

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.978

(12/2006)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Secciones digitales y sistemas digitales de línea –
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica

**Características de los cables submarinos de
fibra óptica**

Recomendación UIT-T G.978

UIT-T



RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
Generalidades	G.900–G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910–G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930–G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940–G.949
Sistemas de línea digital	G.950–G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960–G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970–G.979
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales	G.980–G.989
Redes de acceso	G.990–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

Recomendación UIT-T G.978

Características de los cables submarinos de fibra óptica

Resumen

Esta Recomendación trata de las características de los cables submarinos de fibra óptica que se mencionan en las Recs. UIT-T G.973, G.974 y G.977. Cubre las características de transmisión de los cables submarinos de fibra óptica, las fibras ópticas que se emplean en los cables submarinos, incluyendo las características mecánicas y la resistencia al entorno y otras características eléctricas. Además, cubre las características de transmisión de las secciones elementales de cable con un solo tipo de fibra óptica y con varios tipos de fibra óptica (híbridas). Cualquier información específica en lo que concierne a las características de los cables submarinos de fibra óptica está incluida en las Recomendaciones del sistema de cable submarino de fibra óptica pertinente.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.978 fue aprobada el 14 de diciembre de 2006 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Términos y definiciones	2
3.1 Términos definidos en esta Recomendación	2
3.2 Términos que se definen en otras Recomendaciones	3
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos	4
5 Características del cable submarino de fibra óptica	5
5.1 Generalidades	5
5.2 Características de transmisión del cable.....	5
5.3 Características mecánicas y resistencia al entorno.....	5
6 Características del cable submarino de fibra óptica de repuesto	8
6.1 Generalidades	8
6.2 Tipo de sistema de aplicación submarina.....	8
6.3 Protección del cable submarino de fibra óptica de repuesto	9
6.4 Características de transmisión	9
7 Características eléctricas.....	9
8 Características de las fibras en un cable submarino	9
8.1 Generalidades	9
8.2 Fibra óptica.....	10
8.3 Características de transmisión de la fibra.....	11
8.4 Especificación de parámetros recomendados	13
9 Características de transmisión de una sección elemental de cable	13
9.1 Generalidades	13
9.2 Características de transmisión de la sección elemental de cable con un solo tipo de fibra óptica	14
9.3 Características de transmisión de la sección elemental de cable con varios tipos de fibra óptica (híbrida)	14
9.4 Especificación de parámetros recomendados	15
Apéndice I – Estructuras del cable submarino de fibra óptica e información conexa	15

Recomendación UIT-T G.978

Características de los cables submarinos de fibra óptica

1 Alcance

Esta Recomendación trata de las características de los cables submarinos de fibra óptica que se mencionan en [G.973], [G.974] y [G.977].

Un cable submarino óptico puede utilizarse en:

- Un sistema de cable submarino de fibra óptica con repetidores.
- Un sistema de cable submarino de fibra óptica sin repetidores.

En esta Recomendación se especifican las características de los cables submarinos que pueden utilizarse en aguas profundas y poco profundas.

La Recomendación abarca:

- las características de transmisión de las fibras ópticas en los cables submarinos, incluidas las características mecánicas y la resistencia al entorno;
- las características de los cables submarinos de fibra óptica, incluidas las características mecánicas y la resistencia al entorno, y otras características eléctricas;
- las características de transmisión de las secciones elementales de cable con un solo tipo de fibra óptica y con varios tipos de fibra óptica (híbridas).

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación

- [G.650.1] Recomendación UIT-T G.650.1 (2004), *Definiciones y métodos de prueba de los atributos lineales y determinísticos de fibras y cables monomodo.*
- [G.650.2] Recomendación UIT-T G.650.2 (2005), *Definiciones y métodos de prueba de los atributos conexos de las características estadísticas y no lineales de fibras y cables monomodo.*
- [G.652] Recomendación UIT-T G.652 (2005), *Características de las fibras y cables ópticos monomodo.*
- [G.653] Recomendación UIT-T G.653 (2006), *Características de los cables y fibras ópticas monomodo con dispersión desplazada.*
- [G.654] Recomendación UIT-T G.654 (2006), *Características de los cables de fibra óptica monomodo con corte desplazado.*
- [G.655] Recomendación UIT-T G.655 (2006), *Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula.*
- [G.656] Recomendación UIT-T G.656 (2006), *Características de las fibras y cables con dispersión no nula para el transporte óptico de banda ancha.*

- [G.667] Recomendación UIT-T G.667 (2006), *Características de los compensadores con dispersión cromática adaptativa.*
- [G.671] Recomendación UIT-T G.671 (2005), *Características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos.*
- [G.972] Recomendación UIT-T G.972 (2004), *Definición de términos pertinentes a los sistemas de cable submarino de fibra óptica.*
- [G.973] Recomendación UIT-T G.973 (2003), *Características de los sistemas de cable submarino de fibra óptica sin repetidores.*
- [G.974] Recomendación UIT-T G.974 (2004), *Características de los sistemas de cable submarino de fibra óptica con regeneración.*
- [G.977] Recomendación UIT-T G.977 (2006), *Características de los sistemas de cable submarino de fibra óptica con amplificación óptica.*
- [G-Sup.39] Recomendaciones UIT-T de la serie G-Suplemento 39 (2006), *Consideraciones sobre diseño e ingeniería de sistemas ópticos.*
- [G-Sup.40] Recomendaciones UIT-T de la serie G-Suplemento 40 (2006), *Directriz sobre Recomendaciones y normas para cables y fibras ópticas.*
- [CEI 62285] CEI/TR 62285 (2005), *Application guide for non-linear coefficient measuring methods.*
- [CEI 62324] CEI/TR 62324 (2003), *Single-mode optical fibres – Raman gain efficiency measurement using continuous wave method – Guidance.*

3 Términos y definiciones

3.1 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

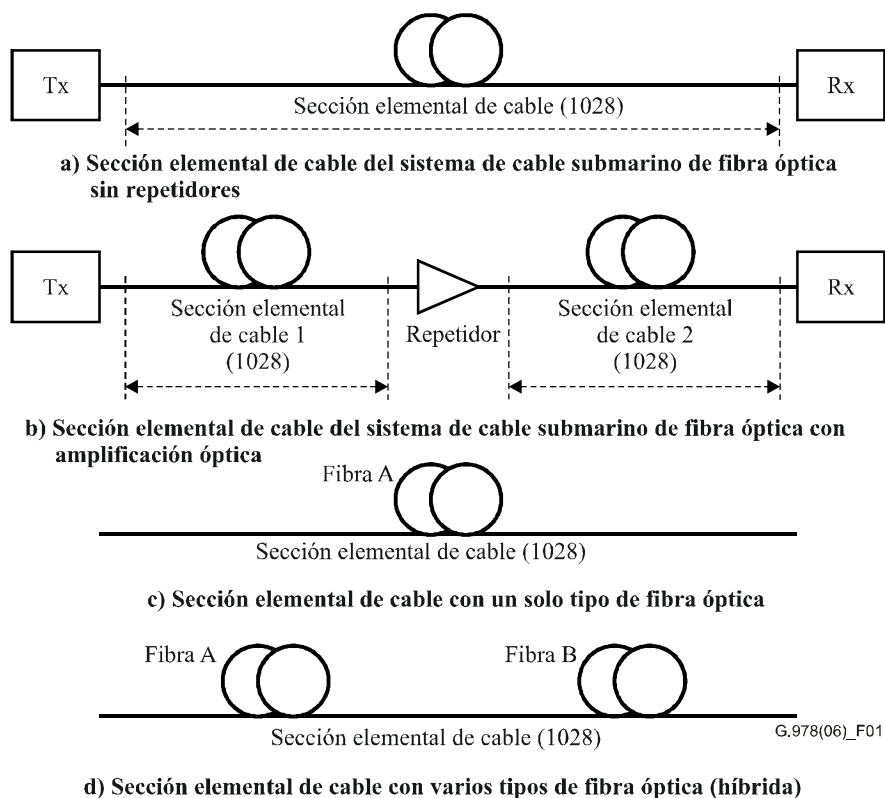
3.1.1 cable submarino de fibra óptica: Cable submarino que utiliza líneas ópticas como líneas de transmisión (1019 en [G.972]).

3.1.2 sección elemental de cable: Largo total de cable de fibra óptica entre dos elementos del equipo (repetidores, unidades de derivación o equipo de transmisión terminal) (1028 en [G.972]). En esta Recomendación se describen dos tipos de sección elemental de cable:

- Sección elemental de cable con un solo tipo de fibra óptica.
- Sección elemental de cable con varios tipos de fibra óptica (híbrida).

3.1.2.1 sección elemental de cable con un solo tipo de fibra óptica: Sección elemental de cable que consiste en un tipo de fibra óptica único.

3.1.2.2 sección elemental de cable de tipo híbrido con varios tipos de fibra óptica: Sección elemental de cable que consiste en varios tipos de fibra óptica (híbrida).



NOTA – (1028) indica un número de clasificación que se emplea en la Rec. UIT-T G.972.

Figura 1/G.978 – Definiciones de la sección elemental de cable

3.2 Términos que se definen en otras Recomendaciones

En esta Recomendación se utilizan los siguientes términos que se definen en otras Recomendaciones:

- Tramo submarino: véase [G.972] (1005).
- Repetidor submarino óptico: véase [G.972] (1020).
- Carga de rotura del cable: véase [G.972] (5007).
- Cable con armadura doble: véase [G.972] (5004).
- Carga de cable de rotura de fibra: véase [G.972] (5008).
- Radio de curvatura mínimo del cable: véase [G.972] (5032).
- Resistencia operativa nominal a la tracción: véase [G.972] (5010).
- Resistencia permanente nominal a la tracción: véase [G.972] (5009).
- Resistencia transitoria nominal a la tracción: véase [G.972] (5011).
- Cable con armadura para roca: véase [G.972] (5005).
- Cable con armadura simple: véase [G.972] (5003).
- Pendiente de dispersión relativa: véase [G-Sup.40] (2006).
- Equipo terminal de transmisión: véase [G.972] (1010).

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se emplean las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

A_{eff}	Área efectiva (<i>effective area</i>)
CBL	Carga de rotura del cable (<i>cable breaking load</i>)
CSF	Fibra monomodo con corte desplazado (<i>cut-off shifted single-mode fibre</i>)
DA cable	Cable con armadura doble (<i>double armoured cable</i>)
DCF	Fibra monomodo con compensación de dispersión (<i>dispersion compensating single-mode fibre</i>)
DSF	Fibra monomodo con dispersión desplazada (<i>dispersion shifted single-mode fibre</i>)
DWDM	Multiplexación por división en longitud de onda densa (<i>dense wavelength division multiplexing</i>)
DWDMS	Sistemas de multiplexación por división en longitud de onda densa (<i>dense wavelength division multiplexing systems</i>)
g_R	Coefficiente de ganancia tipo Raman (<i>Raman gain coefficient</i>)
LEF	Fibra monomodo de área efectiva grande (<i>large effective area single-mode fibre</i>)
LW cable	Cable ligero (<i>lightweight cable</i>)
LWP cable	Cable ligero protegido (<i>lightweight protected cable</i>)
n_2/A_{eff}	Coefficiente no lineal (<i>nonlinear coefficient</i>)
NDF	Fibra monomodo con dispersión negativa (<i>negative dispersion single-mode fibre</i>)
NOTS	Resistencia operativa nominal a la tracción (<i>nominal operating tensile strength</i>)
NPTS	Resistencia permanente nominal a la tracción (<i>nominal permanent tensile strength</i>)
NTTS	Resistencia transitoria nominal a la tracción (<i>nominal transient tensile strength</i>)
NZDSF	Fibra monomodo con dispersión desplazada no nula (<i>non-zero dispersion shifted single-mode fibre</i>)
OFA	Amplificador de fibra óptica (<i>optical fibre amplifier</i>)
PDF	Fibra monomodo con dispersión positiva (<i>positive dispersion single-mode fibre</i>)
PMD	Dispersión por modo de polarización (<i>polarisation mode dispersion</i>)
RA cable	Cable con armadura para roca (<i>rock armoured cable</i>)
RDS	Pendiente de dispersión relativa (<i>relative dispersion to slope</i>)
SA cable	Cable con armadura simple (<i>single armoured cable</i>)
SMF	Fibra monomodo sin dispersión desplazada (<i>non-dispersion shifted single-mode fibre</i>)
SWS	Sistema monolongitud de onda (<i>single wavelength systems</i>)
TTE	Equipo terminal de transmisión (<i>terminal transmission equipment</i>)
WDM	Multiplexación por división en longitud de onda (<i>wavelength division multiplexing</i>)
WDMS	Sistemas de multiplexación por división en longitud de onda (<i>wavelength division multiplexing systems</i>)
WNZDF	Fibra monomodo con dispersión no nula de banda ancha (<i>wideband non-zero dispersion single-mode fibre</i>)

5 Características del cable submarino de fibra óptica

5.1 Generalidades

El diseño del cable submarino de fibra óptica garantiza la protección de las fibras ópticas contra la presión del agua, la propagación longitudinal del agua, los daños provocados por agentes químicos y los efectos de la contaminación causados por el hidrógeno durante la vida nominal del cable.

Asimismo, garantiza que no se producirán degradaciones de calidad de funcionamiento de la fibra cuando el cable se tiende, se entierra, se recupera y se manipula aplicando procedimientos submarinos normalizados.

Dependiendo de la aplicación específica, el cable submarino de fibra óptica puede ser:

- un cable submarino con repetidores;
- un cable submarino sin repetidores.

Dependiendo de la protección del cable, el cable submarino de fibra óptica puede ser:

- un cable ligero (cable LW);
- un cable ligero protegido (cable LWP);
- un cable con armadura simple (cable SA);
- un cable con armadura doble (cable DA);
- un cable con armadura para roca (cable RA).

5.2 Características de transmisión del cable

Las características de transmisión de las fibras antes de su instalación en el cable serán, por lo general, similares, o idénticas, a las que se especifican en [G.652], [G.653], [G.654], [G.655] y [G.656]. Los tipos de las fibras se eligen a modo de optimizar la calidad de funcionamiento y el costo total del sistema.

Las características de transmisión de las fibras instaladas en una sección elemental de cable deben mantenerse dentro de los límites de variación especificados con referencia a las características de la fibra antes de su instalación en el cable; en particular, el diseño del cable, las uniones de los cables y las fibras deben tener características adecuadas para que las curvaturas y la microcurvaturas de las fibras produzcan un aumento insignificante de la atenuación. Esta circunstancia habrá de tenerse en cuenta para determinar el radio de curvatura mínimo de la fibra en el cable y en el equipo (uniones de cable óptico, acopladores de cable, repetidores, etc.).

La atenuación, la dispersión cromática y la PMD de la fibra deben permanecer estables dentro de límites especificados durante toda la vida nominal del sistema; en particular, el diseño del cable debe permitir que se reduzca al mínimo (niveles aceptables) la penetración de hidrógeno del exterior y la generación de hidrógeno dentro del cable, aún tras una ruptura del cable a la profundidad de utilización; asimismo, habrá de tenerse en cuenta la sensibilidad de la fibra óptica a las radiaciones gamma.

5.3 Características mecánicas y resistencia al entorno

5.3.1 Protección de la fibra por la estructura del cable

El grado de supervivencia mecánica de la fibra viene determinado por la aparición de las imperfecciones dentro de la estructura del cristal. Depende del estado mecánico inicial de la fibra antes de su cableado según la estructura física de la fibra (tipo de revestimiento, tensión interna), de la condición medioambiental durante la fabricación de la fibra y del nivel de la verificación de prueba aplicado a la fibra tras su estiramiento. Depende igualmente del entorno de la fibra en el cable y del efecto acumulativo de la tensión aplicada a la fibra durante su vida útil.

La resistencia de la estructura del cable junto con la de la fibra determina el comportamiento mecánico global del cable. Deben diseñarse de forma que se garantice la vida nominal del sistema, teniendo en cuenta el efecto acumulativo de la carga aplicada al cable durante su tendido, recuperación y reparación así como toda carga permanente o elongación residual aplicada al cable instalado.

Para proteger las fibras ópticas se utilizan normalmente dos tipos genéricos de estructura de cable:

- estructura de cable tenso, donde la fibra se mantiene firmemente unida al cable de manera que su elongación es prácticamente igual a la del cable;
- estructura de cable suelto, donde la fibra puede moverse en el interior del cable de manera que su elongación es inferior a la del cable, siendo nula hasta que la elongación del cable alcanza un valor determinado.

Además, el cable debe proteger a la fibra contra el agua, la humedad y la presión externa, debe limitar igualmente la penetración longitudinal de agua tras la ruptura del cable a la profundidad de utilización.

5.3.2 Características mecánicas de la fibra

Las características mecánicas de la fibra dependen en gran medida de la aplicación de una prueba de funcionamiento a toda la longitud de la fibra. Dicha prueba se caracteriza por la carga aplicada a la misma o la elongación de la fibra, y el tiempo de aplicación. El nivel de la prueba de funcionamiento debe determinarse en función de la estructura del cable. Los empalmes de la fibra deben someterse a pruebas similares. Se recomienda que la duración de las pruebas de funcionamiento sea lo más breve posible.

Para determinar el radio de curvatura mínimo de la fibra en el cable y en los equipos (repetidores, unidades de derivación, cajas de unión de cables o acopladores de cable) debe tenerse en cuenta la resistencia mecánica de los empalmes de la fibra.

5.3.3 Características mecánicas del cable

Los cables, así como las cajas de unión de cables, los acopladores de cable y las transiciones de cable, deben ser manejados con seguridad por los buques cableros durante las etapas de tendido y reparación y deben soportar numerosos pasos por la proa del buque.

El cable debe poder repararse y el tiempo que lleva la realización de un empalme de cable a bordo, durante una reparación y en buenas condiciones de trabajo, debe ser razonablemente breve.

Si el cable se engancha en un rezón, un ancla o un arte de pesca, la ruptura suele producirse a una carga aproximadamente igual a una fracción (dependiendo del tipo de cable y de las características del rezón) de la carga de ruptura aplicada longitudinalmente; existe el riesgo de que disminuya la vida útil de la fibra y del cable así como la fiabilidad en las proximidades del punto de ruptura, debido en particular a la tensión aplicada a la fibra o a la penetración de agua; la parte del cable dañada debe sustituirse y su longitud debe mantenerse dentro de unos límites especificados.

En [G.972] se definen varios parámetros para determinar las características mecánicas del cable y su facilidad de instalación, recuperación y reparación; esos parámetros pueden utilizarse como orientaciones para el manejo del cable:

- carga de rotura del cable (CBL, *cable breaking load*), medida durante las pruebas de cualificación;
- resistencia transitoria nominal a la tracción (NTTS, *nominal transient tensile strength*), que puede producirse accidentalmente, en particular durante las operaciones de recuperación;
- resistencia operativa nominal a la tracción (NOTS, *nominal operating tensile strength*), que puede producirse durante las operaciones de reparación;

- resistencia permanente nominal a la tracción (NPTS, *nominal permanent tensile strength*), que caracteriza el estado del cable una vez tendido;
- radio mínimo de curvatura del cable, que sirve de orientación para el manejo del mismo.

Los cuadros 5-1 y 5-2 contienen los valores recomendados para las características mecánicas del cable.

Cuadro 5-1/G.978 – Valores recomendados para las características mecánicas del cable en el caso de un sistema de cable submarino de fibra óptica sin repetidores

Parámetros	Detalle	Valor recomendado (KN)			
		Cable LW/LWP	Cable SA	Cable DA	Cable RA
CBL	Mínimo	TBD	TBD	TBD	TBD
NTTS	Mínimo	TBD	TBD	TBD	TBD
NOTS	Mínimo	TBD	TBD	TBD	TBD
NPTS	Mínimo	TBD	TBD	TBD	TBD

NOTA – Los valores recomendados quedan en estudio.

Cuadro 5-2/G.978 – Valores recomendados para las características mecánicas del cable en el caso de un sistema de cable submarino de fibra óptica con repetidores

Parámetros	Detalle	Valor recomendado (KN)			
		Cable LW/LWP	Cable SA	Cable DA	Cable RA
CBL	Mínimo	TBD	TBD	TBD	TBD
NTTS	Mínimo	TBD	TBD	TBD	TBD
NOTS	Mínimo	TBD	TBD	TBD	TBD
NPTS	Mínimo	TBD	TBD	TBD	TBD

NOTA – Los valores recomendados quedan en estudio.

5.3.4 Protección del cable

El cable submarino de fibra óptica debe proporcionar una buena protección contra las agresiones del entorno en su profundidad de utilización: protección contra la vida marina, la mordedura de los peces y la abrasión, y blindaje contra las agresiones y las actividades de los barcos. En [G.972] se definen distintos tipos de cables protegidos:

- cable ligero (cable LW);
- cable ligero protegido (cable LWP);
- cable con armadura simple (cable SA);
- cable con armadura doble (cable DA);
- cable con armadura de roca (cable RA).

El cable ligero es adecuado para tenderlo, recuperarlo y manipularlo, cuando no se requiere protección especial.

El cable ligero protegido es adecuado para tenderlo, recuperarlo y manipularlo, cuando se requiere protección especial.

El cable con armadura simple es adecuado para tenderlo, enterrarlo, recuperarlo y manipularlo, y está adecuadamente protegido para zonas específicas en aguas poco profundas.

El cable con armadura doble es adecuado para tenderlo, enterrarlo, recuperarlo y manipularlo, y está adecuadamente protegido para zonas específicas en aguas poco profundas.

El cable con armadura de roca es adecuado para tenderlo, recuperarlo y manipularlo, y está adecuadamente protegido para zonas específicas en aguas poco profundas.

El cuadro 5-3 muestra la profundidad de aplicación típica de cada cable.

Cuadro 5-3/G.978 – Profundidad de aplicación típica de los cables submarinos de fibra óptica

	Cable LW/LWP	Cable SA	Cable DA	Cable RA
Profundidad (m)	> 1000	> 20 – 1500	0 – 20	0 – 20

El cable terrestre de fibra óptica debe proteger al sistema y al personal contra las descargas eléctricas, la interferencia industrial y los rayos. Normalmente, se utilizan dos tipos de cables terrestres protegidos:

- el cable terrestre armado con una armadura que debe mantenerse al potencial de tierra, adecuado para su enterramiento directo; y
- el cable apantallado por conducto, con una pantalla de seguridad circular (que puede ser el escudo de protección contra la mordedura de los peces), adecuado para su introducción en conductos.

NOTA – Es recomendable que el cable disponga de un trayecto para que circule la corriente necesaria por su estructura, para la localización del cable mediante electrodos y equipo sumergido (electroding). La corriente "electroding" se genera desde una estación terminal con la magnitud necesaria para localizar el cable, y con una frecuencia de aproximadamente 4 a 40 Hz.

6 Características del cable submarino de fibra óptica de repuesto

6.1 Generalidades

El cable de repuesto que se emplea para reemplazar un tramo de cable submarino de fibra óptica dañado debe ser un cable del mismo tipo. Por consiguiente, éste debe cumplir con todas las especificaciones relativas a los cables submarinos de fibra óptica (véase la cláusula 5).

Sin embargo, en la política de reparación de cables de fibra óptica submarinos se deben tener en cuenta algunas informaciones esenciales como: tipo de aplicación submarina, protección del cable, longitud de cable añadida durante una reparación y características de transmisión del cable

6.2 Tipo de sistema de aplicación submarina

El cable submarino de fibra óptica de repuesto debe ser para el mismo tipo de aplicación que el cable submarino de fibra óptica original. Esto significa que el cable submarino de fibra óptica de repuesto debe ser:

- un cable submarino con repetidores en el caso de la reparación de un cable submarino con repetidores;
- un cable submarino sin repetidores en el caso de la reparación de un cable submarino sin repetidores.

6.3 Protección del cable submarino de fibra óptica de repuesto

El cable submarino de fibra óptica de repuesto debe tener el mismo nivel de protección mecánica que la sección de cable que se sustituye. En caso de que no se disponga de cables con el tipo de protección necesario, se podrán utilizar cables de repuesto con otros tipos de protección. No obstante, en ese caso específico, el nivel de protección mecánica del cable de repuesto debe ser mayor que la del cable que se tendió originalmente y habrá de insertarse una transición de cable entre los dos tipos de cable. En el cuadro 6-1 se presentan los niveles de protección permitidos para el cable de repuesto en función de los tipos de protección originales.

Cuadro 6-1/G.978 – Niveles de protección permitidos para el cable de repuesto en función de los tipos de protección originales

		Tipos de protección del cable submarino de fibra óptica de repuesto				
		Cable LW	Cable LWP	Cable SA	Cable DA	Cable RA
Tipos de protección del cable submarino de fibra óptica original	Cable LW	A	A	A	A	A
	Cable LWP		A	A	A	A
	Cable SA			A	A	A
	Cable DA				A	A
	Cable RA					A

NOTA – "A" indica que se puede aplicar.

6.4 Características de transmisión

6.4.1 Gestión de la fibra óptica

El cable submarino de fibra óptica que se emplea para una reparación debe tener como mínimo, el mismo número de fibras que el cable tendido originalmente. También puede utilizarse como cable de repuesto un cable submarino de fibra óptica con un mayor número de fibras. En este caso, solo se conectará el número requerido de fibras para el sistema, y las demás no se utilizarán.

6.4.2 Características de transmisión

Las fibras ópticas del cable de repuesto deben tener las mismas características que las fibras ópticas contenidas en el tramo de cable submarino de fibra óptica que será sustituido. No obstante, podría aceptarse una excepción a esta regla, si las recomendaciones particulares de reparación del cable se anotan detalladamente en el Manual de mantenimiento que debe ser proporcionado por el fabricante del sistema durante su puesta en funcionamiento. En particular, este documento debe explicar los pormenores de la política de gestión de la dispersión cromática que habrá de aplicarse en caso de reparaciones del cable (en el mar profundo y en aguas poco profundas).

7 Características eléctricas

Las características eléctricas quedan en estudio.

8 Características de las fibras en un cable submarino

8.1 Generalidades

Los diseñadores del sistema submarino pueden diferenciar varios tipos de fibra óptica. Entre ellos:

- Fibras monomodo que se definen en las Recomendaciones UIT-T G.65x.
- Fibra monomodo con dispersión positiva (PDF, *positive dispersion single-mode fibre*).

- Fibra monomodo con dispersión negativa (NDF, *negative dispersion single-mode fibre*).
- Fibra monomodo de área efectiva grande (LEF, *large effective area single-mode fibre*).
- Fibra monomodo con compensación de dispersión (DCF, *dispersion compensating single-mode fibre*).

Dependiendo de las especificaciones del sistema (velocidad binaria de datos y codificación, número de longitudes de onda, tramo de amplificador, potencia de salida del amplificador, longitud del enlace, etc.), pueden utilizarse diversas combinaciones de estos tipos de fibras para asegurar la calidad de funcionamiento del sistema.

Los principales parámetros que caracterizan las fibras ópticas antes mencionadas son:

- el coeficiente de atenuación para todas las longitudes de onda de la señal de funcionamiento para el sistema monolongitud de onda (SWS) y para los sistemas de multiplexación por división en longitud de onda (WDMS), expresado en dB/km;
- el coeficiente de atenuación para todas las longitudes de onda de bombeo de funcionamiento para el sistema monolongitud de onda (SWS) y para los sistemas de multiplexación por división en longitud de onda (WDMS), expresado en dB/km;
- el coeficiente de dispersión cromática para todas las longitudes de onda de la señal de funcionamiento, en ps/nm · km;
- la longitud de onda de dispersión nula λ_0 en nm;
- la pendiente de dispersión alrededor de las longitudes de onda de la señal de funcionamiento en ps/nm² · km;
- la pendiente de dispersión relativa (RDS) en nm;
- el índice de refracción no lineal n_2 en m²/W;
- el área efectiva A_{eff} en μm^2 ;
- el coeficiente no lineal n_2/A_{eff} en W⁻¹;
- el coeficiente de ganancia Raman g_R en m/W.
- El conjunto de dispersión por modo de polarización media (PMD) en ps/ $\sqrt{\text{km}}$.

8.2 Fibra óptica

8.2.1 Fibra óptica según la serie G.65x

Las Recomendaciones UIT-T hacen referencia a cinco tipos de fibras monomodo, que son:

- fibra monomodo sin dispersión desplazada (SMF, *non-dispersion shifted single-mode fibre*) definida en [G.652];
- fibra monomodo con dispersión desplazada (DSF, *dispersion shifted single-mode fibre*), definida en [G.653];
- fibra monomodo con corte desplazado (CSF, *cut-off shifted single-mode fibre*), definida en [G.654];
- fibra monomodo con dispersión desplazada no nula (NZDSF, *non-zero dispersion shifted single-mode fibre*) definida en [G.655];
- fibra monomodo con dispersión no nula de banda ancha (WNZDF, *wideband non-zero dispersion single-mode fibre*) definida en [G.656].

La fibra SMF que se describe en [G.652] se optimiza de origen para utilizarse en la región de longitud de onda de 1310 nm, la cual tiene una longitud de onda con dispersión nula cerca de 1310 nm. Puede emplearse también en la región de 1550 nm.

La fibra DSF que se describe en [G.653] se optimiza de origen para utilizarse en la región de 1550 nm, la cual tiene una longitud de onda con dispersión nula cerca de 1550 nm.

La fibra CSF que se describe en [G.654] es una fibra óptica monomodo con corte desplazado y pérdida minimizada, que se optimiza para utilizarse en la región de 1530-1625 nm.

La fibra NZDSF que se describe en [G.655] se optimiza de origen para utilizarse en la región de 1530 a 1565 nm, y tiene un valor de dispersión cromática no nulo alrededor de 1550 nm. Esta dispersión reduce el aumento de los efectos no lineales que pueden ser perjudiciales particularmente en DWDMS.

La fibra WNZDF que se describe en [G.656] se optimiza de origen para utilizarse en la región de longitud de onda de 1460 a 1625 nm, la cual tiene un valor de dispersión cromática no nulo en esta región de longitud de onda. Esta dispersión reduce el aumento de los efectos no lineales que pueden ser perjudiciales particularmente en DWDMS.

8.2.2 Fibra óptica monomodo con dispersión positiva

La fibra PDF tiene un valor de dispersión cromática D_{min} con signo positivo en la región de longitud de onda de la señal de funcionamiento. Esta dispersión reduce el aumento de los efectos no lineales que pueden ser perjudiciales particularmente en DWDMS.

La mayoría de las fibras monomodo de la serie de Recomendaciones UIT-T G.65x se considera del tipo PDF a una longitud de onda de la señal de funcionamiento de alrededor de 1550 nm.

8.2.3 Fibra monomodo con dispersión negativa

La fibra NDF tiene un valor de dispersión cromática D_{max} con signo negativo en la región de longitud de onda de la señal de funcionamiento. Esta dispersión reduce el aumento de los efectos no lineales que pueden ser perjudiciales particularmente en DWDMS.

La fibra NZDSF que se describe en [G.655] con un valor de dispersión negativo puede considerarse como una fibra NDF a una longitud de onda de la señal de funcionamiento de alrededor de 1550 nm.

Puede utilizarse una combinación de fibras PDF y NDF para formar una sección elemental de cable de tipo híbrido (compuesto por varios tipos de fibras ópticas).

8.2.4 Fibra monomodo de área efectiva grande

La fibra LEF cuenta con una A_{eff} ampliada a la longitud de onda de la señal de funcionamiento. Esta condición permite reducir los efectos no lineales que pueden ser perjudiciales particularmente en DWDMS.

8.2.5 Fibra monomodo con compensación de dispersión

El signo de la dispersión cromática de la fibra DCF depende de la gestión de la dispersión en el sistema. Por lo general, este tipo de fibra tiene un valor de dispersión cromática grande a la longitud de onda de la señal de funcionamiento. Este tipo de fibra óptica se emplea para compensar la dispersión cromática acumulativa de los tipos de fibras PDF o NDF.

8.3 Características de transmisión de la fibra

8.3.1 Pérdida óptica

La pérdida de una fibra óptica se caracteriza por el coeficiente de atenuación expresado en dB/km (valor logarítmico) o en km^{-1} (valor lineal).

El coeficiente de atenuación máximo de cada fibra G.65x se especifica en la serie de Recomendaciones UIT-T G.65x.

El método que se emplea para medir la pérdida óptica en una fibra monomodo se describe en [G.650.1].

8.3.2 Coeficiente de dispersión cromática

El coeficiente de dispersión cromática aborda la dependencia de la velocidad de grupo de la longitud de onda de modo que todos los componentes espectrales de una señal óptica se propagan a distintas velocidades. Esta condición propicia la diferencia de los pulsos y puede suponer una degradación importante. La pendiente de la dispersión en oposición a la longitud de onda también repercute en la calidad de funcionamiento de la transmisión, especialmente en los sistemas WDMS y/o en los sistemas de transmisión con altas velocidades binarias. El coeficiente de dispersión cromática de una fibra óptica por una unidad de longitud se expresa en ps/nm·km. La pendiente de dispersión en la longitud de onda de funcionamiento se expresa también en ps/nm²·km. Asimismo, se emplea la pendiente de dispersión relativa (RDS) expresada en nm para tener en cuenta las degradaciones provocadas por la dispersión en la región de longitud de onda de la señal de funcionamiento, especialmente en los sistemas WDMS.

La característica de dispersión cromática de cada fibra G.65x se especifica en la serie de Recomendaciones UIT-T G.65x.

En [G-Sup.39] se puede encontrar información adicional en lo que concierne a las degradaciones provocadas por la dispersión cromática.

El método utilizado para medir la dispersión cromática en una fibra óptica monomodo se describe en [G.650.1].

8.3.3 Dispersión por modo de polarización (PMD)

Las ligeras desviaciones de la simetría cilíndrica perfecta en el núcleo de la fibra óptica conducen a birefringencia debido al índice de modo diferente asociado con los componentes polarizados ortogonalmente del modo fundamental. La PMD propicia la diferencia de los pulsos y por consecuencia debe limitarse a un valor máximo. La PMD de una fibra monomodo y/o un enlace óptico se expresa en ps/√km, y el problema se trata estadísticamente. En particular, se emplea un valor de diseño de un enlace con PMD, PMD_Q, como límite superior del coeficiente de la PMD de los cables de fibra óptica concatenados con un posible enlace definido con M secciones de cable. El límite superior se define en términos de un nivel de probabilidad pequeño, Q, que representa la probabilidad de que el valor del coeficiente PMD concatenado exceda a PMD_Q.

El valor PMD_Q en cada cable de fibra G.65x se especifica en las Recomendaciones UIT-T de la serie G.65x.

En [G-Sup.39] se puede encontrar información adicional acerca de las degradaciones provocadas por la PMD.

El método de medición y el tratamiento estadístico de la PMD en las fibras y cables monomodo se describen en [G.650.2].

8.3.4 Característica de no linealidad de la fibra óptica

Cuando se diseña un enlace óptico de largo alcance con amplificadores OFA con alta potencia de salida, se tienen que considerar los efectos no lineales de la fibra óptica. Los efectos son acumulativos a lo largo de todo el enlace óptico y pueden degradar significativamente la propagación. En los sistemas SWS, el efecto no lineal que predomina es, por lo general, la automodulación de fase de la señal proporcional al coeficiente no lineal (relación n_2/A_{eff}) multiplicada por el cuadrado de su amplitud normalizada. La no linealidad, en presencia de la dispersión cromática, propicia un ensanchamiento de los pulsos en el dominio del tiempo, y por consecuencia una degradación de las características del sistema. Sin embargo, en los sistemas WDMS o DWDMS, el efecto predominante es normalmente la mezcla de cuatro ondas y/o la

modulación de fase cruzada debida a la presencia de longitudes de onda adyacentes. Esta no linealidad provoca la degradación de la calidad de funcionamiento.

El coeficiente de ganancia tipo Raman g_R de una fibra monomodo también se debe tener en cuenta en algunos sistemas submarinos que utilizan amplificación Raman distribuida. La ganancia tipo Raman es proporcional a g_R y a la potencia de bombeo. El valor de g_R de cristal de sílice puro es de aproximadamente $2,8 \times 10^{-14}$ m/W a 1500 nm, y esto depende del material que se emplee en la fibra óptica.

En [G-Sup.39] se puede encontrar información adicional relativa a la característica de no linealidad de la fibra óptica.

El método de medición del área efectiva A_{eff} en una fibra monomodo se describe en [G.650.2].

Los métodos que se emplean para medir el coeficiente no lineal n_2/A_{eff} y el coeficiente de ganancia tipo Raman g_R en una fibra monomodo se describen en [CEI 62285] y [CEI 62324], respectivamente.

8.4 Especificación de parámetros recomendados

Las fibras y los cables ópticos que se emplean en los sistemas de transmisión submarina son recomendables para especificar los parámetros que se indican a continuación, los cuales deben especificarse en una región de longitud de onda de la señal de funcionamiento y/o de bombeo.

Parámetros de la fibra óptica:

- Coeficiente de atenuación máxima (dB/km).
- Coeficiente de dispersión cromática máximo y mínimo, $D_{máx}$ y $D_{mín}$, (ps/nm · km).
- Pendiente de dispersión cromática máxima (ps/nm² · km).
- Área efectiva mínima, A_{eff} , (μm²).

Parámetros del cable óptico

- Coeficiente de atenuación máxima (dB/km).
- Coeficiente PMD_Q máximo (ps/√km).

NOTA 1 – Los parámetros de las fibras ópticas correspondientes a la serie G.65x se especifican en las Recomendaciones UIT-T de la serie G.65x, salvo por lo que se refiere al área efectiva.

NOTA 2 – Los coeficientes de atenuación máxima a 1550 nm de las fibras ópticas G.65x cableadas se especifican en la gama de 0,22 a 0,4 dB/km en las Recomendaciones UIT-T de la serie G.65x. Cabe hacer notar que el sistema de transmisión submarina convencional exige un valor pequeño de coeficiente de atenuación. El coeficiente de atenuación típico de un enlace submarino instalado queda en estudio.

NOTA 3 – Los coeficientes PMD_Q máximos de las fibras ópticas G.65x cableadas se especifican en la gama de 0,20 a 0,5 ps/√km en las Recomendaciones UIT-T de la serie G.65x. Cabe hacer notar que el sistema de transmisión submarina convencional exige un valor pequeño de coeficiente PMD_Q.

9 Características de transmisión de una sección elemental de cable

9.1 Generalidades

La sección elemental de cable es toda la longitud del cable de fibra óptica entre dos equipos (repetidores, unidades de derivación o equipo de transmisión terminal). Las secciones elementales de cable se clasifican de la siguiente manera:

- Sección elemental de cable con un solo tipo de fibra óptica.
- Sección elemental de cable con varios tipos de fibra óptica (híbrida).

Según el diseño del sistema y en especial el número de longitudes de onda (WDMS), pueden utilizarse varios tipos de fibra óptica para asegurar las características del sistema. En particular, se

combinan varias fibras ópticas a fin de reducir la dispersión acumulativa a la longitud de onda de la señal. En ese caso, se dice que se trata de un sistema con gestión de la dispersión. Por lo general, la gestión conduce a un mapa de dispersión en el que se muestra como se gestiona la dispersión en todo el enlace de cable submarino de fibra óptica.

El mapa de dispersión constituye el mecanismo principal para describir las características de la dispersión cromática de un sistema. La dispersión acumulativa se define como la dispersión medida entre la salida del terminal del transmisor y cualquier otro punto en el trayecto óptico. El mapa de dispersión es el diagrama de la dispersión cromática local acumulativa a una longitud de onda de funcionamiento determinada en función de la distancia, del transmisor óptico al receptor óptico. El mapa de dispersión dependerá principalmente del tipo de sistema (SWS, WDMS o DWDMS).

En lo que concierne a la implementación del "mapa de la dispersión" y de la "gestión de la dispersión", en [G.973] y [G.977] se puede encontrar una descripción más detallada.

En esta cláusula, se establecen las características de transmisión de una sección elemental de cable necesarias para diseñar sistemas de cable submarino de fibra óptica. Las características de transmisión correspondientes a las secciones elementales de cable con un solo tipo de fibra óptica y con varios tipos de fibra óptica (híbridas) se describen en 9.2 y 9.3, respectivamente, y los parámetros necesarios para su especificación se recomiendan en 9.4.

9.2 Características de transmisión de la sección elemental de cable con un solo tipo de fibra óptica

Esta sección consiste en un solo tipo de fibra óptica, y se emplea como línea de transmisión principal de las señales. A intervalos de una línea con varias secciones elementales de cable, se utilizan fibras ópticas con dispersión cromática en sentido inverso con respecto a la línea de transmisión principal, con la finalidad de compensar la dispersión en las longitudes de onda de las señales. Estas fibras compensadoras de dispersión también integran la otra sección elemental de cable para la transmisión de la señal. Este tipo de sección requerirá, por lo general, dispositivos de compensación de dispersión separados en el TTE, que se consideran independientes de las secciones elementales de cable. En [G.671] y [G.667] se pueden encontrar las características del compensador de dispersión cromática.

9.3 Características de transmisión de la sección elemental de cable con varios tipos de fibra óptica (híbrida)

Esta sección consiste en más de un tipo de fibras ópticas.

Las combinaciones típicas de las fibras ópticas se clasifican a su vez en dos tipos:

- El primer tipo es la combinación de fibras ópticas con diferente A_{eff} y con el mismo signo de pendiente de dispersión.

Por ejemplo, las fibras ópticas con A_{eff} y pendiente de dispersión mayores se combinan con otras que tienen A_{eff} y pendiente de dispersión menores en las cuales se reduce la pendiente de dispersión total de la sección elemental de cable, y ello permite una potencia de entrada óptica superior aceptable. Sin embargo, la pendiente de dispersión total no puede aproximarse a cero debido a que la pendiente de dispersión de las fibras tiene el mismo signo. Este tipo de sección elemental de cable requerirá, por lo general, dispositivos de compensación de dispersión separados en el TTE, que se consideran independientes de las secciones elementales de cable.

- El segundo tipo es la combinación de fibras ópticas con dispersión y pendiente de dispersión de signo opuesto, ajustando la pendiente de dispersión relativa (RDS) y la longitud de las fibras ópticas combinadas, lo que permite reducir la dispersión total y la pendiente de dispersión de la sección elemental de cable a un valor próximo a cero.
En este caso, por ejemplo, las fibras con A_{eff} mayor y con dispersión y pendiente de dispersión positivas, se combinan con otras que tienen una A_{eff} menor y dispersión y pendiente de dispersión negativas.

En general, la sección elemental de cable tipo híbrido puede implementarse con una capacidad y una distancia de transmisión máximas mayores en comparación con las de la sección elemental de cable con un solo tipo de fibra óptica.

9.4 Especificación de parámetros recomendados

Los siguientes parámetros son los que se recomienda especificar en una sección elemental de cable con una sola fibra óptica o con varios tipos de fibra óptica.

- Atenuación total máxima y mínima a 1550 nm o a la longitud de onda especificada (dB), (nota 1).
- Coeficiente de dispersión cromática máxima y mínima (ps/nm · km).
- Pendiente de dispersión cromática máxima (ps/nm² · km).
- Dispersión cromática acumulativa máxima en el rango de longitud de onda especificado (ps/nm).
- Coeficiente no lineal mínimo, n_2/A_{eff} , (1/W).
- Coeficiente PMD_Q máximo (ps/√km).
- DGD total máximo a 1550 nm o a la longitud de onda especificada (ps).

NOTA 1 – El coeficiente de atenuación y la longitud de la línea de transmisión pueden proporcionarse como información facultativa.

NOTA 2 – En el caso de una sección elemental de cable de tipo híbrido, cada parámetro debe recomendarse para las fibras individuales y para la sección elemental de cable total.

Apéndice I

Estructuras del cable submarino de fibra óptica e información conexa

Las estructuras del cable y la información conexa quedan en estudio.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación