

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**TRANSPORTE DE SERVICIOS FIBRE CHANNEL – 200,  
ESCON Y GIGABIT ETHERNET USANDO TECNOLOGIA  
CWDM.**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**DANTE OMAR CABRERA HEREDIA**

**PROMOCIÓN  
2001- II**

**LIMA – PERÚ**

**2007**

**TRANSPORTE DE SERVICIOS FIBRE CHANNEL – 200, ESCON Y  
GIGABIT ETHERNET USANDO TECNOLOGIA CWDM.**

***Dedico este trabajo a:***

***Mis padres, por su ejemplo y apoyo incondicional,***

***a***

***Mis hermanos por la confianza depositada***

***y a***

***Mis Tíos por su apoyo y comprensión.***

## SUMARIO

En resumen el presente informe detalla, el diseño e implementación de un enlace de transporte óptico para servicios de almacenamiento (SAN - Storage Area Network) tales como los servicios Fibre Channel-200 (2.5 Gbps), servicios ESCON (140 Mbps) y servicios Gigabit Ethernet (1Gbps), usados para almacenamiento y transporte de data crítica principalmente en empresas y entidades bancarias. La implementación de este proyecto tuvo lugar en las instalaciones de BCRP a mediados del 2005 y el objetivo del proyecto fue modernizar su plataforma de tecnológica así como aislar físicamente su Data Center de Respaldo, de su Data Center Principal, que desde sus inicios fueron instalados en un mismo local, en donde el concepto de respaldo no tiene sentido debido a que ambos Data Center quedan expuestos a ser afectados en caso de alguna catástrofe o accidente en dicho local. Para evitar esto, se implementó un nuevo Data Center de Respaldo en un local distinto, distante aproximadamente 10 Km. del local del Data Center Principal. La interconexión de ambos Data Center fue realizada mediante tecnología óptica; la implementación de estos servicios, que es materia de análisis de este informe, se realizó sobre una conexión punto a punto entre los dos locales, usando para ello una ruta de fibra optica para el enlace principal y una segunda ruta para un enlace secundario con el objeto de brindar redundancia y alta disponibilidad del enlace. Debido a que se requiere interconectar servicios de velocidades del orden de los Gbps. el medio de transmisión más óptimo para el transporte de este tipo de servicios es la fibra óptica y la tecnología mas adecuada es la tecnología WDM; también se define los diferentes tipos de fibra óptica a fin de definir el tipo de fibra más adecuada para la solución del proyecto.

# INDICE

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b> .....	<b>3</b>
1.1. Introducción.....	3
1.2. Alcance. ....	4
1.3. Objetivo del proyecto.....	5
1.4. Características técnicas de las interfases.....	6
1.4.1. Interfases ESCON.....	7
1.4.2. Interfases FC-200.....	7
1.4.3. Interfases Gigabit Ethernet. ....	7
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>9</b>
<b>TECNOLOGIA WDM</b> .....	<b>9</b>
2.1.1. Tecnología WDM. ....	9
2.1.2. Tecnología DWDM y CWDM.....	10
2.1.3. Tecnología DWDM y sus aplicaciones. ....	13
2.1.4. Frecuencias centrales nominales para sistemas DWDM. ....	13
2.1.5. Tecnología CWDM y sus aplicaciones. ....	18
2.1.6. Espaciamiento y variación de la longitud de onda central.....	18
2.1.7. Longitudes de onda centrales nominales para sistemas CWDM. ....	19
2.1.8. Tipos de fibra óptica. ....	20
2.1.9. Fibra Multimodo (Multimode Fiber).....	21
2.1.10. Índice de reflexión escalonado. ....	21
2.1.11. Índice de fibra gradual.....	22
2.1.12. Fibra Monomodo (Single Mode Fiber). ....	22
2.1.13. Atributos del enlace y de diseño del sistema.....	24
2.1.14. Atenuación. ....	24
2.1.15. Dispersión Cromática. ....	25
2.1.16. Retardo de Grupo Diferencial (DGD).....	25

2.1.17.	Coeficiente No Lineal. ....	26
2.1.18.	Características de las fibras ópticas. ....	26
2.1.19.	F.O. Monomodo (NDSF). ....	26
2.1.20.	F.O. Monomodo con Dispersión Desplazada (DSF). ....	27
2.1.21.	F. O. Monomodo con Dispersión Desplazada no Nula (NZDSF). ....	28
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>30</b>
<b>EQUIPAMIENTO CWDM.....</b>		<b>30</b>
3.1.	Multiplexores ópticos OM 5100. ....	31
3.1.1.	OCI (Interfases de Canal Óptico). ....	32
3.1.2.	OCLD (Laser y Detector de Canal Óptico). ....	34
3.1.3.	OTR (Transponder Óptico). ....	36
3.1.4.	Muxponder 10 Gbit/s Gbe/FC.....	37
3.1.5.	OCM (Administrador de Canales Ópticos).....	39
3.1.6.	OSC (Canal de Supervisión Óptica). ....	39
3.1.7.	SP (Tarjeta Procesadora). ....	41
3.2.	ITU-T CWDM OMX (Multiplexor/Demultiplexor Óptico). ....	42
3.2.1.	OMX 1CH OADM ITU CWDM. ....	42
3.2.2.	OMX 4CH ITU CWDM.....	43
3.2.3.	OMX 4CH OADM ITU CWDM. ....	44
3.2.4.	OMX 8CH ITU CWDM.....	45
3.3.	ETS (Enhanced Trunk Switch). ....	46
3.3.1.	Comunicaciones ETS (ETS Comms).....	47
3.3.2.	Conmutador ETS (ETS Switch). ....	48
3.4.	Modos de operación del ETS. ....	48
3.4.1.	Modo manual ....	48
3.4.2.	Modo automático.....	49
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>51</b>
<b>ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN.....</b>		<b>51</b>
4.1.	Arquitectura de la solución. ....	51
4.2.	Diagrama de la solución. ....	53
4.3.	Equipamiento instalado. ....	54
4.3.1.	Gabinetes.....	54
4.3.2.	Multiplexor OM 5100. ....	56

4.3.3.	Tarjeta Procesadora ( PEC: NTOH41AA).....	59
4.3.4.	Tarjeta 10G Muxponder - ( PEC: NTOH15AC).....	59
4.3.5.	Tarjeta SRM OCI 4:1 ( PEC: NTOH11EL).....	60
4.3.6.	Tarjeta OCLD ( PEC: NTPM04AA).....	60
4.3.7.	OMX 4 CH ITU CWDM (PEC: NTPM33AA).....	60
4.3.8.	ETS - (PEC: NTUG90AN).....	62
4.3.9.	Ordenador de fibra óptica.....	63
4.3.10.	Bandejas deslizable ODF 12 puertos LC – LC.....	64
4.3.11.	Rectificador 3U APRS.....	64
4.4.	Diagrama de conexiones (Centro Principal).....	65
4.5.	Diagrama de conexiones (Centro Externo de Respaldo).....	66
4.6.	Diagrama unifilar de interconexión entre sedes.....	67
4.7.	Sistema de gestión.....	68
4.7.1.	Direccionamiento IP de gestión.....	69
4.7.2.	Router de gestión.....	70
4.8.	Gestión OM 5100: System Manager.....	71
4.8.1.	Menú: Fallas y alarmas (Fault>Active alarms).....	72
4.8.2.	Menú: Inventario de equipamiento (Equipment>Inventory).....	73
4.8.2a.	Detalle de la tarjeta SP - slot 5.....	75
4.8.2b.	Detalle de la tarjeta SRM (OCI: 4:1).....	76
4.8.2c.	Detalle de la tarjeta de línea OCLD 2.5GBPS.....	77
4.8.2d.	Detalle de los SFP de la tarjeta MOTR.....	78
4.8.2e.	Detalle del Mux / Demux óptico - OMX.....	82
4.8.3.	Menú: Facilidades de equipamiento (Equipment>Facilities).....	83
4.8.4.	Menu : Asignación de canales (Conection>Channel asigments).....	85
4.8.4a.	Asignación de canales de las tarjetas OCI SRM – OCLD.....	86
4.8.4b.	Asignación de canales de la tarjeta MOTR.....	90
4.8.5.	Configuración IP DCN (DCN >Shelf configuration>Naming).....	94
4.8.6.	Administración del ETS.....	95
4.8.7.	Localización de fallas.....	98
<b>CAPITULO V .....</b>		<b>100</b>
<b>ANALISIS ECONOMICO DEL EQUIPAMIENTO CWDM .....</b>		<b>100</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>107</b>

<b>ANEXO A</b> .....	<b>109</b>
<b>ANEXO B</b> .....	<b>111</b>
<b>ANEXO C</b> .....	<b>115</b>
<b>ANEXO D</b> .....	<b>118</b>
D1.Abreviaturas y Siglas. ....	119
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>120</b>

## PRÓLOGO

La tecnología WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) es una tecnología netamente de transporte, que se basa en el hecho de poder usar varios canales ópticos independientes dentro de una misma fibra óptica. Esta tecnología básicamente actúa sobre la capa física del medio de transporte óptico, es por esta razón que cualquier otra tecnología de capa de enlace (capa 2 del nivel OSI) sea SDH, Gigabit Ethernet, FC-200, ESCON, FICON, entre otras, puede ser transportada sin ningún problema. Esta tecnología a tomado mayor protagonismo, debido al nacimiento de la tecnología CWDM (*Coarse Wavelength Division Multiplexing*) de menor costo y diseñada especialmente para distancias metropolitanas, es por esto que para una licitación de un proyecto presentado por el BCRP donde se requiere el transporte de interfases de almacenamiento como interfases ESCON, Fibre Channel - 200, y Gigabit Ethernet se pensó en esta tecnología por sus bondades y por que se adaptaba perfectamente a los requerimientos solicitado por el cliente BCRP.

El proyecto propuesto por el BCRP, nace por la necesidad de actualizar su infraestructura de información y sistemas de telecomunicaciones, donde se converge toda la información de transacciones financieras de todos los bancos del Perú. Este proyecto tubo varios componentes, cambio de servidores de almacenamiento (Storage), upgrade de sus sistema de energía, remodelación de infraestructura del Data Center, implementación de un sistema de transporte óptico CWDM, etc., es por esta razón que muchos proveedores participaron de la implementación del proyecto integral.

Este informé abarca solamente la etapa de transporte de servicios de ESCON, FC-200 y Gigabit Ethernet, implementadas en las instalaciones del Banco Central de Reserva del Perú a fin de interconectar el sistema de respaldo con el sistema principal. Aquí se detalla el diseño, e implementación de un enlace óptico usando multiplexores WDM, por el cual se multiplexan varios servicios de banda ancha en varios haces de luz cada uno con su

respectiva longitud de onda, permitiendo así optimizar el número de hilos de fibra óptica. Un tema importante del proyecto es demostrar que utilizando multiplexores CWDM podemos eliminar la limitante de los 10Km de fibra óptica de las interfases ESCON y Fibre Channel, pudiendo ser interconectadas hasta 60Km.

En el primer capítulo y a manera de introducción encontraremos la "Descripción general del proyecto", en la que se detalla un alcance del proyecto en donde se describen a grandes rasgos los antecedentes del proyecto, el objetivo del proyecto el cual describe el requerimiento del cliente y finalmente las características técnicas de cada una de las interfases a interconectar.

El segundo capítulo describe la "Tecnología WDM", en donde se explica cada una de ellas: la tecnología CWDM (*Coarse Wavelength Division Multiplexing*) y DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*), las diferencias más resaltantes que existen entre cada una de ellas, las frecuencias y longitudes de onda centrales nominales recomendadas por la ITU-T, y finalmente se describe un marco teórico de los diferentes tipos de fibra óptica existente, que permitirá sentar las bases para entender la solución planteada.

El Tercer capítulo ilustra detalladamente el equipamiento CWDM de marca Nortel, describiendo el multiplexor seleccionado para la solución, las tarjetas ópticas que puede usar, los tipos de multiplexores ópticos pasivos, y el equipo de protección que conmutará el tráfico en caso de caída del enlace.

El capítulo cuarto básicamente detalla la solución, indicando cada una de los equipos y dispositivos seleccionados con su código PEC: La tarjeta óptica para las entradas de las interfases ESCON del cliente con su respectiva tarjeta de línea, la tarjeta multiplexor de servicios FC-200 y Gigabit Ethernet, el multiplexor óptico pasivo y el equipos de conmutación seleccionado. Adicionalmente se presenta los diagramas de conexiones y el sistema de gestión con cada una de las ventanas utilizadas para la administración y monitoreo de cada uno de los enlaces y de los equipos adicionales como el multiplexor óptico y el conmutador de protección. Finalmente en este capítulo se presentan las conclusiones del proyecto después de las pruebas realizadas para la aceptación del servicio.

# CAPITULO I

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 1.1. Introducción.

En la emergente Sociedad de la Información, el transporte de información no se reduce a la voz y a los datos, sino que incluye contenidos multimedia, almacenamiento, etc., en el más amplio sentido de la palabra. Los requerimientos por tener anchos de banda cada vez mayores tienen un comportamiento similar a la ley de Moore, que describe el desarrollo de las capacidades de los semiconductores. Las tecnologías de redes ópticas WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) aparecen como la opción más promisoría para sustentar la demanda creciente de ancho de banda en las estructuras de transporte. Esta tecnología permite incrementar y aprovisionar el ancho de banda de la fibra actual en más de dos órdenes de magnitud. Se prevé que IP sobre WDM será la combinación "ganadora" debido a la habilidad de IP de ser una capa común de convergencia y de WDM de ser una capa de transporte altamente eficiente de banda ancha.

Actualmente, el concepto de CWDM (*Coarse Wavelength Division Multiplexing*) ha comenzado a ser bien conocido en la industria de telecomunicaciones. Todo el mundo reconoce a CWDM como una alternativa de bajo costo que está revolucionando el entorno metropolitano y de las redes de empresa. La tecnología CWDM fue utilizada comercialmente por primera vez a principios de los años 80 para transportar señales digitales de vídeo a través de fibras multimodo. La corporación Quante marcó un sistema de 4 longitudes de onda que operaban en la ventana de 800nm con 4 canales, cada una operando a 140 Mbits/seg. Estos sistemas fueron usados principalmente en conexiones CATV. Sin embargo los sistemas CWDM no generaban gran interés entre los proveedores de servicios hasta ahora. A causa de la búsqueda de los operadores del ámbito metro para encontrar una solución de bajo costo para sus necesidades de transporte. El CWDM está cada vez más

ampliamente aceptado como una importante arquitectura de transporte. A diferencia de DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*), los sistemas basados en tecnología CWDM usan láser distributed-feedback (DBF) no enfriado y fibra óptica de banda ancha. Estas tecnologías proporcionan varias ventajas a los sistemas CWDM como un menor consumo energético, tamaño menores y costos más bajos. La disponibilidad comercial de los sistemas CWDM que ofrecen estos beneficios hacen de esta tecnología una alternativa viable a los sistemas DWDM para muchas aplicaciones de redes de área metropolitana y redes de acceso.

El enorme traspíe sufrido por el mercado de telecomunicaciones ha provocado un cambio significativo en el enfoque de los fabricantes de dispositivos y sistemas de comunicaciones ópticas. En la actualidad los esfuerzos de los fabricantes se centran principalmente en el área de las redes metropolitanas, y más concretamente, en la búsqueda de soluciones que permitan abaratar costos. Diversos fabricantes de componentes e integradores de sistemas están desarrollando productos CWDM puesto que la industria reconoce la oportunidad de mercado para esta tecnología.

La mayoría de los desarrollos tecnológicos se han centrado en implementar redes ópticas que replican las capacidades de las redes tradicionales basadas en SONET/SDH o ATM/SONET/SDH. A pesar de obtenerse logros importantes con estos desarrollos no se ha alterado el concepto fundamental de la arquitectura de las redes orientadas a un servicio por conmutación de circuito. Esto implica que hay que crear circuitos y trayectorias virtuales, y cuidar aspectos de señalización y restablecimiento de servicios ante fallas ópticas, lo que requiere el diseño de nuevos protocolos y herramientas de administración. Sin embargo, en los últimos años las redes no orientadas a la conexión, como Internet, han experimentado tasas de crecimiento impresionantes. Estas basan su funcionamiento en el establecimiento de conexiones a nivel OSI de transporte, evitando realizar estas mismas tareas nuevamente en capas inferiores. Este hecho pone de manifiesto que si las aplicaciones hacen uso de la tecnología IP para el transporte de información, se pueden eliminar los paradigmas de las redes de comunicaciones basadas en la conmutación de circuito.

## **1.2. Alcance.**

Este proyecto nace por el interés del Banco Central de Reserva del Perú en actualizar su plataforma de telecomunicaciones usada por muchos años y migrarla a una nueva plataforma que permita aprovechar una tecnología más óptima y de mejor performance. La

licitación del proyecto integral consistió de muchos requerimientos, y entre estos estaban la migración de servidores y Mainframes, la actualización de su tecnología y equipos de almacenamiento (SAN), cableado estructurado, y por último la migración de su sistema de backup o respaldo de información de el local de data center principal otro local. En este último requerimiento es donde se hizo necesario el uso de una tecnología de transporte óptica, que permita el transporte de 04 interfases ESCON , 02 interfases Fibre Channel y 02 interfases Gigabit Ethernet, esto hizo necesario la implementación de un enlace WDM el cual forma parte de este proyecto.

### **1.3. Objetivo del proyecto.**

El informe tiene como objetivo principal detallar las características técnicas de diseño a fin de implementar un enlace WDM entre dos locales, un local principal y el otro local de respaldo. La tecnología CWDM (Coarse WDM) – es de gran capacidad de transporte de información a un décimo del costo que implicaría desarrollar el proyecto con la tecnología DWDM (Dense WDM). Sin embargo, la decisión de efectivamente utilizar CWDM en vez de DWDM será tomada considerando el costo/beneficio que represente la aplicación de cada una de estas tecnologías en el momento de adquirir el equipamiento necesario para configurar el enlace de transporte de los servicios ESCON, Fibre Channel y Gigabit Ethernet. El siguiente propósito es demostrar la independencia de protocolos y velocidades de transmisión, es decir la viabilidad de transportar servicios ESCON, Fibre Channel y Gigabit Ethernet, directamente sobre el enlace WDM.

El requerimiento con el que nace éste proyecto es implementar una enlace WDM de transporte punto a punto el cual pueda ser capaz de transportar servicios ESCON (**04 Interfases**), servicios **FC-200 (02 Interfases)** y servicios **Gigabit Ethernet (02 Interfases)** que en total suman aproximadamente 7.5Gbps a transportar, además se requiere proporcionar respaldo de dicho enlace, es decir que permita usar dos rutas de fibra óptica a fin de tener un enlace principal y uno secundario que se active en caso de pérdida de enlace primario. El objetivo final es interconectar dos locales separados una distancia de 10Km : el local principal denominado CP (Centro Principal) y el de respaldo denominado Centro Externo de Respaldo (CER); e interconectar las interfases antes mencionadas a servidores Mainframe IBM y arreglos de discos Hitachi así como interconectar switches Gigabit marca Cisco tal como se muestra en la figura 1.1.

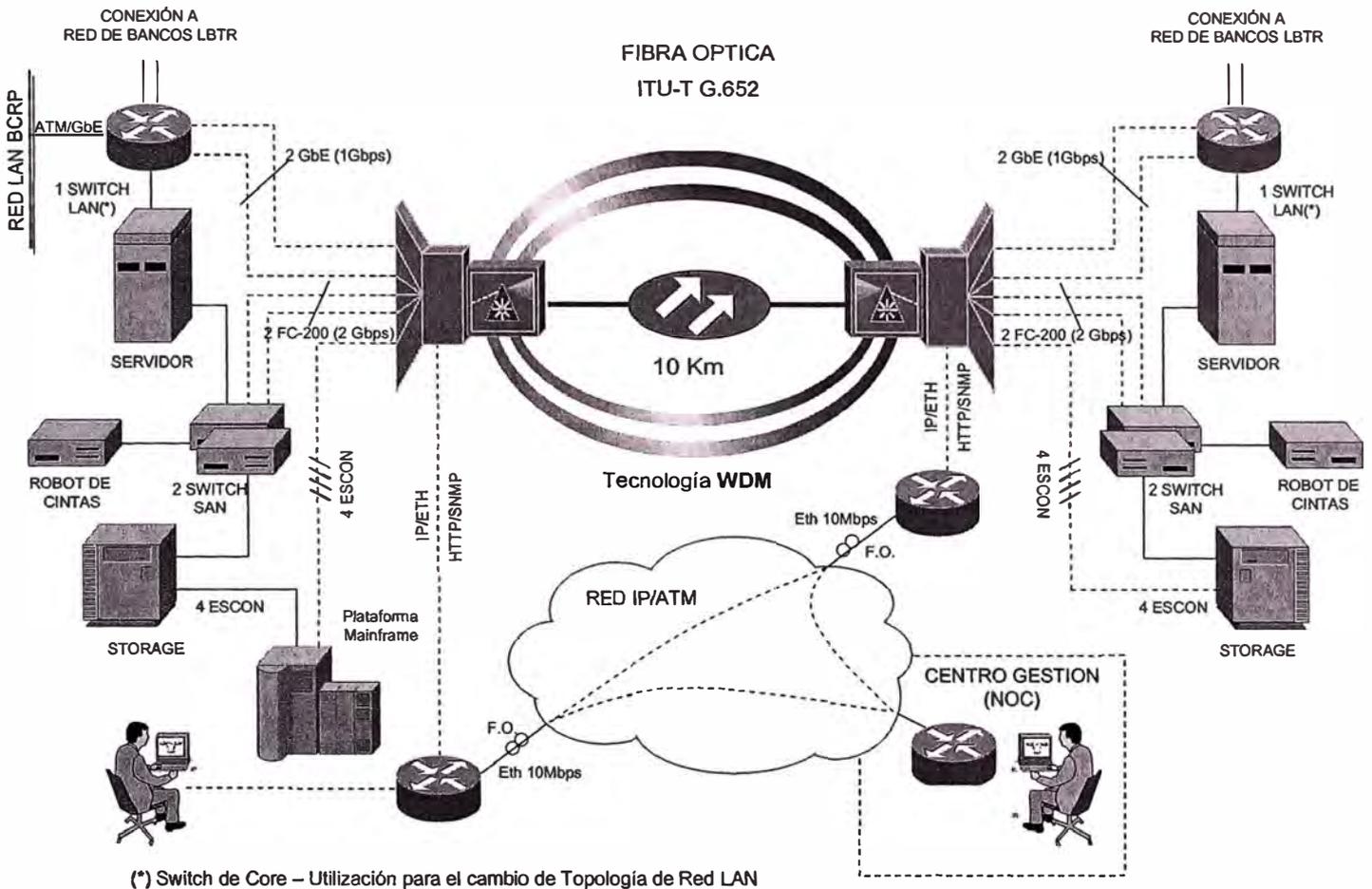


Fig. 1.1 : Interconexión de servicios Fibre Channel-200, ESCON y Gigabit Ethernet.

#### 1.4. Características técnicas de las interfases.

Tal como se mencionó anteriormente el objetivo del presente proyecto es el transporte de las interfases FC-200, ESCON y Gigabit Ethernet. Estas interfases definen el protocolo de comunicaciones de capa 2 del Modelo de referencia OSI: Enlace de Datos. Para la correcta definición de dichas interfases es necesario describir las características físicas (Capa 1 del modelo de referencia OSI: Capa Física), como tipo de conectores, tipo de fibra multimodo o monomodo, y longitud de onda de cada una de las interfases, las cuales se muestran a continuación.

### 1.4.1. Interfases ESCON.

Los equipos a conectarse en cada local poseen interfases estándar ESCON con conector estándar de cable ESCON óptico de 17MB/s (140Mbps). En el local principal se conectarán dos CPU S/390 (MainFrame IBM), y en el local de respaldo se conectarán un equipo Hitachi 9970V. A continuación se muestra las características de las interfases ESCON:

- Protocolo ESCON IBM Standard.
- Longitud de onda = 1310 nm.
- Tipo de fibra multimodo
- Diámetro de longitudes de onda = 62.5/125.
- Tipo de conector = Escon estándar.

### 1.4.2. Interfases FC-200.

Los dispositivos a conectarse en cada local son switches Brocade 3850, conector LC SFP (Small Form-Factor Pluggable) óptico, para soporte de Fibre Channel 200 MB/s. A continuación se muestran las respectivas características:

- Tipo de protocolo FC-200.
- Longitud de onda = 850 nm.
- Tipo de fibra multimodo.
- Diámetro de los cables de fibra 50/125.
- Tipo de conector = LC.

### 1.4.3. Interfases Gigabit Ethernet.

Los equipos a conectarse a las interfases Gigabit Ethernet son Switches de marca CISCO con conectores y características que mostramos en la tabla 1.1:

TABLA 1.1.- Interfases Gigabit Ethernet.

SFP	Tipo	Transmitido (dBm)		Recibido (dBm)	
		Max	Min	Max	Min
GLC-SX-MM	1000BASE-SX	-4	-9.5	0	-17

- Protocolo Gigabit Ethernet.
- Longitud de onda = 850 nm.
- Tipo de fibra multimodo.
- Diámetro de los cables de fibra 62.5/125.
- Tipo de conector = LC.

## CAPITULO II

### TECNOLOGÍA WDM

#### 2.1.1. Tecnología WDM.

WDM (Wavelength Division Multiplexing) es una solución para el incremento de la demanda de las redes basadas en SONET/SDH. WDM permite el incremento de la capacidad de transmisión de un sistema, combinando múltiples longitudes de onda dentro de una fibra óptica en ambas direcciones a comparación de los sistemas tradicionales que se usa solo una longitud de onda (ver figura 2.1).

La tecnología WDM reduce en número de pares de hilos de fibra óptica, multiplexado múltiples señales en un solo par de fibra tal como se muestra en la figura 2.2.

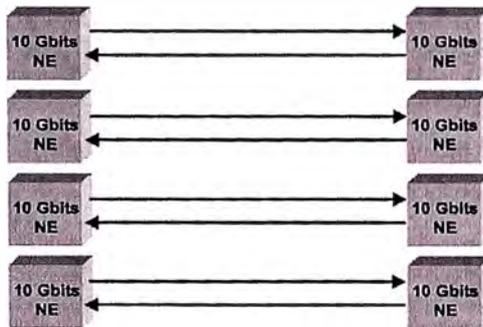


Fig. 2.1 : Transmisión en sistemas tradicionales varios hilos de fibra.

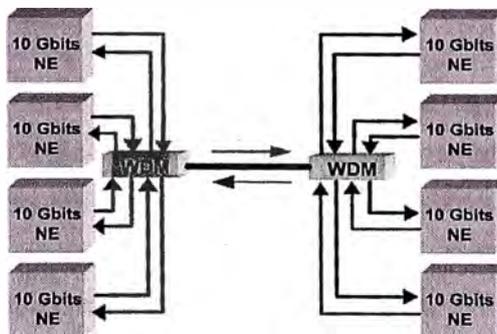


Fig. 2.2 : Tecnología WDM .optimización de fibra

### 2.1.2. Tecnología DWDM y CWDM.

La tecnología CWDM es especialmente atractiva debido a su bajo costo. En comparación con DWDM, los sistemas CWDM proporcionan ahorros del orden de un 35% a 65%. El ahorro proporcionado por CWDM se debe a la reducción de costos de los láseres sin necesidad de control de temperatura y al menor precio de los multiplexores y demultiplexores pasivos. Básicamente, la mayor separación entre canales de los sistemas CWDM permite que las longitudes de onda de los láseres DFB puedan sufrir derivas con los cambios de temperatura, evitando de este modo la necesidad de emplear controladores de temperatura. Esto trae consigo un ahorro de espacio, simplifica el empaquetamiento del láser y reduce además el consumo de potencia.

Al mismo tiempo, el diseño de los filtros de película delgada (thin-film filter, TFF) es más simple puesto que se necesita depositar menos capas en comparación con aquellos para DWDM, los cuales deben cumplir unos requisitos estrictos para las bandas de paso y de guarda. Adicionalmente, se produce también un ahorro de costes en el empaquetamiento de los TFFs como consecuencia de unos requisitos de alineamiento menos severos, lo cual permite una mayor automatización de los procesos de fabricación.

La ITU-T en su norma G.694.2 ha estandarizado una rejilla de longitudes de onda para CWDM con un espaciado entre canales de 20 nm. La elección de este valor no es algo accidental, sino que es el resultado de un minucioso estudio económico que asegura una reducción significativa en los costes de los transmisores y de los filtros ópticos, así como un número razonable de canales por fibra óptica. Sin embargo, como muestra la figura 2.3 las fibras monomodo G.652 convencionales presentan una atenuación significativa de 1350 nm a 1450 nm debido al pico de absorción del agua. Las nuevas fibras G.652.C, por ejemplo la fibra AllWave, eliminan este pico de atenuación y conducen a un aumento de un 33% de capacidad extra. Considerando un espaciado entre canales de 20 nm, se pueden transmitir hasta 16 canales CWDM cubriendo la banda de 1310 nm a 1610 nm sobre una fibra ZWPF (zero water peak Fiber). En cambio, una fibra SMF puede transportar 12 canales o incluso menos dependiendo de la posición e intensidad del pico de absorción. Por debajo de 1310 nm, no obstante, predominan las pérdidas causadas por dispersión de Rayleigh y no se puede transmitir en entornos metropolitanos, quedando su uso limitado al bucle de abonado o aplicaciones de corto alcance como aquellas definidas en IEEE 802.3ae.

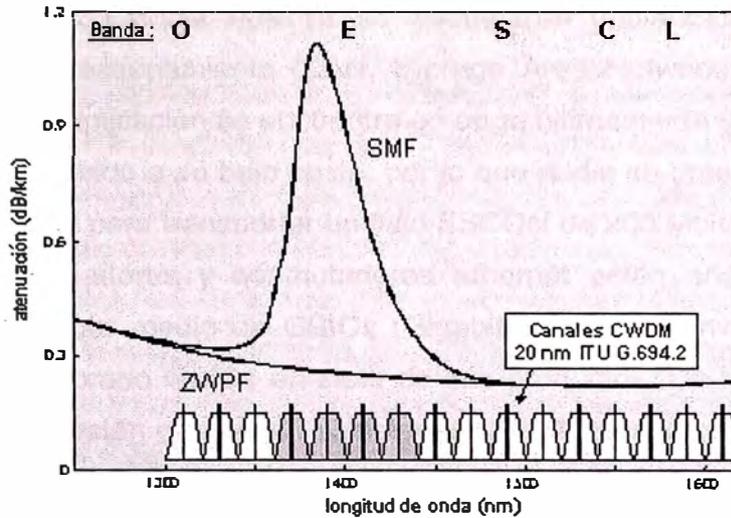


Fig. 2.3 :Planificación de canales en sistemas CWDM.

Existen diversos escenarios, además de las ya comentadas redes metropolitanas, donde CWDM constituye una opción atractiva. Por ejemplo, los sistemas de acceso de banda ancha sobre redes HFC requieren a menudo la transmisión de tráfico de retorno desde los nodos HFC hacia la cabecera situada a unos 75 km de distancia de éstos, siendo CWDM un candidato ideal para esta aplicación. El alcance de las transmisiones digitales banda base sobre CWDM es de hasta 75 km, si bien en el caso de retorno analógico se tiene un alcance más reducido debido a los requisitos de relación señal a ruido. La estandarización de esta aplicación está llevándola a cabo en USA la SCTE (Society of Cable Television Engineers). Los sistemas de acceso de bucle de abonado FTTC (Fiber to the curb), FTTB (Fiber to the building) o FTTH (Fiber to the home), caracterizados por alcances de hasta 20 km, constituyen otro campo de aplicación donde CWDM puede ser beneficioso.

Pero además del requisito de acomodar un amplio margen de alcances del sistema, los proveedores de servicio deben ser capaces también de proporcionar múltiples servicios (voz, vídeo y datos) a los usuarios finales a distintas longitudes de onda usando una variedad de protocolos y tasas de bit: SONET/SDH, ATM, FC-100, FC-200, QAM, ESCON, FICON, DV-6000, OC-3 hasta OC-48, Gigabit Ethernet, etc. En este caso, CWDM se ajusta perfectamente a este paradigma, ya que ofrece ancho de banda escalable de una forma económica. Si en un futuro se necesitara aumentar la capacidad por encima de los 16 canales, entonces podrían colocarse varios canales DWDM en sustitución de uno o dos canales CWDM de la banda C. Esta técnica se conoce como DWDM-over-CWDM y permite hacer crecer el sistema de una forma flexible con un coste inicial reducido.

La mayoría de sistemas CWDM que ya se encuentran implantados en la actualidad transportan tráfico de almacenamiento (SAN, Storage Area Networking) de las redes de grandes empresas. Esta aplicación se encuentra en auge últimamente y los sistemas CWDM son un candidato ideal debido a su bajo coste, por lo que nadie se preocupa de desperdiciar un canal CWDM completo para transportar un flujo ESCON de 200 Mbit/s.

Los fabricantes de enrutadores y conmutadores ethernet están añadiendo capacidades CWDM en sus equipos por medio de GBICs (Gigabit Interface Converters). Por ejemplo, Cisco Systems ha incorporado GBICs en siete de sus productos. De hecho, más de veinte vendedores de sistemas están ofreciendo soluciones CWDM en sus catálogos de productos. Según los analistas, el mercado mundial de sistemas CWDM durante el año pasado se situó en torno a los 100 millones de dólares y se espera que en el futuro esta tecnología se convierta en un importante nicho de mercado. Para finalizar, en la tabla 2.1 se resumen a modo comparativo las características de las diferentes tecnologías WDM existentes.

TABLA 2.1.- Comparativa entre tecnologías WDM según el tipo de aplicación.

Aplicación/parámetro	CWDM acceso/MAN	DWDM MAN/WAN	DWDM largo alcance
Canales por fibra	4-16	32-80	80-160
Espectro utilizado	O, E, S, C, L	C, L	C, L, S
Espaciado entre canales	20 nm (2500 GHz)	0,8 nm (100 GHz)	0,4 nm (50 GHz)
Capacidad por canal	2,5 Gbit/s	10 Gbit/s	10-40 Gbit/s
Capacidad de la fibra	20-40 Gbit/s	100-1000 Gbit/s	>1 Tbit/s
Tipo de láser	uncooled DFB	cooled DFB	cooled DFB
Tecnología de filtros	TFF	TFF, AWG, FBG	TFF, AWG, FBG
Distancia	hasta 80 km	cientos de km	miles de km
Coste	Bajo	medio	Alto
Amplificación óptica	Ninguna	EDFA	EDFA, Raman

### 2.1.3. Tecnología DWDM y sus aplicaciones.

La multiplexación por división de longitud de onda densa (DWDM), una tecnología del tipo WDM, se caracteriza por un espaciamiento de canal menor que el de la tecnología WDM aproximada (CWDM), tal como se define en la Rec. UIT-T G.671. En general, los transmisores utilizados en las aplicaciones DWDM requieren un mecanismo de control que les permita cumplir con los requisitos de estabilidad de frecuencia de las aplicaciones, contrario a lo que ocurre con los transmisores CWDM que no lo necesitan.

El plan de frecuencias que se define en la recomendación ITU-T G.694.1 soporta diversos espaciamientos de canal que abarcan de 12,5 GHz hasta 100 GHz y espaciamientos mayores (múltiplos enteros de 100 GHz). Asimismo, se pueden utilizar espaciamientos no uniformes entre canales.

El espaciamiento de frecuencia actual entre canales resulta de la evolución histórica del plan inicial de 100 GHz, que se ha subdividido sucesivamente por factores de dos.

### 2.1.4. Frecuencias centrales nominales para sistemas DWDM.

Las frecuencias (en THz) permitidas, para espaciamientos de canales de 12,5 GHz en una fibra, se definen de la siguiente manera:

- $193,1 + n \times 0,0125$ , donde  $n$  es un entero positivo o negativo incluido el 0

Las frecuencias (en THz) permitidas, para espaciamientos de canales de 25 GHz en una fibra, se definen de la siguiente manera:

- $193,1 + n \times 0,025$ , donde  $n$  es un entero positivo o negativo incluido el 0

Las frecuencias (en THz) permitidas, para espaciamientos de canales de 50 GHz en una fibra, se definen de la siguiente manera:

- $193,1 + n \times 0,05$ , donde  $n$  es un entero positivo o negativo incluido el 0

Las frecuencias (en THz) permitidas, para espaciamientos de canales de 100 GHz en una fibra, se definen de la siguiente manera:

- $193,1 + n \times 0,1$ , donde  $n$  es un entero positivo o negativo incluido el 0

En la tabla 2.2 se indican algunas frecuencias centrales nominales en las bandas C y L, basadas en el espaciamiento de canal mínimo de 12,5 GHz, referidas a una frecuencia de 193,1 THz. Asimismo, se ilustran los planes de frecuencia de 25, 50 y 100 GHz en la misma región. Los puntos extremos se incluyen a título informativo, y no son normativos.

Nótese que el valor "c" (velocidad de la luz en el vacío) que debería utilizarse para las conversiones entre frecuencia y longitud de onda es igual a  $2,99792458 \times 10^8$  m/s.

TABLA 2.2.- G.694.1 - Frecuencias centrales nominales del plan con DWDM

Frecuencias centrales nominales (THz) para espaciamentos de				Longitudes de ondas centrales nominales (nm) aproximadas
12,5 GHz	25 GHz	50 GHz	100 GHz y espaciamiento s superiores	
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
195,9375	–	–	–	1530,04
195,9250	195,925	–	–	1530,14
195,9125	–	–	–	1530,24
195,9000	195,900	195,90	195,9	1530,33
195,8875	–	–	–	1530,43
195,8750	195,875	–	–	1530,53
195,8625	–	–	–	1530,63
195,8500	195,850	195,85	–	1530,72
195,8375	–	–	–	1530,82
195,8250	195,825	–	–	1530,92
195,8125	–	–	–	1531,02
195,8000	195,800	195,80	195,8	1531,12
195,7875	–	–	–	1531,21
195,7750	195,775	–	–	1531,31
195,7625	–	–	–	1531,41
195,7500	195,750	195,75	–	1531,51
195,7375	–	–	–	1531,60
195,7250	195,725	–	–	1531,70
195,7125	–	–	–	1531,80
195,7000	195,700	195,70	195,7	1531,90

TABLA 2.2.- G.694.1 - Frecuencias centrales nominales del plan con DWDM

Frecuencias centrales nominales (THz) para espaciamentos de				Longitudes de ondas centrales nominales (nm) aproximadas
12,5 GHz	25 GHz	50 GHz	100 GHz y espaciamientos superiores	
195,6875	–	–	–	1532,00
195,6750	195,675	–	–	1532,09
195,6625	–	–	–	1532,19
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
193,2375	–	–	–	1551,42
193,2250	193,225	–	–	1551,52
193,2125	–	–	–	1551,62
193,2000	193,200	193,20	193,2	1551,72
193,1875	–	–	–	1551,82
193,1750	193,175	–	–	1551,92
193,1625	–	–	–	1552,02
193,1500	193,150	193,15	–	1552,12
193,1375	–	–	–	1552,22
193,1250	193,125	–	–	1552,32
193,1125	–	–	–	1552,42
193,1000	193,100	193,10	193,1	1552,52
193,0875	–	–	–	1552,62
193,0750	193,075	–	–	1552,73
193,0625	–	–	–	1552,83
193,0500	193,050	193,05	–	1552,93

TABLA 2.2.- G.694.1 - Frecuencias centrales nominales del plan con DWDM

Frecuencias centrales nominales (THz) para espaciamentos de				Longitudes de ondas centrales nominales (nm) aproximadas
12,5 GHz	25 GHz	50 GHz	100 GHz y espaciamientos superiores	
193,0375	–	–	–	1553,03
193,0250	193,025	–	–	1553,13
193,0125	–	–	–	1553,23
193,0000	193,000	193,00	193,0	1553,33
192,9875	–	–	–	1553,43
192,9750	192,975	–	–	1553,53
192,9625	–	–	–	1553,63
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
184,7750	184,775	–	–	1622,47
184,7625	–	–	–	1622,58
184,7500	184,750	184,75	–	1622,69
184,7375	–	–	–	1622,80
184,7250	184,725	–	–	1622,91
184,7125	–	–	–	1623,02
184,7000	184,700	184,70	184,7	1623,13
184,6875	–	–	–	1623,24
184,6750	184,675	–	–	1623,35
184,6625	–	–	–	1623,46
184,6500	184,650	184,65	–	1623,57
184,6375	–	–	–	1623,68

TABLA 2.2.- G.694.1 - Frecuencias centrales nominales del plan con DWDM

Frecuencias centrales nominales (THz) para espaciamentos de				Longitudes de ondas centrales nominales (nm) aproximadas
12,5 GHz	25 GHz	50 GHz	100 GHz y espaciamientos superiores	
184,6250	184,625	–	–	1623,79
184,6125	–	–	–	1623,90
184,6000	184,600	184,60	184,6	1624,01
184,5875	–	–	–	1624,12
184,5750	184,575	–	–	1624,23
184,5625	–	–	–	1624,34
184,5500	184,550	184,55	–	1624,45
184,5375	–	–	–	1624,56
184,5250	184,525	–	–	1624,67
184,5125	–	–	–	1624,78
184,5000	184,500	184,50	184,5	1624,89
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•

La figura 2.4 ilustra la ventana DWDM en las bandas C y L.

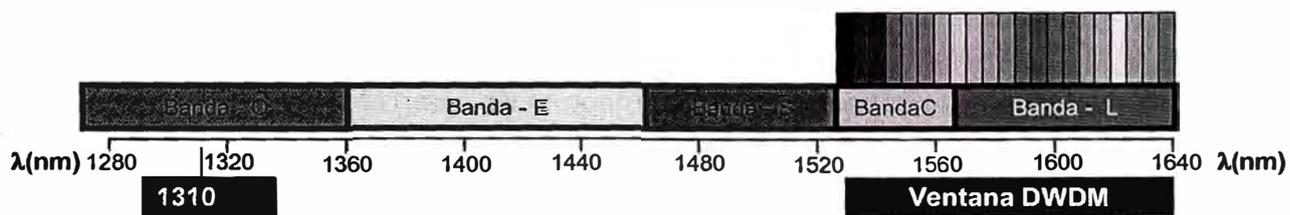


Fig. 2.4 :Ventana DWDM.

### **2.1.5. Tecnología CWDM y sus aplicaciones.**

La multiplexación por división aproximada de longitud de onda (CWDM), es una tecnología del tipo WDM, y se caracteriza por un espacio más ancho entre canales que en la tecnología WDM Densa (DWDM, *Dense Wavelength Division Multiplexing*), tal como se define en la Rec. UIT-T G.671. Los sistemas CWDM permiten aplicaciones rentables, gracias a una combinación de láser sin dispositivos de refrigeración, tolerancias de selección de longitudes de onda láser menos exigentes, y filtros pasabanda amplios.

Los sistemas CWDM se pueden utilizar en las redes de transporte metropolitanas y como plataforma integrada para una diversidad de clientes, servicios y protocolos.

A continuación se presenta una explicación de las razones por las que se escoge el espaciado de longitud de onda central y los factores que determinan la variación de dicha longitud de onda.

### **2.1.6. Espaciado y variación de la longitud de onda central.**

Las aplicaciones eficaces de CWDM, que utilizan láser sin sistemas de refrigeración y filtros pasabanda anchos, requieren un espaciado de longitud de onda central nominal de al menos 20 nm. Se espera que una variación total de la longitud de onda de la fuente de aproximadamente  $\pm 6-7$  nm sea compatible con las tecnologías existentes para los filtros. Tal como ocurre con la banda de guarda, basta con un tercio del espaciado mínimo entre canales y, por lo tanto, se ha escogido el valor de 20 nm con el fin de maximizar la cantidad de canales.

Se han de definir valores y atribuciones específicos para esta variación en cada aplicación.

La variación de longitud de onda depende fundamentalmente de dos factores: primero, el fabricante del sistema láser puede variar la longitud de onda alrededor de la longitud de onda nominal con el fin de obtener un mayor rendimiento y/o reducir las tolerancias de fabricación. Segundo, la utilización de láser sin refrigeración hará variar la longitud de onda en función de la temperatura, dentro de la gama de temperaturas especificadas para el láser.

### 2.1.7. Longitudes de onda centrales nominales para sistemas CWDM.

Se utilizan las longitudes de onda centrales nominales para sistemas con CWDM como referencia para definir, en cada uno de los canales, el límite de longitud de onda superior y el límite de longitud de onda inferior, que son los que definen los límites de longitud de onda del transmisor bajo cualquier condición y, al mismo tiempo, los límites de longitud de onda que han de cumplir las especificaciones de multiplexadores y de-multiplexadores ópticos.

El límite de longitud de onda superior es la longitud de onda central del canal más la desviación de longitud de onda central indicada en la recomendación ITU-T G.694.2 que define la aplicación.

El límite de longitud de onda inferior es la longitud de onda central del canal menos la desviación de longitud de onda central indicada en la recomendación ITU-T G.694.2 que define la aplicación.

En la tabla 2.3, se indica el plan de longitudes de onda CWDM en la gama que abarca de 1271 nm a 1611 nm. Se debe utilizar un valor "c" (velocidad de la luz en el vacío) para la conversión entre longitud de onda y frecuencia igual a  $2,99792458 \times 10^8$  m/s.

TABLA 2.3.- Longitudes de ondas centrales nominales (nm) para un espaciamiento de 20 nm
1271
1291
1311
1331
1351
1371
1391
1411
1431
1451
1471
1491
1511
1531

TABLA 2.3.- Longitudes de ondas centrales nominales (nm) para un espaciamiento de 20 nm
1271
1291
1551
1571
1591
1611
NOTA – Los puntos extremos de este cuadro se presentan a título informativo solamente.

La figura 2.5 muestra la ventana CWDM en las bandas O, E, S, C y L.

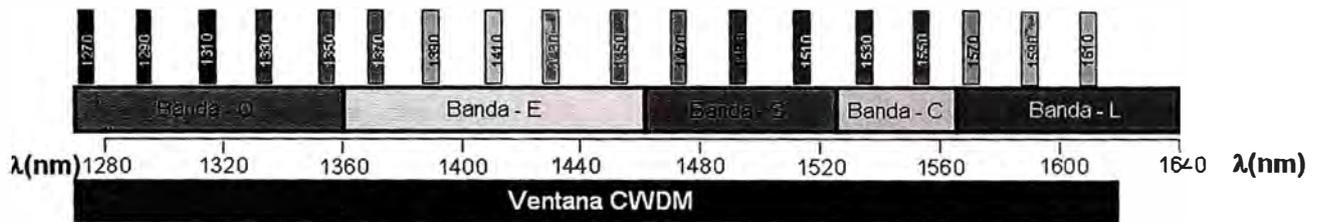


Fig. 2.5 :Ventana CWDM.

### 2.1.8. Tipos de fibra óptica.

El conocimiento de las características de los diferentes tipos de fibra ayuda a entender su uso sobre las diferentes las aplicaciones que puedan existir. Operar apropiadamente un sistema de fibra óptica depende del conocimiento del tipo de fibra óptica que se usa y por que. Hay dos tipos básicos de fibra: Multimodo (Multimode Fiber) y Monomodo (Single Mode Fiber). La fibra multimodo esta diseñada para transmisiones a distancias cortas; la fibra monomodo es diseñada para transmisiones a distancias largas.

### 2.1.9. Fibra Multimodo (Multimode Fiber).

La fibra multimodo, la primera en ser fabricada y comercializada, simplemente refiere al hecho que numerosos modos o rayos de luz que son transportados simultáneamente a través de una longitud de onda. Los modos resultan del hecho que la luz solo se propaga en el núcleo de fibra en ángulos discretos, dentro del cono de aceptación. Este tipo de fibra tiene el diámetro del núcleo más largo comparado con la fibra óptica monomodo, permitiendo gran cantidad de modos además la fibra multimodo es fácil de acoplar, comparado con la fibra monomodo. La fibra multimodo puede ser categorizada por su índice de fibra: Step-Index ó Graded-Index Fiber.

### 2.1.10. Índice de reflexión escalonado.

La figura 2.6 muestra como se aplica el principio de reflexión interna total para fibras multimodo con índice de reflexión escalonado (Step-Index). Debido a que el índice de refracción del núcleo es más alto que el índice de refracción de la cubierta, la luz ingresa con un ángulo menor al crítico y esta se refleja y propagada a través de toda la fibra.



Fig. 2.6 :Reflexión interna total en fibras multimodo Step-Index.

Tres diferentes longitudes de onda ingresan a la fibra. Un modo viaja directamente en el centro del núcleo. Un segundo modo viaja con un ángulo menor al crítico, la luz se refleja totalmente. El tercer modo viaja con un ángulo mayor al crítico y se refracta hacia la cubierta. Intuitivamente se puede observar que el segundo modo viaja una distancia más grande que el primer modo, causando que los dos modos lleguen en tiempo separados.

Esta diferencia en los tiempos de llegada de los diferentes rayos de luz es conocida como dispersión.

### 2.1.11. Índice de fibra gradual.

Índice gradual (Graded-Index) se refiere al hecho que el índice de refracción del núcleo gradualmente decrece desde el centro del núcleo. El incremento del índice de refracción en el centro del núcleo disminuye la velocidad de algunos rayos de luz, permitiendo que todos los rayos lleguen al final aproximadamente en el mismo tiempo, reduciendo la dispersión.

La figura 2.7 muestra el principio del índice gradual de refracción. El índice gradual de refracción en el centro  $n_A$ , es mas grande que el índice de refracción en el perímetro del núcleo  $n_B$ . El índice de refracción en el núcleo es parabólico siendo alto en el centro.

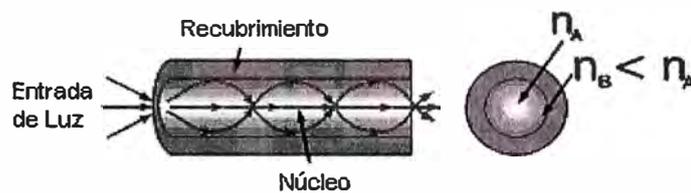


Fig. 2.7 :Fibra multimodo Graded-Index

### 2.1.12. Fibra Monomodo (Single Mode Fiber).

La fibra óptica monomodo (ver figura 2.8) permite alta capacidad para transmitir información debido a que retener la fidelidad del pulso de luz en distancias grandes y no presenta dispersión causada por los múltiples modos. La fibra monomodo presenta más bajas atenuaciones que la fibra multimodo. Por esto mayor cantidad de información puede ser transmitida por unidad de tiempo. Así como la fibra multimodo, al inicio la fibra monomodo es caracterizada como fibra con índice de refracción escalonado (Step-Index), esto significa que el índice de refracción del núcleo de la fibra es mayor que el índice de refracción del recubrimiento. Las fibras ópticas modernas tienen ahora mejores y más complejos diseños como recubrimiento emparejado (Matched Clad), recubrimiento reducido (Depressed Clad) y otras estructuras exóticas.

La fibra óptica monomodo tienen desventajas, el diámetro de núcleo pequeño hace que el acoplamiento de la luz dentro del núcleo sea más dificultoso. Las tolerancias para los conectores y empalmes monomodo son mucho mas reclamados

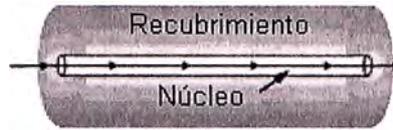


Fig. 2.8 :Fibra Monomodo

La fibra monomodo ha tenido una evolución continua a través de muchas décadas, como resultado hay tres clases básicas de fibra monomodo usadas en los sistemas de telecomunicaciones modernas. La mas antigua y mas desarrollada ampliamente es la Non Dispersion Shifted Fiber (NDSF). Estas fibras fueron inicialmente creadas para su uso en la longitud de onda de 1300nm. Luego, los sistemas de 1550nm hicieron la fibra NDSF indeseable debido a su dispersión en la longitud de onda de 1550nm. Para mejorar esta desventaja, los fabricantes de fibra desarrollaron la fibra: Dispersion Shifted Fiber (DSF); que mueve el punto de dispersión Zero-dispersion a la región 1550nm. Años mas tarde los científicos descubrieron que mientras la fibra DSF trabajaba bien en la longitud de onda de 1550nm, esta muestra no linealidades cuando se transmiten múltiples longitudes de onda cercanamente espaciadas alrededor de 1550nm, en sistemas DWDM. Recientemente una nueva clase de fibra se ha introducido para evitar el problema de las no-linealidades. Esta es clasificada como Non Zero Dispersion Shifted Fiber. La fibra esta disponible en ambas variedades dispersión positiva y negativa (ver figura 2.9). Ha llegado a ser rápidamente la elección en nuevos desarrollo de fibra.

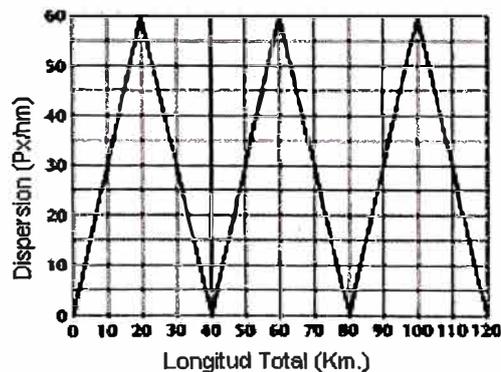


Fig. 2.9 :Dispersión para cada 20 Km. de longitud de la fibra (+D) NZ-DSF y (-D) NZ-DSF.

### 2.1.13. Atributos del enlace y de diseño del sistema.

Las características de transmisión de los largos de fabricación de cable de fibra óptica tendrán una determinada distribución probabilística que hay que tener en cuenta para conseguir los diseños más económicos.

Los atributos del enlace se ven afectados por factores ajenos al propio cable de fibra óptica, tales como los empalmes, los conectores y la instalación.

Para los efectos de la estimación de los valores de las características del enlace, más adelante se presentan valores típicos para enlaces de fibra óptica.

Los métodos de estimación de parámetros necesarios para el diseño del enlace están basados en medidas, en el modelado o en otras consideraciones.

### 2.1.14. Atenuación.

La atenuación  $A$  de un enlace viene dada por:

$$A = \alpha L + \alpha_s x + \alpha_c y$$

donde:

$\alpha$  : Coeficiente de atenuación típico de los cables de fibra en un enlace

$L$  : Longitud del enlace

$\alpha_s$  : Atenuación media por empalme

$x$  : Número de empalmes de un enlace

$\alpha_c$  : Atenuación media de los conectores de línea

$y$  : Número de conectores de línea de un enlace (si se facilita)

Debe proveerse un margen adecuado para futuras modificaciones de la configuración del cable (empalmes suplementarios, longitudes de cable suplementarios, efectos del envejecimiento, variaciones de temperatura, etc.). La expresión anterior no incluye la pérdida de los conectores del equipo. Los valores típicos indicados más adelante corresponden al coeficiente de atenuación del enlace de fibra óptica. El presupuesto de atenuación utilizado en el diseño de un sistema real debe tener en cuenta las variaciones estadísticas de esos parámetros.

### 2.1.15. Dispersión Cromática.

La dispersión cromática, expresada en ps/nm, puede obtenerse de los coeficientes de dispersión cromática de los largos de fabricación, suponiendo una dependencia lineal con la longitud y respetando los signos de los coeficientes.

En el punto 2.12 puede encontrarse la longitud de onda de dispersión  $\lambda_{0typ}$ , y el coeficiente de pendiente de dispersión,  $S_{0typ}$ , para la  $\lambda_{0typ}$ . Estos valores, junto con la longitud del enlace,  $L_{Link}$ , pueden utilizarse para calcular la dispersión típica que ha de emplearse en el diseño de enlaces ópticos.

$$D_{Link}(\lambda) = L_{Link}[S_{0typ}(\lambda - \lambda_{0typ})] \quad (\text{ps/nm})$$

### 2.1.16. Retardo de Grupo Diferencial (DGD).

El retardo de grupo diferencial es la diferencia que se produce entre los instantes de llegada de dos modos de polarización para una longitud de onda y un instante determinados. En el caso de un enlace con un coeficiente de PMD específico, el DGD del enlace varía de forma aleatoria con el tiempo y la longitud de onda como una distribución de Maxwell que sólo contenga un único parámetro que sea el producto del coeficiente de PMD del enlace y de la raíz cuadrada de la longitud del mismo. Las degradaciones del sistema debidas al PMD para un instante y longitud de onda determinados, dependen del DGD para dicho instante y longitud de onda. Por lo tanto, se han desarrollado los medios necesarios para establecer límites útiles en la distribución del DGD, dado que éste se relaciona con la distribución del coeficiente de PMD del cable de fibra óptica y con sus límites. A continuación se describe la métrica de las limitaciones de la distribución de DGD.

Longitud del enlace de referencia ( $L_{Ref}$ , Reference Link Length): es la máxima longitud de enlace a la que se aplica el DGD máximo y su probabilidad. Para enlaces más largos, se multiplica el máximo de DGD por la raíz cuadrada de la relación entre la longitud real y la longitud de referencia.

Longitud de cable máxima típica ( $L_{Cab}$ , Typical Maximum Cable Length): los valores máximos están asegurados cuando los cables individuales típicos de la concatenación o las longitudes de los cables que se miden para determinar la distribución del coeficiente de PMD son menores que este valor.

DGD máximo,  $DGD_{m\acute{a}x}$ : valor de DGD que puede utilizarse considerando el diseño del sistema óptico.

Probabilidad máxima,  $P_F$ : probabilidad de que el valor DGD real supere  $DGD_{m\acute{a}x}$ .

### 2.1.17. Coeficiente No Lineal.

El efecto de la dispersión cromática interactúa con el coeficiente no lineal,  $n_2/A_{eff}$ , en relación con las degradaciones del sistema inducidas por efectos ópticos no lineales. Los valores típicos dependen de la implementación. Los métodos de prueba para un coeficiente no lineal quedan en estudio.

### 2.1.18. Características de las fibras ópticas.

#### 2.1.19. F.O. Monomodo (NDSF).

En la Recomendación ITU-T G.652 describe un cable de fibra monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en torno a 1310 nm, optimizado para uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, y que puede utilizarse también en longitudes de onda en la región de 1550 nm (en las que la fibra no está optimizada). Esta fibra puede utilizarse para transmisión analógica y digital.

TABLA 2.4.- ITU-T G.652 – Valor representativo de enlaces de fibra óptica concatenados

Coeficiente de atenuación	Región de longitud de onda	Valor típico del enlace
(Nota)	1260 nm – 1360 nm	0,5 dB/km
	1530 nm – 1565 nm	0,275 dB/km
	1565 nm – 1625 nm	0,35 dB/km
Coeficiente de dispersión cromática	$D_{1550}$	17 ps/nm × km
	$S_{1550}$	0,056 ps/nm <sup>2</sup> × km
NOTA – El valor típico del enlace corresponde al coeficiente de atenuación del enlace utilizado en las Recs. UIT-T G.957 y G.691.		

TABLA 2.5.- ITU-T G.652 – Retardo diferencial de grupo

PMDQ máximo (ps/ $\sqrt{\text{km}}$ )	Longitud del enlace (km)	DGD máximo implícito inducido por la fibra (ps)	Velocidad binaria del canal
Sin especificar			Hasta 2,5 Gbit/s
0,5	400	25,0	10 Gbit/s
	40	19,0 (nota)	10 Gbit/s
	2	7,5	40 Gbit/s
0,20	3000	19,0	10 Gbit/s
	80	7,0	40 Gbit/s
0,10	> 4000	12,0	10 Gbit/s
	400	5,0	40 Gbit/s

NOTA – Este valor se aplica igualmente para los sistemas 10 Gigabit Ethernet.

### 2.1.20. F.O. Monomodo con Dispersión Desplazada (DSF).

En la Recomendación ITU-T G6.53 se describe los cables y fibras ópticas monomodo con dispersión desplazada, con longitud de onda de dispersión nula nominal próxima a 1550 nm y un coeficiente de dispersión que aumenta monótonicamente con la longitud de onda. Esta fibra está optimizada para uso en la región de 1550 nm, pero puede utilizarse también a longitudes de onda en torno a 1310 nm, con las restricciones indicadas en la recomendación G.653. Se realizan algunas previsiones para soportar velocidades de transmisión a longitudes de onda superiores – de hasta 1625 nm.

TABLA 2.6.- ITU-T G.653 – Valores representativos de un enlace de fibra óptica concatenado

Atributo	Dato	Valor
Coeficiente de atenuación	Longitud de onda	Valor típico del enlace (Nota)
	1550 nm	0,275 dB/km
	1625 nm	TBD
Parámetros de dispersión cromática	$\lambda_{0typ}$	1550 nm
	$S_{0typ}$	0,07 ps/(nm <sup>2</sup> × km )

NOTA – El valor del enlace típico corresponde al coeficiente de atenuación del enlace que se utiliza en las Recomendaciones UIT-T G.957 y G.691.

TABLA 2.7.- G.653 – Retardo de grupo diferencial.

PMD <sub>Q</sub> máximo (ps/√km)	Longitud del enlace (km)	DGD máximo implícito inducido en la fibra (ps)	Velocidades binarias del canal
Sin especificar			Hasta 2,5 Gbit/s
0,5	400	25,0	10 Gbit/s
	40	19,0 (Nota)	10 Gbit/s
	2	7,5	40 Gbit/s
0,20	3000	19,0	10 Gbit/s
	80	7,0	40 Gbit/s
0,10	>4000	12,0	10 Gbit/s
	400	5,0	40 Gbit/s

NOTA – Este valor se aplica igualmente a los sistemas Ethernet de 10 Gigabits.

NOTA – La longitud de la sección del cable es de 10 km, excepto para el enlace de 0,10 ps/√km / > 4000 km, donde se fija en 25 km, y el nivel de probabilidad es  $6,5 \times 10^{-8}$ .

### 2.1.21. F. O. Monomodo con Dispersión Desplazada no Nula (NZDSF).

En la Recomendación ITU-T G6.55 se describe una fibra monomodo cuya dispersión cromática (valor absoluto) es mayor que algún valor diferente de cero en toda la gama de longitudes de onda de utilización prevista en la región de 1550 nm. Esta dispersión reduce la aparición de efectos no lineales que puede ser particularmente perjudicial para los sistemas que utilizan multiplexación por división de longitud de onda densa (DWDM). Estas fibras están optimizadas para su utilización en la gama de longitudes de onda comprendida entre 1530 nm y 1565 nm. Se hacen algunas provisiones para soportar velocidades de transmisión a longitudes de onda superiores de hasta 1625 nm. En el futuro serán posibles ampliaciones a longitudes de onda inferiores a 1530 nm (por determinar).

TABLA 2.8.- G.655 – Valores de atenuación del enlace

Coeficiente de atenuación (véase la nota)	Región de la longitud de onda	Valor típico del enlace
	1550 nm – 1565 nm	0,275 dB/km
	1565 nm – 1625 nm	0,35 dB/km

NOTA – El valor típico del enlace corresponde al coeficiente de atenuación del enlace utilizado en las Recomendaciones UIT-T G.957 y G.692

TABLA 2.9.- Cuadro I.2/G.655 – Retardo de grupo diferencial.

<b>PMD<sub>Q</sub> máximo (ps/√km)</b>	<b>Longitud del enlace (km)</b>	<b>DGD máximo inducido en la fibra (ps)</b>	<b>Velocidades binarias del canal</b>
No especificado			Hasta 2,5 Gbit/s
0,5	400	25,0	10 Gbit/s
	40	19,0 (véase la nota)	10 Gbit/s
	2	7,5	40 Gbit/s
0,20	3000	19,0	10 Gbit/s
	80	7,0	40 Gbit/s
0,10	>4000	12,0	10 Gbit/s
	400	5,0	40 Gbit/s
NOTA – Este valor también es aplicable a los sistemas Ethernet de 10 Gigabit.			

NOTA – La longitud de la sección de cable es de 10 km, salvo para el enlace 0,10 ps/√km, >4000 km, para el cual es de 25 km, el nivel de probabilidad es de  $6.5 \cdot 10^{-8}$ .

## **CAPITULO III**

### **EQUIPAMIENTO CWDM**

De acuerdo a lo mencionado en los capítulos anteriores, podemos resumir que la tecnología CWDM es la tecnología que se adapta perfectamente para la solución de este proyecto, una razón es por los costos involucrados en esta tecnología que son relativamente menores que la tecnología DWDM, la otra por el número de longitudes de onda relativamente pequeño requeridas para la solución y además porque los locales del cliente están separados una distancia de aproximadamente de 10Km que es una distancia Metropolitana que puede ser alcanzada fácilmente por los equipos CWDM de cualquier proveedor.

Para la elección del equipamiento CWDM se hizo un análisis exhaustivo entre tres proveedores de equipamiento CWDM. El resultado de dicho análisis fue la elección de la marca Nortel con sus equipo OM 5100 (Optera Metro 5100) dado que poseen las certificaciones que el cliente solicitaba respecto a la inter-operabilidad de los equipos Multiplexores CWDM con los equipos del cliente como son los Mainframe IBM (Interfases ESCON) y Servidores Storage Hitachi (Interfases FC-200).

En este capítulo se describen las unidades funcionales de los equipos multiplexores CWDM de marca NORTEL, los cuales constan a su vez de tarjetas, módulos y/o dispositivos ópticos que permitirán el transporte de las interfases ópticas a ser transportadas, las cuales son tema del presente proyecto. Las unidades que conforman la arquitectura del sistema de telecomunicaciones CWDM con equipos multiplexores Nortel son las siguientes:

- OM 5100 – equipos multiplexores ópticos con las interfases solicitadas.
- OMX – Multiplexor óptico.
- ETS – Equipo switch de protección para respaldo de enlace óptico.

### 3.1. Multiplexores ópticos OM 5100.

La propuesta de solución del proyecto, incluye la Plataforma Óptica Multiservicio CWDM / DWDM Optical Metro 5000 de Nortel Networks que cumple con la recomendación ITU-T G.692 y que soporta los siguientes protocolos y/o servicios: 100Base-FX, FDDI (125Mbps), 1000Base-SX (GbE), 1000Base-LX (GbE), 10 GbE LAN PHY, 10 GbE WAN PHY, FC-12 (133 Mbps), FC-25 (266 Mbps), FC-50 (531 Mbps), FC-100 (1.0625 Gbps), FC-200 (2.125 Gbps), ESCON (270 Mbps), FICON (1.0625 Gbps), FICON Express (2.125 Gbps), SDI Video (270 Mbps), DV 6000 (2.38 Gbps), HDTV (1.483 Gbps /1.4835 Gbps), STM-1 (155 Mbps), STM-4 (622 Mbps), STM-16 (2.5 Gbps), STM-64 (10 Gbps), ATM over SDH, etc.

La repisa Optical Metro 5100 (OM 5100) cuenta con 6 slots como se ilustra en las figuras 3.1 y 3.2:

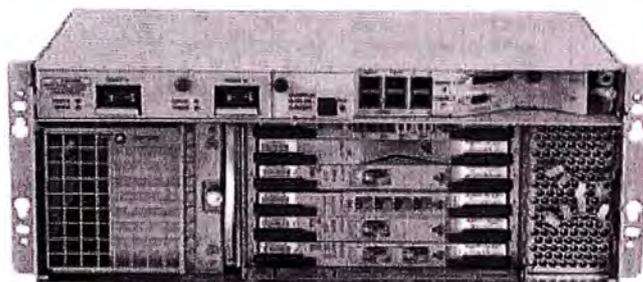


Fig. 3.1 :OM 5100 CWDM Nortel.

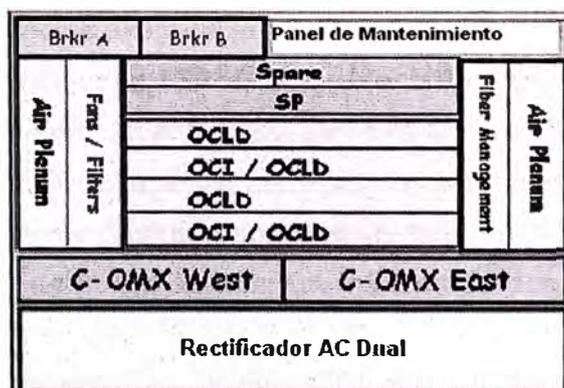


Fig. 3.2 :Optera OM5100

De la figura anterior podemos observar que el equipo CWDM OM 5100 propuesto posee:

- 1 slot de repuesto (Spare).
- 1 slot para Shelf Processor (SP).
- 4 slots para OCI, OCLD, OTR y/o Muxponder 10 Gbps.
- Además cuenta con 2 OMX y 1 Rectificador de AC a DC.

Para mayor ilustración de la arquitectura del OM 5100 ver Anexo B.

En la tabla 3.1 mostramos las tarjetas soportados por el Optera Metro 5100.

TABLA 3.1.- Tarjetas OM5100

<b>Tarjetas Soportadas</b>	<b>OM 5100</b>
OCI: Optical Channel Interfase.	✓
OCLD: Optical Channel Laser and Detector	✓
OTR: Optical Transponder	✓
Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC (También llamado : Multiplexer Optical Transponder - MOTR)	✓
OCM (Optical Channel Managment)	--
OSC: Optical Supervisory Channel	✓
SP: Shelf Processor	✓

### 3.1.1. OCI (Interfases de Canal Óptico).

La tarjeta OCI realiza la adaptación de las interfases del cliente con los numerosos protocolos y tipos de servicios disponibles en el mundo Metro. Los módulos OCI con multiplexadores de sub-velocidades (SRM) están desarrolladas para un empleo óptimo de las longitudes de onda (por ejemplo, el 8:1 ESCON o el 4:1 con SRM multiprotocolo).

La tarjeta OCI provee una interfase entre los equipos terminales del cliente y el OM 5100. Las tarjetas OCI han sido diseñadas para soportar las tarjetas OCLD. Se debe usar la tarjeta OCI con la tarjeta OCLD y se puede instalar un máximo de dos tarjetas OCI en un chasis OM 5100.

Todas las tarjetas OCI (excepto las tarjetas OCI SRM SONET/SDH LTE), que soportan SONET/SDH, son completamente transparentes a la cabecera SONET/SDH, es decir esta tarjeta no sobrescribe, regenera o cambia alguno de los bytes de la cabecera SONET/SDH.

La tarjeta OCI SRM SONET/SDH LTE pasa transparente todos los bytes de la cabecera excepto los siguientes:

- **A1/A2:** Siempre regenerado.
- **B1/B2:** Siempre recalculado.
- **H1/H2/H3:** Siempre regenerado.
- **S1:** En modo line-timing – Siempre copia o traslada a todos los puertos de salida. En modo Free-Run or Hold-Over – Siempre sobrescritos.
- **K2:** Siempre trasladadas, excepto los 3bits que son modificados por las condiciones L-AIS y L-RDI.
- **Z0:** Siempre regenerado.
- **M1:** Puesto para indicar la cuenta del interleaved bit.

En la tabla 3.2 y en la figura 3.3 se muestra las tarjetas OCI disponibles.

TABLA 3.2.- Tipos de tarjetas OCI disponibles.

Tarjeta OCI	# de Slots	Tipo de Conector	PEC
OCI 1.25 Gbit/s 1310 nm	1	SC duplex	NT0H10CB
OCI 1.25 Gbit/s 850 nm	1	SC duplex	NT0H10CA
OCI OC-48/STM-16 1310 nm	1	FC (x2)	NT0H20DJ
OCI OC-48/STM-16 1310 nm	1	SC duplex	NT0H20DK
OCI ISC 1310 nm	1	SC duplex	NT0H20CH
OCI GbE 1310 nm	1	SC duplex	NT0H20CN
OCI GbE 850 nm	1	SC duplex	NT0H20CP
OCI SONET/SDH 1310 nm	1	SC duplex	NT0H10HJ
OCI SONET/SDH IR 1310 nm	1	SC duplex	NT0H10HK
OCI SRM 1310 nm	1	MT-RJ duplex (x4)	NT0H11EK
<b>OCI SRM 1310 nm LC</b>	<b>1</b>	<b>LC duplex (x4)</b>	<b>NT0H11EL</b>
OCI SRM SONET/SDH 1310 nm	1	MT-RJ duplex (x4)	NT0H11BK
OCI SRM SONET/SDH LTE	1	LC duplex (x4)	NT0H11BC
OCI SRM ESCON 1310 nm	1	MPO-8xSC	NT0H21JN
OCI SRM GbE 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NT0H21CF
OCI SRM GbE 850 nm	1	LC duplex (x2)	NT0H21CE
OCI SRM GbE/FC 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NT0H21CB
OCI SRM GbE/FC 850 nm	1	LC duplex (x2)	NT0H21CA
OCI SRM GbE/FC Enhanced 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NT0H21CD
OCI SRM GbE/FC Enhanced 850 nm	1	LC duplex (x2)	NT0H21CC

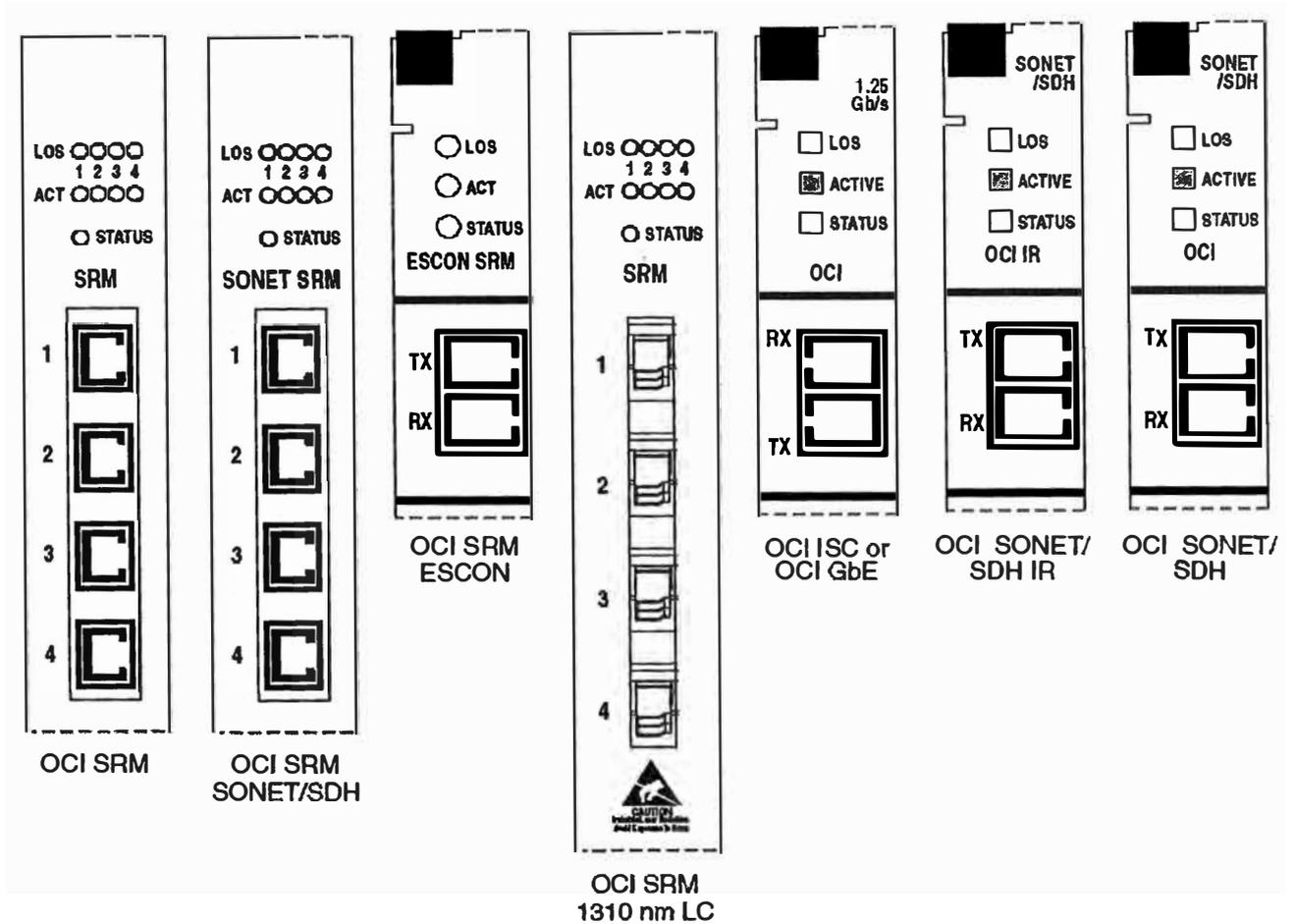


Fig. 3.3 : Tarjetas OCI

### 3.1.2. OCLD (Laser y Detector de Canal Óptico).

La tarjeta OCLD posee una interfase CWDM que proveen funcionalidades de línea óptica. Y soporte de velocidades desde los 8Mbps hasta los 2.5Gbps. La tarjeta OCLD interopera con el sistema CPL (Common Photonic Layer). El sistema CPL soporta hasta 36 canales DWDM con espaciamiento de 100GHz en la banda C. Solo 32 de todas las 36 longitudes de onda de 100 GHz son soportadas por el software Release 7.0.

La tarjeta OCLD DWDM es identificada por bandas de longitud de ondas (Band 1 a Banda 8) y por canales dentro de cada banda de longitud de ondas.

La tarjeta OCLD CWDM ITU-T es identificada por una longitud de onda.

La tarjeta OCLD hace la conversión de la señal óptica a señal eléctrica y viceversa. En el OM 5100, la tarjeta OCLD pasa y recibe la señal eléctrica directamente de la tarjeta OCI. Cuando

las tarjetas OCLD 1.25 Gbit/s, OCLD 2.5 Gbit/s y OCLD 2.5 Gbit/s Flex, interoperan con el OM 5100, la señal óptica es transferida a la tarjeta OCLD a través del OMX. El OMX hace la operación de agregación y extrae (add/drop) de todos los canales.

En la tabla 3.3 y en la figura 3.4 se muestra las tarjetas OCLD disponible.

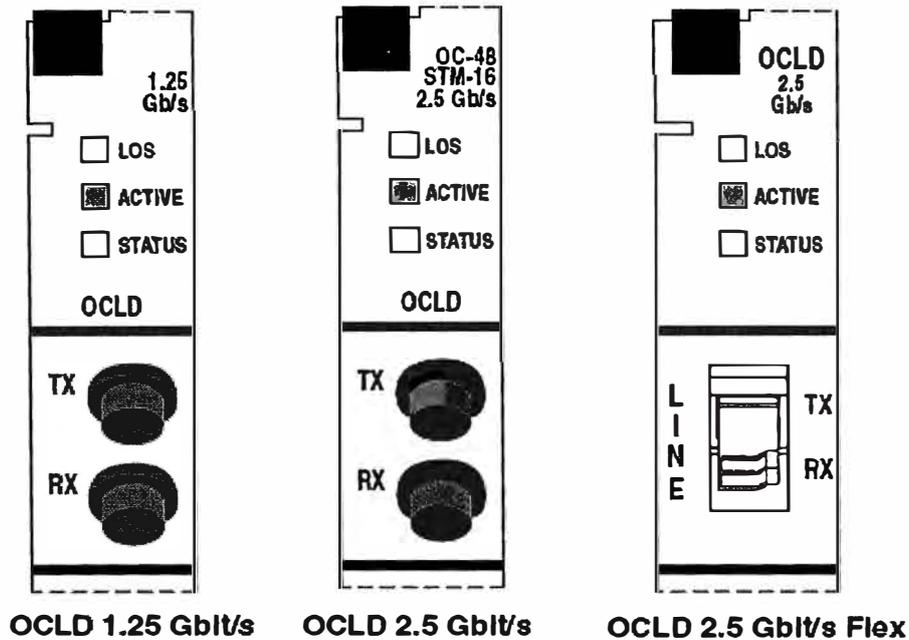


Fig. 3.4 :Tarjetas OCLD

TABLA 3.3.- Tipos de tarjetas OCLD (CWDM ITU-T) disponibles.

Tarjeta OCLD	# de Slots	Conector	PEC	Longitud de Onda (nm)
OCLD 2.5 Gbit/s Flex	1	LC duplex	NTPM04AA	1511
OCLD 2.5 Gbit/s Flex	1	LC duplex	NTPM04AB	1531
OCLD 2.5 Gbit/s Flex	1	LC duplex	NTPM04AC	1551
OCLD 2.5 Gbit/s Flex	1	LC duplex	NTPM04AD	1571
OCLD 2.5 Gbit/s Flex	1	LC duplex	NTPM04AE	1471
OCLD 2.5 Gbit/s Flex	1	LC duplex	NTPM04AF	1491
OCLD 2.5 Gbit/s Flex	1	LC duplex	NTPM04AG	1591
OCLD 2.5 Gbit/s Flex	1	LC duplex	NTPM04AH	1611

### 3.1.3. OTR (Transponder Óptico).

EL OTR 10Gbit/s (OM 5200), el OTR 10Gbit/s Enhanced (OM 5200), y el OTR 2.5 Gbit/s Flex (OM 5200 – OM 5100), reemplazan a las tarjetas OCI y OCLD, proporcionando una interfase para el lado del cliente y una interfase para el lado de la línea. A través de estas interfases el cliente puede acceder directamente con el lado WDM óptico.

Cuando la tarjeta OTR 2.5 Gbit/s interopera con el OM 5100 la señal es transferida al anillo óptico a través del OMX. El OMX hace la operación add/drop de todos los canales.

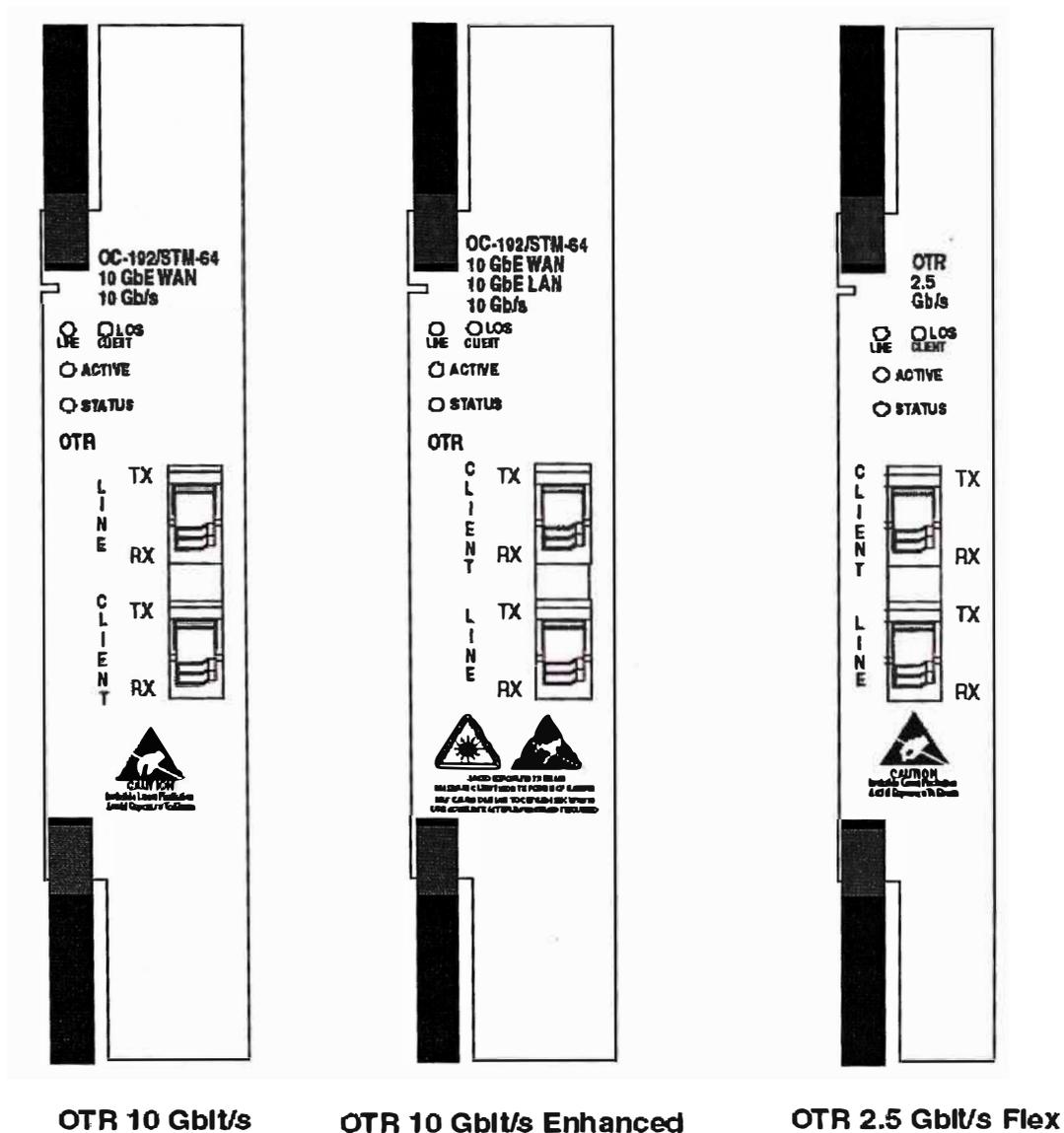


Fig. 3.5 : Tarjetas OTR.

TABLA 3.4.- Tipos de tarjetas OTR (CWDM ITU-T) disponibles.

Tarjeta OTR	# de Slots	Conetcor	PEC	Longitud de onda (nm)
OTR 10 Gbit/s Enhanced	1	LC duplex (x2)	not supported	1471
OTR 10 Gbit/s Enhanced	1	LC duplex (x2)	not supported	1491
OTR 10 Gbit/s Enhanced	1	LC duplex (x2)	not supported	1511
OTR 10 Gbit/s Enhanced	1	LC duplex (x2)	B1C3 (NT0H19AC)	1531
OTR 10 Gbit/s Enhanced	1	LC duplex (x2)	B3C3 (NT0H19CC)	1551
OTR 10 Gbit/s Enhanced	1	LC duplex (x2)	B5C1 (NT0H19EA)	1571
OTR 10 Gbit/s Enhanced	1	LC duplex (x2)	B7C1 (NT0H19GA)	1591
OTR 10 Gbit/s Enhanced	1	LC duplex (x2)	B8C2 (NT0H19HB)	1611
OTR 2.5Gbit/s Flex 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NTPM17AA	1511
OTR 2.5Gbit/s Flex 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NTPM17AB	1531
OTR 2.5Gbit/s Flex 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NTPM17AC	1551
OTR 2.5Gbit/s Flex 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NTPM17AD	1571
OTR 2.5Gbit/s Flex 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NTPM17AE	1471
OTR 2.5Gbit/s Flex 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NTPM17AF	1491
OTR 2.5Gbit/s Flex 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NTPM17AG	1591
OTR 2.5Gbit/s Flex 1310 nm	1	LC duplex (x2)	NTPM17AH	1611

### 3.1.4. Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC.

La tarjeta Transponder óptico Multiplexora (Muxponder) 10 Gbit/s GbE/FC , es una tarjeta de 02 slots que combina las función de una tarjeta OCI SMR y una tarjeta OTR dentro de una sola tarjeta. La tarjeta Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC soporta las aplicaciones CWDM.

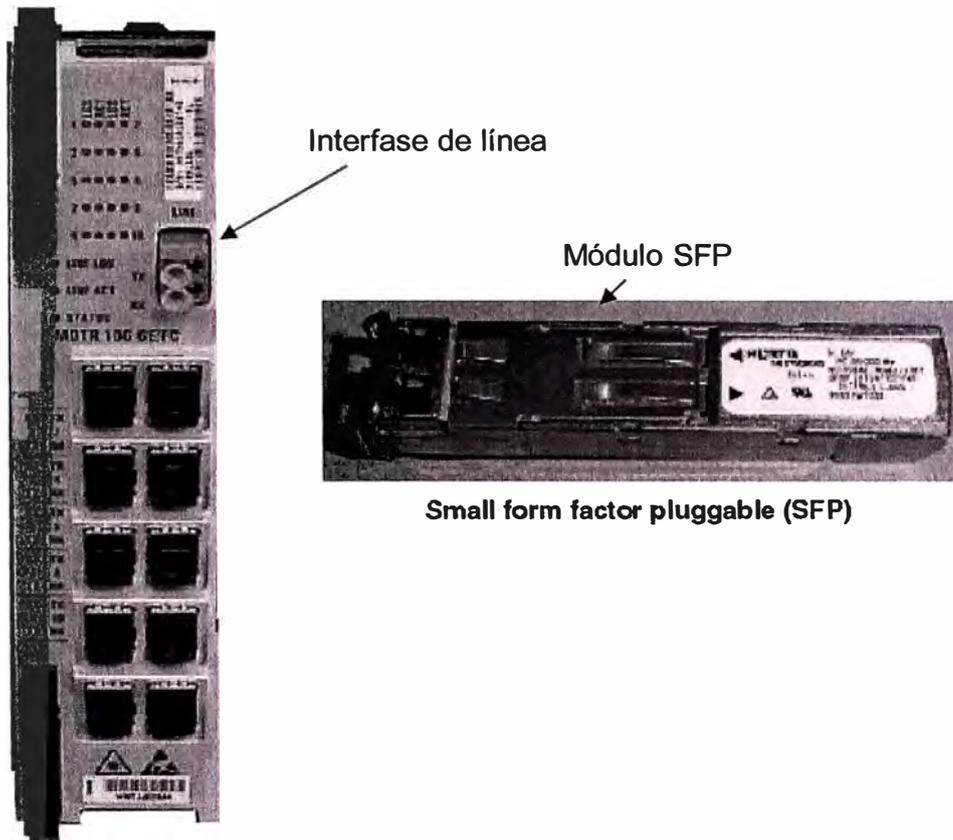
La tarjeta Muxponder 10Gbit/s GbE/FC provee una interfase de línea óptica, con conector LC duplex, para conectarla a la línea CWDM óptica en el OMX.

Las interfases hacia el cliente son provistas por los módulos Small form Factor Pluggable (SFP), los cuales tienen conectores LC (Tx, Rx). Se puede conectar hasta 8 módulos SFP en la tarjeta Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC.

Dos tipos de SFP son soportados:

- El modulo SFP de longitud de onda 1310nm (NTTP06CF) interfase que requiere fibra monomodo (SMF) o fibra multimodo (MMF) para conectar los puertos Rx y Tx del dispositivo del cliente.
- El modulo SFP de longitud de onda 850nm (NTTP06AF) interfase que requiere fibra multimodo (MMF) para conectar los puertos Rx y Tx del dispositivo del cliente.

En la siguiente gráfica se muestra la tarjeta Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC que posee una interfase de línea y 08 interfases cliente disponible. Además mostramos también el módulo SFP, que es instalado en cada una de las 8 interfases clientes.



**Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC**

Fig. 3.6 :Tarjeta Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC y SFP.

TABLA 3.5.- Tipos de tarjetas Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC (CWDM ITU-T) disponibles.

Tarjeta Muxponder	# de Slots	Conector	PEC	Longitud de onda (nm)
Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC	2	LC duplex	No soportado	1471
Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC	2	LC duplex	No soportado	1491
Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC	2	LC duplex	No soportado	1511
<b>Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC</b>	<b>2</b>	<b>LC duplex</b>	<b>B1C3 (NT0H15AC)</b>	<b>1531</b>
Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC	2	LC duplex	B3C3 (NT0H15CC)	1551
Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC	2	LC duplex	B5C1 (NT0H15EA)	1571
Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC	2	LC duplex	B7C1 (NT0H15GA)	1591
Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC	2	LC duplex	B8C2 (NT0H15HB)	1611

### 3.1.5. OCM (Administrador de Canales Ópticos).

La tarjeta OCM ofrece la redundancia de canales ópticos y administra las conexiones entre los OCI y los OCLD. La conmutación de redundancia de ruta se realizado a nivel de cada canal, de modo que otros canales en la banda no se vean interrumpidos cuando la conmutación ocurra. En el OM5100 las funciones del OCM son asumidas por el backplane. La figura 3.8 y la tabla 3.5 muestran las tarjetas OCM.

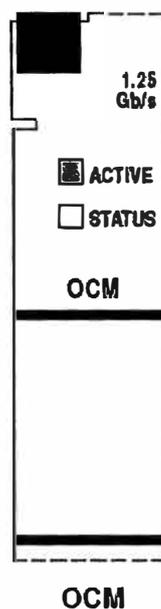


Fig. 3.7 :Tarjeta OCM.

TABLA 3.6.- Tipos de tarjetas OCM disponibles.

Tarjeta Muxponder	# de Slots	Conector	PEC
OCM 1.25 Gbit/s	1	none	NT0H40AC
OCM 2.5 Gbit/s	1	none	NT0H40BC

### 3.1.6. OSC (Canal de Supervisión Óptica).

La tarjeta OSC es una tarjeta opcional de un slot en el OM 5100. En los sites que se requiere una tarjeta OSC, esta transmite y recibe un canal de supervisión como un canal de administración de comunicaciones, en la longitud de onda de 1510nm , denominada Wayside Channel (WSC). La tarjeta OSC tiene las siguientes funciones:

- Provee un canal de administración dedicado que suplementa los canales de supervisión por longitud de onda, permitiendo una seccionalización altamente diferenciada de las fallas.
- Permite habilitar la sectorización de las fallas inter-sedes en cortes de fibra y actividad de links del OM 5100.
- Permite habilitar la sectorización de las fallas inter-sedes en cada site en el OM 5100.
- Habilita el monitoreo del anillo para sites en donde no hay la función de add/drop.
- Soporta un canal transparente de comunicaciones para la propia tráfico de administración del cliente, vía una interfase multimode 100BaseFX.
- Permite al software tener visibilidad de todas las repisas en una configuración de malla, desde cualquier otra repisa en la red a través de la cabecera del canal.

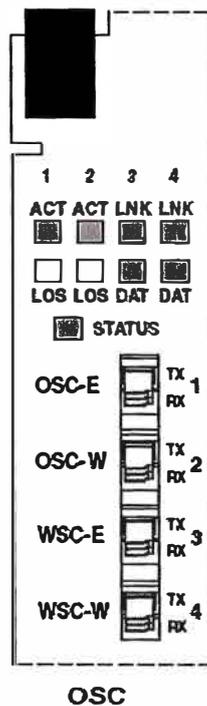


Fig. 3.8 : Tarjeta OSC.

TABLA 3.7.- Tarjeta OSC disponible.

PEC	Descripción
NTLW01AA	OSC circuit pack

### 3.1.7. SP (Tarjeta Procesadora).

La tarjeta Shelf Processor (ver figura 3.10), más conocida como procesadora, administra las funciones de comunicación del OM 5100. Las funciones principales proporcionadas por esta tarjeta son: Administración local, consolidación de alarmas y conexiones de telemetría, software de administración y configuración, visibilidad de la repisa, monitoreo de la performance de los enlaces y canales, control del inventario de la repisa OM 5100, sistema de comunicación, control de la conmutación de protección para la tarjeta OTR.

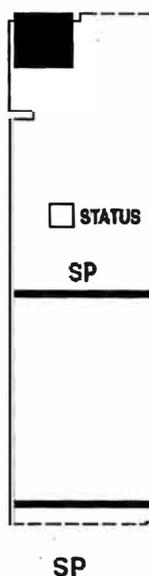


Fig. 3.9 :Tarjeta SP

En la tabla 3.7 se muestra la tarjeta SP usada para el OM 5100 con su respectivo PEC.

TABLA 3.8.- Tarjeta SP disponible

PEC	Descripción
NT0H41AA	Shelf processor

### 3.2. ITU-T CWDM OMX (Multiplexor/Demultiplexor Óptico).

Cada módulo OMX contiene filtros ópticos pasivos que añaden o extraen (add/drop) canales CWDM. Nortel Networks provee cuatro tipos de ITU-T CWDM OMX los cuales se mencionan a continuación:

- OMX1CH OADM ITU CWDM
- OMX 4CH ITU CWDM
- OMX4CH OADM ITU CWDM
- OMX 8CH ITU CWDM

#### 3.2.1. OMX 1CH OADM ITU CWDM.

El OMX 1CH OADM ITU CWDM contiene dos módulos de filtros. Cada módulo de filtro agrega o extrae (add/drop) un canal ITU-T CWDM y óptimamente pasa a través de todos los otros canales soportado por el OM 5100. Tiene 8 variantes, uno para agregar / extraer cada uno de los siguientes canales: 1471 nm, 1491 nm, 1511 nm, 1531 nm, 1551 nm, 1571 nm, 1591 nm, y 1611 nm. Es usado conjuntamente con las tarjetas OCLD 2.5 Gbit/s Flex ITU, OTR 2.5 Gbit/s Flex ITU, OTR 10 Gbit/s Enhanced y Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC y usan patch cords SC-LC duplex para conectarse al OMX 1CH OADM ITU CWDM.

La tabla 3.8 lista la información de los diferentes módulos OMX 1CH OADM ITU CWDM:

TABLA 3.9.-OMX 1CH OADM ITU CWDM disponibles.

PEC	Longitudes de Onda ITU CWDM
NTPM34AA	1471 nm
NTPM34BA	1491 nm
NTPM34CA	1511 nm
NTPM34DA	1531 nm
NTPM34EA	1551 nm
NTPM34FA	1571 nm
NTPM34GA	1591 nm
NTPM34HA	1611 nm

En la figura 3.10 se muestra el flujo de la señal a través de un OMX 1CH OADM ITU CWDM.

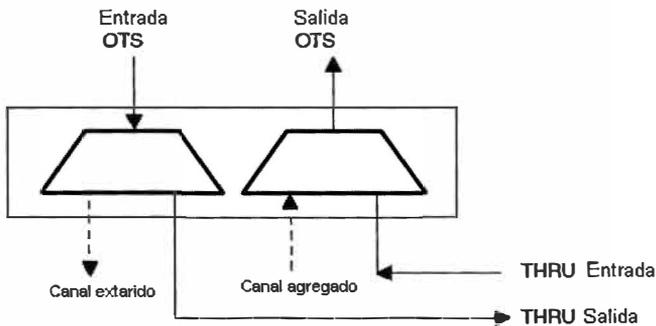


Fig. 3.10 : Flujo de la señal a través de un OMX 1CH OADM ITU CWDM.

### 3.2.2. OMX 4CH ITU CWDM.

El OMX 4CH ITU CWDM contiene un módulo de filtro, el ensamblaje es reemplazable. Agrega / extrae cada uno de los siguientes canales: 1511 nm, 1531 nm, 1551 nm, 1571 nm. Es usado conjuntamente con las tarjetas OCLD 2.5 Gbit/s Flex ITU, OTR 2.5 Gbit/s Flex ITU, OTR 10 Gbit/s Enhanced y Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC y usan patch cords SC-LC duplex para conectarse al OMX 4CH ITU CWDM.

La tabla 3.9 muestra la información de los diferentes módulos OMX 4CH ITU CWDM:

TABLA 3.10.- OMX 4CH ITU CWDM disponible.

PEC	Longitudes de Onda ITU CWDM
NTPM33AA	1511 nm, 1531 nm, 1551 nm, 1571 nm

En la figura 3.11 se muestra el flujo de la señal a través de un OMX 4CH ITU CWDM.

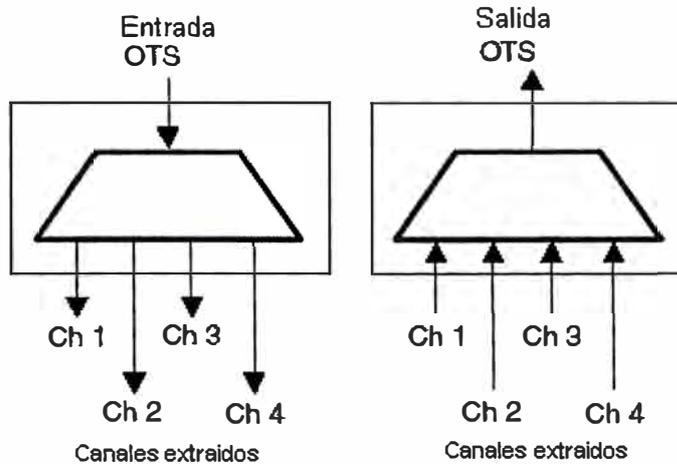


Fig. 3.11 :Flujo de la señal a través de un OMX 4CH ITU CWDM.

### 3.2.3. OMX 4CH OADM ITU CWDM.

El OMX 1CH OADM ITU CWDM viene equipado con un módulo de filtro. El módulo de filtro agrega o extrae (add/drop) cuatro canales ITU-T CWDM específicos y óptimamente pasa a través de todos los otros canales soportados por el OM 5100. Tiene 2 variantes, para los conjuntos secuenciales de canales ITU-T CWDM siguientes: [1471 nm, 1491 nm, 1511 nm, 1531 nm] y [1551 nm, 1571 nm, 1591 nm, 1611 nm]. Es usado conjuntamente con las tarjetas OCLD 2.5 Gbit/s Flex ITU, OTR 2.5 Gbit/s Flex ITU, OTR 10 Gbit/s Enhanced y Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC y usan patch cords SC-LC duplex para conectarse al OMX 4CH OADM ITU CWDM.

La tabla siguiente muestra la información de los diferentes módulos OMX 4CH OADM ITU CWDM:

TABLA 3.11.- OMX 4CH ITU OADM CWDM disponible.

PEC	Longitudes de Onda ITU CWDM
NTPM34JA	1471 nm, 1491 nm, 1511 nm, 1531 nm
NTPM34KA	1551 nm, 1571 nm, 1591 nm, 1611 nm

En la figura 3.12 se muestra Flujo de la señal a través de un OMX 4CH OADM ITU CWDM.

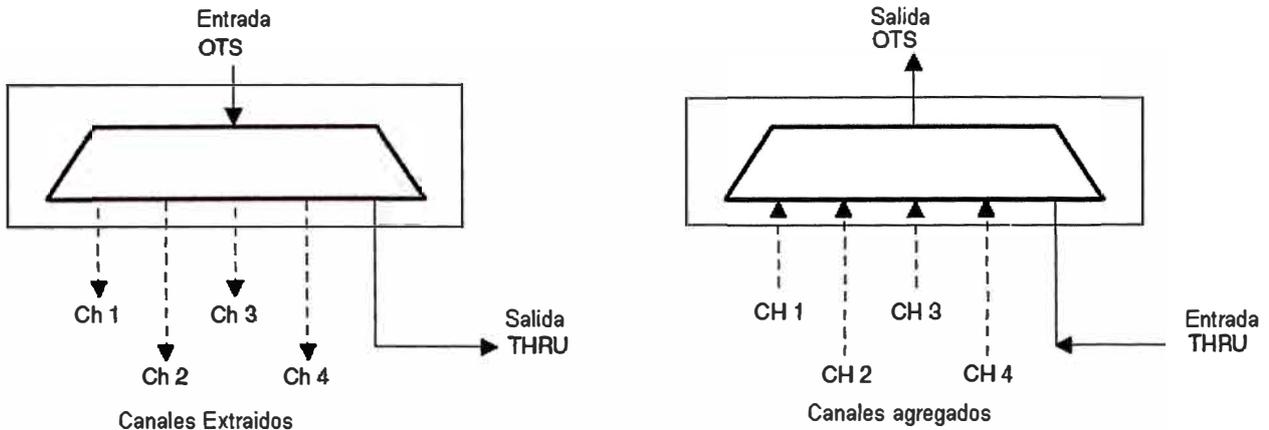


Fig. 3.12 :Flujo de la señal a través de un OMX 4CH OADM ITU CWDM.

### 3.2.4. OMX 8CH ITU CWDM.

El OMX 8CH ITU CWDM contiene un módulo de filtro. El módulo de filtro agrega o extrae (add/drop) las siguientes longitudes de onda: 1471 nm, 1491 nm, 1511 nm, 1531 nm, 1551 nm, 1571 nm, 1591 nm, y 1611 nm. No hay optical pass-through. Es usado conjuntamente con las tarjetas OCLD 2.5 Gbit/s Flex ITU, OTR 2.5 Gbit/s Flex ITU, OTR 10 Gbit/s Enhanced y Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC y usan patch cords SC-LC duplex para conectarse al OMX 8CH ITU CWDM.

La tabla siguiente lista la información de los diferentes módulos OMX 8CH ITU CWDM:

PEC	Longitudes de Onda ITU CWDM
NTPM33BA	1471 nm, 1511 nm, 1531 nm, 1551 nm, 1571 nm, 1591 nm, 1611 nm

TABLA 3.12.- OMX 8CH ITU CWDM disponible.

En la figura 3.13 se muestra el flujo de la señal a través de un OMX 8CH ITU CWDM.

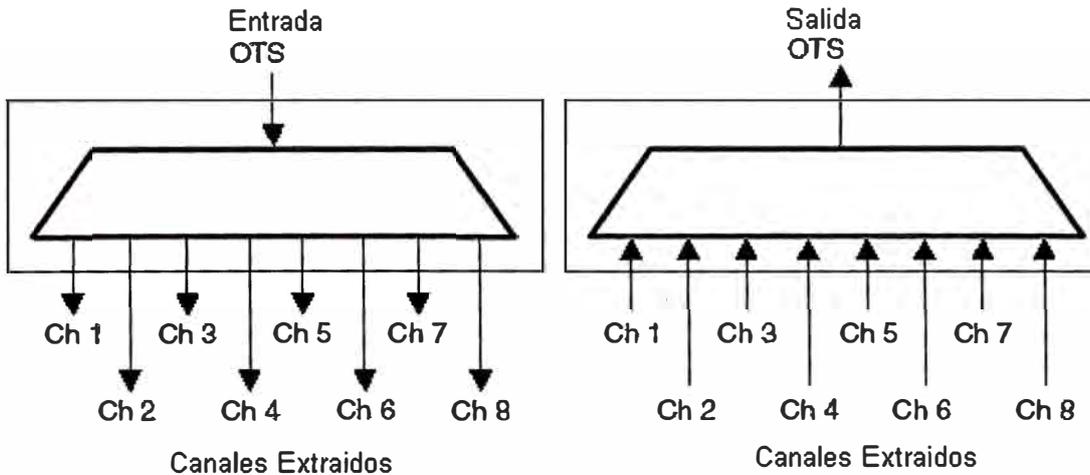


Fig. 3.13 :Flujo de la señal a través de un OMX 8CH ITU CWDM.

### 3.3. ETS (Enhanced Trunk Switch).

El Enhanced Trunk Switch (ETS), permite que el enlace CWDM punto a punto pueda estar protegido, con un tiempo de restauración menor o igual a 50 ms. Para ello se emplean dos enlaces de fibra oscura, divergentes en ruta y medios que permitirán alta disponibilidad para el sistema de transporte en mención.

Estos equipos no cuentan con amplificadores ópticos asegurando un transporte a distancia máxima de 80 Km.

El ETS soporta:

- Sistemas OM 5100/5200 DWDM, CWDM y ITU CWDM.
- 1 + 1 conmutación unidireccional.
- Modos de operación configurables: Modo Manual y Automático.
- Modo de conmutación automático configurable : “absolute switching”, “window switching” y “user definable switching thresholds”
- Conmutador de protección configurable por el usuario: comandos manual, forzado, y seguro.
- Administración vía SNMP.
- Opción revertida y no revertida en modo de conmutación automático.

La figura 3.14 muestra una aplicación punto a punto no amplificada. El ETS provee la protección de fibra para el sistema punto a punto.

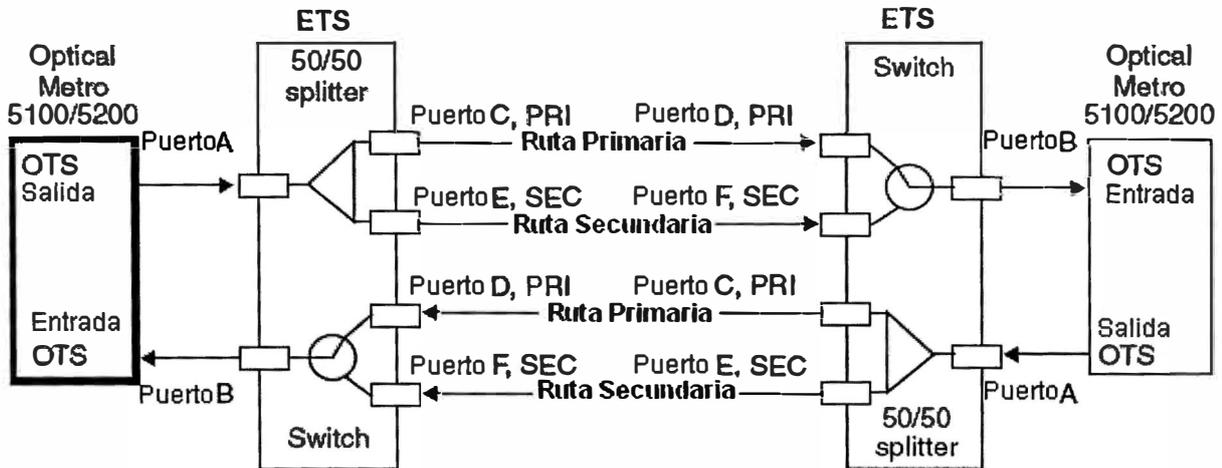


Fig. 3.14 : Sistema de protección con ETS en enlace punto a punto.

El ETS Shelf tiene dos slots, y es de 1U de rack. El ETS contiene el módulo ETS Switch module y el módulo ETS Comms. Ambos módulos son individuales reemplazables. Sin embargo solo el ETS Comms puede ser reemplazado en servicio.

### 3.3.1. Comunicaciones ETS (ETS Comms).

El módulo comunicaciones ETS (ETS Comms), ver figura 3.15, monitorea y comunica con el módulo ETS Switch montado en el ETS Shelf. Este muestrea y reporta información del ETS Shelf, ocupación del slot, y el tipo de modulo instalado en el ETS Shelf y su estado. El ETS Comms es también usado para configurar varios parámetros del ETS Switch. El ETS Comms soporta la interfase de comandos de línea TL1.



Fig. 3.15 : ETS Comms.

### 3.3.2. Conmutador ETS (ETS Switch).

El módulo ETS Switch (ver figura 3.16) provee un monitoreo continuo de la potencia óptica en la ruta primaria y en la ruta secundaria. Este típicamente provee protección de línea para enlaces multicanal en fibras monomodo. Si la potencia de una ruta llega mas bajo que el valor umbral predeterminado, El ETS Switch conmutará a la otra ruta.



Fig. 3.16 :ETS Switch.

En la tabla se muestra el PEC del equipo ETS que incluye los módulos que se muestran:

TABLA 3.13.-ETS Shelf y sus módulos.

PEC	Descripción
NTUG90AN	Enhanced Trunk Switch incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• NTUG90GA: Enhanced Trunk Switch shelf</li> <li>• NTUG90GD: ETS Comms module</li> <li>• NTUG90GB: ETS Switch module</li> <li>• NTUG90GH: ETS shelf installation kit</li> </ul>

### 3.4. Modos de operación del ETS.

El ETS puede operar en dos modos:

- Manual
- Automático.

#### 3.4.1. Modo manual

Cuando el módulo conmutador (Switch ETS) está operando en el modo manual, toda la conmutación automática y reversible está en disable. La única forma de de conmutar el tráfico a la ruta alterna es presionando el botón THR/PRI/SEC en el panel frontal o a través de un comando TL1.

### 3.4.2. Modo automático.

En modo automático, el módulo conmuta el tráfico entre las rutas cuando la señal de potencia medida es menor que el valor del umbral preseleccionado.

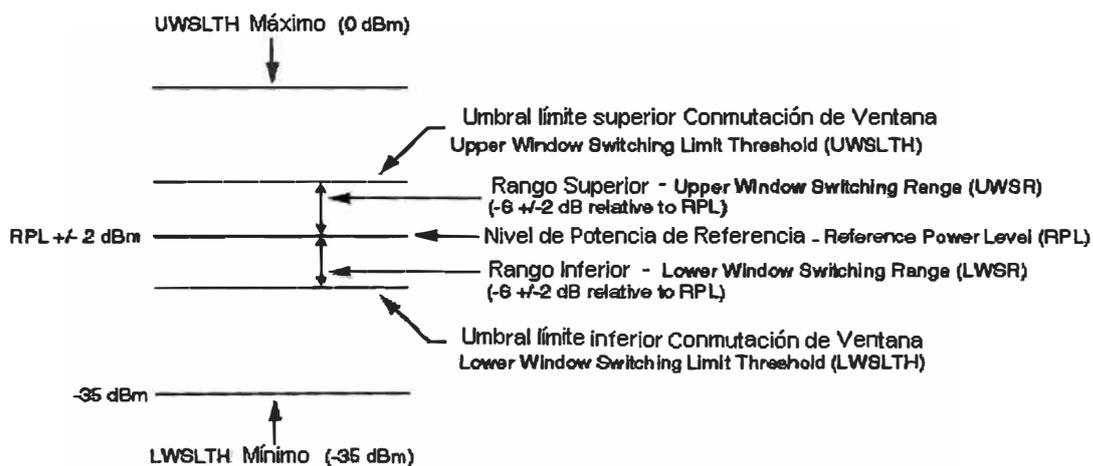
Cuando se selecciona el modo de conmutación automático, dos modos de conmutación se encuentran disponibles.

- Conmutación Absoluta – (Absolute Switching)
- Conmutación de Ventana – (Window Switching)

El modo conmutación Absoluta usa un umbral llamado umbral límite superior de conmutación Absoluta – (Absolute Switching Limit Threshold - ASLTH), para determinar cuando conmutar el tráfico a la ruta alterna. Por defecto el valor del ASLTH es de -25 dB y no es programable por el usuario. Si la potencia de la señal de entrada en la ruta activa es menor que el ASLTH el modulo automáticamente conmuta el tráfico a la ruta alterna.

Habilitando el modo de conmutación Automática (Automatic Switch) asegura que el ETS retorne a la ruta primaria una vez que la falla en dicha ruta se haya corregido. Para evitar inestabilidad, el modulo aplica 3 segundos mantenido en Off y 2 dB de histéresis para determinar cuando el nivel de potencia esta dentro del rango de operación normal.

El modo de conmutación Ventana (Window Switching) permite definir un rango de potencia aceptable para la señal de entrada tal como se muestra en la figura 3.17:



NOTA: Todos los valores mostrados son valores por defecto de fábrica

Fig. 3.17 : Umbrales de conmutación de Ventana.

El modo conmutación de Ventana (Window Switching) requiere un nivel de potencia de referencia (Reference Power Level - RPL), y un umbral límite inferior de conmutación de ventana (Lower Window Switching Limit Threshold – LWSLTH), para determinar cuando activar la conmutación.

Los valores: RPL, UWSR, y LWSR son configurables por el usuario. Los valores: UWSLTH y LWSLTH no pueden ser configurados. EL módulo ETS calcula los valores fijos para estos umbrales como sigue:

- Ambos el UWSR y el LWSR, deben ser mayores o iguales a 6.0 dB.
- $LWSLTH = RPL - LWSR \rightarrow LWSLTH -35 \text{ dBm} \rightarrow RPL \geq -29 \text{ dBm}$
- $UWSLTH = RPL + UWSR \rightarrow UWSLTH \leq 0 \text{ dBm} \rightarrow RPL \leq -6 \text{ dBm}$

## CAPITULO IV

### ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN

#### 4.1. Arquitectura de la solución.

El equipamiento utilizado como solución para el proyecto de Enlace de interconexión Punto a Punto, son los equipos multiplexores CWDM de Nortel, basado en la Tecnología WDM, que permiten multiplexar varias Longitudes de Onda en un solo par fibra (según Norma ITU-T G.694.2), adicionalmente los equipos brindan la facilidad de multiplexar varios servicios dentro de una misma longitud de onda.

La implementación del proyecto, consiste del transporte de 02 interfases GigaBit, 02 interfases FC-200 y 04 Interfases ESCON, entre su Centro Principal (CP) y su centro de Respaldo (CER). A continuación se detalla un resumen del las interfases a interconectar.

TABLA 4.1.- Interfases implementadas en el proyecto.

# interfases	Interfases	Conector	BW
02	GigaBit	LC	2 x 1Gbps.
02	FC-200	LC	2 x 2.25Gbps.
04	ESCON	LC	4 x 140 Mbps.

Después de un análisis del equipamiento CWDM de marca Nortel presentado en el capítulo anterior y del detalle técnico de las interfases del cliente, se ha seleccionado las tarjetas a instalar en el equipo OM 5100.

Para el transporte de las Interfases ESCON se seleccionó la tarjeta OCI SMR 4:1 (NT0H11EL) que posee 04 interfases cliente que trabajan en la longitud de onda de 1310nm multimodo, y soporta entre otros los protocolos ESCON. Esta tarjeta trabaja conjuntamente con la tarjeta

OCLD 2.5G, FLEX (NTPM04AA) que posee una interfase de línea en el canal cuya longitud de onda es  $\lambda_1=1511$  nm;

Para el transporte de las interfases FC-200 y Gigabit Ethernet se seleccionó la tarjeta Muxponder 10G GE/FC (NT0H15AC), que posee una interfase de línea que trabaja en la longitud de onda es  $\lambda_2=1531$  nm. y para el lado de las interfases del cliente se usan los 04 módulos SFP (NTTP06AF) con longitud de onda de trabajo 850 nm. fibra multimodo, tal como lo requerido por el cliente.

Por consiguiente para el transporte de las interfases antes mencionadas, se utilizará 02 canales de Longitudes de onda de la recomendación ITU-T G.694.2 ( $\lambda_1=1511$  nm.,  $\lambda_2=1531$  nm). Por lo que el OMX deberá ser un equipo que tenga los filtros en los canales antes mencionados. Del capítulo anterior observamos que el OMX indicado es el siguiente: ITU CWDM OMX 4-CH (NTPM33AA), cuyos canales soportados son: 04.

- CH1: 1511 nm.
- CH2: 1531 nm.
- CH3: 1551 nm.
- CH4: 1571 nm.

El enlace contará, con dos rutas de fibra óptica monomodo NDSF (ITU-T G.652) una ruta principal y una ruta secundaria o de back up. Para asegurar la alta disponibilidad del sistema, se ha instalado un sistema de protección utilizando 01 Enhanced Trunk Switch (ETS – NTUG90AN) en cada extremo, que permiten la conmutación del enlace principal al enlace secundario en caso de pérdida del primero. Ambos ETS serán configurados en modo de conmutación automática reversible.

4.2. Diagrama de la solución.

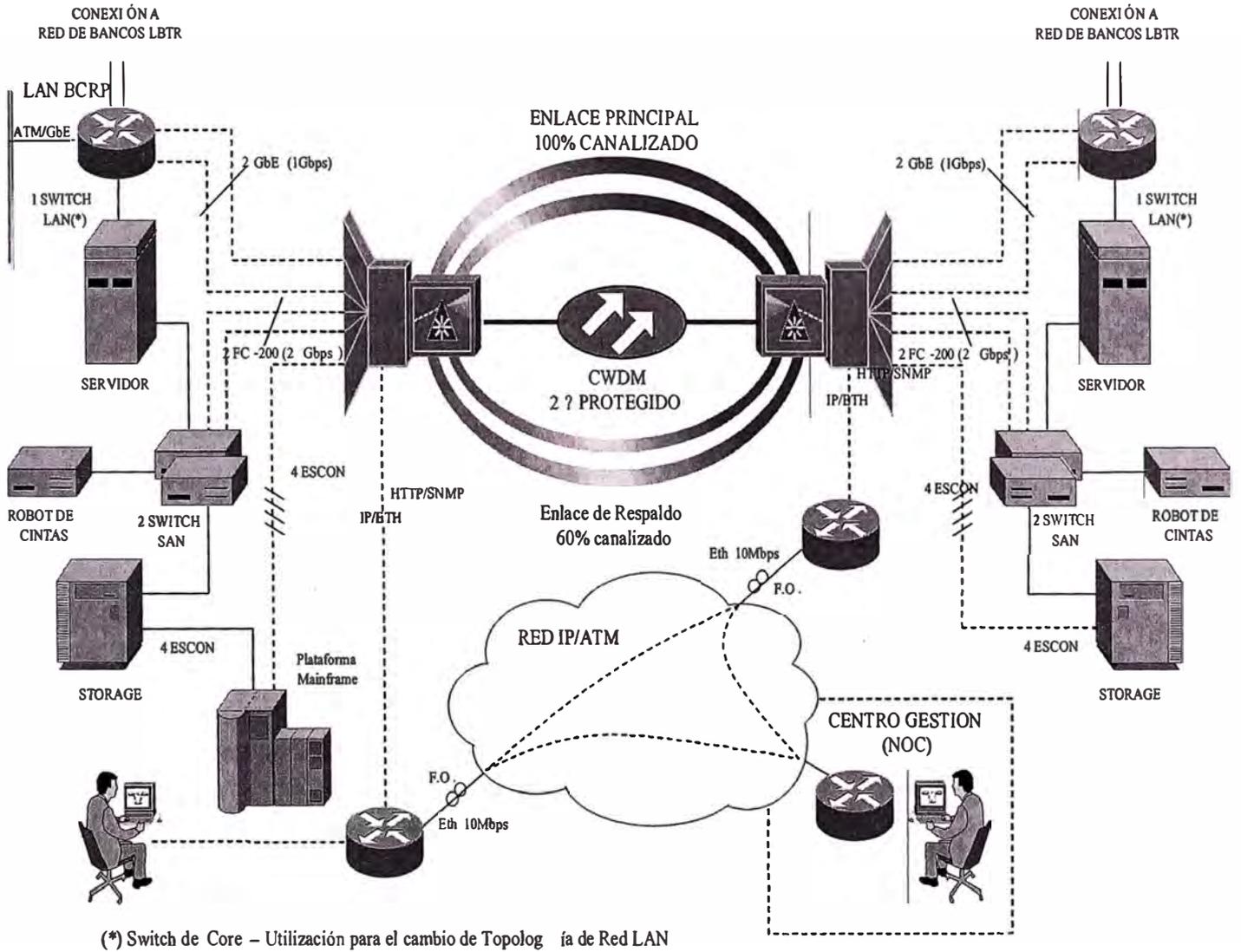


Fig. 4.1 :Diagrama de la solución.

### 4.3. Equipamiento instalado.

Los equipos a instalar son equipos Multiplexores CWDM, Marca Nortel, modelo Optera Metro 5100. En cada local del BCRP se ha acondicionado un gabinete el cual se muestra a continuación

#### 4.3.1. Gabinetes.

En las siguientes figuras 4.2 y 4.3 se muestran los gabinetes de 19" usados para cada site del cliente: CP Gabinete de 42UR y CER GABINETE 38UR.

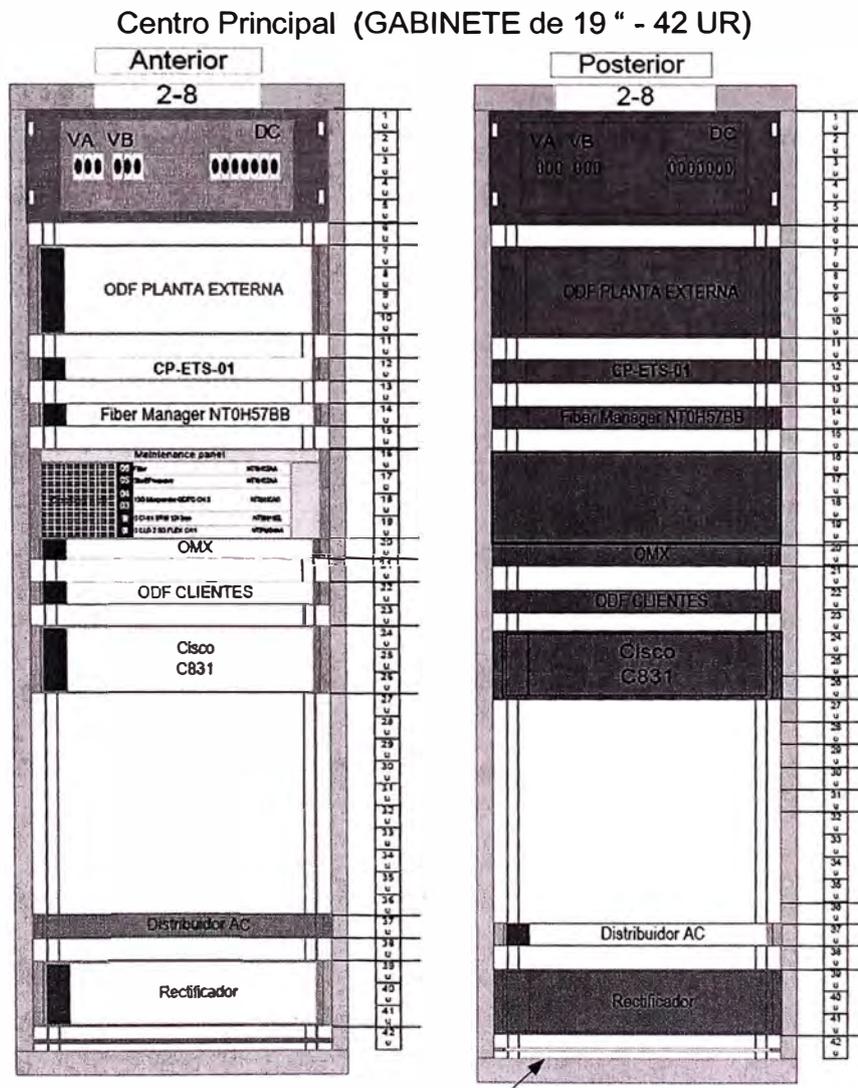
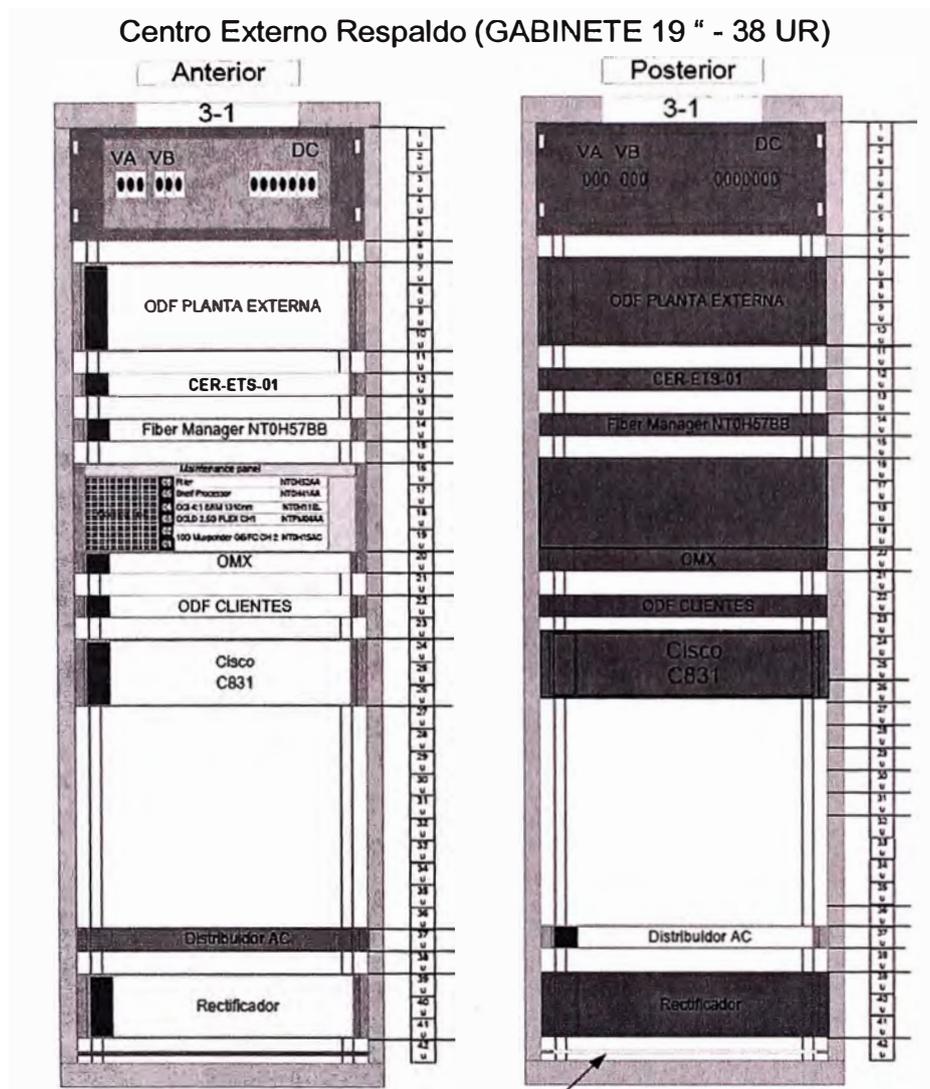


Fig. 4.2 :Vistas del Gabinete en el CP y equipos instalados en el CP BCRP.



Los equipos instalados en cada gabinete, son los que se mencionan a continuación:

- 01 Multiplexor OM 5100.
- 01 OMX.
- 01 ETS.
- 01 Fiber Manager.
- 01 ODF 12puertos LC-LC (Match Pannel)
- 01 Rectificador de energía.
- 01 Distribuidor de energía DC.

Para el sistema de gestión se ha instalado 01.

- 01 Router cisco 831 para gestión

En la figura 4.4 se muestra una foto del gabinete del Centro Principal, con su respectivo equipamiento instalado:

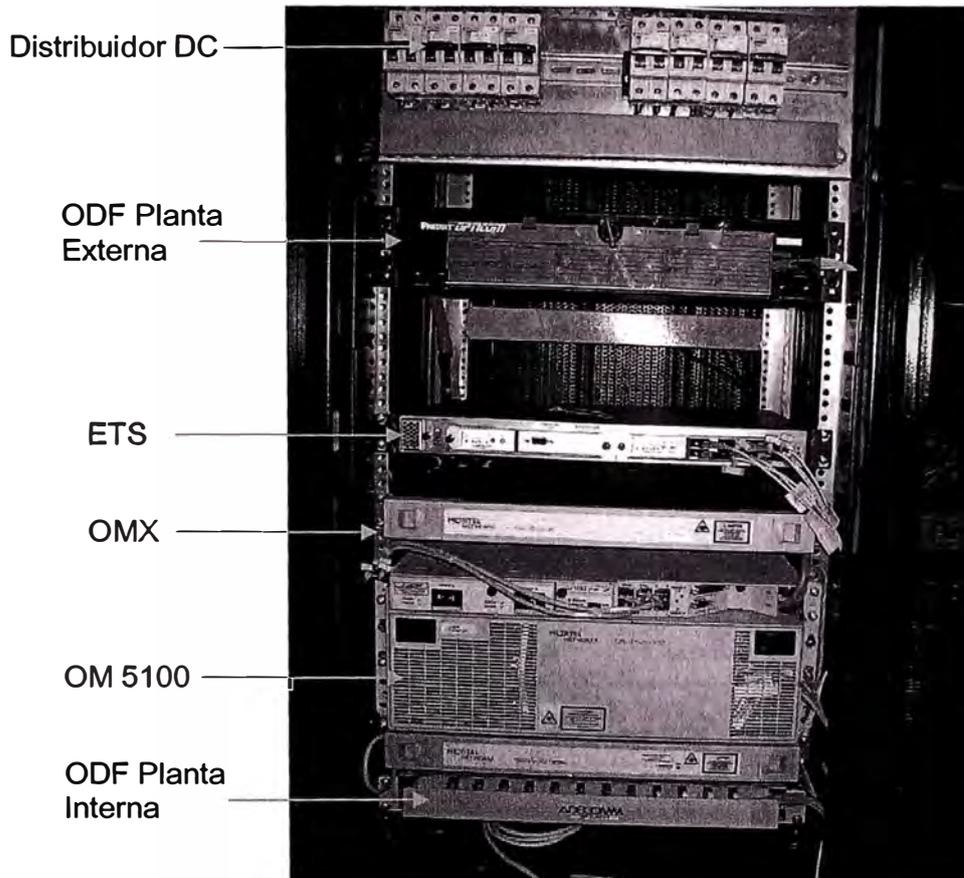


Fig. 4.4 :Foto de equipo instalado en el CP.

#### 4.3.2. Multiplexor OM 5100.

En las siguientes tablas se muestra la configuración física de los Multiplexores OM5100 (CP y CER), con su respectiva configuración de tarjetas instaladas para, adicionalmente a después de cada tabla se muestra una figura frontal del equipo donde puede observar el código de la tarjeta instalada y el slot que ocupa en el Chasis OM5100.

TABLA 4.2.- Configuración del Chasis OM 5100 en el CENTRO PRINCIPAL.

PEC	OM 5100 CENTRO PRINCIPAL	Número de Serie
NTPM50AA	OM 5100 OADM Chasis Incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kit de Instalación (Incluye accesorios de montaje y hardware).</li> <li>• Unidad de ventilación.</li> <li>• Filtro de aire.</li> <li>• Tarjeta de Fuentes de poder (con redundancia A/B ).</li> <li>• Panel de mantenimiento (incluye Ethernet, telemetría, y alarmas).</li> </ul>	NNTMLN0002QHH
NTOH52AA	OM5100 OCI Tarjeta Ciega	NNTMO1W1D4RI3
NTOH41AA	OM5100 Tarjeta Procesadora	NNTMOLOY43FIC
NTPM04AA	Tarjeta OM5100/5200 OCLD. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.5G, FLEX, CWDM, Canal 1, 1510nm</li> </ul>	NNTMO17432CIA
NTOH11EL	Tarjeta OCI 4:1 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sub Rate Mux 1310nm SMF/MM (Conectores LC)</li> </ul>	NNTMELXY440ER
NTOH15AC	Tarjeta 10G Muxponder GE/FC <ul style="list-style-type: none"> <li>• DWDM B1 CH3 (1530.33 NM, 10G) (Max 8 Puertos)</li> </ul>	NNTM01P4326AE
NTTP06AF	Módulos SFP 04 SFP Tri-Rate GE/FC Pluggable (850nm).	AGLTMY00003NDL AGLTMY00003NDX AGLTMY00003NCL AGLTMY00003NDO

La figura 4.5 muestra la Vista Frontal del Multiplexor OM 5100 en el Centro Principal.

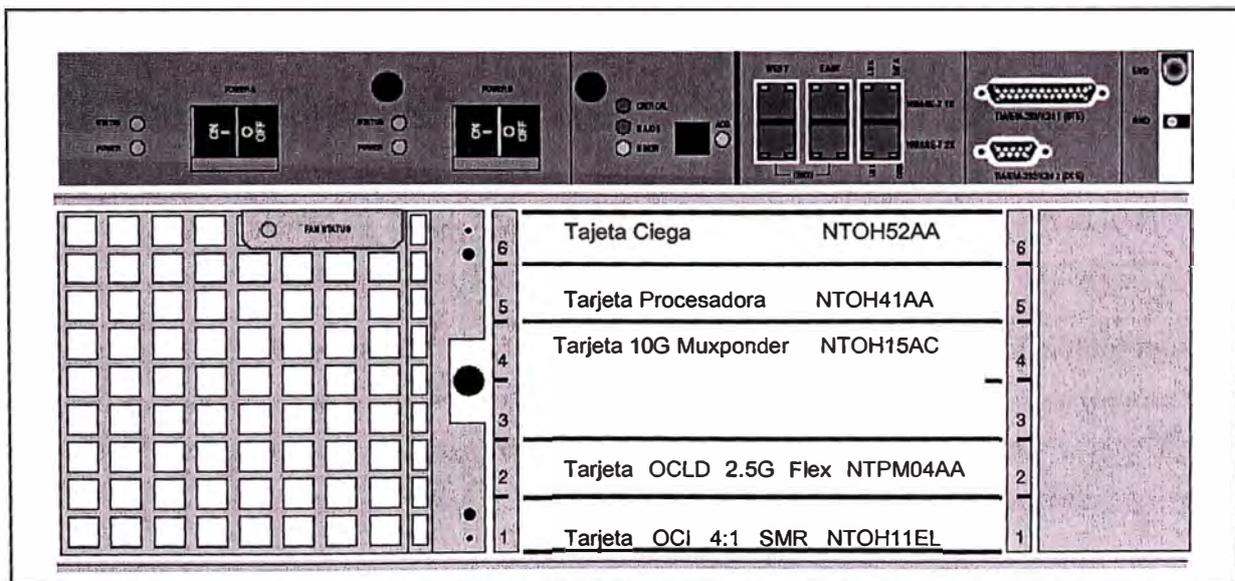


Fig. 4.5 :Vista Frontal: Multiplexor OM 5100 Centro Principal.

TABLA 4.3.- Configuración del Chasis OM 5100 en el Centro Externo de Respaldo.

PEC	OM 5100 CENTRO EXTERNO DE RESPALDO	Número de Serie
NTPM50AA	OM 5100 OADM Chasis Incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kit de Instalación (Incluye accesorios de montaje y hardware).</li> <li>• Unidad de ventilación.</li> <li>• Filtro de aire.</li> <li>• Tarjeta de Fuentes de poder (con redundancia A/B ).</li> <li>• Panel de mantenimiento (incluye Ethernet, telemetría, y alarmas).</li> </ul>	NNTMLNZ002QHG
NTOH52AA	OM5100 OCI Tarjeta Ciega	NNTM01W1D4RL4
NTOH41AA	OM5100 Tarjeta Procesadora	NNTMELKY43FFN
NTPM04AA	Tarjeta OM5100/5200 OCLD. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.5G, FLEX, CWDM, Canal 1, 1510nm</li> </ul>	NNTM01N432QHH
NTOH11EL	Tarjeta OCI 4:1 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sub Rate Mux 1310nm SMF/MM (Conectores LC)</li> </ul>	NNTMELVY440HA
NTOH15AC	Tarjeta 10G Muxponder GE/FC <ul style="list-style-type: none"> <li>• DWDM B1 CH3 (1530.33 NM, 10G) (Max 8 Puertos)</li> </ul>	NNTM01143217T
NTTP06AF	Módulos SFP 04 SFP Tri-Rate GE/FC Pluggable (850nm).	AGLTM00003NEJ AGLTM00003NEY AGLTM00003NCS AGLTM00003ND9

La figura 4.6 muestra la Vista Frontal del Multiplexor OM 5100 en el CER.

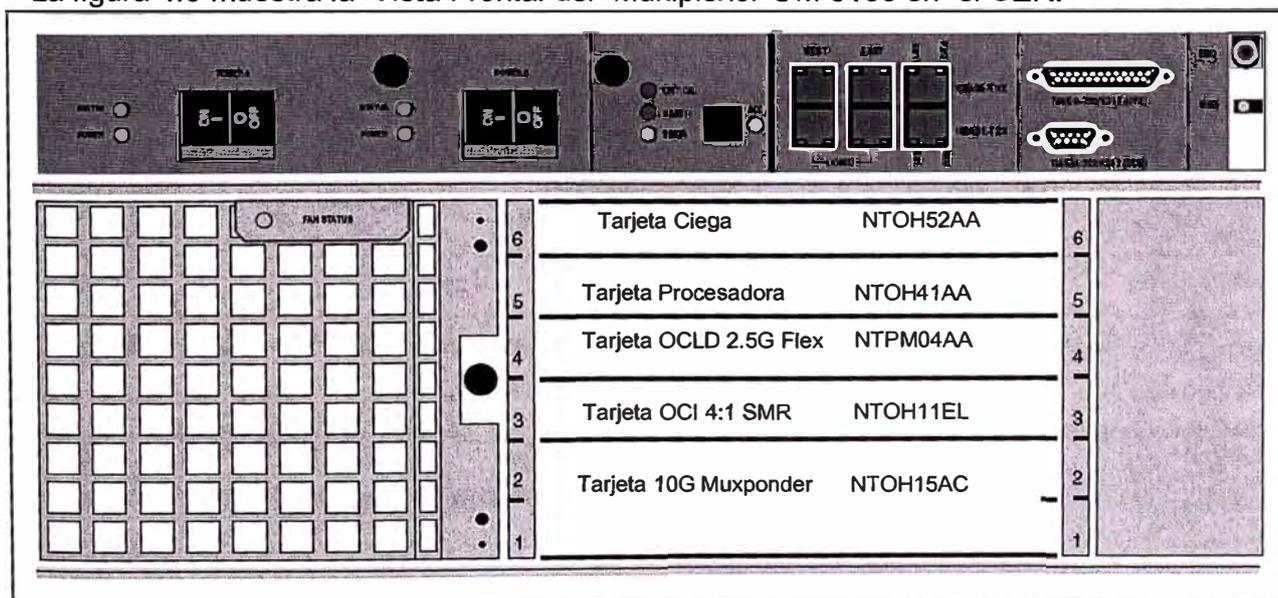


Fig. 4.6 :Vista Frontal: Multiplexor OM 5100 Centro Externo de Respaldo.

A continuación se detalla cada una de las tarjetas mencionadas en las tablas anteriores.

#### 4.3.3. Tarjeta Procesadora ( PEC: NTOH41AA).

La tarjeta Procesadora provee procesamiento centralizado y comunicación de datos para todas las funciones asociadas al Chasis 0M 5100.

#### 4.3.4. Tarjeta 10G Muxponder - ( PEC: NTOH15AC).

La tarjeta Muxponder instalada tiene una capacidad de 10 Gbps, posee 10 slots para módulos SFP que se conectan a las interfases del cliente, además posee una interfase de línea (longitud de onda coloreada) que para el caso del BCRP se eligió la longitud de onda  $\lambda=1531$  nm.

De los 10 slots se usaron 04, cada uno requiere de un módulo SFP con las siguientes características definidas por las interfases del cliente: 850 nm y Multimodo. Los SFP permiten ser configurados para transportar diferentes protocolos. Los protocolos usados para este proyecto son:

TABLA 4.4.- Interfases de la tarjeta 10G Muxponder usadas en la solución.

Protocolo	Line Rate	NºInterfases Max.	Instaladas en el cliente
GBE	1.25 Gbps	8 por tarjeta muxponder	2
FC-200	2.125 Gbps	4 por tarjeta muxponder	2



Fig. 4.7 :Tarjeta Muxponder 10Gb/s Gbit/FC

#### 4.3.5. Tarjeta SRM OCI 4:1 ( PEC: NTOH11EL).

La tarjeta SRM OCI (Optical Channel Interface) utilizada tiene una capacidad de 1.25 Gbps, posee 04 interfaces tributarias, las mismas que son configurables para el transporte de diferentes protocolo como STM1, STM4, ESCON, FC-100, etc. Dichas interfaces poseen conectores LC.

Las interfaces conectadas a esta tarjeta son interfaces 04 ESCON (170Mbps).

La longitud de onda para las interfaces del cliente es 1310nm Single modo.

TABLA 4.5.- Interfaces de la tarjeta OCI 4:1 usadas la solución.

Protocolo	Line Rate	N°Interfaces Max.	Instaladas en el cliente
ESCON	170 Mbps	4	4



Fig. 4.8 :SRM OCI 4:1

#### 4.3.6. Tarjeta OCLD ( PEC: NTPM04AA).

La tarjeta OCLD (Optical Channel Laser Detector) es una tarjeta de Línea (2.5 Gbps) que trabaja conjuntamente con la tarjeta OCI SRM. La tarjeta OCI SRM hace la conversión óptica a eléctrica de la señal cliente, la entrega al backplane para ser recogida por la tarjeta OCLD que hace la conversión eléctrica óptica en una longitud de onda coloreada. En el proyecto para esta tarjeta se ha seleccionado la longitud de onda  $\lambda_1=1511$  nm.

#### 4.3.7. OMX 4 CH ITU CWDM (PEC: NTPM33AA).

El OMX (add/drop wavelenght) NTPM33AA es un elemento Óptico pasivo el cual tiene la función de recibir 04 canales (Cada canal con una longitud de onda coloreada) y sacar las 04 señales ópticas multiplexada, en un solo par de fibra.

Para el caso puntual del proyecto BCRP, se ha utilizado los canales CH1:1510nm y CH2: 1530 nm.

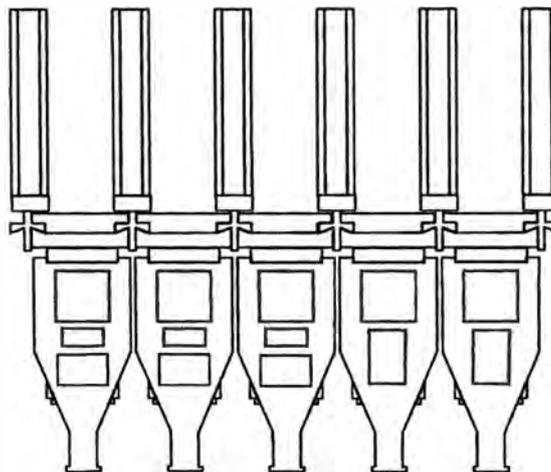
En la tabla 4.6 se muestra lista de canales soportados por el OMX – canales en Uso / canales libres.

TABLA 4.6.- OMX 4 CH ITU-T CWDM.

OMX 4 CH ITU-T CWDM	
NTPM33AA	ITU CWDM OMX 4-CH • CH1 : 1511 nm Usada • CH2 : 1531 nm Usada • CH3 : 1551 nm libre • CH4 : 1571 nm libre

Conección de Fibra (Interna)

BOT	OTS OUT	1510 nm DROP	1530 nm DROP	1550 nm DROP	1570 nm DROP	BOT
TOP	OTS IN	1510 nm ADD	1530 nm ADD	1550 nm ADD	1570 nm ADD	TOP



TOP	OTS IN	1510 nm ADD	1530 nm ADD	1550 nm ADD	1570 nm ADD	TOP
BOT	OTS OUT	1510 nm DROP	1530 nm DROP	1550 nm DROP	1570 nm DROP	BOT

Conección de Fibra (Externa)

Fig. 4.9 : Canales OMX 4CH – ITU-T CWDM

#### 4.3.8. ETS - (PEC: NTUG90AN).

El ETS es un equipo activo provee la función de protección de línea (1+1 unidirectional switching), posee 06 puertos tal como se muestra en la figura 4.10. El puerto A (Rx) recibe la señal del OMX la pasa por la sección Coupler y la transmite por ambos puertos: C (Tx Primario) y E (Tx Secundario), los puertos D (RX Primario) y F (RX secundario) ambos reciben señal óptica, la función de la sección switch es sensar siempre el puerto D (Primario) y cuando haya pérdida de señal conmutará al puerto F (Secundario). Ver figura 4.10.

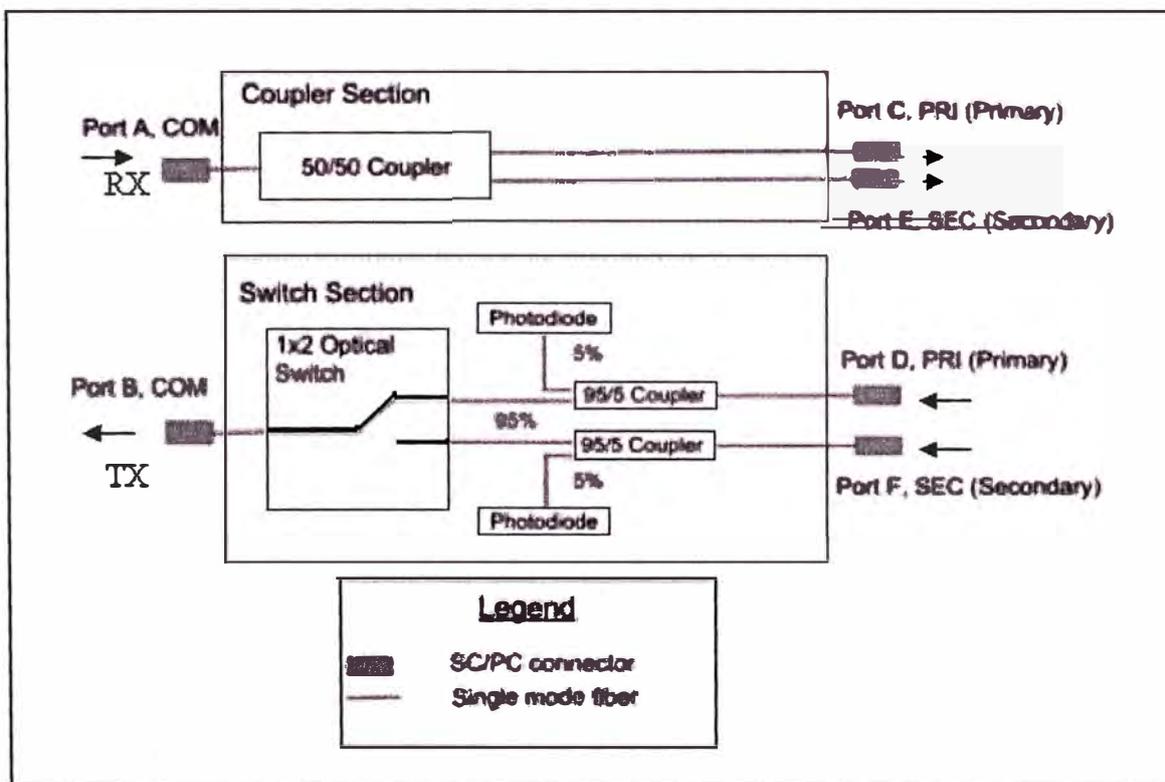


Fig. 4.10 : Secciones del ETS. (Protección). Posee dos secciones. Sección Coupler - divide la señal desde el Pto. A, a los puertos C y E. Sección Switch - Recibe la señal de los puertos D o F, cuando detecta la pérdida de señal óptica en un puerto, conmuta al otro puerto.

El ETS posee dos tarjetas: la ETS Comms y la ETS Switch. La tarjeta ETS Comms provee la función de gestión posee las lámparas indicadores de alarmas, la tarjeta Switch tiene la función de la conmutación del enlace.

TABLA 4.7.- Detalle del ETS (Tarjetas incluidas).

ETS (Enhanced Trunk Switch)	
NTUG90AN	OM5000 Enhanced Trunk Switch Incluye : NTUH90GD : ETS Comms Module NTUH90GB : ETS Switch module NTUH90GA : ETS Shelf instalation

#### 4.3.9. Ordenador de fibra óptica.

Organizador de Fibra utilizado para administrar los patch cords de FO que están usando para interconectar a las interfases tanto del cliente o de línea. Ver figura 4.11.

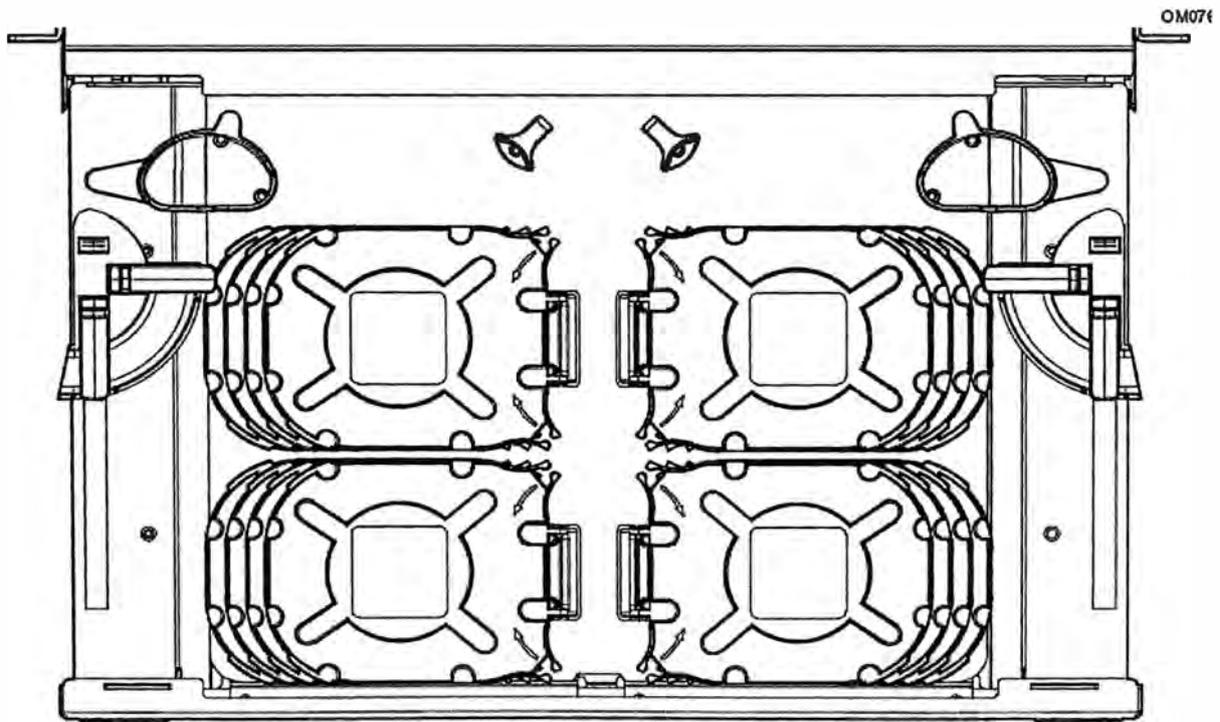


Fig. 4.11 :Vista Interna del Organizador de Fibra (Fiber Manager)

#### 4.3.10. Bandejas deslizable ODF 12 puertos LC – LC.

Se ha considerado la instalación de 01 BANDEJA DESLIZABLE ODF ENCES ETSI/19, ALUMINIO, 462X44X300, con correderas, RAL 7032, con anillas p/guía de FO, p/patcheo, Frente LC Dúplex 12 puertos (24 FO), la cual está instalado en el gabinete de TELMEX PERU, adicionalmente se ha instalado 01 BANDEJA DESLIZABLE ODF de similares características en el gabinete del Cliente con la finalidad de definir los puntos de frontera.

#### 4.3.11. Rectificador 3U APRS.

EL rectificador usado para cada site contiene dos entradas AC (Input) y dos fuentes A y B de salida DC -48V (output) , cada fuente está alimentando a las fuentes A y B del Multiplexor OM 5100 y del ETS.

A continuación en las figuras 4.12 y 4.13 se muestran las vistas frontal y posterior del rectificador de energía.

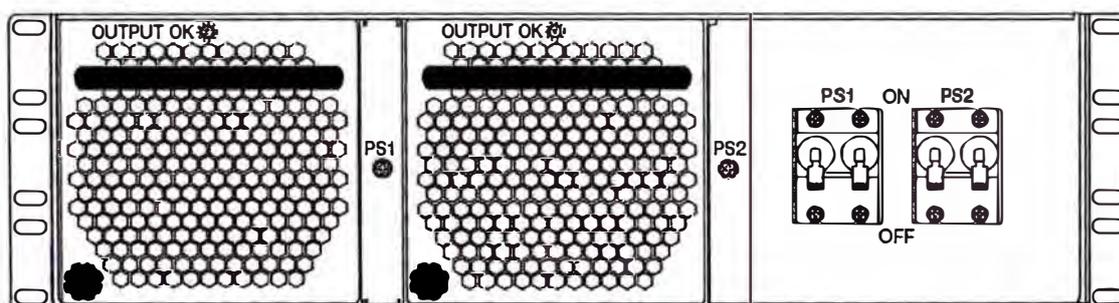


Fig. 4.12 : Vista frontal 3U APRS.

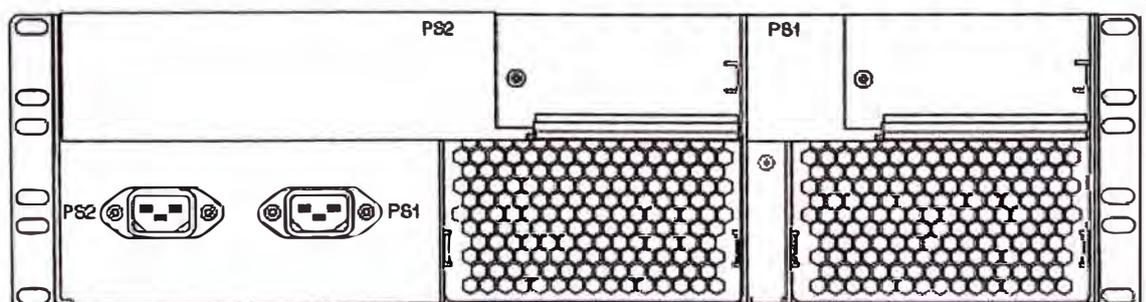


Fig. 4.13 : Vista posterior 3U APRS.

4.4. Diagrama de conexiones (Centro Principal).

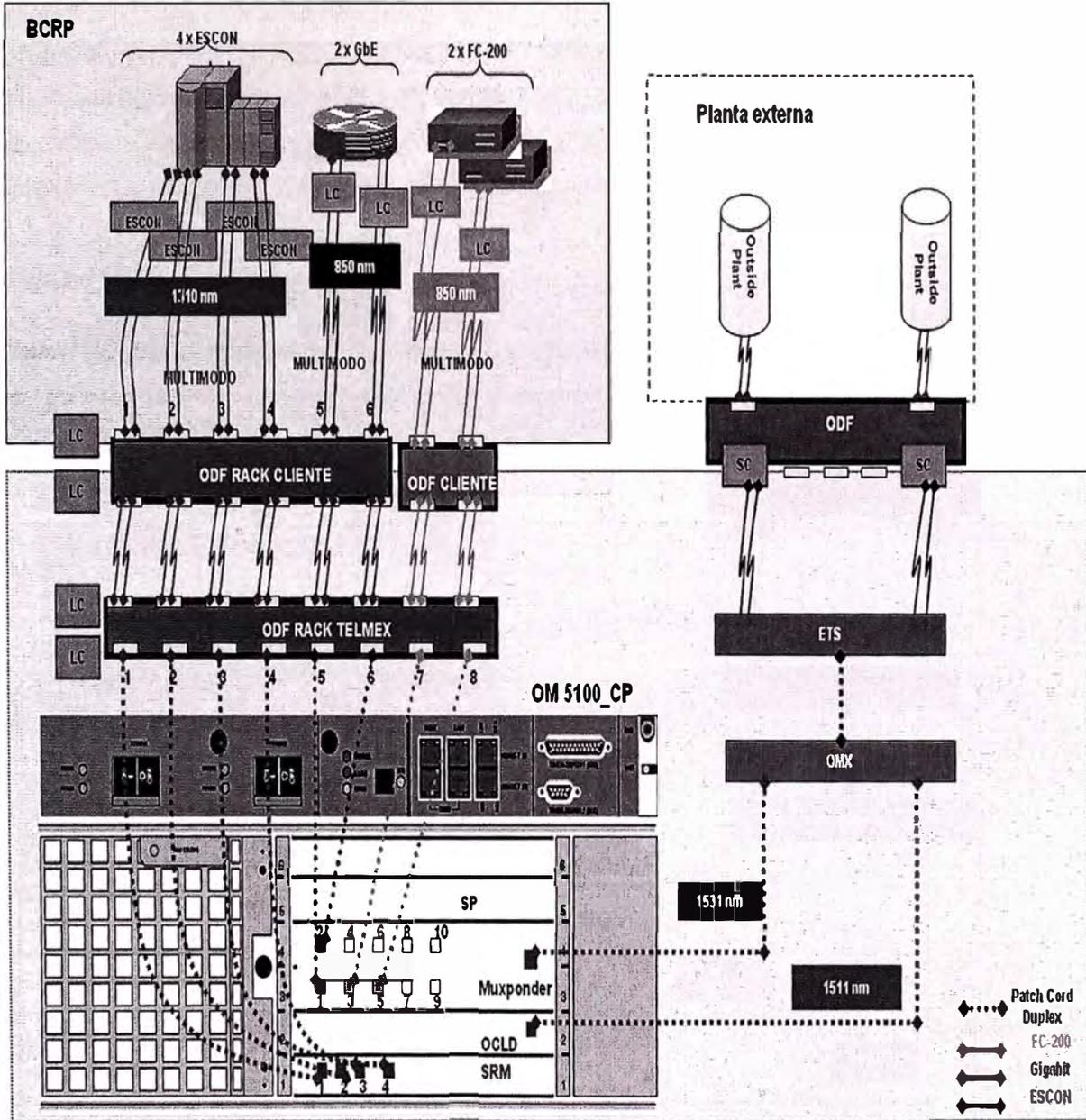


Fig. 4.14 : Diagrama de conexiones en el Centro Principal.

4.5. Diagrama de conexiones (Centro Externo de Respaldo).

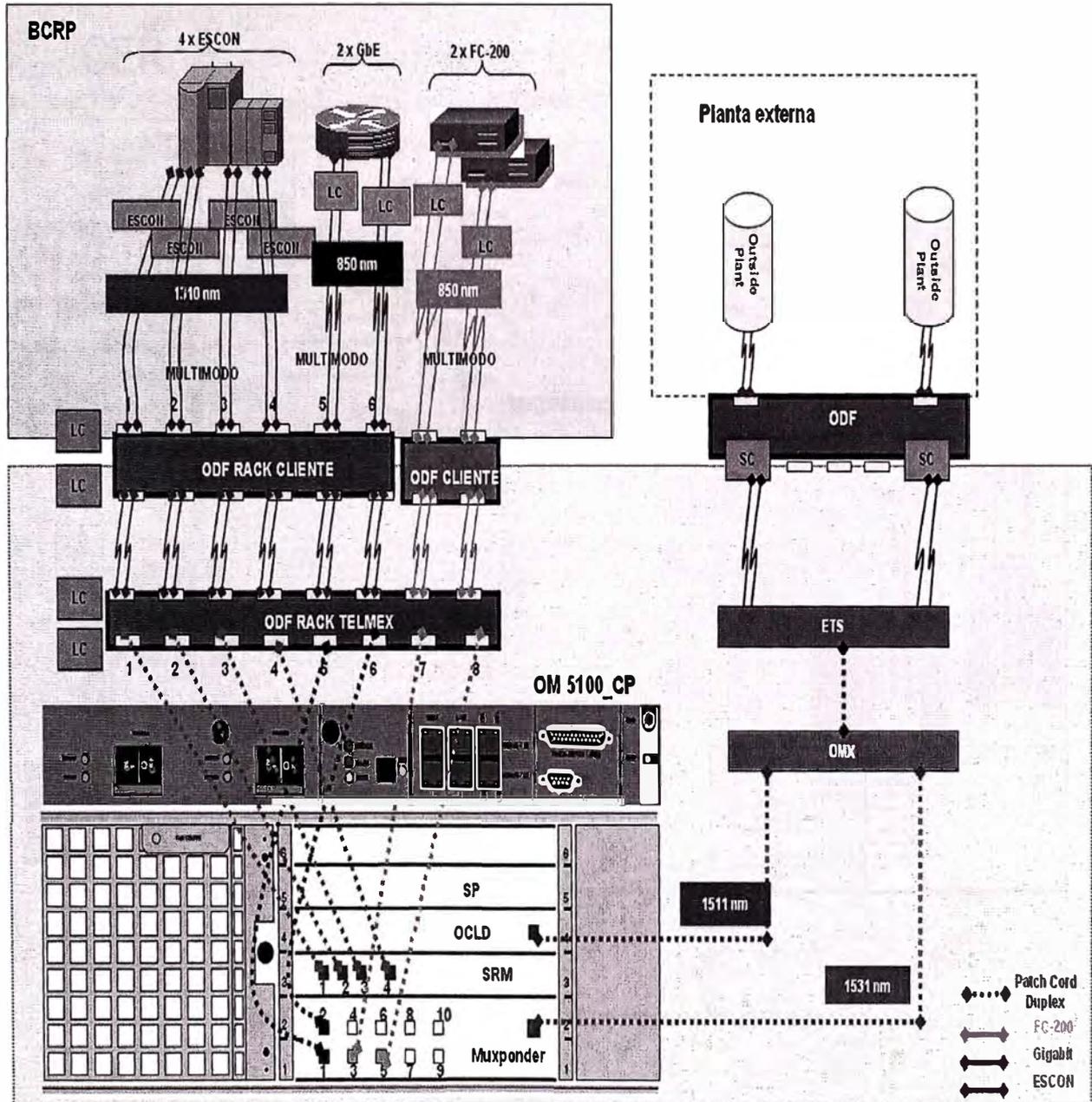


Fig. 4.15 : Diagrama de conexiones en el Centro Externo de respaldo.

4.6. Diagrama unifilar de interconexión entre sedes.

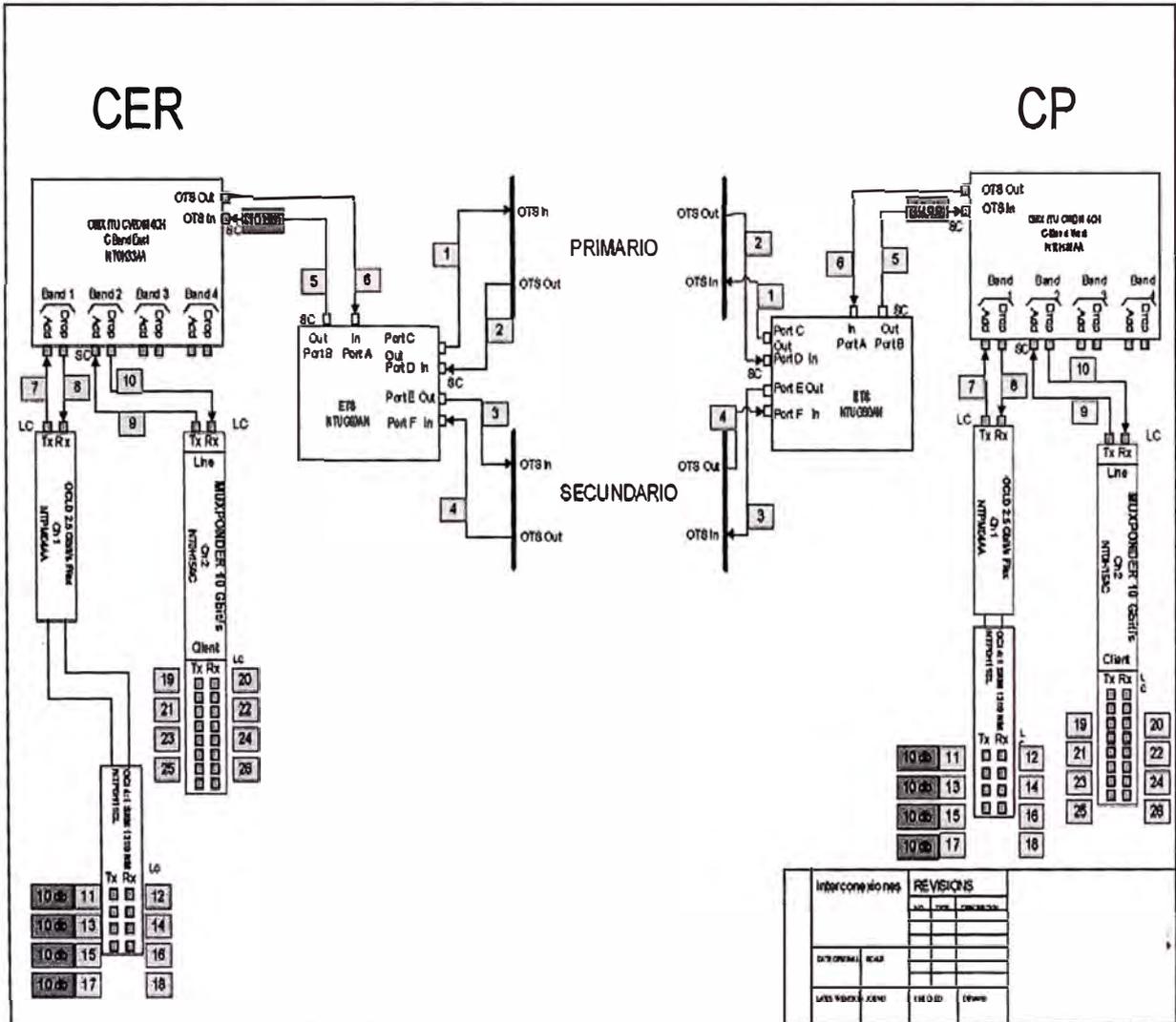


Fig. 4.16 :Diagrama unifilar de la interconexión entre sedes.

#### 4.7. Sistema de gestión.

Para realizar la gestión de los multiplexores OM5100 de marca Nortel, utilizados para el Proyecto: Enlace de interconexión CWDM, se han instalado dos circuitos de datos independientes de gestión en cada sede: Centro Principal (CP) y Centro Externo de Respaldo (CER); un enlace de gestión principal y otro secundario. El enlace de gestión principal es un enlace de datos de 128 Kbps desde el Centro de gestión, hasta el Centro Principal del cliente. El enlace de gestión Secundario también es un enlace de datos de 128 Kbps desde el Centro de Gestión hacia el Centro Externo de Respaldo del cliente, el cuál se usará en caso de que se pierda el enlace de gestión primario.

A continuación en la figura 4.17, se muestra el escenario de gestión del proyecto.

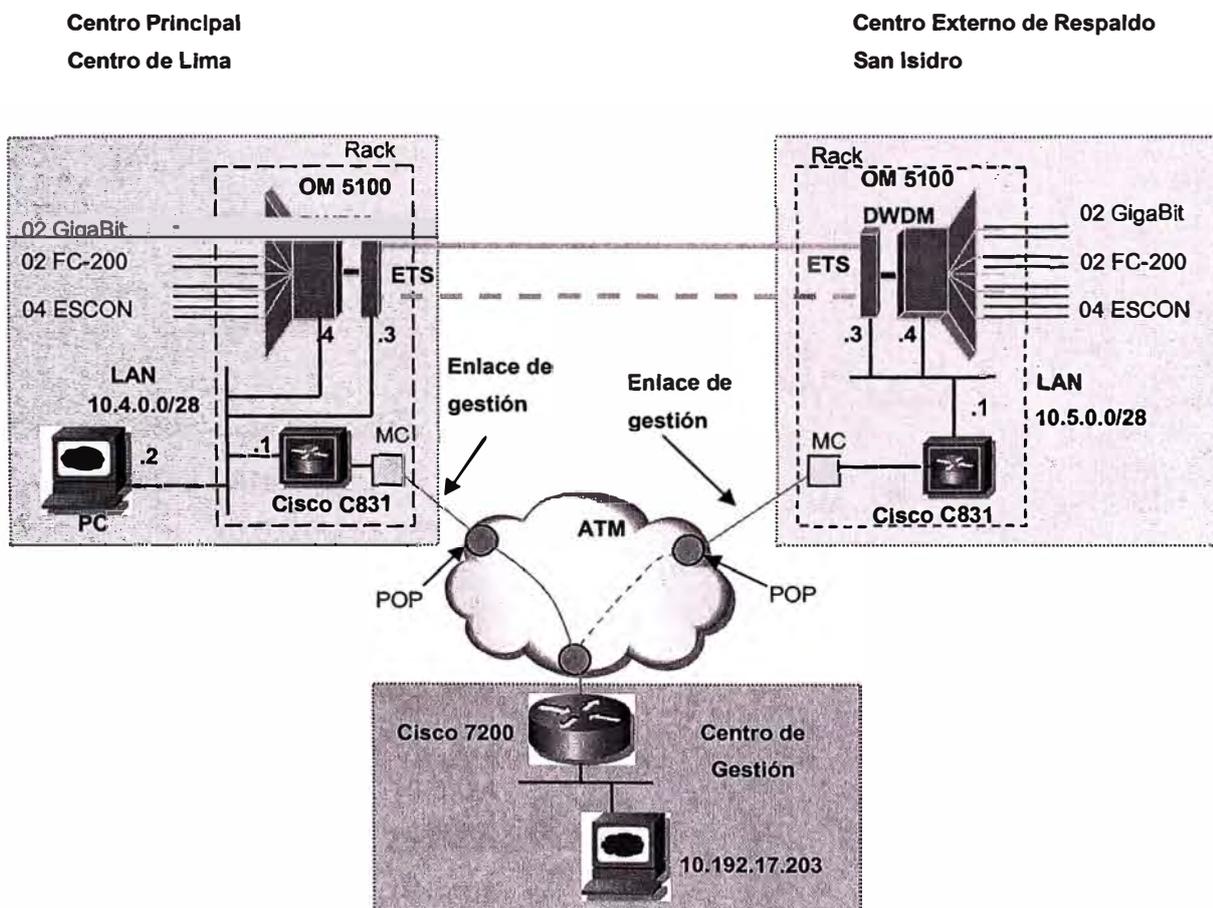


Fig. 4.17 : Escenario de gestión BCRP.

#### 4.7.1. Direccionamiento IP de gestión.

A continuación se detalla el direccionamiento IP usado para el escenario de gestión de ambos multiplexores (OM5100 CP y OM5100 CER).

##### Centro Principal

- **RED 1 LAN:**
  - 10.4.0.0 255.255.255.240
- **Router CP:**
  - IP LAN: 10.4.0.1
  - IP WAN: 10.4.1.97
- **OM 5100 CP:**
  - IP Address: 10.4.0.4
  - Net Mask : 255.255.255.240
  - Gateway : 10.4.0.1
- **ETS CP**
  - IP Address : 10.4.0.3
  - Net Mask : 255.255.255.240
  - Gateway : 10.4.0.1

##### Centro Externo de Respaldo

- **RED 2 LAN**
  - 10.5.0.0 255.255.255.240
- **Router CER:**
  - IP LAN : 10.5.0.1
  - IP WAN : 10.5.1.98
- **OM 5100 CER:**
  - IP Address : 10.5.0.4
  - Net Mask : 255.255.255.240
  - Gateway : 10.5.0.1
- **ETS CER:**
  - IP Address : 10.5.0.3
  - Net Mask : 255.255.255.240
  - Gateway : 10.5.0.1

#### 4.7.2. Router de gestión.

El enrutador utilizado para la gestión de los multiplexores OM5100 es un Router Cisco 831, 16 KB Flash y 64 MB Ram

En la figura 4.18 se muestra la asignación de puertos del enrutador de gestión del enlace de gestión

- 1 - Conectar al Multiplexor OM 5100 de Nortel.
- 2- Conectar al ETS de Nortel.
- 3- Conectar a la PC de Gestión.
- 4- Conectar al NMS del BCRP.
- 5- Consola.
- 6- Conectar a la Red por medio de un Media Converter (Enlace de Gestión).
- 7- Energía AC.
- 8- Switch On/Off.

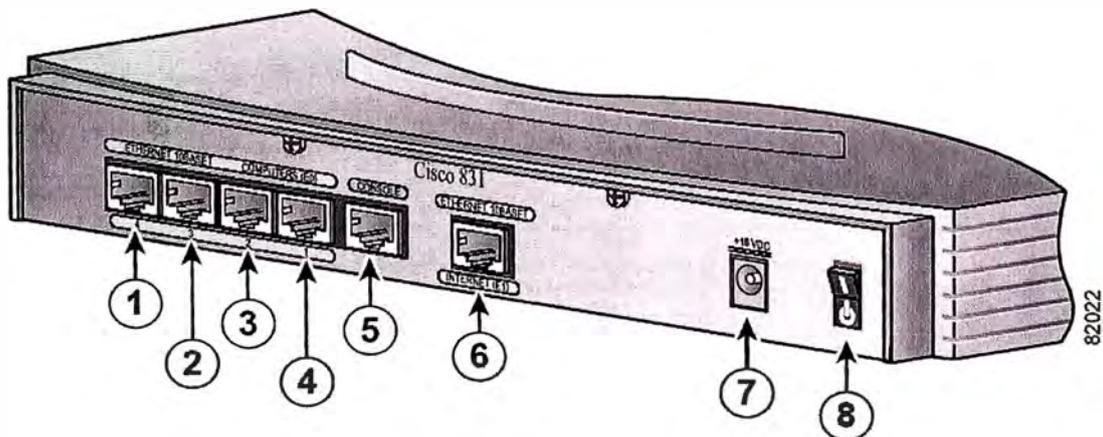


Fig. 4.18 :Asignación de puertos de enrutador de Gestión.

#### 4.8. Gestión OM 5100: System Manager.

El System Manager es un sistema de gestión básico, que consiste de una aplicación Java incorporado dentro del Optera Metro 5100, el acceso al gestor, se realiza vía Web, <http://10.4.0.4> , tal como se muestra a continuación en la figura 4.19. Hacer click en “Start the System Manager” Para iniciar el gestor.

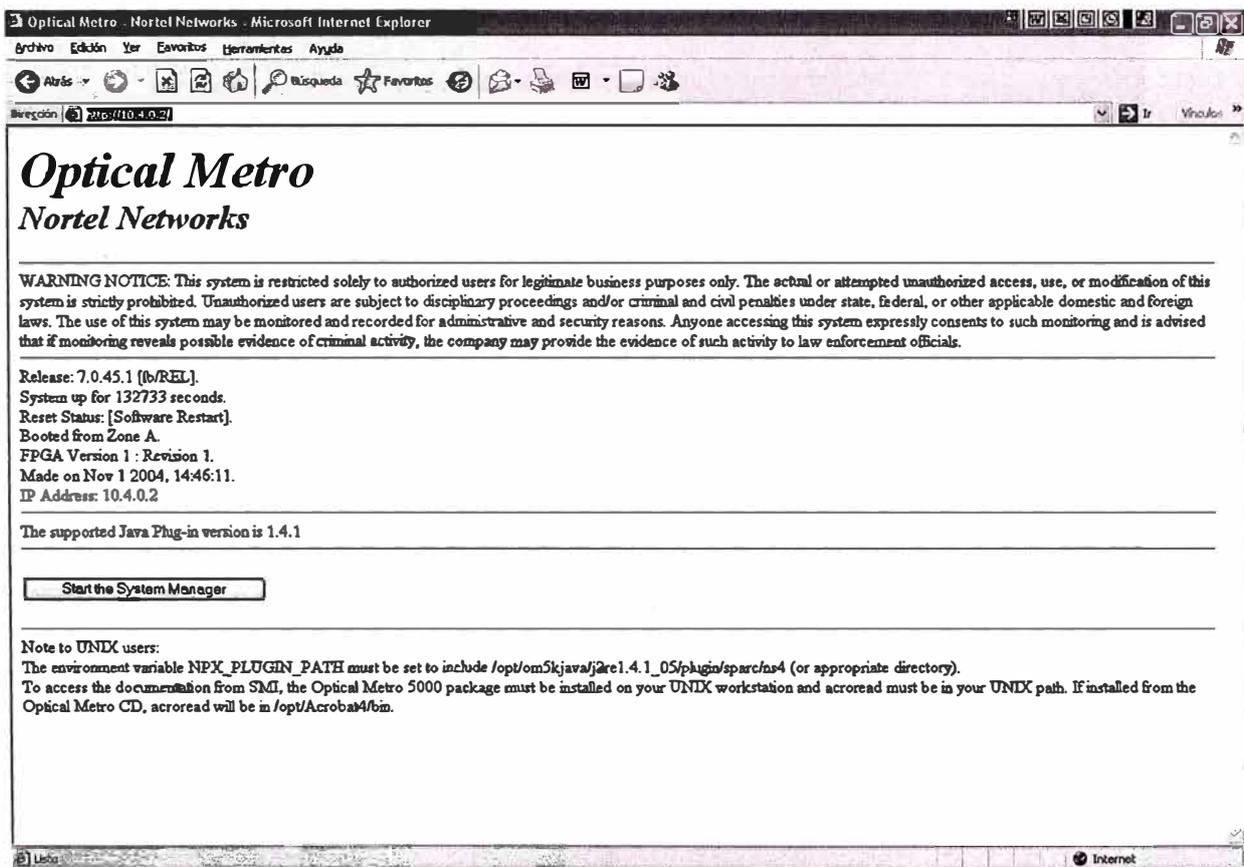


Fig. 4.19 :Acceso al sistema Manager Vía Web.

Para acceder al System Manager, se ha configurado el password de administrador que a continuación se menciona:

User Name : **admin**

Passowrd : **xxxxxx**

Este password será usado por el CENTRO DE GESTION, y tiene todos los permisos para monitorear, y configurar parámetros del sistema. Ver figura 4.20.

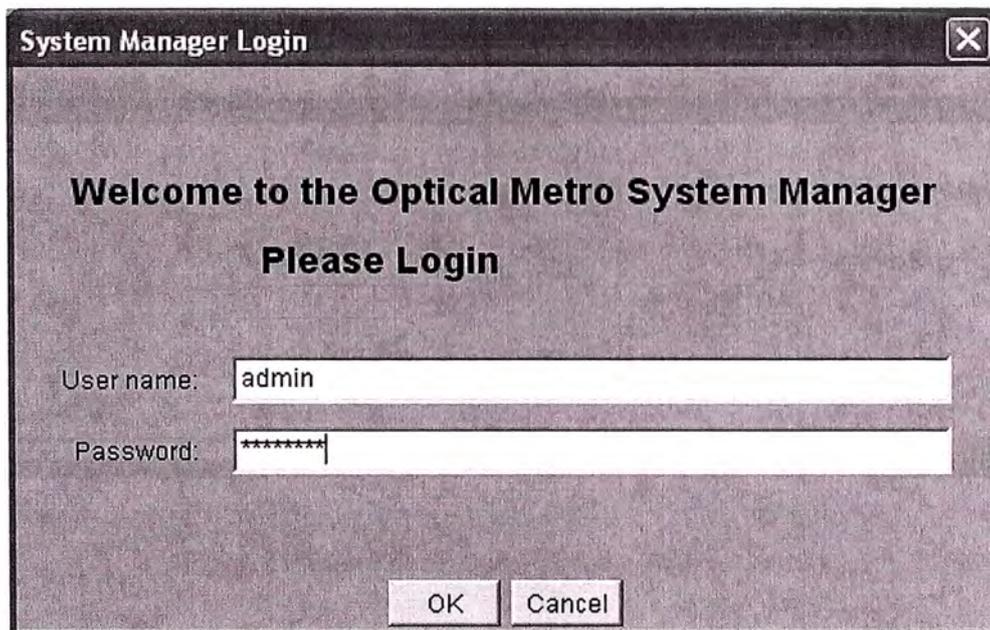


Fig. 4.20 : Acceso al Sistema de gestión System Manager.

#### 4.8.1. Menú: Fallas y alarmas (Fault>Active alarms).

Indica las alarmas de las tarjetas, el estado, la severidad de la alarma y la descripción de las mismas.

En la figura 4.21 observamos las alarmas de las tarjetas MOTR y OCLD además de alarmas de ETS, para ver algún detalle adicional hacer doble click en cada una de ellas.

The screenshot shows the 'Optical Metro System Manager' application window. The 'Fault' menu is active, and the 'Active Alarms' sub-menu is selected. The interface displays the following information:

Network: CP\_OM.5100  
 Selected Shelves: CP-5100-01

Critical	Major	Minor	Warning
3	1	0	0
3	1	0	0

Active Alarms: Entry: 4 Last Refresh: 2005/07/22 08:39:22 Refresh

Time	Shelf	Card	Slot	Port	Dir	OSID	State	Severity	SA	Description
2005/07/20 17:39:38	CP-5100-01	MOTR	3	11	RX		Active	Critical	SA	Loss of Signal
2005/07/20 17:39:38	CP-5100-01	OCLD	2	1	RX		Active	Critical	SA	Loss of Signal
2005/07/20 17:39:29	CP-5100-01						Active	Critical	NSA	ETS CP
2005/07/20 17:39:29	CP-5100-01						Active	Major	NSA	ETS CP

Fig. 4.21 : Menú de Fallas – (Fault > Active Alarms).

#### 4.8.2. Menú: Inventario de equipamiento (Equipment>Inventory).

En las siguientes gráficas se muestra la lista de tarjetas que se encuentran instaladas en el multiplexor OM 5100, indicando el nombre de la tarjeta (Prov), el slot, el puerto usado (port), la capacidad máxima (Actual Type), Número de producto (PEC), número de serie de la tarjeta (CLEI), el estado administrativo (Admin. IS=In Service OOS=Out Of Service).

Para ver el detalle de cada tarjeta seleccionarla y hacer doble click en la misma. En las gráficas 4.21 y 4.22 se muestra el detalle de las tarjetas instaladas en el multiplexor del centro principal y el centro externo de respaldo.

Optical Metro System Manager

File Edit View Fault Configuration Admin Performance Security Help

Network: CP\_OM 5100

Selected Shelves: CP-5100-01

Critical: 3, Major: 1, Minor: 0, Warning: 0

Inventory | Facilities | Telemetry

Shelf Level Graphics | Provision

Last Refresh: 2005/07/22 08:40:57 Refresh

Shelf	Slot	Port	Prov	Prov Type	Actual	Actual Type	Admin	Oper	Sec	Chan	PEC	Revision	CLEI	Serial #
CP-5100-01	1		SRM	1.25 GB - Transparent	SRM	1.25 GB - Transparent	IS	IS-NR	NIL			NT0H11E1 01	WM4IB80BAA	ELXY40ER
CP-5100-01	2		OCLD	2.5 GB - ITU CWDM Flex	OCLD	2.5 GB - ITU CWDM Flex	IS	IS-NR	NIL	B1C1		NTPM04AA 07	WMEC70UDAB	017432CIA
CP-5100-01	3	1	MOTRSFP	2.5 GB	MOTRSFP	2.5 GB	IS	IS-NR	NIL			NTTP06AF	WM1TS9LDA	AGLTM00003NDL
CP-5100-01	3	2	MOTRSFP	2.5 GB	MOTRSFP	2.5 GB	IS	IS-NR	NIL			NTTP06AF	WM1TS9LDA	AGLTM00003NCL
CP-5100-01	3	3	MOTRSFP	2.5 GB	MOTRSFP	2.5 GB	IS	IS-NR	NIL			NTTP06AF	WM1TS9LDA	AGLTM00003NDX
CP-5100-01	3		MOTR	10.7 GB - DWDM 200GHz	MOTR	10.7 GB - DWDM 200GHz	IS	IS-NR	NIL	B1C3		NT0H15AC 03	WMT190YCA	01P4326AE
CP-5100-01	3	4												
CP-5100-01	3	9												
CP-5100-01	3	5	MOTRSFP	2.5 GB	MOTRSFP	2.5 GB	IS	IS-NR	NIL			NTTP06AF	WM1TS9LDA	AGLTM00003ND0
CP-5100-01	3	10												
CP-5100-01	3	6												
CP-5100-01	3	8												
CP-5100-01	3	7												
CP-5100-01	4													
CP-5100-01	5	SP	SP				IS	IS-NR	NIL			NT0H41AA 09	LGFSU06BAA	ELXY43FK
CP-5100-01	6													
CP-5100-01	EIP1													
CP-5100-01	EIP2													
CP-5100-01	EIP3	OMX	ITU CWDM	OMX	ITU CWDM		IS	IS-NR	NIL	ITU4		NTPM33AA 03	WMMGL20DRA	ODEY40810
CP-5100-01	EIP4													

Fig. 4.22 : Menú: Inventario de Equipamiento – Centro Principal.

Optical Metro System Manager

File Edit View Fault Configuration Admin Performance Security Help

Network: CP\_OM 5100

Selected Shelves: CER-5100-01

Critical: 0, Major: 0, Minor: 0, Warning: 0

Inventory | Facilities | Telemetry

Shelf Level Graphics | Provision

Last Refresh: 2005/06/19 14:41:28 Refresh

Shelf	Slot	Port	Prov	Prov Type	Actual	Actual Type	Admin	Oper	Sec	Chan	PEC	Revision	CLEI	Serial #
CER-5100-01	1		MOTR	10.7 GB - DWDM 200GHz	MOTR	10.7 GB - DWDM 200GHz	IS	IS-NR	NIL	B1C3		NT0H15AC 03	WMT190YCA	01143217T
CER-5100-01	1	10												
CER-5100-01	1	6												
CER-5100-01	1	9												
CER-5100-01	1	5	MOTRS	2.5 GB	MOTRS	2.5 GB	IS	IS-NR	NIL			NTTP06AF	WM1TS9LDA	AGLTM0000
CER-5100-01	1	4												
CER-5100-01	1	1	MOTRS	2.5 GB	MOTRS	2.5 GB	IS	IS-NR	NIL			NTTP06AF	WM1TS9LDA	AGLTM0000
CER-5100-01	1	3	MOTRS	2.5 GB	MOTRS	2.5 GB	IS	IS-NR	NIL			NTTP06AF	WM1TS9LDA	AGLTM0000
CER-5100-01	1	2	MOTRS	2.5 GB	MOTRS	2.5 GB	IS	IS-NR	NIL			NTTP06AF	WM1TS9LDA	AGLTM0000
CER-5100-01	1	8												
CER-5100-01	1	7												
CER-5100-01	2													
CER-5100-01	3		SRM	1.25 GB - Transparent	SRM	1.25 GB - Transparent	IS	IS-NR	NIL			NT0H11E1 01	WM4IB80BAA	ELVY440HA
CER-5100-01	4		OCLD	2.5 GB - ITU CWDM Flex	OCLD	2.5 GB - ITU CWDM Flex	IS	IS-NR	NIL	B1C1		NTPM04AA 07	WMEC70UDAB	01N4320HH
CER-5100-01	5		SP		SP		IS	IS-NR	NIL			NT0H41AA 09	LGFSU06BAA	ELXY43FFN
CER-5100-01	8													
CER-5100-01	EIP1													
CER-5100-01	EIP2													
CER-5100-01	EIP3	OMX	ITU CWDM	OMX	ITU CWDM		IS	IS-NR	NIL	ITU4		NTPM33AA 03	WMMGL20DRA	GDHY408N2
CER-5100-01	EIP4													

Fig. 4.23 : Menú: Inventario de Equipamiento – Centro Externo de Respaldo.

#### 4.8.2a. Detalle de la tarjeta SP - slot 5.

A continuación se muestra el detalle de la tarjeta SP (NTOH41AA) de cada multiplexor OM 5100, esta tarjeta es la tarjeta procesadora de cada multiplexor.

El detalle de esta tarjeta que se puede visualizar es: el Estado Administrativo, el PEC tal como se muestra en la figura 4.24.

**Centro Principal**

**Centro Externo de Respaldo**

Fig. 4.24 : Tarjetas SP de los CP y CER.

#### 4.8.2b. Detalle de la tarjeta SRM (OCI: 4:1).

En los siguientes gráficos se muestra el detalle de las tarjetas SRM (OCI: 4:1 – NTOH11EL), esta tarjeta se utiliza en el presente proyecto para el transporte de las 04 interfases ESCON entre el CP al CER.

La capacidad máxima de esta tarjeta es de 1.25Gbps, posee 04 interfases ópticas tributarias con 1310 nm. de longitud de onda. Los conectores de cada interfase es LC. Para la conectividad del multiplexor a los servidores STORAGE se utilizan match coros LC- ESCON.

Centro Principal

Optical Metro Inventory

Location  
Shelf CP-5100-01 Slot 1

Provisioning Data  
Circuit Pack Type SRM Max Bit Rate  
Max Bit Rate 1.25 GB - Transparent Wavelength 1310nm

State  
Administrative IS Database Active  
Operational IS-NR Secondary NIL

Manufacturing Data  
Circuit Pack Type SRM PEC NTOH11EL  
Revision 01 CLEI WM4IB80BAA  
Serial # ELXY440ER Número de serie  
Max Bit Rate 1.25Gbit/s Wavelength 1310nm Longitud de Onda  
Protocol Transparent

OK Cancel Apply

Centro Externo de Respaldo

Optical Metro Inventory

Location  
Shelf CER-5100-01 Slot 3

Provisioning Data  
Circuit Pack Type SRM Max Bit Rate  
Max Bit Rate 1.25 GB - Transparent Wavelength 1310nm

State  
Administrative IS Database Active  
Operational IS-NR Secondary NIL

Manufacturing Data  
Circuit Pack Type SRM PEC NTOH11EL  
Revision 01 CLEI WM4IB80BAA  
Serial # ELVY440HA  
Max Bit Rate 1.25Gbit/s Wavelength 1310nm  
Protocol Transparent Velocidad de transmisión

OK Cancel Apply

Fig. 4.25 : Tarjetas SMR (OCI: 4:1) de el CP y CER.

#### 4.8.2c. Detalle de la tarjeta de línea OCLD 2.5GBPS.

La tarjeta de línea OCLD (NTPM04AA) trabaja con la tarjeta tributaria SRM (OCI: 4:1) para el transporte de la 04 interfaces ESCON por la Banda 1 Canal 1: (B1CH1)  $\lambda_1=1511.00$  nm.

La capacidad máxima de la tarjeta OCLD es de 2.5Gbps. la figura 4.26 detalla la ventana de la tarjeta OCLD en cada centro.

**Centro Principal**

**Centro Externo de Respaldo**

The figure shows two side-by-side screenshots of the 'Optical Metro Inventory' configuration window. The left window is for 'Centro Principal' (Shelf: CP-5100-01, Slot: 2) and the right window is for 'Centro Externo de Respaldo' (Shelf: CER-5100-01, Slot: 4). Both windows show provisioning data (Circuit Pack Type: OCLD, WDM Type: ITU CWDM, Max Bit Rate: 2.5Gbit/s, Min Bit Rate: 16Mbit/s, Wavelength: 1511.00nm) and manufacturing data (Circuit Pack Type: OCLD, PEC: NTPM04AA, Revision: 07, Serial #: 017432CIA, Max Bit Rate: 2.5Gbit/s, Wavelength: 1511.00nm). Annotations point to 'Max Bit Rate', 'Tipo de tarjeta', 'PEC', 'Número de serie', and 'Longitud de onda de línea'.

Fig. 4.26 : Tarjeta OCLD del CP y CER.

#### 4.8.2d. Detalle de los SFP de la tarjeta MOTR.

La tarjeta Muxponder 10 Gbps posee 10 sub slots, utilizables 8 a full rate y 10 a sub rate, en los cuales se insertan los módulos SPF (Small Form Factor Pluggable ) que permiten que la tarjeta pueda tener diferentes tipos de interfaces, con diferentes características ópticas como son longitud de onda , distancia máxima, modos de onda (MM, SM). Para el presente proyecto se está considerando 04 módulos SFP de 850nm multimodo, 02 usados para interconectar interfaces GigaBit y 02 para interconectar Interfaces FC-200 (2.5 Gbps).

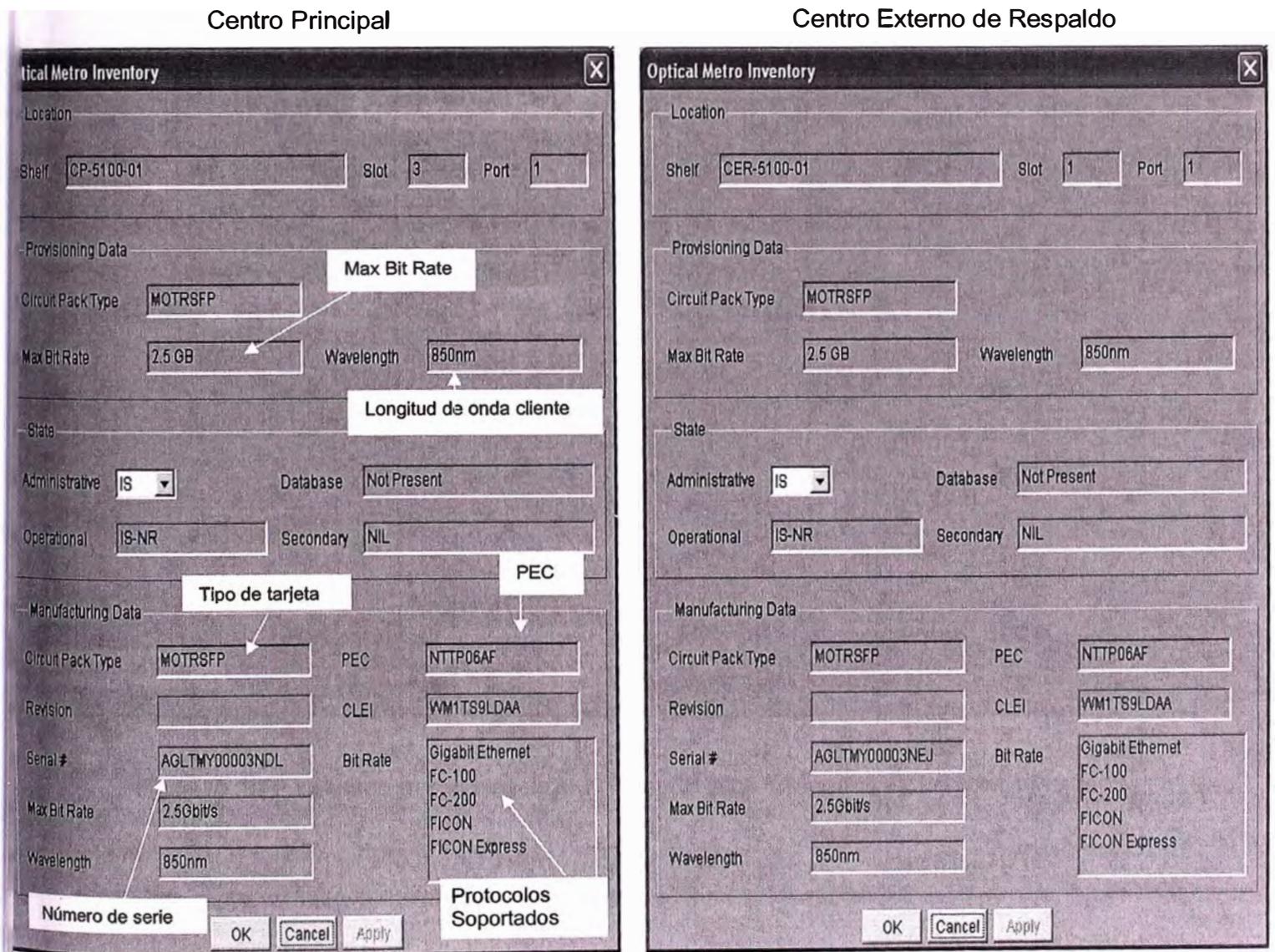


Fig. 4.27 : SFP instalada en cada tarjeta MOTR del CP (Slot 3 Puerto 1) y CER (Slot 1 Puerto 1).

Centro Principal

Centro Externo de Respaldo

**Optical Metro Inventory**

Location  
Shelf CP-5100-01 Slot 3 Port 2

Provisioning Data  
Circuit Pack Type MOTRSFP  
Max Bit Rate 2.5 GB Wavelength 850nm

State  
Administrative IS Database Not Present  
Operational IS-NR Secondary NIL

Manufacturing Data  
Circuit Pack Type MOTRSFP  
Revision  
Serial # AGLTMY00003NCL  
Max Bit Rate 2.5Gbit/s  
Wavelength 850nm

PEC  
NTTP06AF  
CLEI WM1TS9LDAA  
Bit Rate Gigabit Ethernet  
FC-100  
FC-200  
FICON  
FICON Express

Número de serie

OK Cancel Apply

**Optical Metro Inventory**

Location  
Shelf CER-5100-01 Slot 1 Port 2

Provisioning Data  
Circuit Pack Type MOTRSFP  
Max Bit Rate 2.5 GB Wavelength 850nm

State  
Administrative IS Database Not Present  
Operational IS-NR Secondary NIL

Manufacturing Data  
Circuit Pack Type MOTRSFP  
Revision  
Serial # AGLTMY00003NEY  
Max Bit Rate 2.5Gbit/s  
Wavelength 850nm

PEC  
NTTP06AF  
CLEI WM1TS9LDAA  
Bit Rate Gigabit Ethernet  
FC-100  
FC-200  
FICON  
FICON Express

OK Cancel Apply

Fig. 4.28 :SFP instalada en cada tarjeta MOTR del CP (Slot 3 Puerto 2) y CER (Slot 1 Puerto 2).

## Centro Principal

**Optical Metro Inventory**

Location  
Shelf CP-5100-01 Slot 3 Port 3

Provisioning Data  
Circuit Pack Type MOTRSFP Max Bit Rate 2.5 GB Wavelength 850nm

State  
Administrative IS Database Not Present  
Operational IS-NR Secondary NIL

Manufacturing Data  
Circuit Pack Type MOTRSFP PEC NTTP06AF  
Revision CLEI WM1TS9LDAA  
Serial # AGLTMY00003NDX Bit Rate Gigabit Ethernet FC-100 FC-200 FICON FICON Express  
Max Bit Rate 2.5Gbit/s Wavelength 850nm

Número de serie OK Cancel Apply

Protocolos Soportados

*Annotations: Max Bit Rate, Longitud de onda cliente, Tipo de tarjeta, PEC*

## Centro Externo de Respaldo

**Optical Metro Inventory**

Location  
Shelf CER-5100-01 Slot 1 Port 3

Provisioning Data  
Circuit Pack Type MOTRSFP Max Bit Rate 2.5 GB Wavelength 850nm

State  
Administrative IS Database Not Present  
Operational IS-NR Secondary NIL

Manufacturing Data  
Circuit Pack Type MOTRSFP PEC NTTP06AF  
Revision CLEI WM1TS9LDAA  
Serial # AGLTMY00003NCS Bit Rate Gigabit Ethernet FC-100 FC-200 FICON FICON Express  
Max Bit Rate 2.5Gbit/s Wavelength 850nm

OK Cancel Apply

Fig. 4.29 :SFP instalada en cada tarjeta MOTR del CP (Slot 3 Puerto 3) y CER (Slot 1 Puerto 3).

## Centro Principal

**Optical Metro Inventory**

Location

Shelf CP-5100-01 Slot 3 Port 5

Provisioning Data

Circuit Pack Type MOTRSFP

Max Bit Rate 2.5 GB Wavelength 850nm

State

Administrative IS Database Not Present

Operational IS-NR Secondary NIL

Manufacturing Data

Circuit Pack Type MOTRSFP PEC NTP06AF

Revision CLEI WM1TS9LDAA

Serial # AGLTMY00003ND0 Bit Rate Gigabit Ethernet  
FC-100  
FC-200  
FICON  
FICON Express

Max Bit Rate 2.5Gbit/s

Wavelength 850nm

OK Cancel Apply

## Centro Externo de Respaldo

**Optical Metro Inventory**

Location

Shelf CER-5100-01 Slot 1 Port 5

Provisioning Data

Circuit Pack Type MOTRSFP

Max Bit Rate 2.5 GB Wavelength 850nm

State

Administrative IS Database Not Present

Operational IS-NR Secondary NIL

Manufacturing Data

Circuit Pack Type MOTRSFP PEC NTP06AF

Revision CLEI WM1TS9LDAA

Serial # AGLTMY00003ND9 Bit Rate Gigabit Ethernet  
FC-100  
FC-200  
FICON  
FICON Express

Max Bit Rate 2.5Gbit/s

Wavelength 850nm

OK Cancel Apply

Fig. 4.30 :SFP instalada en cada tarjeta MOTR del CP (Slot 3 Puerto 3) y CER (Slot 1 Puerto 3).

#### 4.8.2e. Detalle del Mux / Demux óptico - OMX.

En la siguiente figura se muestra el detalle del OMX instalado: OMX- 4CH ITU-T CWDM (NTPM33AA) en la sede principal y la sede de respaldo. El detalle de la tarjeta el tipo de tecnología usada: CWDM ITU-T, el estado administrativo del OMX el PEC, número de serie y número de canales soportado por el OMX.

Centro Principal

Centro Externo de Respaldo

Fig. 4.31 :Detalle de OMX del CP y del CER

### 4.8.3. Menú: Facilidades de equipamiento (Equipment>Facilities).

La figura 4.32 muestra las facilidades de cada tarjeta en el OM 5100 del CP. Para la tarjeta MOTR (CH2) se muestra 04 facilidades (Slot 3, Port 1,2,3,5) y para la tarjeta SMR se muestran 04 facilidades (Slot 1, Port 1,2,3,4).

Optical Metro System Manager

File Edit View Fault Configuration Admin Performance Security Help

Network: CP\_OM 5100

Selected Schemes: CP-5100-01

CP-OM 5100

- CP
  - CP-5100-01
- CER
  - CER-5100-01

Inventory Facilities Telemetry

Last Refresh: 2005/08/18 13:58:32 Refresh

Shelf	Slot	Port	Name	Circuit Id	Admin	Oper	Sec	Loop Back	Channel Name	Tx (dBm)	Rx (dBm)
CP-5100-01	3	1,1	MOTR Line Facility 3	MOTR	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	3.30	-18.86
CP-5100-01	3	1	MOTRSFP Facility 3, port 1	MOTRSFP	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	-5.81	-6.31
CP-5100-01	3	2	MOTRSFP Facility 3, port 2	MOTRSFP	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	-7.33	-5.02
CP-5100-01	3	3	MOTRSFP Facility 3, port 3	MOTRSFP	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	-7.23	-5.79
CP-5100-01	3	5	MOTRSFP Facility 3, port 5	MOTRSFP	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	-6.64	-6.45
CP-5100-01	2	1	OCLO Facility 2	OCLO	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	3.50	-17.79
CP-5100-01	1	1	SRM Facility 1, port 1	SRM	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	N/A	N/A
CP-5100-01	1	2	SRM Facility 1, port 2	SRM	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	N/A	N/A
CP-5100-01	1	3	SRM Facility 1, port 3	SRM	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	N/A	N/A
CP-5100-01	1	4	SRM Facility 1, port 4	SRM	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	N/A	N/A

OK Cancel Apply

Normal     Warning  
 Minor     Major  
 Critical     Lost Contact  
 Updating

Fig. 4.32 : Menú: Facilidades de Equipamiento - Centro Principal.

Adicionalmente se puede observar los niveles de potencia de TX y RX de las tarjetas MOTR (Muxponder 10Gbps.)

La figura 4.33 muestra las facilidades de cada tarjeta en el OM 5100 del CER. Para la tarjeta MOTR (CH2) se muestra 04 facilidades (Slot 1, Port 1,2,3,5) y para la tarjeta SRM se muestran 04 facilidades (Slot 3, Port 1,2,3,4).

The screenshot shows the Optical Metro System Manager interface. The main window displays the 'Equipment Facilities' menu for the network 'CP\_OM 5100' and selected shelves 'CER-5100-01'. The interface includes a navigation pane on the left showing the hierarchy: CP\_OM 5100 > CP > CP-5100-01 > CER > CER-5100-01. The main area shows a table of facilities with the following data:

Shelf	Slot	Port	Name	Circuit Pack	Admin	Oper	Sec	Loop Back	Channel Name	Tx (dBm)	Rx (dBm)
CER-5100-01	1	11	MOTR Line Facility 1	MOTR	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	3.38	-16.50
CER-5100-01	1	1	MOTRSFP Facility 1, port 1	MOTRSFP	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	-6.60	-5.87
CER-5100-01	1	2	MOTRSFP Facility 1, port 2	MOTRSFP	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	-7.02	-6.50
CER-5100-01	1	3	MOTRSFP Facility 1, port 3	MOTRSFP	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	-6.97	-6.86
CER-5100-01	1	5	MOTRSFP Facility 1, port 5	MOTRSFP	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-2	-7.30	-6.21
CER-5100-01	4	1	OCLO Facility 4	OCLO	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	3.49	-16.04
CER-5100-01	3	1	SRM Facility 3, port 1	SRM	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	N/A	N/A
CER-5100-01	3	2	SRM Facility 3, port 2	SRM	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	N/A	N/A
CER-5100-01	3	3	SRM Facility 3, port 3	SRM	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	N/A	N/A
CER-5100-01	3	4	SRM Facility 3, port 4	SRM	IS	IS-NR	NIL	None	CHANNEL-1	N/A	N/A

The interface also includes a status bar at the bottom with buttons for 'OK', 'Cancel', and 'Apply', and a legend for severity levels: Normal, Minor, Critical, Warning, Major, and Lost Contact. The 'Updating' checkbox is also visible.

Fig. 4.33 :Menú: Facilidades de Equipamiento - Centro Externo de Respaldo.

Adicionalmente se puede observar los niveles de potencia de TX y RX de las tarjetas MOTR (Muxponder 10Gbps.)

#### 4.8.4. Menu : Asignación de canales (Connection>Channel assignments).

La asignación de canales para cada interfase tributaria, en el OM5100 del CP, se muestra a continuación.

Optical Metro System Manager

File Edit View Fault Configuration Admin Performance Security Help

Network: CP\_OM 5100

Selected Shelves: CP-5100-01

Critical	Major	Minor	Warning
3	1	0	0
3	1	0	0

Channel Assignments

Scope:  Band  Channel  None

Last Refresh: 2005/07/22 12:31:08 Refresh

Shelf	OSID	Channel	Chan.ID	WDM Type	Facility	End Point	Bit Rate	Mode	Status	Path State	Prov. State	Revertive
CP-5100-01	CHANNEL-1	B1C1w	B1C1w	ITU CWDM	OCLD Facility 2	SRM Slot 1		Unprot-we				
	CP-ESCON-1	B1C1w	B1C1w	ITU CWDM		SRM Facility 1, port 1	ESCON 4		OOS			
	CP-ESCON-2	B1C1w	B1C1w	ITU CWDM		SRM Facility 1, port 2	ESCON 4		OOS			
	CP-ESCON-3	B1C1w	B1C1w	ITU CWDM		SRM Facility 1, port 3	ESCON 4		OOS			
	CP-ESCON-4	B1C1w	B1C1w	ITU CWDM		SRM Facility 1, port 4	ESCON 4		OOS			
CP-5100-01	CHANNEL-2	B1C3e	B1C3e	DWDM 200GHz	MOTR Line Facility 3	MOTRSFP Slot 3		Unprot-eas				
	CP-1G-1	B1C3e	B1C3e	DWDM 200GHz		MOTRSFP Facility 3, 4	Gigabit EI		OOS			
	CP-1G-2	B1C3e	B1C3e	DWDM 200GHz		MOTRSFP Facility 3, 4	Gigabit EI		OOS			
	CP-FC-200-1	B1C3e	B1C3e	DWDM 200GHz		MOTRSFP Facility 3, 4	FC-200, E		OOS			
	CP-FC-200-2	B1C3e	B1C3e	DWDM 200GHz		MOTRSFP Facility 3, 4	FC-200, E		OOS			

Fig. 4.34 :Connections Channel asigment.

#### 4.8.4a. Asignación de canales de las tarjetas OCI SRM – OCLD.

A continuación se muestra las conexiones de cada una de las interfaces de la tarjeta OCI SRM, los protocolos asignados para cada interfase es el protocolo ESCON.

En la figura 4.35 notamos la configuración del primer puerto cliente de la tarjeta OCI SRM en donde se detalla el protocolo seleccionado Bit Rate: ESCON, y las características del canal B1C1 = 1511 nm, indicando además que la tarjeta de línea OCLD esta activa.

**Optical Metro Channel Assignments**

Selected Facility - CP-5100-01

Facility Name: OCLD Facility 2      Channel ID: B1C1w

**Channel Characteristics**

Mode: Unprot-west      Wavelength Validation:

Scheme:       Protection Mode:       Protection:

Line 1: OCLD Facility 2      PM Mode: SFC      West:

Line 2:       PM Mode: None     

End Point: SRM Facility 1, port 1      PM Mode: SFC      Aggr. PM Mode: AGILE

Bit Rate: ESCON (SBCON)

Client Type:

Channel Name: CHANNEL-1

Channel Description: Channel-1510nm

Port Name: CP-ESCON-1

Port Description: CP-SRM-PORT-1

**Rx Traffic path for B1C1w - CP-5100-01**

End point: SRM Facility 1, port 1      West Path (Active): OCLD Facility 2

East Path:

OK    Cancel    Apply

Fig. 4.35 :Conexiones de las interfases SRM Facilidad 1 Puerto 1.

En la figura 4.36 se muestra la configuración del segundo puerto cliente de la tarjeta OCI SRM en donde se detalla el protocolo seleccionado Bit Rate: ESCON, y las características del canal B1C1 = 1511 nm, indicando además que la tarjeta de línea OCLD esta activa.

**Optical Metro Channel Assignments**

Selected Facility - CP-5100-01

Facility Name: OCLD Facility 2      Channel ID: B1C1w

**Channel Characteristics**

Mode: Unprot-west      Wavelength Validation:

Scheme:      Protection Mode:      Protection: [Protection]

Line 1: OCLD Facility 2      PM Mode: SFC      West

Line 2:      PM Mode: None

End Point: SRM Facility 1, port 2      PM Mode: SFC      Aggr. PM Mode: AGILE

Bit Rate: ESCON (SBCON)

Client Type:     

Channel Name: CHANNEL-1

Channel Description: Channel-1510nm

Port Name: CP-ESCON-2

Port Description: CP-SRM-PORT-2

**Rx Traffic path for B1C1w - CP-5100-01**

End point: SRM Facility 1, port 2      West Path (Active): OCLD Facility 2

East Path:     

[OK] [Cancel] [Apply]

Fig. 4.36 :Conexiones de las interfases SRM Facilidad 1 Puerto 2.

En la figura 4.37 se presenta la configuración del tercer puerto cliente de la tarjeta OCI SRM en donde se detalla el protocolo seleccionado Bit Rate: ESCON, y las características del canal B1C1 = 1511 nm, indicando además que la tarjeta de línea OCLD esta activa.

**Optical Metro Channel Assignments**

Selected Facility - CP-5100-01

Facility Name: OCLD Facility 2      Channel ID: B1C1w

---

**Channel Characteristics**

Mode: Unprot-west      Wavelength Validation:

Scheme:      Protection Mode:      Protection:      Protection

Line 1: OCLD Facility 2      PM Mode: SFC      West

Line 2:      PM Mode: None     

End Point: SRM Facility 1, port 3      PM Mode: SFC      Aggr. PM Mode: AGILE

Bit Rate: ESCON (SBCON)

Client Type:     

Channel Name: CHANNEL-1

Channel Description: Channel-1510nm

Port Name: CP-ESCON-3

Port Description: CP-SRM-PORT-3

---

Rx Traffic path for B1C1w - CP-5100-01

End point: SRM Facility 1, port 3      West Path (Active): OCLD Facility 2

East Path:     

OK      Cancel      Apply

Fig. 4.37 :Conexiones de las interfases SRM Facilidad 1 Puerto 3.

En la figura 4.38 se presenta la configuración del cuarto puerto cliente de la tarjeta OCI SRM en donde se detalla el protocolo seleccionado Bit Rate: ESCON, y las características del canal B1C1 = 1511 nm, indicando además que la tarjeta de línea OCLD esta activa.

**Optical Metro Channel Assignments**

Selected Facility - CP-5100-01

Facility Name: OCLD Facility 2      Channel ID: B1C1w

**Channel Characteristics**

Mode: Unprot-west      Wavelength Validation:

Scheme:      Protection Mode:      Protection:      Protection

Line 1: OCLD Facility 2      PM Mode: SFC      West

Line 2:      PM Mode: None

End Point: SRM Facility 1, port 4      PM Mode: SFC      Aggr. PM Mode: AGILE

Bit Rate: ESCON (SBCON)

Client Type:      Client Type

Channel Name: CHANNEL-1

Channel Description: Channel-1510nm

Port Name: CP-ESCON-4

Port Description: CP-SRM-PORT-4

Rx Traffic path for B1C1w - CP-5100-01

End point: SRM Facility 1, port 4      West Path (Active): OCLD Facility 2

East Path:      East Path

OK      Cancel      Apply

Fig. 4.38 : Conexiones de las interfaces SRM Facilidad 1 Puerto 3.

#### 4.8.4b. Asignación de canales de la tarjeta MOTR.

A continuación se muestra las conexiones de cada una de las interfaces de la tarjeta MOTR Muxponder 10Gbps. Los protocolos asignados para las Interfaces 1 y 2 es el Gigabit y para las interfaces 3 y 5 es el FC-200.

En la figura 4.39 notamos la configuración del puerto cliente 1 de la tarjeta MOTR en donde se detalla el protocolo seleccionado Bit Rate: Gigabit Ethernet, y las características del canal B1C3e = 1531 nm, indicando además que la interfase de línea esta activa.

**Optical Metro Channel Assignments**

Selected Facility - CP-5100-01

Facility Name: MOTR Line Facility 3      Channel ID: B1C3e

**Channel Characteristics**

Mode: Unprot-east      Wavelength Validation:

Scheme:      Protection Mode:      Protection:      PM Mode: None

Line 1:      PM Mode: SDH/DigitalWrapper      East

Line 2: MOTR Line Facility 3      PM Mode: GigE WAN

End Point: MOTRSFP Facility 3, port 1      Transport: STS-24C (1244.16M)      Path Assignments

Bit Rate: Gigabit Ethernet

Client Type: Bi-direction

Channel Name: CHANNEL-2

Channel Description: Channel-1530 nm

Port Name: CP-1G-1

Port Description: CP-MOTR-PORT-1

Rx Traffic path for B1C3e - CP-5100-01

End point: MOTRSFP Facility 3, port 1      West Path:      East Path (Active): MOTR Line Facility 3

OK      Cancel      Apply

Fig. 4.39 : Conexiones de las interfaces MOTR puerto 1.

En la figura 4.40 se muestra la configuración del puerto cliente 2 de la tarjeta MOTR en donde se detalla el protocolo seleccionado Bit Rate: Gigabit Ethernet, y las características del canal B1C3e = 1531 nm, indicando además que la interfase de línea esta activa.

**Optical Metro Channel Assignments**

Selected Facility - CP-5100-01

Facility Name: MOTR Line Facility 3      Channel ID: B1C3e

**Channel Characteristics**

Mode: Unprot-east      Wavelength Validation:

Screen:      Protection Mode:      Protection:      PM Mode: None

Line 1:      PM Mode: SDH/DigitalWrapper      East

Line 2: MOTR Line Facility 3      PM Mode: GigE WAN

End Point: MOTRSFP Facility 3, port 2      Transport: STS-24C (1244.16M)      Path Assignments

Bit Rate: Gigabit Ethernet

Client Type: Bi-direction

Channel Name: CHANNEL-2

Channel Description: Channel-1530 nm

Port Name: CP-1G-2

Port Description: CP-MOTR-PORT-2

Rx Traffic path for B1C3e - CP-5100-01

End point: MOTRSFP Facility 3, port 2      West Path:      East Path (Active): MOTR Line Facility 3

OK      Cancel      Apply

Fig. 4.40 : Conexiones de las interfases MOTR puerto 2.

En la figura 4.41 se presenta la configuración del puerto cliente 3 de la tarjeta MOTR en donde se detalla el protocolo seleccionado Bit Rate: Gigabit Ethernet, y las características del canal B1C3e = 1531 nm, indicando además que la interfase de línea esta activa.

**Optical Metro Channel Assignments**

Selected Facility - CP-5100-01

Facility Name: MOTR Line Facility 3      Channel ID: B1C3e

**Channel Characteristics**

Mode: Unprot-east      Wavelength Validation:

Scheme:      Protection Mode:      Protection:      Protection

Line 1:      PM Mode: None

Line 2: MOTR Line Facility 3      PM Mode: SDH/DigitalWrapper      East

End Point: MOTRSFP Facility 3, port 3      PM Mode: 8B/10B WAN

Bit Rate: FC-200      Transport: STS-48C (2488.32M)      Path Assignments

Client Type: Bi-direction

Channel Name: CHANNEL-2

Channel Description: Channel-1530 nm

Port Name: CP-FC-200-1

Port Description: CP-MOTR-PORT-3

**Rx Traffic path for B1C3e - CP-5100-01**

End point: MOTRSFP Facility 3, port 3      West Path:      East Path (Active): MOTR Line Facility 3

OK      Cancel      Apply

Fig. 4.41 : Conexiones de las interfaces MOTR puerto 3.

En la figura 4.42 notamos la configuración del puerto cliente 5 de la tarjeta MOTR en donde se detalla el protocolo seleccionado Bit Rate: Gigabit Ethernet, y las características del canal B1C3e = 1531 nm, indicando además que la interfase de línea esta activa.

**Optical Metro Channel Assignments**

Selected Facility - CP-5100-01

Facility Name: MOTR Line Facility 3      Channel ID: B1C3e

**Channel Characteristics**

Mode: Unprot-east      Wavelength Validation:

Scheme:      Protection Mode:      Protection:      Protection

Line 1:      PM Mode: None

Line 2: MOTR Line Facility 3      PM Mode: SDH/DigitalWrapper      East

End Point: MOTRSFP Facility 3, port 5      PM Mode: 8B/10BWAN

Bit Rate: FC-200      Transport: STS-48C (2488.32M)      Path Assignments

Client Type: BI-direction

Channel Name: CHANNEL-2

Channel Description: Channel-1530 nm

Port Name: CP-FC-200-2

Port Description: CP-MOTR-PORT-5

**Rx Traffic path for B1C3e - CP-5100-01**

End point: MOTRSFP Facility 3, port 5      West Path:      East Path (Active): MOTR Line Facility 3

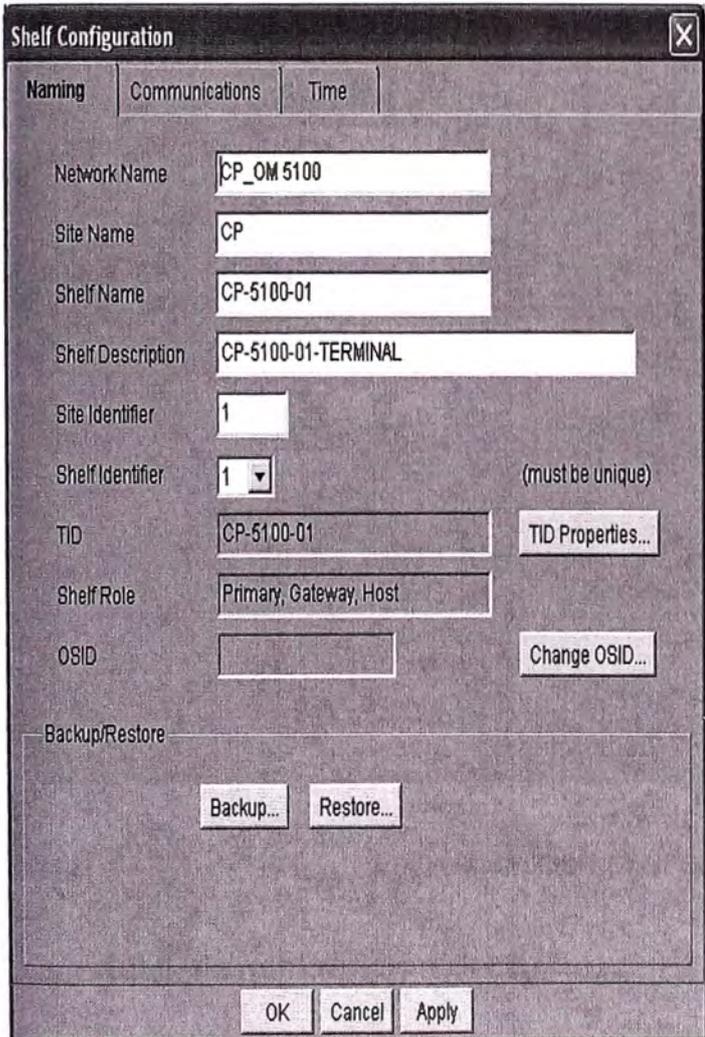
OK      Cancel      Apply

Fig. 4.42 : Conexiones de las interfaces MOTR puerto 3.

#### 4.8.5. Configuración IP DCN (DCN >Shelf configuration>Naming).

De acuerdo al escenario de gestión mostrado en la figura 4.43 y 4.44, se ha configurado como se muestra a continuación el direccionamiento IP para cada multiplexor, para efectos de gestión.

**Centro Principal**



**Centro Externo de Respaldo**

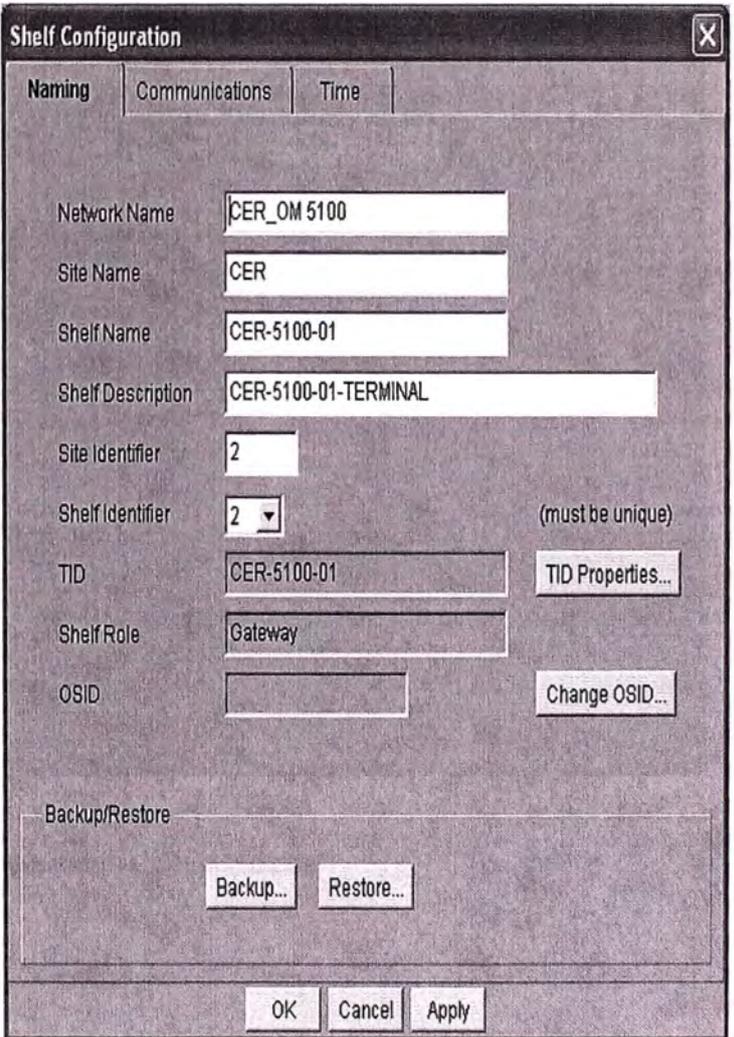


Fig. 4.43 :DCN Shelf Configuration - Naming.

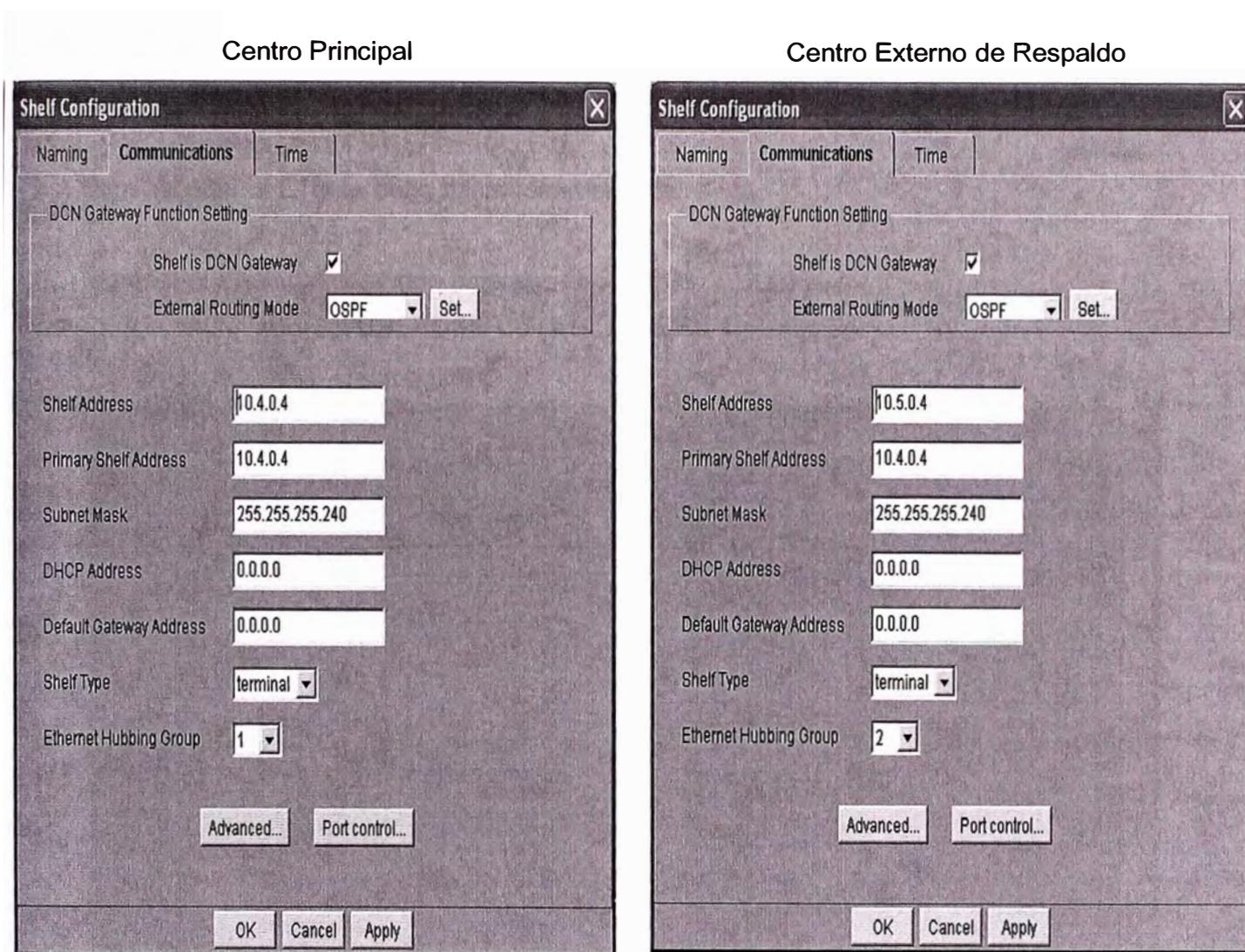


Fig. 4.44 :DCN Shelf Configuration - Communications.

#### 4.8.6. Administración del ETS.

Cualquier alarma que presente el ETS (Enhanced Trunk Switch), será reportada por este al OM 5100, mediante una conexión de telemetría entre ambos. Este reporte de alarmas Será reflejada en el System Manager del OM 5100 en tres tipos de alarmas:

- **Alarma Critical** : Indicará que el ETS presenta una alarma crítica.
- **Alarma Mayor** : Indicará que el ETS presenta una alarma mayor.
- **Alarma Minor** : Indicará que el ETS presenta una alarma menor.

Para ver con mayor detalle el tipo de alarma se debe tener acceso vía telnet al ETS a fin de introducir los comandos TL1 respectivos y verificar que tipo de alarma presenta.

- Dirección IP ETS CP : 10.4.0.3
- Dirección IP ETS CER : 10.5.0.3

Para acceder al ETS se debe hacer telnet al ETS

- telnet 10.4.0.3

Ingresar el siguiente comando para acceder al ETS:

- >ACT-USER::SUPERUSER:CTAG::TELMEX-1;



```

Telnet 10.4.0.3
>ACT-USER::SUPERUSER:CTAG::TELMEX-1;
      CP 00-01-01 00:07:20
A 000003 REPT EVT SESSION
  "NO."
/*WARNING NOTICE : This system is restricted solely to authorized users for legi
timate business purposes only. The actual or attempted unauthorized access, use
, or modification of this system is strictly prohibited. Unauthorized users are
subject to disciplinary proceedings and/or criminal and civil penalties under s
tate, federal, or other applicable domestic and foreign laws. The use of this s
ystem may be monitored and recorded for administrative and security reasons. An
yone accessing this system expressly consents to such monitoring and is advised
that if monitoring reveals possible evidence of criminal activity, the company m
ay provide the evidence of such activity to law enforcement officials. */
:
      CP 00-01-01 00:07:20
M CTAG COMPLD
  "SUPERUSER:05-05-31 15:06:34, 1 "
:
>_

```

Fig. 4.45 : Acceso al ETS.

Con el siguiente comando se puede ver la configuración actual del equipo.

- >RTRV-EQPT:::CTAG;

```

C:\WINNT\system32\cmd.exe - telnet 10.9.3.51
system may be monitored and recorded for administrative and security reasons. Anyone
accessing this system expressly consents to such monitoring and is advised that if
monitoring reveals possible evidence of criminal activity, the company may provide
the evidence of such activity to law enforcement officials. */
;
CP 05-09-22 18:30:48
M CTAG COMPLD
"SUPERUSER:05-09-22 13:07:03, 0 "
;
>RTRU-EQPT::CTAG;IP CTAG
<
>

CP 05-09-22 18:31:02
M CTAG COMPLD
"1-C:WMMPJ00DRA:MODULETYPE=COMM100,MKTPN=COM-100ET001YNT,MNFTPN=NTUG90GD,SN=0
00133,HWREV=000100,SWBOOTPN=10135753R001,SWPN=R2.2.2.030,SESSIONTMOUT=999,IPADDR
=10.9.3.51,GTWYADDR=10.9.3.49,SUBNETMASK=255.255.255.240,SNMP=ENABLED,SNMPTRAPS=
ENABLED,SNMPTRAPDEST1=10.192.17.203,SNMPTRAPDEST2=10.192.17.204,SNMPTRAPDEST3=10
.192.17.92,SNMPTRAPDEST4=10.192.17.93:IS-NR"
"1-2:WMMPJ00DRA:MODULETYPE=LP530SM,MKTPN=LPR-530DWC1SANT,MNFTPN=NTUG90GB,SN=D
GW00007R,HWREV=005,SWBOOTPN=21062568REV000,SWPN=R2.2.3.000,APS=ON,SWMODE=RELATI
VE,RURTV=Y,ASLTH=-35,UWSR=6.000,LMSR=6.000,ACTPATH=PRI,SENSEPRIOR=OFF:IS-NR"
;

```

Fig. 4.46 : Configuración ETS CP.

```

C:\WINNT\system32\cmd.exe - telnet 10.9.14.163
system may be monitored and recorded for administrative and security reasons. An
yone accessing this system expressly consents to such monitoring and is advised
that if monitoring reveals possible evidence of criminal activity, the company m
ay provide the evidence of such activity to law enforcement officials. */
;
CER 05-09-22 18:41:08
M CTAG COMPLD
"SUPERUSER:05-09-22 12:29:15, 0 "
;
>RTRU-EQPT::CTAG;IP CTAG
<
>

CER 05-09-22 18:41:19
M CTAG COMPLD
"1-C:WMMPJ00DRA:MODULETYPE=COMM100,MKTPN=COM-100ET001YNT,MNFTPN=NTUG90GD,SN=0
00137,HWREV=000100,SWBOOTPN=10135753R001,SWPN=R2.2.2.030,SESSIONTMOUT=999,IPADDR
=10.9.14.163,GTWYADDR=10.9.14.161,SUBNETMASK=255.255.255.240,SNMP=ENABLED,SNMPTRAP
S=ENABLED,SNMPTRAPDEST1=10.192.17.203,SNMPTRAPDEST2=10.192.17.204,SNMPTRAPDEST3=
10.192.17.92,SNMPTRAPDEST4=10.192.17.93:IS-NR"
"1-2:WMMPJ00DRA:MODULETYPE=LP530SM,MKTPN=LPR-530DWC1SANT,MNFTPN=NTUG90GB,SN=D
GI00005Z,HWREV=005,SWBOOTPN=21062568REV000,SWPN=R2.2.3.000,APS=ON,SWMODE=RELATI
VE,RURTV=Y,ASLTH=-35,UWSR=6.000,LMSR=6.000,ACTPATH=PRI,SENSEPRIOR=OFF:IS-NR"
;

```

Fig. 4.47 : Configuración ETS CER.

Para cancelar la sesión digite la siguiente línea de comandos en la sesión tenlet.

**>CANC-USER::SUPERUSER:CTAG;**

### 4.8.7. Localización de fallas.

El System Manager (Sistema de gestión del OM 5100) permite la visualización de las alarmas, usando el menú Fault > Active Alarms, que permite realizar la localización de fallas (Troubleshooting). La leyenda de la severidad las alarmas se muestra a continuación.

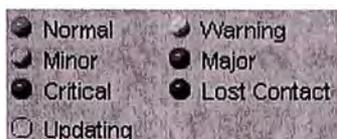


Fig. 4.48 : Severidad de las alarmas.

En la figura 4.48 se indica las alarmas de las tarjetas MOTR y OCLD además de alarmas de ETS.

TABLA 4.8.- Tabla de alarmas por pérdida de enlace.

Tarjeta	State	Severidad	Descripción
MOTR	Activa	Critical	Loss of Signal
OCLD	Activa	Critical	Loss of Signal
ETS	Activa	Critical	ETS CP
ETS	Activa	Critical	ETS CER

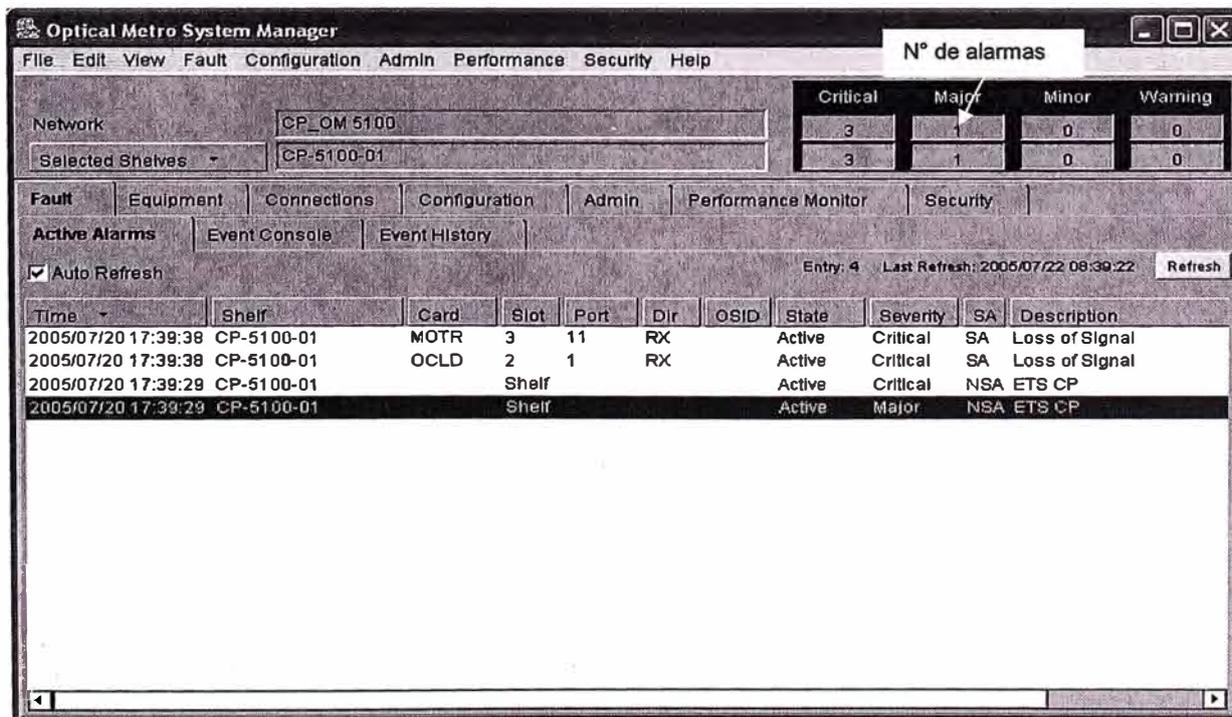


Fig. 4.49 : Alarmas por Perdida de enlace.

Las alarmas de la figura anterior indican que tanto las interfases de líneas del OCLD y MOTR han perdido señal de línea además que el ETS presenta las alarmas Crítica y Mayor. En el caso del ETS para verificar cuál es el origen de dicha alarma se debe acceder vía la consola Telnet y aplicando los comandos TL1 se puede observar con exactitud cual es la causa de la alarma. En la siguiente figura se muestra otro grupo de alarmas:

TABLA 4.9.- Tabla de alarmas por pérdida de fuente B en el ETS y el OM5100.

Tarjeta	State	Severidad	Descripción
ETS	Activa	Minor	ETS CER
ETS	Activa	Minor	ETS CER Power
OM 5100	Activa	Mayor	Breacker B Triped
OM 5100	Activa	Mayor	Power Free B Loss Missing

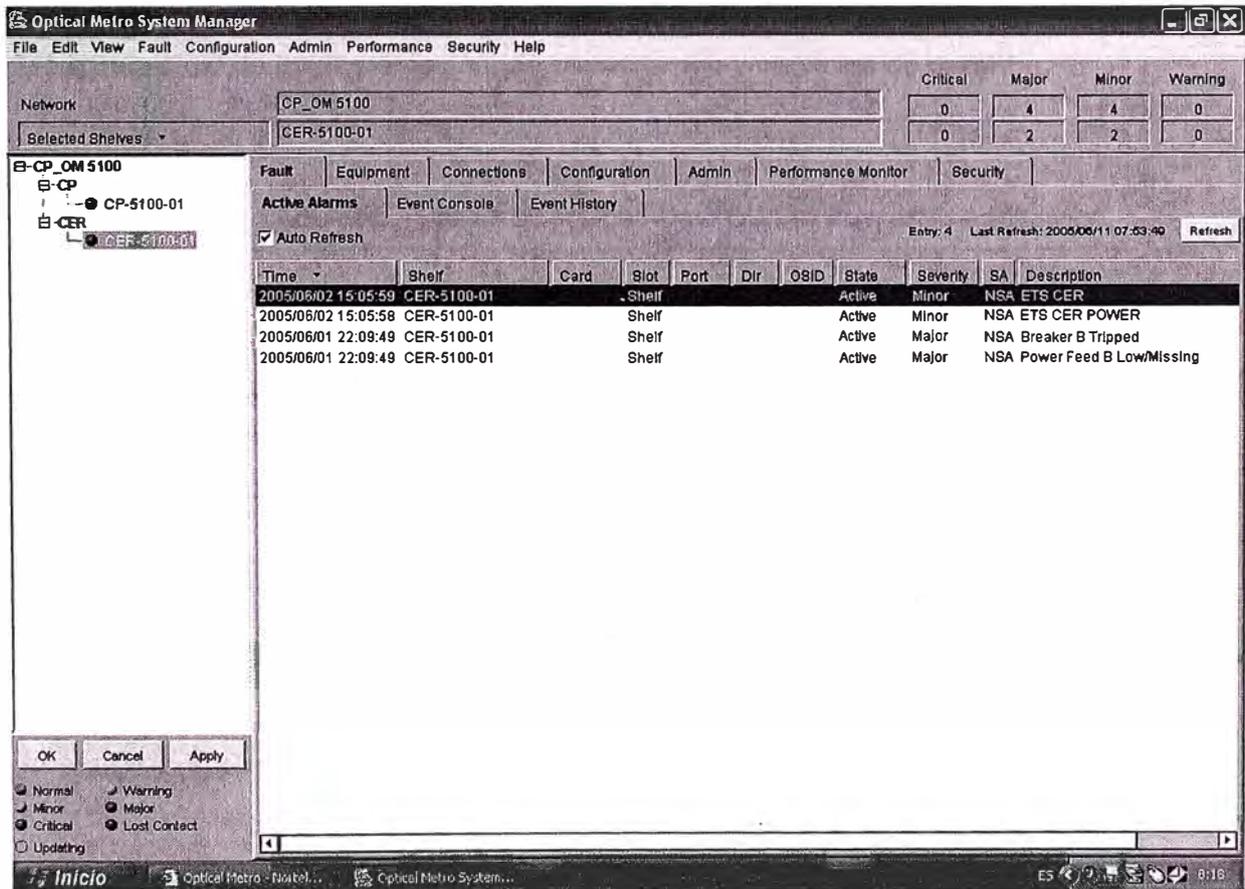


Fig. 4.50 :Alarmas por Perdida de fuente B.

## CAPITULO V

### ANALISIS ECONOMICO DEL EQUIPAMIENTO CWDM

En el presente capítulo se detalla un resumen económico, incluyendo los costos finales de equipamiento CWDM, servicios de implementación, capacitación, servicios de garantía y mantenimiento, también existen costos de planta externa es decir tendido de Fibra Óptica para interconectar los sitios donde se brindarán los servicios y equipamiento adicionales involucrados en el proyecto.

En la siguiente tabla se detalla los costos involucrados en el equipamiento CWDM, además de los servicios de implementación, de capacitación y servicios de garantía.

TABLA 5.1.- Costos de equipamiento CWDM y servicios adicionales.

Código NORTEL PEC	Descripción	Precio Exworks Extendido en dólares y soles	
	<b>BASTIDOR MISCELANEO 7'x19"</b>	<b>\$ 559.04</b>	<b>S/.1 900.74</b>
A0634231	<b>Bay Assemblies</b> 7'0" x 19" Frame (Newton-grey)		
	<b>REPISA OM5100 CORE</b>	<b>\$ 8 080.56</b>	<b>S/. 2 7473.90</b>
NTPM50AA	<b>OM5200 and OM5100 Shelves</b> Optical Metro 5100 OADM Shelf This Kit Includes;		
NTPM50B1	Backplane Assembly for OM5100		
NTPM53AA	Power Module		
NTPM54AA	Maintenance Panel Card		
NTPM56AA	Fan Assembly		
NTPM51AA	Fan Filter		
NTPM44AA	OM5100 Shelf Installation Kit		
	<b>Shelf Processors</b>		
S0H60MAD1A	OM5100/5200 Shelf Processor Card - Release 7.0		

TABLA 5.1.- Costos de equipamiento CWDM y servicios adicionales.

Código NORTEL PEC	Descripción	Precio Exworks Extendido en dólares y soles	
NTPM68GA NT0H68AJ NTPM68MA NTUH99AH NTYY99PC	<b>Network Element Software RTUs</b> OM5100 NE RTU System Manager RTU (per NE) - All Releases <b>Software Tracking Certificates</b> OM5100 Release 7.0 Software Certificate (per NE) <b>Software Release Service - Basic (SRS-B)</b> OM5100 Software Release Service - Basic (SRS-B) (Per NE) <b>Testing &amp; Staging</b> OM5000 Cold staging, P.I.P., per Shelf		
	<b>FILLERS OM5100</b>	\$ 272.70	S/. 927.18
NT0H52AA	<b>Filler Cards</b> OM5200 OCI Filler Card		
	<b>DOCUMENTACION OM5000</b>	\$ 4 653.18	S/. 15820.81
NT0H64AL NTY410AJ NTPM04AA NT0H4381	<b>Reference Guides</b> OM5200 Technical References Rel. 7.0 (CD-ROM) <b>Application &amp; Planning Guides</b> OM5200 Application & Planning Guide Rel. 7.0  <b>INTERFAZ DE TRANSPORTE OCLD</b> <b>CWDM 2.5 Flex Rate ITU 20nm OCLD</b> OM5100/5200 OCLD, 2.5G, FLEX, CWDM, Channel 1, 1510nm SMF SC-LC Duplex Fiber Pcord (Various Components) (1.27m)		
	<b>INTERFAZ TRIBUTARIA (OCI)</b>	\$ 9 664.29	S/. 32 858.58
NT0H11EL NT0H4385  A0806286 NT7E46HD  NT0H43CA	<b>OCIs</b> OCI 4:1 Sub Rate Mux 1310nm SMF/MM (LC Connectors) MMF/SMF SC-LC Duplex Fiber Pcord (1310nm GbE SRM to subtending equipment) <b>Attenuators (SC Connectors)</b> Attenuator - Fixed Pad 10.0 dB (SC Connector) SM Optical Patchcord 20m (SC-SC) <b>Fiber Management Hardware</b> 8 Port Sub Rate MUX Patch Panel - for use with SRMs and Muxponders		
	<b>INTERFAZ DE TRANSPORTE OTR SIN SFP</b>	\$ 41 383.17	S/. 140 702.77
NT0H15AC	<b>10G Muxponder GE/FC (Bi-directional) - (Max. 8 Ports)</b> 10G Muxponder GE/FC DWDM B1 CH3 (1530.33 NM, 10G) (Max 8 Ports)		

TABLA 5.1.- Costos de equipamiento CWDM y servicios adicionales.

<b>Código NORTEL PEC</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Exworks Extendido en dólares y soles</b>	
NT0H4381	SMF SC-LC Duplex Fiber Pcord (Various Components) (1.27m)		
NT0H43CA	<b>Fiber Management Hardware</b> 8 Port Sub Rate MUX Patch Panel - for use with SRMs and Muxponders		
	<b>SFP PARA OTR</b>	<b>\$ 2617.96</b>	<b>S/. 8 901.06</b>
NTTP06CF	<b>Small Form Factor Pluggable (SFP)</b> Tri-Rate GE/FC Pluggable (1310nm)		
NT0H4320	<b>Client Cabling: Muxponder</b> FPC,LC-SC,3M,1.6D,2F,SM,R,45BOOT (use w/ 1310nm SFPs)		
NT7E46HD	SM Optical Patchcord 20m (SC-SC)		
	<b>CDWM MUX &amp; DEMUX 4 CANALES</b>	<b>\$ 4 243.96</b>	<b>S/. 14 429.46</b>
NTPM33AA	<b>CWDM ITU OMXs</b> ITU CWDM OMX 4-CH 1510-1570NM		
NT0H4330	<b>Intershelf Optical Cabling</b> SMF SC-SC-2xSimplex Fiber Pcord (Various SC components)(1.86m Short - sh to sh)		
	<b>OPTICAL TRUNK SWITCH</b>	<b>\$ 13 406.08</b>	<b>S/. 45 580.67</b>
NTUG90AN	<b>Enhanced Optical Trunk Switch</b> OM5000 Enhanced Trunk Switch		
NTUG90GF	Enhanced Trunk Switch Fan Module		
NTUG90GG	Enhanced Trunk Switch Air Filter		
NT7E46HE	<b>Optical Cabling</b> SM Optical Patchcord 30m (SC-SC)		
	<b>SOFTWARE LOCAL DE GESTION OM5000</b>	<b>\$ 426.10</b>	<b>S/. 1 448.74</b>
NT0H60MA	<b>Software Releases</b> OM5100/5200 Release 7.0 - Software Delivery Kit (CD- ROM)		
	<b>SOFTWARE DE OPTICAL TRUNK SWITCH</b>	<b>\$ 426.10</b>	<b>S/.1 448.74</b>
NT0H70ME	<b>Optional Feature Software and RTUs</b> Enhanced Trunk Switch Surveillance MIB R 7.0 (per Network, includes CD-ROM)		
	<b>CONVERTIDOR DE AC A DC</b>	<b>\$ 7 910.10</b>	<b>S/. 26894.34</b>
NT0H44AH	OM5100/5200 AC Rectifier Kit (3U high)		

TABLA 5.1.- Costos de equipamiento CWDM y servicios adicionales.

Código NORTEL PEC	Descripción	Precio Exworks Extendido en dólares y soles	
NT0H4311 NT0H4312 NT0H43DB NT0H4366 NT0H4368 A0344941 A0849101 P0594318 A0381622  NT0H4379 A0896413 A0896514	This Kit Includes; Rectifier Module Rectifier Chasis OM5200 AC Power Cord (Global) 220V 20Amp Rectifier to Shelf Power Cable ANSI (10 ft) Rectifier to Shelf Power Cable ETSI (10 ft) AC Power Connector (AC Array Male) Strain Relief Connector Locking Nuts Grounding Lug <b>Power / Rectifier Materials</b> OM5100 shelf to fuse panel or BIP power cable - ETSI (10ft) 14awg Telect 4x4 KLM/GMT Fuse Panel 15 Amp KLM Fuse		
	<b>REFACCIONES</b>	<b>\$ 27 027.27</b>	<b>S/. 91 892.72</b>
SOH60MAD1A NTUG90GJ NTPM04AA  NT0H11EL NT0H15AC  NTPM06CF NTPM51AA NTPM56AA NT0H4311	<b>Spares</b> OM5100/5200 Shelf Processor Card - Release 7.0 Enhanced Trunk Switch Shelf Replacement Fuses OM5100/5200 OCLD, 2.5G, FLEX, CWDM, Channel 1, 1510nm OCI 4:1 Sub Rate Mux 1310nm SMF/MM (LC Connectors) 10G Muxponder GE/FC DWDM B1 CH3 (1530.33 NM, 10G) (Max 8 Ports) Tri-Rate GE/FC Pluggable (1310nm) OM5100 Fan Assy Filter OM5100 Fan Assy OM5200 AC to DC Power Supply (Pioneer)		
	<b>MATERIAL DE INSTALACION 5100</b>	<b>\$ 2 069.14</b>	<b>S/. 7 035.08</b>
IRM	<b>IRM</b> Bay/Shelf Budgetary IRM (does not include fiber duct, cable rack, etc)		
<b>SUBTOTAL EQUIPAMIENTO OME 5100 \$USD</b>		<b>\$ 122 739.65</b>	<b>S/. 417 314.81</b>
<b>SUBTOTAL SERVICIOS DE IMPLEMENTACION \$USD</b>		<b>\$ 20 646.60</b>	<b>S/. 70 198.44</b>
<b>CAPACITACION EN PERU (6 PERSONAS) \$USD</b>		<b>\$ 14 550.00</b>	<b>S/. 4 9470.0</b>
<b>DESCUENTO ESPECIAL EQUIVALENTE A CAPACITACION EN PERU (6 PERSONAS) \$USD</b>		<b>\$ (14 550.00)</b>	<b>S/. 4 9470.0</b>

TABLA 5.1.- Costos de equipamiento CWDM y servicios adicionales.

Código NORTEL PEC	Descripción	Precio Exworks Extendido en dólares y soles	
<b>GRAN TOTAL DE LA SOLUCION PRECIOS EXWORKS EN DOLARES AMERICANOS</b>		<b>\$ 143 386.25</b>	<b>S/. 487513.25</b>
<b>SERVICIOS DE GARANTIA EXTENDIDA ANUAL (AÑO 2 ADELANTE) \$USD</b>		<b>\$ 3 250.00</b>	<b>S/. 11 050.00</b>
<b>OPCIONAL - SERVICIOS SITE SURVEY \$USD</b>		<b>\$ 3 950.00</b>	<b>S/. 13 430.00</b>

TABLA 5.2.- PC utilizada para gestión y monitoreo de los servicios

Producto	Cantidad	Costo (\$)	Costo (S/.)
MICROSOFT WINDOWS XP PROFESIONAL OEM	1	176.00	598.40
PENTIUM IV 400W COLOR NEGRO	1	29.75	101.15
P4 INTEL 865PERL,Socket 478, sonido, DDR,ATX	1	117.00	397.80
DDR 512. PC266, 333	1	85.00	289.00
DISCO DURO 120GB SEAGATE 7200 rpm	1	107.00	363.80
LG 17" FLATRON E710SH 1280x1024, 025mm,	1	160.50	545.70
TARJETA ATI 128MB 8X, DDR RADEON 9200 TV/OUT	1	68.00	231.20
CREATIVE LABS 128 BITS 4 CANALES PCI	1	20.87	70.96
FLOPPY NEC 3.5", 1.44MB MARFIL Y NEGRO	1	8.00	27.20
TECLADO BTC NEGRO MULTIMEDIA PS/2 ESPAÑOL	1	10.73	36.48
MOUSE GENIUS NETSCROLL PS/2, 2 BOTONES NEGRO	1	3.27	11.12
LG CD ROM 52X COLOR NEGRO	1	18.50	62.90
TARJETA DE RED 3COM 10/100 ADMINISTRABLE	1	35.50	120.70
1000 WATTS - SOLIDO, HIGH POWER	1	24.00	81.60
PARLANTES DE 1300 W C/SUBWOOFER 220V	1	20.67	70.28
COOLER PARA CPU PIV 478 INTEL	1	8.90	30.26
COOLER PARA DISCO DURO HC-350	1	3.50	11.90
Total		897.19	3,050.45

De la tabla 5.1 se obtiene que el costo total de equipamiento CWDM Nortel incluyendo servicios de implementación y capacitación para el uso y operación de dicha tecnología es: \$143 356.25 precio Exwork, considerando precio local sería: \$ 1.2 x 143 356.25 = \$172027.50.

El costo involucrado en planta externa fue mínimo dado que el operador de telecomunicaciones que brindó el servicio, contaba con canalización existente que cubría el 97.5% de ambas rutas necesarias para la interconexión. La canalización del 2.5% restante asciende a un costo total de \$12 500.00, el cual incluye costos de fibra óptica, costos de obra civil para la canalización, permisos municipales, etc.

Adicionalmente al equipamiento CWDM se consideró la compra de 02 computadoras Pentium IV, con sistema operativo Windows XP, usados para el monitoreo del servicio tanto para el cliente como para el operador de servicios. La computadora se detalla en la tabla 5.2 y el costo total por ambas asciende a \$ 1794.38

Por lo antes mencionado la inversión total del proyecto es:

Equipamiento CWDM:	\$172 027.50
Planta Externa	\$ 12 500.00
Pc de gestión	\$ 1 794.38
	-----
Total :	\$186 321.88

Si el costo mensual por el servicio es de \$ 5 000.00 / mes el proyecto sale rentable a partir de mes n, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Costo Total} + \text{Garantía adicional anual } (n > 12) &= \text{numero de meses} \times \text{el monto mensual} \\ \$186\,321.88 + \$3250 \times ([n/12] - 1) &= n \times \$5000.00 / \text{mes} \\ n &= 39 \text{ meses.} \end{aligned}$$

De la ecuación anterior el proyecto es reentable a partir del mes 39, considerando que para proyecto se firma un contrato de 5 años los últimos 21 meses restantes son consideradas ganancias para el operador de servicios

$$\text{Utilidad} = \$5000.00/\text{mes} \times 21 \text{ meses}$$

$$\text{Utilidad} = \$105\,000.00$$

Por lo tanto la utilidad asciende a \$ 105 000.00 en un periodo de 5 años.

## CONCLUSIONES

- 1.- La implementación del proyecto del enlace de interconexión termina con el desarrollo de las pruebas finales en las que se verifica la correcta operación de cada uno de los enlaces implementados. Estas pruebas resultaron exitosas y el servicio ha quedado habilitado para transportar tráfico por un periodo de 5 años renovables. Se puede decir que se han cumplido los objetivos propuestos, los enlaces de interconexión de las interfases ESCON (140Mbps), FC-200 (2.5Gbps) y Gigabit Ethernet (1Gbps) operando correctamente y transportando tráfico sin pérdidas de sincronía y con una tasa de error BER de  $10^{-22}$ .
- 2.- La tecnología usada: CWDM es una tecnología que permitió el transporte de estos servicios involucrados en este proyecto, usando un solo par de hilos de fibra óptica, permitiendo así la optimización de los recursos de planta externa por el lado del proveedor que implemento el servicio además de optimizar los costos del proyecto.
- 3.- Por otro lado se puede decir que la tecnología CWDM de Nortel con sus equipos multiplexores OM 5100 puede transportar las interfases antes mencionadas independientemente del protocolo y de la velocidad de transmisión. Los protocolos son configurados por software conjuntamente con las velocidades de transmisión (Bit Rate) asignadas a cada uno de ellos. Las interfases Gigabit Ethernet son transportadas en 8 contenedores virtuales VC-4 equivalente a 1.244Gbps, mientras que las interfases Fibre Channel – 200 son transportadas en 16 VC-4 equivalente a 2.488Gbps. Finalmente las interfases ESCON, son transportadas en 1 VC-4 equivalente a 155Mbps.
- 4.- El sistema de multiplexores OM 5100 posee un módulo de gestión integrado que permite tener monitoreo remoto de cada multiplexor vía http, lo cual facilita la administración local y remota del sistema implementado, adicionalmente este módulo

de gestión posee una lista grande de MIBs que permite ser integrado a cualquier otra plataforma de gestión vía SNMP.

- 5.- Las pruebas realizadas con el sistema de protección (configurado en modo de conmutación Automática – reversible), resultaron exitosas. La ruta primaria posee una longitud de 10 Km teniendo una atenuación 2.75 dB y la ruta secundaria posee una longitud de 14 Km con una atenuación de 3.85 dB. Se verificó que si la ruta primaria es afectada se activa la ruta secundaria en un tiempo menor a 50 ms, sin pérdida de información.
- 6.- Por lo antes mencionado se han cumplido todos los requerimientos solicitados por el cliente cumpliendo todas las normativas y estándares involucrados en un diseño de enlace óptico de transporte.

## **ANEXO A**

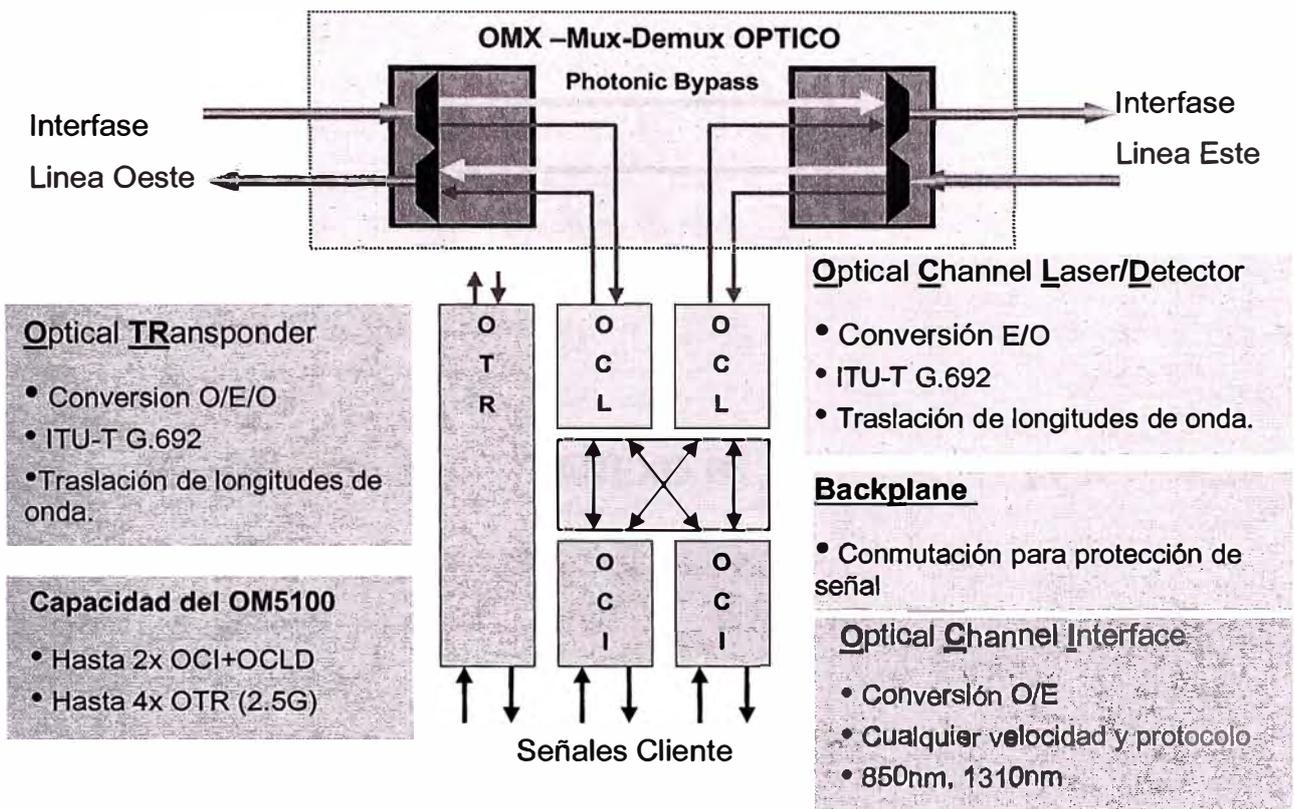


Fig. A.1 : Arquitectura OM 5100.

## **ANEXO B**

TABLA B.1.-INDICADORES DE ALARMAS EN LAS TARJETAS OCI

**Indicator lamps on OCI circuit pack**

Indicator lamp	Color	State	Meaning
LOS	yellow	on	The OCI cannot detect a signal or the signal is invalid. (See Note 1.)
		off	The OCI is receiving a signal.
ACTIVE	green	on	There is a channel assignment between the OCI and an OCLD, and the OCI facility is in-service.
		off	There is a channel assignment between the OCI and an OCLD, and the OCI facility is out-of-service <b>OR</b> there is no channel assignment between the OCI and an OCLD (the OCI facility is either in-service or out-of-service).
STATUS	green/red	green	The OCI inventory is in-service. (See Note 2.)
		red	The OCI has failed.
		off	The OCI inventory is out-of-service.
		flashing	The OCI is the active database-carrying circuit pack during a database copy operation. (See Note 3.)
<p><b>Note 1:</b> The LOS indicator lamp turns on if there is a loss of optical signal, a loss of lock (the frequency of the input signal is incorrect), or a loss of frame (for a SONET/SDH signal only, the framer is unable to find three frames in a row).</p> <p><b>Note 2:</b> A green STATUS lamp does not indicate the presence of traffic.</p> <p><b>Note 3:</b> Do not remove the active database-carrying circuit pack during the database copy to the standby circuit pack.</p>			

TABLA B.2.-INDICADORES DE ALARMAS EN LAS TARJETAS OCLD

## OCLD Indicator lamps

Indicator lamp	Color	State	Meaning
LOS	yellow	on	The OCLD is not receiving the signal.
		off	The OCLD is receiving the signal.
ACTIVE	green	on	There is a channel assignment between an OCI and the OCLD, and the OCLD facility is in-service.
		off	There is a channel assignment between an OCI and the OCLD, and the OCLD facility is out-of-service, OR there is no channel assignment between an OCI and the OCLD (the OCLD facility is either in-service or out-of-service).
STATUS	green/ red	green	The OCLD inventory is in-service. (See Note 1.)
		red	The OCLD has failed.
		off	The OCLD inventory is out-of-service.
		flashing	The circuit pack is the active database-carrying circuit pack during a database copy operation. (See Note 2.)
<i>Note 1:</i> A green STATUS lamp does not indicate the presence of traffic.			
<i>Note 2:</i> Do not remove the active database-carrying circuit pack during the database copy to the standby circuit pack.			

TABLA B.3.-INDICADORES DE ALARMAS EN LA TARJETA SP

## SP circuit pack indicator lamps

Indicator lamp	Color	State	Meaning
STATUS	green	on	The SP is functioning normally.
	red	on	A fault condition exists on the SP.

TABLA B.4.-INDICADORES DE ALARMAS EN EL OMX.

**OMX Autoprovisioning Mismatch and Optical Tray Mismatch alarm Impact**

<b>Alarm</b>	<b>Conditions</b>	<b>Severity</b>	<b>Impact</b>
Autoprovisioning Mismatch	—	Major	Non-service-affecting
Optical Tray Mismatch	—	Minor	Non-service-affecting

## **ANEXO C**

TABLA C.1.-RESULTADO DE PREUBAS CENTRO EXTERNO DE RESPALDO

<b>Fecha</b>	06/06/2005				
<b>Nombre&amp;Codigo del sitio</b>	CER-5100-01				
<b>Equipo serie No.</b>	NNTMLNZ002QHG				
<b>Versión de software</b>	7,1				
<b>Dirección IP OM5100</b>	10	5	0	4	
<b>Dirección IP ETS</b>	10	5	0	3	
<b>PLACA OCI</b>	<b>PTX</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Alarmas</b>	<b>Observaciones</b>	
PUERTO 1	-11.8 dB	-29.4 dB	No	PTX: -15 a -8 dBm	
PUERTO 2	-11.5 dB	-31.9 dB	No	Sensibilidad: -28 dBm	
PUERTO 3	-12.2 dB	-31.6 dB	No		
PUERTO 4	-11.8 dB	-29.0 dB	No		
<b>PLACA OCLD</b>	<b>PTX</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Alarmas</b>	<b>Observaciones</b>	
	3.2 dB	-37.5 dB	No	PTX: 3.4 dBm, Sensibilidad -27 dBm	
<b>POTENCIAS PTOS ETS</b>	<b>Port C TX</b>	<b>Port D RX</b>	<b>Port E TX</b>	<b>Port F RX</b>	<b>Observaciones</b>
<b>PLACA MUXPONDER</b>	<b>PTx. Línea</b>	<b>PTx. Usu.</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Alarmas</b>	<b>Observaciones</b>
PUERTO 1	2.7 dB	-6.60 dB	-5.87 dB	NO	PTX: 3.4 dBm, Sensibilidad -25 dBm
PUERTO 2	2.7 dB	-7.02 dB	-6.50 dB	NO	
PUERTO 3	2.7 dB	-6.97 dB	-6.86 dB	NO	
PUERTO 4	X	X	X	X	
PUERTO 5	2.7 dB	-7.30 dB	-6.21 dB	NO	
PUERTO 6	X	X	X	X	
PUERTO 7	X	X	X	X	
PUERTO 8	X	X	X	X	
<b>TIPO DE PRUEBA</b>	<b>Resultado</b>	<b>Observaciones</b>			
Prueba de lamparas	OK				
Pruebas de continuidad Muxponder OMX	OK				
Pruebas de continuidad OCLD OMX	OK				
Perdidas de insercion switch	OK	D-B = 0.9 dB / F-B = 0.6 dB			
Perdidas de insercion coupler	OK	A-C = 3.5 / A-E = 3.6 dB			
Estabilidad y desempeno.	OK	24 Horas			
Esquema de proteccion	OK	Switch Modo reversible			
Sistema de Gestión	OK	No se ven los contadores de tramas recibidas y transmitidas			
Conexión de servicios	OK				
<b>Notas y Aclaraciones:</b>					

TABLA C.2.-RESULTADO DE PREUBAS CENTRO PRINCIPAL

<b>Fecha</b>	06/06/2005				
<b>Nombre&amp;Codigo del sitio</b>	CP-5100-01				
<b>Equipo serie No.</b>	NNTMLN0002QHH				
<b>Versión de software</b>	7				
<b>Dirección IP OM5100</b>	10	4	0	4	
<b>Dirección IP ETS</b>	10	4	0	3	
<b>PLACA OCI</b>	<b>PTX</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Alarmas</b>	<b>Observaciones</b>	
PUERTO 1	- 10.3 dB	-31.9 dB	No	PTX: -15 a -8 dBm	
PUERTO 2	-11.7 dB	-31.8 dB	No	Sensibilidad: -28 dBm	
PUERTO 3	-10.0 dB	-30.6 dB	No		
PUERTO 4	-10.3 dB	-30.9 dB	No		
<b>PLACA OCLD</b>	<b>PTX</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Alarmas</b>	<b>Observaciones</b>	
	3.0 dB	-37.5 dB	No	PTX: 3.4 dBm, Sensibilidad -27 dBm	
<b>POTENCIAS PTOS ETS</b>	<b>Port C TX</b>	<b>Port D RX</b>	<b>Port E TX</b>	<b>Port F RX</b>	<b>Observaciones</b>
<b>PLACA MUXPONDER</b>	<b>PTx. Linea</b>	<b>PTx. Usu.</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>Alarmas</b>	<b>Observaciones</b>
PUERTO 1	2.9 dB	-5.81 dB	-6.31 dB	NO	PTX: 3.4 dBm, Sensibilidad -25 dBm
PUERTO 2	2.9 dB	-7.33 dB	-5.02 dB	NO	
PUERTO 3	2.9 dB	-7.23 dB	-5.79	NO	
PUERTO 4	X	X	X	X	
PUERTO 5	2.9 dB	-6.64 dB	-6.45 dB	NO	
PUERTO 6	X	X	X	X	
PUERTO 7	X	X	X	X	
PUERTO 8	X	X	X	X	
<b>TIPO DE PRUEBA</b>	<b>Resultado</b>	<b>Observaciones</b>			
Prueba de lamparas	OK				
Pruebas de continuidad Muxponder OMX	OK				
Pruebas de continuidad OCLD OMX	OK				
Perdidas de insercion stwitch	OK	D-B = 1.0dB / F-B = 0.6			
Perdidas de insercion coupler	OK	A-C = 3.5 / A-E = 3.6			
Estabilidad y desempeno.	OK	24 Horas			
Esquema de proteccion	OK	Switch Modo reversible			
Sistema de Gestión	OK	No se ven los contadores de tramas recibidas y transmitidas			
Conexión de servicios	OK				
<b>Notas y Aclaraciones:</b>					

## **ANEXO D**

**D1. Abreviaturas y Siglas.**

- **CWDM** : Multiplexación por división aproximada de longitud de onda (Coarse Wavelength Division Multiplexing).
- **DWDM** : Multiplexación por división de longitud de onda densa (Dense Wavelength Division Multiplexing).
- **WDM** : Multiplexación por división de longitud de onda (wavelength division multiplexing).
- **DFB** : Láseres DFB (BUSCAR SIGNIFIVADO)
- **TFF** : Thin-Film Filter
- **GBICs**: Gigabit Interface Converters.
- **SAN** : Atorage Area Networking.
- **OCI** : Optical Channel Interfase.
- **OCLD** : Optical Channel Laser and Detector.
- **OTR** : Optical Transponder
- **MOTR** : Multiplexer Optical Transponder (También llamado : Muxponder 10 Gbit/s GbE/FC).
- **SP** : Shelf Processor.
- **OSC** : Optical Supervisory Channel.
- **PEC** : Product Engineering Codes.
- **SMF** : Single Mode Fiber.
- **MMF** : Multimode Fiber

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Recomendación ITU-T G.694.1 – DWDM: Múltiplexación por división de longitud de onda densa.
- 2.- Recomendación ITU-T G.694.2 – CWDM: Múltiplexación por división de longitud de onda aproximada.
- 3.- Recomendación ITU-T G.652 – Cable de fibra óptica monomodo (NDSF).
- 4.- Recomendación ITU-T G.653 – Cable de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada (DSF)
- 5.- Recomendación ITU-T G.655 – Cable de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada no nula (NZDSF).
- 6.- Optical Metro 5100/5200: Hardware Description (323-1701-102) – Nortel Networks