

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DISEÑO DE UN ENLACE TERRESTRE
DE COMUNICACIONES ÓPTICAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

ROBERTO EDUARDO MIRANDA NORTH

**PROMOCIÓN
1992-2**

**LIMA – PERÚ
2007**

**DISEÑO DE UN ENLACE TERRESTRE
DE COMUNICACIONES ÓPTICAS**

*Dedico este trabajo a:
Mi Alma Mater.*

SUMARIO

El objetivo del presente Informe es diseñar un enlace intercentrales de fibra óptica de 160 kilómetros para voz, video y datos, con capacidad para 20 000 o más canales de comunicación. No requiere energía eléctrica en la ruta porque usa amplificadores ópticos. Es un ejemplo típico de enlace entre dos ciudades que puede servir como modelo para diseñar otros enlaces de características similares.

La ITU recomienda tres procedimientos de diseño: el caso más desfavorable, el semi-estadístico y el estadístico. Y se ha seleccionado el procedimiento del caso más desfavorable que toma los máximos valores permitidos en las atenuaciones y márgenes para obtener un resultado pesimista en longitud y velocidad, pero seguro. Se realiza lo siguiente: análisis de necesidades, cálculo de atenuación y velocidad de transmisión del enlace, selección de fibra óptica, tipo de cable, número de longitudes de onda por fibra, tipo de amplificador e interface óptica, empalmes y terminaciones. También se describen las técnicas de medición de atenuación de la señal como el método de inserción y el método de reflectometría. Y se desarrolla un modelo de simulación del balance de potencia óptica para apreciar el comportamiento del diseño.

El presente diseño logra una velocidad de 2,5 Gbps en cada fibra activa. Un cable de 16 fibras ópticas tipo NZDSF en una estructura holgada. Un par de fibras activas y tres pares de fibras de reserva que sumadas pueden dar 10 Gbps y, un par de fibras de respaldo para fallas. Cinco fibras de bombeo láser, diez amplificadores EDFA empalmados en el punto medio del enlace y diez interfaces de 2,5 Gbps.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
DISEÑO DEL ENLACE	3
1.1 La demanda de telecomunicaciones en el enlace de fibra óptica	3
1.2 Cálculo del ancho de banda del tráfico en el enlace óptico	4
1.3 Determinación del número de fibras del enlace óptico	6
1.4 Selección de la fibra óptica	6
1.5 Cálculo de la longitud de regeneración	8
1.5.1 Límite por atenuación	9
1.5.2 Límite por ancho de banda	12
1.6 Costos del diseño	13
1.6.1 Costo de equipos	13
1.6.2 Costo de materiales	14
1.6.3 Costo de mano de obra	14
CAPÍTULO II	
PRUEBAS DE ATENUACIÓN	15
2.1 Medición de la atenuación en el medio de transmisión	15
2.2.1 Método de inserción	15
2.2.2 Método de reflectometría	20
CAPITULO III	
SIMULACION DEL BALANCE DE POTENCIA OPTICO	28
3.1 Enunciado	29
3.2 Descripción de la simulación	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
ANEXO A HOJAS TÉCNICAS	41
ANEXO B CABLES Y ODF's	65
ANEXO C JUMPERS, ADAPTADORES Y CONECTORES	76
ANEXO D EMPALMES DE FIBRA OPTICA	90
ANEXO E ESQUEMA DEL ENLACE	100
BIBLIOGRAFÍA	102

PRÓLOGO

Para llevar a cabo una conversación telefónica se precisa, además de las centrales de conmutación, de unos medios de transmisión que las enlace. A través de estos medios se constituyen los circuitos individuales que van a poner en comunicación el terminal de un usuario con el de su interlocutor, proporcionando un canal normalizado de 4 kHz, o de 64 kbps si es digital. El bucle de abonado aún sigue siendo a dos hilos (par de cobre), y se emplea tanto para la transmisión como para la recepción, pero al llegar a la central interurbana se transforma, mediante la bobina híbrida, a cuatro hilos, separándose entonces una de otra, ya que al efectuarse la unión con otras ciudades a través de sistemas de transmisión, éstos siguen necesitando cuatro hilos para transmitir la conversación por emplear circuitos amplificadores que son unidireccionales. En el caso de centrales digitales, este paso, de dos a cuatro hilos, se hace dentro de ellas. Los cables simétricos pares aún se siguen usando para formar las redes urbanas y, los cables simétricos cuadretes que se componen de trenzas de hilos conductores de cuatro en cuatro se usaban para el enlace entre centrales interurbanas, pero hoy en día se han sustituido por los coaxiales y la fibra óptica. La fibra óptica es un medio de transmisión constituido por un núcleo de vidrio y un revestimiento que mantiene la luz en su interior. Presenta dos grandes ventajas frente a los cables de cobre: un mayor ancho de banda e inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, por lo que es ampliamente utilizado, conforme su precio se va reduciendo y se alcanzan mayores distancias sin repetidores para la interconexión de centrales, reemplazando a los coaxiales. La señal eléctrica se transforma en óptica y modulada en forma de pulsos, se transmite a través del núcleo hasta el receptor, donde es convertida en eléctrica sin que haya una gran pérdida de potencia. Si se compara la velocidad de transmisión de los tres medios más comunes, se observa que mientras un cable de pares presenta 10 Mbps y un cable coaxial 300 Mbps, en la fibra óptica puede ser superior a 2 Gbps, con atenuaciones inferiores a 0.2 dB/km.

La aparición de los microprocesadores, como unidades de control de las centrales, ha dado lugar a la progresiva sustitución de los mecanismos de señalización convencionales

por métodos más avanzados que se inspiran en las técnicas de diálogo entre procesadores. Las que permitirán ir dejando de lado a la señalización por canal asociado en la que se necesitaba distinguir entre las señales de línea y de registro. Dichos métodos aumentan la capacidad de llamadas y se transmite mucha más información y más rápidamente. La cantidad y variedad de servicios que pueden ofrecerse con ellos, se puede comprobar con las continuas ofertas que hacen todos los operadores, tanto de servicios fijos como móviles: los nuevos para conseguir entrar y los establecidos para evitar que les quiten cuota de mercado.

La red telefónica cobra un protagonismo y una importancia tal que se convierte en el medio de comunicación por excelencia. Al acabar el 2005 son casi 1 300 millones las líneas en servicio, de las cuales más del 40% se encuentran en Europa, un 25% en Norteamérica, un 20% en la región de Asia-Pacífico y un 8% en Latinoamérica.

Se han efectuado fuertes inversiones para la implementación de redes de acceso con los bucles de abonado y las centrales urbanas, y las redes de conmutación y transporte que enlazan las ciudades, provincias y países.

Perú, un país que tiene una participación en el 8% latinoamericano y muchas expectativas en el desarrollo de sus telecomunicaciones, no escapa a los planes estratégicos de los operadores de redes y de prestación de servicios de telecomunicaciones.

La apertura progresiva del mercado hará que los operadores entrantes establezcan sus propias redes de acceso y de conmutación y transporte o utilizar las que ya tenga establecidas el operador dominante, pagando por ello y utilizando la selección de operador mediante prefijo que puede presentar problemas técnicos en la planta que habrá que resolver. Los titulares de redes públicas de telecomunicaciones habrán de facilitar la interconexión en condiciones no discriminatorias, transparentes, proporcionales, y basadas en criterios objetivos. El operador dominante tendrá ingresos por alquilar el bucle de abonado a sus competidores, que lo compensarán en parte de la pérdida de ingresos.

Este Informe de Suficiencia tiene, pues, perspectivas de aplicación a diversas situaciones de redes troncales que en los países del hemisferio norte ya se establecieron con características de mayores velocidades de transmisión, más longitudes de onda por fibra óptica y prestación de servicios que requerirán el manejo eficiente de un considerable volumen de datos.

CAPITULO I

DISEÑO DEL ENLACE

1.1 La demanda del servicio de telecomunicaciones en el enlace de fibra óptica propuesto

El enlace intercentrales de fibra óptica permitirá al operador la explotación de un sistema de telecomunicaciones digitales con información de voz, video y datos.

Los anchos de banda de voz, video y datos se dan en *Kilo bits por segundo (Kbps)*, de acuerdo a lo que las recomendaciones técnicas sugieren como uso estandarizado. A manera de observación, en la Tabla 1.1 se pueden apreciar los anchos de banda de los tres tipos básicos de servicio. A su derecha se tiene la columna "Número equivalente de canales", ella indica el número equivalente de canales de voz que un tipo de servicio ocupa en el enlace.

TABLA 1.1 Ancho de banda del tipo de servicio

Item	Tipo de Servicio	Ancho de banda Kbps	Número equivalente de canales
1	VOZ (telefonía 4W E&M)	64	1
2	Datos	256	4
3	Video	384	6

Como se puede observar en la Tabla 1.1, el servicio de Voz ocupa un ancho de banda de 64 Kbps mientras que el de Datos ocupa 256 Kbps; esta cantidad es cuatro veces la de Voz. De ahí que Datos equivale a cuatro canales de Voz mientras que Video equivale a seis. Consecuentemente, Datos y Video son un múltiplo de 64 Kbps.

La información digital que se transmite en el enlace comprende el manejo de estos tres tipos de servicios para una gran cantidad de usuarios para quienes es transparente la técnica de modulación por impulsos codificados (PCM en inglés), la multiplexación de

tramas, la agrupación de señales en otras de orden superior como la Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH en inglés) y la Jerarquía Digital Síncrona (SDH en inglés). Ésta se abordará rápidamente más adelante cuando se profundice en el diseño del enlace.

Se tiene como dato que la necesidad de tráfico en el enlace ha sido determinada por el operador en número de canales por tipo de servicio. La necesidad de tráfico se puede apreciar en la Tabla 1.2 que se muestra a continuación.

TABLA 1.2 Necesidad de tráfico

Item	Tipo de Servicio	Tráfico (Canales)
1	Voz	8 000
2	Video	1 500
3	Datos	1 500

1.2 Cálculo del ancho de banda del tráfico en el enlace óptico

El enlace de fibra óptica tendrá que soportar un ancho de banda de 1 472 Mbps cuya deducción se muestra a continuación.

Conociendo la necesidad de tráfico del operador, se puede calcular el ancho de banda de dicho tráfico con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$\text{BWT} = (\text{TVOZ} \times 1 + \text{TDAT} \times 4 + \text{TVID} \times 6) \times 64 \text{ Kbps} \quad (1.1)$$

Donde:

BWT es Ancho de banda del tráfico del operador en el enlace en Kbps.

TVOZ es tráfico de Voz en canales según Tabla 1.2

TDAT es tráfico de Datos en canales según Tabla 1.2

TVID es tráfico de Video en canales según Tabla 1.2

Reemplazando los valores de la Tabla 1.2 en la fórmula 1.1, se tiene:

$$\text{BWT} = (8\,000 \times 1 + 1\,500 \times 4 + 1\,500 \times 6) \times 64 \text{ Kbps}$$

$$\text{BWT} = (23\,000 \text{ canales de } 64 \text{ Kbps}) \times 64 \text{ Kbps}$$

$$\text{BWT} = 1\,472\,000 \text{ Kbps}$$

La Jerarquía Digital Síncrona (SDH en inglés) permitirá el tráfico de 1 472 Mbps sin ningún problema ya que este valor está comprendido entre los niveles 155.52 y 39 813.12 Mbps de SDH, tal como se puede apreciar en la Tabla 1.3.

La columna Nivel de la Tabla 1.3 clasifica las velocidades de transmisión desde 155.52 Mbps hasta 39 813.12 Mbps bajo la denominación de Módulo de Transporte Síncrono de nivel n (STM-n en inglés). Donde el sufijo n indica el número de veces que debe multiplicarse a la velocidad básica binaria 155,52 Mbps (STM-1).

TABLA 1.3 Jerarquía digital síncrona SDH

Nivel	Bit Rate (Mbps)	Canales
STM-1	155.52	63-E1 ó 1-E4
STM-4	622.08	252-E1 ó 4-E4
STM-16	2 488.32	1008-E1 ó 16-E4
STM-64	9 953.28	4032-E1 ó 64-E4
STM-256	39 813.12	16 128-E1 ó 256-E4

En la Tabla 1.3 se observa que el nivel STM-16 tiene una velocidad de transmisión de 2 488.32 Mbps que satisface con mucha holgura el ancho de banda que ocupara el tráfico del operador, que fue determinado en $\text{BWT} = 1\,472 \text{ Mbps}$.

Resumiendo, el cálculo del ancho de banda del tráfico del operador arroja un resultado de 1 472 Mbps. Y la interface que cubrirá este tráfico deberá ser del nivel jerárquico STM-16 de 2 488.32 Mbps.

Se tiene la posibilidad de administrar una planta externa proyectada a una fuerte capacidad de transmisión de 2 488.32 Mbps que de por sí la hace atractiva para el operador dominante desde hace algunos años.

1.3 Determinación del número de fibras del enlace óptico

Una sola fibra óptica de dispersión desplazada casi cero (NZDSF) de pendiente reducida puede transmitir hasta 64 512 canales de 64 Kbps. Es decir, ofrece un ancho de banda práctico de 4 128 Mbps. Cuya deducción se muestra a continuación.

Operando una sola longitud de onda sobre esta fibra, se puede transmitir hasta 4 032 canales de 64 Kbps para tributarios de 2 Mbps.

Como en esta fibra se pueden transmitir hasta 16 longitudes de onda simultáneamente, entonces:

$$4\ 032 \text{ canales/longitud de onda} \times 16 \text{ longitudes de onda/fibra} = 64\ 512 \text{ canales/fibra}$$

Por lo tanto, se puede transmitir un total de 64 512 canales de 64 Kbps en una fibra. Lo que cubre con mucha holgura la necesidad de tráfico del operador, la cual ha sido determinada en la página anterior con 23 000 canales de 64 Kbps o 1 472 Mbps.

El enlace intercentrales de larga distancia tiene que permitir el establecimiento de la comunicación en dos sentidos de transmisión. Un sentido que viaja de la primera a la segunda central en una fibra óptica y el otro que viaja de la segunda a la primera central en otra fibra óptica. Por lo tanto, se requieren dos fibras activas que estén en funcionamiento permanente.

Y en previsión a la ocurrencia de una falla en el par de fibras activas, se deberán instalar dos fibras de respaldo preparadas para entrar en funcionamiento.

El equipo de transmisión óptica de 2,5G puede proveer 8 slots para tarjetas de interfaces ópticas por subrack. De esta manera, se pueden usar 8 pares de fibras activas por subrack. Del par, una fibra establece un sentido de ida y la otra el sentido de vuelta.

El enlace necesitará dos fibras activas cuando menos para 2,5G. Y como el subrack puede manejar hasta 8 pares, se elige el cable con el número comercial más cercano de 16 fibras ópticas. Resumiendo, son 2 fibras activas, 2 de respaldo, 6 de reserva y 5 de bombeo láser.

1.4 Selección de la fibra óptica

Existen dos clases de fibra óptica, la fibra multimodo y la fibra monomodo.

La fibra óptica multimodo por sus valores de atenuación y dispersión cromática solamente se usan para enlaces de baja velocidad y alcance no mayor a dos kilómetros.

La fibra óptica monomodo se aplica a los enlaces troncales metropolitanos y a los de larga distancia con sistemas multiplexados. Esta es la clase de fibra que se ajusta a la necesidad del enlace propuesto por tratarse de un enlace intercentrales de 160 kilómetros.

Existen cuatro tipos de fibra óptica monomodo: fibra monomodo de dispersión normal (NDSF), fibra monomodo de dispersión desplazada (DSF), fibra monomodo de dispersión desplazada no nula (NZDSF) y fibra monomodo de dispersión normal de atenuación optimizada.

La fibra monomodo de dispersión normal (NDSF) es la fibra monomodo convencional con atenuación mínima en 1550 nm y dispersión nula en 1310 nm, normalizada por UIT según recomendación G-652. Véase la Tabla 1.4 y la Figura 1.1.

La fibra monomodo de dispersión desplazada (DSF) es la fibra monomodo cuya dispersión nula ha sido desplazada a la longitud de onda de 1530 nm, normalizada por UIT según recomendación G-653, se buscó con esto sumar a la característica de baja atenuación la dispersión nula que en la fibra convencional se encuentra en la segunda ventana. Se diseñó pensando en la transmisión de una sola longitud de onda en la tercera ventana con una dispersión mínima. Véase la Tabla 1.4 y la Figura 1.1.

La fibra monomodo de dispersión desplazada no nula (NZDSF) es la fibra monomodo cuya dispersión nula ha sido desplazada a una longitud de onda inferior a 1550 nm, normalizada por UIT según recomendación G-655. Existen de pendiente normal de dispersión y de pendiente reducida de dispersión. Esta fibra NZDSF es la más utilizada actualmente en larga distancia. La fibra DSF ya no se utiliza. Véase la Tabla 1.4 y la Figura 1.1.

La fibra monomodo de atenuación optimizada es una fibra monomodo cuya dispersión no ha sido desplazada, pero la atenuación en la zona de absorción de oxidrilos ha sido minimizada, por lo que es posible transmitir en todo el rango de longitudes de onda desde 1 285 hasta 1 620 nm.

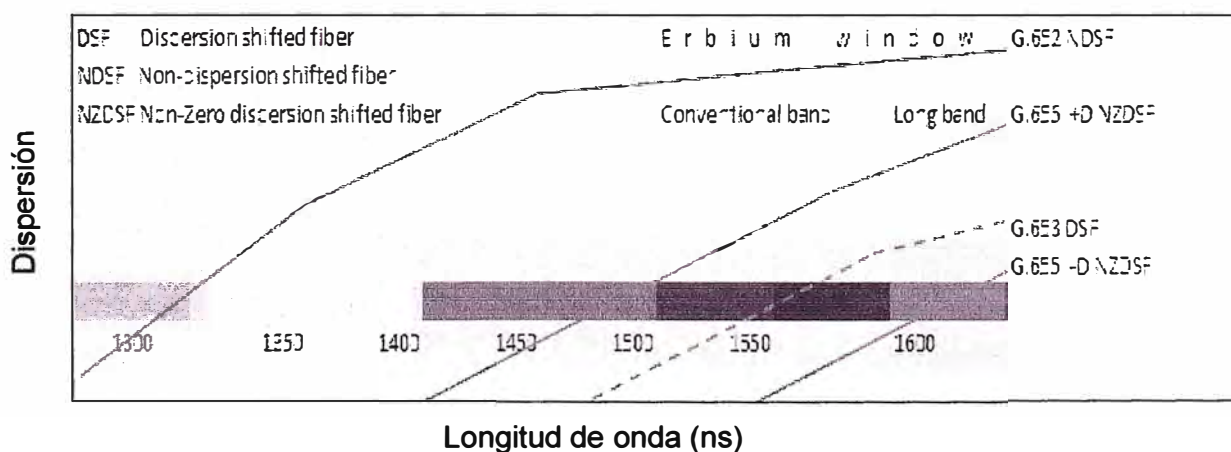


Fig. 1.1 Dispersión por tipo de fibra monomodo

Tabla 1.4 Tipos de fibra monomodo

Nombre común	Aplicación	Norma ITU-T	Norma IEC	Bandas
NDSF (Non Dispersion Shifted Fiber). Fibra monomodo convencional	Es la más extendida. Se esta sustituyendo rápidamente por la LWP, que permite extender el uso a la zona de 1360-1460 nm, es adecuada para CWDM	G.652.A G.652.B	B1.1	O
NDSF LWP (Low Water Peak). Fibra monomodo sin pico de agua	Está sustituyendo rápidamente a la fibra convencional. Especialmente adecuada para aplicaciones CWDM	G.652.C G.652.D	B1.3	O, E, S, C y L
DSF (Dispersion Shifted Fiber)	Diseñada a mediados de los 80 para 3 ^a vent. No apta para DWDM. Actualmente sustituida por NZDSF.	G.653	B2	C y L
NZDSF (Non-Zero Dispersion Shifted Fiber)	Diseñada a mediados de los 90 para sustituir a la DSF en aplicaciones DWDM	G.655.B G.655.C	B4	C y L
Cut-off Shifted Fiber	Diseñada para grandes distancias. Muy baja atenuación en 3 ^a v., alta potencia de emisión. Elevado costo. Cables submarinos	G.654	B1.2	C y L

De manera que, previendo el crecimiento del tráfico en el enlace troncal que se propone en el presente Informe, se recomienda el tipo de fibra óptica monomodo NZDSF como medio idóneo para las transmisiones intercentrales a lo largo de 160 kilómetros.

1.5 Cálculo de la longitud de regeneración

Un enlace de fibra óptica debe propagar una señal óptica que llegue con un nivel de potencia mayor que o igual a la sensibilidad máxima del equipo Receptor. La instalación de amplificadores en la ruta dependerá del valor de la longitud de regeneración con respecto a la longitud del enlace.

Si la longitud de regeneración que se calcule en este diseño resultare ser mayor que la distancia entre transmisor y receptor, no será necesario amplificador óptico alguno.

Pero si la longitud de regeneración resultare ser menor que la distancia entre transmisor y receptor, será necesario el aporte de amplificadores ópticos.

La longitud de regeneración se determina mediante el cálculo del límite por atenuación y del límite por ancho de banda, tal como se muestran a continuación.

1.5.1 Límite por atenuación

El cálculo de este límite considera las atenuaciones provocadas por los componentes del enlace y las penalizaciones que recomiendan las consideraciones de diseño, y se relacionan en la siguiente fórmula:

$$LR = \frac{Pt - Pr - Nc \cdot \alpha_c - Ne \cdot \alpha_e - Pp - Ms}{\alpha} \quad (1.2)$$

Donde:

LR es Longitud de Regeneración (Km)

Pt es Potencia del transmisor (dBm)

Pr es Sensibilidad máxima del receptor para un BER de 10^{-9} (dBm)

Nc es Número de enfrentamiento de conectores

α_c es Atenuación media del enfrentamiento de conectores (dB)

Ne es Número de empalmes

α_e es Atenuación media de la clase de empalme (dB)

Pp es Penalización por equalización (dB)

Ms es Margen de los equipos (dB)

α es Coeficiente de atenuación de la fibra (dB / Km)

El número de empalmes se calcula con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$Ne = \left[\left\lceil \frac{L}{L_B} \right\rceil \right] + 2 \quad (1.3)$$

Donde:

L es Longitud del enlace (Km)

L_B es Longitud del cable en bobina (Km)

$\lceil \rceil$ es mayor entero

Las fórmulas (1.2) y (1.3) hacen mención a componentes que van instalados en el enlace y con la ayuda del esquema básico de la Figura 1.2 se pueden ubicar fácilmente.

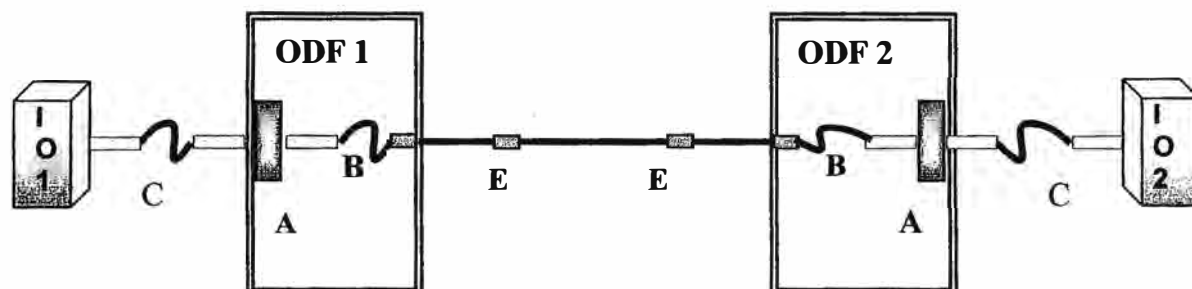


Figura 1.2 Esquema básico del enlace de fibra óptica

Leyenda:

- es Acoplador
- B es Pigtail
- es Jumper
- E es Empalme
- ODF es Distribuidor Óptico Principal
- IO1 es Interface Óptica (transmisión)
- IO2 es Interface Óptica (recepción)

Para el cálculo del número de empalmes N_e , se sabe que:

$$L = \text{Longitud del enlace (Km)} = 160 \text{ Km}$$

$$L_B = \text{Longitud del cable en bobina (Km)} = 4 \text{ Km}$$

Reemplazando estos datos en la fórmula (1.3), se tiene:

$$N_e = \text{Número de empalmes} = \left[\left[\frac{160}{4} \right] \right] + 2 = 42 \text{ empalmes}$$

Para el cálculo del límite por atenuación, se sabe que:

$$P_t = \text{Potencia inyectada del transmisor} = 0 \text{ dBm}$$

$$P_r = \text{Sensibilidad máxima del receptor con BER}=10^{-9} = -34 \text{ dBm}$$

$$N_c = \text{Número de enfrentamiento de conectores} = 2$$

α_c	= Atenuación media del enfrentamiento de conectores	= 0.75 dB
N_e	= Número de empalmes	= 42 empalmes
α_e	= Atenuación media de empalme por fusión	= 0.15 dB
P_p	= Penalización por ecualización	= 1 dB
MS	= Margen de los equipos	= 3 dB
α	= Coeficiente de atenuación de la fibra (dB / Km)	= 0.22 @ 1 550 nm

Reemplazando estos datos en la fórmula (1.2), se tiene:

$$LR = \frac{0 - (-34) - (2) \times (0.75) - (42) \times (0.15) - 1 - 3}{0.22}$$

$$LR = 100.90 \text{ Km}$$

Se observa que la Longitud de Regeneración (100.90 Km) es menor que la Longitud del Enlace (160 Km). Por lo tanto, será necesario el uso de un amplificador EDFA en el punto medio de cada fibra activa para que cada receptor capte una señal inteligible.

Estos amplificadores de fibra óptica dopada con erbio (EDFA en inglés) amplifican la señal óptica en ruta sin tener que convertirla al dominio eléctrico. Son independientes del número de longitudes de onda transmitidas por la fibra y de la velocidad de la señal transportada en cada longitud de onda. Cabe resaltar que se usarán solamente 6 longitudes de onda de las 16 que se pueden manejar, tal como se deduce a continuación:

Una longitud de onda permite 4 032 canales de 64 Kbps, entonces, ¿cuántas longitudes de onda requerirán 1 472 Mbps? $1\,472\,000 / (4\,032 \times 64) = 5.7$

Por consiguiente, son 6 longitudes de onda para 1 472 Mbps.

Se está proponiendo el uso de amplificadores EDFA y no de regeneradores porque éstos necesitan un suministro eléctrico a lo largo de la ruta y son más onerosos. Además, los repetidores tienen que separar cada longitud de onda para regenerar la señal y conocer la velocidad de cada señal transmitida.

1.5.2 Límite por ancho de banda

El cálculo del límite por ancho de banda está estrechamente vinculado al problema de la dispersión de la señal en el enlace óptico.

La velocidad de transmisión en un par de fibras activas con 16 longitudes de onda y código "Non Return Zero" (NRZ en inglés), se calcula con el apoyo de la siguiente fórmula:

$$V_{\text{TX PAR FIBRAS ACTIVAS}} = \frac{BW}{0.8} \times 16 \quad (1.4)$$

Donde:

$V_{\text{TX PAR FIBRAS ACTIVAS}}$ es Velocidad de Tx de un par de fibras activas (Mbps)
 BW es Ancho de banda (MHz)
 0.8 es el valor respectivo del código NRZ para enlaces de largas distancias y altas velocidades.

En una fibra óptica monomodo, el ancho de banda se calcula con el apoyo de la siguiente fórmula:

$$BW = \frac{0.44}{D \times \Delta\lambda \times L} \quad (1.5)$$

Donde:

BW es Ancho de banda (GHz)
 D es Coeficiente de dispersión cromática (ps / nm . Km)
 $\Delta\lambda$ es Anchura espectral (nm)
 L es Longitud del enlace (Km)
 $D \times \Delta\lambda \times L$ es Dispersión acumulada total δ (ns)

En vista que la norma G.655 recomienda trabajar en la tercera ventana, se tiene:

D = Coeficiente de dispersión cromática = 4 ps / nm . Km.
 $\Delta\lambda$ = Anchura espectral = 1 nm
 L = Longitud del enlace = 160 Km

Reemplazando estos datos en la fórmula (1.5):

$$BW = \frac{0.44}{4 \times 1 \times 160} = 0.000687495 \text{ THz} = 687.49 \text{ MHz}$$

Reemplazando este dato en la fórmula (1.4):

$$V_{\text{TX PAR FIBRAS ACTIVAS}} = (687.49 / 0.8) \times 16 = 13\,749.76 \text{ Mbps}$$

Se observa que la $V_{\text{TX PAR FIBRAS ACTIVAS}}$ de 13 749.76 Mbps es mayor que la $V_{\text{TX STM-16}}$ de 2 488.32 Mbps. Por lo tanto, la interface óptica STM-16 sí podrá ser soportada por un par de fibras activas de 13 749.76 Mbps en la tercera ventana.

Cabe observar que un par de fibras activas tiene el ancho de banda suficiente para atender hasta cinco interfaces STM-16 cuando se presente la necesidad de incrementar el tráfico en el enlace propuesto.

1.6 Costos en el diseño

Los costos en el diseño propuesto ascienden a la suma de 1 999 028 Dólares Americanos y se componen de costos de equipos, materiales y mano de obra, que se plantean a continuación.

1.6.1 Costo de equipos básicos

Comprende amplificador óptico EDFA, equipo plataforma de transmisión óptica, equipo multiplexor y tarjeta de interface óptica.

Tabla 1.5 Costo de equipos básicos

ITEM	DESCRIPCION	CANT	P. UNIT. USD	SUB-TOTAL USD
1	Amplificador óptico EDFA (2 activos + 6 de reserva + 2 de respaldo)	10	18 071	180 710
2	Plataforma de transmisión óptica	2	13 580	27 160
3	Multiplexor (2 activos + 6 de reserva + 2 de respaldo)	2	12 044	24 088
4	Tarjeta de interface óptica (2 activos + 6 de reserva + 2 de respaldo)	2	9 035	18 070
			TOTAL	250 028

1.6.2 Costo de materiales

Comprende cable de F.O., conjunto de empalme, ODF con 30 acopladores, Pigtail y Jumper.

Tabla 1.6 Costos de materiales básicos

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	P. UNIT. USD	SUB-TOTAL USD
1	Cable de F.O. (40 BOBINAS DE 4 Km)	Km	160	7 800	1 248 000
2	Conjunto de empalme	Kit	440	380	167 200
3	ODF con 15 acopladores	Kit	2	450	900
4	Pigtail	Uno	30	80	2 400
5	Jumper	Uno	30	80	2400
				TOTAL	1 420 900

1.6.3 Costo de mano de obra

Comprende tendido de cable, empalme de cable, terminación de cable, instalación de ODF, instalación de equipos, mediciones de atenuación y Estudio e Ingeniería.

Tabla 1.7 Costos de mano de obra básicos

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	P. UNIT. USD	SUB-TOTAL USD
1	Tendido de cable de F.O.	Km	160	1 590	254 400
2	Empalmes (40 BOBINAS + 2)*10 EDFAS+10 BOMBAS	Uno	430	40	17 200
3	Terminaciones de cable (10 TARJETAS*2 + 10 BOMBAS)	Uno	30	30	900
4	Instalación de ODF	Uno	2	400	800
5	Instalación de equipos (2 PLATAFORMAS + 2 MUX + 10 BOMBAS)	Set	14	400	5 600
6	Mediciones de atenuación (hilos: 2 de activas + 6 de reserva + 2 de respaldo + 10 de bombeo antes de unir al EDFA)	Hilo	20	460	9 200
7	Estudio e Ingeniería				40 000
				TOTAL	328 100

CAPITULO II

PRUEBAS DE ATENUACION

2.1 Medición de la atenuación en el medio de transmisión

La atenuación en el medio de transmisión es directamente proporcional a la longitud del enlace intercentrales. La ITU-T recomienda dos tipos de medición de la atenuación: Reference Test Measure (RTM) y Alternative Test Measure (ATM).

La medición RTM se efectúa en base a un ensayo destructivo con equipos muy costosos, la cual no es recomendable para el campo porque el cable ya está instalado y el presupuesto ya está destinado para otro fin.

La medición ATM también puede dar resultados confiables en base a un ensayo no destructivo con instrumentos portátiles más económicos. La cual se elige por ser la más idónea para el enlace propuesto en el presente Informe.

La UIT recomienda dos métodos para este tipo de medición ATM de la atenuación: el método de inserción y el método de reflectometría.

2.1.1 Método de inserción

El método de inserción requiere los instrumentos y accesorios siguientes:

- a) Una fuente óptica, F



Fig. 2.1 Fuente óptica

- b) Un medidor de potencia óptica, M.



Fig. 2.2 Medidor de potencia de 40 dB

- c) Dos adaptadores ópticos, A y B.



Fig. 2.3 Adaptadores ópticos

- d) Dos jumpers, J1 y J2.

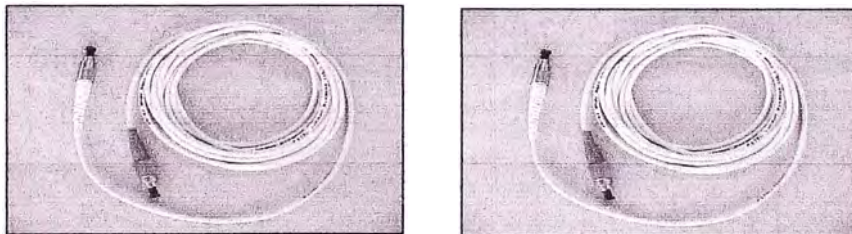


Fig. 2.4 Jumpers

Con el método de inserción se tiene que encender la fuente unos diez minutos antes de comenzar las mediciones y no se debe apagar hasta que se concluyan las mediciones. La función de apagado automático de la fuente tiene que estar deshabilitada y la longitud de onda en 1 550 nm por ser la tercera ventana la región de operación de la señal óptica.

Para una buena medición, el método de inserción se describe a continuación.

Sea P_1 el nivel de potencia que sensa el medidor de potencia a la derecha del jumper J2 en la Figura 2.5. P_1 representa la caída de potencia debido a los jumpers que se usan con este método. Como toda variable, P_1 debe tener un valor que será representado por "X" en este caso.

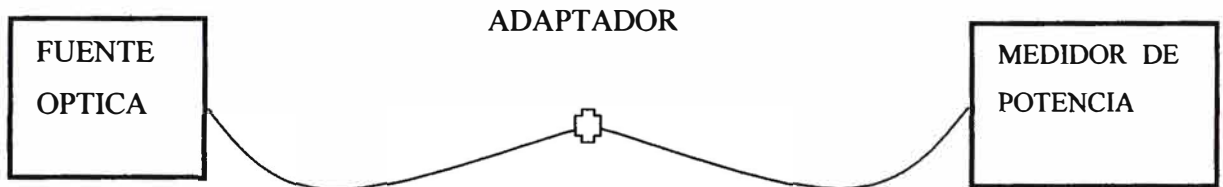


Figura 2.5

Sea "X" el valor leído en el medidor de potencia de la Figura 2.5; "X" es el valor medido de la potencia P_1 . Está en decibeles dBm y se registra por única vez en las Tablas 2.1 y 2.2.

Después de obtener la lectura "X", se desconecta la fuente óptica y el medidor de potencia.

El personal va a cada extremo del enlace con los instrumentos para la medición de la caída de potencia en el enlace tal como se puede apreciar en la Figura 2.6.

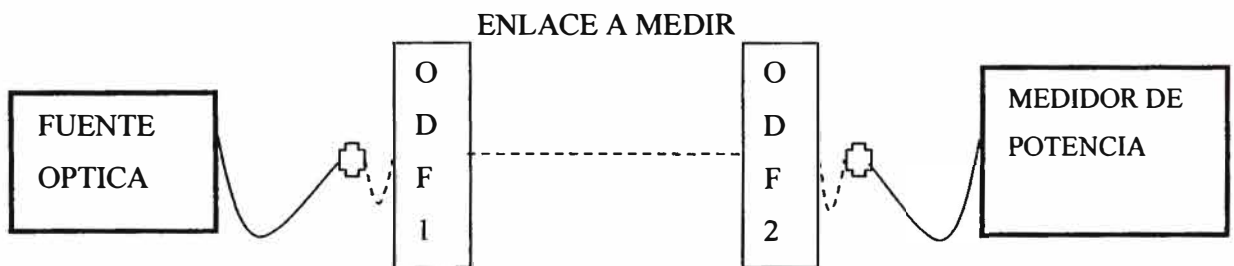


Figura 2.6 Medición de P2 en el sentido A-B

Como se efectuarán unas mediciones en el enlace, el transmisor y el receptor tienen que estar desconectados de ODF-1 y ODF-2 hasta terminar las mediciones.

Sea P_2 el nivel de potencia que sensa el medidor de potencia en una fibra óptica del enlace entre los adaptadores A y B de la Figura 2.6; es decir, entre el ODF-1 y el ODF-2.

Sean Y' , Y'' e Y''' los valores leídos en el medidor de potencia en el sentido de A a B de la Figura 2.6, en una fibra óptica por primera, segunda y tercera vez respectivamente.

En el extremo izquierdo de ODF-1, queda la punta flotante del transmisor, la que se muestra en trazos discontinuos y se debe conectar al adaptador A. Y también se conecta el jumper J1 de la fuente al adaptador A.

En el extremo derecho de ODF-2, queda la punta flotante del receptor, la que se muestra en trazos discontinuos y se debe conectar al adaptador B. Y también se conecta el jumper J2 del medidor de potencia al adaptador B.

Las mediciones se practican en orden secuencial en cada hilo de fibra óptica y las lecturas (Y') se registran en decibeles dBm en la Tabla 2.1.

Cuando se alcance el último hilo, se regresa al primero y se repiten las mediciones registrando sus lecturas (Y'') en la Tabla 2.1 por segunda vez.

Cuando se alcance el último hilo, se regresa al primero y se repiten las mediciones registrando sus lecturas (Y''') en la Tabla 2.1 por tercera vez.

El promedio Y_i de cada hilo en el sentido de A a B se calcula con la fórmula que se muestra a continuación:

$$Y_i = (Y_i' + Y_i'' + Y_i''') / 3 \quad (2.1)$$

En la última columna, la atenuación en cada hilo en el sentido de A a B se calcula con ayuda de la siguiente fórmula:

$$Y_N^* = X - Y_i \quad (2.2)$$

Tabla 2.1 Mediciones de potencia de A a B

Fibra	Lecturas de P2			Promedio de A a B	Atenuación de A a B
	1ra.	2da.	3ra.		
1	Y_1'	Y_1''	Y_1'''	Y_1	Y_1^*
2	Y_2'	Y_2''	Y_2'''	Y_2	Y_2^*
3	Y_3'	Y_3''	Y_3'''	Y_3	Y_3^*
.
.
N	Y_N'	Y_N''	Y_N'''	Y_N	Y_N^*

P1: __X__ dBm

Después que se escriben las lecturas Y' , Y'' e Y''' en la tabla, se desconectan la fuente óptica y el medidor de potencia de la Figura 2.6.

El personal se va al otro extremo del enlace con los instrumentos como se aprecia en la Figura 2.7.

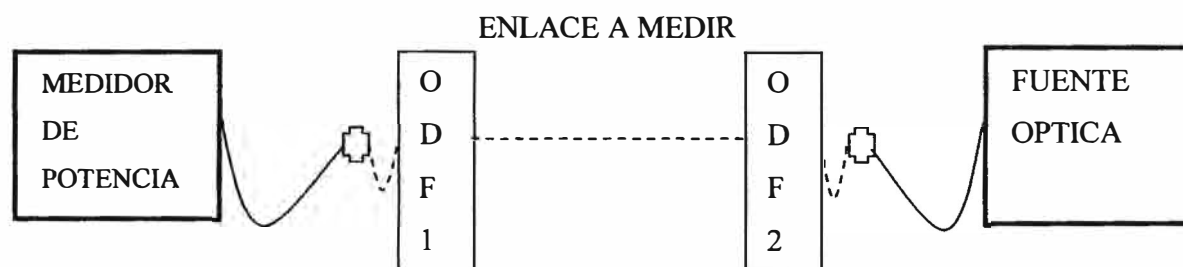


Figura 2.7 Medición de P2 en el sentido B-A

Sea P_2 el nivel de potencia que sensa el medidor de potencia en una fibra óptica del enlace entre los adaptadores B y A; es decir, entre el ODF-2 y el ODF-1 que se muestra en la Figura 2.7.

Sean Z' , Z'' y Z''' los valores leídos en el medidor de potencia de la Figura 2.7 en una fibra óptica por primera, segunda y tercera vez respectivamente en el sentido de B a A.

Las mediciones se practican en orden secuencial en cada hilo de fibra óptica y las lecturas (Z') se registran en decibeles dBm en la Tabla 2.2.

Cuando se alcance el último hilo, se regresa al primero y se repiten las mediciones registrando sus lecturas (Z'') en la Tabla 2.2 por segunda vez.

Cuando se alcance el último hilo, se regresa al primero y se repiten las mediciones registrando sus lecturas (Z''') en la Tabla 2.2 por tercera vez.

Tabla 2.2 Mediciones de potencia de B a A

Fibra	Lecturas de P2			Promedio de B a A	Atenuación de B a A
	1ra.	2da.	3ra.		
1	Z_1'	Z_1''	Z_1'''	Z_1	Z_1^*
2	Z_2'	Z_2''	Z_2'''	Z_2	Z_2^*
3	Z_3'	Z_3''	Z_3'''	Z_3	Z_3^*
.
.
N	Z_N'	Z_N''	Z_N'''	Z_N	Z_N^*

P1: X dBm

El promedio Z_i de cada hilo en el sentido de B a A se calcula con la fórmula que se muestra a continuación:

$$Z_i = (Z_i' + Z_i'' + Z_i''') / 3 \quad (2.3)$$

En la última columna, la atenuación en cada hilo en el sentido de B a A se calcula con ayuda de la siguiente fórmula:

$$Z_i^* = X - Z_i \quad (2.4)$$

A continuación se copia la última columna de la Tabla 2.1 y la última comuna de la Tabla 2.2, en la Tabla 2.3 para obtener la atenuación total del medio de transmisión.

Tabla 2.3 Atenuación del medio de transmisión

Fibra	Atenuación de A a B	Atenuación de B a A	Atenuación Total (dBm)
1	Y_1^*	Z_1^*	A_1
2	Y_2^*	Z_2^*	A_2
3	Y_3^*	Z_3^*	A_3
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
N	Y_N^*	Z_N^*	A_N

La atenuación total A_i en cada hilo del enlace de fibra óptica se puede calcular con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$A_i = (Y_1^* + Z_1^*) / 2 \quad (2.5)$$

2.1.2 Método de reflectometría

Con el método anterior se efectuaban las mediciones en forma manual, ahora con el método de reflectometría las mediciones se hacen más automáticas con el uso del OTDR.

El método de reflectometría requiere los instrumentos y accesorios siguientes:

- a) Un adaptador óptico, A.



Fig. 2.8 Adaptador óptico

- b) Una fibra ficticia, F.

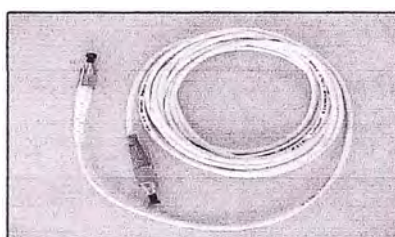


Fig. 2.9 Fibra ficticia

- c) Un Optical Time Domain Reflectometer, OTDR.

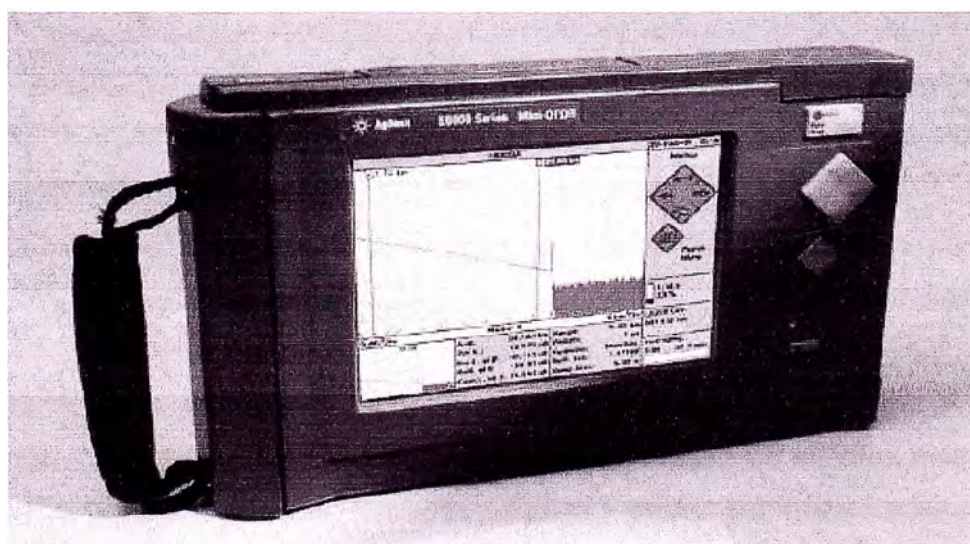


Fig. 2.10 OTDR

El OTDR debe permanecer encendido mientras se efectúa la medición y antes de comenzar las mediciones, se debe configurar el OTDR con los parámetros que se muestran en la Tabla 2.4.

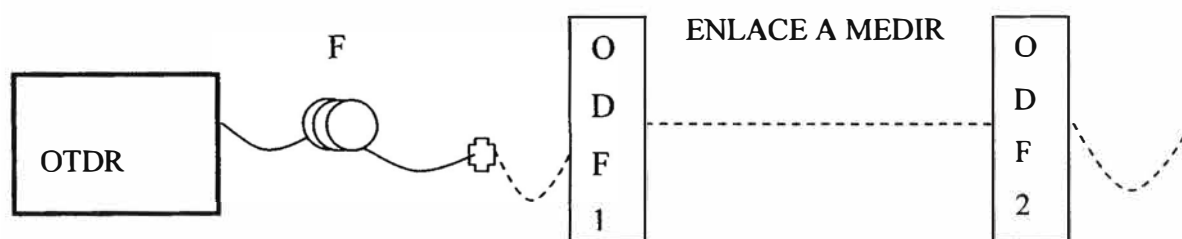
Tabla 2.4 Configuración del OTDR

Parámetros	Valor
Tipo de fibra óptica	SM 1550
Índice de Refracción	1.4681
Rango de distancia	160 Km o sup. Inmediato
Ancho de pulso	1 micro sec
Tiempo	Real (refresh sin plazo)

En cada extremo del enlace, el transmisor y el receptor se desconectan de sus ODF's y quedan flotando las puntas de los jumpers de los ODF's que llegan a estos equipos. Transmisor y receptor deben estar desconectados por que no forman parte integrante del medio de transmisión, del cual se quiere conocer la atenuación total.

En el extremo de ODF-1, se conecta la punta flotante al adaptador. Se conecta un extremo de la fibra ficticia F al adaptador A y el otro al OTDR.

En el extremo de ODF-2, se deja la punta flotante. Vea el conexionado que se aprecia en la Figura 2.11.

**Figura 2.11 Medición de la atenuación del enlace**

La fibra ficticia F es un cordón auxiliar de fibra óptica para certificar el primer evento ubicado al inicio del enlace, sin esta fibra ficticia se estaría viendo los eventos más allá del inicio del enlace. Las características de la fibra ficticia F deben ser iguales a las de la fibra del enlace y debe tener una longitud mayor que la zona muerta del OTDR. Así, queda trasladada la zona muerta del OTDR al tramo de esta fibra ficticia F donde no interesa certificar evento alguno, pues, este tramo no está comprendido en el enlace propuesto cuando entra en funcionamiento con los equipos de transmisión. Si el fabricante indica que la zona muerta de eventos es 3 metros y la zona muerta de atenuaciones es 12 metros, entonces, se arma una fibra ficticia F de unos 15 metros para toda medición confiable en la que es importante considerar el primer evento ubicado al inicio del propio enlace.

La fibra ficticia F se conecta entre el OTDR y el adaptador A como se muestra en la Figura 2.11. La fibra ficticia F se usa para observar el evento conector de inicio, es decir, la punta del jumper del ODF-1.

En general, el OTDR presenta en su pantalla la traza de la fibra óptica y de los eventos tales como conectores, empalmes y posibles fallas en la fibra instalada a lo largo del enlace. De esta manera, puede detectar pérdidas, fallas y distancia entre eventos. Al leer la traza se podrá interpretar qué es y dónde está el evento. Un evento puede ser Reflectivo o No Reflectivo.

Los eventos reflectivos pueden ser empalmes mecánicos, enfrentamiento de conectores, fisuras en el núcleo, roturas y conectores terminales.

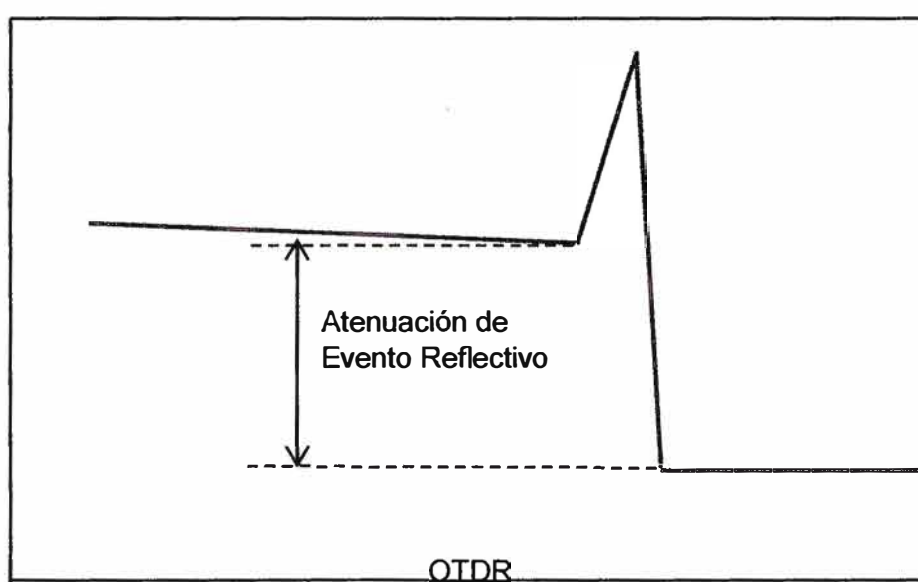


Figura 2.12 Forma típica de un evento reflectivo

Los eventos no reflectivos pueden ser empalmes por fusión, fisuras antes del núcleo y microcurvaturas.

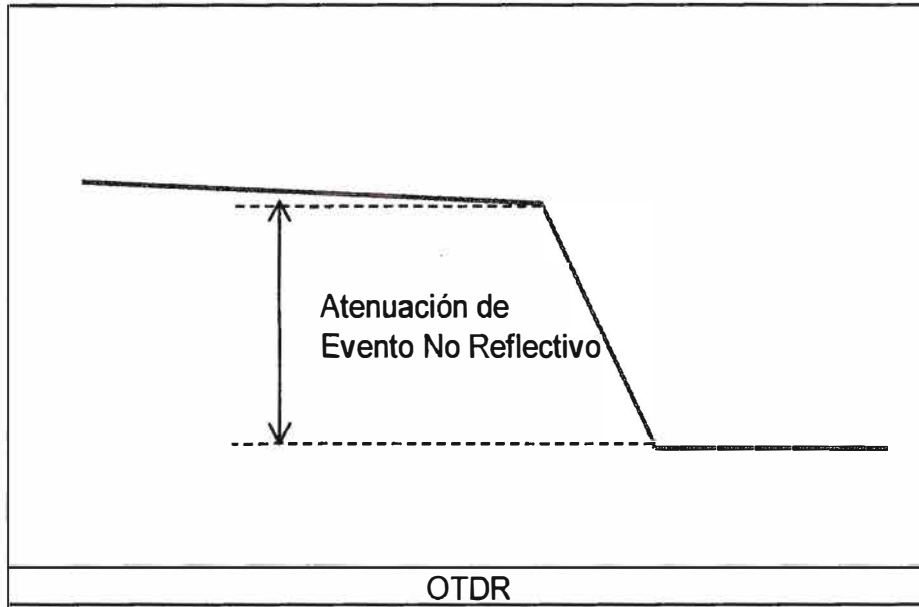


Figura 2.13 Forma típica de un evento no reflectivo

A manera de ensayo mental, considere que no hay empalmes por fusión ni fisuras ni microcurvaturas, tampoco el cable auxiliar F ni el adaptador A de la Figura 2.11. Es decir, el OTDR se conecta directamente al ODF-1.

El OTDR generaría una traza como la que se muestra a continuación.

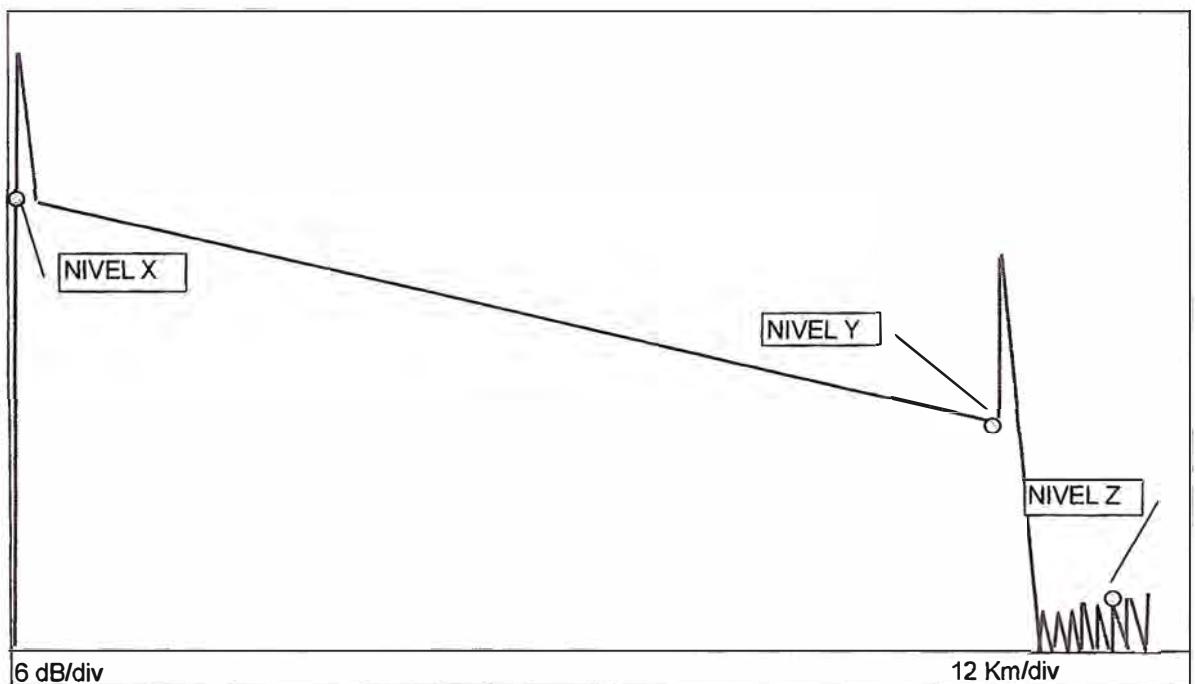


Figura 2.14 Traza con una reflexión de inicio y otra de fin

El pico de la izquierda es el pico de reflexión debido al conector del OTDR, mientras que la otra reflexión es el pico de reflexión de la salida de la fibra óptica del enlace. El conjunto de pequeños picos a la derecha es el ruido de piso que el OTDR presenta al no encontrar más eventos que mostrar más allá del enlace.

La diferencia de niveles de potencia entre los puntos X e Y indica la atenuación total de la fibra. Mientras que la diferencia de niveles de potencia entre los puntos X y Z indica el rango dinámico de pico. Este rango dinámico puede estar comprendido entre los 10 y 40 dB de acuerdo a la experiencia de campo.

Por ejemplo, si el rango dinámico es 34 dB y la fibra tiene un coeficiente de atenuación de 0.2 dB / Km en tercera ventana, entonces, la distancia máxima es 170 Km. Con esto se puede concluir que el OTDR también sirve para verificar si el enlace cae dentro del rango de distancias. En el caso que el cable de fibra vaya en ductos se dará una tolerancia de 5%, mientras que será del 7% si el cable de fibra óptica va en tendido aéreo.

Ahora, efectúe otro ensayo insertando la fibra ficticia F y el adaptador A como en la Figura 2.15.

El OTDR generaría una traza como la que se muestra a continuación.

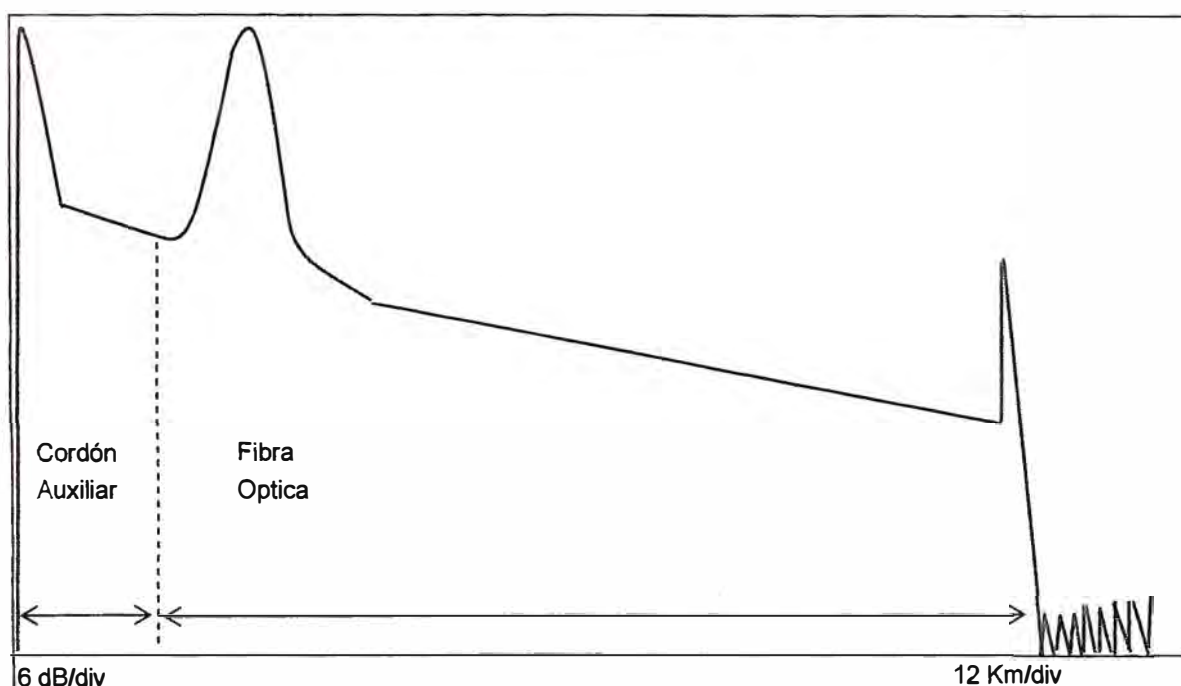


Figura 2.15 Traza de Inicio de fibra con una fibra ficticia F

La Figura 2.15 muestra una buena manera de medir el Evento Inicio de una fibra conectando una fibra ficticia F al comienzo de la misma. Con esto se logra una mejor visión del evento al inicio de la fibra óptica.

Ahora, inserte una ruptura en la fibra en el último tramo de la Figura 2.14. El OTDR generaría una traza como la que se muestra a continuación.

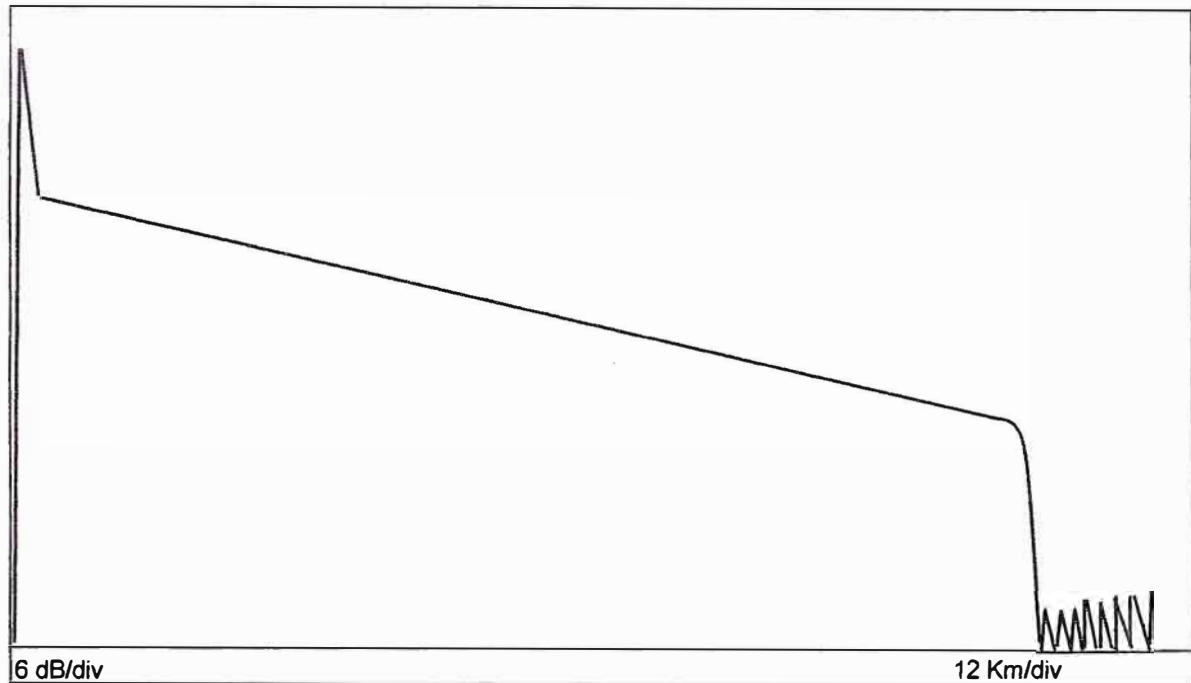


Figura 2.16 Traza de Ruptura de una fibra

La Figura 2.16 muestra una caída abrupta hacia el ruido de piso de la traza, lo que indica un Evento Ruptura de fibra. Observe que ya no se tiene un pico a la derecha porque ya se perdió el Evento Conector más allá de la ruptura.

Ahora, inserte un solo empalme por fusión en la fibra de la Figura 2.14. El OTDR generaría una traza como la que se muestra en la Figura 2.17.

La Figura 2.17 muestra un descenso de escalón en la traza antes del pico de la derecha debido al empalme considerado. Dicho escalón indica un Evento Empalme por Fusión.

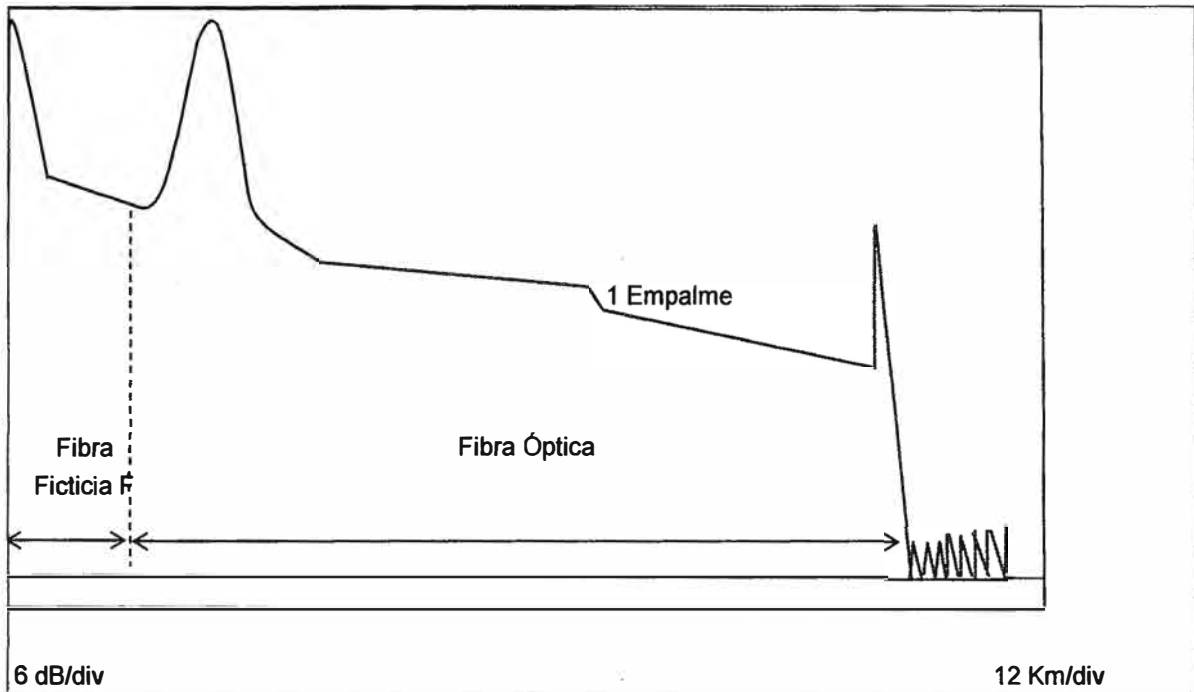


Figura 2.17 Traza de un empalme en la ruta de una fibra

Tal como se describe en el Capítulo I, el diseño propone una cantidad de 42 empalmes por fusión a lo largo de cada fibra óptica. Los cuales aparecerán distribuidos como 42 descensos escalón entre los picos de Inicio y Fin de la fibra como se puede apreciar en la Figura 2.18.

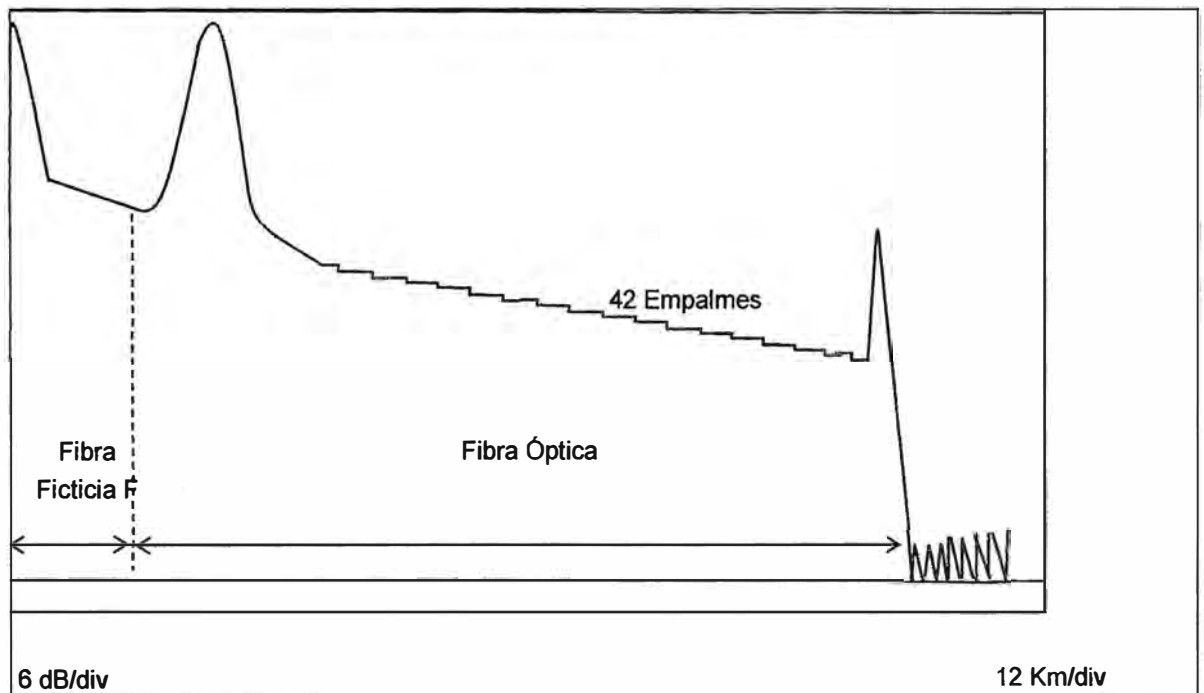


Figura 2.18 Traza de 42 empalmes en la ruta de una fibra (aprox)

CAPITULO III

RESULTADOS DE LA SIMULACION DEL BALANCE DE POTENCIA ÓPTICA

3.1 Enunciado

Un cable de fibras ópticas monomodo del tipo NZDSF enlaza dos intercentrales separadas una distancia de 160 Kilómetros para 23 000 o más canales de 64 Kbps.

3.2 Descripción de la simulación

Se trata de un enlace terrestre intercentrales de comunicaciones ópticas de 160 Kilómetros con una interface STM-16 para 2 488.32 Mbps.

La simulación se efectúa con el auxilio de la hoja electrónica Excel y cuenta con un enunciado, una tabla de datos, una tabla de cálculos, una tabla de balance de potencia sin amplificador, una tabla de balance de potencia con amplificador, una gráfica de balance de potencia sin amplificador y una gráfica de balance de potencia con amplificador. En el enunciado se registra el tipo de fibra monomodo, la distancia intercentrales en Kilómetros y el número de canales que necesita el tráfico telefónico.

En el inicio de la tabla de datos, se copian automáticamente los datos primigenios del enunciado. Observe que la distancia intercentrales se registra bajo el concepto de longitud del enlace en Kilómetros. Seguidamente, se registran manualmente las características de la fibra óptica, conectorizaciones, empalmes y demás accesorios; así como de los equipos de comunicaciones ópticas. En el último segmento de la tabla de datos se cuenta con una tabulación de los niveles jerárquicos SDH que también sirven para trabajar con la tabla de cálculos.

En la tabla de cálculos se registran automáticamente los resultados de las operaciones matemáticas efectuadas a partir de la información registrada en la tabla de datos. Se está calculando la longitud de regeneración en Kilómetros para instalar amplificadores EDFA para asegurar una comunicación inteligible en el receptor. También se está calculando el ancho de banda y la velocidad de transmisión del enlace en Mega bits por segundo para instalar interfaces de comunicaciones digitales acordes con los niveles jerárquicos establecidos por las normas de telecomunicaciones.

En la tabla de simulación de balance de óptico sin amplificador se tabula la potencia óptica versus la longitud del enlace contada a partir del jumper a la izquierda del acoplador A del ODF 1, según la Fig. 3.1.

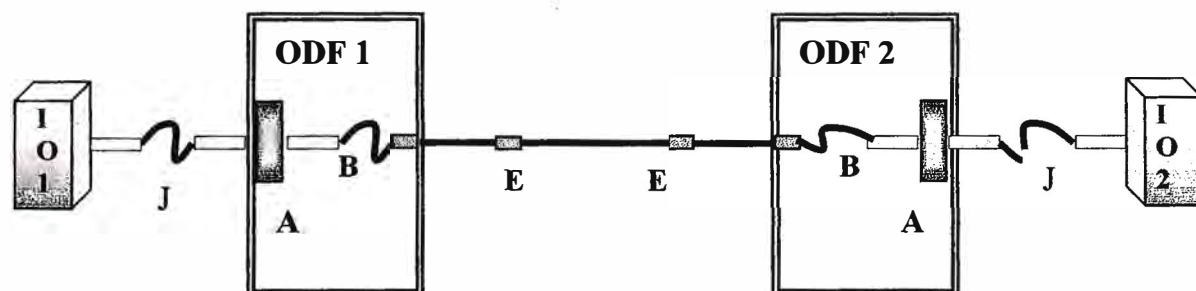


Fig. 3.1 Enlace sin amplificador

Leyenda:

- A Acoplador
- B Pigtail
- J Jumper
- E Empalmes
- ODF Distribuidor Óptico Principal de fibra
- IO1 Interface Óptica (transmisión)
- IO2 Interface Óptica (recepción)

Los resultados se calculan automáticamente con el auxilio de la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia del Punto } K = P_t - K \cdot \alpha - N_c \cdot \alpha_c - K \cdot \alpha_e - K \cdot (P_p - M_s) / L \quad (3.1)$$

Donde:

- K es la longitud del tramo desde la izquierda del acoplador A de la Fig.3.1
- P_t es la potencia del transmisor
- N_c es el número de enfrentamiento de conectores
- α_c es la atenuación media del enfrentamiento de conectores (dB)
- N_e es el número de empalmes
- α_e es la atenuación media de la clase de empalme (dB)
- P_p es la penalización del trayecto (dB)
- M_s es el margen de los equipos (dB)
- α es el coeficiente de atenuación de la fibra (dB / Km)

Se obtienen valores de potencia óptica en cada kilómetro del enlace con esta simulación de potencias.

El nivel de la potencia del transmisor tiene que estar por encima de la sumatoria de la sensibilidad del receptor con la penalización del trayecto y el acumulado de las atenuaciones de los dispositivos pasivos.

El margen de los equipos cubre las posibles variaciones de potencia y sensibilidad por efecto del envejecimiento de dichos equipos incluyendo los conectores de los mismos.

La penalización tiene en cuenta la degradación total debida a las reflexiones, a la interferencia intersímbolos y a la fluctuación del láser.

Las reflexiones están causadas por las discontinuidades del índice de refracción a lo largo del trayecto óptico. La interferencia intersímbolos ocurre por el traslape de los pulsos ensanchados, la fluctuación del láser aparecerá cuando perciba variaciones en el medio ambiente, especialmente las variaciones de temperatura.

El enfrentamiento de conectores, la clase de empalmes y la fibra misma están comprendidos entre los dispositivos ópticos pasivos que pueden ocasionar pérdidas por la degradación de algunos de éstos y las variaciones en el comportamiento del cable de fibra debido a factores del entorno.

En la tabla de simulación de balance óptico con amplificador se tabula la potencia óptica versus la longitud del tramo contada a partir del jumper a la izquierda del acoplador A del ODF 1, según la Fig. 3.2.

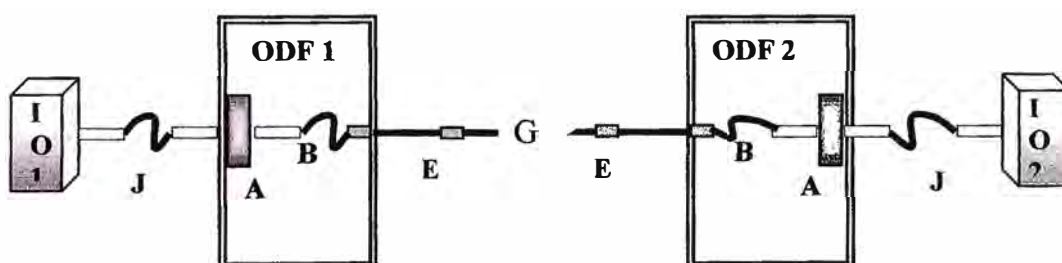


Fig. 3.2 Enlace con amplificador

Leyenda:

- A Acoplador
- B Pigtail
- E Empalmes
- J Jumper
- G Amplificador
- ODF Distribuidor Óptico Principal

IO1 Interface Óptica (transmisión)

IO2 Interface Óptica (recepción)

Los resultados se calculan automáticamente con el auxilio de la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia del Punto } K = G + Pt - K \cdot \alpha - Nc \cdot \alpha_c - K \cdot \alpha_e - K \cdot (Pp - Ms) / L \quad (3.2)$$

Donde:

K es la longitud del tramo desde la izquierda del acoplador A de la Fig.3.1

G es la ganancia del amplificador EDFA ubicado en el kilómetro 80

Nc es el número de enfrentamiento de conectores

α_c es la atenuación media del enfrentamiento de conectores (dB)

Ne es el número de empalmes

α_e es la atenuación media de la clase de empalme (dB)

Pp es la penalización por ecualización (dB)

Ms es el margen de los equipos (dB)

α es el coeficiente de atenuación de la fibra (dB / Km)

En la Fig.3.3 se tiene la gráfica de balance de potencia del enlace sin amplificador donde se plotean los puntos de la tabla respectiva en la que se observa el comportamiento descendente de 0 a -60 dB versus 0 a 160 Km. Cabe resaltar que al final del enlace se llega a un nivel de potencia muy por debajo del nivel -38 dB de sensibilidad del receptor. Por lo que se impone el uso de un amplificador en el enlace.



Fig. 3.3 Gráfico de simulación de balance sin amplificador



Fig. 3.4 Gráfico de simulación de balance con amplificador

En la Fig. 3.4 se tiene la gráfica de balance de potencia del enlace con amplificador donde se plotean automáticamente los puntos de la tabla respectiva en la que se observa el comportamiento descendente de 0 a -36 dB versus 0 a 160 Km. Cabe resaltar que al final del enlace se logra un nivel de potencia por encima del nivel -38 dB del receptor. Por lo que se aprecia la mejora del balance óptico con el uso de un amplificador EDFA.

A continuación, se pueden apreciar las tablas que se mencionan líneas arriba: Tabla de Datos, Tabla de Cálculos, Tabla de Simulación de Balance Óptico sin amplificador, Tabla de Simulación de Balance Óptico con amplificador.

Tabla 3.1 Tabla de Datos del Balance de Potencia Óptico

Descripción	Valor	Observación
Enlace	Terrestre de F.O.	
Distancia intercentrales L (Km)	160	
Tipo de Fibra Óptica	Monomodo 8/125 um	
Tipo de F.O. Monomodo	NZDSF	Non-Zero Dispersion Shifted Fiber
Tipos de servicio	Voz, Datos y Video	
Ancho de banda del tipo Voz/Datos/Video (Kbps)	64 / 256 / 384	
Necesidad de Tráfico en el enlace (Canales):		
Voz	8000	
Datos	1500	
Video	1500	
Longitud del enlace L (Km)	160	
Longitud del cable en bobina LB (Km)	4	
Número de fibras ópticas en el cable	16	
Potencia del transmisor Pt (dBm)	0	
Sensibilidad máxima del receptor Pr (dBm)	-34	para un BER de 10 ⁻¹¹
Número de enfrentamiento de conectores Nc	2	
Atenuación media del enfrentamiento de conectores (dB) ac	0.75	
Número de empalmes Ne	42	Ne = //L / LB// + 2
Atenuación media de la clase de empalme ae (dB)	0.15	
Penalización por ecualización Pp (dB)	1	
Margen de los equipos Ms (dB)	3	
Coefficiente de atenuación de la fibra (dB / Km) α	0.22	@ 1550 nm
Coefficiente de dispersión cromática D (ps / nm . Km)	4	
Anchura espectral Δλ (nm)	1	
Longitud del enlace L (Km)	160	
Rango dinámico RD (dB)	34.00	RD = Pt – Pr
Bit Rate (Mbps)	Nivel SDH	Canales
155.52	STM-1	63-E1 ó 1-E4
622.08	STM-4	252-E1 ó 4-E4
2488.32	STM-16	1008-E1 ó 16-E4
9953.28	STM-64	4032-E1 ó 64-E4
39813.12	STM-256	16 128-E1 ó 256-E4

Tabla 3.2 Tabla de cálculos de balance óptico

Tabla de Cálculos		
Descripción	Valor	Observación
Ancho de banda del Tráfico (Mbps)	1472	$BWT = (1 \times VOZ + 4 \times DATOS + 6 \times VIDEO) \times 64\ 000$
Nivel SDH/STM-n (Mbps)	STM-16	El enlace soporta este nivel jerárquico de Interface
Número de empalmes N_e	42	$N_e = \#L / LBW + 2$
Longitud de Regeneración LR (Km)	100.91	$LR = (P_t - P_r - N_c \cdot \alpha - N_e \cdot \alpha_e - P_p - M_s) / \delta$
¿Longitud de Regeneración < Longitud del Enlace?	Si	Si, entonces, instalar EDFAs cada LR para captar una señal inteligible
Nro. De EDFA's	2	Nro. De EDFA's de ida y de vuelta
Dispersión acumulada total δ (ns)	640.00	$\delta = D \times \Delta\lambda \times L$
Ancho de banda BW (MHz)	687.50	$BW = 1000000 \cdot 0.44 / \delta$
Velocidad de transmisión del enlace $V_{TXENLACE}$ (Mbps)	13750.00	$V_{TXENLACE} = 16 \times BW / 0.8$
¿ $V_{TXENLACE} > V_{TXINTERFACE}$?	Si	Si, entonces, la Interface será escotada por el Enlace
Distancia máxima en OTDR ida y vuelta L_{max} (Km)	340	$L_{max} = 2FD / 0.2$

Tabla 3.3 Tabla de Simulación de Balance Óptico sin amplificador

K	P(K)	K	P(K)
0	-1.50	40	-15.80
1	-1.86	41	-16.16
2	-2.22	42	-16.52
3	-2.57	43	-16.87
4	-2.93	44	-17.23
5	-3.29	45	-17.59
6	-3.65	46	-17.95
7	-4.00	47	-18.30
8	-4.36	48	-18.66
9	-4.72	49	-19.02
10	-5.08	50	-19.38
11	-5.43	51	-19.73
12	-5.79	52	-20.09
13	-6.15	53	-20.45
14	-6.51	54	-20.81
15	-6.86	55	-21.16
16	-7.22	56	-21.52
17	-7.58	57	-21.88
18	-7.94	58	-22.24
19	-8.29	59	-22.59
20	-8.65	60	-22.95
21	-9.01	61	-23.31
22	-9.37	62	-23.67
23	-9.72	63	-24.02
24	-10.08	64	-24.38
25	-10.44	65	-24.74
26	-10.80	66	-25.10
27	-11.15	67	-25.45
28	-11.51	68	-25.81
29	-11.87	69	-26.17
30	-12.23	70	-26.53
31	-12.58	71	-26.88
32	-12.94	72	-27.24
33	-13.30	73	-27.60
34	-13.66	74	-27.96
35	-14.01	75	-28.31
36	-14.37	76	-28.67
37	-14.73	77	-29.03
38	-15.09	78	-29.39
39	-15.44	79	-29.74

K	P(K)
80	-30.10
81	-30.46
82	-30.82
83	-31.17
84	-31.53
85	-31.89
86	-32.25
87	-32.60
88	-32.96
89	-33.32
90	-33.68
91	-34.03
92	-34.39
93	-34.75
94	-35.11
95	-35.46
96	-35.82
97	-36.18
98	-36.54
99	-36.89
100	-37.25
101	-37.61
102	-37.97
103	-38.32
104	-38.68
105	-39.04
106	-39.40
107	-39.75
108	-40.11
109	-40.47
110	-40.83
111	-41.18
112	-41.54
113	-41.90
114	-42.26
115	-42.61
116	-42.97
117	-43.33
118	-43.69
119	-44.04

K	P(K)
120	-44.40
121	-44.76
122	-45.12
123	-45.47
124	-45.83
125	-46.19
126	-46.55
127	-46.90
128	-47.26
129	-47.62
130	-47.98
131	-48.33
132	-48.69
133	-49.05
134	-49.41
135	-49.76
136	-50.12
137	-50.48
138	-50.84
139	-51.19
140	-51.55
141	-51.91
142	-52.27
143	-52.62
144	-52.98
145	-53.34
146	-53.70
147	-54.05
148	-54.41
149	-54.77
150	-55.13
151	-55.48
152	-55.84
153	-56.20
154	-56.56
155	-56.91
156	-57.27
157	-57.63
158	-57.99
159	-58.34
160	-58.70

Tabla 3.4 Tabla de Simulación de Balance Óptico con amplificador

K	P(K)	K	P(K)
0	-1.50	40	-15.80
1	-1.86	41	-16.16
2	-2.22	42	-16.52
3	-2.57	43	-16.87
4	-2.93	44	-17.23
5	-3.29	45	-17.59
6	-3.65	46	-17.95
7	-4.00	47	-18.30
8	-4.36	48	-18.66
9	-4.72	49	-19.02
10	-5.08	50	-19.38
11	-5.43	51	-19.73
12	-5.79	52	-20.09
13	-6.15	53	-20.45
14	-6.51	54	-20.81
15	-6.86	55	-21.16
16	-7.22	56	-21.52
17	-7.58	57	-21.88
18	-7.94	58	-22.24
19	-8.29	59	-22.59
20	-8.65	60	-22.95
21	-9.01	61	-23.31
22	-9.37	62	-23.67
23	-9.72	63	-24.02
24	-10.08	64	-24.38
25	-10.44	65	-24.74
26	-10.80	66	-25.10
27	-11.15	67	-25.45
28	-11.51	68	-25.81
29	-11.87	69	-26.17
30	-12.23	70	-26.53
31	-12.58	71	-26.88
32	-12.94	72	-27.24
33	-13.30	73	-27.60
34	-13.66	74	-27.96
35	-14.01	75	-28.31
36	-14.37	76	-28.67
37	-14.73	77	-29.03
38	-15.09	78	-29.39
39	-15.44	79	-29.74

K	P(K)
80	-5.10
81	-5.46
82	-5.82
83	-6.17
84	-6.53
85	-6.89
86	-7.25
87	-7.60
88	-7.96
89	-8.32
90	-8.68
91	-9.03
92	-9.39
93	-9.75
94	-10.11
95	-10.46
96	-10.82
97	-11.18
98	-11.54
99	-11.89
100	-12.25
101	-12.61
102	-12.97
103	-13.32
104	-13.68
105	-14.04
106	-14.40
107	-14.75
108	-15.11
109	-15.47
110	-15.83
111	-16.18
112	-16.54
113	-16.90
114	-17.26
115	-17.61
116	-17.97
117	-18.33
118	-18.69
119	-19.04

K	P(K)
120	-19.40
121	-19.76
122	-20.12
123	-20.47
124	-20.83
125	-21.19
126	-21.55
127	-21.90
128	-22.26
129	-22.62
130	-22.98
131	-23.33
132	-23.69
133	-24.05
134	-24.41
135	-24.76
136	-25.12
137	-25.48
138	-25.84
139	-26.19
140	-26.55
141	-26.91
142	-27.27
143	-27.62
144	-27.98
145	-28.34
146	-28.70
147	-29.05
148	-29.41
149	-29.77
150	-30.13
151	-30.48
152	-30.84
153	-31.20
154	-31.56
155	-31.91
156	-32.27
157	-32.63
158	-32.99
159	-33.34
160	-33.70

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Este Informe es el desarrollo de los cálculos de ingeniería para el diseño de un enlace terrestre de fibra óptica intercentrales y queda como ejemplo de cálculo de un enlace de fibra óptica.
2. Se trata de un cable de fibras ópticas monomodo NZDSF que deberán interconectar centrales separadas una distancia de 160 kilómetros y que deberán soportar velocidades de 2 488.32 megabits por segundo.
3. Longitud de Regeneración (100,90 Km) < Longitud del Enlace (160 Km)
Por lo tanto, se deberá instalar un amplificador óptico en cada fibra activa en el punto medio de la ruta del enlace para que la sensibilidad del receptor óptico pueda captar una señal inteligible.
4. $V_{TX \text{ PAR FIBRAS ACTIVAS}} (13\ 749,76 \text{ Mbps}) > V_{TX \text{ STM-16}} (2\ 488,32 \text{ Mbps})$
Por lo tanto, la interface óptica STM-16 sí podrá ser atendida por el par de fibras activas de 13 749,76 Mbps en la tercera ventana. Hasta cinco interfaces ópticas STM-16 como máximo para aumentar el tráfico en el enlace.
5. La experiencia dicta que a grandes distancias y/o altas velocidades, la dispersión cromática y la dispersión por polarización modal son cantidades pequeñas, del orden de 3 ps/nm-km y 0,2 ps/(km)^½ respectivamente. Por lo tanto, no se justificaría el gasto que involucrarían las mediciones de estos parámetros en el montaje del cable cuando la primera dispersión se puede calcular en función de la longitud de onda y la segunda dispersión se puede leer de las especificaciones técnicas del fabricante.
6. El OTDR presenta en su pantalla la traza de la fibra óptica y de los eventos tales como conectores, empalmes y posibles fallas a lo largo del enlace. De esta manera,

puede detectar pérdidas, fallas y distancia entre eventos. Al leer la traza se podrá interpretar qué es y dónde está el evento.

7. Los eventos reflectivos pueden ser empalmes mecánicos, enfrentamiento de conectores, fisuras en el núcleo, roturas y conectores terminales.
8. Los eventos no reflectivos pueden ser empalmes por fusión, fisuras antes del núcleo y microcurvaturas.
9. Un rango dinámico en OTDR puede estar comprendido entre los 10 y 40 dB de acuerdo a la experiencia de campo sobre los equipos ópticos de transmisión y recepción. Por ejemplo, si el rango dinámico es 34 dB y la fibra tiene un coeficiente de atenuación de 0,2 dB / Km en tercera ventana, entonces, la distancia máxima en un sentido es 170 Km. Cae dentro de la distancia intercentrales del presente caso.
10. Se recomienda instalar también amplificadores EDFA en los 3 pares de fibras ópticas de reserva y en el par de fibras ópticas de respaldo del diseño.
11. Se recomienda poner énfasis en la selección cuidadosa de los equipos para asegurar que el diseño funcione sin ningún inconveniente.
12. Como en el equipo plataforma de transmisión óptica se ha conectado una tarjeta interface activa para 2,5G, están quedando 7 slots disponibles de 2,5G cada uno para conectar las tarjetas para los 3 pares de fibras de reserva y el par de fibras de respaldo.

ANEXO A

HOJAS TÉCNICAS

Corning® LEAF® Optical Fiber
Product Information



Corning LEAF optical fiber is:

- * The world's first large effective area, non-zero dispersion-shifted fiber (NZ-DSF)
- * Optimized for long-haul and high-data-rate metro networks
- * The world's most widely deployed NZ-DSF
- * The world's first low-water-peak NZ-DSF
- * In compliance with the industry's most stringent requirements, including:
 - ITU-T G.655 (Tables A, B, C, D)
 - IEC Specifications 60793-2-50 Type B4
 - TIA/EIA 492-EA00
 - Telcordia's GR-20
- *

Corning® Optical Fiber – The Measure of Trust

Corning's Service Advantage

Corning Optical Fiber delivers the world's most comprehensive package of innovative products and services, including:

- Worldwide sales support and door-to-door customer service
- Full range of fibers and special order capabilities
- Specialized support from technical experts
- Extensive fiber delivery capabilities with proven success rates
- Real-time, Web-based customer information
- Dedicated account support for our long-term supply customers
- Fiber support services and technical information for end-customers

At Corning Optical Fiber, we strive to provide the best possible customer service and technical support – before, during and after the sale. As a customer, you'll benefit from our established and extensive support infrastructure that's ready to meet your specific needs.

Corning's Product Advantage

Our enhanced, dual acrylate CPC® coatings provide excellent protection. Designed to be mechanically stripped, with an outside diameter of 245 µm, they are optimized for many single- and multi-fiber cable designs, including loose tube, ribbon, slotted core and tight buffer cables.

Corning is committed to product excellence and meeting the evolving needs of our customers. As updates to fiber characteristics or performance specifications become available, they will be posted on the Corning Optical Fiber website at www.corning.com/opticalfiber

Optical Specifications

Fiber Attenuation		Mode-Field Diameter	
<i>Maximum Attenuation</i>		Wavelength (nm)	MFD (μm)
Wavelength (nm)	Maximum Value (dB/km)	1550	9.6 ± 0.4
1383 \pm 3*	≤ 0.4	Dispersion	
1410	≤ 0.32	Wavelength (nm)	Dispersion Value [ps/(nm·km)]
1450	≤ 0.26	1530 – 1565	2.0 – 6.0
1550	≤ 0.22	1565 – 1625	4.5 – 11.2
1625	≤ 0.24	Polarization Mode Dispersion (PMD)	
*Attenuation values at this wavelength represent post-hydrogen aging performance.		Value (ps/√km)	
<i>Attenuation vs. Wavelength</i>		PMD Link Design Value	$\leq 0.04^*$
Range (nm)	Ref. λ (nm)	Maximum Individual Fiber	≤ 0.1
1525 – 1575	1550	*Complies with IEC 60794-3: 2001, Section 5.5, Method 1, (m = 20, Q = 0.01%), September 2001.	
1625	1550	The PMD link design value is a term used to describe the PMD of concatenated lengths of fiber (also known as PMD ₀). This value represents a statistical upper limit for total link PMD. Individual PMD values may change when fiber is cabled. Corning's fiber specification supports emerging network design requirements for high-data-rate systems operating at 10 Gbps rates and higher.	
<i>Microbend Loss</i>			
Mandrel Diameter (mm)	Number of Turns	Wavelength (nm)	Induced Attenuation* (dB)
32	1	1550 & 1625	≤ 0.50
60	100	1550 & 1625	≤ 0.05
*The induced attenuation due to fiber wrapped around a mandrel of a specified diameter.			
<i>Point Discontinuity</i>			
Wavelength (nm)	Point Discontinuity (dB)		
1550	≤ 0.05		

Dimensional Specifications

Glass Geometry		Coating Geometry	
Fiber Curl	≥ 4.0 m radius of curvature	Coating Diameter	245 ± 5 μm
Cladding Diameter	125.0 ± 0.7 μm	Coating-Cladding Concentricity	< 12 μm
Core-Clad Concentricity	≤ 0.5 μm		
Cladding Non-Circularity	$\leq 0.7\%$		

Environmental Specifications

Environmental Test	Test Condition	Induced Attenuation 1550 nm & 1625 nm (dB/km)
Temperature Dependence	-60°C to +85°C*	≤ 0.05
Temperature Humidity Cycling	-10°C to +85°C* up to 98% RH	≤ 0.05
Water Immersion	23° \pm 2°C	≤ 0.05
Heat Aging	85° \pm 2°C*	≤ 0.05
Damp Heat	85°C at 85% RH	≤ 0.05

*Reference temperature: = +23°C.

Operating Temperature Range: -60°C to +85°C

Mechanical Specifications

Proof Test

The entire fiber length is subjected to a tensile stress ≥ 100 kpsi (0.7 GPa)*.

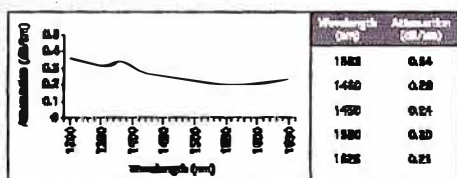
*Higher proof test levels available.

Performance Characterizations

Characterized parameters are typical values.

Numerical Aperture	0.14 <i>NA is measured at the one percent power level of a one-dimensional far-field scan at 1550 nm.</i>
Effective Area (A_{eff})	1550 nm: 72 μm^2
Effective Group Index of Refraction (N_{gp})	1550 nm: 1.468 1625 nm: 1.469
Fatigue Resistance Parameter (N_f)	20
Coating Strip Force	Dry: 0.6 lbs. (3N) Wet, 14-day room temperature: 0.6 lbs. (3N)
Rayleigh Backscatter Coefficient (for 1 ns Pulse Width)	1550 nm: -81 dB 1625 nm: -82 dB
Chromatic Dispersion	1550 nm at 4 ps/(nm·km) 1625 nm at 10 ps/(nm·km)

Spectral Attenuation (Typical Fiber)



Formulas

Dispersion

$$\text{Dispersion} - D(\lambda) = \left(\frac{D(1565 \text{ nm}) - D(1530 \text{ nm})}{35} \right) \cdot (\lambda - 1565 \text{ nm}) + D(1565 \text{ nm})$$

λ = Operating Wavelength up to 1565 nm

$$\text{Dispersion} - D(\lambda) = \left(\frac{D(1625 \text{ nm}) - D(1565 \text{ nm})}{60} \right) \cdot (\lambda - 1625 \text{ nm}) + D(1625 \text{ nm})$$

λ = Operating Wavelength from 1565 nm - 1625 nm

Cladding Non-Circularity

$$\text{Cladding Non-Circularity} = \left[1 - \frac{\text{Min. Cladding Diameter}}{\text{Max. Cladding Diameter}} \right] \times 100$$

Corning Incorporated
www.corning.com/opticalfiber

One Riverfront Plaza
Corning, NY 14831

Ph: 800-525-2524 (U.S. and Canada)
607-248-2000 (International)

Email: coic@corning.com

Corning, LEAF and CPC are registered trademarks of Corning Incorporated, Corning, N.Y.

Any warranty of any nature relating to any Corning optical fiber is only contained in the written agreement between Corning Incorporated and the direct purchaser of such fiber.

©2006, Corning Incorporated



[HOME](#) | [PRODUCTS & SOLUTIONS](#) | [TECHNICAL SUPPORT](#) | [CAREERS](#) | [ABOUT HUAWEI](#)

[Solutions](#)

[Products](#)

[Optical](#)

[NG-SDH](#)

[OptiX OSN 9500](#)

[intelligent optical](#)

[switching](#)

[OptiX OSN 7500](#)

[intelligent optical](#)

[switching](#)

[OptiX OSN 3500](#)

[intelligent optical](#)

[transmission](#)

[OptiX OSN 2500](#)

[intelligent optical](#)

[transmission](#)

[OptiX OSN 2000](#)

[OptiX OSN 1500A](#)

[intelligent optical](#)

[transmission](#)

[OptiX OSN 1500B](#)

[intelligent optical](#)

[transmission](#)

[OptiX Metro5000](#)

[OptiX Metro 3000](#)

[OptiX Metro 1050](#)

[OptiX Metro 1000](#)

[OptiX Metro 500](#)

[OptiX Metro 100](#)

[Services](#)

[Technology](#)

[Success Stories](#)

[Partners](#)

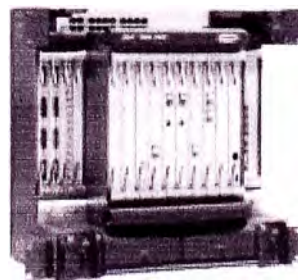
[Site Map](#) | [Contact Us](#) | [Legal](#) | [Links](#)

Huawei Technologies Co., Ltd. Copyright 1998-2007, All rights reserved

[Products & Solutions](#) > [Products](#) > [Optical](#) > [NG-SDH](#) >
[OptiX OSN 2500 intelligent optical transmission](#)

Overview

The OptiX OSN 2500 is a new generation of the integrated 2.5G/622M intelligent optical transmission system based on the multi-service transmission platform (MSTP). It inherits all the characteristics of the MSTP technology and is compatible with traditional SDH and MSTP networks. The equipment integrates many new technologies, including SDH, PDH, Ethernet, WDM, ATM, ESCON, FC/FICON, DVB-ASI (Digital Video Broadcast-Asynchronous Serial Interface), and RPR technologies. It is mainly applied in the convergence and access layers of the MAN (Metropolitan Area Network) and provides complete solutions for the evolution of existing SDH equipment to intelligent optical network equipment.





Features

1.Highly Cost-effective Platform

Service boards and software of the OptiX OSN 7500/3500/2500/1500 are completely compatible; these systems form a unified platform. This can greatly reduce maintenance costs and costs for spare parts. The OSN intelligent platform makes a highly effective combination of services and abilities and provides the operator with a cost-effective solution. The system also supports mixed networking with existing Huawei's equipments and can be put under unified management of Huawei's optical network NM solution.

2.Flexible Equipment Configuration

- STM-16/4 compatible equipment
- Supports the online upgrading of network equipment from 622M to 2.5G

3.Large-capacity Scheduling

It supports 20G VC-4/VC-3/VC-12.

4.Multi-service Provision

1) Service interfaces

- Supports STM-1 (O/E);
- Supports STM-4/16 standard or concatenation services;
- Supports E1/T1/E3/T3/E4;
- Supports the transparent transmission and switching of FE and GE services;
- Supports ATM services;
- Supports IMA services;
- Supports SAN and video services;

2) Provides GMPLS-based fast end-to-end services

5.Highly Integrated

Subrack integration: The subrack dimensions are 460mm (H) x 440mm (W) x 295mm (D); each subrack can provide 9 service board slots and 8 interface board slots.

6. Hardware REG

Provides REG equipment developed based on Optix OSN 2500.

7. Strong Networking Ability

- Supports dynamic addition of meshed network nodes;
- Supports online upgrading and expansion of the meshed network at any rate;
- Supports the networking of up to 40 optical directions in the meshed network;
- Supports various SDH network topologies, including link networking, ring networking, dual ring internetworking, and tangent ring internetworking;
- Supports RPR, VP-RING rings;
- Each subrack can enable 1xSTM-64 four-fiber ring, 2xSTM-16 two-fiber rings, or 4xSTM-16 two-fiber rings.

8. Build-in WDM technology

- Provides two-channel optical add/drop multiplexing board;
- Provides arbitrary bit rate wavelength conversion board;

9. Complete Network Existence Mechanism

- **Mesh recovery**

Supports a distributed recoverable reroute protection scheme;

Provides five types of detailed service protection schemes; services of the diamond, gold, silver, bronze and iron levels can be offered according to different SLAs.

- **SDH protection**

Supports 2F/4F MSP, SNCP, DNI, and shared optical fiber virtual path protection

- **Data service protection**

Supports Ether service RPR ring protection and STP spanning tree protection;

Supports ATM service VP-RING ring protection

10. Complete Equipment Protection Mechanism

- Intelligent control unit protection: 1+1 hot backup
- Supporting 1+1 hot backup protection for key units, including the cross-connection unit and the clock unit
- Power protection
- TPS protection

Technical Specifications

	Opt iX OSN2500
Power input	-48V DC, AC 220V accessed via the external UPM
Installation mode	Mounted in the ETSI 300mm deep cabinet, ETSI 600mm deep cabinet, or 19' cabinet
Dimensions	460mm(H)x440mm(W)x295mm(D)
Typical weight	24kg
Typical power consumption	206W



Alcatel-Lucent 1692 MSE METROSPAN EDGE | RELEASE 3.3

The Alcatel-Lucent 1692 Metrospan Edge (MSE) is a versatile wavelength division multiplexing (WDM) system that offers a cost-effective solution to fully exploit the capacity and flexibility of WDM needed by today's network operators to deliver high-revenue, bandwidth-intensive services. These services include triple play, video services, 3G mobile, storage area network (SAN) extension and enterprise Gigabit Ethernet (GigE). The Alcatel-Lucent 1692 MSE uses industry-standard small form-factor pluggable (SFP) modules based on laser diodes and a sophisticated optical mux/demux unit that eliminates the need for an expensive wavelength controller. It provides enterprises and network operators with an economical, scalable WDM system that can support up to sixteen wavelengths.



Features

- Optimizes the transport of a bundle of signals, groomed according to a synchronous-compliant frame structure, using dedicated TDM transponders
- Supports rapid roll-outs of new services
- Transparently transports multiple protocols (SONET/SDH, SAN, IP, video) on a single wavelength
- Provides optical layer protection (e.g., optical multiplexing section protection [OMSP] and optical channel subnetwork connection protection [OCH-SNCP])
- Simple network management protocol (SNMP) management interface, compliant with standard MIB browser

Benefits

- Reduces the cost of each client service and maximizes optical channel usage
- Allows easy implementation of data applications
- Simplifies network expansions based on end-user demand
- 8 protected channels in 1 shelf
- 4x Any Time-division multiplexing concentrator
- Hot plug capability of all optical interfaces
- Dedicated GigE CWDM transceiver

Technical Specifications

Features

- 8-lambda, 1 TU-T G.694.2 coarse wavelength division multiplexing (CWDM) grid
- Single/double channel optimization configuration
- Bidirectional transmission on all four wavelengths, on each single fiber
- 1, 2 and 4 channel granularity for optical add/drop multiplexer (OADM)
- Low-cost ER wavelength adapter (WLA), 100 Mb/s to 2.7 Gb/s
- 2xGE-FC concentrator with GFP mapping into STM-16/OC-48
- Optical supervisory channel (OSC) for unidirectional and bidirectional (with circulator) applications
 - Wavelength: 1310 nm
 - Bit rate: 4 Mb/s
- 10 Gb/s solution using dense wavelength division multiplexing (DWDM) WLA (STM-64/OC-192, 10 GbE/WAN/LAN)
- Optical performance: 80 km point-to-point
- Automatic power shut-down procedure

Applications

- Transport services
 - Triple play to LAN
 - Gigabit Ethernet (GigE)
- Synchronous transmission services
 - STM-16/OC-3
 - STM-48/OC-12
 - STM-160/OC-48
- Switched data services
 - ATM 155
 - ATM 622
 - ATM 2448 Mb/s

- Data center services
 - ESCON
 - Fiber Channel (FC, 2FC)
- LAN services
 - FDDI
 - FE and GigE
 - Digital video
- All of these applications are supported in protected or unprotected linear links, rings and meshed networks

Interfaces

- STM-16/OC-48 (2,488.32 Mb/s) (with FEC: 2,666.06 Mb/s)
- 2 GigE (2,500 Mb/s)
- FC-200 (2,125 Mb/s)
- OC-24 (1,244.16 Mb/s)
- GigE (1,250 Mb/s)
- FC-100, FICON (1,062.5 Mb/s)
- STM-48/OC-12 (622.08 Mb/s)
- ESCON (200 Mb/s)
- STM-16/OC-3 (155.52 Mb/s)
- Digital video (DVB-ASI, DVB-SDI, HD-SDI) (270 Mb/s)
- HDTV
- FE, FDDI (125 Mb/s)
- STM-64/OC-192 (9,953 Gb/s)
- 10 GigE WAN (9,953 Gb/s)
- 10 GigE LAN (10.3 Gb/s)

Transponder

- Low-cost WLA (WLA1A)
- Enhanced WLA (WLA2)
- Low-cost enhanced WLA (WLA3C)
- 10-G transponder (OC10_EC)
- Enhanced WLA for the performance management of SDH/SONET and GigE

Data Communication Channels

- Up to 4 64 kb/s data channels
- 2 Mb/s data channels

Protection

- Optical channel protection (OCP), optical multiplexing section protection (OMSP)
- O-SNCP
- E-SNCP
- CMSP

Management

- Simple SNMP management interface, compliant with standard MIB browser
- Management options
 - Remote craft terminal management
 - Element management layer (EML)
 - Network management layer (NML)
- NM access: 10 Mb/s Ethernet interface with RJ-45 and ENC connectors
- Craft interface: 38.4 kb/s serial TIA/EI 4-232 interface with DB9 connector

Physical Environment

- Operating conditions: ETS 300 019, Class 3.2
- Storage conditions: ETS 300 019, Class 1.2
- Transportation conditions: ETS 300 019, Class 2.2
- ESD/EMC: ETS 300 386 V1.3.1, "Other than Telecommunications Center" Class B
- Acoustical noise: ETS 300 753 Environment Class 3.1
- ETSI- and NEBS-compliant

Physical Dimensions

- Height: 132.1 mm (5.2 In.)
- Width: 444.5 mm (17.5 In.)
- Depth: 271.8 mm (10.7 In.)

www.alcatel-lucent.com

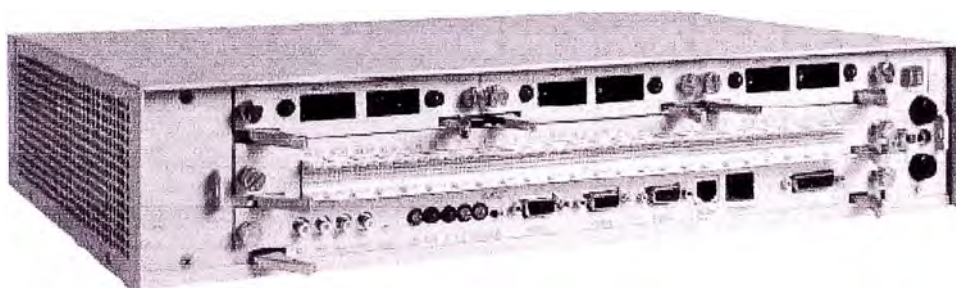
Alcatel, Lucent, Alcatel-Lucent and the Alcatel-Lucent logo are trademarks of Alcatel-Lucent. All other trademarks are the property of their respective owners. The information presented is subject to change without notice. Alcatel-Lucent assumes no responsibility for any errors or omissions in this document.
© 2003 Alcatel-Lucent. All rights reserved. WLN116107C-19-106

Alcatel-Lucent 

HUAWEI®

OptiX 155/622H_(Metro1000)

STM-1/STM-4 MSTP Optical Transmission System



OptiX 155/622H_(Metro1000) of Huawei Technologies Co., Ltd. is an STM-1/STM-4 compatible equipment of a new generation, providing the synchronous optical transmission capacity of STM-1 and STM-4. It can be upgraded from STM-1 to STM-4 online. OptiX 155/622H_(Metro1000) provides abundant service interfaces to access services such as PDH signal, ATM/Ethernet services. The product also supports hybrid transmission of PDH signal and ATM, Ethernet services within the same equipment.

Via SDH interface, OptiX 155/622H_(Metro1000) equipment can form the transmission network with such SDH transmission equipment as OptiX 155/622H_(Metro1000), OptiX 2500+_(Metro3000) and OptiX 10G. In addition, via PDH or ATM/Ethernet interface, it may also form the communications network with the access network equipment, GSM mobile cell base station, ETS wireless access base station, switch and router.

OptiX 155/622H_(Metro1000) Technical Specifications

OptiX 155/622H_(Metro1000) STM-1/STM-4 MSTP
Optical Transmission System
System Description

Optical Interface Classification

Application		Intra-office Communication		Inter-office Communication		
				Short Distance		Long Distance
Nominal Wavelength of Optical Source (nm)		1310	1310	1310	1310	1550
Fiber Type		Multi-mode fiber	G.652	G.652	G.652	G.652
STM-1	Classification	I-1	I-1	S-1.1	L-1.1	L-1.2
	Transmission Distance (km)*	0.5	28	28	56	97
STM-4	Classification	I-4	-	S-4.1	L-4.1	L-4.2
	Transmission Distance (km)*	-	-	20	47	-

Note: *Transmission Distance" is used for categorization rather than normalization.

Specifications for STM-1 optical interface parameters

Item	Unit	Numerical value					
Nominal Bit Rate	kbits	STM-1 155520					
Application code		I-1	I-1	S-1.1	L-1.1	L-1.2	
Operating wavelength range	nm	1260-1360	1260-1360	1261-1360	1280-1330	1480-1580	
Transmitter at reference point S	Source type	LED	MLM	MLM	MLM	SLE1	
	Max. RMS Width (σ)	nm	80	40	7.7	3	-
	Max. -20dB Width	nm	-	-	-	-	1
	Min. side mode suppression ratio	dB	-	-	-	-	30
	Max. Mean Launched Power	dBm	-14	-8	-8	0	0
	Min. Mean Launched Power	dBm	-19	-15	-15	-5	-5
Optical Path of Point S&R	Min. extinction ratio	dB	8.2	8.2	8.2	10	10
	Attenuation range	dB	0-7	0-7	0-12	10-28	10-28
	Max. dispersion	ps/nm	25	18	90	216	NA
	Min. Optical Return Loss of Cable Plant at S (including any connectors)	dB	NA	NA	NA	NA	20
Receiver at reference point R	Max. discrete reflectance between points S&R	dB	NA	NA	NA	NA	-25
	Min. sensitivity	dBm	-23	-23	-28	-34	-34
	Min. Overload	dBm	-14	-8	-8	-10	-10
	Maximum optical path penalty	dB	1	1	1	1	1
Maximum reflectance of receiver measured at R	dB	NA	NA	NA	NA	-25	

Specifications for STM-4 optical interface parameters

Item		Unit	Numerical value			
Nominal Bit Rate		kbit/s	STM-4 622080			
Application code			I-4.1	S-4.1	L-4.1	L-4.2
Operating wavelength range		nm	1261-1360	1293-1334; 1274-1356	1300-1325; 1296-1300	1480-1580
Transmitter at reference point S	Source type		MLM	MLM	MLM	SLM
	Max. RMS Width (σ)	nm	14.5	4/2.5	2.0/1.7	-
	Max. -20dB Width	nm	-	-	-	<4
	-Min. side mode suppression ratio	dB	-	-	-	30
	Max. Mean Launched Power	dBm	-8	-8	2	2
	Min. Mean Launched Power	dBm	-15	-15	-3	-3
	Min. extinction ratio	dB	8.2	8.2	10	10
Optical Path of Point S&R	Attenuation range	dB	0-7	0-12	10-24	10-24
	Max. dispersion	ps/nm	13	46/74	92/109	2400
	Min. Optical Return Loss of fiber at S (including any connectors)	dB	NA	NA	20	24
	Max. discrete reflectance between points S & R	dB	NA	NA	-25	-27
Receiver at Reference Point R	Min. sensitivity	dBm	-23	-28	-28	-28
	Min. overload	dBm	-8	-8	-8	-8
	Max. optical path penalty	dB	1	1	1	1
	Max. reflectance of receiver measured at R	dB	NA	NA	-14	-27

Huawei Technologies Co., Ltd.

Address: Huawei Customer Service Building, Kefa Road, Science-based Industrial Park, Shenzhen, P. R. China

Zip code: 518057

Tel: +86-755-6540036

Fax: +86-755-6540035

Website: <http://www.huawei.com>

Email: support@huawei.com



Benchtop Erbium-Doped Fiber Amplifier

EDFA Series

Applications

Pre-amp booster, in-line amplifier
emulation
Dense wavelength division multi-
plexing (DWDM) transmission,
for multichannel applications
SONET/SDH systems, for single
channel applications

Safety Information

Complies to CE requirements plus
UL3101-1 and CAN/CSA-C22.2
No. 1010.1 Meets the requirements
of Class 3R in standard IEC
60825-1(2002) and complies with
21CFR1040.10 except deviations
per Laser Notice No. 50, July 2001.

The Benchtop Erbium-Doped Fiber Amplifier (EDFA) amplifies optical signals across the EDFA window (1528 to 1610 nm). Through optimization of amplifier gain, noise figure, and saturated output power, the EDFA will expand your test capabilities in systems, components or sub-assembly manufacturing as well as research and development (R&D) environments.

The amplifier incorporates a unique design to produce maximum signal gain and saturated output power in the 1550 and 1590 nm test bands while minimizing noise figure. It features a user-friendly front panel housing an LCD displaying input/output power, current control and an optical interface.

The amplifier is offered in C-band, L-band and C+L-band versions and pre-amplifier, booster, or in-line amplifier configurations.

The Benchtop models provide specialized variants and optical performance not available in the Multiple Application Platform (MAP) line. Additional EDFA models are available in the MAP EDFA product line.

Specifications

MODEL	QAB1552	QAB1592	QAB1596	QAB1598	QAB1562	QAB1564
Test band	C-band	L-band	L-band	L-band	C+L-band	C+L-band
Amplifier type	Booster high power	Booster high power	Mid-span access DWDM	Booster DWDM	Booster	In-line
Operating wavelength range	1528 to 1563 nm	1565 to 1610 nm	1570 to 1603 nm	1570 to 1603 nm	1530 to 1560 nm 1570 to 1600 nm	
Input signal	Single channel		Multichannel DWDM		Single Channel	
Saturated output power ¹	≥24 dBm	≥22 dBm	≥20 dBm	≥20 dBm	≥19 dBm	≥14 dBm
Noise figure ²	≤5.0 dB	≤5.5 dB	≤5.8 dB	≤5.5 dB	≤6.5 dB	≤6.5 dB
Small signal gain	≥36 dB	≥29 dB	≥22 dB	≥20 dB	≥22 dB	≥20 dB
			(MS loss ≤7 dB)			
Spectral gain flatness ³	N/A	N/A	1.7 dB	1.7 dB	N/A	N/A
Polarization dependent loss (PDL)	≤0.2 dB	≤0.3 dB	≤0.3 dB	≤0.9 dB	≤0.4 dB	≤0.4 dB
Polarization mode dispersion (PMD)	≤0.45 ps	≤0.8 ps	≤0.9 ps	≤0.9 ps	≤0.7 ps	≤0.7 ps
Input/output isolation	45/32 dB	40/40 dB	40/40 dB	40/40 dB	40/40 dB	40/40 dB
Input/output monitors	Yes					
Input voltage	100 to 240 V AC, 50 to 60 Hz					
Power consumption	90 V A Maximum					
Packaging	Half-rack benchtop and 19-inch rackmount kit					
Operating temperature	0 to 50 °C					
Storage temperature	-40 to 70 °C					
Humidity	Maximum 95 % RH non-condensing from 0 to 45 °C					
Dimensions (W x H x D)	21.2 x 8.9 x 35.5 cm					
Weight	> 4 kg					

1. Saturated Output Power measured:

- At 1550 nm at Pin = -4 dBm for model 1552
- At 1590 nm at Pin = 0 dBm for model 1592 and 1598
- At 1590 nm at Pin = -2 dBm for model 1596
- At 1550 nm at Pin = -4 dBm and at 1590 nm at Pin = 0 dBm for model 1562 and 1564

2. Noise figure measured:

- At Pin = -4 dBm for model 1552 and 1592
- At Pin = -4 dBm for model 1596
- At Pin = 0 dBm for model 1598
- At Pin = -20 dBm for model 1562 and 1564

3. Small signal gain measured:

- At Pin = -20 dBm for model 1552, 1562, 1564, and 1592
- At Pin = -2 dBm for model 1596
- At Pin = 0 dBm for model 1598

4. Flatness optimized for:

- At Pin = -2 dBm (1570-1603 nm)
- At Pin = 0 dBm (1570-1603 nm)

For more information on this or other products and their availability, please contact your local IDSU account manager or IDSU directly at 1-800-498-IDSU (5378) in North America and +800-5378-IDSU worldwide or via e-mail at sales@jdsu.com.



MEDIDOR DE POTENCIA ÓPTICA

PROLITE-23



- De bolsillo, gran pantalla LCD, fácil de utilizar
- Sin necesidad de precalentamiento, rápida respuesta
- Medida de 5 longitudes de onda a través de un sólo conector
- Medida directa de pérdidas en dB
- Medida absoluta de potencia en dBm y W (o μ W)
- Conectores intercambiables (FC/PC, u opcionales SC, ST)
- Alimentación a pilas o adaptador AC externo (no incluido)
- Ideal para trabajo de campo: resistente a condiciones adversas, polvo, humedad, falta de espacio, poca iluminación etc.
- Software para PC (para clasificación y reporte de datos)
- Mayor duración de las pilas gracias a su función de Auto Apagado

Los medidores de potencia óptica PROLITE-23 son instrumentos compactos, ligeros y fáciles de utilizar, con características exclusivas como su capacidad de efectuar tests rápidos. Su calidad, prestaciones, confiabilidad y seguridad los convierten en una alternativa al resto de equipos de su clase. El PROLITE-23, con sus reducidas dimensiones, es capaz de efectuar tests sobre sistemas de fibra óptica simple o multimodo y presentar los resultados en su gran pantalla LCD. Está protegido frente a golpes y puede alimentarse por la red o baterías.

Su microprocesador interno y su tecnología de amplificación lineal aseguran precisión durante mucho tiempo. Así mismo, la memoria interna del PROLITE-23 es capaz de almacenar 3200 medidas, datos que pueden ser transferidos al PC para ser tratados e impresos.

Es ideal tanto para aplicaciones de laboratorio como de campo gracias a su diseño basado en teclas de acceso directo. En laboratorios o redes LAN, WAN, CATV o redes de fibra de largo alcance, junto a una fuente laser estabilizada, pueden ser utilizados para identificar fibras ópticas, medir la atenuación óptica, verificar la continuidad y evaluar la calidad del enlace.

ESPECIFICACIONES	PROLITE-23
General	
Longitudes de onda calibradas	850, 980, 1310, 1480, 1550 nm
Margen de medidas	De -60 a +17 dBm
Almacenamiento de datos	3200 registros
Interfaz de comunicaciones	RS-232
Funciones	W / μ W / dBm / dB (REF), auto-zeroing, Almacenamiento de datos (gestionable a través de RS-232C), etc.
Precisión	± 0.25 dB (5%) a 25 °C y -10 dBm
Resolución	0,01 dB
Tipo de detector	InGaAs
Conector óptico	FC / PC (intercambiable, SC, ST)
Alimentación	
Alimentación	Pila alcalina de 9V, entrada para alimentador externo de 9V 250 mA
Vida de la batería	30 horas para un funcionamiento normal con pila alcalina de 9V
Auto desconexión	5 minutos tras soltar la última tecla
Condiciones ambientales de funcionamiento	
Temperatura de funcionamiento	De 0 °C a 50 °C
Temperatura de almacenamiento de datos	De -20 °C a 60 °C
Humedad relativa	De 0 a 95% (sin condensación)
Características mecánicas	
Dimensiones	147 (Al) x 75 (An) x 25 (Pr) mm.
Peso	420 g.



PROMAX ELECTRONICA, S.A.

Francisc Moragas, 71 * 08907 L'HOSPITALET * SPAIN

Tel: (+34) 93 260 20 00 * Fax: (+34) 93 338 11 26 * promax@promax.es * www.promax.es


PROLITE-90

FUENTE DE LUZ LÁSER



- Fuente de luz dual de 1310 / 1550 nm
- Salida óptica multiplexada
- Longitud de onda seleccionable dual o única

La fuente de luz Láser PROLITE-90 emite luz de una longitud de onda de 1310 nm y/o de 1550 nm. Permite seleccionar fácilmente mediante teclas de acceso directo la longitud de onda deseada, generar una señal modulada o activar el modo de funcionamiento automático. Estas fuentes de luz pueden ser moduladas con señales de 270 Hz, en el caso de la longitud de onda de 1310 nm y 2 kHz para la longitud de onda de 1550 nm, facilitando la identificación de una determinada fibra óptica cuando se trabaja con sistemas que contienen un gran número de ellas.

Especificaciones	PROLITE-90
Longitud de onda	1310 nm y 1550 nm
Tolerancia	± 30 nm
Conector de salida	Tipo FC, SC,...: acabado APC, PC (según pedido)
Potencia de salida	- 5 dBm ±1 dB/ fibra SM 9/125 mm
Modulación interna	1310 nm: 270 Hz y 1550 nm: 2 kHz
Estabilidad	< 0,3 dB en una hora
Alimentación	
Batería	Batería de NiCd 7,2 V, 1,5 A
Adaptador cargador de red	230 V/ 50-60 Hz/10 W para EUROPA y otros países
Características mecánicas	
Dimensiones	60 (Al) x 73 (A) x 35 (Pr) mm
Peso	500 g (batería incluida)



Equipos

NOYES
Test & Inspection Products



SLP 5-6D single-mode test kit with Wave ID and data storage

The SLP 5-6D test kit combines the OPM 5-4D optical power meter and OLS 2-Dual LASER light source and is ideally suited for testing single-mode fiber optic networks. The OLS 2-Dual features 1310 nm and 1550 nm LASER output from a single output port and is easy to operate. The LASER output is stabilized to ensure accurate test results per current TIA/EIA requirements. This light source offers 4 modes of operation: Dual wavelengths sending ID, single wavelength sending ID, CW, and modulated Tone. [Active Output], [Tone], [Battery], and [External Power] indicators identify the currently enabled operating mode, battery charge status, and external power presence. The output port is equipped with a removable SC (FC & ST available) adapter to allow the output connector to be inspected and cleaned.

The OPM 5-4D offers Wave ID, automatic wavelength identification and switching, when used with the OLS 2-Dual light source. Multiple test Tone detection is provided for fiber identification. The OPM 5-4D stores optical references for each calibrated wavelength. An easy to read Dual Wavelength LCD display with Backlight shows measured power [dBm or μW] or insertion loss [dB], calibrated wavelengths, tone signal [Hz], wavelength ID, and the battery charge status. Up to 500 records per wavelength of power or insertion loss measurements may be stored in internal non-volatile memory.

Using the supplied Windows[®] compatible software and USB connection, test records may be transferred to a PC for storage, display, analysis, and printing.

In addition to being powered by two AA alkaline, the OPM 5-4D or OLS 2-Dual can be powered by optional AC adapter and/or rechargeable NiMH battery pack.

The OPM 5-4D optical input port accepts Noyes thread-on style adapter caps. Adapter caps are required for operation and must be ordered separately. The OPM 5-4D and OLS 2-Dual are fully N.I.S.T. traceable.

Features

- Rugged, handheld, lightweight
- Designed for field use
- Certify single-mode fiber links per TIA/EIA standards
- Wave ID - automatic wavelength identification and switching
- Dual Wave ID, single Wave ID, CW, and modulated Tone (on single-mode output)
- 270 Hz, 330 Hz, 1 kHz, and 2 kHz Tone
- Adjustable output
- Large LCD with Backlight
- Power measurements in dBm or μW ; insertion loss in dB
- Reference power level storage
- Up to 500 test records per wavelength storage and download
- USB port for download of stored records
- AA alkaline, optional rechargeable NiMH battery pack or AC adapter
- Low battery indicator
- Free Windows[®] compatible software to view, print, and archive test records
- Cost-effective, easy to use
- N.I.S.T. traceable

Ordering Information

Model	Includes
SLP 5-6D	OLS 2-Dual optical light source, OPM 5-4D optical power meter, AA batteries, protective rubber boots, adapter cap, USB cable, Windows [®] compatible software and user's guide, SLP 5 test kit user's guide, and carry case.

Test jumpers and connector adapters are required for operation (purchased separately). Test jumpers with a variety of connector styles and fiber types and adapter caps for most common connectors may be purchased from AFL Telecommunications.

Equipos



SLP 5-6D single-mode test kit with Wave ID and data storage

OLS 2 - Dual specifications

Optical	OLS 2-Dual (single port)
Output wavelength	1310 ±20 nm 1550 ±20 nm
Output power	0 dBm*
Laser classification	Class 1 (FDA 21 CFR 1040.10 and 1040.11, and IEC 60525-1)
Output connector	SC (FC & ST available)
Spectral width (FWHM)	5 nm (max)
Stability	± 0.05 dB over 1 hour (after 15 min. warm-up) ± 0.1 dB over 8 hours (after 15 min. warm-up)
General	
Power	2 x AA batteries, optional NiMH or AC adapter
Battery life (2 x AA)	Typical 120 hours, Minimum 75 hours
Operating temperature	-10 to 50°C, 90% RH (non-condensing)
Storage temperature	-30 to 60°C, 90% RH (non-condensing)
Size (H x W x D)	5.5 x 3.2 x 1.5 in (14.0 x 8.1 x 3.8 cm)
Weight	0.65 lb (0.29 kg)

* Adjustable 2 dB.

All specifications at 25°C.

OPM 5-4D specifications

Optical	OPM 5-4D
Calibrated wavelengths	850, 980, 1310, 1490, 1550, 1625 nm
Detector type	Filtered InGaAs
Measurement range	+26 to -50 dBm
Tone detect range	+6 to -30 dBm +6 to -25 dBm for 850nm
Wavelength ID range	+6 to -30 dBm +6 to -25 dBm for 850nm
Accuracy*	± 0.25 dB
Resolution	0.01 dB
Measurement units	dB, dBm, μ W
General	
Power	2 x AA batteries, optional NiMH or AC adapter
Battery life (2 x AA)	300 hours with backlight (Off) 20 hours with backlight (On)
Operating temperature	-10 to 50°C, 90% RH (non-condensing)
Storage temperature	-30 to 60°C, 90% RH (non-condensing)
Size (H x W x D)	5.5 x 3.2 x 1.5 in (14.0 x 8.1 x 3.8 cm)
Weight	0.59 lb (0.26 kg)

* Accuracy measured at 25°C and -10 dBm per N.I.S.T. standards.

All specifications at 25°C

c/ Prado 5, local. 50009 Zaragoza
tel: 976 402 021 | fax: 976 402 022

www.fibercom.es
info@fibercom.es

c/ València 5 A, entlo 2^a. 08015 Barcelona
tel: 932 282 256 | fax: 932 282 289



Agilent Technologies

E6000 SERIES Mini-OTDR



Characteristics

Horizontal Parameters

- **Start-km:** 0 km to 400 km
- **Span:** 0.1 km to 400 km
- **Readout resolution:** 0.1 m
- **Minimum sample spacing:** 8 cm
- **Refractive index:** 1.00000 to 2.00000
- **Length unit:** km, ft, or miles
- **Measurement points:** up to 16000

Vertical Parameters

- **Vertical scale:** 0.1 to 10.0 dB/Div
- **Read-out resolution:** 0.001 dB
- **Reflectance range:** -14 dB to -60 dB
- **Backscatter coefficient:** 10 to 70 dB at 1 Hz

Pulsewidth

You can select any of the following pulsewidths:

- 10 ns, 30 ns, 100 ns, 300 ns, 1 μ s, 3 μ s, and 10 μ s (all modules). You can also select 5 ns for E6003C, 5A, 9A modules, and 20 μ s for E6003B, 3C, 8B, and E6013A.

With the E6005A module, you can select a pulsewidth from 5 ns to 100 ns at 850 nm, and from 5 ns to 10 μ s at 1300 nm.

With the E6009A module, you can select a pulsewidth from 5 ns to 100 ns at 850 nm, and from 5 ns to 1 μ s at 1300 nm.

Storage

- **3.5" floppy disk drive:** for high density 720/1440 kByte floppy disks. MS-DOS format compatible. Reduced operating temperature of 5°C to 45°C, with 35% to 80% humidity at 40°C.
- **Memory Card:** PCMCIA Type II, 440 MB with up to 13000 traces (typical with 16000 data points).
- **Internal memory:** SRAM up to 2 MB. Up to 300 traces (typical with 4000 data points)

OTDR Trace Formats

- **Trace format:** compliant to the following Bellcore/Telcordia OTDR trace formats:
 - GR 106, Revision 1.0
 - GR 196, Revision 1.1
 - SR-4731 Revision 2.0.
- **Trace information:** 5 comment labels of up to 15 alphanumeric characters, and 5 comment fields of up to 41 alphanumeric characters are provided for each trace.
- **Real-time clock and date**

Scan Trace

- **Type of events:** reflective and non-reflective.
- **Maximum number of events:** 100.
- **Threshold for non-reflective events:** 0.0 to 5.0 dB, selectable in 0.01 dB steps.
- **Threshold for reflective events:** -14.0 to -65.0 dB, selectable in 0.1 dB steps.

- **Threshold for fiber breaks:** 0.1 to 10 dB, selectable in 0.1 dB steps.
- **Fiber End Threshold:** 0.1 to 20 dB, selectable in 0.1 dB steps.

Display

- **Color or monochrome VGA-LCD:** 18.3 cm (7.2")
- **Display points:** 640 x 480 Points
- **Measurement update rate:** two measurements per second in refresh mode

Interfaces

- **RS232C:**
 - Maximum baud rate: 115200 bps
 - Transmission time at 115200 baud for trace data: 4000 points at approx. 1 second; 16000 points at approx. 4 seconds.
- **Centronics:** Standard parallel port (SPP).
- **Keyboard:** PS2 (Min-DIN). For English Standard, PS2, or AT keyboard.

General

- **Automatic setup analysis**
- **Instrument settings:** storage and recall of user-selectable instrument settings.
- **Laser safety class:** All OTDR laser sources specified by this data sheet are classified as Class 1M according to IEC 60825-1 (2001).

The Visual Fault Finder Sub Module E6007A complies with Class 2 according



Agilent Technologies

<p>to IEC 60825-1 (2001).</p> <p>All laser sources comply with 21 CFR 1040.10 except for deviations pursuant to Laser Notice No. 50, dated 2001-July-26.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recommended module recalibration period: 2 years. (OTDR Modules and Power Meter only) • Dimensions: 194 mm H, 290 mm W, 75 mm D (7.7" x 11.4" x 3.0"). • Weight: net < 2.5 kg (5.4 lbs), typical, including battery pack and OTDR module. 	<p>Environmental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operating Temperature: 0°C to 50°C • Storage Temperature: -40°C to +60°C • Humidity: 95% R.H from 0°C to 40°C <p>Power</p> <ul style="list-style-type: none"> • AC: 100 - 240 Vrms \pm10% 50-60 Hz • DC: 16 - 24 V • External Battery: NiMH typically 8 hours continuous operation (minimum 4 hours) with Option +000. Charging time < 3 hours, non-operating
<p>Built in Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automatic Multi Fiber Test • Pass/Fail Test • Fiber Break Locator • Power Meter / Loss Test mode¹ • Visual Fault Finder mode² • Optical Return Loss • End to End Loss • Easy OTDR • OTDR Training • OTDR Assistant 	<ul style="list-style-type: none"> • Low battery indicator • Battery charge status



Module Specifications / Characteristics

Specifications: Optical performance

Measured at 22°C±3°C. Guaranteed specifications unless otherwise noted. Bold values are typical specifications

Module	E6003A				E6003B				
Central Wavelength	1310±25 nm/1550±25 nm				1310±25 nm/1550±25 nm				
Applicable Fiber	single mode				single mode				
Pulsewidth	10 ns	100 ns	1 μs	10 μs	10 ns	100 ns	1 μs	10 μs	20 μs
Dynamic Range [dB]	19/17	24/22	30/29	35/34	19/17	24/22	30/29	39/37	46/39
Event Deadzone ¹	3m				3m				
Attenuation Deadzone ²	10/12m				10/12m				

Module	E6003C					E6004A			
Central Wavelength	1310±25 nm/1550±25 nm					1310±25 nm/1550±25 nm			
Applicable Fiber	single mode					single mode			
Pulsewidth	10 ns	100 ns	1 μs	10 μs	20 μs	10 ns	100 ns	1 μs	10 μs
Dynamic Range [dB]	21/20	27/25	33/32	40/39	43/41	13/13	18/18	23/23	30/30
Event Deadzone ¹	1.5 m					3m			
Attenuation Deadzone ²	10/12m					10/12m			

Module	E6008B					E6012A				
Central Wavelength	1310±25 nm/1550±25 nm					1550±25 nm/1625±20 nm				
Applicable Fiber	single mode					single mode				
Pulsewidth	10 ns	100 ns	1 μs	10 μs	20 μs	10 ns	100 ns	1 μs	10 μs	20 μs
Dynamic Range [dB]	24/22	29/27	35/34	42/41	45/43	22/18	27/24	34/30	41/40	43/-
Event Deadzone ¹	3m					3m				
Attenuation Deadzone ²	10/12m					12/14m				

Module	E6005A				E6009A		
Central Wavelength	850±30 nm/1300±30 nm				850±30 nm/1300±30 nm		
Applicable Fiber	multimode 62.5 μm				multimode 62.5 μm		
Pulsewidth	10 ns	100 ns	1 μs	10 μs	10 ns	100 ns	1 μs
Dynamic Range [dB]	19/17	26/22	-/28	-/34	12/12	18/18	-/23
Event Deadzone ¹	3m				3m		
Attenuation Deadzone ²	10m				10m		

Module	E6013A				
Central Wavelength	1310±25 nm/1550±25 nm/1625±20 nm				
Applicable Fiber	single mode				
Pulsewidth	10 ns	100 ns	1 μs	10 μs	20 μs
Dynamic Range [dB]	18/17/17	23/22/22	29/28/28	36/35/35	39/38/37
Event Deadzone ¹	3m				
Attenuation Deadzone ²	10/12/14m				

The guaranteed values above are tested specifications. Agilent ODR modules have the pulsewidths listed in "Pulsewidth" on page 2.



Agilent Technologies

Notes:

1 Measured with a standard single-mode fiber at SNR=1 noise level and with 3 minutes averaging time. Optimize mode: dynamic

2 Reflectance ≤ -35 dB at 10 ns pulsewidth, and with span ≤ 1000 m at 8 cm sample spacing. Optimize resolution. E6003C at 5 ns pulsewidth (≤ -40 dB)

3 Typical Specification at Reflectance ≤ -50 dB at 30 ns pulsewidth, and with span ≤ 4 km (typical value).

4 Measured with a standard 62.5 μ m guided index multimode fiber at SNR=1 noise level and with 3 minutes averaging time. Optimize dynamic.

5 Reflectance ≤ -35 dB at 5 ns pulsewidth, and with span ≤ 4 km. Optimize resolution.

6 Reflectance ≤ -35 dB at 10 ns pulsewidth, and with span ≤ 4 km.

Module Characteristics

Distance Accuracy^A

- Offset Error: ± 1 m
- Scale Error: $\pm 10^{-1}$
- Sampling Error: ± 0.5 sampling spacing

Loss/Reflectance Accuracy^B

- Backscatter Measurements: ± 0.05 dB (1 dB step), typical
- Reflectance Measurements^C: ± 2.0 dB, typical

Acoustic Noise Emission

< 40 dBA, not continuous. Data are results from type tests per ISO 7779 (EN 27779).

Notes:

A Total distance accuracy = \pm (offset error + scale error distance + sampling error).

B SNR ≥ 15 dB and with 1 μ s, averaging time max. 3 minutes.

C -20 dB to -60 dB

Source Mode

	E6003A, E6003B, E6003C, E6004A, E6008B built-in CW dual laser source	E6005A, E6009A built-in CW dual laser source	E6012A, E6013A built-in CW dual/triple laser source
CW output power	-3 dBm	-20 dBm (850 nm) -13 dBm (1300 nm)	-3 dBm (E6012A) -8 dBm / -7 dBm / -6 dBm 1310 / 1550 / 1625 nm
CW stability (15 min., T=const.) after a 10 minute warm-up with CW on	± 0.1 dB	± 0.15 dB	± 0.1 dB / ± 0.15 dB
Optical Output	User-exchangeable Connector Interfaces		
Source Mode Modulation	270 Hz, 1 KHz and 2 KHz squarewave, Code		

ANEXO B

CABLES Y ODF's

La *fibra óptica* debe recubrirse con materiales apropiados a fin de protegerla contra la abrasión, microfisuras, y esfuerzos. Así mismo, de esta manera se aumenta su resistencia mecánica y se minimiza las pérdidas por microcurvaturas.

Actualmente se están aplicando ampliamente tres tipos de estructuras de fibras, según la forma de aplicación de las capas de recubrimiento; estos son:

- Estructura Holgada (Loose Buffer), con un diámetro exterior de los tubos de 1 a 3 mm.
- Estructura apretada, con un diámetro exterior de 900 μm (de distribución).
- Estructura Breakout, con un diámetro exterior de 1 a 3 mm.

Además, se han normalizado diámetros de núcleo/revestimiento de 50/125 y 62.5/125 para las fibras multimodo y de 7 a 11/125 μm , para las fibras monomodo.

(1) Estructuras Densas ó ajustadas.

- La Fibra se encuentra protegida ajustadamente por sus cubiertas básicas.

(2) Estructuras Holgadas.

- Estructura de tubos holgados: En la que las fibras con recubrimiento primario se colocan en forma holgada en un tubo de material plástico. A continuación se ensamblan por capas en torno a un miembro de tensión central.
- Estructuras de cintas holgadas: Donde el cable esta constituido por cintas con alvéolos de una forma aproximadamente hexagonal, dentro de los cuales se colocan las *fibras ópticas*.
- Estructuras cilíndricas ranuradas: En la que el elemento de cableado esta constituido por un cilindro sólido de plástico ranurado. Las *fibras ópticas* recubiertas son colocadas en dichas ranuras.

EL CABLE TIPO LOOSE

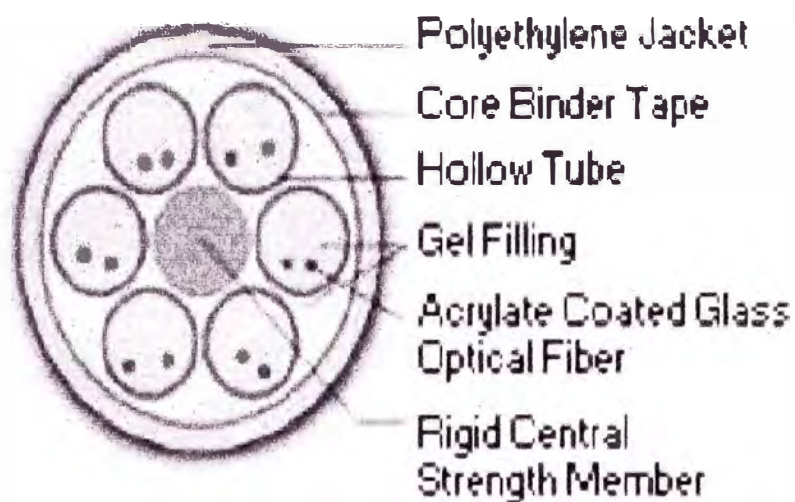


Fig. B.1 Estructura del cable tipo Loose

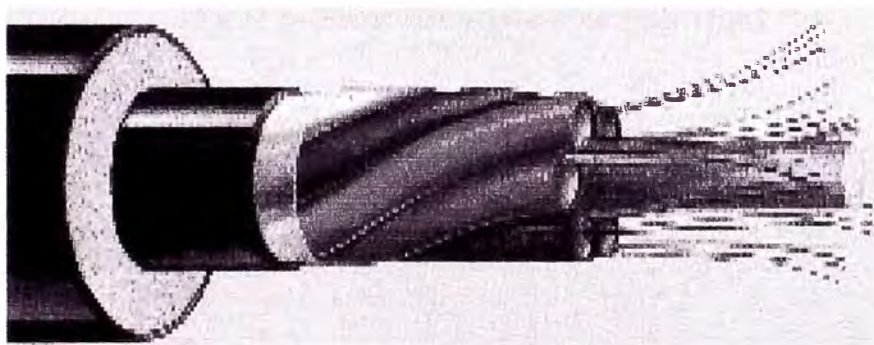


Fig. B.2 Presentación del cable tipo Loose

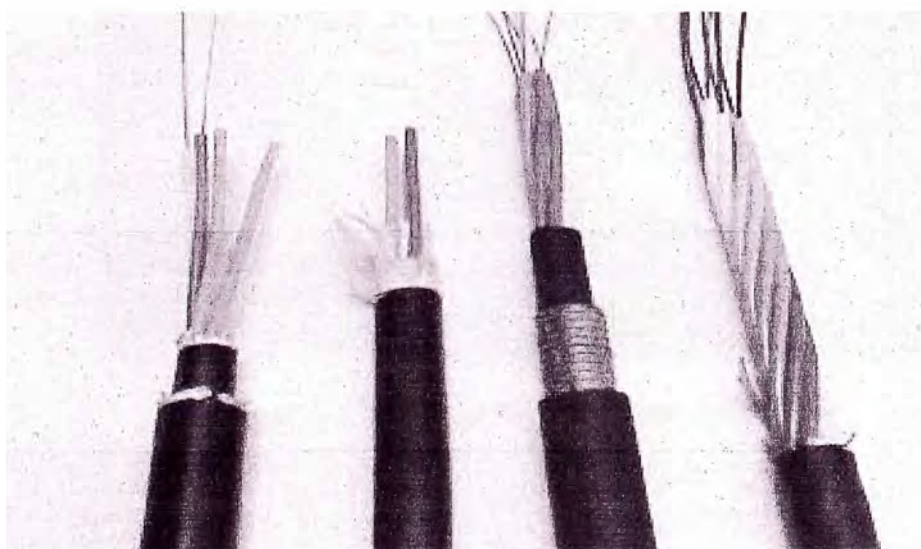


Fig. B.3 Otras presentaciones del cable tipo Loose

EL CABLE TIPO TIGHT Y TIGHT BREAKOUT

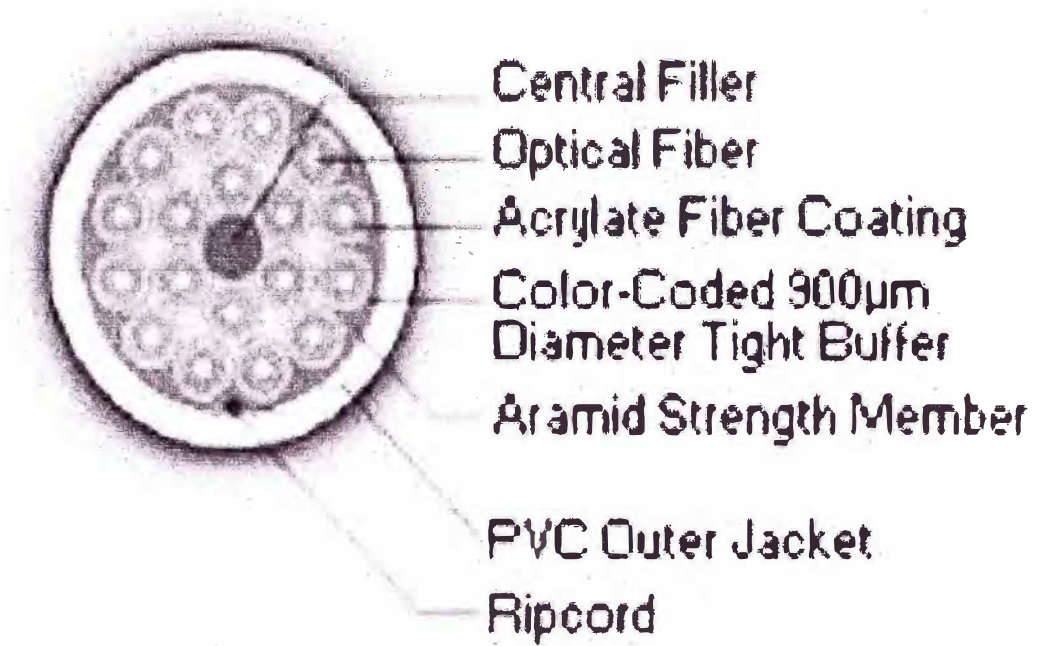


Fig. B.4 Estructura del cable tipo Tight

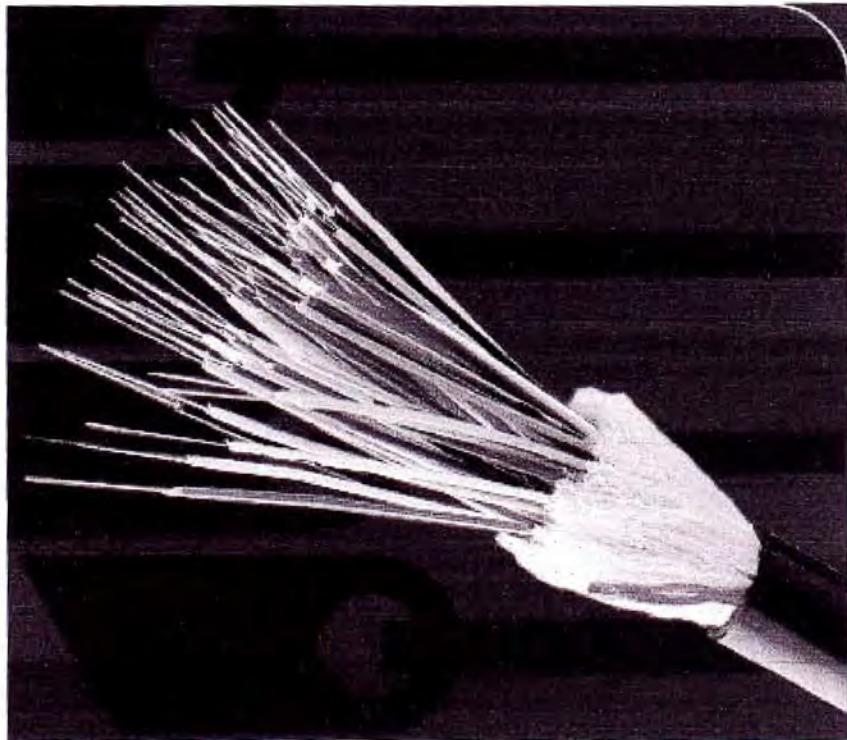


Fig. B.5 Presentación del cable tipo Tight

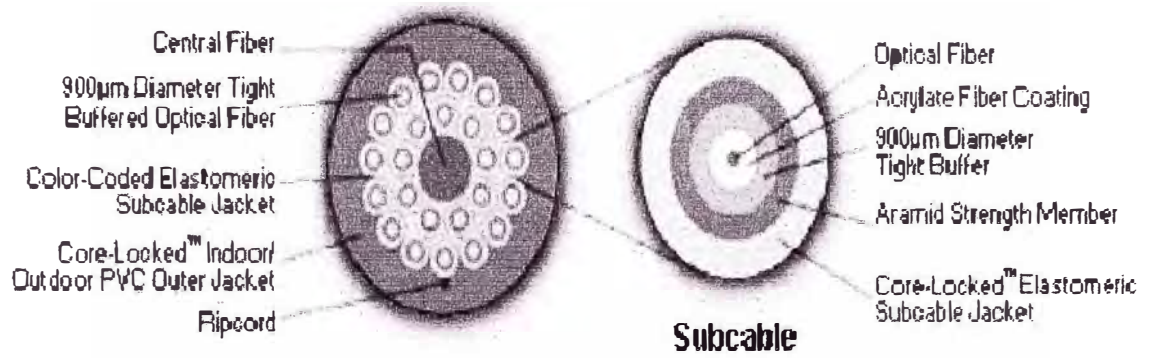


Fig. B.6 Estructura del cable tipo Tight Breakout

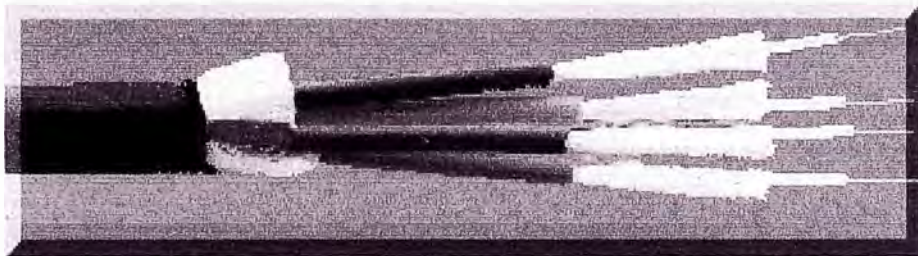


Fig. B.7 Presentación del cable tipo Tight Breakout

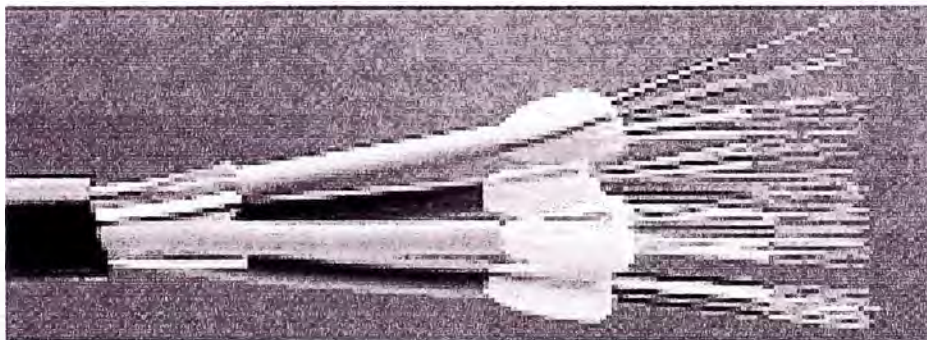


Fig. B.8 Otra presentación del cable tipo Tight Breakout

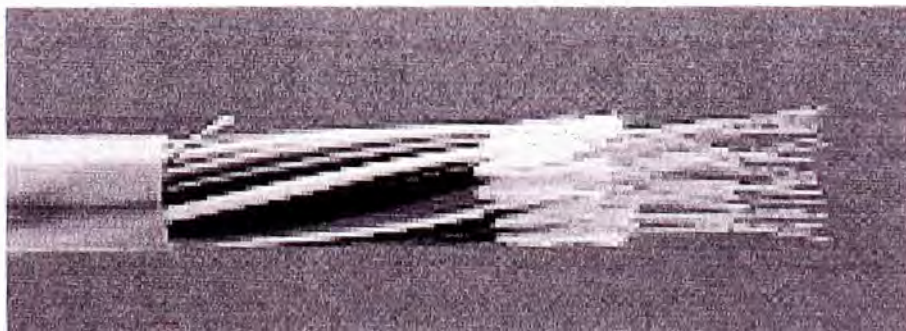


Fig. B.9 Otra presentación del cable tipo Tight Breakout

LOS CABLES AEREOS

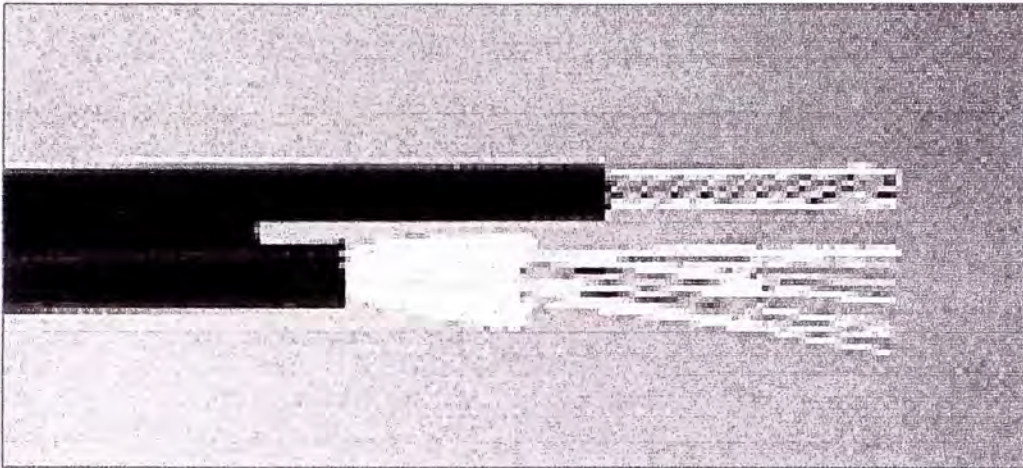


Fig. B.10 Presentación del cable aéreo

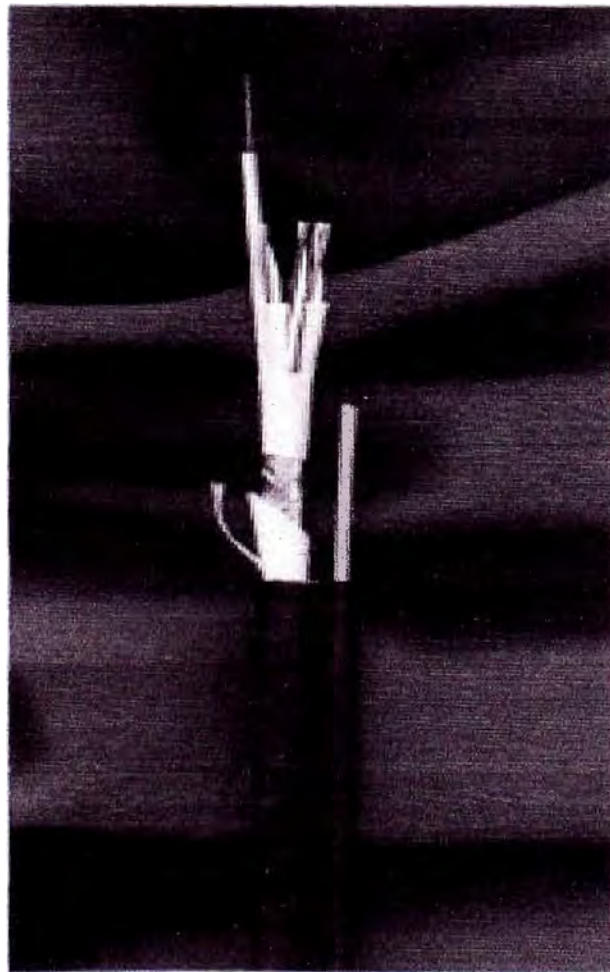


Fig. B.11 Otra presentación del cable aéreo

Cables de Instalación



UDG10

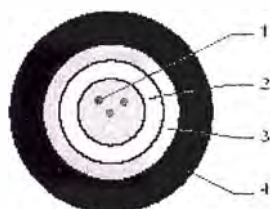
VDE Code: A-DQ(ZNB)2Y

Unitube outdoor fibre optic cable, rodent resistant

Applications and features

Outdoor cable for use in ducts or on cable trays.

- Non-metallic
- Rodent resistant
- High pulling force
- Longitudinally water blocked
- Central loose tube fully filled with thixotropic water-blocking gel
- Easy to handle



Design

1. Optical fibres
2. Central gel-filled tube
3. Glass fibre yarns
4. PE sheath

Product description

The colour-coded fibres are contained in a central loose tube filled with a thixotropic gel. A layer of glass fibre yarns increases the rodent resistance and gives the cable excellent mechanical strength.

The black PE outer sheath is suitable for outdoor applications.

For indoor/outdoor use, it can be replaced by an HLF (halogen-free flame-retardant) outer sheath.

Cables de Instalación



Mechanical Specifications

UDG10

Number of fibres (*)		from 2 to 12	16, 24
Tube diameter	(mm)	3.5	
Cable diameter, approx.	(mm)	9	
Outer sheath thickness	(mm)	1.5	
Weight, approx.	(kg per km)	65	
Max. pulling force during			
- installation	(N)	3.000	
- operation	(N)	2.500	
Crush resistance	(N/10cm)	2.000	
Min. bending radius			
- with tensile load		20 x cable diameter	
- without tensile load		15 x cable diameter	
Temperature range			
- operation		- 20°C to + 60°C	- 10°C to + 60°C
- storage		- 30°C to + 70°C	- 20°C to + 70°C
Tested according to		IEC 60794-1	

(*) other fibre numbers by request

Marking

"EUPEN + Product code + Fibre number/type + metric marking"

Lengths

Standard lengths: 1.000 m, 2.000 m
 or 4.000 m, +/- 2%
 Engineered lengths: by request

ODF's

El ODF es un gabinete de telecomunicaciones en la planta interna de una central que recibe el cable de fibra óptica que viene de la planta externa y distribuye las fibras en unos adaptadores dispuestos en su interior listos para el conexionado de los equipos.

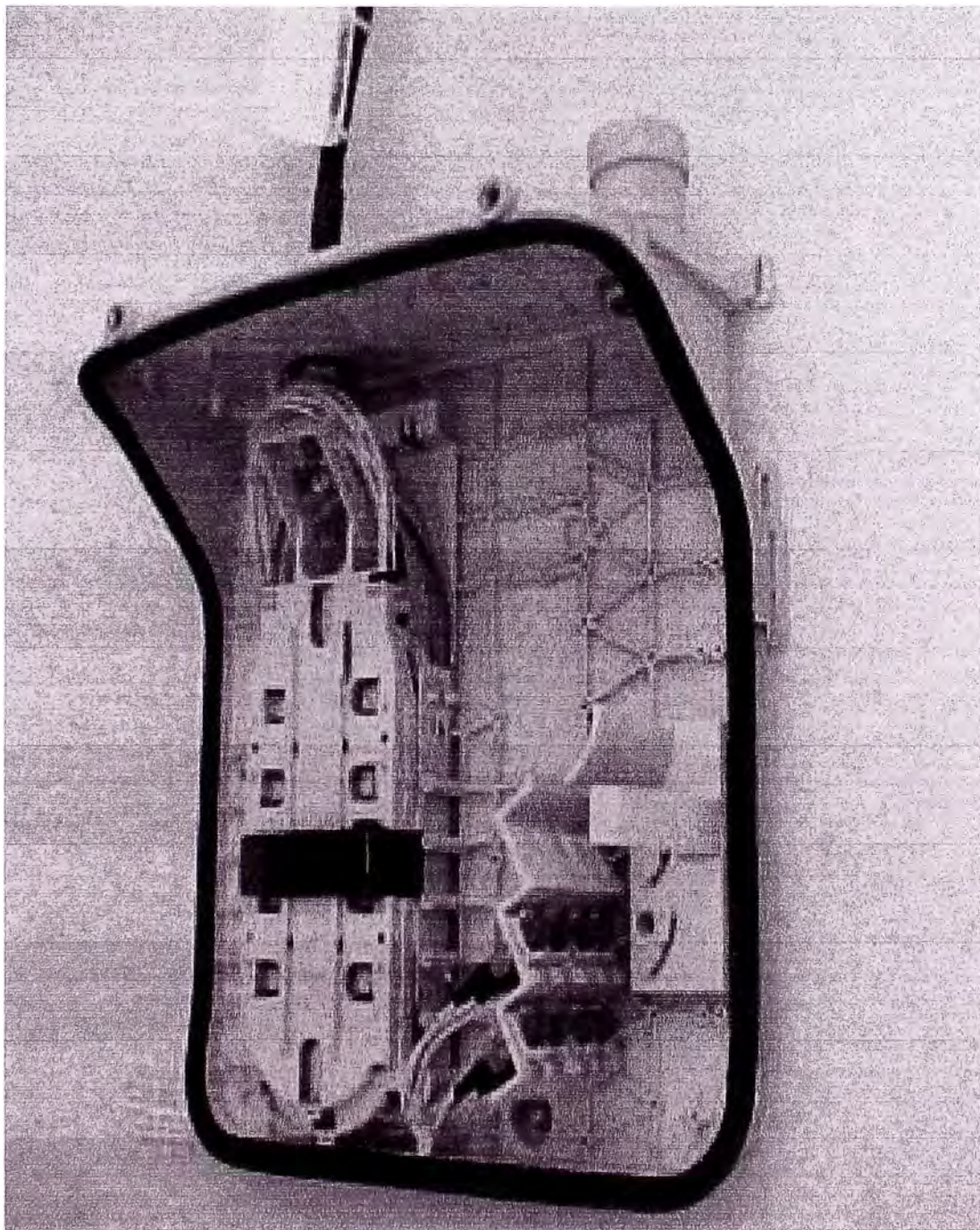


Fig. B.12 Presentación de un ODF

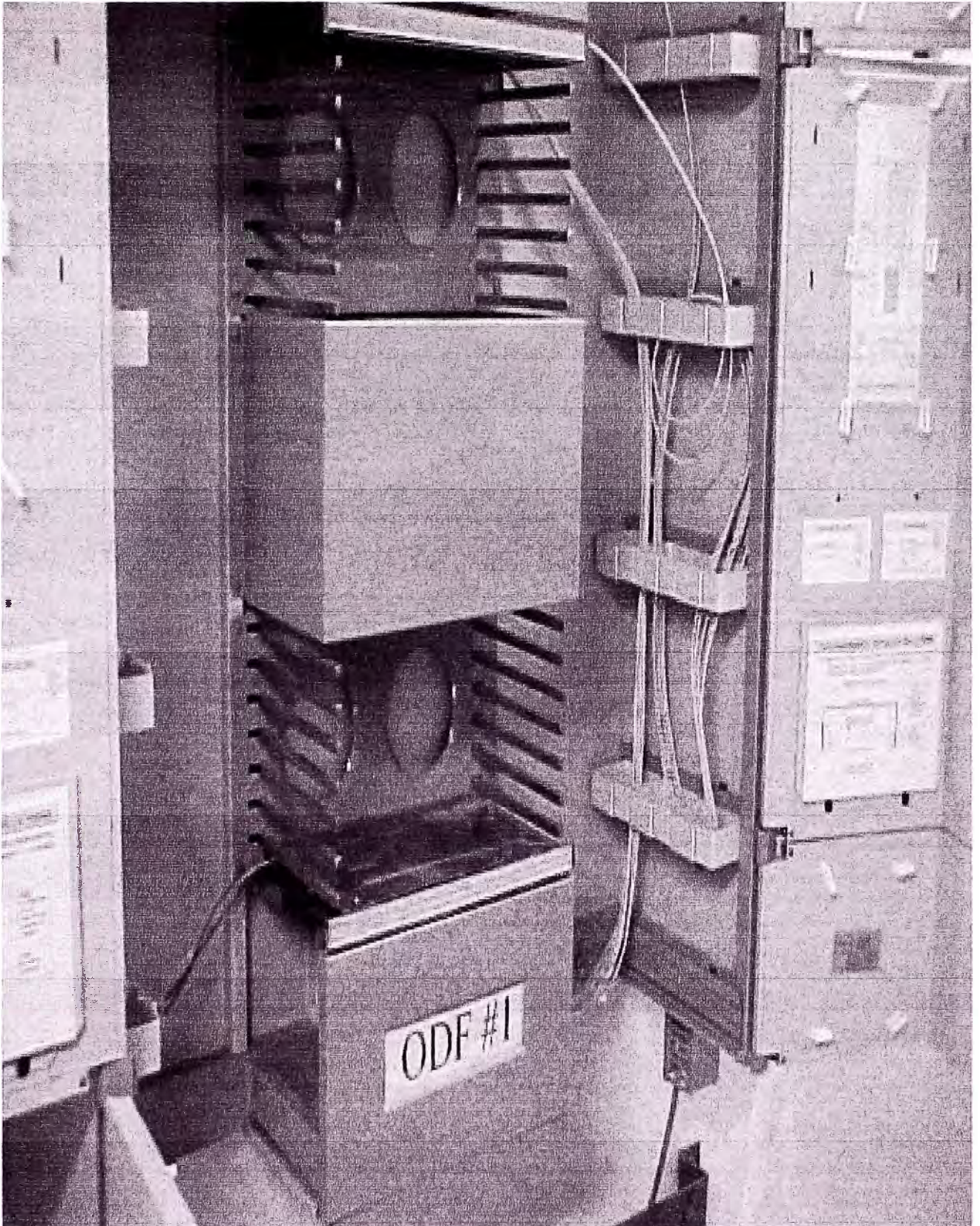


Fig. B.13 Otra presentación de un ODF

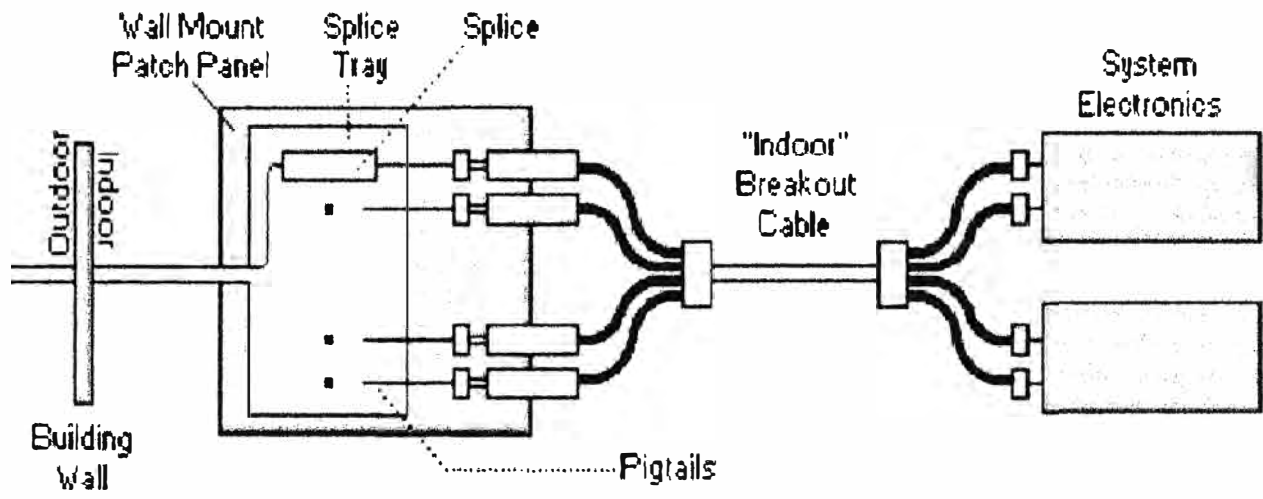


Fig. B.14 Layout básico de conexiones del ODF

ANEXO C

JUMPERS, ADAPTADORES Y CONECTORES

JUMPER

El Jumper de fibra óptica es un cordón de una fibra en el que se han instalado unos conectores para el conexionado de los equipos de transmisión y recepción.

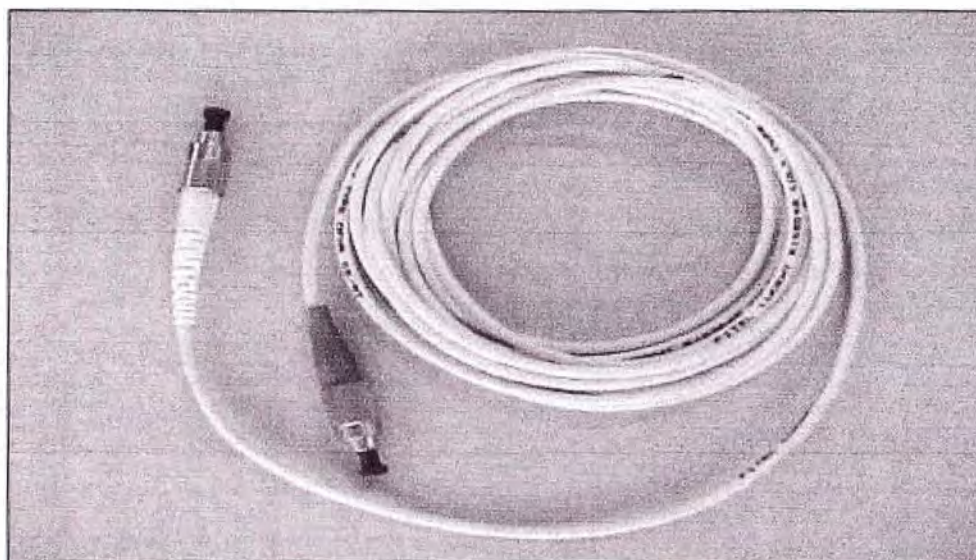


Fig. C.1 Presentación de un Jumper

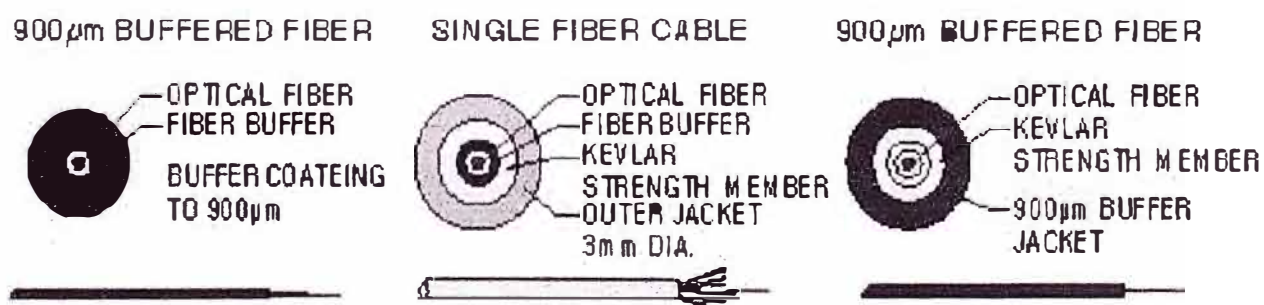


Fig. C.2 Jumper tipo Simplex

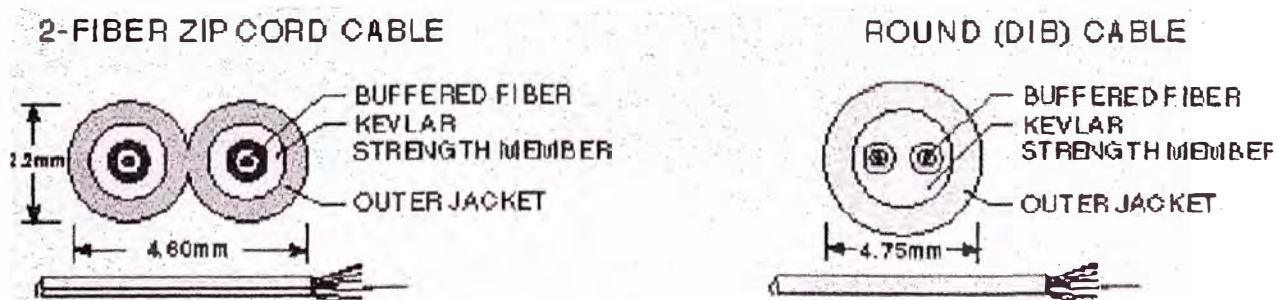
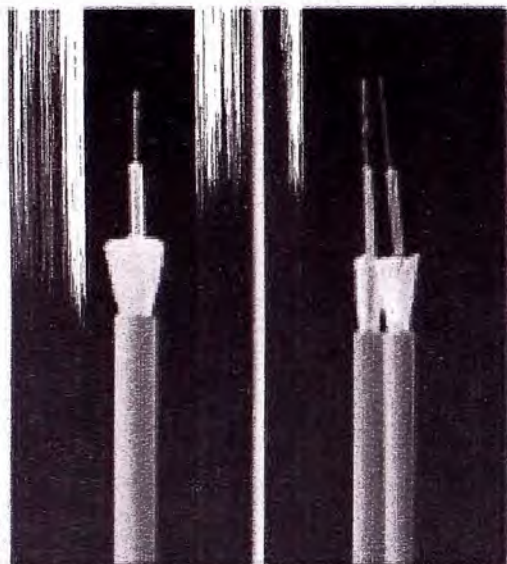


Fig. C.3 Jumper tipo Duplex

Cps-Cpd



Especificaciones / Specifications

Fibras / Fibres	Simplex	Duplex
Diámetro (mm) Diameter (mm)	3.0	3.0 x 6.5
Peso (Kg/Km) Weight (Kg/Km)	10	20
Tensión máxima de instalación (N) Tensile load short term (N)	500	1000
Tensión máxima permanente (N) Tensile load long term (N)	300	500
Radio de curvatura (mm) Bending radius (mm)	30	40

menu menu

siguiente next

Descripción y aplicaciones

- Patchcord simple: CPS
- Patchcord doble: CPD

Se utilizan para la confección de cordones y labiguillos así como para la interconexión de equipos terminales.

Construcción

- 1 - Fibra óptica.
- 2 - Recubrimiento ajustado.
- 3 - Refuerzo de aramida.
- 4 - Cubierta HILLSFR.

Ventajas

- Conexión directa.
- Flexible y resiliente.
- Excelente resistencia mecánica.
- No propagador de la llama, baja emisión de humos y bajo contenido de halógenos (HILLSFR).

Opciones

- HILLSFR.

Description and uses

- Simplex cable: CPS
- Duplex Zipcord cable: CPD

To use to form pig-tails and patchcords as well as for final connection to terminal equipments.

Construction

- 1 - Optical fibre.
- 2 - Tight buffer.
- 3 - Aramid strength members.
- 4 - HILLSFR jacket.

Advantages

- Can be terminated directly.
- Flexible and resilient.
- Excellent mechanical resistance.
- Halogen low, low smoke and flame retardant (HILLSFR).

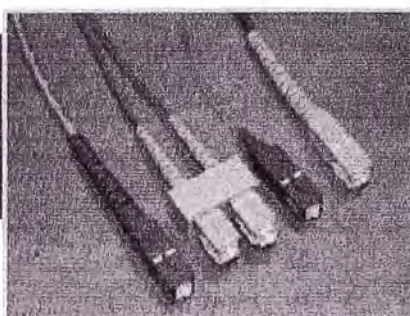
Options

- HILLSFR.



FIBRA ÓPTICA PARA PROFESIONALES

Cordones SC



Aplicaciones

Los **RABILLOS** se emplean habitualmente para la terminación de los extremos de los enlaces de fibra óptica. Generalmente se alojan en cajas dotadas de hembras pasamuros.

Los **LATIGUILLOS** se utilizan para la unión de equipos ópticos entre sí o de éstos con las redes de fibra óptica a través de las hembras pasamuros de las cajas de administración.

El conector **SC** es el más popular tanto en LAN como en redes de transporte: operadoras de telefonía, CATV...

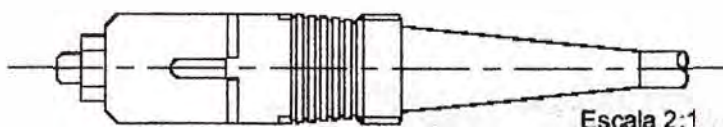
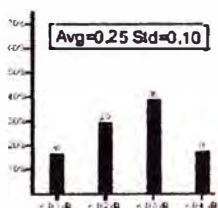
Descripción

Se denominan **RABILLOS SC** a los cordones que disponen de conector SC sólo en uno de sus extremos.

Se conoce como **LATIGUILLOS SC**, a los cordones con conectores SC en ambos extremos.

Existen versiones simples y dobles codificadas por colores según prestaciones conforme a reglamentación internacional.

Características Técnicas



Codificación

AAA: Tipo de cordón
 LAT= Latiguillo
 R03= Rabillo con fibra 900 micras
 R30= Rabillo con fibra 3 mm
 R20= Rabillo con fibra 2 mm

B: Nº de fibras del producto
 S= Simple Z= Doble

C: Tipo de conector extremo 1
 0= No hay conector
 1= Conector ST
 2= Conector FC
 3= Conector ESCON

D: Tipo de conector extremo 2
 0= No hay conector
 1= Conector ST
 2= Conector FC
 3= Conector ESCON

E: Tipo de fibra óptica
 1= Monomodo
 5= Multimodo 50/125

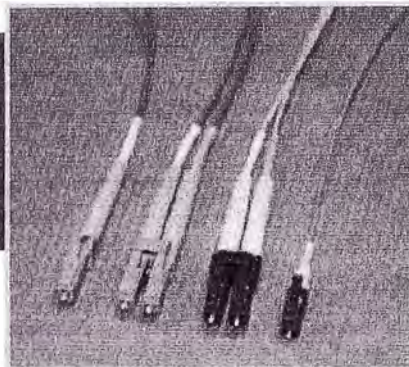
F: Tipo de pulido de conector 1
 0= No hay conector
 P= Pulido PC
 S= Pulido SPC
 A= Pulido APC

G: Tipo de pulido de conector 2
 0= No hay conector
 P= Pulido PC
 S= Pulido SPC
 A= Pulido APC

HH: Longitud en metros del cordón
 (p.e. 02 = 2 metros)

F/AAA - BCDEFG - HH

Cordones

LC


Aplicaciones

Los **RABILLOS** se emplean habitualmente para la terminación de los extremos de los enlaces de fibra óptica. Generalmente se alojan en cajas dotadas de hembras pasamuros.

Los **LATIGUILLOS** se utilizan para la unión de equipos ópticos entre sí o de éstos con las redes de fibra óptica a través de las hembras pasamuros de las cajas de administración.

El **LC** es un conector de alta densidad SFF diseñado para su uso en todo tipo de entornos: LAN, operadoras de telefonía, CATV,...

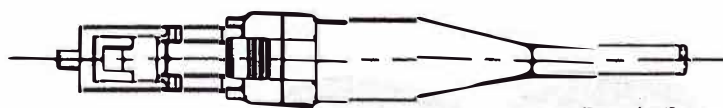
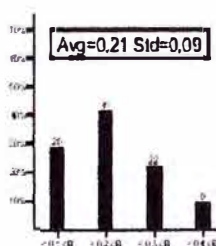
Descripción

Se denominan **RABILLOS LC** a los cordones que disponen de conector **LC** sólo en uno de sus extremos.

Se conoce como **LATIGUILLOS LC**, a los cordones con conectores **LC** en ambos extremos.

Existen versiones simples y dobles codificadas por colores según prestaciones conforme a reglamentación internacional.

Características Técnicas


Escala 2:1

Codificación

AAA: Tipo de cordón

- LAT= Latiguillo
- R09= Rabillo con fibra 900 micras
- R30= Rabillo con fibra 3 mm
- R20= Rabillo con fibra 2 mm

B: N° de fibras del producto

- S= Simple Z= Doble

C: Tipo de conector extremo 1

- 0= No hay conector
- 1= Conector ST
- 2= Conector FC
- 3= Conector ESCON
- 5= Conector MTRJ
- 6= Conector SC
- 8= Conector LC

D: Tipo de conector extremo 2

- 0= No hay conector
- 1= Conector ST
- 2= Conector FC
- 3= Conector ESCON
- 5= Conector MTRJ
- 6= Conector SC
- 8= Conector LC

HH: Longitud en metros del cordón
(p.e. 02 = 2 metros)

G: Tipo de pulido de conector 2

- 0= No hay conector
- P= Pulido PC
- 5= Pulido SPC
- A= Pulido APC

F: Tipo de pulido de conector 1

- 0= No hay conector
- P= Pulido PC
- 5= Pulido SPC
- A= Pulido APC

E: Tipo de fibra óptica

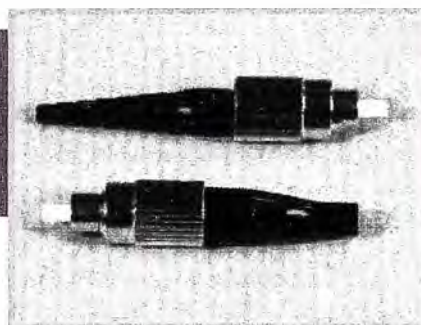
- 1= Monomodo
- 5= Multimodo OM3/OM4
- 6= Multimodo OM2/OM3

CONECTORES

fibercom

**FIBRA ÓPTICA
PARA PROFESIONALES**

Conectores FC



Aplicaciones

Los **CONECTORES** son elementos situados en los extremos de las fibras ópticas, imprescindibles para la utilización y correcta administración de las redes de fibra óptica.

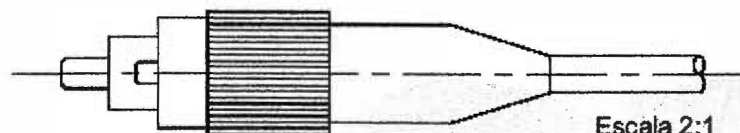
Fibercom suministra **CONECTORES** para su montaje directo sobre fibras ópticas. Están indicados tanto para la confección de cordones, como para la terminación de las fibras de los cables instalados. La sujeción se realiza por medio de adhesivo anaeróbico.

Descripción

En la actualidad el ámbito de aplicación del **CONECTOR FC** se centra en redes de transporte y en equipamiento de laboratorios.

La conexión del **CONECTOR FC** se realiza por medio de un cuerpo roscado y el contacto de las ferrules se mantiene gracias a un muelle interno.

Características Técnicas

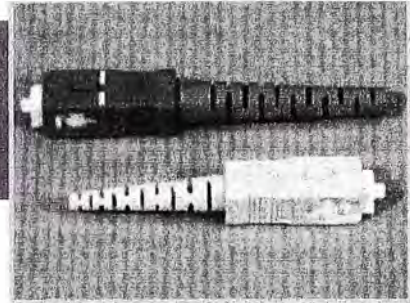


Escala 2:1

Codificación

F/C AAA - BBB - CC DD			
AAA: Tipo de conector ST= conector ST SC= conector SC SCD= conector SCD FC= conector FC SN= conector ESCON LC= conector LC LCD= conector LCD	BBB: Tipo de pulido de conector PC= Pulido PC- APC= Pulido APC	CC: Diámetro de recubrimiento del cable de FO 09= 900 micras 30= 3 mm 20= 2 mm 50= 5 mm	DD: Tipo de fibra óptica SM= Monomodo MM= Multimodo

Conectores

SC


Aplicaciones

Los **CONECTORES** son elementos situados en los extremos de las fibras ópticas, imprescindibles para la utilización y correcta administración de las redes de fibra óptica.

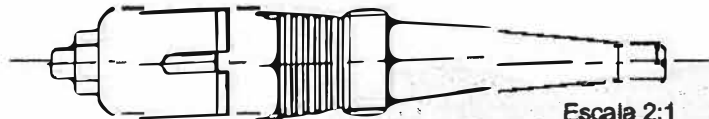
Fibercom suministra **CONECTORES** para su montaje directo sobre fibras ópticas. Están indicados tanto para la confección de cordones, como para la terminación de las fibras de los cables instalados. La sujeción se realiza por medio de adhesivo anaeróbico.

Descripción

El **CONECTOR SC** es el más popular tanto en LAN como en redes de transporte: operadoras de telefonías, CATV...

Existen versiones simples y dobles codificadas por colores según prestaciones conforme a reglamentación internacional.

Características Técnicas



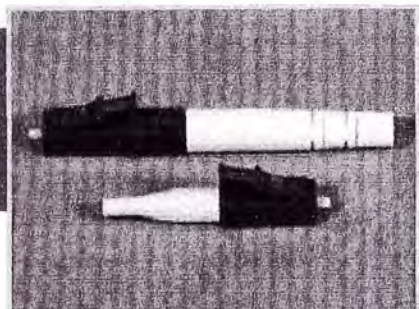
Escala 2:1

Codificación

F/C AAA - BBB - CC DD			
AAA: Tipo de conector ST= conector ST SC= conector SC SCD= conector SCD FC= conector FC SN= conector ESCON LC= conector LC LCD= conector LCD	BBB: Tipo de pulido de conector PC= Pulido PC APC= Pulido APC	CC: Diámetro de recubrimiento del cable de FO 09= 900 micras 30= 3 mm 20= 2 mm 50= 5 mm	DD: Tipo de fibra óptica SM= Monomodo MM= Multimodo

Conectores

LC



Aplicaciones

Los **CONECTORES** son elementos situados en los extremos de las fibras ópticas, imprescindibles para la utilización y correcta administración de las redes de fibra óptica.

Fibercom suministra **CONECTORES** para su montaje directo sobre fibras ópticas. Están indicados tanto para la confección de cordones, como para la terminación de las fibras de los cables instalados. La sujeción se realiza por medio de adhesivo anaeróbico.

Descripción

El **LC** es un **CONECTOR** de alta densidad SFF diseñado para su uso en todo tipo de entornos: LAN, operadoras de telefonías, CATV,...

Existen versiones simples y dobles codificadas por colores según prestaciones conforme a reglamentación internacional.

Características Técnicas



Escala 2:1

Codificación

F/C AAA - BBB - CC DD

AAA: Tipo de conector

ST= conector ST
 SC= conector SC
 SCD= conector SCD
 FC= conector FC
 SN= conector ESCON
 LC= conector LC
 LCD= conector LCD

BBB: Tipo de pulido de conector

PC= Pulido PC
 APC= Pulido APC

DD: Tipo de fibra óptica

SM= Monomodo
 MM= Multimodo

CC: Diámetro de recubrimiento del cable de FO

09= 900 micras 30= 3 mm
 20= 2 mm 50= 5 mm

c/ Prado 5, local. 50009 Zaragoza
 tel: 976 402 021 | fax: 976 402 022

www.fibercom.es
 info@fibercom.es

c/ Valencia 5 A, entlo 29. 08015 Barcelona
 tel: 932 282 256 | fax: 932 282 289

ADAPTADORES



ADAPTADORES OPTICOS MONOMODO CLASIFICACION AVANZADO SM-A

▲ Aplicación

En combinación con conectores/fibras monomodo en:

- Redes de larga distancia
- Redes metropolitana
- Redes de acceso

Componentes de la más alta calidad

▲ Adaptador óptico SC

Marca Seikoh Giken SSC-A32 2701

- Cuerpo plástico color azul
- Alineación circonio

▲ Adaptador óptico SC duplex

Marca Seikoh Giken SSCF-2A32 2700

- Cuerpo plástico color azul
- Alineación circonio

▲ Adaptador óptico SC/APC

Marca Seikoh Giken SSC-AN 32 2701

- Cuerpo plástico color verde
- Alineación circonio

▲ Adaptador óptico SC/APC duplex

Marca Seikoh Giken SSCF-2AN 32 2700

- Cuerpo plástico color verde
- Alineación circonio

▲ Adaptador óptico FC-D

Marca Seikoh Giken SAA-32 2200

- Cuerpo metálico
- Alineación circonio

▲ Adaptador óptico FC-D/APC (N)

Marca Seikoh Giken SNA-32 2400

- Cuerpo metálico
- Llave 2.15 + 0.05±0 mm
- Alineación circonio

▲ Adaptador óptico FC-D/APC (R)

Marca Seikoh Giken SNA-32 24J0

- Cuerpo metálico
- Llave 2.03±0.05±0mm
- Alineación circonio





Adaptador óptico E-2000

- Cuerpo plástico color azul
- Alineación circonio



▲ Adaptador óptico E-2000/APC

- Cuerpo plástico color verde
- Alineación circonio



▲ Adaptador óptico LC Marca Seikoh Giken SLC-A 12 2100

- Cuerpo plástico color azul
- Alineación circonio



▲ Adaptador óptico LC duplex Marca Seikoh SLCF-2A 12 2100

- Cuerpo plástico color azul
- Alineación circonio

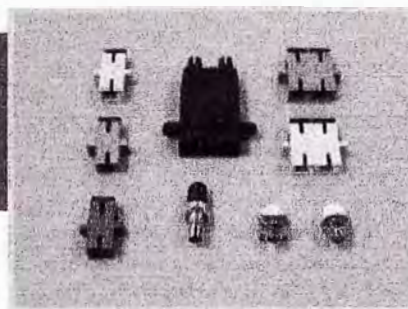


▲ Adaptador óptico DIN

- Cuerpo metálico
- Alineación circonio

DATOS DE PEDIDO	
Descripción	TCA-Item
Adaptador óptico SC plástico azul, circonio	147013S3-000
Adaptador óptico SC duplex plástico azul, circonio	147014S3-000
Adaptador óptico SC/APC plástico verde, circonio	147015S2-000
Adaptador óptico SC/APC duplex plástico, circonio	147016S2-000
Adaptador óptico FC-D metálico, circonio	147022S3-000
Adaptador óptico FC-D/APC(N) metálico, circonio	147025S2-000
Adaptador óptico FC-D/APC(R) metálico, circonio	147026S2-000
Adaptador óptico E-2000 plástico azul, circonio	147033D2-000
Adaptador óptico E-2000/APC plástico verde, circonio	147035D2-000
Adaptador óptico LC plástico azul, circonio	147043S3-000
Adaptador óptico LC duplex plástico azul, circonio	147044S3-000
Adaptador óptico DIN metálico	147047D3-000

Hembras Pasamuros



Aplicaciones

Las **HEMBRAS PASAMUROS** suelen colocarse en las cajas terminales para la administración de latiguillos y la asignación de servicios de los equipos de comunicación.

Fibercom recomienda el empleo de **HEMBRAS PASAMUROS** con anilla cerámica para su utilización con fibras monomodo y de anilla metálica con fibras multimodo.

Opciones

Fibercom suministra hembras ST, SC, SCD, FC (square y D-hole), LCD y cualquier otra que el cliente precise, tanto en versión monomodo como multimodo.

Existen hembras tanto para versión simples como dobles, para uno o dos conectores por cada lado respectivamente.

Descripción

Las **HEMBRAS PASAMUROS**, también conocidas como **ADAPTADORES**, son los componentes que permiten el enfrentamiento entre sí de dos conectores ópticos.

Para el correcto alineamiento de las fibras, las hembras disponen de una anilla de presión (sieve) que puede ser de material cerámico (circonia) o metálico (bronce fosforado).

El material del cuerpo de las hembras puede ser metálico (ST, FC...) o plástico (SC, SCD, LCD...). En este último caso, las recomendaciones internacionales indican la siguiente codificación:

- Hembras multimodo: color gris o crema.
- Hembras monomodo (No APC): color azul.
- Hembras monomodo (APC): color verde.

Las hembras dobles siguen la codificación A-B para garantizar la correcta polaridad en las comunicaciones bidireccionales.

Codificación

F/HPF - AAA / BBB - CC

AAA: Tipo de conector lado 1

ST= conector ST
 SC= conector SC
 ASC= conector SC pulido APC
 SCD= conector SCD
 AFC= conector FC pulido APC
 FC= conector FC
 SN= conector ESCON
 LC= conector LC
 LCD= conector LCD

BBB: Tipo de conector lado 2

ST= conector ST
 SC= conector SC
 ASC= conector SC pulido APC
 SCD= conector SCD
 FC= conector FC

CC: Tipo de fibra óptica

SM= Monomodo
 MM= Multimodo

AFC= conector FC pulido APC
 SN= conector ESCON
 LC= conector LC
 LCD= conector LCD

Hembras Pasamuros

FC



Aplicaciones

Las **HEMBRAS PASAMUROS** suelen colocarse en las cajas de empalmes para la administración de latiguillos en la asignación de servicios de los equipos electrónicos.

Fibercom recomienda el empleo de **HEMBRAS PASAMUROS FC** con anilla cerámica para su utilización con fibras monomodo y hembras de anilla metálica para fibras multimodo.

En la actualidad, el ámbito de aplicación de la **HEMBRA FC** se centra en redes de transporte y en equipamiento de laboratorios.

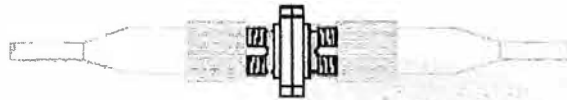
Descripción

Las **HEMBRAS PASAMUROS** son los componentes que permiten el enfrentamiento entre sí de dos conectores ópticos.

Para el correcto alineamiento de las fibras, las **HEMBRAS PASAMUROS FC** disponen de una anilla de presión (sieve) que puede ser de material cerámico (circonia) o metálico (bronce fosforado).

Las **HEMBRAS FC** sólo están en versión simple.

Características Técnicas



Escala 1:1

Codificación

F/HPF - AAA / BBB - CC

AAA: Tipo de conector lado 1

ST= conector ST
 SC= conector SC
 ASC= conector SC pulido APC
 SCD= conector SCD
 AFC= conector FC pulido APC
 FC= conector FC
 SN= conector ESCON
 LC= conector LC
 LCD= conector LCD

CC: Tipo de fibra óptica

SM= Monomodo
 MM= Multimodo

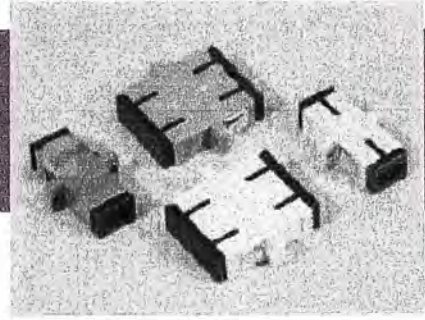
BBB: Tipo de conector lado 2

ST= conector ST
 SC= conector SC
 ASC= conector SC pulido APC
 SCD= conector SCD
 FC= conector FC

AFC= conector FC pulido APC
 SN= conector ESCON
 LC= conector LC
 LCD= conector LCD

Hembras Pasamuros

SC



Aplicaciones

Las **HEMBRAS PASAMUROS** suelen colocarse en las cajas terminales para la administración de los alfileros y la asignación de servicios de los equipos de comunicación.

Fibercom recomienda el empleo de **HEMBRAS PASAMUROS SC** con anilla cerámica para su utilización con fibras monomodo y hembras de anilla metálica para fibras multimodo.

Es la **HEMBRA PASAMUROS** más popular tanto en LAN como en redes de transporte, operadoras de telefonía y CATV.

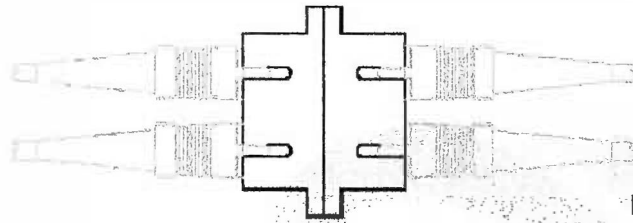
Descripción

Las **HEMBRAS PASAMUROS** son los componentes que permiten el enfrentamiento entre 1 de dos conectores ópticos.

Para el correcto alineamiento de las fibras, las **HEMBRAS PASAMUROS SC** disponen de una anilla de presión (sieve) que puede ser de material cerámico (circonia) o metálico (bronce fosforado).

Existen versiones simples y dobles codificadas por colores según prestaciones conforme a reglamentación internacional.

Características Técnicas



Escala 1:1

Codificación

F/HPF - AAA / BBB - CC

AAA: Tipo de conector lado 1

ST= conector ST
 SC= conector SC
 ASC= conector SC pulido APC
 SCD= conector SCD
 AFC= conector FC pulido APC
 FC= conector FC
 SN= conector ESCON
 LC= conector LC
 LCD= conector LCD

CC: Tipo de fibra óptica

SM= Monomodo
 MM= Multimodo

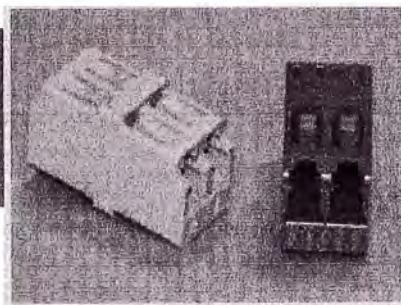
BBB: Tipo de conector lado 2

ST= conector ST
 SC= conector SC
 ASC= conector SC pulido APC
 SCD= conector SCD
 FC= conector FC

AFC= conector FC pulido APC
 SN= conector ESCON
 LC= conector LC
 LCD= conector LCD

Hembras Pasamuros

LC



Aplicaciones

Las **HEMBRAS PASAMUROS** suelen colocarse en las cajas terminales para la administración de latiguillos y la asignación de servicios de los equipos de comunicación.

Fibercom recomienda el empleo de **HEMBRAS PASAMUROS** con anilla cerámica para su utilización con fibras monomodo y hembras de anilla metálica para fibras multimodo.

La **HEMBRA LC** de alta densidad SFF está diseñada para uso en todo tipo de entornos: LAN, operadoras de telefonía, CATV,...

Descripción

Las **HEMBRAS PASAMUROS** son los componentes que permiten el enfrentamiento entre sí de dos conectores ópticos.

Para el correcto alineamiento de las fibras, las **HEMBRAS PASAMUROS LC** disponen de una anilla de presión (sieve) que puede ser de material cerámico (circonia) o metálico (bronce fosforado).

Existen versiones simples y dobles codificadas por cobres según prestaciones conforme a reglamentación internacional.

Características Técnicas



Escala 1:1

Codificación

F/HPF - AAA / BBB - CC

AAA: Tipo de conector lado 1

ST= conector ST
 SC= conector SC
 ASC= conector SC pulido APC
 SCD= conector SCD
 AFC= conector FC pulido APC
 FC= conector FC
 SN= conector ESCON
 LC= conector LC
 LCD= conector LCD

BBB: Tipo de conector lado 2

ST= conector ST
 SC= conector SC
 ASC= conector SC pulido APC
 SCD= conector SCD
 FC= conector FC

CC: Tipo de fibra óptica

SM= Monomodo
 MM= Multimodo

AFC= conector FC pulido APC
 SN= conector ESCON
 LC= conector LC
 LCD= conector LCD

c/ Prado 5, local. 50009 Zaragoza
 tel: 976 402 021 | fax: 976 402 022

www.fibercom.es
 info@fibercom.es

c/ Valencia 5 A, entlo 2º. 08015 Barcelona
 tel: 932 262 258 | fax: 932 262 269

ANEXO D

EMPALMES DE FIBRA OPTICA

El empalme consiste en unir entre si los extremos de dos fibras ópticas de tal forma que la luz a la salida de una de las fibras entre en la otra, con la menor atenuación posible. El empalme de fibras es utilizado frecuentemente en enlaces de larga distancia, donde se requieren unir secciones de longitudes de fibras más cortas y donde no hay requerimientos de conexiones y desconexiones repetitivas.

METODOS DE EMPALME

Las técnicas de empalme pueden dividirse en tres categorías; estos son:

- Método de fusión
- Método mecánico

(1) *Método de Fusión*

En este método las dos fibras son empalmadas aplicando calentamiento localizado entre los extremos de fibras pre-alineados, causando que estos se ablanden y se fundan simultáneamente para formar un hilo de vidrio continuo. El calor de fusión es generado por el arco eléctrico de dos electrodos conectados a una fuente de alto voltaje.

Este método ofrece la atenuación óptica más baja (máximo de 0.15 dB) y la más alta confiabilidad.

Es utilizado en enlaces de cables continuos y largos (decenas de Km.).

(2) *Método Mecánico.*

En este método las dos fibras son unidas mediante alineamiento, la cual es conservada por un sistema mecánico.

Un empalme mecánico consiste de cuatro componentes básicos:

- Una superficie de alineamiento (Surco - V o guías formadas por cilindros, varillas o por la esquina de un tubo de sección cuadrada).

Un retenedor (muelle, cubierta, etc.) para mantener las fibras sobre la superficie de alineamiento.

Un material de adaptación de índice de refracción (gel de silicona, adhesivos de curado UV, resina epoxica y grasas ópticas).

Un encaje o manguito de protección.

Con este método se consiguen empalmes con pérdidas que no deben superar a 0.3 dB. Sin embargo, los empalmes mecánicos son sensitivos a los cambios de temperatura ambiental.

Este método es excelente para sistemas de corto alcance.

PROCEDIMIENTO DE EMPALME

(1) Retiro del Recubrimiento

Cuando el alineamiento y el empalme es realizado tomando como referencia el diámetro superficial de la fibra, es necesario retirar todos los recubrimientos de los extremos de las fibras.

Los recubrimientos (primarios y secundarios) son utilizados para proteger las fibras de averías mecánicas, humedad y microcurvaturas.

Los sistemas de recubrimiento varían desde una simple capa de recubrimiento delgado a múltiples capas de recubrimientos delgados seguidos por una capa termoplástica más gruesa.

La capa plástica puede ser PVC o Polietileno y son retiradas mecánicamente. Las capas primarias delgadas pueden ser acrilatos o compuestos mecanizados por rayos UV, y pueden ser retiradas mecánicamente, aunque comúnmente se emplean paños saturados con un compuesto químico.

(2) Corte

Los extremos de las fibras a emplear deben ser cortados de modo que su sección transversal sea perpendicular al eje de las mismas, sin asperezas ni astillamientos (fig. 6.7). Típicamente, se requieren ángulos menores de 1° con respecto a la perpendicular al eje de la fibra.

(3) Empalme

Generalmente el proceso por fusión comprende las siguientes fases (fig. 6.9)

Posicionamiento y sujeción de las fibras.

Limpieza eléctrica de los extremos de las fibras.

Alineamiento.

Prefusión.

Fusión.

Evaluación del empalme (cuadro 1).

El proceso de empalme mecánico comprende las siguientes fases:

Posicionamiento de las fibras.

Sujeción de las fibras.

(4) Protección

Se requiere proteger a los empalmes con manguitos termocontráctiles.

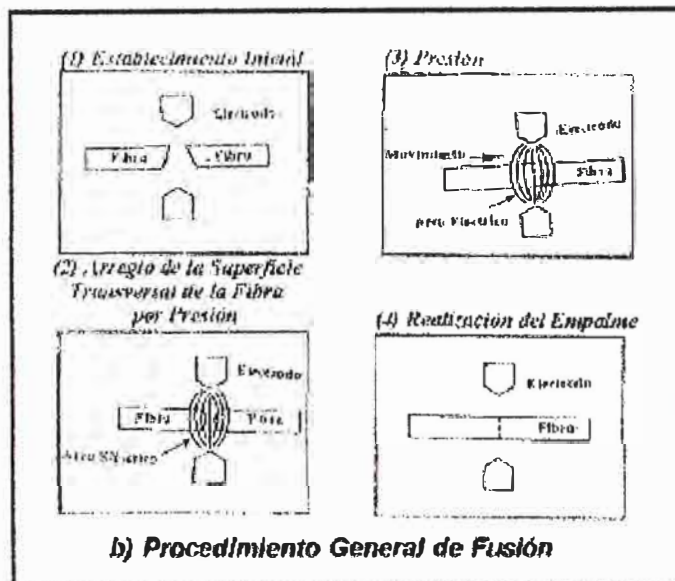
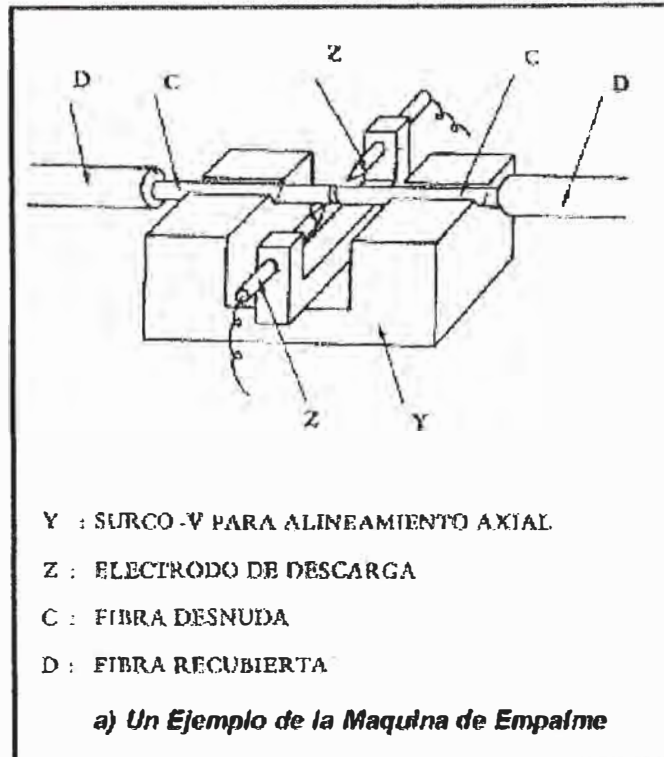


Fig. D.1 Empalme por fusión

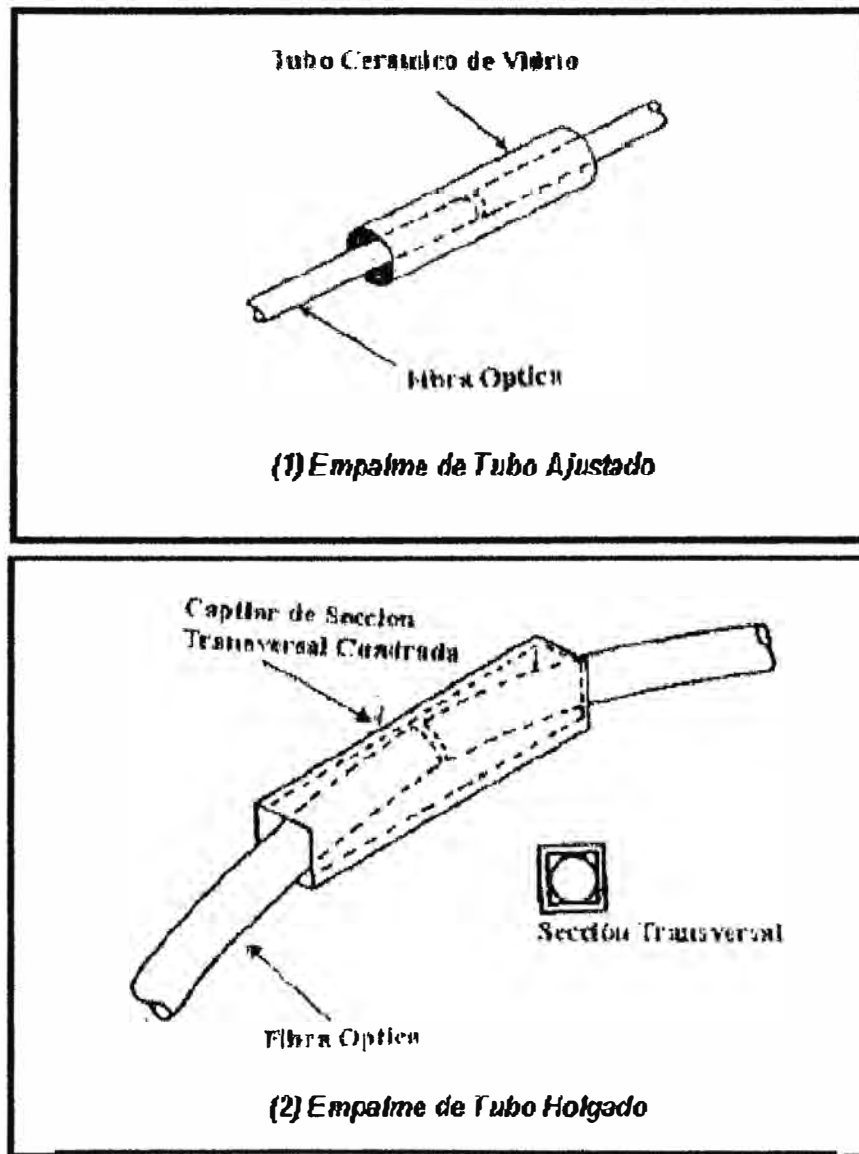


Fig. D.2 Empalmes mecánicos

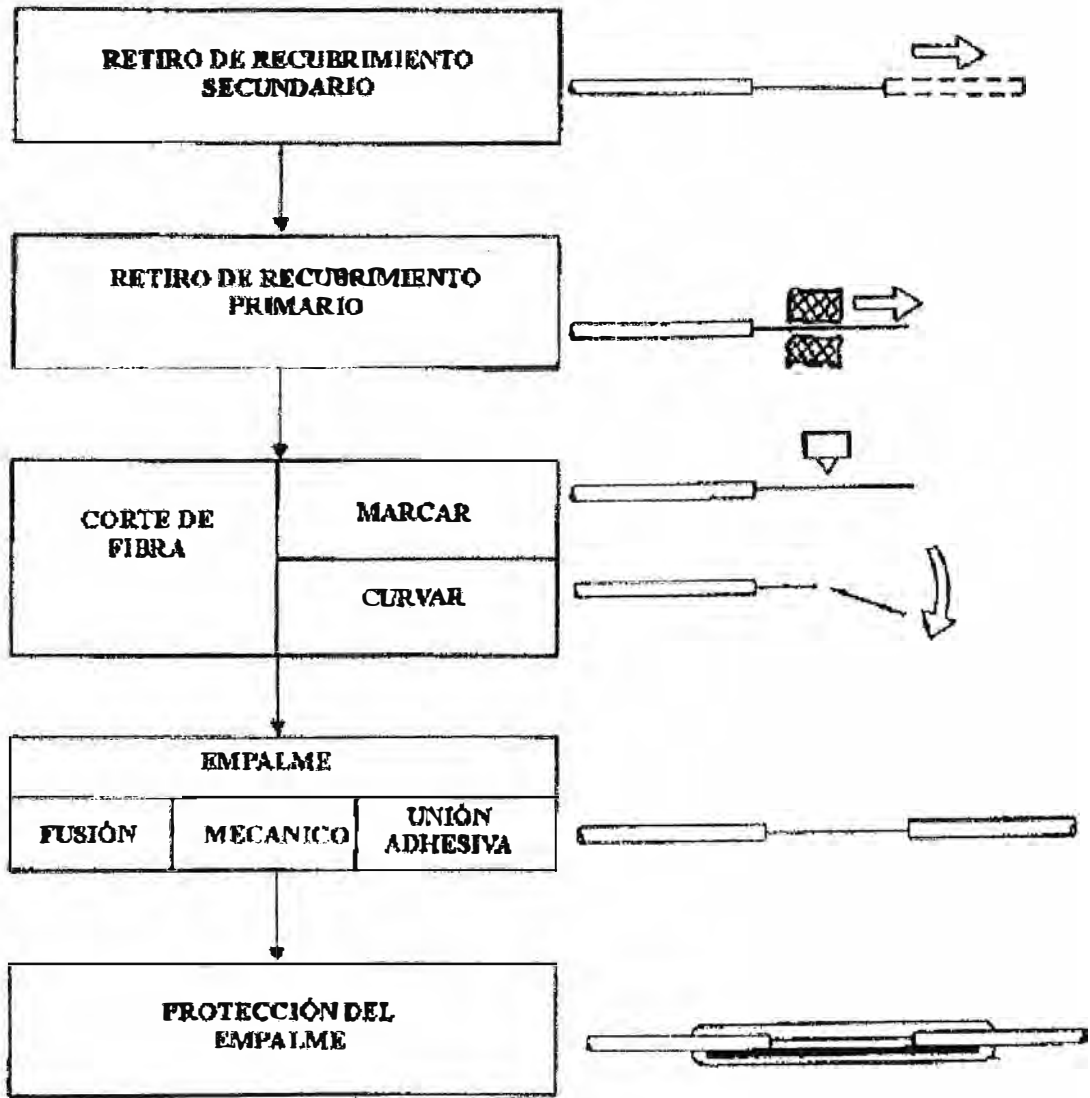


Fig. D.3 Procedimiento de empalme de fibra óptica

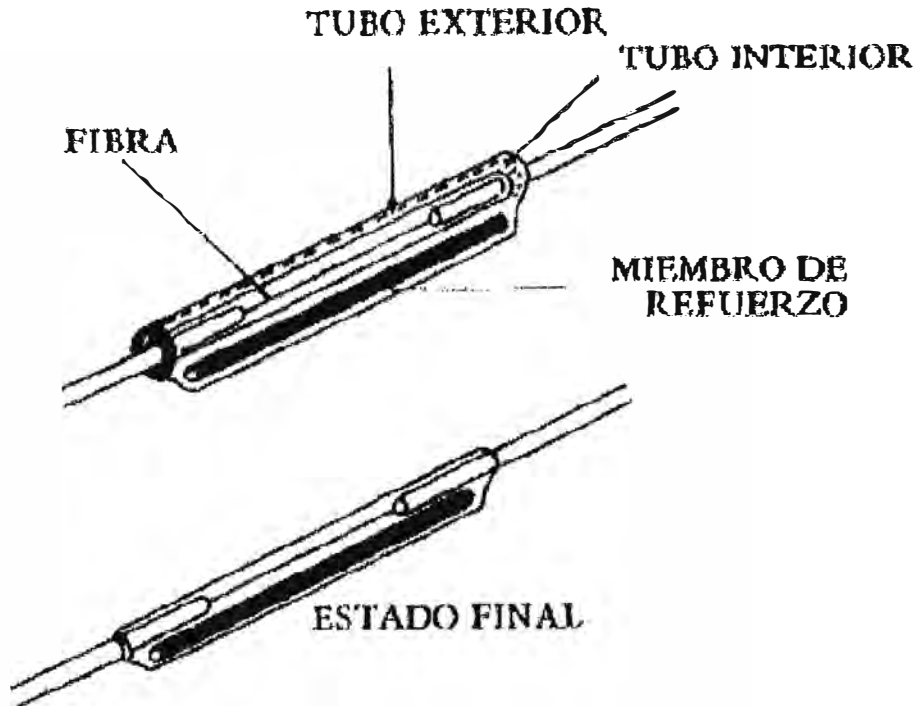


Fig. D.4 Protector termocontráctil

UNION DE CUBIERTAS

El empalme de cables de fibra óptica comprende dos actividades completamente diferenciadas. Una es el empalme individual de las fibras y otra la unión de las cubiertas de cables.

Consideraciones especiales deberán tomarse en cuenta en la realización de dichos empalmes, a fin de asegurar una alta calidad de transmisión y reducir los costos de mantenimiento.

Con relación a la unión de las cubiertas, a través de las denominadas cajas de empalme, estas deben conservar la misma rigidez y confiabilidad que la cubierta del cable.

Las técnicas de unión de cubiertas deberán tomar en consideración la estructura del cable, el número de fibras, las características del medio ambiente, las condiciones de

instalación y los costos.

Por otro lado, para la interconexión de los cables de fibra con los equipos de transmisión y de recepción ópticos, es necesario terminar los cables con los conectores apropiados. Esto se puede realizar mediante empalme con fibras preconectorizadas en un extremo (Pigtail) o mediante montaje directo del conector.

(1) *Requerimientos*

Los métodos usados para la unión de cubiertas de cables de fibra óptica están basados en aquellos usados para los cables de cobre convencional, tomando en consideración condiciones especiales pertinentes a la fibra óptica. Las uniones de cubierta deben:

- Restablecer la integridad de la cubierta, incluyendo la continuidad mecánica de los miembros de resistencia.
- Ser impermeables y herméticas.
- Tener una alta rigidez, equivalente al de la cubierta del cable. No debe ser dañada por vibraciones u otros esfuerzos mecánicos
- Proteger los empalmes de fibras contra factores ambientales.
- Proporcionar organización para los empalmes de fibras y almacenamiento de excesos de fibra.
- Proporcionar continuidad eléctrica y puesta a tierra, donde sea requerido.
- Ser prácticos y permitir que las mangas de empalme sean abiertas y restituidas, sin interrumpir los circuitos en servicio.

La experiencia con los cables metálicos indica que la mayoría de las fallas de cable ocurren en los puntos de empalme. Por consiguiente, la red de cables debe ser planificada con el objetivo de minimizar el número de empalmes y maximizar la confiabilidad de las mangas. Además, esto conduce a minimizar la atenuación total del sistema de cable.

(2) *Almacenamiento de Exceso de Fibra*

Los empalmes de fibra óptica deben tener una mínima longitud de exceso de fibra, tomando en consideración lo siguiente:

- Reempalmes para corrección de averías.
- Reasignación de circuitos.
- Renovación de cables.
- Absorción de los movimientos de fibra por deslizamiento del cable.

Tales longitudes de exceso de fibras deben almacenarse en un espacio suficiente, teniendo en cuenta lo siguiente:

- El radio de curvatura de las fibras almacenadas debe ser tal que la atenuación adicional sea mínima y se prevengan roturas debido a fatiga estática.
- Fijación de las unidades de fibra, que permita su identificación.
- Facilidad para el almacenamiento de empalmes de fibras.

En la fig. 8.2.1, se muestran algunos ejemplos para el almacenamiento de exceso de fibra.

(3) *Método de Unión*

Semejante a los cables de cobre, los métodos de unión pueden ser clasificados según que el proceso de montaje sea en frío o en calor.

En general el procedimiento para la unión de cubiertas de cables de fibra óptica, es el siguiente:

- (1) Preparación del cable: determinar el centro de la unión, despojo de cubiertas de cables y limpieza
- (2) Colocar los cables en la manga de empalme
- (3) Conectar la continuidad de pantalla y puesta a tierra.
- (4) Identificar y agrupar las fibras ópticas
- (5) Sujetar el miembro de tensión.
- (6) Instalar las bandejas de empalme
- (7) Empalmar las fibras ópticas
- (8) Disponer el empalme y la longitudes de exceso de fibra óptica sobre la bandeja de empalme.
- (9) Realizar el cierre de la manga de empalme.

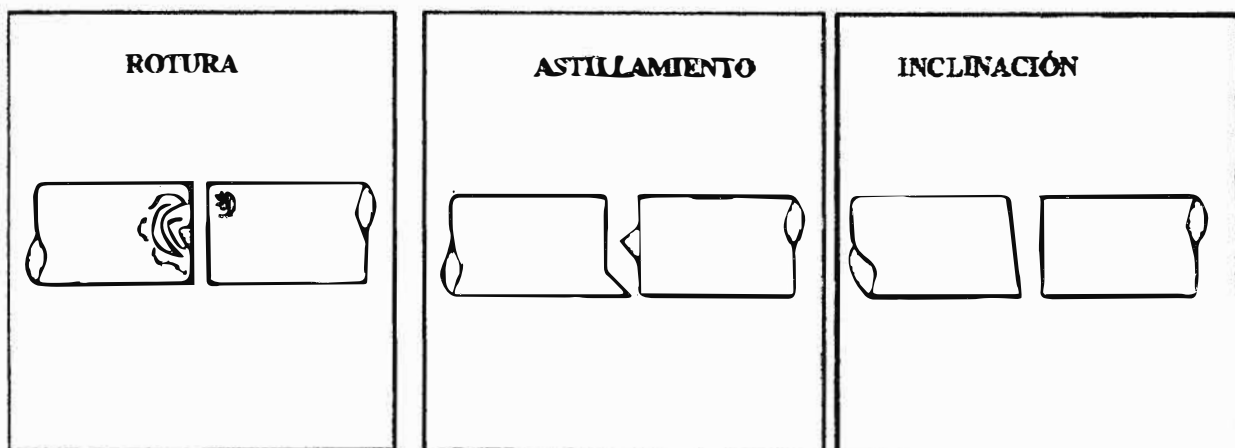







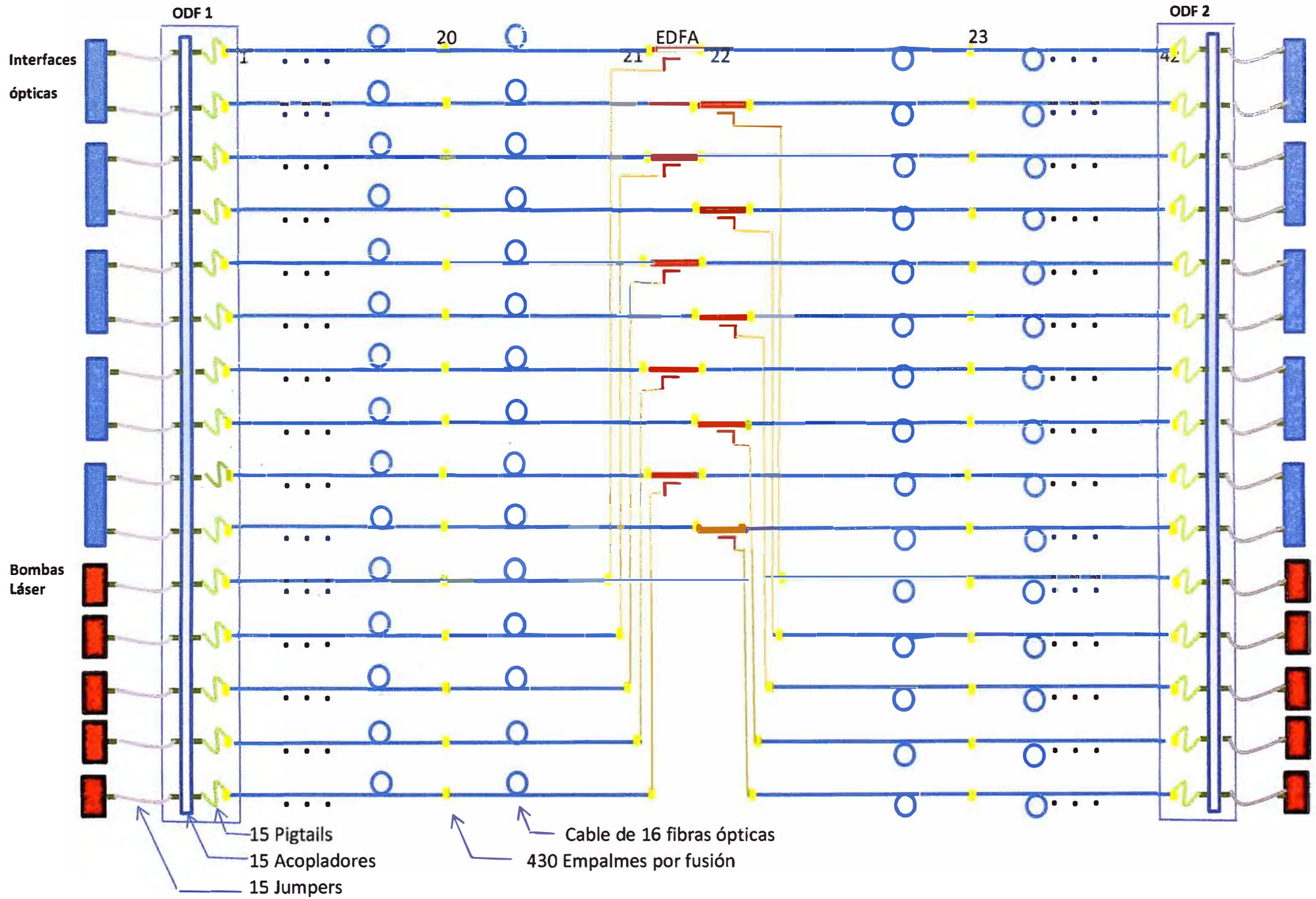
Fig. D.5 Defectos en el corte de fibras

Tabla D.1 Empalmes defectuosos y posibles soluciones

ASPECTO DEL EMPALME	CAUSA	SOLUCIÓN
 <p>REDUCCIÓN</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1- ELECTRODOS SUCIOS, FUSIÓN IRREGULAR 2- CORRIENTE DE FUSIÓN MUY ALTO 3- DESPLAZAMIENTO AXIAL INSUFICIENTE 4- TIEMPO DE PREFUSIÓN MUY LARGO 5- CORRIENTE DE PREFUSIÓN MUY ALTO 	<ol style="list-style-type: none"> 1- LIMPIAR ELECTRODOS 2- REDUCIR POR 0.2~ 0.3mA 3- AUMENTAR POR PASOS DE 1µm 4- VALOR ESTANDAR: 0.20s REDUCIR POR PASOS DE 0.05s 5- VALOR ESTANDAR: 14.5mA REDUCIR POR PASOS DE 0.1mA
 <p>ENSANCHAMIENTO</p>	DESPLAZAMIENTO AXIAL EXCESIVO	REDUCIR POR PASOS DE 1µm
 <p>BURBUJA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1- SECCIÓN TRANSVERSAL DE FIBRAS SUCIAS, ANTES DEL EMPALME 2- CORTE DEFECTUOSO 	<ol style="list-style-type: none"> 1- LIMPIAR ANTES DE LA FUSIÓN, AUMENTAR LA CORRIENTE O EL TIEMPO DE LIMPIEZA 2- VERIFICAR LA CALIDAD DEL CORTE ANTES DE LA FUSIÓN
 <p>FUSIÓN INCOMPLETA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1- CORRIENTE DE FUSIÓN MUY BAJO 2- TIEMPO DE PREFUSIÓN MUY CORTO 3- DESGASTE DE LOS ELECTRODOS 	<ol style="list-style-type: none"> 1- AUMENTAR POR 0.2~ 0.3mA 2- AUMENTAR POR 0.05s 3- REEMPLAZAR
 <p>DEFORMACIÓN DE EXTREMOS DE FIBRAS</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1- ELECTRODOS SUCIOS, FUSIÓN IRREGULAR 2- CORRIENTE DE FUSIÓN MUY ALTO 3- TIEMPO DE PREFUSIÓN DEMASIADO ALTO 4- CORRIENTE DE PREFUSIÓN DEMASIADO ALTO 	<ol style="list-style-type: none"> 1- LIMPIAR ELECTRODOS 2- REDUCIR POR 0.5~ 1mA 3- VALOR ESTANDAR: 0.20s 4- VALOR ESTANDAR: 14.5mA

ANEXO E

DISEÑO DE UN ENLACE DE COMUNICACIONES OPTICAS
ESQUEMA DEL ENLACE



BIBLIOGRAFÍA

1. Harry J.R. Dutton; Understanding Optical Communications, RedBook, International Technical Support Organization, IBM, 1998.
2. CISCO; Cisco Certified Networking Associate; Cisco Networking Academy Program, CD Manual, 2005.
3. INICTEL; Fundamentos del Sistema de Conmutación Digital; Manual JICA, 1992.
4. INICTEL; Transmisión por Fibra Óptica; Manual, 2006.
5. INICTEL, Empalmes y Mediciones de Fibras Ópticas; Manual, 2006.
6. INICTEL, Diseño de Sistemas de Comunicaciones Ópticas; Manual, 2006.
7. INICTEL, Empalmes y Mediciones de Fibras Ópticas; Manual, 2006.
8. Behrouz Forouzan, Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones, 2ª Edición, Ed. McGraw-Hill, España, 2002.
9. José Huidobro Moya; Redes y Servicios de Telecomunicaciones; 4ta. Edición, Ed. Paraninfo, España, 2006.
10. Ing. Dr. Eligius Vancek; Tópicos de Comunicaciones Modernas; INGELECTRA 91, IEEE, Chile, 1991.
11. <http://www.alcatel.com>
12. <http://www.corning.com>
13. <http://www.huawei.com>
14. <http://www.juniper.com>
15. <http://www.lucent.com>