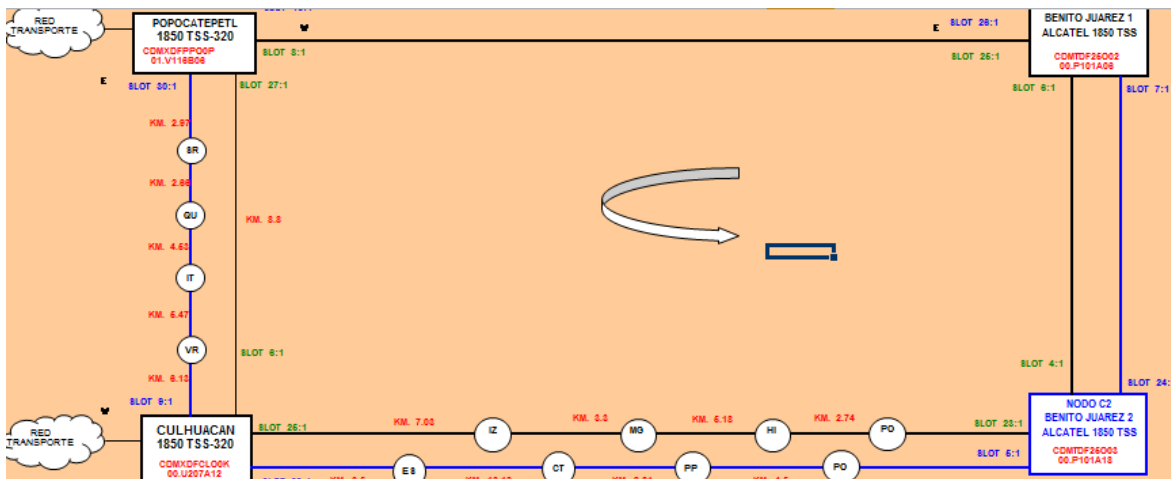


Figura 7.27 Topología Anillo C2 Benito Juárez

En la tabla 7.28 se muestra la sincronización del anillo.

Tabla 7.28 Sincronía del Anillo C2 Benito Juárez

NODO	JERARQUIA	SINCRONIZACION T0			T1/T4 SQUELCH	SSM VALUE				
		Ref1/Prioridad	Ref2/Prioridad	SSM	Threshold	Rx SSM Byte	Agg STM E Rx	Agg STM E Tx	Agg STM W Rx	Agg STM W Tx
POPOCATEPETL	NSM	2 Mhz A / 1	AggSTM64 E / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G811	Extracted	Inserted	Don't use	Inserted
CULHUACAN	NSR	AggSTM64 W / 1	2 Mhz A / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G812T	Don't use	Inserted	Extracted	Inserted
C2 BENITO JUAREZ (1)	Esclavo	AggSTM64 E / 1	AggSTM64 W / 2	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
C2 BENITO JUAREZ (2)	Esclavo	AggSTM64 E / 1	AggSTM64 W / 2	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted

En la tabla 7.29 se especifica la gestión del anillo.

7.29 Gestión del Anillo C2 Benito Juárez

NODO	SINCRONIZACION TO		T1/T4 SQUELCH	SSM VALUE				
	Ref2/Prioridad	SSM	Threshold	SSM	Agg STM E Rx	Agg STM E Tx	Agg STM W Rx	Agg STM W Tx
POOCATEPETL	AggSTM6	Enable	G.811	2 M	Extracted	Inserted	Don't use	Inserted
CULHUACAN	2 Mhz A	Enable	G.811	2 M	Don't use	Inserted	Extracted	Inserted
C2 BENITO JUAREZ (1)	AggSTM6	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted
C2 BENITO JUAREZ (2)	AggSTM6	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted

La selección de componentes ópticos para la solución se basó en las mediciones ópticas calculadas y de acuerdo a la especificación de puertos ópticos del fabricante Alcatel. El resultado se muestra en la tabla 7.30.

Tabla 7.30 Especificaciones Técnicas y Selección de Componentes Anillo C2 Benito Juárez

RUTA			Longitud	Ancho de Banda	Pérdida Total Calculada en el Canal (dB)		Medición de Pérdida Total en el Canal (dB)		Balance de Potencias (Margen de Seguridad) (dBm)		Componente Seleccionado (agregado óptico)
Tramo	Nodo A	Nodo B			@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	
PP - C2(1)	CDMXDFPPO0P	CDMTDF26002	6.5 Km	STM64	5.5	4.3	3.2	2.5	5	13	L64.1@1310nm
C2(1) - C2(2)	CDMTDF26002	CDMTDF26003	20 m	STM64	1	0.5	0.5	0.5	5	13	L64.1@1310nm
C2(2) - CL	CDMTDF26003	CDMXDFCLO0K	36.97 Km	STM64	22.79	17.98	15.05	10.06	5	13	P1L1.2D2@1550nm
CL - PP	CDMXDFCLO0K	CDMXDFPPO0P	21.76 Km	STM64	17.36	14.69	10.73	7.12	5	13	P1L1.2D2@1550nm

En las tablas 7.31 y 7.32 se especifican los detalles de medios de acceso para las cámaras del C2 Benito Juárez, cobre y fibra óptica respectivamente.

Tabla 7.31 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Cobre (SHDSL) C2 Benito Juárez

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total
ANILLO-192	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	69
ANILLO-338	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	42
ANILLO-469	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	90
ANILLO-470	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	64
ANILLO-471	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	80
ANILLO-472	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	75
ANILLO-546	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	101
ANILLO-547	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	0
ANILLO-548	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	143
ANILLO-549	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	187
ANILLO-550	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	119
ANILLO-552	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	0
ANILLO-554	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	0
ANILLO-558	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	275
P-P 223	COBRE	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	1
Total general				1246

Tabla 7.32 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Fibra Óptica (Ethernet) C2 Benito Juárez

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total
ANILLO-470	FIBRA ÓPTICA	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	38
ANILLO-471	FIBRA ÓPTICA	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	14
ANILLO-472	FIBRA ÓPTICA	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	2
ANILLO-548	FIBRA ÓPTICA	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	5
ANILLO-549	FIBRA ÓPTICA	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	97
ANILLO-550	FIBRA ÓPTICA	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	13
ANILLO-558	FIBRA ÓPTICA	BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	2
Total general				171

En la tabla 7.33 se muestra el dimensionamiento SDH y Eth.

Tabla 7.33 Dimensionamiento C2 Benito Juárez

C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	EQUIPO ADVA GBE	Total STVs	ANCHO DE BANDA
BENITO JUÁREZ	IZTAPALAPA	Gi 1	183	375
		Gi 2	207	424
		Gi 3	162	332
		Gi 4	487	997
		Gi 5	378	774
TOTAL			1417	2902

G. DISEÑO E INSTALACIÓN DEL ANILLO C2 ÁLVARO OBREGÓN.

En la figura 7.34 se muestra el detalle de los nodos que componen el anillo C2 Benito Juárez, las centrales que lo componen así como el sentido de tráfico en trabajo.

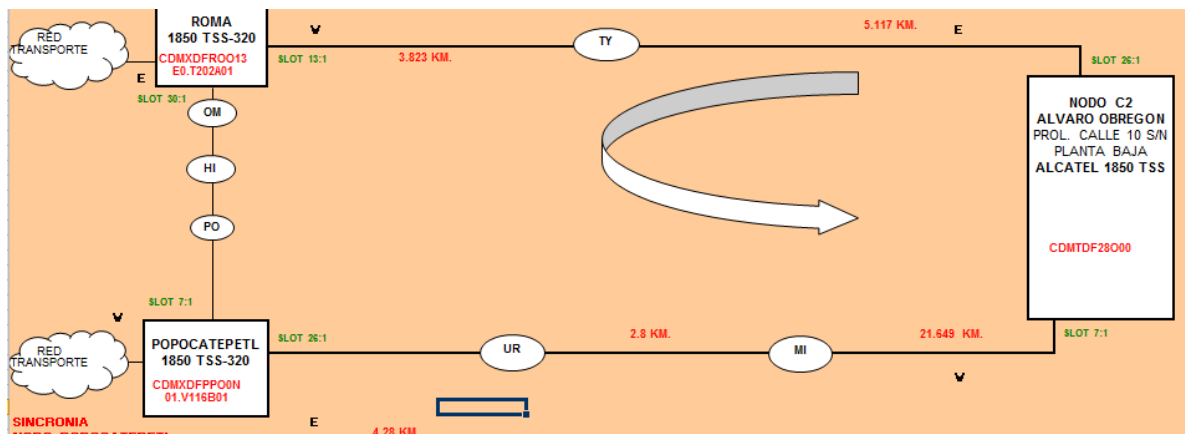


Figura 7.34 Topología Anillo C2 Álvaro Obregón

En la tabla 7.35 se muestra la sincronización del anillo.

Tabla 7.35 Sincronía del Anillo C2 Álvaro Obregón

NODO	JERARQUIA	SINCRONIZACION T0			T1/T4	SSM VALUE					
		Ref1/Prioridad	Ref2/Prioridad	SSM	SQUELCH	Threshold	Rx SSM Byte	Agg STM E Rx	Agg STM E Tx	Agg STM W Rx	Agg STM W Tx
ROMA	NSM	2 Mhz A / 1	AggSTM64 E / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G811	Extracted	Inserted	Don't use	Inserted	
POPOCATEPETL	NSR	AggSTM64 W / 1	2 Mhz A / 2	Enable	G.811	2 Mhz A G812T	Don't use	Inserted	Extracted	Inserted	
ALVARO OBREGON C2	Esclavo	AggSTM64 E / 1	AggSTM64 W / 2	Enable	G.811		Extracted	Inserted	Extracted	Inserted	

En la tabla 7.36 se especifica la gestión del anillo.

7.36 Gestión del Anillo C2 Álvaro Obregón

NODO	TIPO DE ER	No. ER's	TIPO DE GESTION
ROMA	GNE	1	Fuera de Banda
POPOCATEPETL	GNE	1	Fuera de Banda
ALVARO OBREGON C2	NE	1	En banda

La selección de componentes ópticos para la solución se basó en las mediciones ópticas calculadas y de acuerdo a la especificación de puertos ópticos del fabricante Alcatel. El resultado se muestra en la tabla 7.37.

Tabla 7.37 Especificaciones Técnicas y Selección de Componentes Anillo C2 Álvaro Obregón

RUTA			Longitud	Ancho de Banda	Pérdida Total Calculada en el Canal (dB)		Medición de Pérdida Total en el Canal (dB)		Balance de Potencias (Margen de Seguridad) (dBm)		Componente Seleccionado (agregado óptico)
Tramo	Nodo A	Nodo B			@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	@ 1310nm	@ 1550 nm	
RO - C2	CDMXDFROO13	CDMTDF28O00	8.03 Km	STM64	6.87	5.98	1.64	1.1	5	13	L64.1@1310nm
C2 - PP	CDMTDF28O00	CDMXDFPPO0N	28.7 Km	STM64	19.06	16.18	4.58	3.03	5	13	P1L1.2D2@1550nm
PP - RO	CDMXDFPPO0N	CDMXDFROO13	15.07 Km	STM64	14.03	12.9	8.15	5.71	5	13	P1L1.2D2@1550nm

En las tablas 7.38 y 7.39 se especifican los detalles de medios de acceso para las cámaras del C2 Álvaro Obregón, cobre y fibra óptica respectivamente.

Tabla 7.38 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Cobre (SHDSL) C2 Álvaro Obregón

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total STVs
ANILLO-192	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	25
ANILLO-235	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	29
ANILLO-332	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	20
ANILLO-338	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	0
ANILLO-369	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	170
ANILLO-470	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	74
ANILLO-472	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	114
ANILLO-491	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	35
ANILLO-510	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	24

ANILLO-546	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	124
ANILLO-547	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	12
ANILLO-548	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	1
ANILLO-549	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	98
ANILLO-551	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	200
ANILLO-554	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	183
ANILLO-555	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	167
ANILLO-559	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	11
ANILLO-563	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	32
ANILLO-566	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	227
ANILLO-610	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	72
P- P 2681/2682	COBRE	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	73
Total general				1691

Tabla 7.39 Detalle de Cámaras con Medio de Acceso Fibra Óptica (Ethernet) C2 Álvaro Obregón

TOPOLOGÍA COLECTORA	MEDIO DE ACCESO	C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	Total
ANILLO-192	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	10
ANILLO-235	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	11
ANILLO-338	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	3
ANILLO-470	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	38
ANILLO-472	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	4
ANILLO-510	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	9
ANILLO-549	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	39
ANILLO-551	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	8
ANILLO-563	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	3
ANILLO-566	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	10
ANILLO-610	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	25
PTO-PTO 2681	FIBRA ÓPTICA	ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	30
Total general				190

En la tabla 7.40 se muestra el dimensionamiento SDH y Eth.

Tabla 7.40 Dimensionamiento C2 Álvaro Obregón

C2 TRABAJO	C2 PROTECCIÓN	EQUIPO ADVA GBE	Total STVs	ANCHO DE BANDA (MB)
ÁLVARO OBREGÓN	BENITO JUÁREZ	Gi 1	373	764
		Gi 2	317	649
		Gi 3	222	455
		Gi 4	493	1010
		Gi 5	476	975
TOTAL			1881	3852

H. ARQUITECTURA GENERAL DEL SERVICIO.

En La figura 7.42 se muestra un ejemplo de la arquitectura general del servicio end to end.

VIII. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED IMPLEMENTADA: CENTRO NACIONAL DE SUPERVISIÓN RED DE ACCESO: UN EQUIPO DEDICADO A MANTENER OPERANDO LAS REDES DE CLIENTES.

Mi participación está fundamentada en las funciones de mi puesto y en las que coordiné, y mantengo coordinando para asegurar el desarrollo, implementación y mejora continua de los procesos y procedimientos de atención específicamente seguidos para la supervisión remota así como para los mantenimientos reactivos y proactivos que se ejecutaron y aún se ejecutan en esta red.

Todos los procesos están modelados a partir de las recomendaciones de las mejores prácticas de las industrias de TI, bajo el marco de ITIL® expuesto anteriormente en su libro “OPERACIÓN DEL SERVICIO”.

Una vez que las redes de clientes y sus correspondientes servicios son entregados a los clientes (transición del servicio), pasan a estado “operativo”, momento en el cual deben ser monitoreados en forma remota por el Centro Nacional de Supervisión Red de Acceso.

Se utilizan herramientas de monitoreo, diagnóstico y operación para cada uno de los proveedores tecnológicos de TELMEX®. De esta forma, para cada uno de ellos se tiene un sistema de gestión propietario por lo que, de acuerdo con la solución de cada red, se tienen que monitorear los sistemas de gestión citados.

Para el caso de la solución tecnológica implementada para este proyecto, se utilizan sistemas de gestión para SDH NG (2), DWDM (2) y Ethernet (3).

El monitoreo debe ser 24 hrs los 365 días del año, asegurando la correcta operación de las redes, implementando rutinas de mantenimiento preventivo para asegurar la disponibilidad del medio, y reactivo, para restaurar fallos en el menor tiempo posible, de acuerdo al SLA comprometido.

Para este proyecto (y que replico para otros más), instauré un modelo de operación dedicado a esta red, con recursos que sólo monitorean, operan, diagnostican y solucionan fallas en la red o fallas en el servicio, identificando eventos, solucionando incidentes y resolviendo problemas.

Para este grupo desarrollé procesos, procedimientos, definí métricas, puntos de control e indicadores claves de desempeño para asegurar que la operación fuese correcta, identificar desviaciones y corregirlas de tal forma que siempre exista mejora continua de acuerdo al ciclo correspondiente expuesto en la sección teórica de este trabajo.

Estas rutinas fueron definidas de manera que para cada evento en la red se defina su criticidad, impacto o no al servicio y se aplique el correspondiente procedimiento de solución; se identifique si este evento se convierte en un incidente y a su vez en un problema. Los incidentes deben solucionarse en el menor tiempo posible y de no conocerse la causa raíz de la falla, se desarrolla el modelo de análisis hasta definir dicha causa raíz e implementar el procedimiento de identificación y solución para que en una siguiente instancia, de presentarse, sea solucionado en forma oportuna.

Para las métricas de los eventos, incidentes y problemas definí:

- Cantidad.
- Duración.
- Reincidencias.

En la figura 8.1 se muestra el proceso general de atención de incidentes para el caso particular de Ciudad Segura; en la tabla 8.2 detallo el proceso por cada una de sus etapas en cuanto a sus objetivos y acciones para conseguirlos.

IX. CONCLUSIONES Y APORTACIONES.

El diseño de redes telecomunicaciones se mantiene en constante evolución, fuimos desde la existencia de sistemas PDH hasta las redes de nueva generación y Ethernet.

Cada operador de telecomunicaciones debe permanecer a la vanguardia tecnológica para asegurar ofrecer las mejores soluciones de acuerdo a las necesidades de cada uno de sus clientes actuales y potenciales.

Aquí expuse un modelado, diseño, desarrollo e implementación de las redes que exigieron la utilización de las mejores tecnologías de la información disponibles en México para ofrecer la mejor solución tanto para el cliente, como para el propio operador para el cual laboro, costeable para ambas partes.

La solución implicó la aplicación a profundidad de los conocimientos más importantes en materia de redes de telecomunicaciones que adquirí durante mi formación como ingeniero, por lo que concluyo que la Ingeniería es una de las ramas directamente relacionada al desarrollo de las tecnologías de la información que son un motor de la economía mundial.

Durante el análisis y modelado de estos sistemas físicos para poder cumplir con la demanda y expectativa de nuestro cliente, pude aplicar a profundidad tanto las teorías como las prácticas que desarrollé durante mi formación académica, desde el pensamiento matemático hasta la aplicación puntual del modelado de enlaces ópticos, utilizando la teoría, modelos ya existentes, experiencias y conclusiones expuestas durante cada práctica en que participé.

Por otro lado, puedo también concluir que mis aportaciones a éste proyecto fueron las siguientes:

- Desarrollé de un modelo práctico para establecer los requerimientos técnicos que cumplieren con las necesidades de cada uno de los sitios de video vigilancia que nuestro cliente estableció, así como en el cumplimiento de los niveles de servicio pactados en el acuerdo de nivel de servicio (SLA).
- Fui pionero en el modelo de operación de red que llegó a cumplir con los niveles de servicio establecidos, asegurando la calidad y disponibilidad de enlaces necesario para la correcta prestación del servicio en cuanto a lo referido a la red de transporte entre cada uno de los sitios de video vigilancia y su centro de control y comando (C2) que lo supervisa.
- Implementé las recomendaciones especificadas en la librería de las mejores prácticas en la industria de las telecomunicaciones (ITIL®), en lo referido al diseño, transición y operación del servicio, sin pasar por alto la mejora continua del mismo.
- Desarrollé nuevos procesos prácticos que impactaron en la mejora de la operación del servicio, enfocado en la gestión de incidentes y problemas, no sólo para éste cliente, sino para todos aquéllos los clientes empresariales que basan su negocio en la correcta operación de sus aplicaciones de telecomunicaciones.

Siendo así, considero que he aplicado plenamente una amplia gama de las habilidades, conocimientos, aptitudes y actitudes que un ingeniero en la rama de las telecomunicaciones requiere para poder desarrollar un proyecto como el aquí expuesto, por lo que considero que mi preparación en ésta institución ha sido satisfactoria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Capítulo II.

¹ Gobierno del Distrito Federal, Centro de Protección a Emergencias y protección Ciudadana de la Ciudad de México.

<http://www.caepccm.df.gob.mx/doctos/transparencia2012/Programa_Ciudad_Segura.pdf> p. 2.

² Ibid., p.2.

³ Ibid., p.3.

⁴ Ibid., p.4.

⁵ Ibid p.5.

⁶ Ibid p.6.

⁷ Ibid p.7.

⁸ Ibid p.8.

² Ibid p.8.

Capítulo III:

¹ Biblioteca CENACE, Estudio de la Tecnología Ethernet Sobre SDH y Pruebas de Canalización Utilizando Multiplexores HI7070, para El trayecto Quito y Guayaquil de la Red de Transelectric S. A. .<http://biblioteca.cenace.org.ec/jspui/bitstream/123456789/1008/4/Chacha_Julio.pdf> p. 2.

² Ibid p. 2.

³ Ibid p. 3.

⁴ Ibid p. 3.

⁵ Wikipedia: La enciclopedia libre: Ethernet .< <http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>> p. 1, Tabla: "Estructura de la Trama de 802.3 Ethernet".

⁶ Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización de las Telecomunicaciones, G.991.2, Serie G: Sistemas y Medios de Transmisión, Sistemas y Redes Digitales, Secciones Digitales y Sistemas Digitales de Línea – Redes de Acceso. Diciembre 2003. "Tranceptores de Línea de Abonado de Alta Velocidad Simétricos" (versión electrónica). p. 116.

⁷ International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector, G651.1, Series G: Transmission Systems Media, Digital Systems and Networks, Transmission Media and ÓPTICAL System Characteristics – ÓPTICAL Fiber Cables. Julio 2007. “Characteristics of a 50/125 µm multimode graded index ÓPTICAL fibre cable for the ÓPTICAL access network”, (versión electrónica). p. 12.

⁸ International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector, G652, Series G: Transmission Systems Media, Digital Systems and Networks, Transmission Media and ÓPTICAL System Characteristics – ÓPTICAL Fiber Cables. noviembre 2009. “Characteristics of a single-mode ÓPTICAL fibre and cable”, (versión electrónica). p. 13.

⁹ Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización de las Telecomunicaciones, G.991, Serie G: Sistemas y Medios de Transmisión, Sistemas y Redes Digitales, Características de los medios de transmisión – Características de los componentes y los subsistemas ópticos: “Interfaces ópticas para los sistemas monocanal STM-64 y otros sistemas de la jerarquía digital síncrona con amplificadores ópticos“. Marzo 2006. “Tranceptores de Línea de Abonado de Alta Velocidad Simétricos” (versión electrónica). p. 10-12.

¹⁰ International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector, G652, Series G: Transmission Systems Media, Digital Systems and Networks, Data Over Transport – Generic aspects – General. Abril 2011. “Generic Framing Procedure”, (versión electrónica). p. 7.

Bibliografía Impresa:

SONET/SDH Demystified: SDH Demistified

Shepard, Steven

Editorial McGraw Hill

ÓPTICAL Fiber Communications, 4^a Edición.

Keiser, Gerd,

Editorial McGraw Hill

ÓPTICAL Communications Essentials

Keiser, Gerd

Editorial McGraw Hill

Convergencia de las Telecomunicaciones

Shepard, Steven

Editorial McGraw Hill

Equipo HDSL Planta Interna

INTTELMEX

TELMEX®

DWDM Network Designs and Engineering Solutions

Ashwin Gumaste, Tony Antony

Editorial Cisco Press

Understanding Fiber Optics

Hecht, Jeff

Editorial Prentice Hall

Nueva Tecnología, SDH de Nueva Generación: Taller de transmisión y pruebas de SDH ethernet

INTTELMEX

TELMEX®

Taller de transmisión y pruebas de SDH Ethernet.

INTTELMEX,

TELMEX®

Procedimiento para el Suministro de Lada Enlaces Ethernet Baja Velocidad, P/06/004/02.

INTTELMEX,

TELMEX®

Procedimiento de Suministro de Servicios Ethernet de Alta Velocidad (Banda Ancha). P/06/003/02.

INTTELMEX

TELMEX®

The evolution of ÓPTICAL systems: Optics everywhere.

Alferness, H. Kogelnik, T. H. Wood.

Bell Labs Technical Journal. Vol. 5. 2000.

Empalmes de Fibra Óptica

Bianchi, Carlos,

UCV

Planificación e Instalación de un Enlace por Fibra Óptica

Bianchi, Carlos

UCV

Recomendaciones ITU

T-G.957

Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona

T-G.651

Interfaces ópticas para los sistemas monocanal STM-64 y otros sistemas de la jerarquía digital síncrona con amplificadores ópticos

T-G.651.1

Characteristics of a 50/125 μm multimode graded index ÓPTICAL fibre cable for the ÓPTICAL access network

T-G.991.2

Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par

T-G.703

Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas

Bibliografía web:

<http://www.ieee802.org/3/>

http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/net_mgmt/active_network_abstraction/3-7/reference/guide/ANARefGuide37/ethrnt.html

<http://ITIL@v3.osiatis.es/>

<http://www.ITIL@.com.mx/>

<http://www.ITIL@-officialsite.com/>

http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3

<http://neutron.ing.ucv.ve/eiefile/Carlos%20Bianchi/08-Empalmes.pdf>

www.cisco.com

<http://www.alcatel-lucent.com/>

<http://www.ciena.com.mx/>

<http://www.advaÓPTICAL.com/>

<http://pss.com.mx/>

<http://www.tellabs.com/>

ANEXO I.

Tabla de especificaciones de los módulos ópticos STM64 para el equipo Alcatel 18500 TSS.

B&W STM-64 XFP module type		I-64.1 / 10GbE Base-L	S-64-2b / 10GbE Base-E	P1L1-2D2	Unit
Digital signal		STM-64 compliant with G.707, G.958, G.691 10GbE compliant with IEEE 802.3 (XI641, XS642 only)			
Addressed wavelength		1290 -> 1330	1530 -> 1565	1530 -> 1565	nm
Min. launched power		-6.0	-1.0	0	dBm
Max. launched power		-1.0	+2.0	+4.0	dBm
Allowed bit rate		9.95328; 10.3125; 10.709		9.95328; 10.709	Mbps
Min. extinction ratio (dB)		6.0	8.2	9.0	dB
Spectral width	Max. -20dB bandwidth	1.0	0.25	0.25	nm
	Max. RMS width	NA	NA	NA	nm
Minimum SMSR		30	30	30	dB
Max. chromatic dispersion		60	800	1600	ps/nm
Min sensitivity with fiber, @BER=1E ⁻¹²		-11.0	-14.0	-24.0	dBm
Min. overload		0.5	-1.0	-7.0	dBm
Max. optical path penalty		1.0	2.0	2.0	dB
Max. receiver reflectance		-14	-27	-27	dB
Optical connector (Tx/Rx)		LC	LC	LC	
Fiber type		SMF	SMF	SMF	
Acronym		XI641	XS642	XP1L12D2	
Interface type		I-64.1 / 10G Base-L	S-64.2b / 10G Base-E	P1L1-2D2	

STM-64 modules ÓPTICA characteristics

ANEXO II

Tabla de especificaciones técnicas para los módulos ópticos de la tarjeta PP20 del equipo Alcatel 1855 TSS.

DATA Optical Line bit rate 1 Gbit/s (1GbEth, 1000Base-S/L/Z)
10 Gbit/s (10GbEth, 10GBase-S/L/E, P1L1)

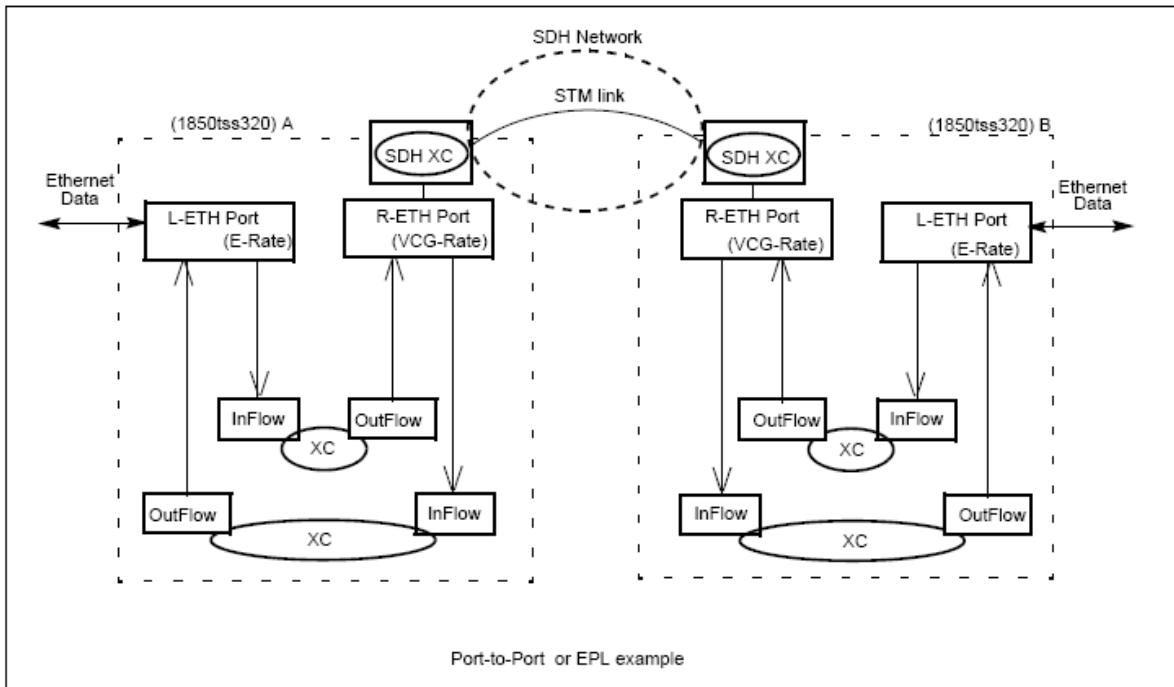
DATA Electrical Line bit rate not available

Applied Standard :

Ethernet Recs. IEEE 802.3
IEEE 802.1D, 802.1Q, 802.1AD
IEEE 802.1s, 802.1w
ITU-T 8011x
MEF 6, MEF 10

<p>GigaBit Ethernet Optical characteristics (1GbE)</p>	<p>Interface type: 1000B-SX, 1000B-LX, 1000B-ZX SS161, SS-162C, SL-162C Characteristics are given in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1000B-SX: Table 5. page 120 - 1000B-LX: Table 6. page 121 - 1000B-ZX: Table 7. page 122 - “AnyRate” SS161: Table 9. page 124 - “colored”: SS-162C, SL-162C: Table 8. page 123 <p>Optical connectors: LC/PC on SFP (Small Formfactor Pluggable) module Pulse shape: see IEEE 802.3</p>
---	--

DATA ÓPTICAL interfaces characteristics



Ethernet sobre SDH (EthoSDH)