



**Benemérita  
Universidad Autónoma de Puebla**

---



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN  
DE UN ANILLO DE FIBRA ÓPTICA  
“OTN SUR 156F640WH001”**

**TESIS  
PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

PRESENTA  
**ARQUIMEDES PÉREZ RUGERIO**

ASESORA  
**DRA. BARBARA SANCHEZ RINZA**

**PUEBLA, PUE.**

**2013**

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS**

A Dios por haber llegado hasta aquí, por estar siempre a mi lado y brindarme todo el amor con el que me rodea y mantenerme con los medios necesarios para continuar el trayecto de mi vida.

A mi esposa Ady les debo todo el agradecimiento por su gran apoyo para lograr este proyecto de titulación, por ser el pilar de mi vida y sobre todo esa luz que me guía en los objetivos a seguir, te amo...

A mis hijos Dante Caleb y Evan Baruc por darme la fuerza para remar contra corriente y seguir adelante, y permitirme el tiempo suficiente para culminar este proyecto, los adoro...

A mis padres Juan y Blanca por sus incansables sacrificios para poder tener una educación profesional, muchas gracias...

A mi asesora por su apoyo incondicional y el tiempo brindado para este proyecto Dra. Bárbara Emma Sánchez Rinza, infinitas gracias...

Y en especial a mi área de trabajo por el esfuerzo implantado y el apoyo brindado para lograr este objetivo Ingenieros Arturo Rangel, Benjamín Ortega, Guillermo Lievano y Pablo Vidals, mil gracias...

A todos, Gracias.

## INDICE GENERAL

### CAPITULO I ANALISIS TEORICO

1.1 Introducción	1
1.2 Redes de Transporte Óptico	2
1.3 Evolución de las OTN	3
1.4 Desarrollo de Dispositivos para OTN	4
1.5 Definición de OTN	7
1.6 Objetivos de las OTN	7
1.7 Características Fundamentales de OTN	8
1.8 Capacidades y Areas de Importancia	9
1.9 Multiplexacion por Division de Longitud de Onda WDM	10

### CAPITULO II ANALISIS Y DISEÑO

2.1 Alcances y Objetivos	12
2.2 Requerimientos de Telmex	12
2.3 Solución Conceptual	13
2.4 Ciclo de Vida del Equipo	16
2.5 Diseño de Anillos OTN	17
2.5.1 Tablas de Datos y de Demandas por Anillo	17
2.6 Topologías	19
2.6.1 Anillo OTN Sur 22	19
2.7 Plan de Caracterización de Fibras y Estudios de Sitio	20
2.7.1 Caracterización de las Fibras Ópticas	20
2.7.2 Trabajos de Caracterización de las Fibras Ópticas	21
2.8 Configuración de los Sistemas en los Anillos OTN	22
2.8.1 Diagrama de Frecuencias y Configuración	22

### CAPITULO III IMPLEMENTACION Y PRUEBAS

3.1 Arquitectura Funcional OTN	27
3.2 Procesamiento de la Señal Cliente para su Transmisión	29
3.3 Características Operativas en los Nodos del Anillo OTN Sur	30

3.4 Descripción General de Tarjetas Utilizadas en los Equipos Optix OSN 6800 y OSN 8800 del Anillo OTN Sur.	31
3.5 Diagrama de Configuración en Sitios OLA's y FOADM's	36
3.6 Especificación Técnica de Equipamiento	38
3.7 Programa de Obra para la Nueva Infraestructura Telmex Anillo OTN Sur 156F640WH00	41
3.8 Ordenes de Trabajo para la Implementación del Anillo OTN Sur 156F640WH00	42
3.9 Orden de Servicio para Gestion y Pruebas del Anillo OTN Sur 156F640WH00	52

#### **CAPITULO IV CONCLUSIONES.**

#### **BIBLIOGRAFIA.**

## **RESUMEN**

El proyecto DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN ANILLO DE FIBRA OPTICA OTN SUR 156F640WH001, es para crecer la red de transporte en el área del sureste de la República Mexicana y así poder lograr una mayor disponibilidad de brindar servicios a nuevos clientes, así como mejorar la calidad de los servicios existentes, dicho proyecto será realizado por personal TELMEX y la empresa HUAWEI. El personal TELMEX tendrá a su cargo la planeación, supervisión de las instalaciones, validación de las instalaciones y liberación del proyecto. Personal de la empresa HUAWEI realizara las instalaciones de equipamiento de todo el proyecto sin embargo debe apegarse a la planeación y normas que TELMEX indique.

Premisas:

- Identificar los tiempos planificados para las instalaciones en los diferentes sitios.
- Tener un dominio de las normas TELMEX.
- Coordinarse todo el tiempo con el responsable del proyecto.
- Medir el grado de avance.
- Garantizar los recursos materiales, humanos, económicos necesarios.
- Apoyo continuo de los diferentes grupos de trabajo.

## **ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

Teléfonos de México S.A.B.de C.V., es una empresa de TI y Telecomunicaciones líder en México, que pretende ser una de las mejores empresas a nivel mundial, dominando la mayor parte de servicios de TI que pueda suministrar, teniendo como objetivo la innovación constante de productos y servicios.

Sin embargo el gran crecimiento y demanda de servicios por parte de sus clientes es cada vez mayor por lo que requiere un crecimiento de su infraestructura cada vez de mejor calidad para lograr así cumplir con la demanda de servicios solicitados, logrando en un futuro la seducción de sus clientes. Es por ello que necesitamos

realizar una planeación eficaz para una mejora en su crecimiento de infraestructura de su red de transporte.

## **CAPITULO I**

### **ANALISIS TEORICO**

#### **1.1. INTRODUCCION**

Cuando surgen las computadoras se resuelve el problema de extender el poder de cálculo del cerebro humano, pero nació o se comenzó el problema de compartir datos y la información que ese poder de cálculo produjo, lo cual nos llevó a inventar la forma de compartir recursos (impresoras, graficadores, archivos, etc.) a través de algún medio de transmisión usando una serie de reglas para acceder y manipular dichos recursos. Las redes de computadoras nacen como evolución de los sistemas de acceso y transmisión de información. Además cumplen fundamentalmente el objetivo de facilitar el acceso a información remota, comunicación entre personas, entretenimiento interactivo, etc.

Las fibras ópticas constituyen el eje central del sistema de telecomunicaciones global. Estos filamentos de cristal, cuyo grosor es inferior al de un pelo humano, fueron diseñados para transportar grandes cantidades de datos que se pueden transmitir a través de una forma de luz. El incremento de la capacidad de las líneas telefónicas que ha permitido el desarrollo de la transmisión óptica es un fenómeno reciente.

La fibra óptica es un medio para transportar luz con diferentes fines, por ejemplo: como lentes flexibles para cámaras en operaciones quirúrgicas ó para espionaje, iluminar lugares de difícil acceso y como función decorativa. Pero la aplicación de mayor interés se ubica en las comunicaciones de alta velocidad y gran ancho de banda. En los 30 años desde el descubrimiento de la fibra, más de 300 millones de Km. de fibra óptica se han desplegado a nivel mundial. Estas fibras pueden manejar más información que todo los miles de millones de kilómetros de cables de cobre instalados durante el último siglo; sería necesario 2 toneladas métricas de alambre de cobre para transmitir la información que se puede con un poco más de 1 Kg. de fibra<sup>[3]</sup>.

Este medio de transmisión óptico se comporta como una guía de onda, lo cual permite la propagación de ondas electromagnéticas longitudinalmente. Es decir, una vez que la luz es insertada por uno de los extremos de la fibra, circula siempre en su interior reflejándose

o “rebotando” contra las paredes, hasta alcanzar el extremo opuesto <sup>[3]</sup>.

Las fibras ópticas se componen básicamente por tres estructuras concéntricas: núcleo (core), revestimiento (cladding) y un recubrimiento (buffer). El filamento de fibra óptica está compuesto por dos capas de vidrio, cada una con distinto índice de refracción. El índice de refracción del núcleo es mayor que el del revestimiento, razón por la cual, y debido a la diferencia de índices de refracción, la luz introducida al interior de la fibra se mantiene y propaga a través del núcleo <sup>[3]</sup>.

Las características de transmisión son de importancia primordial al evaluar el uso de algún tipo de fibra, siendo de mayor interés la atenuación y el ancho de banda. Inicialmente el desarrollo de la fibra óptica estaba limitado por las enormes pérdidas que ésta presentaba, el inicio de su posibilidad real de uso se da en 1970 al obtener una fibra óptica con una atenuación aceptable como para competir con la red de cobre <sup>[6]</sup>.

El empleo de protocolos de transmisión o multiplexación de señales ha incrementado enormemente el caudal de información que puede viajar por la fibra, varias señales portadoras (ópticas) se transmiten por una única fibra óptica utilizando distintas longitudes de onda de un haz láser cada una de ellas. Cada portadora óptica forma un canal óptico que podrá ser tratado independientemente del resto de canales que comparten el medio (fibra óptica) y contener diferente tipo de tráfico. De esta manera se puede multiplicar el ancho de banda efectivo de la fibra óptica, así como facilitar comunicaciones bidireccionales. Se trata de una técnica de transmisión muy atractiva para las operadoras de telecomunicaciones ya que les permite aumentar su capacidad sin tender más cables ni abrir zanjas <sup>[7]</sup>.

## **1.2. REDES DE TRANSPORTE OPTICO**

En la última década el campo de las redes de comunicación ha experimentado un crecimiento en el tráfico de datos debido a la permanente demanda de la amplia gama de servicios digitales con velocidades cada vez más altas y mayor ancho de banda, por lo que los operadores han visto la necesidad de implementar nuevas redes de alta capacidad que puedan mejorar su funcionamiento, soportar sin problemas el incremento del volumen del tráfico buscando arquitecturas de redes ópticas eficientes, flexibles e inteligentes sin desaprovechar su infraestructura actual.

Las redes de transporte de datos han evolucionado a redes totalmente ópticas, en los últimos años, el desarrollo de sistemas micro-electromecánicos y de amplificadores ópticos

semiconductores, han convertido en realidad la posibilidad de disponer de nodos con conmutación totalmente óptica. Los beneficios más importantes de los dispositivos totalmente ópticos son su escalabilidad, velocidad e independencia al protocolo utilizado.

Para esto emergen nuevos estándares capaces de abastecer los desafíos existentes, un estándar global está tratando estos desafíos - ITU G.709, comúnmente llamado la red de transporte óptico (OTN) o tecnología de envoltura digital. Mientras que la tecnología de la envoltura digital ha estado alrededor por algunos años, los estándares han estado inconclusos, y solamente en el último año hace que el equipo verdadero de OTN esté disponible para hacer despliegues de red<sup>[4]</sup>.

OTN es una tecnología que ofrece funcionalidades capaces de proporcionar transporte, multiplexación, enrutamiento, gestión de la red para proveer múltiples servicios, existe una creciente demanda para servicios de banda ancha y alta capacidad transparente, los cuales son requeridos para interconectar dominios de operador, para proveer conectividad con redes de área de almacenamiento (SAN) o para conectar diferentes clientes empresariales con sus diferentes servidores centralizados. Estos servicios no pueden ser provistos por las tecnologías DWDM y SDH en una forma eficiente. Esta fue la razón por la que la ITU desarrolló redes de transporte basadas en SDH, los estándares OTN están basados en conceptos de administración y mantenimiento probados en SDH, pero extendiéndose hacia el surgimiento de redes con múltiples operadores y transporte de datos céntricos<sup>[1]</sup>.

OTN combina la flexibilidad y la gestionabilidad de SDH con la transparencia y la capacidad de WDM puede fácilmente combinar múltiples redes y servicios tales como SDH/SONET tradicional, Ethernet, protocolos de almacenamiento y video sobre una infraestructura común, alcanzando reducciones significativas tanto en los gastos de capital como de operación convirtiéndose en el marco perfecto para integrar las tecnologías de networking de nueva generación<sup>[6]</sup>.

### **1.3 EVOLUCION DE LA OTN'S**

En los 80's, un nuevo protocolo estandarizado fue introducido y definió las especificaciones de interfaces, de la arquitectura y de características de una red óptica síncrona, que en los Estados Unidos fue llamado SONET y en Europa SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*)<sup>[6]</sup>.

Desde entonces SONET/SDH ha cubierto las necesidades presentes en el mercado

proporcionando la supervisión de la protección y de funcionamiento mientras que apoya una mezcla flexible y transparente de protocolos del tráfico incluyendo IP, *Fibre channel*, Ethernet y *Procedimiento de Entramado Genérico GFP (Generic Framing Protocol)*<sup>[1]</sup>. Mientras que el despliegue de las redes de Multiplexación por división en longitudes de onda densas DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) durante la década siguiente sirvieron para incrementar la capacidad de ancho de banda de la fibra existente, escasean severamente las capacidades de protección y de gestión inherentes a la tecnología SONET/SDH<sup>[7]</sup>.

También el desarrollo DWDM vino con un nuevo y completo conjunto de Elementos de Red NE (*Network Elements*) incluidos amplificadores, conmutadores, multiplexores y demultiplexores ópticos, los cuales introducen un subnivel en la red mereciendo una monitorización constante<sup>[2]</sup>.

Como una consecuencia, la siguiente generación en redes ópticas debía ser compatible con redes tradicionales y también incluir rasgos no tradicionales característicos e inteligencia. Así pues aparece OTN, la red de transporte óptica que combina los beneficios de la tecnología SONET/SDH con el aumento de la capacidad de ancho de banda del WDM. OTN se está extendiendo más allá del dominio eléctrico para el transporte digital, y se está convirtiendo rápidamente en un marco estándar para gestionar señales tanto eléctricas como ópticas. Representa un modelo operativo común para la administración de redes, la supervisión del rendimiento y el aislamiento de errores, sin modificar ninguno de los servicios. OTN es una visión global completa, que permite un rápido aislamiento de los errores<sup>[5]</sup>.

El diseño de redes ópticas está sujeto a limitaciones impuestas por la acumulación de degradaciones introducidas por el número de elementos de red y su topología de red. Sin embargo, muchas de estas degradaciones y la magnitud de sus efectos van asociadas a determinadas implementaciones tecnológicas de la arquitectura, por lo que están sujetas a cambios derivados del avance de la tecnología<sup>[5]</sup>.

#### **1.4 DESARROLLO DE DISPOSITIVOS PARA OTN'S**

La evolución de las redes ópticas han ido de la mano con el desarrollo de dispositivos que les permitan ser viables, en la figura 1.4.1 se describe la evolución de los dispositivos ópticos, en la red óptica de primera generación como se detalla a continuación se habla de un procesamiento en el dominio eléctrico, mientras que en la segunda generación ya existe

una capa óptica, en la tercera generación se busca cumplir con los requerimientos a través de la conmutación de paquetes ópticos [1].

La primera generación de redes ópticas se utilizó principalmente como medio de transmisión de gran capacidad, en esta generación el procesamiento, enrutamiento y la conmutación se procesa en el dominio eléctrico. Con el fin de reducir costos se integra dispositivos de adición y extracción los mismos que manejan el tráfico de manera eficiente extrayendo únicamente el tráfico correspondiente a cada nodo dejando pasar el resto de tráfico a la red [1].

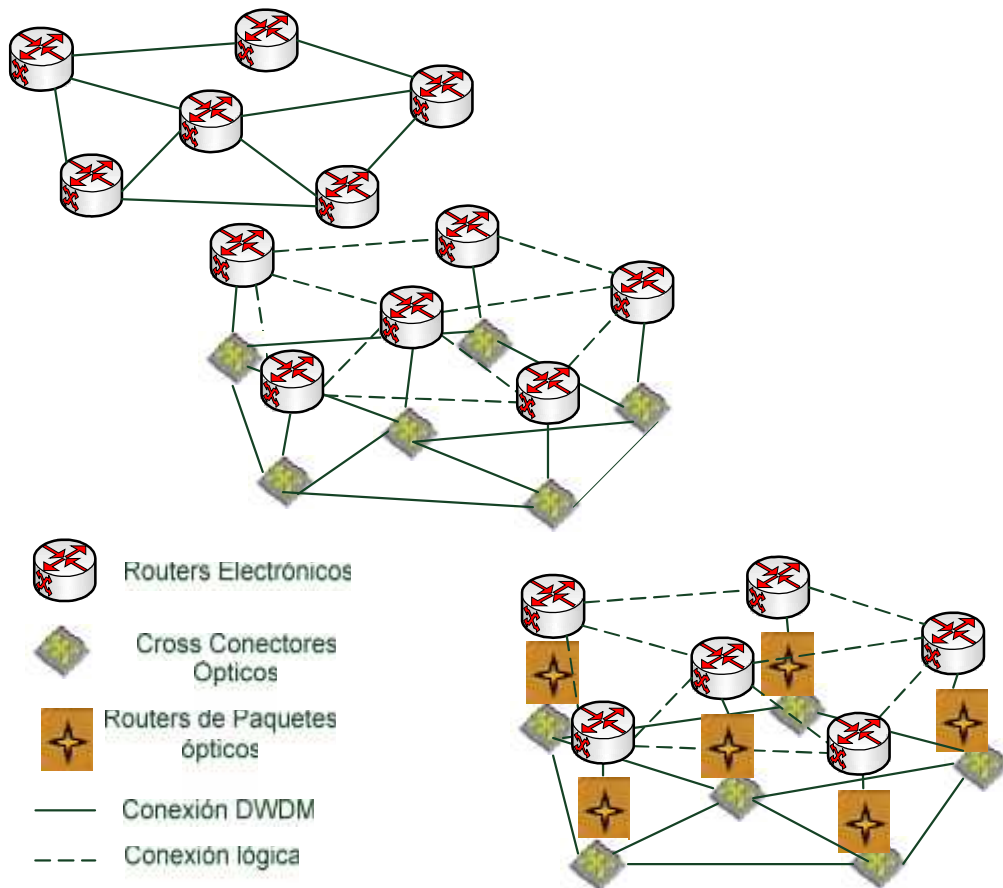


Figura 1.4.1. Evolución de las Redes Ópticas [1]

La primera generación de redes ópticas se utilizó principalmente como medio de transmisión de gran capacidad, en esta generación el procesamiento, enrutamiento y la conmutación se procesa en el dominio eléctrico. Con el fin de reducir costos se integra

dispositivos de adición y extracción los mismos que manejan el tráfico de manera eficiente extrayendo únicamente el tráfico correspondiente a cada nodo dejando pasar el resto de tráfico a la red<sup>[1]</sup>.

Las redes de segunda generación son nombradas como redes de enrutamiento de longitud de onda ó como redes de conmutación de circuitos ópticos. En esta generación se habla de una capa óptica, se adicionan funciones de gestión y protección en el dominio óptico contribuyendo así en el ahorro en equipos<sup>[1]</sup>.

Los usuarios finales o capa cliente utilizan canales WDM para su comunicación, consta de caminos ópticos que utilizan una longitud de onda para transmitir información en conexiones extremo a extremo entre nodos intermedios<sup>[1]</sup>.

Estas redes están formadas por multiplexores de adición y extracción de longitud de onda óptica OADM, terminales de línea y matrices de conmutación óptica. La figura 1.4.2 nos presenta un esquema de la función realizada por un OADM.

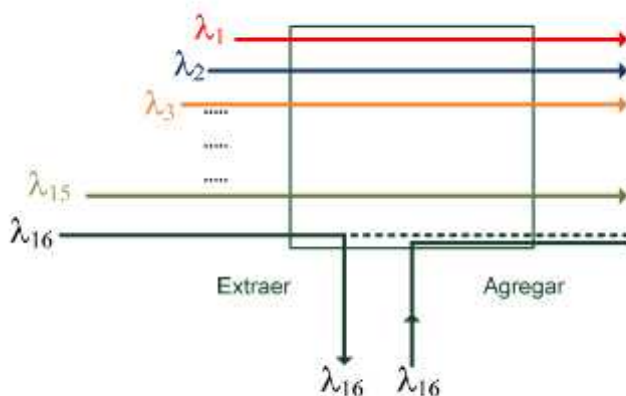


Figura 1.4.2 Esquema de un OADM<sup>[1]</sup>

Las redes ópticas de tercera generación se caracterizan por ofrecer enrutamiento y conmutación de las longitudes de onda directamente en el dominio óptico, proporcionando ventajas significativas con respecto a la segunda generación de redes.

En esta generación de redes, como resultado del aumento del tráfico de datos, se habla de conmutación de ráfagas ópticas y conmutación de paquetes ópticos ambos definidos sobre WDM<sup>[5]</sup>.

La Conmutación de Ráfagas Ópticas OBS (*Optical Burst Switching*) transporta ráfagas, las mismas que contienen paquetes, cada ráfaga tiene asociado una cabecera la cual

contiene datos necesarios para el direccionamiento a través de la red, como se puede observar en la figura 1.4.3.

A esta cabecera también se la denomina paquete de control y es enviado un periodo de tiempo antes que la ráfaga con el propósito de reservar los recursos en los nodos.

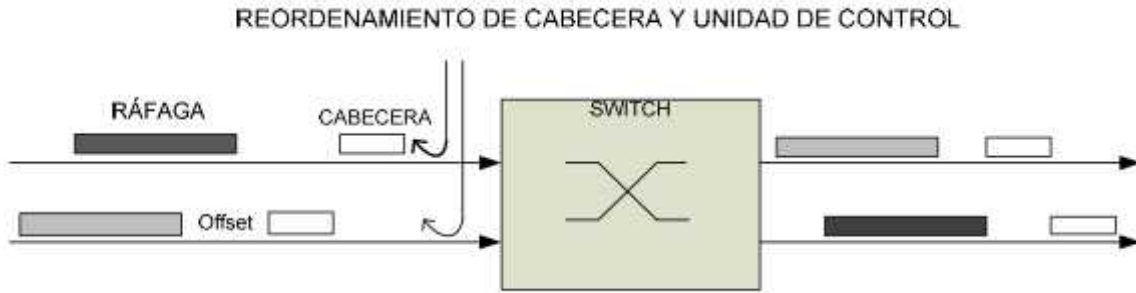


Figura 1.4.3 Funcionamiento de OBS<sup>[1]</sup>.

La conmutación de paquetes ópticos hace un uso más eficiente de los recursos de red, configurando a estos de manera dinámica, redes ópticas de tercera generación la conmutación de paquetes ópticos convierte los paquetes IP a paquetes ópticos IP en la entrada de un nodo de frontera haciendo que la transmisión y el enrutamiento se realice en el dominio óptico<sup>[1]</sup>.

Usualmente a una red de conmutación de paquetes se la representa como una “nube” con varios nodos conectados a ella, tal como se aprecia en la figura 1.4.4, la red encamina cada paquete dentro de dicha nube.

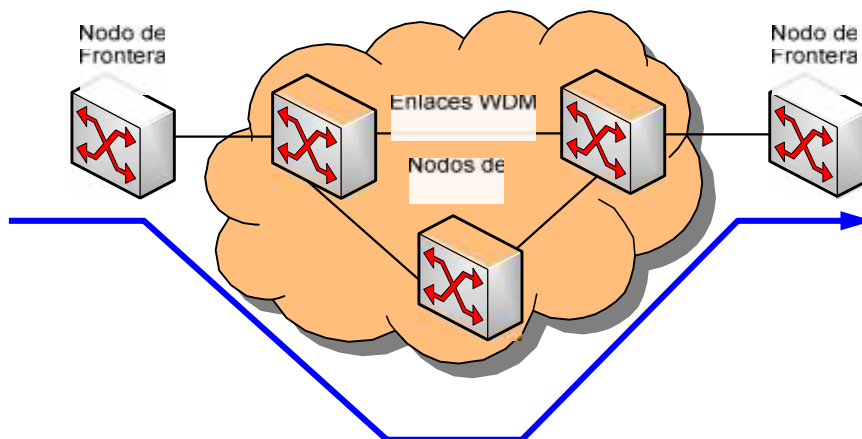


Figura 1.4.4 Entorno de Red Óptica de Tercera Generación<sup>[1]</sup>.

## 1.5. DEFINICIÓN DE OTN

La red de transporte óptica (OTN - Optical Transport Network) es la futura plataforma para el intercambio de todo tipo de información digital. La ITU-T ha estandarizado la OTN a través de la serie G de recomendaciones: estructuras de trama (G.709), arquitecturas (G.872) y funciones de gestión (G.798). Concretamente, consiste en una jerarquía multiplexada de Unidades Ópticas de Datos ODUs (*Optical Data Units*) que se organizan en el interior de Unidades de Transporte Óptico OTU (*optical transport units*), las cuales constituyen la base de los servicios de datos<sup>[4]</sup>. Los contenedores OTU se nombran del 1 al 4 y se corresponden con las siguientes tasas de bit:

- 1 OTU1/ODU1: 2,5 Gbps
- 2 OTU2/ODU2: 10 Gbps
- 3 OTU3/ODU3: 40 Gbps
- 4 OTU4/ODU4: 100 Gbps

El desarrollo de la especificación del contenedor OTU4 está actualmente en marcha y constituye el modelo de referencia de 100 Gbps en el grupo IEEE HSSG.

Los contenedores OTU4 podrán transportar de forma transparente 9 señales 10GbE, o bien una única señal 100GbE.

Muchos de los conceptos en la ITU-T G. 709 tienen sus raíces en SDH, por ejemplo, una estructura en capas, vigilancia del rendimiento en el servicio, protección y otras funciones de gestión<sup>[4]</sup>.

## 1.6. OBJETIVOS DE LAS OTN

El objetivo de OTN (*Optical Transport Network*), es combinar los beneficios de la tecnología SONET/SDH con la expansibilidad del ancho de banda del WDM, brindando la posibilidad de aumentar apreciablemente la capacidad del ancho de banda que puede transportarse por las redes<sup>[1]</sup>.

La norma G.709 OTN tiene como fin permitir a los operadores preparar el terreno para una infraestructura de red de servicios múltiples optimizada en tráfico IP.

OTN tiene como meta encarar la creciente migración de servicios hacia el transporte óptico, siendo el marco perfecto por medio del cual se integran las tecnologías de

networking de nueva generación <sup>[1,3,5]</sup>.

OTN está orientado a proveer características de gestión robusta permite mejorar el rendimiento del transporte, el monitoreo del desempeño de extremo a extremo, agregar encabezados a lambda y multi-lambda en la gestión para soportar grandes anchos de banda. La OTN envía funcionalidad de administración para redes DWDM <sup>[1]</sup>.

### 1.7. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES

La OTN presenta diferentes propiedades como es la transparencia, posee la capacidad de ser compatible con protocolos existentes y minimiza la complejidad de la red logrando una reducción de costos al utilizar regeneradores únicamente en cada extremo de la IRDI como se puede observar en la figura 1.7.1, la *Interfaz Interdominios (IRDI Inter-domain interfaces)* funciona como interfaz entre diferentes operadores <sup>[3]</sup>.

En redes no transparentes la regeneración debe realizarse en cada nodo de la red.

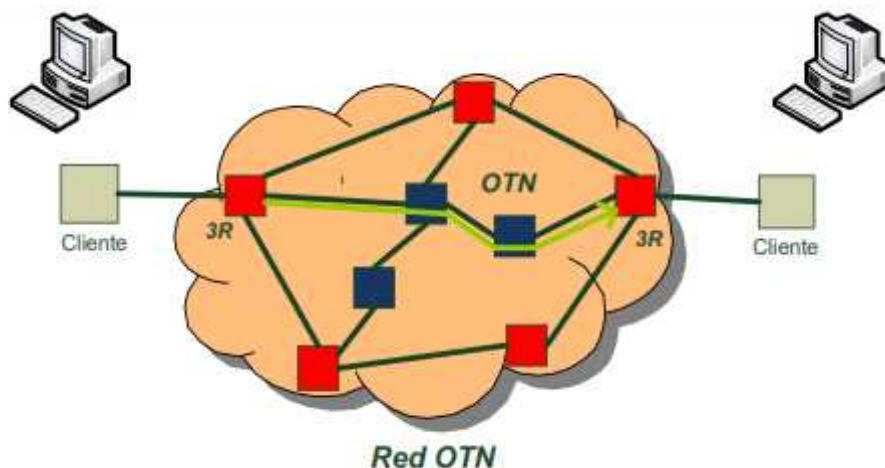


Figura 1.7.1 Regeneración en OTN<sup>[1]</sup>

OTN incorpora su propia cabecera y a cambio ofrece funciones de Operación, Administración, Mantenimiento y provisionamiento (OAMP-*Operations, Administration, Maintenance y Provisioning*)<sup>[1]</sup>.

Como se verá más adelante varias secciones de overhead (encabezados) son añadidos a la señal del cliente lo cual en conjunto con el FEC forman la unidad de transporte óptico (OTU), esto es transmitido por un *canal óptico* OCh es decir una longitud

de onda. Para poder gestionar la red OTN se añade una cabecera a cada longitud de onda transmitida.

Las secciones de multiplexación óptica y las secciones de transmisión óptica son establecidas usando la cabecera (overhead) adicional en conjunto con el canal óptico (OCh), En la siguiente figura se ilustra lo indicado.

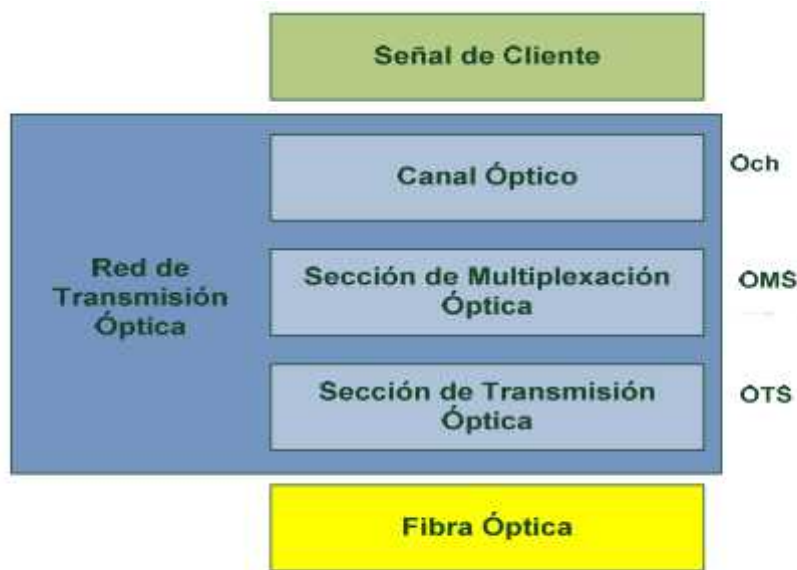


Figura 1.7.2 Secciones de OTN<sup>[1]</sup>

## 1.8. CAPACIDADES Y ÁREAS DE IMPORTANCIA

Servicios tales como SDH/SONET tradicional, Ethernet, protocolos de almacenamiento y video sobre una infraestructura común. Como resultado, los operadores pueden alcanzar reducciones significativas tanto en los gastos de capital como de operación. Provee capacidades genuinas de networking de extremo a extremo, como por ejemplo provisión, cross-conexión, grooming de tráfico y protección carrier-class. La OTN también ofrece más capacidades de operación y mantenimiento<sup>[1]</sup>.

Soporta su propio espacio libre para la supervisión del rendimiento y aviso de fallos, además de un *Canal de Comunicaciones Generales* GCC (*General communication channels*) para la gestión remota y otras funciones de control<sup>[1]</sup>.

Como respuesta a la demanda de nuevos servicios flexibles y de Calidad de servicio, OTN cuenta con capacidades de agregación masiva, reconfiguración, transparencia, escalabilidad y aprovisionamiento e interoperabilidad.

- *Agregación masiva* – Es la habilidad para utilizar el ancho de banda disponible de la fibra. Requiere varias tecnologías de multiplexación que permitan la transmisión simultánea de diferentes tipos de tráfico y tasas <sup>[1]</sup>.
- *Reconfiguración* – La infraestructura de red permite, que al adecuar la señal que proviene del cliente a una longitud de onda particular en el camino óptico, esta señal o longitud de onda pueda ser encaminada a través de la red en cualquier punto y hasta cualquier puerto de salida en cualquier momento, independientemente de la tasa de datos y el formato. Para esto debe existir la conversión de la señal a la longitud de onda<sup>[1]</sup>.
- *Transparencia* – La tecnología puede soportar SDH y formatos de señal nativos como Gigabit Ethernet, así como redes de transporte con encaminamiento de longitudes de onda y conversores de longitud de onda en los nodos de conmutación y encaminamiento <sup>[1]</sup>.
- *Escalabilidad* - Puede acomodar rápidamente nuevas demandas de capacidad en enlaces punto a punto, y lo que es más importante, en tramos individuales de anillos SONET/SDH existentes <sup>[1]</sup>.
- *Aprovisionamiento dinámico e interoperabilidad* - Ofrece la habilidad de proveer gran ancho de banda de transporte. Su requisito previo, por supuesto, es la interoperabilidad a través de todos los dominios de las redes de transporte óptico. La independencia de protocolos y la transparencia de las longitudes de onda son requisitos de OTN <sup>[1]</sup>.

## **1.9 MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA WDM (WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING)**

La tecnología por división de longitudes de onda (WDM) es la transmisión de múltiples señales láser a diferentes longitudes de onda en la misma dirección, al mismo tiempo y sobre el mismo hilo de fibra, el principio de funcionamiento de WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) y DWDM (*Dense WDM*) se basa en el transporte de varios flujos de información, cada uno codificado sobre una longitud de onda distinta y multiplexados dentro de una única fibra. De esta manera se logra incrementar de manera considerable la capacidad de las redes de fibra óptica, tal como se muestra en la figura 1.9.1.

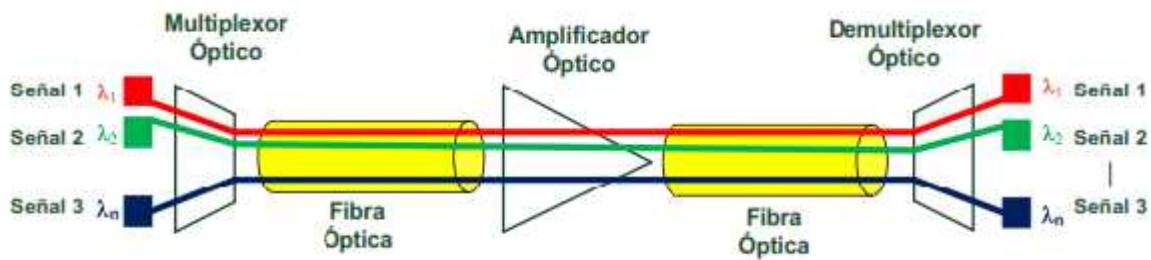


Figura 1.9.1 Multiplexación por División en Longitud de Onda<sup>[1]</sup>.

La tecnología WDM, se puede considerar como DWDM o CWDM, las cuales se diferencian en la separación que tienen entre sus canales, en la multiplexación por división aproximada de longitud de onda (CWDM-Coarse Wavelength Division Multiplexing) el espaciamiento entre canal es de 2.500 GHz (20 nm) en el rango de 1.270 a 1.610 nm; perteneciendo así a las bandas O, E, S, C y L. La Multiplexación por división en longitudes de onda densas (DWDM- Dense Wavelength Division Multiplexing), a partir de 16 portadoras (canales). La tecnología DWDM utiliza la tercera ventana (1550 nm) ya que es la banda en la que trabajan los actuales Amplificadores Ópticos<sup>[2]</sup>:

- banda C, entre 1530 y 1560 nm,
- banda L, entre 1565 y 1630 nm.

Los sistemas DWDM transportan una gran cantidad de longitudes de onda densamente concentradas, necesitan un dispositivo termoeléctrico de refrigeración para estabilizar la emisión de longitudes de onda y absorber la energía disipada por el láser.

En general, los transmisores utilizados en las aplicaciones DWDM necesitan un mecanismo de control que les permite cumplir con los requisitos de estabilidad de frecuencia de las aplicaciones<sup>[2]</sup>.

Por medio de multiplexores, DWDM combina multitud de canales ópticos sobre una misma fibra, de tal modo que pueden ser amplificados y transmitidos simultáneamente. Cada uno de estos canales, a distinta longitud de onda, puede transmitir al mismo tiempo señales de diferentes formatos como SDH/SONET, IP, ATM, etc. Y a distinta velocidad: OC-48/STM-16 de 2.5 Gbps, OC-192/STM-64 de 10 Gbps, etc.<sup>[2]</sup>.

## **CAPITULO II**

### **ANALISIS Y DISEÑO**

#### **2.1 ALCANCES Y OBJETIVOS**

Este proyecto tiene un alcance regional y está considerado como un proyecto en la Redes Sectoriales Norte y Sur de la Red de Transporte de Larga Distancia desarrollado con tecnología OTN y equipos del proveedor Huawei NG DWDM 6800 OSN y matrices 8800 para el desarrollo de los anillos OTN: Guadalajara-Cuernavaca, Sur 22, Monterrey-Piedras Negras, Pacifico, Celaya-Monterrey, La Piedad-Uruapan, Morelia-Zitacuaro, Occidente, Guadalajara-Occidente y BUS OTN Tuxtepec-Cordoba, Caribe.

#### **2.2 REQUERIMIENTOS DE TELMEX**

Los requerimientos de TELMEX para presentar la propuesta y la cotización de los anillos y buses DWDM OTN<sup>[11]</sup> son:

- ✓ Se requiere el equipo DWDM OTN con matriz de agregación y cross-conexión en cada nodo de los anillos.
- ✓ El equipo debe estar homologado en el laboratorio de TELMEX antes de que se envíe al área de compras el requerimiento del pedido 96.
- ✓ La capacidad final es de 40 lambdas a 40 Gbps para los anillos DWDM OTN.
- ✓ Los sitios de add/drop de tráfico serán configurados como sitios FOADM con capacidad de agregación y cross-conexión de servicios STM1/4/16/64 Gbe, 10 Gbe y la jerarquía OTN ODU1, ODU2, ODU3 y a futuro de 100 Gbps y OTU4, así como el uso eficiente del ancho de banda.
- ✓ La Plataforma de Gestión deberá tener la capacidad necesaria para proveer las funcionalidades del equipo OSN8800.
- ✓ La capacidad inicial del Anillo OTN Sur 22 es de 2 lambdas de 40Gbps.

## 2.3 SOLUCIÓN CONCEPTUAL

El proyecto de anillos OTN<sup>[9]</sup> contempla:

- Ahorro en espacio de las salas, solo se requiere un bastidor ETSI estándar de 220 cmx30cmx60 cm por sitio.
- Gran escalabilidad para los anillos regionales, con un máximo de hasta 40 lambdas de 40/100Gbs.
- Menor cantidad de refacciones, ya que cuenta con tarjetas sintonizables, tarjetas multirate y tarjetas de servicio 100% compatibles con el OSN 6800 existente en la red de Telmex.
- Plataforma universal de gestión para toda la familia WDM de Huawei.

La solución considera los sitios de add/drop de tráfico configurados como sitios FOADM con el equipo OSN 8800 T-32 con capacidad de agregación y cross-conexión de servicios SDH (STM1/4/16/64), Ethernet (Gbe, 10 Gbe) y la jerarquía OTN (ODU1, ODU2, ODU3) así como el uso eficiente del ancho de banda. Por otro lado se usará el equipo OSN 6800 como OLA<sup>[10]</sup>.

La figura 2.3.1, muestra la arquitectura típica para los nodos ópticos de Add/Drop de servicios que serán configurados como FOADM (Multiplexor óptico fijo AddDrop ) en los nuevos anillos OTN Regionales 2012.



- NS3. Tarjetas de línea de 40G sintonizables en toda la banda C, por cada lambda de 40G en el anillo se configuran 2 tarjetas NS3, una hacia cada dirección. Es capaz de cross-conectar 4 ODU2's o 16 ODU1's o una mezcla entre ellos siempre y cuando el ancho de banda máximo no supere los 40G. Esta tarjeta se cross-conecta con las tarjetas TOM y TQX<sup>[9]</sup>.
- TQX. Tarjeta de tributario de 4 puertos físicos con módulos XFP que pueden ser configurados vía software como STM-64, 10GE, OTU-2 y por backplane tiene un total de 4 ODU-2 que se pueden cross-conectar a las tarjetas NS3<sup>[9]</sup>.
- TOM. Tarjeta de tributario de 8 puertos físicos con módulos multirate SFP que pueden ser configurados vía software como desde 100Mb-2.5Gb (GE, STM-4, STM-16, OTU-1,etc.) y por backplane tiene un total de 4 ODU-1 que se pueden cross-conectar a las tarjetas NS3<sup>[9]</sup>.
- SLH41. Tarjeta de tributario de 16 puertos físicos con módulos SFP a nivel STM-1 y por backplane tiene un total de 16 VC-4's que se pueden crosconectar a la tarjeta SLD64<sup>[9]</sup>.
- SLD64. Tarjeta de tributario de 2 interfaces a nivel STM-64 y por backplane tiene un total de 2\*64VC-4 que se pueden crosconectar a la tarjeta SLH41<sup>[9]</sup>.

El concepto del proyecto Nuevos Anillos OTN Regionales 2012 consiste en formar anillos OTN con lambdas de 40G, en la cual cada lambda estará haciendo Add/Drop en cada nodo FOADM del anillo, con lo cual las lambdas de 40G son regeneradas en cada nodo FOADM<sup>[9]</sup>. Para la parte de tráfico de servicios se considera el uso de estas tres principales tarjetas:

TOM. Ocho puertos multirate de 100Mb a 2.5Gb

TQX. Cuatro puertos configurables como 10G/STM-64/10GE/OTU-2

SLH41. Dieciséis puertos STM-1.

Para el caso de los servicios desde STM-4/16, GE se usa la tarjeta TOM y se mapea directamente a las tarjetas NS3 a través de ODU-1's<sup>[9]</sup>.

Para el caso de los servicios desde STM-64, 10GE, OTU-2 se usa la tarjeta TQX y se mapea directamente a las tarjetas NS3 a través de ODU-2's<sup>[9]</sup>.

Para el caso de los servicios desde STM-1 se usa la tarjeta SLH41 la cual se mapea a la tarjeta SLD64 a través de VC-4's y las 2 interfaces de 10G de salida de la tarjeta SLD64

se conectan a través de jumpers ópticos a 2 puertos STM-64 de la tarjeta TQX, para que finalmente estos 2 puertos sean mapeados en 2 ODU-2's (uno para cada dirección) hacia las tarjetas NS3<sup>[9]</sup>.

## 2.4 CICLO DE VIDA DEL EQUIPO.

En las tablas 2.4.1 y 2.4.2 se indican las fechas del ciclo de vida correspondientes de los equipos OSN 6800 & 8800.

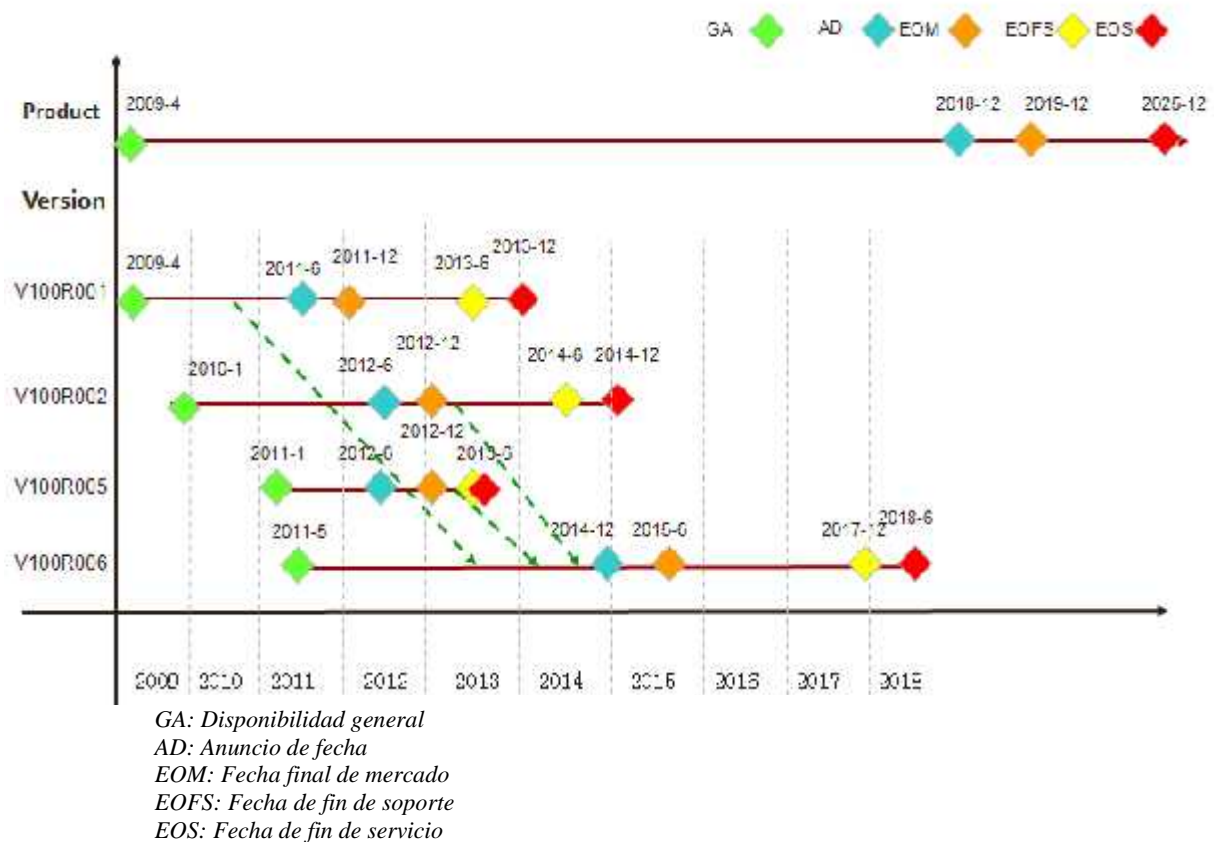


Figura 2.4.1. Ciclo de vida y ruta de evolución <sup>[11]</sup>.

<b>Hitos</b>	<b>Abreviación</b>	<b>Descripción</b>
Fecha EOM	Fecha final de mercado	Es la fecha oficial después de la cual cualquier tipo de pedido para sitios nuevos y expansión no serán aceptados. La versión no estará disponible para su venta después de la fecha de expiración de la EOM. El anunciamiento de esta fecha se hace con al menos medio año de anticipación.
Fecha EOFS	Fecha de fin de soporte	R&D detiene el desarrollo de versiones de parches después de la fecha EOFS de la versión. El anunciamiento de esta fecha se hace con al menos medio año de anticipación.
Fecha EOS	Fecha de fin de servicio	La última fecha de servicios para dicha versión. Después de la fecha de expiración de la fecha EOS, Huawei no está obligado a proveer ningún tipo de servicio a la versión. El anunciamiento de esta fecha se hace con al menos medio año de anticipación.

Tabla 2.4.1. Hitos del proyecto <sup>[11]</sup>.

En este caso del proyecto Anillos OTN Regionales se instalará el equipo OSN 8800, la fecha final de mercado está provista para Diciembre del 2019. La versión que se instalará es la V100R006 para la cual la fecha de fin de soporte es Diciembre del 2017 y la fecha de fin de servicio será en Junio del 2018<sup>[11]</sup>.

## **2.5 DISEÑO DE ANILLOS OTN.**

### **2.5.1 TABLAS DE DATOS Y DE DEMANDAS POR ANILLO.**

Las tablas que se muestran a continuación, contienen la información de los enlaces DWDM que TELMEX proporcionó a Huawei para la realización de un diseño preliminar en las cuales se ve con mayor detalle el número y tipo de sitios, la distancia entre ellos, el tipo de fibra entre sitios. Junto a estas tablas se añaden las matrices de tráfico de acuerdo a los requerimientos de las diferentes áreas. Ver tablas 2.5.1<sup>[11]</sup> y 2.5.2<sup>[11]</sup>.

No. N	NODO A	FUN.	KM	NODO B	TIPO DE FIBRA	No. DE FIBRAS	TIPO DE DISPERSION	TIPO DE CABLE	MARCA DE FO	VALOR PMD	ROUTA
<b>ANILLO OTN NUEVO SUR</b>											
1	POZARICA	T	34	SAN DIEGO	UNIFIBRO	18	OCORRIDA		AT&T 2a G	2.53	38
2	SAN DIEGO	A	80	HUAUCHRANGO	UNIFIBRO	18	OCORRIDA		AT&T 2a G	2.453	38
3	HUAUCHRANGO	T	53	TULANCINGO	UNIFIBRO	18	OCORRIDA		AT&T 2a G	2.02	38
4	TULANCINGO	T	82	EMILIANO ZAPATA	SNF-DS	36	OCORRIDA	TM-8	ALCATEL	19.18	74
5	EMILIANO ZAPATA	A	73	APZACO	SNF-DS	36	OCORRIDA	TM-8	ALCATEL	14.01	74
6	APZACO	T	70	PUEBLA FUERTES	SNF-DS	36	OCORRIDA	TM-8	ALCATEL	13.35	74
7	PUEBLA FUERTES	T	9	PUEBLA CTF	LEAF	36	OCORRIDA	TM-13	ALCATEL		T1B
8	PUEBLA CTF	T	69	TECAMACHALCO	SNF-DS	24	OCORRIDA		AT&T 2a G	0.33	35
9	TECAMACHALCO	A	63	TEHUACAN INDEPENDENCIA	SNF-DS	36	OCORRIDA	TM-13	CONDUMEX		120
10	TEHUACAN INDEPENDENCIA	T	55	ESPERANZA	SNF-DS	36	OCORRIDA	TM-13	CONDUMEX		120
11	ESPERANZA	A	76	ORIZABA	SNF-DS	24	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G	0.33	35
12	ORIZABA	T	75	CORDOBA	SNF-DS	24	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G	0.33	35
13	CORDOBA	T	57	VILLA TEJEDA	SNF-DS	24	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G		35
14	VILLA TEJEDA	A	68	VERACRUZ MOCAYEO	SNF-DS	24	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G		35
15	VERACRUZ MOCAYEO	T	66	RINCONADA	SNF-DS	18	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G		50
16	RINCONADA	A	52	JALAPA	SNF-DS	18	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G		50
18	JALAPA	T	70	ALTOTONGA	SNF-DS	18	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G		50
19	ALTOTONGA	A	24	TEZUTLAN MINA	SNF-DS	18	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G		50
20	TEZUTLAN MINA	T	75	MTZ DE LA TORRE	SNF-DS	18	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G		50
21	MTZ DE LA TORRE	A	58	LA VIGUETA	SNF-DS	18	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G		50
22	LA VIGUETA	A	81	POZARICA	SNF-DS	18	OCORRIDA	LXE-RL	AT&T 2a G		50

Tabla 2.5.1. Anillo OTN Sur 22<sup>[11]</sup>.

Matrices de tráfico:

*ADICIONAL RB TELCEL:*

CORDOBA-VERACRUZ MOA.....2X10 GBE PROTEGIDOS

JALAPA-POZA RICA.....1X1GBE EN ANILLO

*ADICIONAL PEND CARRIER:*

CORDOBA-ORIZABA.....1X10 GBE 1+0 RUTA LARGA

JALAPA-TIZIUTLAN.....1X10 GBE 1+0 RUTA LARGA

TEHUACAN-PUEBLA FUERTES...1X10 GBE 1+0 RUTA LARGA

TEHUACAN-PUEBLA FUERTES...1X10 GBE 1+0 RUTA LARGA

ENLACES OTN SUR S22					
SITIO	VEL	CORCOR	JALJAL	TEHIND	TEZMIA
PUECTP	STM1	4		2	1
	STM4				
PUEFUR	STM1	1		3	
	STM4			1	
ORIORI	STM1	7			
	STM4				
VERMOA	STM1	3	1		
	STM4				
TEZMIA	STM1		6		
	STM4				

Tabla 2.5.2. Demandas sistemas TX nuevos.

## 2.6 TOPOLOGÍAS.

### 2.6.1 ANILLO OTN SUR 22

Este anillo tiene un total de 20 sitios de los cuales 10 son FOADM's y 10 OLA's.

En la figura 2.6.1 se muestran estas distribuciones y la topología del anillo.



Figura 2.6.1. Sitios OADM's y OLA's<sup>[11]</sup>.

## **2.7 PLAN DE CARACTERIZACIÓN DE FIBRAS Y ESTUDIOS DE SITIO.**

### **2.7.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS ÓPTICAS**

Para la realización de un diseño final óptimo de los nuevos anillos y buses DWDM OTN, Huawei realizará la caracterización de todas las fibras libres disponibles entre todos los sitios involucrados en los 10 anillos nuevos y buses DWDM OTN.

Para la realización de estos trabajos Huawei propondrá un plan de trabajo el cual será presentado a personal de TELMEX (Ing. Operativa), y después de ser acordado entre ambas partes se comenzarán con los trabajos en las fechas previamente definidas<sup>[11]</sup>.

Entre las responsabilidades de Huawei para estos trabajos serán:

- Mandar personal técnico capacitado para realizar la caracterización de las fibras.
- Llegar a los sitios en la hora y fecha previamente acordadas con personal de TELMEX.
- Llevar los equipos de medición a cada sitio (Medidor de PMD y fuente de luz según sea el caso), y accesorios que se requieran como son fibras ópticas, limpiadoras de fibras, etc<sup>[8]</sup>.
- Respetar la normatividad en las instalaciones de TELMEX<sup>[10]</sup>.
- Reportar cualquier imprevisto, como puede ser retraso en la llegada a las centrales.

Las responsabilidades de TELMEX para estos trabajos son:

- Proporcionar la dirección a personal de Huawei de todos los sitios involucrados en las rutas DWDM.
- Dar acceso a las instalaciones de TELMEX a personal de Huawei en la fecha y horario definidos previamente en el plan macro de actividades.
- Dar las facilidades para la medición de las fibras libres de todos los sitios involucrados en las rutas DWDM, como son, dar posiciones de ODF y fibras libres que puedan ser medidas.
- En caso de que exista un sitio intermedio que no esté contemplado en las tablas anteriores, y que sea necesario un traspaso entre ODF's para la continuación de las fibras, TELMEX apoyará a la realización de este trabajo, para que exista continuidad en las fibras ópticas entre los dos sitios.

## **2.7.2 TRABAJOS DE CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.**

Para los trabajos de caracterización de fibras ópticas, básicamente consiste en Medir las características de las fibras ópticas libres de todos los tramos de las rutas DWDM como son:

- Números de fibra a medir en ambos extremos.
- Distancia en km. entre los sitios.
- Atenuación en dB's entre los sitios de ODF a ODF.
- Coeficiente de atenuación.
- PMD entre los sitios.
- Coeficiente de PMD.
- Dispersión Cromática a 1550 nm.
- Longitud de onda de la lambda cero.

Todos estos valores serán recopilados en un reporte de medición de fibras<sup>[11]</sup>.

## **2.8 CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS EN LOS ANILLOS OTN.**

### **2.8.1 DIAGRAMA DE FRECUENCIAS Y CONFIGURACIÓN.**

Considerando las mediciones de fibras realizadas se obtuvieron los diseños de cada anillo OTN, los cuales se mostrarán a continuación.

- El diseño se realizó de acuerdo al tipo de fibra resultante en la medición de fibras.
- El diseño se realizó de acuerdo al valor real de atenuación resultante en la medición de fibras, + 3 dB de margen por concepto de envejecimiento de la fibra, por cada span.
- El diseño se realizó de acuerdo al valor real del PMD resultante en la medición de fibras, con un margen extra de 2ps con respecto a la tolerancia máxima de PMD de los transponders de 16ps, es decir el máximo valor de PMD será de 14ps, entre sitios FOADM; para el caso donde se obtuvo un PMD mayor a 14ps se incluyó la tecnología coherente con tolerancia de 30ps, en el diseño se consideraron 28ps.
- Los compensadores de dispersión cromática se definieron de acuerdo a los resultados de dispersión cromática entre los sitios.

- En el diseño final se indican los parámetros de PMD, OSNR, Dispersión Cromática y los márgenes de tolerancia adicional para estos parámetros entre sitios FOADM.

En la tabla 2.8.1 se muestra el plan de frecuencias para las 40 lambdas iniciando en la frecuencia 196.0 THz.

No.	Central frequency(T Hz)	Wavelength(nm)	No.	Central frequency(T Hz)	Wavelength(nm)	No.	Central frequency(T Hz)	Wavelength(nm)	No.	Central frequency(T Hz)	Wavelength(nm)
1	192.1	1560.61	11	193.1	1552.53	21	194.1	1544.53	31	195.1	1536.61
2	192.2	1559.80	12	193.2	1551.72	22	194.2	1543.73	32	195.2	1535.82
3	192.3	1558.99	13	193.3	1550.92	23	194.3	1542.94	33	195.3	1535.04
4	192.4	1558.18	14	193.4	1550.12	24	194.4	1542.15	34	195.4	1534.25
5	192.5	1557.37	15	193.5	1549.32	25	194.5	1541.35	35	195.5	1533.47
6	192.6	1556.56	16	193.6	1548.52	26	194.6	1540.56	36	195.6	1532.68
7	192.7	1555.75	17	193.7	1547.72	27	194.7	1539.77	37	195.7	1531.90
8	192.8	1554.94	18	193.8	1546.92	28	194.8	1538.98	38	195.8	1531.12
9	192.9	1554.14	19	193.9	1546.12	29	194.9	1538.19	39	195.9	1530.34
10	193.0	1553.33	20	194.0	1545.32	30	195.0	1537.40	40	196.0	1529.56

La tabla 2.8.2 nos muestra los valores de caracterización de fibra del Anillo OTN Sur 22.

NOE A	Site Type	NOE B	Site Type	DISTANCE (KM)	FIBER TYPE	ATTENUATION (dB/s) BOL	ATTENUATION (dB/s) EOL	OSNR TERMINAL TO TERMINAL	MINIMUM OSNR TOLERANCE	OSNR MARGIN	FMD TERMINAL TO TERMINAL	MAXIMUM PWD TOLERANCE	FMD MARGIN
POZARICA	FOADM	SAN DIEGO	OLA	35.26	G.655 DS	9.15	12.15	23.91	15.90	8.31	5.35	14.00	3.95
SAN DIEGO	OLA	HUALCHUANGO	OLA	30.20	G.655 DS	13.36	22.36						
HUALCHUANGO	OLA	TULANCINGO	FOADM	52.84	G.655 DS	15.01	15.01						
TULANCINGO	FOADM	EMILIANO ZAPATA	OLA	32.06	G.655 DS	19.65	22.65	21.58	16.10	5.29	18.32	23.00	9.88
EMILIANO ZAPATA	OLA	APZACO	OLA	75.12	G.655 DS	13.32	21.32						
APZACO	OLA	PUEBLA FUERTES	FOADM	71.12	G.655 DS	19.40	22.40						
PUEBLA FUERTES	FOADM	PUEBLA CTP	FOADM	14.19	G.655 EAF	4.15	7.15	34.19	15.90	18.89	0.13	14.00	13.87
PUEBLA CTP	FOADM	TECAMAACHALCO	OLA	68.86	G.655 DS	16.19	19.19	25.58	15.90	9.59	4.16	14.00	9.34
TECAMAACHALCO	OLA	TEHUACAN INDEPENDENCIA	FOADM	69.81	G.655 EAF	14.64	17.64						
TEHUACAN INDEPENDENCIA	FOADM	ESPERANZA	OLA	55.58	G.655 EAF	11.70	14.70	26.24	15.90	10.34	5.42	14.00	3.58
ESPERANZA	OLA	ORIZABA	FOADM	61.77	G.655 DS	16.23	19.23						
ORIZABA	FOADM	CORDOBA	FOADM	75.00	G.655 DS	25.60	25.60						
CORDOBA	FOADM	VILLA TEJEDA	OLA	50.23	G.655 DS	12.24	15.24	25.42	15.90	9.82	1.36	14.00	12.14
VILLA TEJEDA	OLA	VERACRUZ MOCAYEO	FOADM	69.71	G.655 DS	15.93	18.93						
VERACRUZ MOCAYEO	FOADM	RINCONADA	OLA	68.57	G.655 DS	19.22	22.22	24.16	16.00	8.16	0.85	14.00	13.15
RINCONADA	OLA	JALAPA	FOADM	55.74	G.655 TW	12.70	15.70						
JALAPA	FOADM	TEZITLAN VINA	FOADM	35.00	G.655 DS	25.10	28.10						
TEZITLAN VINA	FOADM	VTZ DE LA TORRE	OLA	79.00	G.655 DS	21.70	24.70	23.45	16.30	4.15	7.38	14.00	6.82
VTZ DE LA TORRE	OLA	LA VIGUETA	OLA	58.00	G.655 DS	13.95	16.95						
LA VIGUETA	OLA	POZARICA	FOADM	31.00	G.655 DS	22.28	25.28						

Tabla 2.8.2. Caracterización de las Fibras<sup>[11]</sup>.

La figura 2.8.1 muestra la topología real del Anillo OTN Sur 22

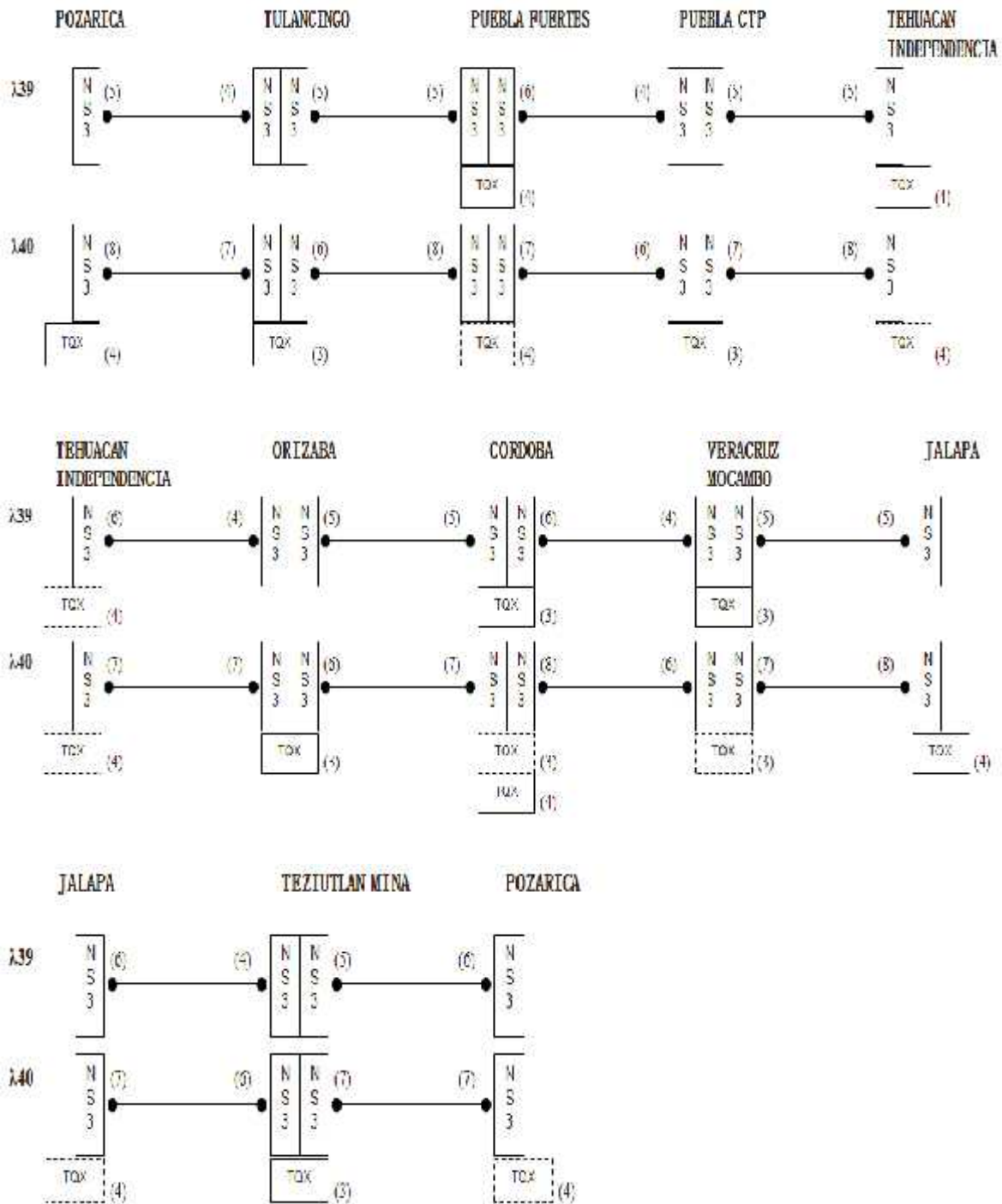


Figura 2.8.1. Topología Física del Anillo OTN Sur [11].

Las figura 2.8.2 muestra la topología con sus FOADM's y OLA's del Anillo OTN Sur y su parametrización.

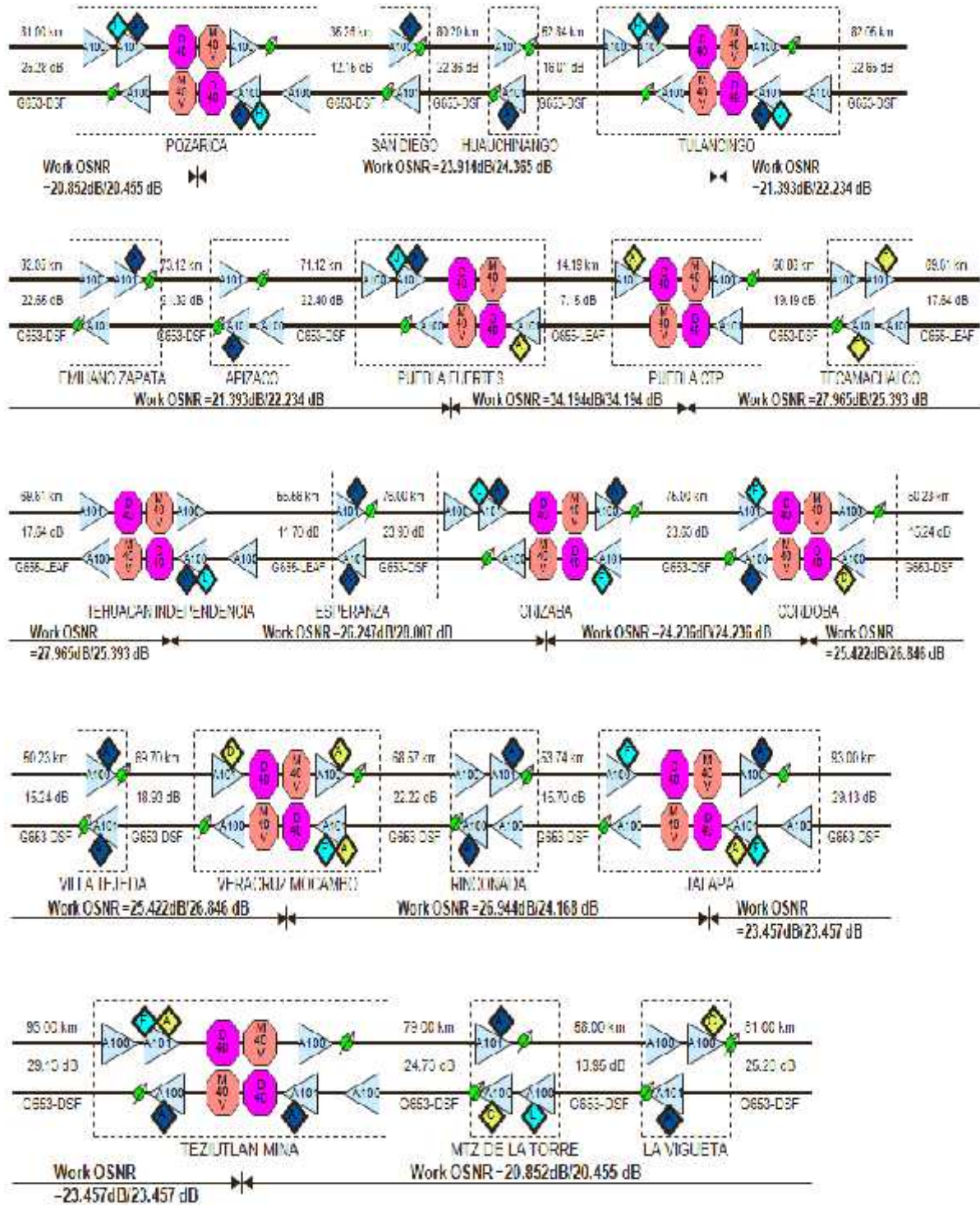


Figura 2.8.2. Topología con OADM's y OLA's del Anillo OTN Sur<sup>[11]</sup>.

En la tabla 2.8.2 nos indican el significado de la simbología perteneciente a la figura 2.8.2

	Tarjeta Multiplexora de 40 Canales con VOA(C_Even,196.00THz~192.10THz,100GHz,LC)		Tarjeta Demultiplexora de 40 canales(C incluye,196.00THz~192.10THz,100GHz,LC AWG térmico)		Unidad Amplificadora Optica en C-BAND (MAX 2dBm IN y 18dBm OUT, ganancia 16~25.5dB)
	Tarjeta Atenuadora Optica Variable de 40 canales		Modulo de compensación de dispersión ,1525~1565nm(DCMpositivo),294~374ps/nm@1545nm(20km),5.0dB,0.1dB,0.5ps,LC/UPC,237*266*43mm		Rejilla de compensación de Dispersion ,1528~1568nm(compensación fibra G.655),-603ps/nm@1545(compensación 160km),3.7,1.0,LC/PC,235*234*28
	Unidad Amplificadora Optica banda-C(MAX 0dBm IN y 20dBm OUT, ganancia 20~31dB)		Rejilla de compensación de Dispersion,1528~1568nm(compensación fibra G.655),-905ps/nm@1545(compensación 240km),3.7,1.0,LC/PC,235*234*28		Rejilla de compensación de Dispersion,1528~1568nm(compensación fibra G.655),-754ps/nm@1545(compensación 200km),3.7,1.0,LC/PC,235*234*28
	Fibra de compensación de Dispersion,1528~1568nm(Fibra Compensada LEAF(100%)),-482--434ps/nm@1545nm(compensación120 km),8.7dB,0.3dB,1.0ps,LC/UPC,266*238*45mm		DCM,1528~1568nm(Fibra compensada LEAF(100%)),-324--287ps/nm@1545nm(compensación 80km),<=6.9dB,0.3dB,0.9ps,LC/UPC, 2 paquetes		Unidad de compensación de dispesión(C,60km,for G.655)

Tabla 2.8.2 Simbología de los Elementos

## CAPITULO III

### IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

#### 3.1 ARQUITECTURA FUNCIONAL OTN

La red de transporte óptico es una tecnología desarrollada por la ITU-T que combina la multiplexación óptica y eléctrica bajo un marco común, consta de protocolos estándares que deben ser capaces de soportar múltiples servicios. OTN es una arquitectura basada en canales ópticos transportados sobre una determinada longitud de onda la cual es definida por capas.

Para describir la OTN, tal como se define por el estándar UIT G.709, primero debemos enumerar sus elementos fundamentales, sus puntos de terminación, y la forma en que se relacionan entre sí en términos de jerarquía y función.

En esencia, la OTN se compone de tres partes, que son denominadas normalmente capas como se ilustra en la figura 3.1.1:

Sección de Transporte Óptico OTS (Optical transmission Section).

Sección de Multiplexación Óptica OMS (Optical Multiplex Section).

Canal Óptico OCh (Optical Channel).

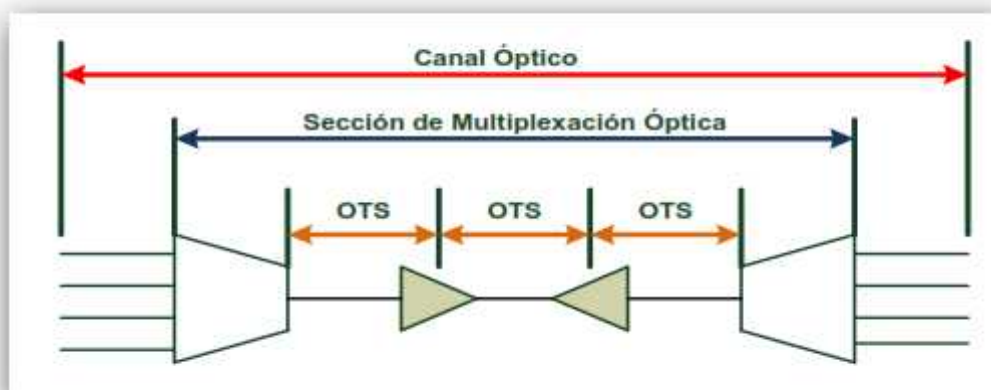


Figura 3.1.1 Estructura de OTN<sup>[12]</sup>.

El canal óptico OCh (Optical Channel) es una conexión óptica entre dos usuarios, y ocupa todo un camino óptico. Los canales ópticos son multiplexados y transmitidos como una señal a través de una única fibra. El tramo entre un multiplexador y un demultiplexador sobre los que la señal multiplexada se transporta, se refiere a la sección de multiplexación óptica OMS (Optical Multiplex Section).

Por último, el transporte entre dos puntos de acceso sobre el que la señal multiplexada se transmite se refiere a la sección de transmisión óptica OTS (Optical Transmission Section). Cada capa se asocia con una estructura de trama y cabeceras apropiadas.

La terminación del OTS, OMS y capas del canal óptico OCh son realizados en el nivel óptico del OTN. La carga útil del canal óptico OCh consiste en una infraestructura eléctrica, donde la unidad óptica de transporte de canal OTU (optical transport unit) es el nivel que añade mayor funcionalidad. Esta capa es la capa digital, también conocido como la "envoltura digital", que ofrece cabeceras específicas para manejar las funciones digitales de OTN. El OTU también introduce a las interconexiones ópticas corrección delantera de error (FEC) a los elementos de la red, permitiendo a operarios limitar el número necesario de regeneradores utilizados en la red y con esto reducir costos.

Como veremos más adelante el FEC permite mayor administración de enlace óptico, proporcionando un método para corregir errores, reduciendo así el impacto del ruido de la red y otros fenómenos ópticos experimentados por la señal del cliente que viaja a través de los puntos de terminación de red los cuales se ilustran en la siguiente figura 3.1.2. OTU también encapsula otras dos capas: La unidad óptica de datos ODU y la unidad de carga óptica OPU (Optical Channel Payload Unit) que dan acceso a la carga útil (SDH, FICON etc.).

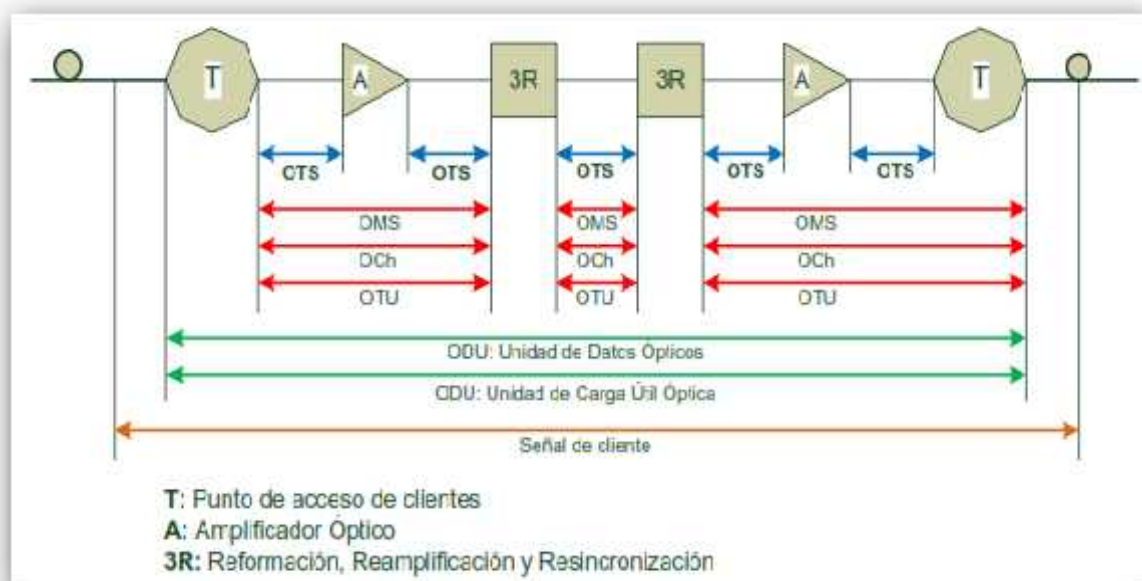


Figura 3.1.2. Puntos de Terminación de Capas OTN<sup>[12]</sup>.

### 3.2 PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL CLIENTE PARA SU TRANSMISION.

El encapsulamiento de la señal del cliente es primero adaptado a la capa OPU. La adaptación consiste en el ajuste de la tasa de señal de cliente a la tasa de OPU, para esto se añade una cabecera. Esta cabecera OH contiene información para apoyar la adaptación de la señal del cliente. Una vez adaptada la señal, el OPU es insertado en el ODU y se agregarán las cabeceras necesarias para asegurar supervisión de extremo a extremo y monitoreo. Por último, al ODU se le añade una cabecera, que proporciona entramado así como sección de monitoreo y FEC, formando así el OTU.

Siguiendo la estructura de OTN presentada en la figura 3.2.1, la unidad de transporte óptico OTU k ( $k = 1, 2, 3$ ) son transportados utilizando el canal óptico OCh, cada canal es asignado a una longitud de onda específica de la red. Varios canales pueden ser asignados en el OMS y entonces transportados a través de la capa OTS. Cada una de las capas OCh, OMS y OTS tiene su propia cabecera para propósitos de gestión en el nivel óptico. La cabecera de estas capas ópticas son transportadas fuera de la red de la ITU, sobre un canal llamado canal de supervisión óptico OSC(Optical Supervisory Channel). Cuando la estructura de trama de OTU está completa (OPU, ODU y OTU), G.709 proporcionan funciones de Operación, Administración, Mantenimiento y Aprovisionamiento.

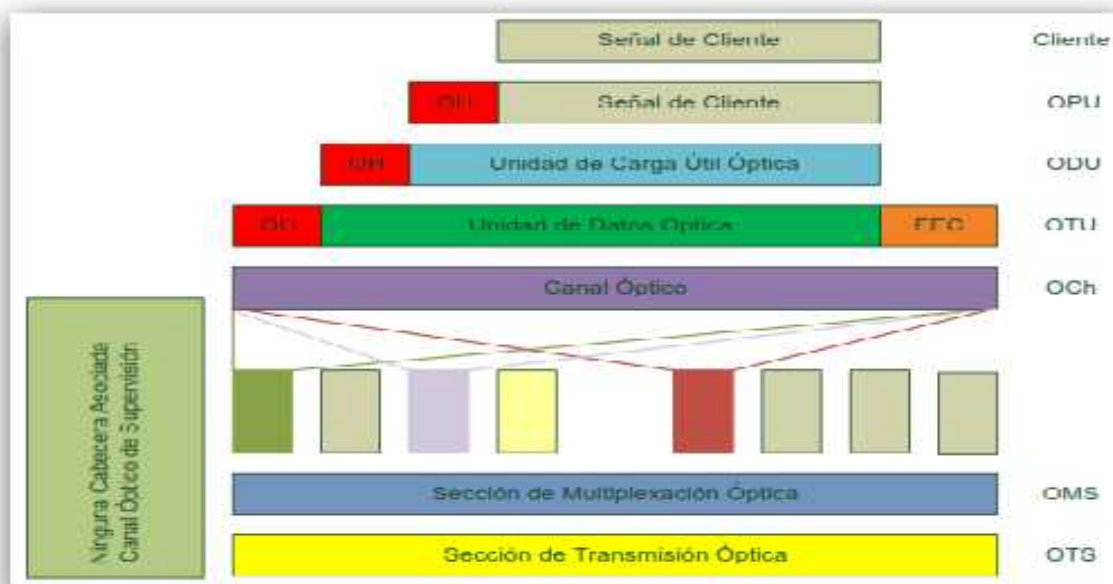


Figura 3.2.1 Encapsulamiento de la Señal Cliente<sup>[12]</sup>.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS EN LOS NODOS DEL ANILLO OTN SUR

El anillo OTN Sur 156F640WH001 está conformado por 20 nodos, en los cuales se implementaron sitios OLA's y FOADM's. La tabla 3.3.1 nos indica las características operativas de los diferentes nodos que conforman al Anillo OTN Sur 156F640WH001 como son distancias nodo a nodo, tipos de fibras utilizadas, atenuaciones manejadas, niveles OSNR, niveles PMD, etc.

NODO A	TPO DE SITIO	NODO B	TPO DE SITIO	INSTANCIA A	TPO DE FIBRA	ATENUACION ABSOLUTA	ATENUACION RELATIVA	TERMINAL A OSNR	TERMINAL B OSNR	TERMINAL C OSNR	TERMINAL A PMD	TERMINAL B PMD	TERMINAL C PMD
POZORCA	FANM	SAHUESO	OLA	56.6	6660DS	9.15	12.5						
SAHUESO	OLA	HUACHUPAN	OLA	80.2	6660DS	19.35	22.35	20.91	6.30	8.01	5.15	14.0	8.5
HUACHUPAN	OLA	TULAHUENCO	FANM	52.4	6660DS	13.0	16.0						
TULAHUENCO	FANM	ENLLENZAPAPA	OLA	82.6	6660DS	19.65	22.65						
ENLLENZAPAPA	OLA	APULCO	OLA	73.2	6660DS	18.2	21.2	21.39	6.0	5.29	18.32	20.0	9.8
APULCO	OLA	PIELAFRITES	FANM	71.2	6660DS	19.4	22.4						
PIELAFRITES	FANM	PIELAFRITES	FANM	14.9	6660DS	4.5	7.5	24.9	15.50	18.69	0.13	14.0	13.87
PIELAFRITES	FANM	TEHUACANHUATL	OLA	89.0	6660DS	18.9	21.9						
TEHUACANHUATL	OLA	TEHUACANHUATL	FANM	89.1	6660DS	14.4	17.4	25.39	5.80	9.99	4.17	14.0	9.8
TEHUACANHUATL	FANM	ESPERANZA	OLA	58.0	6660DS	15.1	18.1						
ESPERANZA	OLA	POZORCA	FANM	76.0	6660DS	20.9	23.9	26.24	6.30	10.34	5.72	14.0	8.8
POZORCA	FANM	CHICOMILCO	FANM	75.0	6660DS	20.6	23.6	24.23	6.70	8.5	4.3	14.0	9.7
CHICOMILCO	FANM	VALTEJERA	OLA	50.3	6660DS	12.4	15.4						
VALTEJERA	OLA	VERACRUZ/MOCTEZUMA	FANM	89.7	6660DS	15.9	18.9	25.42	6.80	9.82	1.86	14.0	12.4
VERACRUZ/MOCTEZUMA	FANM	POZORCA	OLA	88.7	6660DS	19.2	22.2						
POZORCA	OLA	VALTEJERA	FANM	53.2	6660DS	12.0	15.0	24.6	6.00	8.16	0.5	14.0	13.15
VALTEJERA	FANM	TEHUACANHUATL	FANM	65.0	6660DS	26.1	29.1	24.6	6.80	7.65	4.87	14.0	9.13
TEHUACANHUATL	FANM	MOCTEZUMA	OLA	79.0	6660DS	21.3	24.3						
MOCTEZUMA	OLA	LAVEREDA	OLA	98.0	6660DS	15.5	18.5	20.5	6.30	4.15	7.38	14.0	6.82
LAVEREDA	OLA	POZORCA	FANM	81.0	6660DS	22.8	25.8						

Tabla 3.3.1 Características de los nodos del Anillo OTN Sur<sup>[11]</sup>.

### 3.4 DESCRIPCION GENERAL DE TARJETAS UTILIZADAS EN LOS EQUIPOS OPTIX OSN 6800 Y OSN 8800 DEL ANILLO OTN SUR.

Las tarjetas implementadas en estos equipos se describen a continuación:

➤ FIU (Unidad Interfaz de Fibra).

Esta tarjeta multiplexa y demultiplexa señales transmitidas a lo largo del trayecto principal y el canal de supervisión óptico figura 3.4.1.

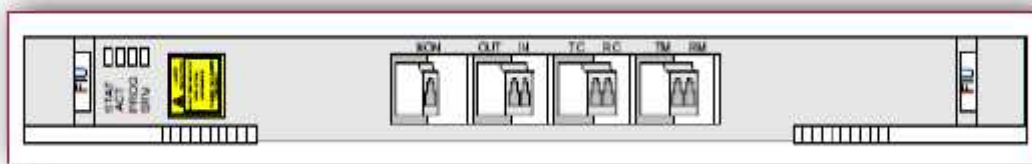


Figura 3.4.1 Unidad Interfaz de Fibra<sup>[12]</sup>.

➤ VA4 (Unidad Atenuadora Óptica Variable de 4 Canales).

Esta tarjeta es usada para atenuar cuatro señales diferentes en rangos de 1.5 a 21.5 db figura 3.4.2.

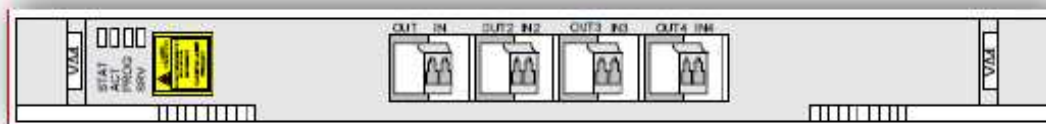


Figura 3.4.2 Unidad Atenuadora Óptica Variable de 4 Canales<sup>[12]</sup>.

➤ OAU100 (Unidad Amplificadora Óptica).

Esta tarjeta amplifica las señales ópticas de entrada en rangos de 0 a 21.5db, conectada a un DCM compensa la dispersión cromática figura 3.4.3.



Figura 3.4.3 Unidad Amplificadora Óptica<sup>[12]</sup>.

- OAU101 (Unidad Amplificadora Óptica).

Esta tarjeta amplifica las señales ópticas de entrada en rangos de 20 a 31db, conectada a un DCM compensa la dispersión cromática figura 3.4.3.

- SC2 (Unidad de Supervisión del Canal Óptico Bidireccional).

Esta tarjeta procesa y regenera dos señales de supervisión en direcciones opuestas, transmite y extrae la información de cabecera sobre el sistema, procesa y envía la información de cabecera a la SCC(Unidad de control y comunicación del sistema) figura 3.4.4.



Figura 3.4.4 Unidad de Supervisión del Canal Óptico Bidireccional<sup>[12]</sup>.

- D40 (Unidad De-multiplexora de 40 canales).

Esta tarjeta demultiplexa 40 canales de la banda C(pares o impares) figura 3.4.5.

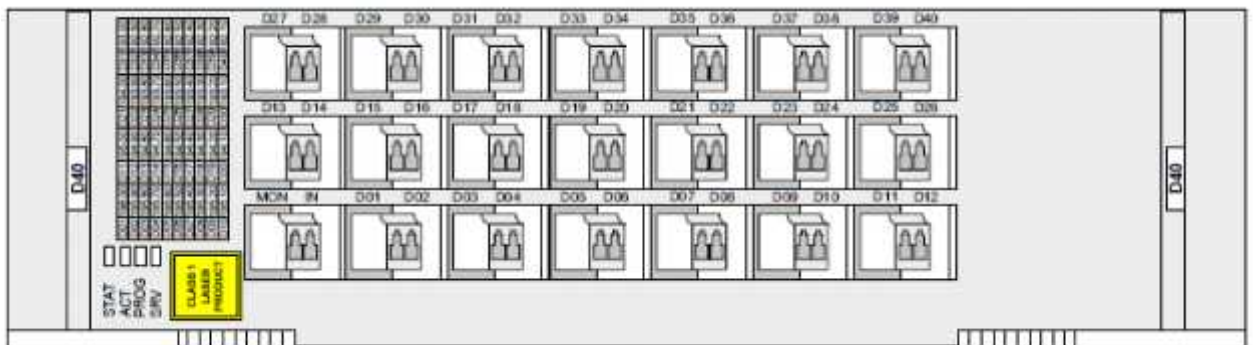


Figura 3.4.5 Unidad De-multiplexora de 40 Canales<sup>[12]</sup>.

- M40v (Unidad Multiplexora de 40 Canales con Atenuador Óptico Variable).

La tarjeta multiplexa 40 canales de la banda C y ajusta la potencia óptica de

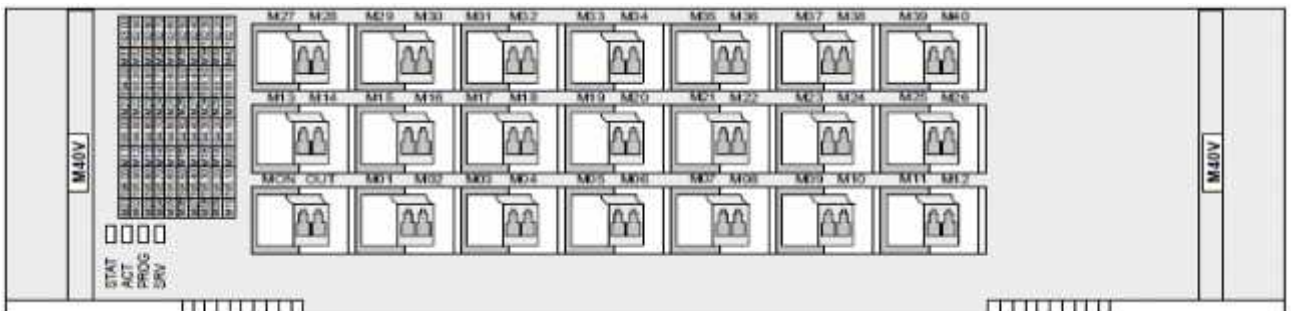


Figura 3.4.6 Unidad Multiplexora de 40 Canales con Atenuador Óptico Variable<sup>[12]</sup>.

- DCM (Modulo de Compensación de Dispersión).

Esta unidad compensa las señales que traen dispersión cromática, ayuda a mantener la forma original del pulso de la señal figura 3.4.7.



Figura 3.4.7 Modulo de Compensación de Dispersión<sup>[12]</sup>.

- FBG (Rejilla de Fibra Bragg). Se puede utilizar como una línea filtro-óptica para bloquear ciertas longitudes de onda o como un reflector de longitud de onda específica.
- MCA8 (Unidad Analizadora de Espectros de 8 Canales). Esta tarjeta provee 8 puertos los cuales pueden analizar espectros de hasta 80 longitudes de onda figura 3.4.8.



Figura 3.4.8 Unidad Analizadora de Espectros de 8 Canales<sup>[12]</sup>.

- NS3 (Unidad de Línea con un puerto de 40 gb).

Esta tarjeta implementa conversiones entre conexiones cruzadas ODU0, ODU1, ODU2 , ODU3 y OTU3.



Figura 3.4.9 Unidad de Línea con un puerto de 40gb<sup>[12]</sup>.

- TQX (Unidad de Tributaria de 4 puertos de 10 Gb/s).

Esta tarjeta convierte 4 señales ópticas FC800/FC1200/10GE LAN/10GE WAN/STM-64/OC-192/OTU2/OTU2e a 4 señales eléctricas ODU2/ODU2e/ODU a través de cross-conexión figura 3.4.10.

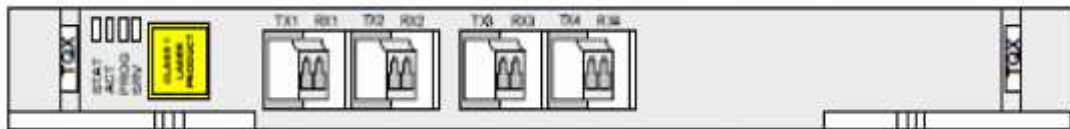


Figura 3.4.10 Unidad de Tributaria de 4 puertos de 10Gb/s<sup>[12]</sup>.

- SLD64 (Unidad de Interfaz Óptica con dos puertos STM-64).

Esta tarjeta se usa en el equipo Optix OSN para transmitir y recibir señales ópticas STM-64, convertirlas en señales eléctricas y enviar las señales eléctricas al lado de la cross-conexión y viceversa figura 3.4.11.

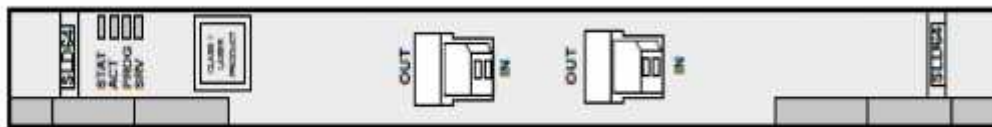


Figura 3.4.11 Unidad de Interfaz Óptica con dos puertos STM-64<sup>[12]</sup>.

Las tarjetas que se utilizaron en un sitio tipo OLA del Anillo OTN Sur se mencionan a continuación:

- ✓ FIU, VA4, OAU100, OAU101,,DCM, SC2.

Las tarjetas que se utilizaron en un sitio tipo FOAMD del Anillo OTN Sur son las siguientes:

- ✓ FIU, VA4, OAU100, OAU101, SC2, D40, M40v, FBG, MCA8, NS3, TQX, SLD64.

### 3.5 DIGRAMA DE CONFIGURACIÓN EN SITIOS OLA´S Y FOADM´S.

En las figuras 3.5.1 y 3.5.2 se muestran diagramas integrales de input-output de sitios OLA´s y FOADM´s y su interconexión respectivamente, tomando a Tecamachalco un sitio OLA y a Cordoba un sitio FOADM como ejemplos representativos de como se interconectaron los 20 sitios. El diagrama de conexión a nivel tarjeta de los demás nodos

son idénticos correspondientes al tipo de sitio ya sea con equipos OSN 6800 o 8800, pues se manejan las mismas tarjetas en el equipo de los diferentes sitios.

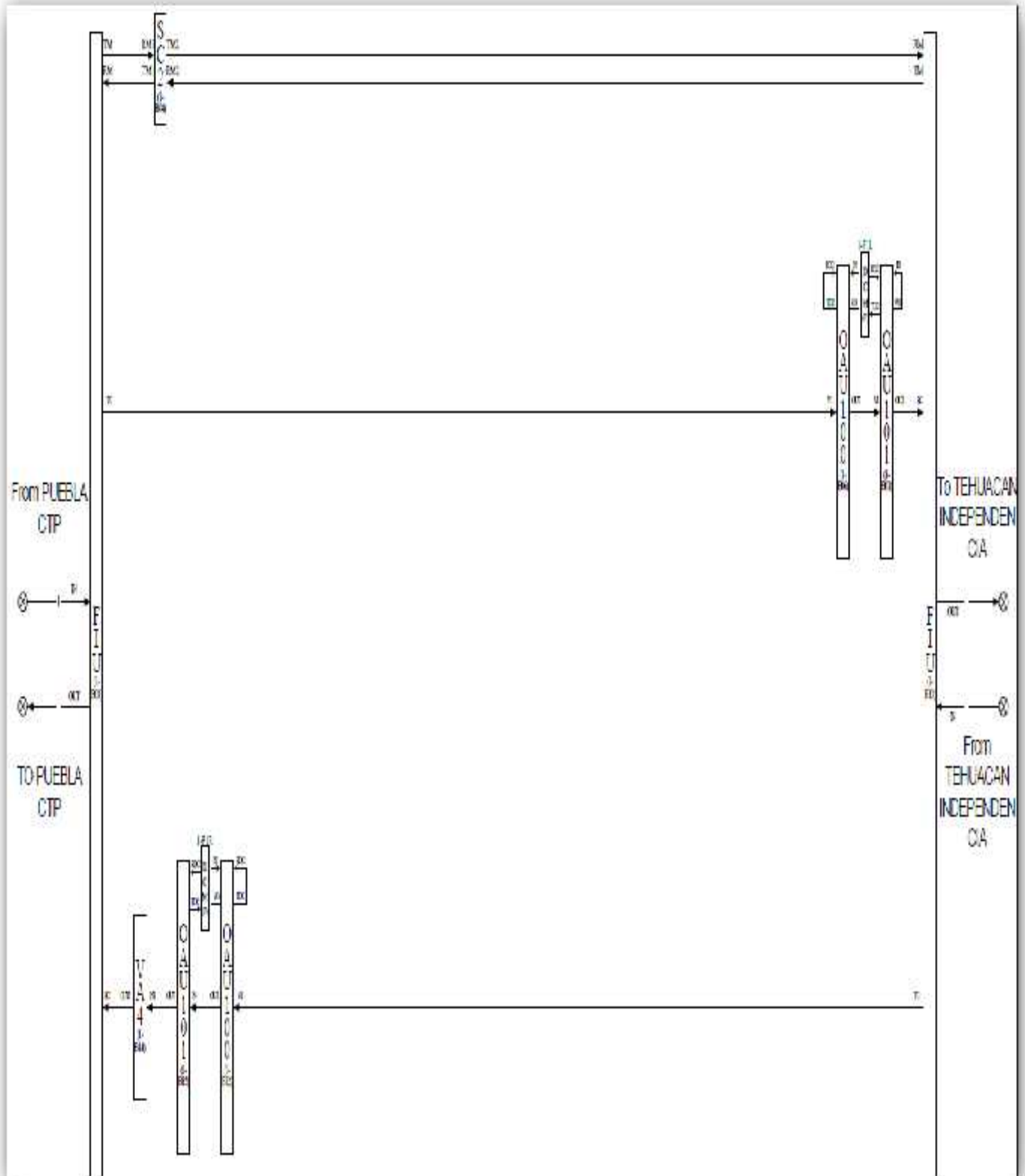


Figura 3.5.1 Configuración OLA nodo de Tecamachalco<sup>[11]</sup>.

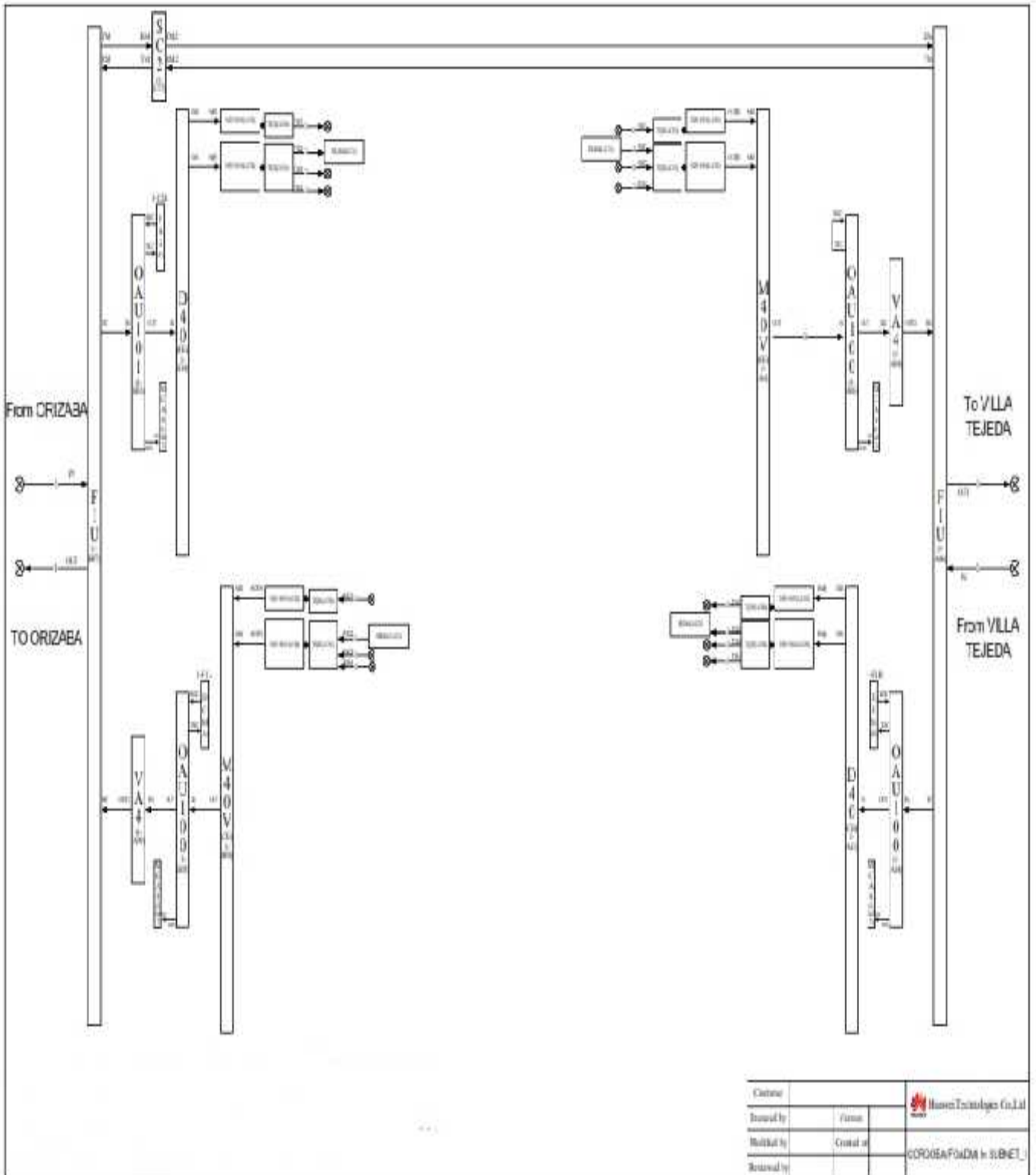


Figura 3.5.2 Configuración FOADM nodo de Cordoba<sup>[11]</sup>.

### 3.6 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE EQUIPAMIENTO

La tabla 3.6.1 y 3.6.2 muestran el equipamiento dentro de las repisas de los equipos OSN 6800 y OSN 8800 para el Anillo OTN Sur 156F640WH001.

Las figuras 3.6.1 y 3.6.2 muestran el frente de las repisas de equipos OSN 6800 y OSN 8800 respectivamente, para dar un bosquejo de cómo quedarán insertadas las tarjetas de equipamiento en los diferentes nodos.

Code.	Item	Total	POZPOZ	WIGUETA	NTZ DE LA TORRE	TEZMA	ALTOTON CA	AJUAL	FINCOMAD A	VERNOVA	VILLA TEJEDA	CORCOA	ORVIA
2004021	ROADM WITH 8800 COMMON Per Lambda40	20	2			2		2		2		2	2
2004022	Common Mainline, DLA Site Type A TOTAL Per Lambda40	22		2	2		2		2		2		
2004737	WS3-40GBS Line Board Tunable 0-10 GBS	40	4			4		4		4		4	4
2004738	WS3-40GBS Line Board Tunable 10-20 GBS	40	4			4		4		4		4	4
2004739	WS3-40GBS Line Board Tunable 20-30 GBS	40	4			4		4		4		4	4
2004800	WS3-40GBS Line Board Tunable 30-40 GBS	40	4			4		4		4		4	4
2002045	WS2-10GBS Line Board Tunable	0											
2004031	2xSTM-64 Optical Interface Board(H-64, LLC)	10	1			1		1		1		1	1
2004032	16xSTM-1 Optical Interface Board(S-1, LLC)	10	1			1		1		1		1	1
2004033	TMS203X01 4 x 10G Tributary Service Processing Board	11	1			1		1		1		2	1
2002046	TOMB Paris Multirate 10MBS-2.5 GBS Tributary Board	2	1					1					
2002048	SFP MODULE STM-16 STM-4	0											
2002049	SFP MODULE STM-16 GE	2	1					1					
XXXXXXX	Optical Transceiver, eSFP, 1550nm, Multirate 10Mbs-2.5 Gb/s	0											
2004034	XFP-1550-STM64FC10G10GbE/DU2-40km	12				1		1		2		3	1
2004035	XFP-1310-STM64FC10G10GbE/DU2-10km	20	2			2		2		2		2	2
3002044	INSTALACION DE BASTIDOR Y SUB-PACK OSN 8800	10	1			1		1		1		1	1
3002040	INSTALACION DE SUB-PACK OSN 6800	11		1	1		1		1		1		

Tabla 3.6.1. Especificaciones Técnicas de Equipamiento<sup>[11]</sup>.

Code	Item	Total	ESPERANZA	TECNOLOGIA	TECNICAS	PUESTO	PUESTO	APRACIO	EZAPATA	TOTAL	HUACHINA	SW
			2A		HALCO						NSO	ONESO
2004021	COMMON WITH 8800 COMMON Per Lambda 40	20		2		2	2			2		
2004022	Common Platform, DLA Site Type A TOTAL Per Lambda 40	22	2		2			2	2		2	2
2004797	NS3 10GBS Line Board Tunable 0-10 GBS	40		4		4	4			4		
2004798	NS3 10GBS Line Board Tunable 10-20 GBS	40		4		4	4			4		
2004799	NS3 10GBS Line Board Tunable 20-30 GBS	40		4		4	4			4		
2004800	NS3 10GBS Line Board Tunable 30-40 GBS	40		4		4	4			4		
2002045	NS2 10GBS Line Board Tunable	0										
2004031	2xSTM-64 Optical Interface Board(I-64, LLC)	10		1		1	1			1		
2004032	16xSTM-1 Optical Interface Board(S-1, LLC)	10		1		1	1			1		
2004033	TMS203001 4 x 10G Tributary Service Processing Board	11		1		1	1			1		
2002046	TCM DP Pwls Multirate 10MBS-2.5 GBS Tributary Board	2										
2002048	SFP MODULE STM-1/STM-4	0										
2002049	SFP MODULE STM-16 GE	2										
2004034	Optical Transceiver, SFP, 1550nm, Multirate 10Mbs-2.5 Gbs	0										
2004034	SFP-1550-STMG4FC10G10GbE10TU2-40km	12		2			2					
2004035	SFP-1550-STMG4FC10G10GbE10TU2-10km	20		2		2	2			2		
2002044	INSTALACION DE BASTIDOR Y SUB-PACK CSN 8800	10		1		1	1			1		
2002040	INSTALACION DE SUB-PACK CSN 8800	11	1		1			1	1		1	1

Tabla 3.6.2. Especificaciones Técnicas de Equipamiento<sup>(11)</sup>.



### 3.7 PROGRAMA DE OBRA PARA LA NUEVA INFRAESTRUCTURA TELMEX ANILLO OTN SUR 156F640WH00

Como parte de la implementación se debe de llevar a cabo un programa de obra, en la tabla 3.7.1 se presenta el programa de obra para el nodo OLA Apizaco uno de los 20 nodos que conforman el anillo OTN SUR 156F640WH00, dentro de éste nos indica actividades, duración ,ejecutor, etc., es importante señalar que el tiempo solo es estimado y tomando en cuenta contingencias, además de que el programa de obra es idéntico en los otros 19 nodos, de los 20 nodos la duración máxima para la ejecución de estos trabajos es de 10 días.

<b>GERENCIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:</b>		<b>PUEBLA</b>		<b>ESPECIALIDAD:</b>		<b>INFRAESTRUCTURA</b>	
<b>TIPO DE TRABAJO:</b>		<b>INSTALACION DE EQUIPO WDM OptiX OSN6800 MARCA HUAWEI (ANILLO "OTN SUR 156F640WH00")</b>					
<b>LUGAR:</b>		<b>APIZACO</b>		<b>ELEMENTO PEP:</b>	<b>3L700900298C 014</b>	<b>OT :</b>	<b>330000062761-704001</b>
<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración</b>	<b>Ejecuta</b>	<b>Comentarios</b>			
01	Revisión de O.T.	1 día	Huawei / Telmex	En horario de trabajo normal			
02	Apertura de cajas de equipo y material de instalación	1 día	Huawei / Telmex	En horario de trabajo normal			
03	Instalación de bastidor Optix OSN6800	2 días	Huawei	En horario de trabajo normal			
04	Cableado de fuerza (incluida la tierra física).	2 días	Huawei	En horario de trabajo normal			
05	Cableado de jumpers ópticos	2 días	Huawei	En horario de trabajo normal			
06	Etiquetado en general	1 días	Huawei	En horario de trabajo normal			
07	Conexión de jumpers ópticos	1 día	Huawei	En horario de trabajo normal			
08	Conexión de cables de fuerza (energización de equipo)	2 horas	Huawei	Solicitar Intervención			
09	Supervisión de instalación de gabinete y accesorios	2 días	Huawei / Telmex	En horario de trabajo normal			

Tabla 3.4.1 Programa de Obra Anillo OTN Sur nodo Apizaco<sup>[11]</sup>.

### **3.8 ORDENES DE TRABAJO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL ANILLO OTN SUR 156F640WH00**

En la implementación del Anillo OTN SUR se ejecutaran los siguientes trabajos en cada uno de los nodos que lo integran diferenciándose únicamente por datos de ubicación dentro de sala, nombre del sistema, etc., pero en general las ordenes de trabajo se realizaran de la misma manera, está orden de trabajo se efectuó en Tehuacán nodo tipo FOADM.

#### **1.- Descripción del trabajo a realizar.**

Instalación y recepción del equipo DWDM marca Huawei, equipado para operar a una capacidad de 40gbs, según lista de materiales.

Este equipo formara parte del sistema anillo OTN SUR 156F640WH001, el código CLLI para este sistema es THCNPBINO0N.

El equipo a instalar deberá cumplir con las normas y protocolos de aceptación vigentes, estos trabajos serán amparados por los trabajos de suministro.

#### **2.- Datos de la ubicación de la instalación del equipo.**

Instalar un bastidor Huawei Optix en la fila 105, lado A posición 25 de la sala de transmisión de la central que nos ocupa según plano anexo. El equipo a instalar deberá estar equipado de acuerdo al frente de equipo anexo.

Instalar una tarjeta SLH41, en el slot 20 de la repisa 1 (superior) del bastidor Huawei, ubicado en la fila 105, lado A posición 25 de la sala de transmisión de la central que nos ocupa según plano anexo.

Instalar una bajada exprés ADC de 4'' con dos bajadas rígidas en los costados del bastidor instalado en el punto 2.1, sobre canaleta ADC existente, según anexo.

#### **3.- Remate de alimentación.**

Energizar la repisa 8800 con -48 VDC de la planta de rectificación Netsure Emerson, ubicado en la sala de corriente directa 00.g y protéjalo con 2 fusibles de 60 amperes, posiciones 16 (principal) de la distribución 1 y 16 (reserva) de la distribución 2, según diagrama anexo.

La distancia entre el equipo y la planta de rectificación es de 30 mts con cable calibre 2 AWG.

Energizar la repisa 6800 con -48 VDC del GLT 105-i, ubicado en la misma sala y protéjalo con 2 fusibles de 16 amperes, posiciones 11a (principal) y 11b (reserva) según diagrama anexo.

La distancia entre el equipo y el GLT es de 10mts con cable calibre 8 AWG.

3.3 Aterrizar el equipo instalado en el punto 2.1, a la barra de tierra de la fila 105 con cable color verde calibre 6 AWG.

4.- Remate de cableados.

4.1 Rematar la señal de línea dirección Tecamachalco, en las posiciones 1(tx) y 2(rx) (lado estático) del DFO 0301, BDFO ADC ubicado en la fila 105 lado A posición 11, de la sala de transmisión de la central que nos ocupa según anexos.

La distancia entre el equipo y el BDFO ADC es de 11mts con conectores LC-SC.

4.2 Rematar la señal de línea dirección esperanza, en las posiciones 3(tx) y 4(rx) (lado estático) del DFO 0301, BDFO ADC ubicado en la fila 105 lado A posición 11, de la sala de transmisión de la central que nos ocupa según anexos.

La distancia entre el equipo y el BDFO ADC es de 26.1mts con conectores LC-SC.

4.3 Rematar las tributarias de 10gbs, en las posiciones 5 al 8 (lado estático) del DFO 0301, BDFO ADC, ubicado en la fila 105 lado A posición 11, de la sala de transmisión de la central que nos ocupa según anexos.

La distancia entre el equipo y el BDFO ADC es de 10mts con conectores LC- SC.

4.4 Rematar las tributarias de STM-1, en las posiciones 9 al 20 (lado estático) del DFO 0301, BDFO ADC, ubicado en la fila 105 lado A posición 11, de la sala de transmisión de la central que nos ocupa según anexos.

La distancia entre el equipo y el BDFO ADC es de 10mts con conectores LC- SC.

4.5 Continuar las posiciones 1 y 2 (lado dinámico) del DFO 0301, BDFO ADC ubicado en F105A11; hacia las posiciones 23 y 24 (lado dinámico) del DFO 06 (r-35 dir Tecamachalco) en el BDFO 1 ubicado en F104A06, de la sala de transmisión de la central que nos ocupa según anexos.

La distancia entre los DFO'S es de 17mts con conectores SC-FC. Este trabajo será a cargo de O&M LD PUEBLA.

4.6 Continuar las posiciones 3 y 4 (lado dinámico) del DFO 0301, BDFO ADC ubicado en F105A11; hacia las posiciones 5 y 6 del DFO 06 (r-35 dir esperanza) en el BDFO 2 ubicado en F105A06, de la sala de transmisión de la central que nos ocupa según anexos. La distancia entre los DFO'S es de 13mts con conectores SC-FC. Este trabajo será a cargo de O&M LD PUEBLA.

4.7 Gestión - será asignada por LLT.

5.- Sistema radiante - n/a.

6.- Normas y protocolos:

N/08/004 norma de etiquetado en equipos de fuerza y clima. TMX/N/XI norma y especificación del sistema de tierra para la planta de Teléfonos de México S.A. de C.V.

R/02/169 protocolo de recepción del sistema de gestión IMANAGER U2000 de Huawei.

N/05/002/ norma para la codificación y etiquetado en cables coaxiales, de fibra óptica, cables de alimentación, cables de sincronía y cables utp.

D/02/030 método normativo de interconexión del equipo OPTIX OSN 8800.

HWMEX20110808 método normativo de construcción del equipo OPTIX OSN 8800.

D/02/013 método normativo de interconexión del equipo OPTIX OSN 6800.

HWMEX20101109 método normativo de construcción del equipo OPTIX OSN 6800 para Sala de tx de TELMEX.

R/02/296 protocolo de recepción del equipo OPTIX OSN8800 T32 y T64 y OPTIX OSN 6800 de Huawei.

7.- lista de anexos.

Plano de sala mixta figura 3.8.1.

Frente de equipo 3.8.2 .

Frente de GLT figura 3.8.3.

Frente BDFO ADC figura 3.8.4.

Frente BDFO 2 figura 3.8.5.

Frente BDFO 1 figura 3.8.6.

Plano de sala de corriente directa figura 3.8.7.

Frente planta Netsure figura 3.8.8.

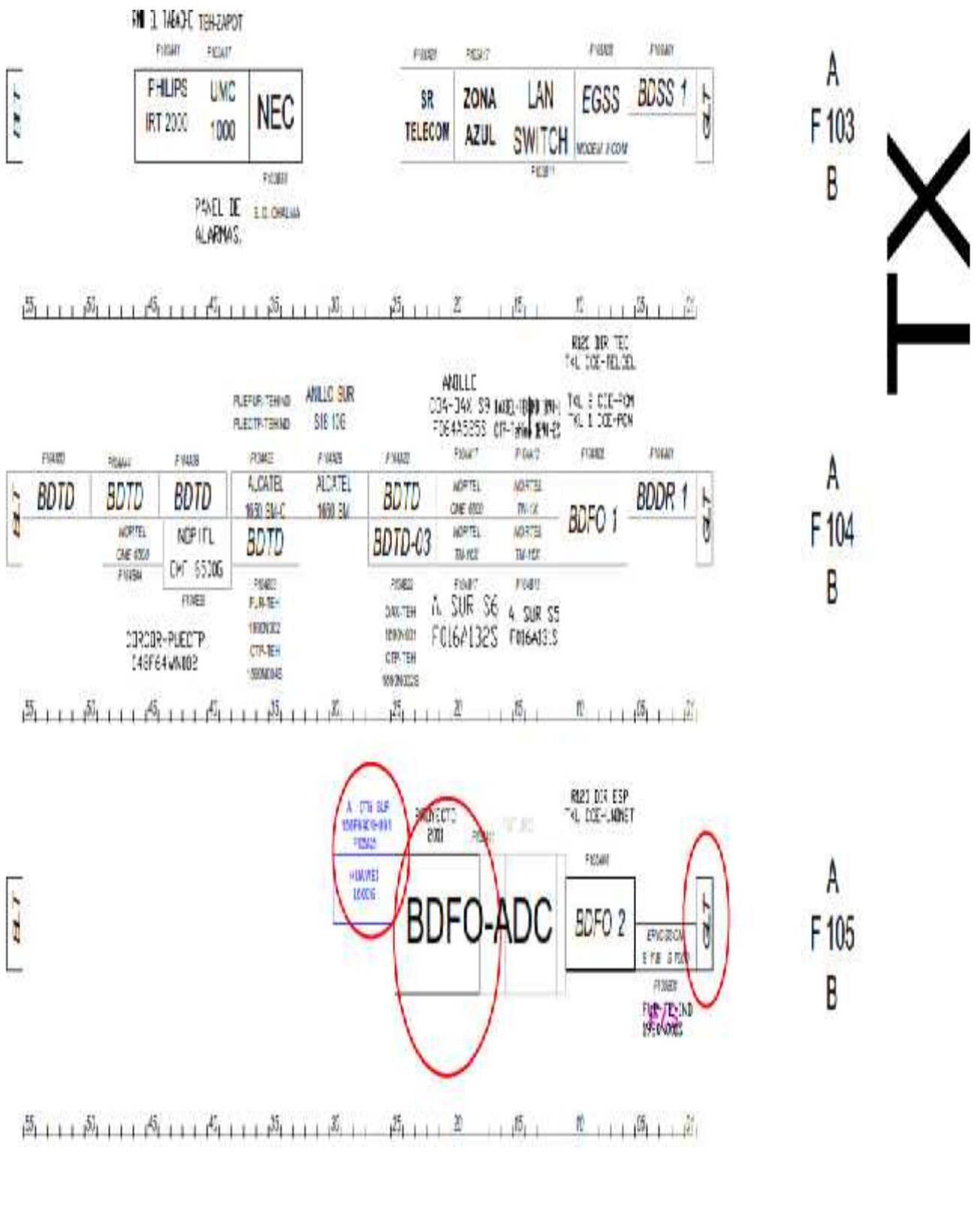


Figura 3.8.1 Plano de Sala mixta en nodo Tehuacán<sup>[11]</sup>.

**ANILLO OTN SUR 156F640WH001**  
**Sito TEHUACAN**  
**INDEPENDENCIA**

TEHUACAN	
TARJETA	
TOX	
SLOT	
1	
SEÑAL	DIR
01	
02	
03	10 GE PUEBLA FUERTES
04	10 GE PUEBLA FUERTES

TEHUACAN			
TARJETA SLH41			
SLOT			
20			
SEÑAL	DIR	SEÑAL	DIR

PUERTO	01	STI3-1	PUEBLA CTF	20	LIBRE	
	02	STI3-2	PUEBLA CTF	20	LIBRE	
	03	STI3-1	PUEBLA FUERTES	21	LIBRE	
	04	STI3-1	PUEBLA FUERTES	22	LIBRE	
	05	STI3-2	PUEBLA FUERTES	23	LIBRE	
	06	STI3-1	PUEBLA FUERTES	24	LIBRE	
	07	LIBRE		25	LIBRE	
	08	LIBRE		26	LIBRE	



**Elemento PEP:**  
**3L-700900298-C010**

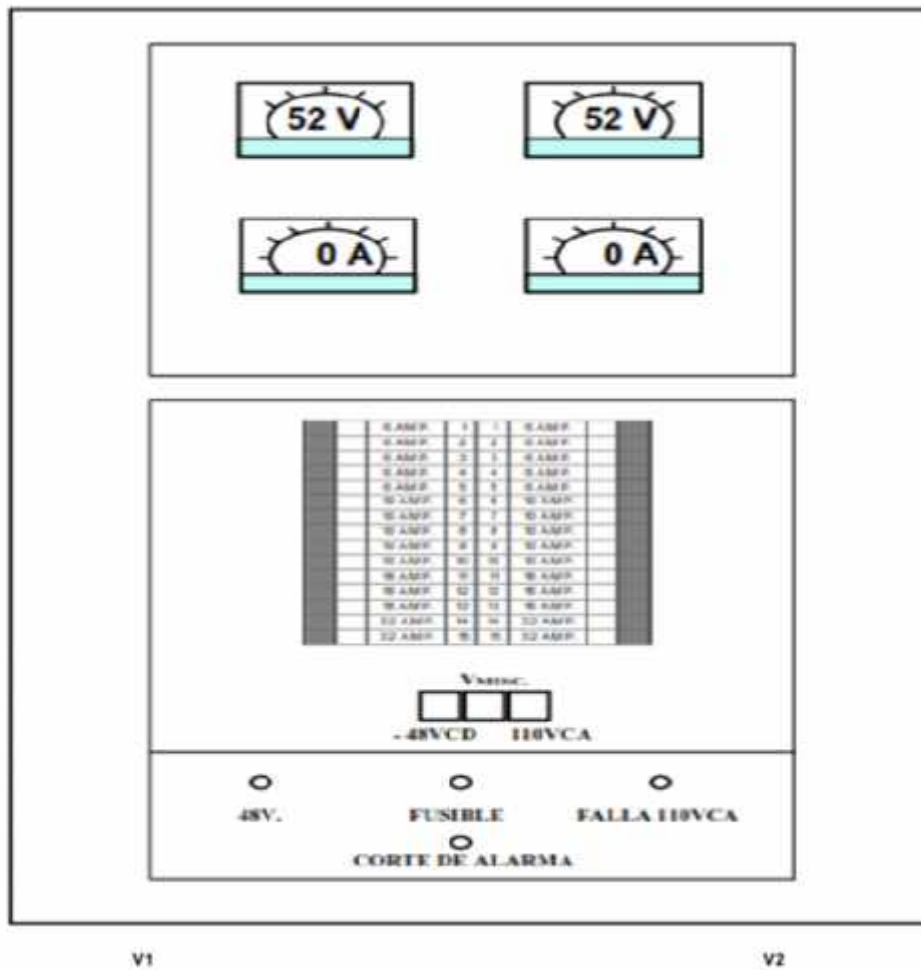
TEHUACAN		
CÓDIGO SIATEL	DESCRIPCION	CANTIDAD
2084797	NS3 40GBS LINE BOARD TUNABLE 0-10 GBS	4
2084798	NS3 40GBS LINE BOARD TUNABLE 10-20 GBS	4
2084799	NS3 40GBS LINE BOARD TUNABLE 20-30 GBS	4
2084800	NS3 40GBS LINE BOARD TUNABLE 30-40 GBS	4
2084821	FOADM WITH 8000 COMMON PER LAMBDA 40	2
2084831	2xSTM64 OPT. INTERFACE BOARD 144.1,1,C	1
2084832	16xSTM1 OPT. INTERFACE BOARD S.1.1,1,C	1
2084833	TRIS2TOX01 4x10G TRIB SERV PROCESSING B.	1
2084834	XFP-1550-STM64 FC10G 10GBE OTU2-40KM	2
2084835	XFP-1310-STM64 FC10G 10GBE OTU2-10KM	2

SLOT	TIPO	FRECUENCIA (THz)	LAMBDA (nm)
2	NS3 40 GBS LINE BOARD TUNABLE	196,00	1529,56
3	NS3 40 GBS LINE BOARD TUNABLE	196,00	1529,56
4	NS3 40 GBS LINE BOARD TUNABLE	195,00	1530,34
5	NS3 40 GBS LINE BOARD TUNABLE	195,00	1530,34

Dirección Esperanza Dirección Tecamachalco

**OptiX OSN 8800 V100R006**

Figura 3.8.2 Frente OSN 8800 nodo Tehuacán<sup>[11]</sup>.



POSICION		POSICION	
1	LIBRE	1	LIBRE
2	LIBRE	2	LIBRE
3	LIBRE	3	LIBRE
4	LIBRE	4	LIBRE
5	LIBRE	5	LIBRE
6	LIBRE	6	LIBRE
7	LIBRE	7	LIBRE
8	LIBRE	8	LIBRE
9	LIBRE	9	LIBRE
10	LIBRE	10	LIBRE
11	ANILLO OTN SUR 156F640WH001, 105A25	11	ANILLO OTN SUR 156F640WH001, 105A25
12	LIBRE	12	LIBRE
13	LIBRE	13	LIBRE
14	LIBRE	14	LIBRE
15	LIBRE	15	LIBRE

SUBGERENCIA DE INGENIERIA OPERATIVA LD				GABINETE LATERAL DE TENSIONES		CCE I.P.
PROYECTO: UMA	REVISO: ESS	AUTORIZO: COR	FECHA: 03/02/2012	CTL. TEHUACAN INDEPENDENCIA TICNFBIN		
						FILA: 105
						LADO: IZQUIERDO

Figura 3.8.3 Frente del GLT en nodo Tehuacán<sup>[11]</sup>.

 <b>DISTRIBUIDOR DE FIBRAS OPTICAS 0301</b>				
<b>CETRAL: THCNPBIN</b> <b>PROYECTO: UMA</b>		<b>SALA: 01.T</b> <b>REVISO: ESS</b>	<b>BASTIDOR: BDFO ADC F105A11</b> <b>AUTORIZO: COR FECHA: 05-Mar-12</b>	
CONTACTO	LADO A	SISTEMA	LADO B	GRAFO
1	THCNPBIN.01.T105A25 2.6.1	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 DIR TECAMACHALCO	LIBRE	33_55892
2	THCNPBIN.01.T105A25 2.6.1	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 DIR TECAMACHALCO	LIBRE	33_55892
3	THCNPBIN.01.T105A25 3.6.1	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 DIR ESPERANZA	LIBRE	33_55892
4	THCNPBIN.01.T105A25 3.6.1	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 DIR ESPERANZA	LIBRE	33_55892
5	THCNPBIN.01.T105A25 1.1.3	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 10 GBS	LIBRE	33_55892
6	THCNPBIN.01.T105A25 1.1.3	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 10 GBS	LIBRE	33_55892
7	THCNPBIN.01.T105A25 1.1.4	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 10 GBS	LIBRE	33_55892
8	THCNPBIN.01.T105A25 1.1.4	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 10 GBS	LIBRE	33_55892
9	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.1	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
10	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.1	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
11	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.2	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
12	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.2	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
13	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.3	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
14	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.3	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
15	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.4	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
16	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.4	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
17	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.5	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
18	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.5	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
19	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.6	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892
20	THCNPBIN.01.T105A25 1.20.6	ANILLO OTN SUR 156F640WH001 STM-1	LIBRE	33_55892

21	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
22	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
23	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
24	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
25	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
26	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
27	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
28	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
29	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
30	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
31	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
32	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
33	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
34	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
35	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
36	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
37	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
38	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
39	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
40	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
41	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
42	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
43	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
44	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
45	LIBRE	LIBRE	LIBRE	
46	LIBRE	LIBRE	LIBRE	

Figura 3.8.4 Frente BDFO ADC en nodo Tehuacán<sup>[11]</sup>.

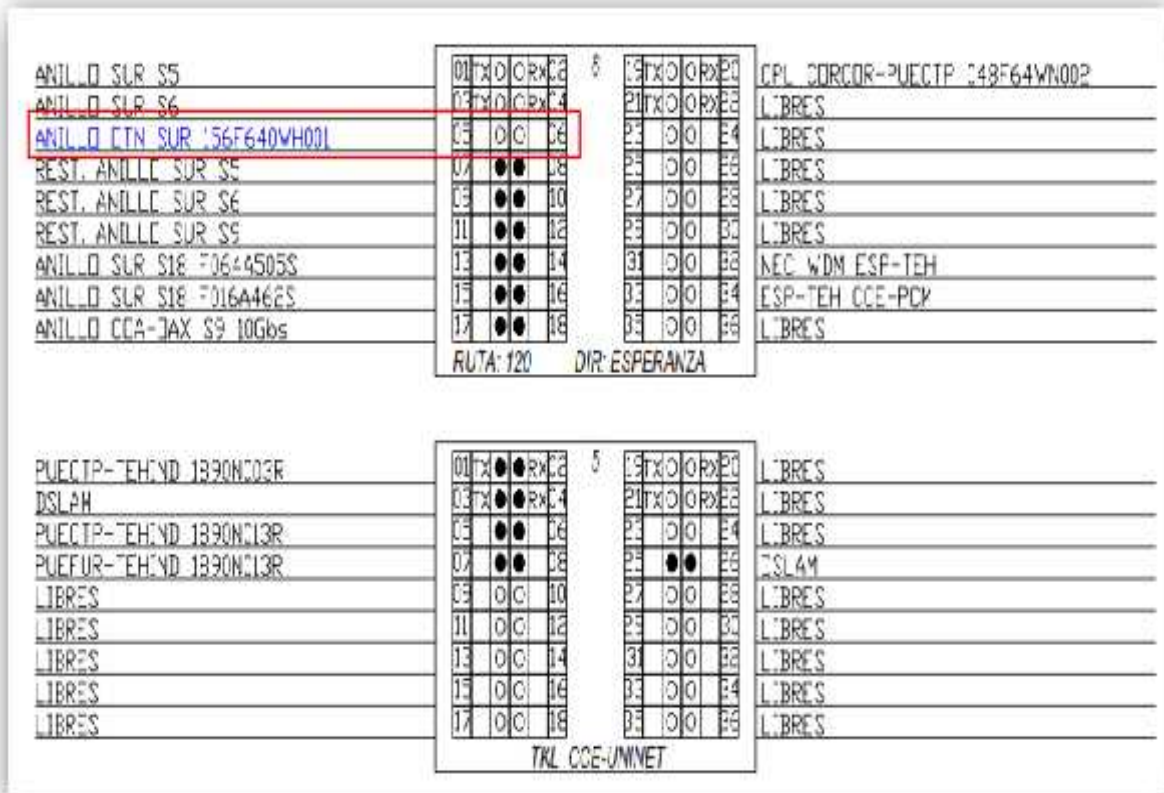


Figura 3.8.5 Frente BDFO 2 en nodo Tehuacan<sup>[11]</sup>.

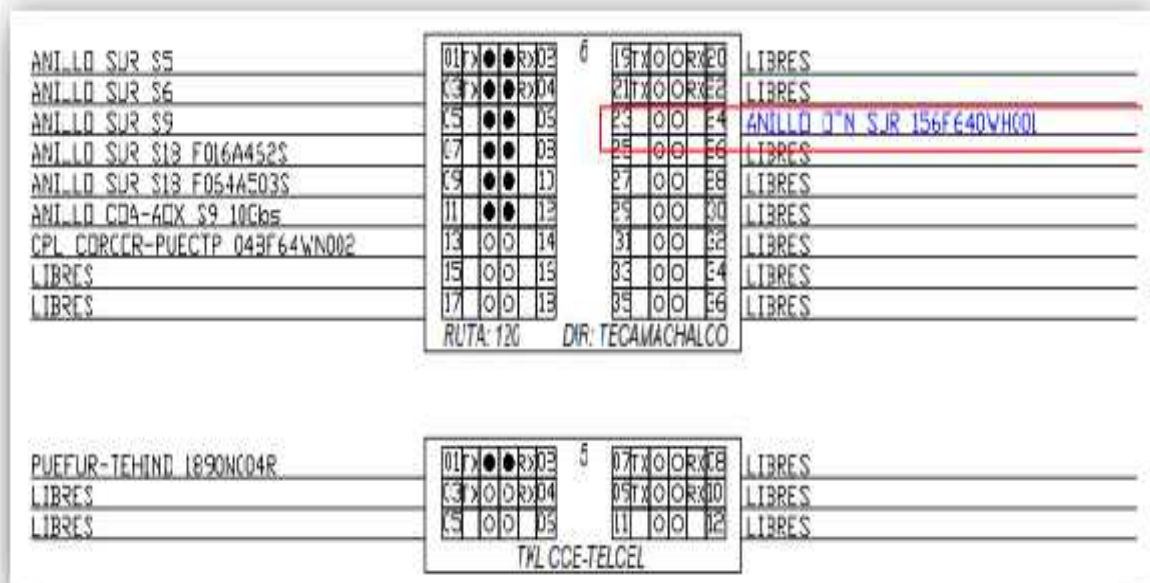


Figura 3.8.6 Frente BDFO 1 en nodo Tehuacan<sup>[11]</sup>.

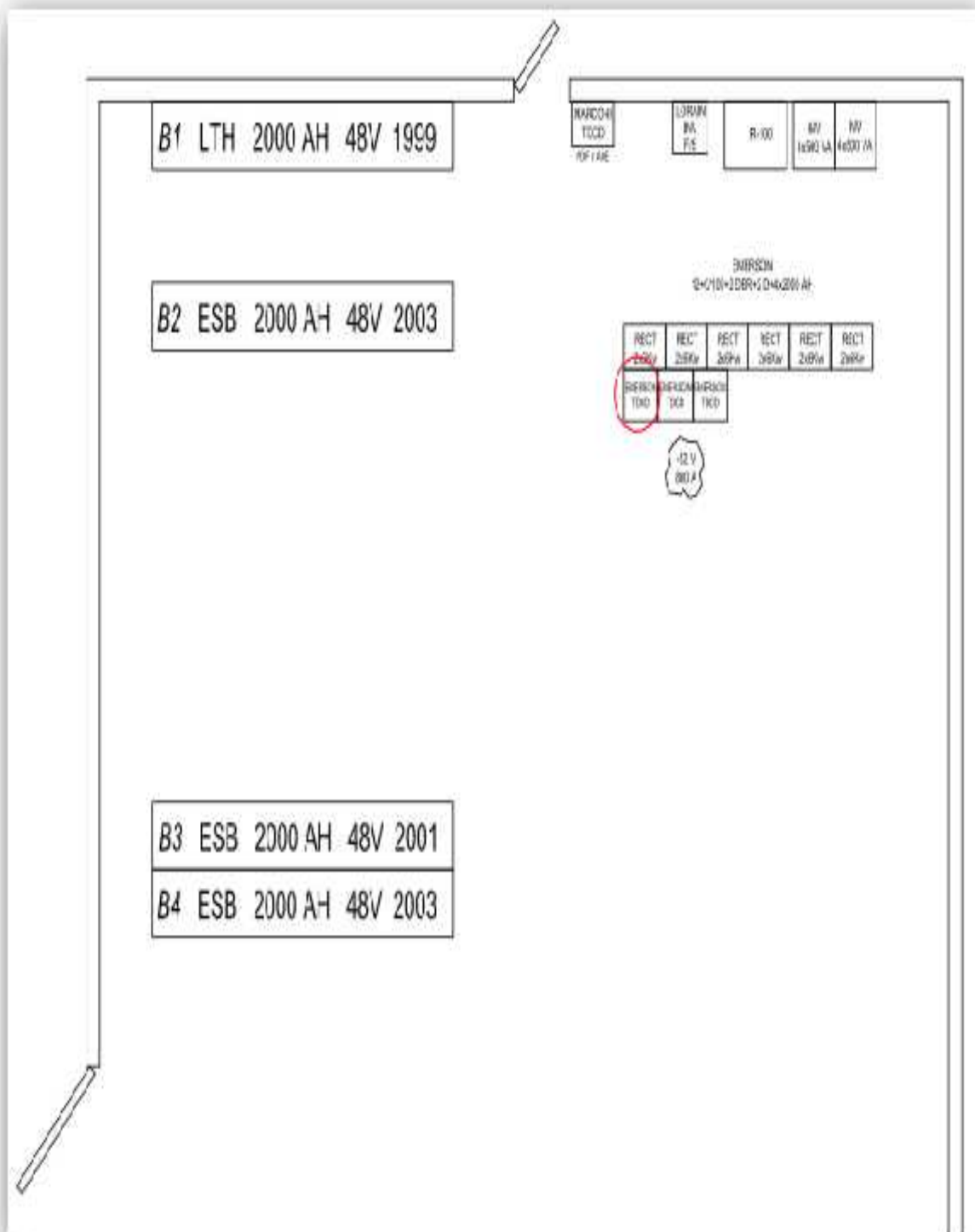


Figura 3.8.7 Plano de Sala de Corriente Directa en nodo Tehuacan<sup>[11]</sup>..

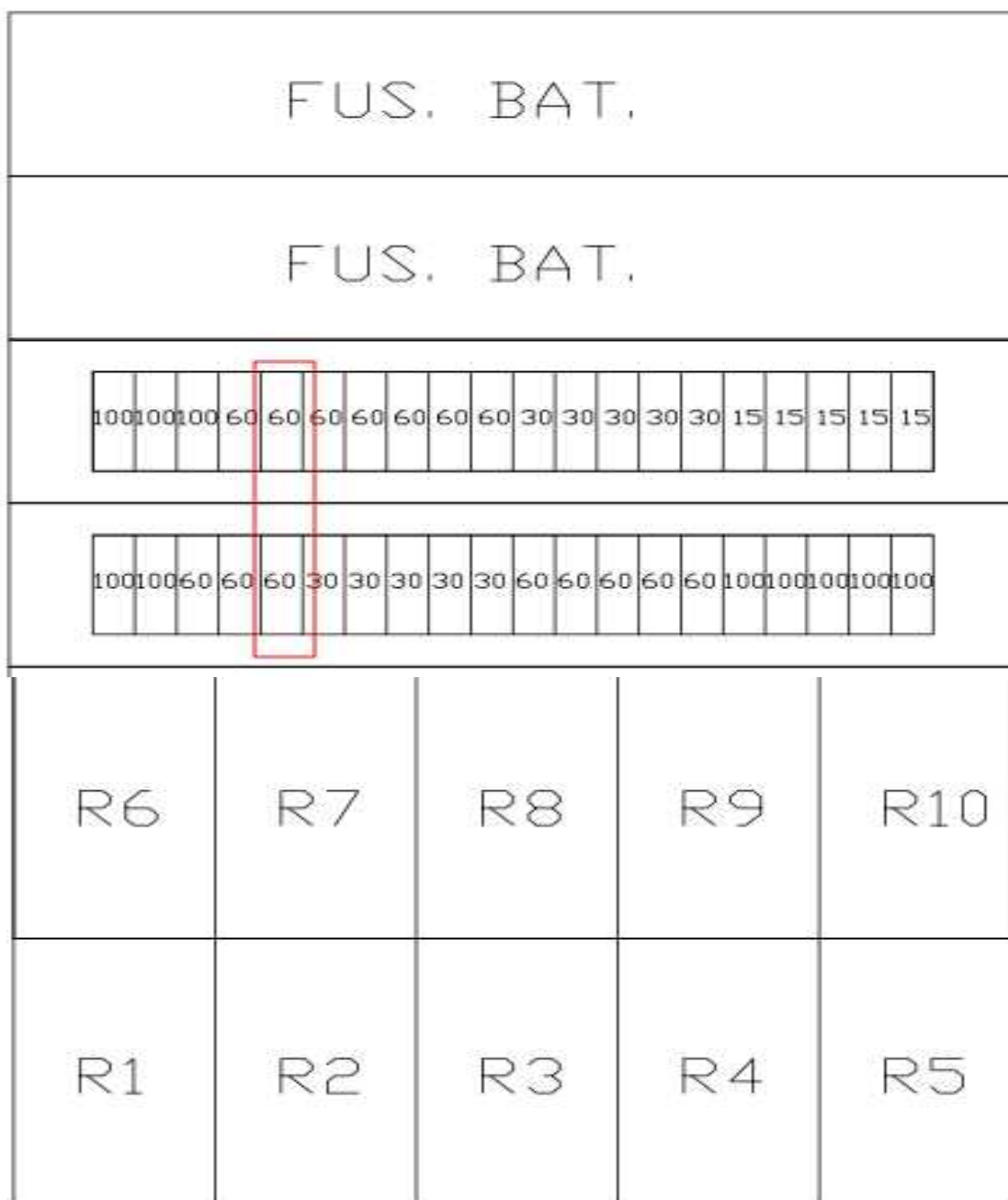


Figura 3.8.8 Frente Planta Netsure<sup>[11]</sup>.

### 3.9 ORDEN DE SERVICIO PARA GESTION Y PRUEBAS DE ANILLO OTN SUR 156F640WH001

Mediante la siguiente orden de servicio se verificara la gestion y pruebas del Anillo OTN Sur 156F640WH001.

Numero de Orden de Servicio: Lt 266/12

Descripcion de Accion Principal: Gestion y pruebas del Anillo OTN Sur.

Gerencia responsable de ejecucion: LSU, CNS.

Descripcion de los trabajos:

1. Plan de Gestion.

Los elementos de red que forman el sistema deberán ser configurados con los

siguientes datos:

<b>Sitio</b>	<b>Tipo de Equipo</b>	<b>CLLI</b>	<b>Extended ID</b>	<b>Entidad</b>
Poza Rica	OLA Slave 2	PZRCVRPOO22.3	10	Telmex
Poza Rica	FOADM	PZRCVRPOO22.1	10	Telmex
Poza Rica	OLA Slave 1	PZRCVRPOO22.2	10	Telmex
San Diego	OLA	VLCAPBSAO03	10	Telmex
Huauchinango	OLA	HHNNPBHCO0A	10	Telmex
Tulancingo	OLA Slave 2	TLNGHGTUO1U.3	10	Telmex
Tulancingo	FOADM	TLNGHGTUO1U.1	10	Telmex
Tulancingo	OLA Slave 1	TLNGHGTUO1U.2	10	Telmex
Emiliano Zapata	OLA	EMZPHGEZO07	10	Telmex
Apizaco	OLA	APZCXXAPO0Q	10	Telmex
Puebla Fuertes	OLA Slave 2	PUBLPBFUO10.3	10	Telmex
Puebla Fuertes	FOADM	PUBLPBFUO10.1	10	Telmex
Puebla Fuertes	OLA Slave 1	PUBLPBFUO10.2	10	Telmex
Puebla CTP	OLA Slave 2	PUBLPBCTO05.3	10	Telmex
Puebla CTP	FOADM	PUBLPBCTO05.1	10	Telmex
Puebla CTP	OLA Slave 1	PUBLPBCTO05.2	10	Telmex

Tecamachalco	OLA	TCCHPBTEO0A	10	Telmex
Independencia	OLA Slave 2	THCNPBINO0N.3	10	Telmex
Independencia	FOADM	THCNPBINO0N.1	10	Telmex
Independencia	OLA Slave 1	THCNPBINO0N.2	10	Telmex
Esperanza	OLA	ESPZPBEO09	10	Telmex
Orizaba	OLA Slave 2	ORZBVRORO0L.3	10	Telmex
Orizaba	FOADM	ORZBVRORO0L.1	10	Telmex
Orizaba	OLA Slave 1	ORZBVRORO0L.2	10	Telmex
Córdoba	OLA Slave 2	CRDBVRCOO1W.3	10	Telmex
Córdoba	FOADM	CRDBVRCOO1W.1	10	Telmex
Córdoba	OLA Slave 1	CRDBVRCOO1W.2	10	Telmex
Villa Tejada	OLA	SDDOVRVTO01	10	Telmex
Mocambo	OLA Slave 2	VRCZVRMOO0Z.3	10	Telmex
Mocambo	FOADM	VRCZVRMOO0Z.1	10	Telmex
Mocambo	OLA Slave 1	VRCZVRMOO0Z.2	10	Telmex
Rinconada	OLA	RNNDVRRNO03	10	Telmex
Jalapa	OLA Slave 2	JALPVRJAO0U.3	10	Telmex
Jalapa	FOADM	JALPVRJAO0U.1	10	Telmex
Jalapa	OLA Slave 1	JALPVRJAO0U.2	10	Telmex
Mina	OLA Slave 2	TZTNPBMIO0H.3	10	Telmex
Mina	FOADM	TZTNPBMIO0H.1	10	Telmex
Mina	OLA Slave 1	TZTNPBMIO0H.2	10	Telmex
Mtz. de la Torre	OLA	MZTRVRMTO0G	10	Telmex
La Vigüeta	OLA	VGTAVRLVO04	10	Telmex

Tabla 3.9.1: Elementos de Red del Anillo OTN Sur 156F640WH001<sup>[11]</sup>

Sitio: Puebla Fuertes

1.1 Instalación y Conexión de cable UTP con conectores RJ-45 entre swd\_2

(RCDT), Puerto 3 y Terminal FOADM PUBLPBFUO10.1 del Anillo OTN Sur.

Sitio: Puebla CTP

1.2 Instalación y Conexión de cable UTP con conectores RJ-45 entre swd\_2 (RCDT), Puerto 7 y Terminal FOADM PUBLPBCTO05.1 del Anillo OTN Sur.

1.3 Configuración de Gateways para la gestión del Anillo OTN Sur.

Los elementos de red deberán ser configurados con los siguientes datos:

Puebla Fuertes (Gateway Principal)

Dirección IP: 10.6.155.81

Gateway: 10.6.155.86

Puebla CTP (Gateway Secundario)

Dirección IP: 10.8.246.1

Gateway: 10.8.246.6

Sitio: CNS

1.4 Dar de alta el Anillo OTN Sur en el sistema de Gestión U-2000

2. Pruebas

2.1 Limpieza general de Alarmas.

2.2 Prueba de estabilidad del Performance Monitoring a 2.5 y 10 Gbs por un periodo de 72 hrs.

3. Actualización de vistas en el sistema de gestión U-2000.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES**

El gran avance de redes de fibra óptica responde al desarrollo de dispositivos que ofrecen regeneración, amplificación de señales fotónicas, así como también la aparición de una serie de importantes tecnologías de conmutación en el dominio óptico.

La utilización de la fibra óptica en redes de transporte de información es de vital importancia ya que ofrece un gran ancho de banda así como baja atenuación superando notablemente a otros medios de transporte utilizados.

El desarrollo de las redes ópticas depende del uso de técnicas que permitan hacer herencia de infraestructuras de fibras ya instaladas es el caso del presente proyecto, por tal razón OTN es una solución para explotar la capacidad de la fibra óptica.

La tecnología OTN, es capaz de llevar a cabo muchas operaciones en la capa física, el hecho de asignar una longitud de onda y transmitirla simultáneamente con otras sin que éstas se interrumpan la califica como una tecnología de gran rendimiento frente a otros tipos de multiplexación.

La arquitectura de transporte óptico OTN está diseñada para satisfacer las necesidades de los operadores que buscan una solución rentable que les permita soportar múltiples servicios en una plataforma común.

OTN permite a proveedores de servicios, transmitir tráfico en cualquier formato, esta propiedad resalta la flexibilidad de la multiplexación en aceptar cualquier tipo de datos, ya sea provenientes de equipos SDH, IP, Ethernet y más, esta característica permite ofrecer servicios de banda ancha, a cualquier empresa que requiera el transporte de información.

En vista de la gran competitividad por mejores servicios, la tecnología estudiada en el presente proyecto, permite el monitoreo de la red extremo a extremo al igual que detección de degradación y fallas a través de su Unidad de Datos Óptica ODU.

OTN brinda la posibilidad de añadir nuevos canales de cabecera que le dan a la señal la funcionalidad necesaria para desempeñar Operaciones, Administración, Mantenimiento y Aprovisionamiento en la red.

Los requerimientos del diseño constituyen una de las partes principales de este Proyecto, porque representa el punto de partida, el camino y la llegada de este. En esta parte se consideran las especificaciones que Telmex necesita para la demanda actual y futura de la red propiamente dicha y de los servicios y necesidades de sus clientes.

La elección de la marca Huawei para la integración OTN, se la realiza debido a que esta empresa, fabrica equipos que soportan este tipo de integración. Así el equipo OptiX OSN 6800 y OSN 8800, son unos de los productos más destacados con variantes que abarcan el espectro de capacidad y necesidades de servicio, ampliando los principios del plano de control de las redes de transporte con una o más de las siguientes capacidades de conmutación: de paquete, de intervalo de tiempo, de longitud de onda, de banda de frecuencia, de fibra óptica, etc.

La tendencia mundial es hacia el incremento del tráfico de Internet, y nuevas aplicaciones como video conferencias, video teléfono, TV, audio ,Triple play, Cuadruple play y otros por lo cual es necesario implementar redes de mayor capacidad y versatilidad en nuestro país.

Los proyectos de reestructuración del backbone nacional con mira al mejoramiento de los sistemas de conectividad del país, forman parte de la integración de Telmex a las Tecnologías de Información y fortalecen la red para la prestación de servicios con estándares de calidad.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] SCHUBERT, Andreas, "(Ciena, 2006) G.709 – The Optical Transport Network (OTN)".
- [2] BLUMENTHAL, Daniel, "Optical Techniques For Circuits And Packet-Based Network", 2007.
- [3] RAMOS, Francisco, "100 Gigabit Ethernet", 2008.
- [4] Agilent Technologies, "An overview of ITU-T G.709".
- [5] HUAWEI, "El surgimiento de las redes de transporte de banda ancha orientadas a tráfico IP".
- [6] CIENA, "El valor de las OTN en la convergencia de redes y la migración Ethernet/IP".
- [7] CASTREJO, Juan, "Arquitecturas en anillo para redes IP", 2008.
- [8] Norma de construcción para el equipo OSN 6800 y 8800.
- [9] Norma de interconexión del equipo OSN 6800 y 8800.
- [10] Guía técnica para la instalación de equipos en salas de clientes y en salas de edificios de TELMEX.
- [11] Protocolo de recepción del equipo OSN 6800 y 8800 de Huawei.
- [12] Huawei Technologies.