



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**CCITT**

**L.14**

COMITÉ CONSULTIVO  
INTERNACIONAL  
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

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

---

**MÉTODO DE MEDIDAS PARA DETERMINAR  
LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA  
TRACCIÓN EN CABLES DE FIBRA ÓPTICA  
SOMETIDOS A CARGAS MECÁNICAS**

**Recomendación L.14**

---



Ginebra, 1992

## PREFACIO

El CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (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 Plenaria del CCITT, que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiarse y aprueba las Recomendaciones preparadas por sus Comisiones de Estudio. La aprobación de Recomendaciones por los miembros del CCITT entre las Asambleas Plenarias de éste es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 2 del CCITT (Melbourne, 1988).

La Recomendación L.14 ha sido preparada por la Comisión de Estudio VI y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 2 el 31 de julio de 1992.

---

## NOTA DEL CCITT

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

© UIT 1992

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## Recomendación L.14

### MÉTODO DE MEDIDAS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA TRACCIÓN EN CABLES DE FIBRA ÓPTICA SOMETIDOS A CARGAS MECÁNICAS

El CCITT,

*considerando*

- (a) que las fibras ópticas son sensibles a los esfuerzos;
- (b) que la vida útil de los cables de fibra óptica depende de las condiciones ambientales en las que se utilizan las fibras; en este sentido es importante el esfuerzo que soporta la fibra tras la instalación del cable;
- (c) que en los cables de construcción holgada, la elongación de la fibra debido a una elongación del cable puede producir un aumento de la atenuación tan pronto como la fibra toca la parte interior de la protección secundaria; sin embargo, no existe una relación única entre la elongación y el aumento de la atenuación, y esta última depende también de las características del material de las protecciones primaria y secundaria;
- (d) que en los cables de tubo central (tanto de una sola fibra como de haz de fibras o conjuntos de cintas) puede alcanzarse una elongación considerable del cable y de las fibras sin que aumente la atenuación;
- (e) que en los cables de construcción ceñida, la elongación de las fibras obedece directamente a la elongación del cable sin incremento de la pérdida por debajo de la elongación permitida, lo cual puede ser detectado fácilmente;
- (f) que es necesario evaluar la resistencia mecánica a la tracción de los cables de fibra óptica;
- (g) que es necesario formular directrices para las pruebas,

*recomienda*

- (1) que para determinar el comportamiento mecánico de un cable de fibra óptica sometido a una carga de tracción se mida la elongación de la fibra y/o la atenuación óptica en función de la elongación del cable;
- (2) que para medir las características de atenuación de una fibra óptica en función de la carga de tracción aplicada al cable, se utilice el método E1 de la Publicación 794-1 de la CEI, «Tensile performance»;
- (3) que para medir la elongación de las fibras en función de la carga de tracción del cable se aplique el método que se describe a continuación.

## 1 Introducción

En la construcción de diversos tipos de cables se utiliza un concepto gracias al cual el cable tiene un cierto margen de esfuerzo.

La estructura del cable deber ser tal que proteja las fibras ópticas contra los esfuerzos mecánicos que se producen durante la instalación y el funcionamiento del cable. Esa estructura debe garantizar que, durante las operaciones de tendido con fuerzas de tracción limitadas, las fibras sufran una elongación mínima para impedir significantes crecimientos de fisuras e incrementos de la atenuación.

Aquí se define un método para la medida directa de la resistencia mecánica a la tracción de las fibras ópticas. Este método permite obtener información sobre la fuerza de tracción máxima admisible en la instalación, así como sobre el margen de esfuerzo del cable, y se basa en el desplazamiento de fase de una señal modulada inyectada en la fibra.

## 2 Principio de las medidas

Para evaluar la elongación de las fibras dentro de la gama de cargas mecánicas especificada para el cable de fibra óptica que se prueba, se utiliza un método del desplazamiento de fase.

La elongación de las fibras ópticas de un cable sometido a una fuerza de tracción se mide utilizando una fuente de luz modulada. En el dominio de frecuencia, el cambio de fase de la señal moduladora es función del cambio de longitud de la fibra. Según cual sea la frecuencia de modulación, la elongación de la fibra puede medirse con gran precisión, incluso con largos de cable probados pequeños. Según la estructura del cable y la información deseada (fuerza de tracción máxima y/o margen del cable para el esfuerzo), el método de fijación del cable puede requerir montajes diferentes.

Se aplica a un cable de fibra óptica de longitud adecuada una fuerza de tracción, que se mide con un dinamómetro. Se mide también la elongación del cable causada por esa fuerza. La elongación de las fibras se mide con ayuda de una fuente luminosa de longitud de onda adecuada, modulada con una frecuencia estable; la precisión de la medida depende de la frecuencia de la señal moduladora. En el extremo de recepción de la fibra, la señal se aplica a un detector con respuesta en alta frecuencia suficiente. La fase de la señal eléctrica procedente del detector se compara con la fase de la señal procedente del generador de frecuencias. El cambio en la diferencia de fase es proporcional a la elongación de la fibra óptica. Esta dependencia de la fase con respecto a la longitud debe establecerse para cada tipo de fibra, mediante un dispositivo de medida de calibración.

Cuando una señal óptica se modula sinusoidalmente, la fase de la señal moduladora se propaga a la velocidad de grupo a lo largo de la fibra, de modo que tras una longitud  $L$  de la fibra la fase será:

$$\phi = (2\pi f/c)NL$$

donde

$f$  es la frecuencia de modulación,

$c$  es la velocidad de la luz en el espacio libre,

$N$  es la índice de grupo efectivo de la fibra, incluidos los efectos de dispersión.

Ahora bien, el cambio de fase se debe no solamente a un cambio de longitud de la fibra, sino también a un cambio del índice de grupo  $N$ , debido al efecto elasto-óptico. Una medida de calibrado es necesaria para cada tipo de fibra a fin de establecer una relación precisa entre el cambio de fase y la elongación de la fibra. Es importante no permitir que aparezca un movimiento diferencial entre los elementos del cable en los extremos de la longitud de cable bajo prueba.

## 3 Procedimientos

### 3.1 Fibra de calibrado

Para determinar la relación entre el cambio de desplazamiento de fase y la elongación de la fibra, debe emplearse una fibra de referencia de longitud conocida y del mismo tipo que la fibra de prueba.

### 3.2 Calibrado en banco de prueba

Se instala la fibra de referencia en el banco de pruebas de elongación y se conecta al aparato de medidas óptica.

Se aumenta progresivamente la fuerza de tracción aplicada a la fibra hasta que su elongación quede dentro de la gama prevista para la prueba de tracción del cable.

Se mide y registra, preferentemente de manera continua, el cambio de desplazamiento de fase en función de la elongación de la fibra de referencia.

Esta relación tiene en cuenta los cambios del índice de grupo debidos a la tensión mecánica.

*Nota 1* – Se recomienda efectuar el calibrado con varias muestras de fibra de referencia del mismo tipo, preferentemente de bobinas de fibras distintas, a fin de evitar los errores debidos a irregularidades puntuales de la fibra.

*Nota 2* – No es necesario repetir este calibrado antes de cada prueba de tracción del cable, siempre y cuando se emplee el mismo tipo de fibra en los cables que han de probarse.

### 3.3 *Medidas en la muestra de prueba*

Se ponen los extremos del cable de prueba en los dispositivos de fijación.

Se conecta al aparato de medidas la fibra de prueba del cable sometido a la prueba de tracción.

Se efectúa la prueba de tracción del cable descrita en el método E1 de la Publicación 794-1 de la CEI.

En la mayoría de los cables (por ejemplo, cables trenzados), la fijación de los elementos del cable pero no de las fibras es suficiente para obtener la carga de tracción máxima admisible y el margen de tensión del cable.

No obstante, en determinados cables (por ejemplo, monotubo holgado) puede ser necesario impedir el deslizamiento de las fibras, para determinar la longitud en exceso de una forma correcta.

Deben registrarse tanto la fuerza de tracción aplicada al cable como la elongación de la fibra en función de la elongación del cable.

Hay que tener cuidado de que, al aplicar la fuerza de tracción a la muestra, la longitud de referencia no cambie.

Durante la prueba se miden y registran, preferentemente de modo continuo, los cambios de desplazamiento de fase en función de la carga de tracción aplicada al cable y/o de su elongación.

Se calcula la elongación correspondiente de la fibra por medio del factor deducido del calibrado descrito en el § 3.2.

En caso necesario, el valor de la fuerza de tracción en que comienza a estirarse la fibra se define, en la curva de elongación de la fibra en función de la fuerza de tracción, como la intersección de la parte lineal de la curva con el eje de fuerzas de tracción.

*Nota* – Como primera aproximación, se considera que la longitud de la fibra sometida a elongación es igual a la longitud de cable sometido a tracción excepto en cables con estructura ajustada. Cabe observar, no obstante, que el valor calculado de la elongación de la fibra se ve afectado por la precisión del valor de la longitud de ese cable y también por la longitud en exceso de fibra en el cable, que depende del diseño de éste (estructuras holgadas).

APÉNDICE I

(a la Recomendación L.14)

Presentación de los resultados

La figura I-1/L.14 es un ejemplo de presentación de la elongación del cable y de la fibra en caso de construcción en paquete holgado.

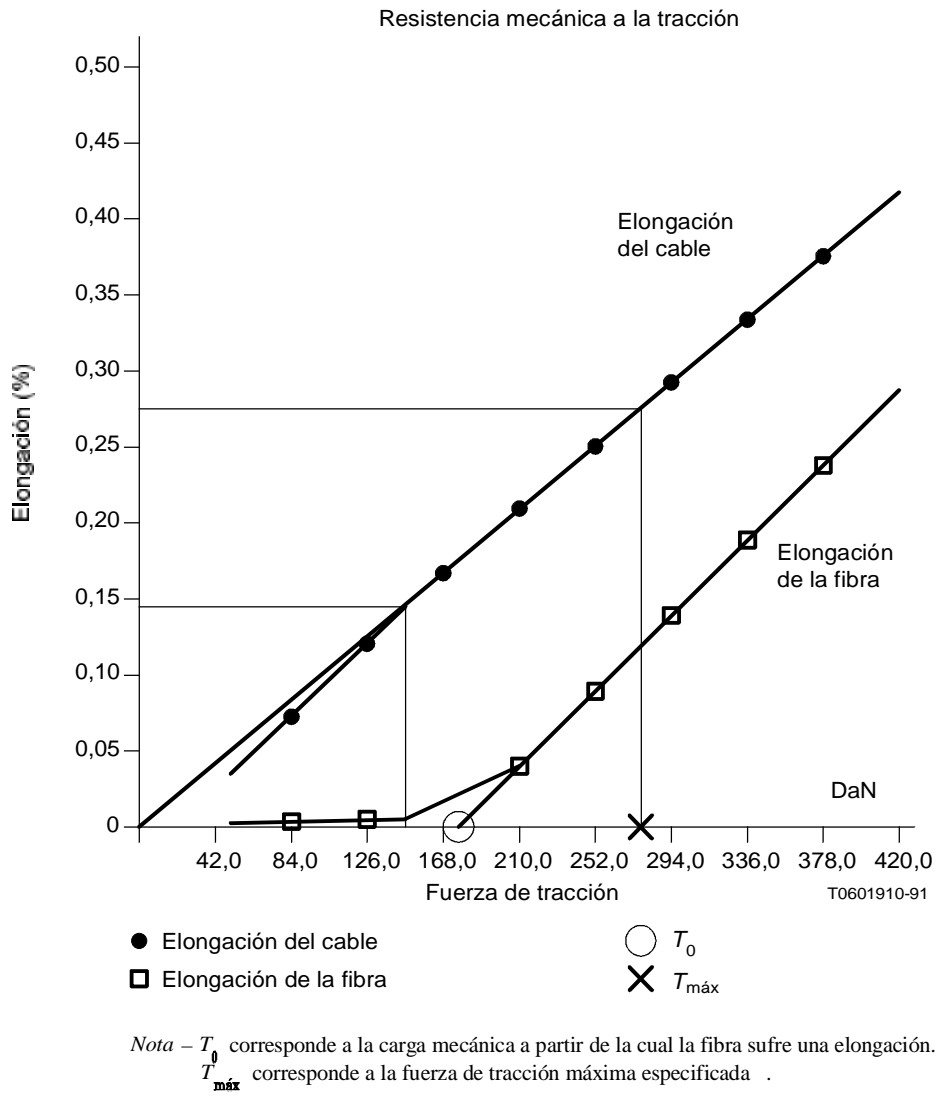


FIGURA I-1 / L.14

Elongación del cable y de la fibra en función de la fuerza de tracción

La figura I-2/L.14 se muestra, como ejemplo, uno de los dispositivos de medida.

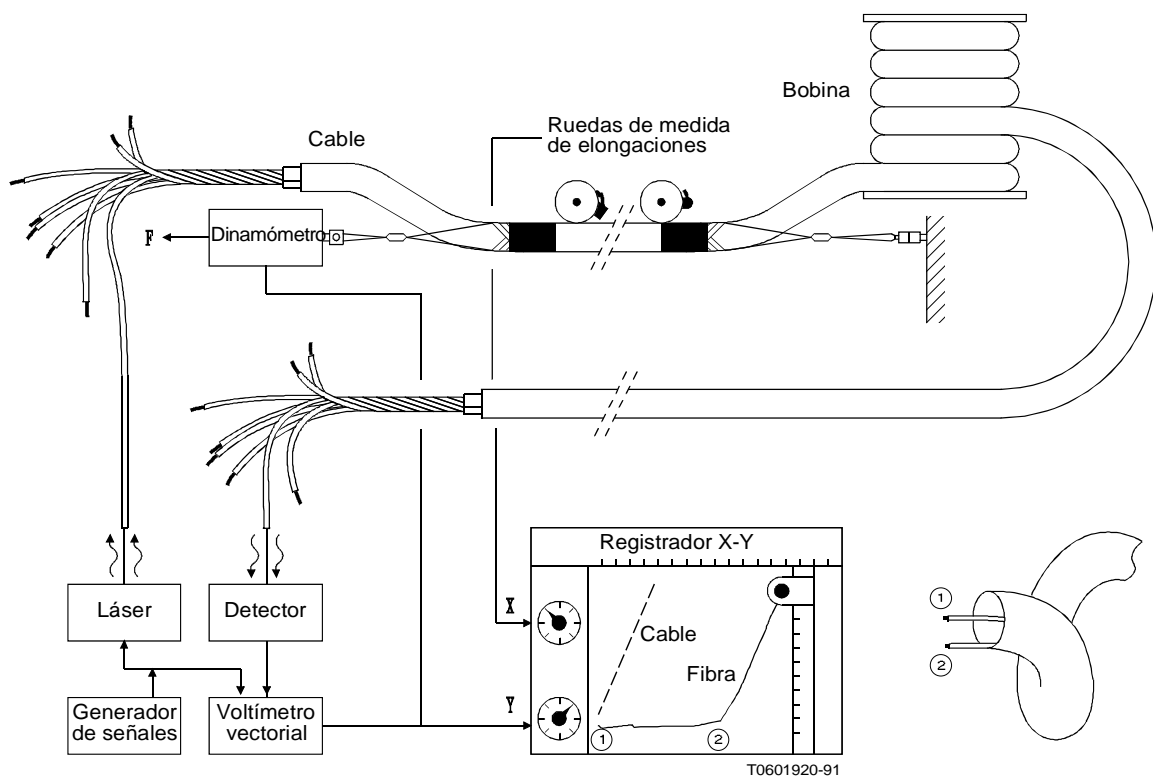


FIGURA I-2 / L.14

**Dispositivo para medir esfuerzos de tracción y elongaciones de la fibra óptica**