



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.652**

(03/93)

**CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS  
DE TRANSMISIÓN**

---

**CARACTERÍSTICAS DE UN CABLE  
DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO**

**Recomendación UIT-T G.652**

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

---

## PREFACIO

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El UIT-T tiene a su cargo el estudio de las cuestiones técnicas, de explotación y de tarificación y la formulación de Recomendaciones al respecto con objeto de normalizar las telecomunicaciones sobre una base mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se reúne cada cuatro años, establece los temas que habrán de abordar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que preparan luego Recomendaciones sobre esos temas.

La Recomendación UIT-T G.652 , revisada por la Comisión de Estudio XV (1988-1993) del UIT-T, fue aprobada por la CMNT (Helsinki, 1-12 de marzo de 1993).

---

## NOTAS

1 Como consecuencia del proceso de reforma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el CCITT dejó de existir el 28 de febrero de 1993. En su lugar se creó el 1 de marzo de 1993 el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T). Igualmente en este proceso de reforma, la IFRB y el CCIR han sido sustituidos por el Sector de Radiocomunicaciones.

Para no retrasar la publicación de la presente Recomendación, no se han modificado en el texto las referencias que contienen los acrónimos «CCITT», «CCIR» o «IFRB» o el nombre de sus órganos correspondientes, como la Asamblea Plenaria, la Secretaría, etc. Las ediciones futuras en la presente Recomendación contendrán la terminología adecuada en relación con la nueva estructura de la UIT.

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 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.

## ÍNDICE

*Página*

1	Características de la fibra .....	1
1.1	Diámetro del campo modal .....	1
1.2	Diámetro del revestimiento .....	2
1.3	Error de concentricidad del campo modal .....	2
1.4	No circularidad .....	2
1.5	Longitud de onda de corte .....	2
1.6	Características de pérdida a 1550 nm .....	3
1.7	Propiedades de los materiales de la fibra .....	3
1.8	Perfil del índice de refracción .....	4
1.9	Ejemplos de directrices de diseño de la fibra .....	4
1.10	Ejemplos de directrices de diseño de la fibra .....	4
2	Especificaciones de los largos de fabricación .....	4
2.1	Coefficiente de atenuación .....	4
2.2	Coefficiente de dispersión cromática .....	4
3	Secciones elementales de cable .....	5
3.1	Atenuación .....	5
3.2	Dispersión cromática .....	6
	Apéndice I – Modelado de la atenuación espectral .....	6
	Apéndice II – Ejemplo de modelo de matriz .....	7



## CARACTERÍSTICAS DE UN CABLE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO

(Malaga-Torremolinos, 1984; modificada en Melbourne, 1988 y Helsinki, 1993)

EL UIT-B,

*considerando*

- (a) que los cables de fibra óptica monomodo se utilizan ampliamente en las redes de telecomunicación;
- (b) que las aplicaciones potenciales previstas pueden exigir varios tipos de fibras monomodo que difieran en:
  - las características geométricas,
  - la longitud de onda de trabajo,
  - la atenuación, la dispersión, la longitud de onda de corte y otras características ópticas,
  - los aspectos mecánicos y ambientales;
- (c) que podrán prepararse Recomendaciones sobre diferentes tipos de fibras monomodo cuando hayan progresado suficientemente los estudios sobre su utilización práctica,

*recomienda*

una fibra monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en torno a 1310 nm, optimizada para uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, y que puede utilizarse también a longitudes de onda en la región de 1550 nm (en las que la fibra no está optimizada).

Esta fibra puede utilizarse para transmisión analógica y digital.

Las características geométricas, ópticas y de transmisión de esta fibra, se describen más adelante, así como los métodos de prueba aplicables.

El significado de los términos empleados en esta Recomendación y las directrices que han de seguirse en las mediciones para verificar las diversas características se indican en la recomendación G.650.

### 1 Características de la fibra

En esta cláusula sólo se recomiendan las características de la fibra que proporcionan una mínima estructura de diseño esencial para la fabricación de fibras. De éstas, la longitud de onda de corte de la fibra cableada puede verse apreciablemente afectada por la fabricación o la instalación del cable. Además, las características recomendadas se aplicarán igualmente a las fibras individuales, a las fibras incorporadas en un cable enrollado en un tambor, y a las fibras en cables instalados.

Esta Recomendación se aplica a las fibras que tienen un campo moda nominalmente circular.

#### 1.1 Diámetro del campo modal

El valor nominal del diámetro del campo modal a 1310 nm estará en la gama de 9 a 10  $\mu\text{m}$ . La desviación del diámetro del campo modal no deberá exceder de  $\pm 10\%$  de su valor nominal.

NOTAS

1 El valor de 10  $\mu\text{m}$  se emplea corrientemente para diseños de revestimientos adaptados, y el valor de 9  $\mu\text{m}$  para diseños de revestimientos con depresión. Sin embargo, la elección de un valor concreto de la gama indicada no depende necesariamente del diseño de fibra utilizado.

2 Debe señalarse que el comportamiento de la fibra necesario para una determinada aplicación depende más de los parámetros esenciales de la propia fibra y del sistema, es decir, del diámetro del campo modal, de la longitud de onda de corte, de la dispersión total, de la longitud de onda de trabajo del sistema y de la velocidad binaria/frecuencia de funcionamiento, que del diseño de la fibra.

3 De hecho, el valor medio del diámetro del campo modal puede diferir de los valores nominales indicados, a condición de que todas las fibras esten dentro de  $\pm 10\%$  del valor nominal especificado.

## 1.2 Diámetro del revestimiento

El valor nominal recomendado del diámetro del revestimiento es 125  $\mu\text{m}$ . La desviación del diámetro del revestimiento no debe exceder de  $\pm 2 \mu\text{m}$ .

Para determinadas técnicas de empalme y ciertos requisitos de pérdida en los empalmes, pueden ser apropiadas otras tolerancias.

## 1.3 Error de concentricidad del campo modal

El error de concentricidad recomendado para el campo modal a 1310 nm no debe exceder de 1  $\mu\text{m}$ .

### NOTAS

1 Para determinadas técnicas de empalme y ciertos requisitos de pérdida en los empalmes, pueden ser apropiadas tolerancias de hasta 3  $\mu\text{m}$ .

2 El error de concentricidad del campo modal y el error de concentricidad del núcleo, representado por la iluminación transmitida utilizando longitudes de onda diferentes de 1310 nm (incluida la luz blanca), son equivalentes. En general, la desviación del centro del perfil del índice de refracción y el eje del revestimiento representa también el error de concentricidad del campo modal, pero si apareciese alguna diferencia entre el error de concentricidad del campo modal, medido de acuerdo con el método de prueba de referencia (RTM, *reference test method*), y el error de concentricidad del núcleo, el primero constituirá la referencia.

## 1.4 No circularidad

### 1.4.1 No circularidad del campo modal

En la práctica, la no circularidad del campo modal de las fibras que tienen campos modales nominalmente circulares es lo suficientemente baja como para que la propagación y los empalmes no se vean afectados. En consecuencia, no se considera necesario recomendar un valor determinado de no circularidad del campo modal. En general, no es necesario medir la no circularidad del campo modal con fines de aceptación.

### 1.4.2 No circularidad del revestimiento

La no circularidad del revestimiento debe ser inferior al 2%. Para determinadas técnicas de empalme y ciertos requisitos de pérdida en los empalmes, pueden ser apropiadas otras tolerancias.

## 1.5 Longitud de onda de corte

Pueden distinguirse dos tipos útiles de longitudes de onda de corte:

- a) la longitud de onda de corte  $\lambda_c$  de una fibra con revestimiento primario, de acuerdo con el RTM de la fibra correspondiente;
- b) la longitud de onda de corte  $\lambda_{cc}$  de una fibra cableada en condición de instalación, de acuerdo con el RTM del cable correspondiente.

La correlación de los valores medidos de  $\lambda_c$  y  $\lambda_{cc}$  depende del diseño específico de la fibra y del cable, así como de las condiciones de prueba. Aunque en general no puede establecerse fácilmente la relación cuantitativa  $\lambda_{cc} < \lambda_c$ , es de suma importancia garantizar la transmisión monomodo en el largo mínimo de cable entre empalmes a la longitud de onda de funcionamiento mínima del sistema. Esto puede conseguirse de dos formas:

- 1) recomendando que  $\lambda_c$  sea inferior a 1280 nm; cuando resulta adecuado un límite inferior,  $\lambda_c$  debe ser superior a 1100 nm;
- 2) recomendando que el valor máximo  $\lambda_{cc}$  sea 1260 nm o 1270 nm.

### NOTAS

1 Debe asegurarse un margen de longitud de onda suficiente entre la mínima longitud de onda de trabajo admisible del sistema  $\lambda_s$  y la máxima longitud de onda de corte admisible del cable  $\lambda_{cc}$ .

2 Para evitar los efectos del ruido modal y asegurar la transmisión monomodo en empalmes de fibras de cualquier longitud y bajo cualesquiera condiciones de instalación, deben seleccionarse fibras con una longitud de onda de corte suficientemente baja. Teniendo en cuenta las condiciones del caso más desfavorable, la máxima  $\lambda_c$  de las fibras a utilizar en los empalmes no deberá ser superior a 1240 nm cuando se mide en las condiciones del RTM pertinente de la Recomendación G.650.

No es necesario invocar ambas especificaciones. La opción preferida es la especificación de  $\lambda_{cc}$ , por ser una forma más directa de asegurar el funcionamiento del cable monomodo. La especificación de  $\lambda_{cc}$  resulta adecuada cuando las circunstancias no facilitan la especificación de  $\lambda_{cc}$  (por ejemplo, en cables monofibra tales como los de conexión interna o cables que se instalan de manera bastante diferente a la del RTM de  $\lambda_c$ ).

En el caso en que el usuario elija especificar  $\lambda_{cc}$  como en 2), se entiende que  $\lambda_c$  puede ser superior a 1280 nm.

En el caso en que el usuario elija especificar  $\lambda_c$  como en 1), no es necesario especificar  $\lambda_{cc}$ .

Si el usuario elige especificar  $\lambda_{cc}$  puede permitirse que  $\lambda_c$  sea superior a la mínima longitud de onda de trabajo del sistema, basándose en los efectos de la fabricación e instalación del cable para obtener valores de  $\lambda_{cc}$  por debajo de la mínima longitud de onda de trabajo del sistema para el largo de cable más pequeño entre dos uniones.

Si el usuario elige especificar  $\lambda_{cc}$  puede ser suficiente una prueba de aptitud para verificar que se cumpla el requisito de  $\lambda_{cc}$ .

## 1.6 Características de pérdida a 1550 nm

A fin de asegurar un funcionamiento con bajas pérdidas de las fibras instaladas optimizadas a 1310 nm en la región de longitudes de onda de 1550 nm, el incremento de la pérdida para 100 vueltas de fibra holgadamente enrollada con un radio de 37,5 mm y medida a 1550 nm será inferior a 1,0 dB.

### NOTAS

- 1 Una prueba de aptitud puede ser suficiente para comprobar que se cumple este requisito.
- 2 El valor indicado más arriba de 100 vueltas corresponde al número aproximado de vueltas aplicadas en todos los casos de empalmes de un tramo de repetición típico. El radio de 37,5 mm es equivalente al radio mínimo de curvatura generalmente aceptado en el montaje a largo plazo de fibras en las instalaciones de los sistemas reales, para evitar fallos por fatiga estática.
- 3 Se sugiere que si por razones de orden práctico se elige para la realización de esta prueba un número de vueltas menor que 100, nunca se empleen menos de 40 vueltas, y se utilice un incremento de la pérdida proporcionalmente menor.
- 4 Se sugiere que si se ha previsto efectuar flexiones con radios de curvatura menores de 37,5 mm (por ejemplo,  $R = 30$  mm) en los casos de empalme, o en cualquier otro lugar del sistema, el mismo valor de pérdida de 1,0 dB se aplique a 100 vueltas de fibra montadas con este radio menor.
- 5 La cláusula sobre la pérdida por flexión a 1550 nm se refiere al montaje de las fibras en las instalaciones reales de sistemas de fibras monomodo. La influencia de los radios de curvatura relacionados con el trenzado de fibras monomodo cableadas, sobre la característica de pérdida, se incluye en la especificación de pérdida de la fibra cableada.
- 6 Cuando se requieran pruebas de rutina para facilitar la medición de la sensibilidad a la flexión a una longitud de onda de 1550 nm, en lugar de 100 vueltas puede utilizarse un bucle de pequeño diámetro de una o varias vueltas. En este caso, el diámetro del bucle, el número de vueltas y la máxima pérdida admisible por flexión para la prueba con el bucle de una sola vuelta, o de varias vueltas, debe elegirse de modo que corresponda con la cláusula sobre la pérdida de 1,0 dB para la prueba con 100 vueltas dispuestas con un radio de 37,5 mm.

## 1.7 Propiedades de los materiales de la fibra

### 1.7.1 Materiales de la fibra

Deben indicarse las sustancias que intervienen en la composición de las fibras.

NOTA – Debe procederse con cuidado al empalmar por fusión fibras de diferentes sustancias. Resultados provisionales de pruebas realizadas indican que pueden obtenerse características adecuadas de pérdida en los empalmes y de resistencia mecánica adecuadas cuando se empalman fibras diferentes de alto contenido de sílice.

### 1.7.2 Materiales protectores

Deben indicarse las propiedades físicas y químicas del material utilizado para el recubrimiento primario de la fibra, y la mejor manera de retirarlo (si es necesario). En el caso de una fibra con una sola envoltura, se darán indicaciones similares.

### 1.7.3 Nivel de prueba mecánica de recepción

- La tensión de prueba  $\sigma_p$  será por lo menos de 0,35 GPa (lo que corresponde aproximadamente a una deformación de prueba de ~0,5%).

- El tiempo de aplicación de la tensión  $t_d$  será de 1 s. Puede elegirse, de manera alternativa, un tiempo de aplicación de la tensión más breve, en cuyo caso la tensión de prueba  $\sigma_a$  habrá de ser mayor, según la siguiente relación:

$$\sigma_a = \sigma_p \left[ \frac{t_d}{t_a} \right]^{\frac{1}{n_d}}$$

- El valor del parámetro  $n_d$  de fatiga dinámica se determina por un método de prueba de fatiga dinámica.
- En algunas aplicaciones, tales como las de los sistemas de redes locales o submarinos, puede que convengan valores de tensión de prueba (o de tracción de prueba) más elevados. Valores tales como 0,7 GPa o 1,4 GPa (o ~1% y ~2%) quedan en estudio.

## 1.8 Perfil del índice de refracción

Generalmente no es necesario conocer el perfil del índice de refracción de la fibra; si se desea medirlo, puede utilizarse el método de prueba de referencia de la Recomendación G.651.

## 1.9 Ejemplos de directrices de diseño de la fibra

En estudio.

## 1.10 Ejemplos de directrices de diseño de la fibra

El suplemento nº 33 del *Libro Azul* da un ejemplo de directrices de diseño para fibras con revestimientos adaptados utilizadas por dos organizaciones.

## 2 Especificaciones de los largos de fabricación

Como las características geométricas y ópticas de las fibras indicadas en la cláusula 1 son apenas afectadas por el proceso de cableado, esta cláusula formulará recomendaciones pertinentes sobre todo a las características de transmisión de los largos de fabricación cableados.

Las condiciones ambientales de prueba son de gran importancia, y se describen en las directrices sobre métodos de prueba.

### 2.1 Coeficiente de atenuación

Los cables de fibra óptica tratados en esta Recomendación tienen, generalmente, coeficientes de atenuación inferiores a 1,0 dB/km en la región de longitudes de onda de 1310 nm e inferiores a 0,5 dB en la de 1550 nm.

#### NOTAS

1 Los valores más bajos dependen del proceso de fabricación, de la composición y el diseño de la fibra, y del diseño del cable. Se han obtenido valores comprendidos entre 0,3 y 0,4 dB/km en la región de 1310 nm y entre 0,15 y 0,25 dB/km en la de 1550 nm.

2 El coeficiente de atenuación puede calcularse para una gama de longitudes de onda, sobre la base de mediciones realizadas en unas pocas (3 a 5) longitudes de onda del predictor. Este procedimiento se describe en el Apéndice I, y se da un ejemplo en el Apéndice II.

### 2.2 Coeficiente de dispersión cromática

El máximo coeficiente de dispersión cromática deberá especificarse por:

- la gama permitida de longitudes de onda de dispersión nula entre  $\lambda_{0min} = 1300$  nm y  $\lambda_{0max} = 1324$  nm;
- el valor máximo  $S_{0max} = 0,093$  ps/(nm<sup>2</sup> · km) de la pendiente con dispersión nula.

Los límites del coeficiente de dispersión cromática para cualquier longitud de onda  $\lambda$  dentro de la gama 1260-1360 nm deberá calcularse por:

$$D_1(\lambda) = \frac{S_{0max}}{4} \left[ \lambda - \frac{\lambda^4_{0min}}{\lambda^3} \right]$$

$$D_2(\lambda) = \frac{S_{0max}}{4} \left[ \lambda - \frac{\lambda^4_{0max}}{\lambda^3} \right]$$

NOTAS

- 1 Por ejemplo los valores de  $\lambda_{0min}$ ,  $\lambda_{0max}$  y  $S_{0max}$  arrojan magnitudes del coeficiente de dispersión  $|D_1|$  y  $|D_2|$  iguales o inferiores a los máximos coeficientes de dispersión cromática del siguiente cuadro:

Longitud de onda (nm)	Máximo coeficiente de dispersión cromática [ps/(nm · km)]
1288 – 1339	3,5
1271 – 1360	5,3
1550	20 (aprox.)

- 2 El uso de estas ecuaciones en la región de los 1550 nm debe considerarse con cautela.  
 3 Para sistemas de alta capacidad o de gran longitud, puede ser necesario especificar una gama más estrecha de  $\lambda_{0min}$ ,  $\lambda_{0max}$  o, de ser posible, elegir un valor menor para  $S_{0max}$ .  
 4 No es necesario medir la dispersión cromática de las fibras monomodo en forma sistemática.

### 3 Secciones elementales de cable

Una sección elemental de cable incluye normalmente varios largos de fabricación empalmados. Los requisitos aplicables a los largos de fabricación se indican en 2. Los parámetros de transmisión de las secciones elementales de cable deben tener en cuenta no sólo el comportamiento de los distintos largos de cable, sino también, entre otras cosas, factores tales como las pérdidas por empalmes y en los conectores (si se aplican).

Además, las características de transmisión de los largos de fabricación de fibras y de elementos tales como empalmes y conectores, tendrán una determinada distribución probabilística que hay que tener en cuenta con frecuencia si han de conseguirse los diseños más económicos. Las subcláusulas que siguen deben leerse teniendo presente la naturaleza estadística de los diversos parámetros.

#### 3.1 Atenuación

La atenuación  $A$  de una sección elemental de cable viene dada por:

$$A = \sum_{n=1}^m \alpha_n \cdot L_n + \alpha_s \cdot \chi + \alpha_c \cdot y$$

donde

- $\alpha_n$  es el coeficiente de atenuación de la  $n$ -ésima fibra de la sección elemental de cable,
- $L_n$  es la longitud de la  $n$ -ésima fibra,
- $m$  es el número total de fibras concatenadas de la sección elemental de cable,
- $\alpha_s$  es la pérdida media por empalme,

- $x$  es el número de empalmes de la sección elemental de cable,
- $\alpha_c$  es la pérdida media de los conectores de línea,
- $y$  es el número de conectores de línea de la sección elemental de cable (si se aplican).

Debe preverse un margen adecuado para futuras modificaciones de la configuración del cable (empalmes suplementarios, largos de cable suplementarios, efectos de envejecimiento, variaciones de temperatura, etc.).

La expresión anterior no incluye la pérdida de los conectores de equipo.

Como pérdida de los empalmes y conector se utiliza la pérdida media. El presupuesto de atenuación utilizado en el diseño de un sistema real debe tener en cuenta las variaciones estadísticas de esos parámetros.

### 3.2 Dispersión cromática

Se puede obtener la dispersión cromática expresada en ps a partir de los coeficientes de dispersión total de los largos de fabricación, suponiendo una dependencia lineal de la longitud y respetando los signos de los coeficientes y las características de la fuente del sistema (véase 2.2).

## Apéndice I

### Modelado de la atenuación espectral

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

El coeficiente de atenuación de una fibra a lo largo de un espectro de longitudes de onda puede calcularse mediante una matriz de caracterización  $M$  y un vector  $v$ . El vector contiene los coeficientes de atenuación medidos en un pequeño número (3 a 5) de longitudes de onda de predictor (por ejemplo, 1300 nm, 1330 nm, 1370 nm, 1380 nm y/o 1550 nm). La matriz  $M$  multiplica al vector  $v$  para generar un nuevo vector  $w$  que predice los coeficientes de atenuación a numerosas longitudes de onda (tales como en intervalos de 10 nm de longitud de onda, de 1240 nm a 1600 nm).

La matriz  $M$  viene dada por:

$$\begin{matrix}
 A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\
 A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\
 \cdot & & \dots & \cdot \\
 \cdot & & \dots & \cdot \\
 \cdot & & \dots & \cdot \\
 A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn}
 \end{matrix}$$

donde  $m$  es el número de longitudes de onda para las que se tienen que estimar los coeficientes de atenuación y  $n$  es el número de longitudes de onda de predictor. La matriz  $M$  se multiplica a continuación por un vector  $v$  (de  $n$  elementos) que contiene los coeficientes de atenuación medidos de la fibra específica; el resultado es un nuevo vector  $w$  (de  $m$  elementos) que da los valores estimados de los coeficientes de atenuación en la gama dada, es decir:

$$w = M \cdot v$$

Los valores numéricos de esta matriz genérica quedan en estudio. La desviación típica de la diferencia entre los coeficientes de atenuación reales y los previstos ha de ser mejor que 0,xx dB/km en la segunda ventana y mejor que 0,yy dB/km en la tercera ventana. Los valores de xx e yy quedan en estudio.

El suministrador de la fibra puede proporcionar, alternativamente, una matriz específica que describa su fibra particular de manera más exacta que la matriz genérica. Deben mencionarse la desviación típica de las diferencias entre valores reales y valores previstos. En el Apéndice II se presenta un ejemplo ilustrativo de una matriz específica.

Dada la dependencia de los espectros de atenuación con respecto al proceso de fabricación, una matriz genérica sólo permitirá una estimación aproximada de los coeficientes de atenuación. A veces puede obtenerse una mejor aproximación añadiendo otro vector  $e$  de «corrección» adecuado, que ha de ser facilitado por cada suministrador de fibra. Los coeficientes de atenuación estimados son, por consiguiente, los elementos del vector  $w$ :

$$w = M \cdot v + e$$

Si la estimación se obtiene utilizando la matriz  $M$  específica del suministrador o del tipo de fibra, no es necesario el vector  $e$  de corrección.

Los elementos de  $M$  y  $e$  se obtienen de manera estadística por lo que los elementos del vector  $w$  se tendrán que interpretar como estadísticos. Para indicar la exactitud de los coeficientes de atenuación previstos, los suministradores de fibras darán un vector que contenga la desviación típica de las diferencias entre los coeficientes de atenuación reales y previstos en ambas ventanas, junto con  $M$  y/o  $e$ .

#### NOTAS

1 Para facilitar la utilización de esta matriz, la fibra deberá medirse periódicamente a las longitudes de onda del predictor. El número de longitudes de onda del predictor debe ser de 3 a 5; muy preferentemente el número menor, si puede conseguirse un grado suficiente de exactitud. Las longitudes de onda específicas (por ejemplo, 1300 nm, 1330 nm, 1370 nm, 1380 nm y/o 1550 nm) quedan en estudio.

2 Este modelo considera solamente la atenuación de las fibras no cableadas. Para tener en cuenta los efectos del cableado y los efectos ambientales debe añadirse otro vector a  $w$ .

## Apéndice II

### Ejemplo de modelo de matriz

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

Lo que sigue es un ejemplo de matriz  $m \times n = 38 \times 3$ , que se da únicamente a título ilustrativo.

Si ha de estimarse la atenuación espectral en una gama de 1240 nm a 1600 nm (con paso de 10 nm) utilizando 1310 nm, 1380 nm y 1550 nm como longitudes de onda del predictor, a continuación se da un ejemplo de elementos de matriz que se han demostrado aplicables<sup>1)</sup> para algunas fibras conformes a la Recomendación G.652.

---

<sup>1)</sup> T.A. Hanson, "Spectral Attenuation Modelling with Matrix Models", Conference Digest NPL Optical Fibre Measurement Conference, York, Reino Unido, p 8-11 (1991).

Longitud de onda de salida (μm)	Longitudes de onda de predictivas		
	1,31 μm	1,38 μm	1,55 μm
1,23	1,46027	-0,04235	-0,20771
1,24	1,35288	-0,01493	-0,13289
1,25	1,31704	-0,00412	-0,14768
1,26	1,26613	-0,00997	-0,13715
1,27	1,20167	-0,00843	-0,10635
1,28	1,14970	-0,01281	-0,06363
1,29	1,11290	-0,01059	-0,06245
1,30	1,03600	-0,00711	0,00711
1,31	0,96276	0,00342	0,05412
1,32	0,90437	0,01435	0,08572
1,33	0,86168	0,02098	0,11776
1,34	0,83194	0,05500	0,05849
1,35	0,73415	0,08336	0,14196
1,36	0,83266	0,11032	-0,10694
1,37	0,69137	0,22596	-0,05961
1,38	0,01006	0,99798	-0,01126
1,39	-0,25502	0,94764	0,48887
1,40	0,00227	0,58463	0,51813
1,41	0,25780	0,33834	0,40811
1,42	0,29085	0,20419	0,49620
1,43	0,29329	0,13569	0,54995
1,44	0,33133	0,09266	0,51936
1,45	0,31608	0,06343	0,55905
1,46	0,24183	0,04483	0,68361
1,47	0,29207	0,03019	0,59222
1,48	0,19214	0,02196	0,75669
1,49	0,18650	0,01132	0,76122
1,50	0,21242	0,00541	0,70722
1,51	0,16884	0,00648	0,75347
1,52	0,11484	-0,00091	0,84972
1,53	0,09334	0,00419	0,85304
1,54	0,07231	-0,00021	0,88512
1,55	0,03111	-0,00115	0,94957
1,56	0,07054	-0,00321	0,87414
1,57	-0,03723	-0,01127	1,08140
1,58	-0,02543	0,00556	1,01041
1,59	-0,01370	0,00457	0,99389
1,60	-0,06916	-0,00107	1,11623



