



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

L.10

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

**CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y PROTECCIÓN
DE LOS CABLES Y OTROS ELEMENTOS DE
PLANTA EXTERIOR**

**CABLES DE FIBRA ÓPTICA PARA
APLICACIONES EN CONDUCTOS, EN
GALERÍAS Y EN TENDIDOS AÉREOS Y
ENTERRADOS**

Recomendación UIT-T L.10

(Extracto del *Libro Azul*)

NOTAS

1 La Recomendación UIT-T L.10 se publicó en el Tomo IX del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (Véase a continuación).

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1988, 1993

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

Recomendación L.10

CABLES DE FIBRA ÓPTICA PARA APLICACIONES EN CONDUCTOS, EN GALERÍAS Y EN TENDIDOS AÉREOS Y ENTERRADOS

(Melbourne, 1988)

Introducción

Los recientes avances en tecnología de cables de fibra óptica han permitido aplicar las fibras ópticas, con fines de telecomunicación, en las redes interurbana y de abonados, en cableados de interiores y en secciones submarinas. Entre las diversas modalidades de instalación de los cables de fibra óptica pueden citarse las siguientes: cables aéreos, en conductos, en galerías de cables, enterrados, submarinos, y en las instalaciones del usuario. Así, los cables de fibra óptica están expuestos a la influencia de factores naturales o producidos por el ser humano.

Es necesario establecer las características mecánicas y ambientales de las fibras ópticas que satisfarán los requisitos operacionales, y formular recomendaciones sobre métodos de prueba adecuados.

En esta Recomendación se indican los tipos de cables ópticos que es aconsejable emplear en determinadas condiciones de instalación. En relación con los cables sumergidos e instalados en edificios, se requiere ulterior estudio.

1 Objeto

Esta Recomendación:

- describe los cables de fibra óptica multimodo de índice gradual y los cables de fibra óptica monomodo utilizados en las redes de telecomunicación, instalados en conductos, galerías, enterrados y aéreos;
- trata las características mecánicas y ambientales de los mencionados cables de fibra óptica. Las características geométricas y de transmisión, así como los métodos de prueba correspondientes, deben ajustarse a las Recomendaciones G.651 y G.652, que especifican los cables de fibra óptica multimodo de índice gradual y de fibra óptica monomodo, respectivamente;
- contiene información fundamental sobre los cables de fibra óptica desde los puntos de vista mecánico y ambiental;
- precisa que algunos cables de fibra óptica pueden contener elementos metálicos, por lo que debe tenerse en cuenta el manual sobre *Tecnologías de planta exterior para redes públicas* (véase la Recomendación L.1) y otras Recomendaciones de la serie L;
- recomienda que un cable de fibra óptica esté provisto de obturación de extremo y protección durante su entrega y almacenamiento, tal como se acostumbra para los cables de conductores metálicos. Si se han instalado componentes de empalme en la fábrica, deben protegerse de manera adecuada;
- recomienda que, si se requiere, se instalen en el extremo del cable dispositivos de arrastre.

2 Características de las fibras ópticas y de los cables de fibra óptica

2.1 Características mecánicas

2.1.1 Microcurvatura de las fibras

Se llama microcurvatura a un curvado acusado de una fibra óptica que entrañe un desplazamiento axial local de unas cuantas micras en pequeñas distancias a causa de fuerzas laterales localizadas aplicadas a lo largo de la fibra. Puede deberse a las deformaciones a que se someten las fibras durante la fabricación e instalación, y también a las variaciones de las dimensiones de los materiales del cable que resultan de los cambios de temperatura durante la explotación.

Las microcurvaturas pueden incrementar las pérdidas ópticas. A fin de reducir la pérdida por microcurvatura, debe eliminarse todo esfuerzo mecánico aplicado aleatoriamente a lo largo del eje de la fibra durante el proceso de incorporación de la misma en el cable, así como durante y después de la instalación del cable.

2.1.2 *Macrocurvatura de las fibras*

La macrocurvatura es la curvatura resultante en una fibra óptica después de la fabricación e instalación del cable.

La macrocurvatura puede incrementar la pérdida óptica. Esta aumenta si el radio de curvatura es demasiado pequeño.

2.1.3 *Curvatura del cable*

En condiciones dinámicas que se presentan en el curso de su instalación, la fibra es sometida a ciertos esfuerzos debidos a la tensión (mecánica) y al curvado del cable. Los elementos de resistencia mecánica del cable y el radio de curvatura de instalación deben seleccionarse de modo que limiten este esfuerzo dinámico combinado. Si en una instalación de cable deben quedar algunas curvaturas, su radio deberá ser lo suficientemente grande como para que la pérdida por macrocurvatura o la deformación de larga duración que limita la vida útil de la fibra se mantengan dentro de límites admisibles.

2.1.4 *Resistencia a la tracción*

El cable de fibra óptica está sometido a una carga mecánica de corta duración durante la fabricación y la instalación, y podrá estar sometido a una carga mecánica estática continua y/o cíclica durante la explotación (por ejemplo, variación de la temperatura). Especialmente en el caso de las aplicaciones aéreas, puede existir una carga continua durante toda la vida útil del cable. Estos esfuerzos que experimenta la fibra pueden ser causados por tensiones, torsiones y flexiones que se producen con ocasión de la instalación del cable y/o debido a las condiciones ambientales (por ejemplo, viento, hielo) y/o el tipo de instalación (por ejemplo, aérea).

Una carga mecánica excesiva de tensión en el cable aumenta la pérdida óptica y puede causar esfuerzos residuales incrementados en la fibra, si el cable no puede distenderse. Para evitar esta pérdida suplementaria, deberá respetarse el valor máximo de la resistencia a la tracción determinado por la construcción del cable, y especialmente el diseño del elemento de resistencia mecánica.

Nota 1 – Cuando el cable está sometido a una carga permanente durante su explotación, es preferible que la fibra no se vea sometida a esfuerzos adicionales.

Nota 2 – Un cable aéreo puede estar atado a un cable de suspensión. En este caso, el elemento de resistencia mecánica del cable necesita estar diseñado para aguantar únicamente la carga que se ejerce durante su fabricación e instalación.

2.1.5 *Aplastamientos e impactos*

El cable puede ser sometido a aplastamientos e impactos tanto durante su instalación como durante su explotación.

El aplastamiento y los impactos pueden incrementar la pérdida óptica (de manera permanente o durante el tiempo de aplicación del esfuerzo) y un esfuerzo excesivo puede provocar la rotura de la fibra.

En el caso de cables aéreos cilíndricos autoportados, la estructura del cable debe poder resistir los efectos de compresión a fin de evitar una pérdida óptica adicional.

2.1.6 *Torsión de los cables*

En las condiciones dinámicas que se presentan durante la instalación y la explotación, el cable puede verse sometido a torsiones que originan esfuerzos residuales de las fibras y/o daños de la cubierta. En este caso, el diseño del cable debe admitir un número determinado de torsiones por unidad de longitud sin que se incremente la pérdida de la fibra ni se dañe la cubierta.

2.2 *Condiciones ambientales*

2.2.1 *Hidrógeno*

En un medio donde haya humedad y elementos mecánicos pueden generarse gases de hidrógeno. El hidrógeno puede difundirse en el vidrio de sílice e incrementar la pérdida óptica. Se recomienda que la concentración de hidrógeno en el cable, debida a sus componentes, se mantenga lo suficientemente baja para asegurar que los efectos a largo plazo del incremento de la pérdida óptica se mantengan dentro de límites admisibles.

Mediante una presurización dinámica de gas, el empleo de materiales absorbentes de hidrógeno, la selección y construcción cuidadosa del cable (cubierta con barrera antihumedad) o la supresión de los componentes metálicos, la pérdida óptica puede mantenerse dentro de límites aceptables.

2.2.2 *Penetración de la humedad*

Cuando la humedad penetra a través de la cubierta del cable y llega al núcleo, la resistencia a la tracción de la fibra se deteriora y se reduce el tiempo hasta fallo estático. Para garantizar una duración satisfactoria del cable, debe limitarse la deformación de la fibra a larga duración.

Para reducir la tasa de penetración de la humedad se utilizan diversos materiales como barreras. Como alternativa, pueden utilizarse cables con relleno, sin componentes metálicos.

Nota – Si es necesario, la penetración de la humedad se reduce al mínimo por medio de una cinta metálica longitudinal superpuesta. Una barrera metálica continua es eficaz para eliminar la penetración de la humedad.

2.2.3 *Penetración del agua*

Cuando la cubierta del cable, o un empalme están deteriorados, puede producirse una penetración longitudinal del agua a lo largo del núcleo del cable o de la cubierta. La penetración del agua produce un efecto similar al de la humedad. La penetración longitudinal del agua debe reducirse al mínimo o, si es posible, eliminarse totalmente. Para esto pueden aplicarse diferentes procedimientos tales como el relleno del núcleo del cable con un compuesto, la aplicación de dispositivos de bloqueo del agua o cintas que se hinchan con el agua, o la presurización con aire seco de un cable no rellenado.

El agua se puede congelar en el cable y, en ciertas condiciones, puede producir un aplastamiento de la fibra que da lugar a un incremento de la pérdida óptica y a una posible rotura de la misma.

2.2.4 *Descargas de rayos*

Los cables de fibra óptica que contienen elementos metálicos tales como pares de conductores convencionales de cobre, o una cubierta metálica, pueden verse afectados por las descargas de rayos.

Para evitar o minimizar los daños causados por los rayos debe considerarse la Recomendación K.21.

Cuando se utiliza un cable no metálico, hay que rellenarlo y protegerlo contra los daños mecánicos y térmicos.

2.2.5 *Daño biótico*

Las reducidas dimensiones de un cable de fibra óptica lo hace más vulnerable al ataque de los roedores. Cuando éstos no se puedan evitar, ha de proveerse una protección metálica. Para mayor información, es preciso referirse al capítulo II de la parte IV-B del manual *Tecnologías de planta exterior para redes públicas*.

2.2.6 *Vibraciones*

Los cables de fibra óptica instalados en puentes están sujetos a vibraciones de amplitudes relativamente grandes a diversas frecuencias (bajas), según la construcción del puente y el tipo y la densidad del tráfico. Los cables deben resistir estas vibraciones sin que se produzcan fallos ni degradaciones de la señal. No obstante, es necesario elegir cuidadosamente el método de instalación.

Los cables de fibra óptica subterráneos pueden estar expuestos a vibraciones debidas al tráfico, a los ferrocarriles, y a las operaciones de introducción de pilotes y barrenado. También en este caso, los cables deben resistir las vibraciones generadas por estas actividades sin que se degrade la señal.

Una rutina de vigilancia bien establecida identificará la actividad a fin de escoger cuidadosamente la ruta que minimice este tipo de problema.

2.2.7 *Variaciones de temperatura*

Durante su vida útil, los cables pueden estar sometidos a grandes variaciones de temperatura. En estas condiciones, el incremento de la atenuación de las fibras no rebasará los límites especificados.

2.2.8 *Viento*

Para los cables aéreos de fibra óptica, la deformación de la fibra puede proceder de tensiones, torsiones o vibraciones producidas por la presión del viento. Si se rebasa el límite de la deformación de larga duración especificado para la fibra, ésta puede romperse a causa de la deformación dinámica inducida y de su deformación residual.

Con el fin de reducir la deformación inducida en la fibra por la presión del viento, el elemento de resistencia debe elegirse de manera que limite dicha deformación a los niveles de seguridad, y el cable puede construirse de manera que la fibra y la cubierta estén mecánicamente desacopladas para minimizar la deformación. Otro método consiste en amarrar el cable a un cable trenzado de soporte, de alta resistencia.

En las instalaciones aéreas, los vientos causarán vibraciones y, en las instalaciones de cables con configuración en “8” así como en las que cuentan con cable de suspensión, pueden producirse importantes oscilaciones a lo largo de todo el tramo del cable. Los cables deben ser diseñados y/o instalados de manera que garanticen la estabilidad de las características de transmisión en estas situaciones.

2.2.9 *Nieve y hielo*

En los cables aéreos de fibra óptica, la deformación de la fibra puede proceder de la tensión que se produce en relación con la carga de nieve y/o la formación de hielo alrededor del cable. La deformación inducida en la fibra puede provocar una pérdida óptica excesiva y, si se rebasa el límite de la deformación de la fibra a largo plazo, ésta puede romperse.

La deformación dinámica de la fibra puede ser inducida por las vibraciones causadas por la acción de la nieve y/o el hielo que se desprenda del cable. Esto puede provocar la rotura de la fibra.

En presencia de una carga de nieve y/o hielo, la presión del viento puede inducir fácilmente una deformación excesiva de la fibra.

Con el fin de reducir la deformación producida en la fibra por la carga de nieve y/o la formación de hielo, el elemento de resistencia mecánica debe escogerse de manera que limite dicha deformación a niveles de seguridad, y el perfil del cable puede escogerse de manera que minimice la carga de nieve. Otro método consiste en amarrar el cable a un cable trenzado de soporte, de alta resistencia.

2.2.10 *Campos eléctricos intensos*

El campo eléctrico de las líneas de alta tensión puede ejercer una influencia sobre los cables aéreos no metálicos instalados en dichas líneas, lo que puede dar lugar a fenómenos tales como el efecto corona, la formación de arcos y descargas superficiales en la cubierta del cable.

Para evitar daños, puede ser necesario utilizar materiales especiales para la cubierta del cable y/o instalaciones especiales, según la intensidad del campo eléctrico.

3 Construcción de los cables

3.1 *Recubrimientos de las fibras*

3.1.1 *Recubrimiento primario*

La fibra de sílice tiene una elevada resistencia mecánica intrínseca, que se reduce cuando se producen defectos en su superficie. Por esta razón, una vez estirada la fibra, hay que aplicarle inmediatamente un recubrimiento primario para ajustarla a sus dimensiones.

Las fibras ópticas deben ser verificadas. A fin de garantizar una fiabilidad a largo plazo en condiciones de servicio, se podrá especificar una verificación del esfuerzo mecánico que pueden soportar, teniendo en cuenta el esfuerzo admisible y la vida útil requerida.

Para preparar los empalmes debe ser posible retirar el recubrimiento primario sin dañar la fibra y sin utilizar materiales o métodos que se consideren aleatorios o peligrosos.

La composición del recubrimiento primario, que, de ser necesario, llevará colores, se estudiará en relación con eventuales exigencias de los equipos locales de inyección y detección de la luz, asociados a los métodos utilizados para empalmar las fibras.

Nota 1 – El recubrimiento primario debe tener un diámetro nominal de 250 µm.

Nota 2 – Deberían probarse las fibras provistas con un recubrimiento primario con una deformación equivalente de, por lo menos, un 0,5% durante un segundo. El método de prueba debe ser conforme a la publicación 793-1 de la CEI [1]. Para probar los cables destinados a las instalaciones aéreas, puede necesitarse una deformación mayor, habida cuenta de los grandes cambios térmicos y los fuertes vientos.

Nota 3 – Se requiere ulterior estudio con el fin de aconsejar métodos de prueba adecuados para la inyección y detección locales de la luz.

3.1.2 *Protección secundaria*

Debe preverse una protección secundaria de la fibra dentro del cable.

Nota 1 – En el manual sobre *Construcción, instalación, empalme y protección de cables de fibra óptica* [2] se describen métodos de protección secundaria.

Nota 2 – Cuando se utiliza un recubrimiento secundario apretado puede ser difícil utilizar equipos locales de inyección y detección de la luz, combinados con métodos de empalme de fibras.

Nota 3 – Para limitar los esfuerzos axiales de la fibra, conviene minimizar el acoplamiento mecánico entre la fibra y el cable.

3.1.3 *Identificación de las fibras*

Las fibras deberán poder identificarse fácilmente por su color o posición en el núcleo del cable. Si se utiliza un método de coloración, deben utilizarse colores fácilmente distinguibles y de buena fijeza incluso en presencia de otros materiales durante la vida útil del cable.

3.1.4 *Propiedades de los empalmes*

Se requiere ulterior estudio a fin de aconsejar métodos de prueba adecuados para la inyección y detección locales de la luz.

3.2 *Núcleo del cable*

Debe definirse claramente la constitución del núcleo del cable, en particular el número de fibras, los métodos utilizados para su protección e identificación, y la posición de los elementos de resistencia mecánica y de haberlos, de los hilos o pares metálicos.

3.3 *Elemento de resistencia mecánica*

El cable debe diseñarse con elementos de resistencia mecánica suficientes para que, en las condiciones de instalación y servicio, las fibras no estén sujetas a deformaciones excesivas.

El elemento de resistencia mecánica puede ser o no metálico, y estar situado en el núcleo y/o en la cubierta del cable.

Por ejemplo, en los cables aéreos autoportados sin elementos metálicos, el elemento de resistencia mecánica puede consistir en una capa formada por hilaturas de aramida situada entre las cubiertas interna y externa, o en un solo trenzado reforzado de fibra de vidrio en los cables de configuración en “8”. Para el diseño de estos cables es necesario conocer el vano, las flechas, el viento y la carga de hielo.

3.4 *Protección contra el agua*

Uno de los medios de protección contra la penetración del agua consiste en rellenar el cable con un material que impida la entrada de agua. Los materiales utilizados para este fin no deben ser peligrosos para el personal. Los materiales utilizados en el cable deben ser compatibles entre sí y, en particular, no deben degradar la calidad de funcionamiento de la fibra ni los colores de identificación de las fibras.

Además, los materiales no han de ser nutritivos para los hongos y ser, eléctricamente no conductivos, homogéneos, y estar exentos de toda contaminación.

3.5 *Resistencia neumática*

Si el cable requiere una presurización con aire seco durante la explotación, deberá especificarse la resistencia neumática.

Nota – Se pretende que un cable sólo pueda ser presurizado si permite un flujo de aire conforme a los criterios definidos en la parte III del manual *Tecnologías de planta exterior para redes públicas* (véase la Recomendación L.1).

3.6 *Cubierta*

El núcleo del cable deberá estar provisto de una cubierta capaz de soportar las condiciones ambientales y mecánicas asociadas con el almacenamiento, la instalación y la explotación. La cubierta puede estar formada por una combinación de materiales, y puede incluir elementos de resistencia.

En relación con las cubiertas de los cables de fibra óptica se siguen criterios por lo general similares a los aplicados a los cables de conductores metálicos. Se debe también tener en cuenta la cantidad de hidrógeno generado por las barreras metálicas antihumedad. Debe indicarse el espesor mínimo aceptable de la cubierta, así como los valores máximo y mínimo admisibles del diámetro total del cable.

Nota 1 – Uno de los materiales más utilizados para las cubiertas de cable es el polietileno. Sin embargo, pueden existir ciertas condiciones ambientales en las que sea necesario minimizar la inflamabilidad de un cable y limitar la emisión de vapores, humo y productos corrosivos. En estas situaciones han de utilizarse materiales especiales para la cubierta del cable.

Nota 2 – Para los cables enterrados directamente en zonas cuyos suelos están contaminados químicamente (ácidos, hidrocarburos, etc.) se pueden utilizar cubiertas fabricadas con combinaciones de materiales diseñadas especialmente.

Nota 3 – En el caso de los cables aéreos, la cubierta exterior debe ser resistente a la degradación provocada por las radiaciones ultravioleta.

3.7 *Armadura*

Cuando se requiere una mayor resistencia a la tracción o una mayor protección contra los daños externos, debe proveerse una armadura por encima de la cubierta.

En relación con la armadura de los cables de fibra óptica se siguen criterios que, por lo general, son similares a los que se aplican a los cables de conductores metálicos. No obstante, debe tenerse en cuenta la generación de hidrógeno debida a la corrosión. Debe tenerse presente que la armadura reduce las ventajas de los cables de fibra óptica tales como su ligereza y flexibilidad.

La armadura de los cables desprovistos de metal puede fabricarse con hilaturas de aramida, trenzados reforzados de fibra de vidrio o envoltura de cinta.

3.8 *Identificación de los cables*

Si se requiere una identificación visual para distinguir un cable de fibra óptica de un cable metálico, esto puede hacerse marcando de manera visible la cubierta del cable de fibra óptica.

4 **Métodos de prueba**

4.1 *Métodos de prueba de las características mecánicas*

En este punto se recomiendan las pruebas y métodos de prueba adecuados para verificar las características mecánicas de los cables de fibra óptica.

4.1.1 *Resistencia a la tracción*

Este método de prueba se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Se realizan medidas para estudiar el comportamiento de la atenuación de la fibra en función de la carga mecánica aplicada al cable durante la instalación.

La prueba debe llevarse a cabo de conformidad con el método de la publicación 794-1-E1 de la CEI [3].

El grado de desacoplamiento mecánico entre la fibra y el cable puede determinarse al medir la elongación de la fibra, con un equipo de prueba de desplazamiento de la fase óptica, junto con la elongación del cable.

Este método puede ser no destructivo si la tensión aplicada está dentro de los valores que se observan en explotación.

4.1.2 *Curvado*

Este método de prueba se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Esta prueba tiene por objeto determinar si los cables de fibra óptica pueden soportar los esfuerzos mecánicos que se desarrollan cuando se les hace pasar por una polea, simulada por un mandril de prueba.

Esta prueba deberá realizarse de conformidad con el método de la publicación 794-1-E11 de la CEI [3].

4.1.3 *Curvado bajo tensión*

Este método de prueba se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Este tema queda para ulterior estudio.

4.1.4 *Aplastamiento*

Este método de prueba se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Esta prueba deberá realizarse de conformidad con el método de la publicación 794-1-E3 de la CEI [3].

4.1.5 *Abrasión*

Este método se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Esta prueba debe realizarse de conformidad con el método de la publicación 794-1-E2 de la CEI [3].

4.1.6 *Torsión*

Este método de prueba se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Esta prueba deberá realizarse de conformidad con el método de la publicación 794-1-E7 de la CEI [3].

4.1.7 *Impacto*

Este método de prueba se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Esta prueba debe realizarse de conformidad con el método de la publicación 794-1-E4 de la CEI [3].

4.2 *Métodos de prueba sobre las características ambientales*

En este punto se recomiendan las pruebas y los métodos de prueba adecuados para verificar las características ambientales de los cables de fibra óptica.

4.2.1 *Ciclos de temperatura*

Este método de prueba se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

La prueba consiste en someter al cable de fibra óptica a cambios cíclicos de temperatura para determinar la estabilidad de sus características de atenuación en presencia de cambios de la temperatura ambiente que pueden producirse durante el almacenamiento, el transporte y la explotación.

Esta prueba debe realizarse de conformidad con el método de la publicación 794-1-F1 de la CEI [3].

Nota – Para los cables aéreos autosoportados, la estabilidad de la atenuación puede medirse aplicando una tensión determinada a la muestra de cable.

4.2.2 *Penetración longitudinal del agua*

Este método de prueba se aplica a los cables exteriores, rellenos completamente, instalados en condiciones ambientales cualesquiera. La prueba tiene por objeto verificar que todos los intersticios del cable están rellenos con un compuesto continuo, para evitar la penetración del agua en el cable.

Esta prueba debe realizarse de conformidad con el método de la publicación 794-1-F5 de la CEI [3].

4.2.3 *Barrera antihumedad*

Este método se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Esta prueba se aplica a los cables suministrados con una lámina metálica superpuesta longitudinalmente. La penetración de la humedad puede probarse de conformidad con el método de prueba descrito en el capítulo III de la parte I del manual sobre *Tecnologías de planta exterior para redes públicas* (véase la Recomendación L.1).

4.2.4 *Congelación*

Este método de prueba se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Este tema queda para ulterior estudio y actualmente se examina en el método de la publicación 794-1-F6 de la CEI [3].

4.2.5 *Hidrógeno*

Este método de prueba se aplica a los cables de fibra óptica instalados en condiciones ambientales cualesquiera.

Hay que establecer un procedimiento de prueba de corta duración adecuado para un cable acabado de fábrica, que permita predecir el incremento a largo plazo de la atenuación de la fibra a partir de los resultados de pruebas realizadas en el proceso de fabricación.

4.2.6 *Radiaciones nucleares*

Este método de prueba permite determinar en qué medida los cables de fibra óptica son capaces de soportar la exposición a una radiación nuclear.

Este tema queda para ulterior estudio y actualmente se examina en el método de la publicación 794-1-F7 de la CEI [3].

4.2.7 *Vibraciones (cables instalados en puentes y subterráneos)*

Este método de prueba evalúa la idoneidad de los cables de fibra óptica para aplicaciones en puentes y subterráneos.

Esta prueba queda para ulterior estudio.

4.2.8 *Vibraciones (cables aéreos)*

Este método de prueba evalúa la idoneidad de los cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas.

Esta prueba queda para ulterior estudio.

4.2.9 *Resistencia a los ultravioleta*

Este método de prueba se aplica a los cables aéreos de fibra óptica y evalúa la idoneidad de la cubierta del cable para resistir los rayos ultravioleta.

Esta prueba queda para ulterior estudio.

4.2.10 *Descargas superficiales en la cubierta*

Esta prueba se aplica a los cables aéreos de fibra óptica utilizados en las líneas de alta tensión.

Esta prueba queda para ulterior estudio.

Referencias

- [1] Publicación 793-1 de la CEI *Optical fibres, parte 1: Generic specification*, Ginebra, 1987.
- [2] Manual del CCITT *Construcción, instalación, empalme y protección de cables de fibra óptica*, UIT, Ginebra, 1985.
- [3] Publicación 794-1 de la CEI *Optical fibre cables, parte 1 : Generic specifications*, Ginebra, 1987.