



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Serie G

Suplemento 40

(04/2004)

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

**Directriz sobre Recomendaciones y normas
para cables y fibras ópticas**

Recomendaciones UIT-T de la serie G – Suplemento 40

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
EQUIPOS DE PRUEBAS	G.500–G.599
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	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
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
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.7000–G.7999
REDES DIGITALES	G.8000–G.8999

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

Suplemento 40 a las Recomendaciones UIT-T de la serie G

Directriz sobre Recomendaciones y normas para cables y fibras ópticas

Resumen

Este Suplemento ofrece información sobre los antecedentes y especificaciones utilizados en la elaboración de las Recomendaciones del UIT-T sobre cable y fibra óptica tales como G.651, G.652, G.653, G.654, G.655, G.656 y la serie L. Contiene asimismo información utilizada en el desarrollo de Recomendaciones sobre métodos de prueba tales como G.650.1 y G.650.2. Además, en este Suplemento se establece una correspondencia entre los documentos del UIT-T y las normas sobre cable y fibra óptica desarrolladas en la CEI.

Orígenes

El Suplemento 40 a las Recomendaciones UIT-T de la serie G fue aceptado el 30 de abril de 2004 por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T.

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 publicación, 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 publicación es voluntaria. Ahora bien, la publicación 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 publicación 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 publicaciones.

En la fecha de aprobación de la presente publicación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta publicación. 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.

© UIT 2005

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 definidos	3
4	Abreviaturas y acrónimos	5
5	Definiciones.....	5
6	Características de las categorías de fibra óptica existentes y áreas de aplicación.....	5
	6.1 Propiedades de atenuación	5
	6.2 Propiedades de dispersión	6
	6.3 Propiedades de flexión	6
7	Relación entre los parámetros de la fibra y los parámetros de la interfaz.....	6
	7.1 Relación entre la PMD y la DGD.....	6
	7.2 Limitación de la transmisión debida a las propiedades de la dispersión.....	6
8	Parámetros de fibras no especificados y métodos de prueba.....	6
	8.1 Coeficiente no lineal.....	6
	8.2 Área efectiva A_{eff}	6
	8.3 Umbral de dispersión de Brillouin estimulada (<i>SBS, stimulated Brillouin scattering</i>).....	6
	8.4 Coeficiente de ganancia de Raman.....	6
	8.5 Pérdidas por microflexión	6
9	Propiedades de la fibra óptica para operaciones y mantenimiento.....	6
	9.1 Propiedades de la longitud de onda de corte en condiciones de instalación ..	7
	9.2 Propiedad de la dispersión cromática y de la dispersión por modo de polarización	7
	9.3 Pérdidas en los empalmes.....	7
	9.4 Limitación de la potencia de entrada y aspectos sobre seguridad.....	7
	9.5 Fiabilidad de los cables de fibra óptica	7
	9.6 Propiedades de las pérdidas ópticas debidas a la presencia de hidrógeno	7
	9.7 Condiciones de las pruebas medioambientales para fibras	7
	9.8 Mantenimiento de la red de cable de la fibra óptica.....	8
	Apéndice I – Criterios normalizados	8
	I.1 Criterios para la revisión de las Recomendaciones sobre fibra óptica	8
	I.2 Directrices para la realización de mediciones por turnos rotativos para cable y fibra óptica	9
	Apéndice II – Estructura de los cables de fibra óptica.....	9
	Apéndice III – Componentes materiales de la fibra óptica y componentes pasivos.....	10
	Apéndice IV – Prácticas de instalación y construcción	10

Apéndice V – Estado de las especificaciones de cable y fibra óptica en el UIT-T y en la CEI.....	11
V.1 Especificaciones de fibra.....	11
V.2 Especificaciones del cable de fibra.....	12
Apéndice VI – Comparación entre las Recomendaciones del UIT-T y los documentos de la CEI sobre métodos de prueba	13
VI.1 Métodos de prueba de fibras monomodo	13
VI.2 Métodos de prueba para fibras monomodo	17
VI.3 Documentos que sólo están disponibles en la CEI pero no en el UIT-T.....	18

Suplemento 40 a las Recomendaciones UIT-T de la serie G

Directriz sobre Recomendaciones y normas para cables y fibras ópticas

1 Alcance

Esta directriz sobre fibra pretende ser una guía de las especificaciones de los diversos tipos de fibra y de sus métodos de prueba, así como del material de fibra óptica más importante, que será de gran utilidad para los ingenieros que lean las Recomendaciones del UIT-T y otros documentos, para diseñar redes de fibra óptica. Asimismo, esta directriz debe facilitar al lector la correlación de las especificaciones que aparecen en las Recomendaciones sobre fibra, componentes, interfaces de sistemas terrenales, y sistemas submarinos y que están siendo actualmente desarrolladas en la Comisión de Estudio 15 del UIT-T, Cuestiones 15, 16, 17 y 18, respectivamente. Además, esta directriz contiene información de importancia para el diseño de sistemas y para las instalaciones de cable de fibra óptica en relación con aspectos tales como las limitaciones de alta potencia y la fiabilidad, que se pone a disposición de los instaladores y diseñadores de sistemas de cables de fibra óptica. Esta directriz contiene:

- Definiciones de parámetros de fibra no especificados en las actuales Recomendaciones de fibra del UIT-T aunque de gran importancia en la práctica.
- Características de las categorías de fibra óptica existentes y ámbitos de aplicación de las mismas.
- Relación entre los parámetros de la fibra y los parámetros de la interfaz.
- Propiedades de las fibras ópticas en relación con operaciones y mantenimiento.

Los siguientes elementos se describen en los apéndices como referencia.

- Reglas de normalización de las fibras ópticas en la CE 15 del UIT-T.
- Estructura y construcción de los cables de fibra óptica.
- Materiales de fibra óptica y componentes pasivos utilizados principalmente en la construcción de redes ópticas.
- Comparación entre las Recomendaciones del UIT-T y los documentos de la CEI relativos a las especificaciones de fibra óptica y sus métodos de prueba.

Específicamente, esta directriz se ha preparado de forma concisa mediante la cita de los números de los documentos de modo que se evite el solapamiento con las Recomendaciones del UIT-T existentes y Manuales o con documentos de la CEI. Esta directriz resultará extremadamente útil como manual de consulta para los ingenieros que trabajen en sistemas de transmisión óptica.

2 Referencias

- Recomendación UIT-T G.650.1 (2002), *Definiciones y métodos de prueba de los atributos lineales y determinísticos de fibras y cables monomodo.*
- Recomendación UIT-T G.650.2 (2002), *Definiciones y métodos de prueba de los atributos conexos de las características estadísticas y no lineales de fibras y cables monomodo.*
- Recomendación UIT-T G.651 (1998), *Características de un cable de fibra óptica multimodo de índice gradual de 50/125 μm .*
- Recomendación UIT-T G.652 (2003), *Características de las fibras y cables ópticos monomodo.*

- Recomendación UIT-T G.653 (2003), *Características de los cables y fibras ópticas monomodo con dispersión desplazada.*
- Recomendación UIT-T G.654 (2004), *Características de los fibras y cables ópticos monomodo con corte desplazado.*
- Recomendación UIT-T G.655 (2003), *Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula.*
- Recomendación UIT-T G.656 (2004), *Características de las fibras y cables con dispersión distinta de cero para el transporte de servicios de banda ancha.*
- Recomendaciones UIT-T de la serie G – Suplemento 39 (2003), *Consideraciones sobre diseño e ingeniería de los sistemas ópticos.*
- Recomendación UIT-T L.10 (2002), *Cables de fibra óptica para aplicaciones en conductos y en galerías.*
- Recomendación UIT-T L.12 (2000), *Empalmes de fibra óptica.*
- Recomendación UIT-T L.13 (2003), *Requisitos de calidad para los nodos ópticos pasivos: caja de cierre hermético para entornos exteriores.*
- Recomendación UIT-T L.14 (1992), *Método de medidas para determinar la resistencia mecánica a la tracción en cables de fibra óptica sometidos a cargas mecánicas.*
- Recomendación UIT-T L.25 (1996), *Mantenimiento de redes de cables de fibra óptica.*
- Recomendación UIT-T L.26 (2002), *Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas.*
- Recomendación UIT-T L.27 (1996), *Método para estimar la concentración de hidrógeno en cables de fibra óptica.*
- Recomendación UIT-T L.28 (2002), *Protección externa adicional para los cables terrenales marinizados.*
- Recomendación UIT-T L.29 (2002), *Informe del tendido y registro cronológico de mantenimiento/repares en una instalación de cable terrenal marinizado.*
- Recomendación UIT-T L.30 (1996), *Marcadores en los cables terrenales marinizados.*
- Recomendación UIT-T L.31 (1996), *Atenuadores de fibra óptica.*
- Recomendación UIT-T L.36 (1998), *Conectores de fibra óptica monomodo.*
- Recomendación UIT-T L.37 (1998), *Dispositivos de derivación de fibra óptica (no selectivos en longitud de onda).*
- Recomendación UIT-T L.38 (1999), *Utilización de las técnicas de tendido sin zanja en la construcción de infraestructuras subterráneas para la instalación de cables de telecomunicación.*
- Recomendación UIT-T L.40 (2000), *Sistema de soporte de mantenimiento, supervisión y pruebas de la planta exterior de fibra óptica.*
- Recomendación UIT-T L.41 (2000), *Longitud de onda de mantenimiento en fibras que transportan señales.*
- Recomendación UIT-T L.43 (2002), *Cables de fibra óptica para aplicaciones enterradas.*
- Recomendación UIT-T L.45 (2000), *Reducción al mínimo de los efectos causados en el medio ambiente por la planta exterior de las redes de telecomunicaciones.*
- Recomendación UIT-T L.46 (2000), *Protección de los cables y las plantas de telecomunicaciones contra los ataques biológicos.*

- Recomendación UIT-T L.48 (2003), *Técnica de instalación con minizanjias.*
- Recomendación UIT-T L.49 (2003), *Técnica de instalación con microzanjas.*
- Recomendación UIT-T L.50 (2003), *Requisitos para los nodos ópticos pasivos: Repartidores ópticos para entornos de central.*
- Recomendación UIT-T L.51 (2003), *Elementos de nodo pasivo para redes de fibra óptica – Definiciones y principios generales para la caracterización y la evaluación de la calidad de servicio.*
- Recomendación UIT-T L.52 (2003), *Instalación de redes ópticas pasivas.*
- Recomendación UIT-T L.53 (2003), *Criterios de mantenimiento de fibras ópticas para redes de acceso.*
- Recomendación UIT-T L.54 (2004), *Cajas de empalmes para cables terrenales marinizados.*
- Recomendación UIT-T L.55 (2003), *Base de datos digital relativa a cables y conductos sumergibles.*
- Recomendación UIT-T L.56 (2003), *Instalación de cables de fibra óptica a lo largo de las vías ferroviarias.*
- Recomendación UIT-T L.57 (2003), *Instalación de cables de fibra óptica con aire a presión.*
- Recomendación UIT-T L.58 (2003), *Cables de fibra óptica: Necesidades específicas de las redes de acceso.*
- Manual UIT-T, *Construcción, instalación, empalme y protección de cables de fibra óptica.*

En este Suplemento se citan muchos documentos de la CEI sobre cables de fibra óptica y métodos de prueba. El detalle de esta información se omite en esta cláusula.

3 Términos definidos

Los términos siguientes relativos a las fibras ópticas se definen en las Recomendaciones UIT-T G.650.1, G.650.2, G.651, G.652, G.653, G.654, G.655 y G.656.

- método de prueba alternativo (ATM, *alternative test method*), se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- coeficiente de atenuación, se define en la Rec. UIT-T G.651.
- atenuación, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- anchura de banda, se define en la Rec. UIT-T G.651.
- respuesta en banda base, se define en la Rec. UIT-T G.651.
- longitud de onda de corte del cable, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- coeficiente de dispersión cromática, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- dispersión cromática, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- pendiente de dispersión cromática, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- centro del revestimiento, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- revestimiento, se define en las Recomendaciones UIT-T G.650.1 y G.651.
- diámetro del revestimiento, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- desviación del diámetro del revestimiento, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.

- supresor de modos de revestimiento, se define en las Recomendaciones UIT-T G.650.1 y G.651.
- no circularidad del revestimiento, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- campo de tolerancia del revestimiento, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- centro del núcleo (o del revestimiento), se define en la Rec. UIT-T G.651.
- diámetro del núcleo (o del revestimiento), se define en la Rec. UIT-T G.651.
- no circularidad del núcleo (o del revestimiento), se define en la Reco. UIT-T G.651.
- campo de tolerancia del núcleo (o del revestimiento), se define en la Rec. UIT-T G.651.
- superficie del núcleo, se define en la Rec. UIT-T G.651.
- centro del núcleo, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- error de concentricidad del núcleo, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- núcleo, se define en la Rec. UIT-T G.651.
- error de concentricidad (núcleo/revestimiento), se define en la Rec. UIT-T G.651.
- longitud de onda de corte, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- retardo de grupo diferencial (DGD, *differential group delay*), se define en la Rec. UIT-T G.650.2.
- desplazamiento de la dispersión, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- secciones elementales de cable, se definen en la Rec. UIT-T G.651.
- longitud de onda de corte de la fibra, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- materiales de la fibra, se definen en la Rec. UIT-T G.651.
- longitud de onda de corte del cable puente, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- apertura numérica teórica máxima, se define en la Rec. UIT-T G.651.
- anchura de banda de distorsión modal, se define en la Rec. UIT-T G.651.
- centro del campo modal, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- error de concentricidad del campo modal, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- campo modal, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- diámetro de campo modal, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- no circularidad del campo modal, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- filtro modal, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- mezclador de modos, se define en la Rec. UIT-T G.651.
- apertura numérica, se define en la Rec. UIT-T G.651.
- coeficiente de PMD, se define en la Rec. UIT-T G.650.2.
- retardo de PMD, se define en la Rec. UIT-T G.650.2.
- dispersión por modo de polarización (PMD, *polarization mode dispersion*), se define en la Rec. UIT-T G.650.2.
- recubrimiento primario, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- estados de polarización principales (PSP, *principal states of polarization*), se definen en la Rec. UIT-T G.650.2.
- nivel de prueba de resistencia mecánica, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- materiales protectores, se definen en la Rec. UIT-T G.651.
- superficie de referencia, se define en la Rec. UIT-T G.651.

- método de prueba de referencia (RTM, *reference test method*), se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- perfil del índice (de refracción), se define en la Rec. UIT-T G.651.
- recubrimiento secundario, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- desplazamiento de la longitud de onda de la fuente, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- parámetro de corrosión por tensión, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- pendiente de dispersión nula, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.
- longitud de onda de dispersión nula, se define en la Rec. UIT-T G.650.1.

4 Abreviaturas y acrónimos

ATM	Método de prueba alternativo (<i>alternative test method</i>)
DC	Curvatura de dispersión (<i>dispersion curvature</i>)
DCF	Fibra con compensación de dispersión (<i>dispersion compensating fibre</i>)
DGD	Retardo diferencial de grupo (<i>differential group delay</i>)
PMD	Dispersión por modo de polarización (<i>polarization mode dispersion</i>)
PSP	Estados de polarización principales (<i>principal states of polarization</i>)
RDC	Curvatura de dispersión relativa (<i>relative dispersion curvature</i>)
RDS	Pendiente de dispersión relativa (<i>relative dispersion slope</i>)
RTM	Método de prueba de referencia (<i>reference test method</i>)
SBS	Dispersión de Brillouin estimulada (<i>stimulated Brillouin scattering</i>)

5 Definiciones

5.1 compensador pasivo de la dispersión (cromática): Componente pasivo utilizado para compensar la dispersión cromática de un trayecto óptico.

5.2 fibra compensadora de la dispersión (DCF, *dispersion compensating fibre*): Fibra utilizada para compensar la dispersión cromática de un trayecto óptico.

5.3 curvatura de dispersión (DC, *dispersion curvature*): La curvatura de dispersión se define como $C(\lambda) = dS(\lambda)/d\lambda$. $S(\lambda)$ representa la pendiente de dispersión a la longitud de onda λ .

5.4 pendiente de dispersión relativa (RDS, *relative dispersion slope*): La pendiente de dispersión relativa se define como $RDS = S(\lambda)/D(\lambda)$. $D(\lambda)$ representa la dispersión cromática a la longitud de onda λ .

5.5 curvatura de dispersión relativa (RDC, *relative dispersion curvature*): La curvatura de dispersión relativa se define como $RDC = C(\lambda)/D(\lambda)$.

6 Características de las categorías de fibra óptica existentes y áreas de aplicación

6.1 Propiedades de atenuación

El espectro de atenuación típica de la fibra G.652 con atenuación por absorción OH y sin ella figura en el apéndice I/G.695.

6.2 Propiedades de dispersión

Las propiedades de dispersión de las fibras G.652 y G.653 se definen en la cláusula 10.3 del Suplemento 39 de la serie G. 600.

6.3 Propiedades de flexión

Queda en estudio.

7 Relación entre los parámetros de la fibra y los parámetros de la interfaz

7.1 Relación entre la PMD y la DGD

La relación entre la PMD y DGD se define en CEI/TR 61282-3, *Fibre optic communication system design guides – Part 3: Calculation of polarization mode dispersion*.

7.2 Limitación de la transmisión debida a las propiedades de la dispersión

La limitación de la transmisión debida a las propiedades de la dispersión se trata en las cláusulas 9.2 y 10.3 del Suplemento 39 a la serie G.600.

8 Parámetros de fibras no especificados y métodos de prueba

Los parámetros de fibra no especificados se definen en el apéndice II/G.650.2 y en el apéndice II/G.663.

8.1 Coeficiente no lineal

La información sobre el coeficiente no lineal aparece en el apéndice II/G.650.2 y en CEI/TR 62285, *Non-linear coefficient measuring method – Application guide*.

8.2 Área efectiva A_{eff}

La información sobre el área efectiva aparece en el apéndice II/G.650.2 y en CEI/TR 62284, *Effective area measurements of single-mode fibres-Guidance*.

8.3 Umbral de dispersión de Brillouin estimulada (SBS, stimulated Brillouin scattering)

La información sobre el umbral de dispersión de Brillouin estimulada aparece en el apéndice II/G.650.2 y en apéndice II/G.663.

8.4 Coeficiente de ganancia de Raman

La información sobre el coeficiente de ganancia de Raman aparece en el apéndice II/G.663 y en CEI/TR 62324, *Single-mode optical fibres – Raman gain efficiency measurement using continuous wave method – Guidance*.

8.5 Pérdidas por microflexión

Los métodos de medición de las pérdidas por microflexión se definen en CEI 62221, *Optical fibres – Measurement methods – Microbending sensitivity*.

9 Propiedades de la fibra óptica para operaciones y mantenimiento

CEI/TR62xxx, *Guidance for inter – fibre compatibility*.

9.1 Propiedades de la longitud de onda de corte en condiciones de instalación

En esta cláusula se indica la dependencia de la longitud de onda de corte respecto de la longitud y la dependencia de la longitud de onda de corte respecto del diámetro del bucle.

9.2 Propiedad de la dispersión cromática y de la dispersión por modo de polarización

El diseño estadístico de la dispersión cromática se presenta en la cláusula 10.3 del Suplemento 39 a la serie G.600.

NOTA – En esta cláusula se indica la dependencia de las dispersiones cromática y por modo de polarización con respecto a la temperatura.

9.3 Pérdidas en los empalmes

La información sobre las pérdidas en los empalmes se facilita en las Recomendaciones UIT-T G.651, *Características de un cable de fibra óptica multimodo de índice gradual de 50/125 μm* , L.36, *Conectores de fibra óptica monomodo* y en L.12, *Empalmes de fibra óptica*.

9.4 Limitación de la potencia de entrada y aspectos sobre seguridad

Los documentos siguientes describen la limitación de potencia de entrada y los aspectos sobre seguridad.

CEI/TR 61292-4: *Optical amplifiers – Part 4: Maximum permissible optical power for the damage-free and safe use of optical amplifiers, including Raman amplifiers*.

CEI 60825-2: *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems*.

9.5 Fiabilidad de los cables de fibra óptica

Las cuestiones sobre fiabilidad de los cables de fibra óptica se tratan en las Recomendaciones UIT-T L.14, *Método de medidas para determinar la resistencia mecánica a la tracción en cables de fibra óptica sometidos a cargas mecánicas*, L.45, *Reducción al mínimo de los efectos causados en el medio ambiente por la planta exterior de las redes de telecomunicaciones*, L.46, *Protección de los cables y las plantas de telecomunicaciones contra los ataques biológicos* y en CEI/TR 62048, *Optical fibres – Reliability – Power law theory*.

9.6 Propiedades de las pérdidas ópticas debidas a la presencia de hidrógeno

La información sobre las propiedades de las pérdidas ópticas por la presencia de hidrógeno se presenta en las Recomendaciones UIT-T L.27, *Método para estimar la concentración de hidrógeno en cables de fibra óptica* y en CEI 60793-2-50, *Addresses loss increase with time*.

9.7 Condiciones de las pruebas medioambientales para fibras

Los documentos siguientes describen las condiciones de las pruebas medioambientales para las fibras.

CEI 60793-1-50, *Optical fibres – Part 1-50: Measurement methods and test procedures – Damp heat (steady state)*.

CEI 60793-1-51, *Optical fibres – Part 1-51: Measurement methods and test procedures – Dry heat*.

CEI 60793-1-52, *Optical fibres – Part 1-52: Measurement methods and test procedures – Change of temperature*.

CEI 60793-1-53, *Optical fibres – Part 1-53: Measurement methods and test procedures – Water immersion*.

9.8 Mantenimiento de la red de cable de la fibra óptica

Las siguientes Recomendaciones UIT-T describen el mantenimiento de la red de cable de fibra óptica.

Rec. UIT-T L.25, *Mantenimiento de redes de cables de fibra óptica.*

Rec. UIT-T L.29, *Informe del tendido y registro cronológico de mantenimiento/reparaciones en una instalación de cable terrenal marinizado.*

Rec. UIT-T L.40, *Sistema de soporte de mantenimiento, supervisión y pruebas de la planta exterior de fibra óptica.*

Rec. UIT-T L.41, *Longitud de onda de mantenimiento en fibras que transportan señales.*

Rec. UIT-T L.53, *Criterios de mantenimiento de la fibra óptica para redes de acceso.*

Apéndice I

Criterios normalizados

I.1 Criterios para la revisión de las Recomendaciones sobre fibra óptica

Una Recomendación trata de un grupo de fibras que son *aproximadamente* iguales en los dos aspectos siguientes:

- 1) Región primaria de longitud de onda de funcionamiento prevista.
- 2) Valor de la dispersión cromática en la región primaria de longitud de onda de funcionamiento prevista.

En cada Recomendación, la categoría base debe describirse en el cuadro 1 mientras que las demás categorías pueden describirse en los cuadros siguientes, incluyendo como mínimo dos tipos de atributos (fibra y cable) en cada cuadro. El tercer tipo de atributo (enlaces) queda en estudio.

La Recomendación sobre fibra puede incluir los parámetros principales del diámetro de campo modal, longitud de onda de corte y dispersión cromática. Los valores de estos parámetros deben ser lo suficientemente amplios como para abarcar todas las categorías de fibra de la Recomendación.

La *categoría base* (para la que se creó originalmente la Recomendación y que sirve como categoría por defecto) se describe en el cuadro 1. Pueden introducirse de vez en cuando pequeñas modificaciones de valor en los parámetros del cuadro 1 a fin de mantenerlo alineado con la práctica actual en la industria.

Pueden crearse categorías adicionales, que suelen basarse en nuevos parámetros de la fibra, con tal de que distingan entre versiones de la implementación que soporten diferentes estrategias de transmisión. Las categorías deberán designarse en el orden de su adopción. Pueden proporcionarse varios ejemplos que difieran en uno o más valores de parámetro para ilustrar cada categoría de fibra. Se prevé que haya varias Recomendaciones sobre fibra, conteniendo cada una de ellas algunas pocas categorías como máximo, con algunos ejemplos en cada categoría, estando todas consensuadas por los expertos. Debe facilitarse un breve descriptor para cada categoría y ejemplo, así como la historia de la modificación de los valores de las especificaciones y las fechas revisadas.

I.2 Directrices para la realización de mediciones por turnos rotativos para cable y fibra óptica

- a) **Objetivos:** Hay que realizar las mediciones por turnos rotativos en la Cuestión 15 de la Comisión de Estudio 15 del UIT-T a fin de completar el contenido del método de prueba de los parámetros de fibra descrito en la serie de Recomendaciones G.65x. Por ejemplo, los turnos rotativos son necesarios para determinar los métodos de prueba RTM y ATM de un parámetro, o cuando se especifica el valor de un parámetro en la Recomendación. Esta actividad de turnos rotativos es diferente de la estrictamente académica.
- b) **Coordinadores:** En principio, el redactor de cada Recomendación debe coordinar la actividad del turno rotativo. El redactor responsable puede nombrar un coordinador suplente de entre los miembros de la Cuestión 15 de la Comisión de Estudio 15 del UIT-T.
- c) **Participantes:** Los participantes en el turno rotativo son exclusivamente Miembros del UIT-T. Los no miembros del UIT-T pueden participar únicamente cuando los miembros de la Cuestión 15 de la Comisión de Estudio 15 del UIT-T admitan la necesidad de su participación.
- d) **Tratamiento de los resultados del turno rotativo:** Los resultados del turno rotativo deben utilizarse en la revisión de la Recomendación. El coordinador sólo puede presentar los resultados de los turnos cuando todos los miembros de la Cuestión 15 de la Comisión de Estudio 15 del UIT-T, o todos los participantes en el turno rotativo, admitan la necesidad de publicar los resultados del turno.

Apéndice II

Estructura de los cables de fibra óptica

En las siguientes Recomendaciones UIT-T se describen las estructuras de los cables de fibra óptica.

Rec. UIT-T L.10, *Cables de fibra óptica para aplicaciones en conductos y en galerías.*

Rec. UIT-T L.26, *Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas.*

Rec. UIT-T L.28, *Protección externa adicional para los cables terrenales marinizados.*

Rec. UIT-T L.43, *Cables de fibra óptica para aplicaciones enterradas.*

Rec. UIT-T L.58, *Cables de fibra óptica: Necesidades específicas de las redes de acceso.*

Apéndice III

Componentes materiales de la fibra óptica y componentes pasivos

Las siguientes Recomendaciones UIT-T están relacionadas con los componentes materiales de la fibra óptica y sus componentes pasivos.

Rec. UIT-T L.13, *Requisitos de calidad para los nodos ópticos pasivos: Caja de cierre hermético para entornos exteriores.*

Rec. UIT-T L.31, *Atenuadores de fibra óptica.*

Rec. UIT-T L.30, *Marcadores en los cables terrenales marinizados.*

Rec. UIT-T L.36, *Conectores de fibra óptica monomodo.*

Rec. UIT-T L.37, *Dispositivos de derivación de fibra óptica (no selectivos en longitud de onda).*

Rec. UIT-T L.50, *Requisitos para los nodos ópticos pasivos: Repartidores ópticos para entornos de central.*

Rec. UIT-T L.51, *Elementos de nodo pasivo para redes de fibra óptica – Definiciones y principios generales para la caracterización y la evaluación de la calidad de servicio.*

Rec. UIT-T L.54, *Caja de empalmes para cables terrenales marinizados.*

Apéndice IV

Prácticas de instalación y construcción

Las cuestiones relativas a la construcción se tratan en los Manuales del UIT-T titulados "*Construcción, instalación, empalme y protección de cables de fibra óptica*" e "*Instalación de cables terrenales marinizados*" elaborados por la CE 6. Las siguientes Recomendaciones UIT-T tratan de las prácticas de instalación y construcción.

Rec. UIT-T L.38, *Utilización de las técnicas de tendido sin zanja en la construcción de infraestructura subterráneas para la instalación de cables de telecomunicación.*

Rec. UIT-T L.48, *Técnica de instalación con minizanjás.*

Rec. UIT-T L.49, *Técnica de instalación con microzanjas.*

Rec. UIT-T L.52, *Instalación de redes ópticas pasivas.*

Rec. UIT-T L.56, *Instalación de cables de fibra óptica a lo largo de las vías ferroviarias.*

Rec. UIT-T L.57, *Instalación de cables de fibra óptica con aire a presión.*

Apéndice V

Estado de las especificaciones de cable y fibra óptica en el UIT-T y en la CEI

V.1 Especificaciones de fibra

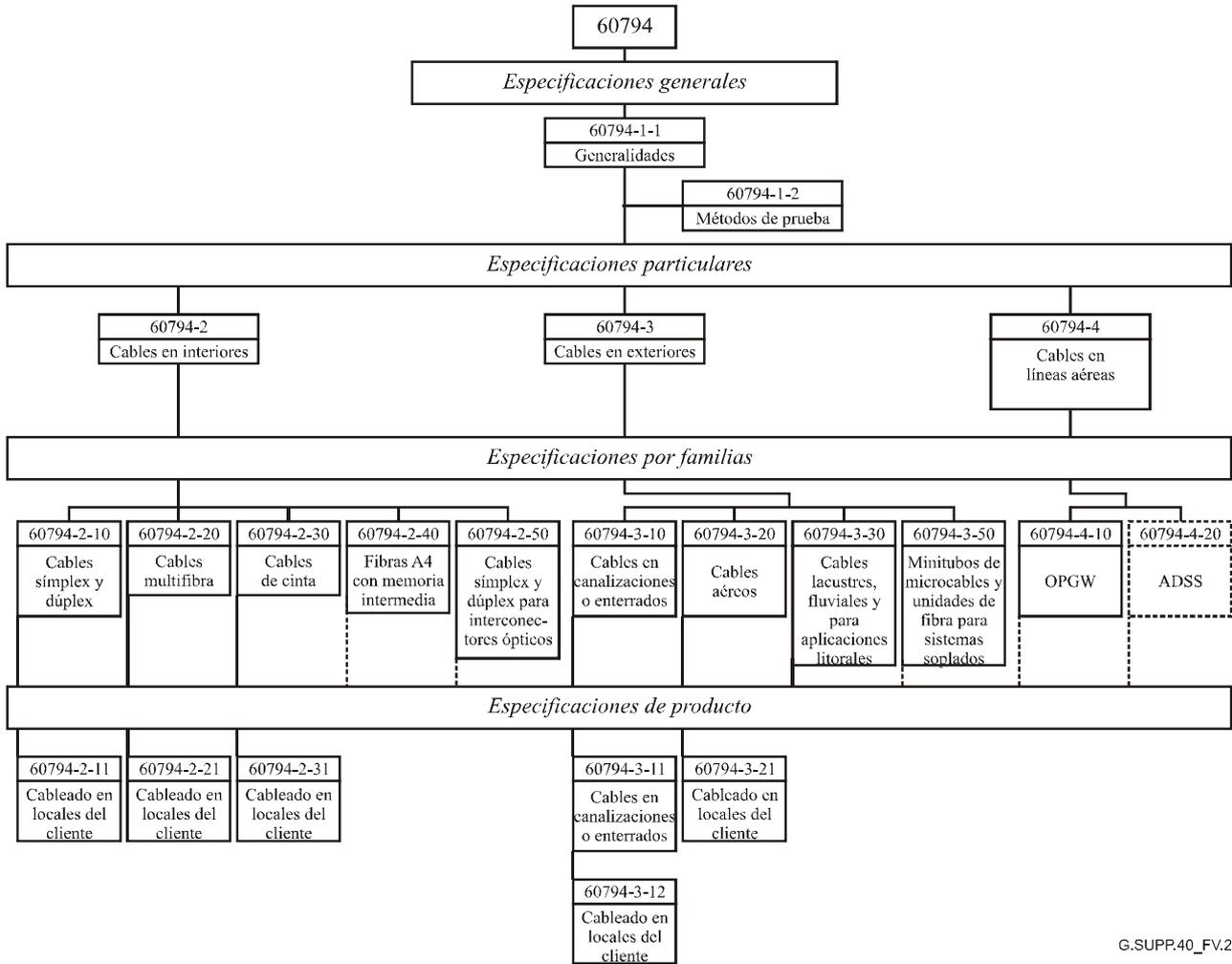
En el cuadro V.1 se indica el estado de las especificaciones de fibra óptica en el UIT-T y en la CEI.

Cuadro V.1 – Estado de las especificaciones de fibra óptica en el UIT-T y en la CEI

Especificación de fibra óptica			
UIT-T		CEI	
Categoría de la fibra	Recomendación	Categoría de la fibra	Documento
Fibra óptica multimodo de índice graduado 50/125 μm	G.651	Fibra multimodo A1	CEI 60793-2-10
Fibra óptica monomodo	G.652	Fibra monomodo B1.1 Fibra monomodo B1.3	CEI 60793-2-50
Fibra óptica monomodo de dispersión desplazada	G.653	Fibra monomodo B2	
Fibra óptica monomodo de corte desplazado.	G.654	Fibra monomodo B1.2	
Fibra óptica monomodo de dispersión desplazada no nula	G.655	Fibra monomodo B4	

V.2 Especificaciones del cable de fibra

En la figura V.1 se representa el estado de CEI 60794 en relación con los cables ópticos.



G.SUPP.40_FV.2

Figura V.1 – Estado de CEI 60794 sobre cables ópticos

Apéndice VI

Comparación entre las Recomendaciones del UIT-T y los documentos de la CEI sobre métodos de prueba

VI.1 Métodos de prueba de fibras monomodo

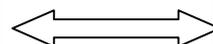
VI.1.1 Documentos disponibles tanto en el UIT-T como en la CEI

Recs. UIT-T	Métodos de prueba	Documentos CEI	Métodos de prueba
G.650.1		CEI 60793	
5.1	Métodos de prueba para el diámetro del campo modal	↔	CEI 60793-1-45 Fibras ópticas – Parte 1-45: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Diámetro del campo modal
5.1.1	Método de prueba de referencia: Exploración de campo lejano	Anexo A	Exploración en campo lejano
5.1.2	Primer método de prueba alternativo: Técnica de apertura variable	Anexo B	Apertura variable
5.1.3	Segundo método de prueba alternativo: Exploración de campo próximo	Anexo C	Exploración en campo próximo
5.1.4	Tercer método de prueba alternativo: Diferencia de retrodispersión bidireccional	Anexo D	Diferencia de retrodispersión bidireccional
G.650.1		CEI 60793	
5.2	Métodos de prueba para el diámetro del revestimiento, el error de concentricidad del campo modal y la no circularidad del revestimiento	↔	CEI 60793-1-20 Fibras ópticas – Parte 1-20: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Geometría de la fibra
5.2.1	Método de prueba de referencia: Técnica de la imagen del campo próximo transmitido	Anexo C	Luz en campo próximo (técnica de escala de grises)
5.2.2	Primer método de prueba alternativo: Técnica del campo próximo refractado	Anexo A	Campo próximo refractado

Recs. UIT-T	Métodos de prueba	Documentos CEI	Métodos de prueba
G.650.1		CEI 60793	
5.2.3	Segundo método de prueba alternativo: Técnica de visión lateral	Ninguno	
5.2.4	Tercer método de prueba alternativo: Técnica de imagen del campo próximo transmitido	Anexo C	Luz en campo próximo (técnica de exploración en campo próximo sencillo)
G.650.1		CEI 60793	
5.3	Métodos de prueba para la longitud de onda de corte	CEI 60793-1-44	Fibras ópticas – Parte 1-44: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Longitud de onda de corte
5.3.1	Método de prueba de referencia para la longitud de onda de corte (λ_c) de la fibra con recubrimiento primario y método de prueba de referencia para la longitud de onda de corte (λ_{cj}) de los cables puente: Técnica de la potencia transmitida	Anexo C	Longitud de onda de corte de la fibra λ_c
5.3.2	Método de prueba alternativo para λ_c : Técnica del mandril dividido	Anexo C	Longitud de onda de corte de la fibra λ_c
5.3.3	Método de prueba de referencia para la longitud de onda de corte de fibra cableada (λ_{cc}): Técnica de la potencia transmitida	Anexo B	Anexo B, longitud de onda de corte de cable, λ_{cc} , con fibra en cable
5.3.4	Método de prueba alternativo para la longitud de onda de corte (λ_{cc}) de la fibra cableada	Anexo A	Longitud de onda de corte de cable, λ_{cc} , con fibras sin cable
G.650.1		CEI 60793	
5.4	Métodos de prueba para la atenuación	CEI 60793-1-40	Fibras ópticas – Parte 1-40: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Atenuación
5.4.1	Método de prueba de referencia: Técnica de la fibra cortada	Anexo A	Método de interrupción
5.4.2	Primer método de prueba alternativo: Técnica de retrodispersión	Anexo C	Retrodispersión

Recs. UIT-T	Métodos de prueba	Documentos CEI	Métodos de prueba
G.650.1		CEI 60793	
5.4.3	Segundo método de prueba alternativo: Técnica de la pérdida de inserción	Anexo B	Pérdidas de inserción
G.650.1		CEI 60793	
5.5	Métodos de prueba para la dispersión cromática	CEI 60793-1-42	Fibras ópticas – Parte 1-42: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Dispersión cromática
5.5.1	Método de prueba de referencia: Técnica del desplazamiento de fase	Anexo A	Desplazamiento de fase (Anexo C: Desplazamiento diferencial de fase)
5.5.2	Primer método de prueba alternativo: Técnica interferométrica	Anexo D	Interferometría
5.5.3	Segundo método de prueba alternativo: Técnica de retardo de los impulsos	Anexo B	Retardo de grupo espectral en el dominio del tiempo
G.650.1		CEI 60793	
5.6	Métodos de prueba mecánica de recepción	CEI 60793-1-30	Fibras ópticas – Parte 1-30: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Prueba de resistencia mecánica de la fibra
5.6.1	Método de prueba de referencia: Tensión longitudinal		Prueba de resistencia mecánica de la fibra
G.650.1			
Apéndice II	Método de prueba para la medición de la uniformidad de la dispersión cromática basada en la técnica de retrodispersión	Nada	
G.650.2		CEI 60793	
5.1	Métodos de prueba de la dispersión por modo de polarización	CEI 60793-1-48	Fibras ópticas – Parte 1-48: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Dispersión por modo de polarización
5.1.1	Método de prueba de referencia: Técnica de evaluación de parámetros de Stokes	Anexo B	Método de evaluación de Stokes Análisis de valores propios de la matriz de Jones (JME) Análisis esférico de Poincaré (PSA)

Recs. UIT-T	Métodos de prueba	Documentos CEI	Métodos de prueba
G.650.1		CEI 60793	
5.1.2	Primera alternativa del método de prueba: método del estado de polarización (SOP)	Anexo B	Estado de polarización (SOP)
5.1.3	Segunda alternativa de método de prueba: Técnica interferométrica	Anexo C	Método interferométrico Modo de acoplamiento débil Modo de acoplamiento alto
5.1.4	Técnica del analizador fijo	Anexo A	Método de Medición de analizador fijo Contador de extremos (EC) Transformada de Fourier (FT)
G.650.2		CEI/TR 62284	
Apéndice III	Métodos de prueba del área efectiva (A_{eff})	CEI/TR 62284	Medición del área efectiva de fibras ópticas monomodo – Guía de aplicación
III.1	Técnica de exploración del campo lejano (FFS)	Anexo A	Peculiaridades del método de medición directo en campo lejano
III.2	Técnica de apertura variable (VA, <i>variable aperture</i>)	Anexo B	Peculiaridades del método de medición de apertura variable en campo lejano
III.3	Técnica de exploración del campo cercano (NFS, <i>near-field scan</i>)	Anexo C	Peculiaridades del método de medición en campo próximo



VI.2 Métodos de prueba para fibras monomodo

VI.2.1 Documentos disponibles tanto en el UIT-T como en la CEI

Recs. UIT-T	Métodos de prueba		Documentos CEI	Métodos de prueba
G.651			CEI 60793	
6.1	Método de prueba de referencia y métodos de prueba alternativos para la medición de parámetros geométricos y ópticos	↔	CEI 60793-1-20	Fibras ópticas – Parte 1-20: Método de medición y procedimientos de prueba – Geometría de la fibra
6.2	Métodos de prueba de referencia para parámetros geométricos y método de prueba alternativo para la apertura numérica: técnica del campo próximo refractado		Anexo A	Campo próximo refractado
6.3	Método de prueba alternativo para parámetros geométricos: técnica de campo próximo transmitido		Anexo C	Distribución de la luz en el campo próximo (técnica de exploración de campo próximo sencillo)
6.4	Método de prueba de referencia para la apertura numérica: distribución luminosa en el campo lejano	↔	CEI 60793-1-43	Fibras ópticas – Parte 1-43: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Apertura numérica
6.5	Método de prueba de referencia y métodos de prueba alternativos para las mediciones de atenuación	↔	CEI 60793-1-40	Fibras ópticas – Parte 1-40: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Atenuación
6.6	Método de prueba de referencia: la técnica de fibra cortada		Anexo A	Procedimiento de corte
6.7	Primer método de medición alternativo: técnica de la pérdida de inserción		Anexo B	Pérdidas de inserción
6.8	Segundo método de medición alternativo: técnica del retroesparcimiento		Anexo C	Retrodispersión
6.9	Método de prueba de referencia para mediciones de la respuesta de banda de base	↔	CEI 60793-1-41	Fibras ópticas – Parte 1-41: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Anchura de banda
6.10	Método de prueba de referencia		Anexo A	Respuesta al impulso
			Anexo B	Respuesta en frecuencia

VI.3 Documentos que sólo están disponibles en la CEI pero no en el UIT-T

CEI 60793-1-21	Fibras ópticas – Parte 1-21: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Geometría del recubrimiento
CEI 60793-1-22	Fibras ópticas – Parte 1-22: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Medición de la longitud
CEI 60793-1-31	Fibras ópticas – Parte 1-31: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Resistencia a la atracción
CEI 60793-1-32	Fibras ópticas – Parte 1-32: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Eliminación del recubrimiento
CEI 60793-1-33	Fibras ópticas – Parte 1-33: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Susceptibilidad a la corrosión bajo tensión
CEI 60793-1-34	Fibras ópticas – Parte 1-34: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Dobleces de la fibra
CEI 60793-1-47	Fibras ópticas – Parte 1-47: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Pérdidas por macroflexión
CEI 60793-1-50	Fibras ópticas – Parte 1-50: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Calor húmedo (régimen permanente)
CEI 60793-1-51	Fibras ópticas – Parte 1-51: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Calor seco
CEI 60793-1-52	Fibras ópticas – Parte 1-52: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Cambio de temperatura
CEI 60793-1-53	Fibras ópticas – Parte 1-53: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Inmersión en agua
CEI 60793-1-54	Fibras ópticas – Parte 1-54: Métodos de medición y procedimientos de prueba – Irradiación gamma
CEI 60794-1-2	Cables de fibra óptica – Parte 1-2: Especificación genérica – Procedimientos de prueba básicos del cable óptico
CEI/TS 62033	Uniformidad de la atenuación en fibras ópticas
CEI 62221	Fibras ópticas – Métodos de medición – Sensibilidad a la microflexión
CEI/TR 62245	Fibras ópticas – Métodos de medición – Pérdidas por flexión en las fibras tipos A3 y A4
CEI/TR 62283	Radiación nuclear – Guía de la fibra óptica
CEI/TR 62285	Métodos de medición de coeficientes no lineales – Guía de aplicación
CEI/TR 62324	Fibras ópticas monomodo – Medición de la eficiencia en ganancia de Raman utilizando un método de onda continua – Guía

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
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 multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
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 y comunicación entre sistemas abiertos
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