

INDICE

1	OBJETO	3
2	CAMPO DE APLICACION	3
3	CABLE COMPUESTO TIERRA-OPTICO (OPGW).....	3
3.1	Diseño constructivo	3
3.2	Características mecánicas y eléctricas del cable	4
3.3	Composición.....	5
3.3.1	<i>Núcleo óptico.....</i>	5
3.3.2	<i>Capa exterior</i>	5
4	CARACTERISTICAS DE LA FIBRA OPTICA.....	6
4.1	Monomodo convencional	6
4.2	Monomodo con dispersión desplazada no nula	7
5	IDENTIFICACIÓN FIBRA ÓPTICA Y CÓDIGO DE COLORES	8
5.1	Códigos de colores para las fibras	8
5.2	Identificación fibra óptica en mazos envueltos por una cinta.....	9
5.3	Identificación fibra óptica por trazo discontinuo (anillo).....	9
6	GENERALIDADES DEL SUMINISTRO	12
6.1	Marcaje e identificación de las bobinas del cable.....	12
6.2	Características de las bobinas del cable.....	12
7	RECEPCIÓN.....	13
8	CONTROL DE CALIDAD.....	13
8.1	Plan de muestreo.....	13
8.2	Criterios de rechazo	14
8.3	Ensayos de recepción.....	14
8.3.1	<i>Fibra óptica. Inspección, ensayos y toma de muestras</i>	14
8.3.2	<i>Tubo de aluminio alojamiento del núcleo óptico</i>	15
8.3.3	<i>Capas exteriores.....</i>	16
8.3.4	<i>Sobre el cable completo</i>	16

REALIZADA POR:
**NORMALIZACION DEL DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO**

APROBADA POR:
DESARROLLO Y MANTENIMIENTO

Vº Bº



EDITADA EN: JUNIO 98
REVISADA EN: JUNIO 2012

ÁMBITO:
ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

8.4	Proceso de homologación.....	16
8.5	Ensayos de homologación o tipo.....	16
9	GARANTIA	19
10	NORMAS PARA CONSULTA.....	19

REALIZADA POR:
**NORMALIZACION DEL DESARROLLO Y
 MANTENIMIENTO**

APROBADA POR:
DESARROLLO Y MANTENIMIENTO

Vº Bº



EDITADA EN: JUNIO 98
 REVISADA EN: JUNIO 2012

ÁMBITO:
ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



1 OBJETO

Esta norma tiene por objeto definir las características ópticas, mecánicas y eléctricas que deben cumplir los cables compuestos tierra-ópticos (OPGW), así como los ensayos que deben satisfacer.

2 CAMPO DE APLICACION

Esta norma es aplicable al suministro y recepción de cables compuestos tierra-ópticos destinados a líneas eléctricas aéreas de alta tensión (>36 kV), en Endesa Distribución.

3 CABLE COMPUESTO TIERRA-OPTICO (OPGW)

3.1 Diseño constructivo

El cable compuesto tierra/óptico está formado por un núcleo óptico central consistente en un tubo estanco de aluminio o acero inoxidable,

En el interior del núcleo óptico central se alojarán las fibras ópticas, en dos variantes: de forma holgada agrupadas en mazos envueltos por una cinta y de forma holgada sin agrupación de fibras (sin cintas) pero con diferenciación por trazos discontinuos (anillos).

El espacio de alojamiento de las fibras se rellena de un componente antihumedad de densidad y viscosidad adecuada y compatible con las fibras ópticas.

Sobre el tubo central de aluminio o acero inoxidable se cablearán una o dos capas de alambres de acero recubierto de aluminio o alambres de aleación de aluminio. La capa exterior se cablea a derechas (Z).



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**NORMA DE CABLES
COMPUESTOS TIERRA-ÓPTICOS
(OPGW) PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS DE AT**

NNJ001
4ª Edición

Hoja 4 de 21

3.2 Características mecánicas y eléctricas del cable

CABLES OPGW Icc 11 kA / 0,3 s		
Número de fibras	36+12 , 48	96
Diámetro exterior del cable (mm)	≤ 11	≤ 14
Diámetro alambres capa/s exterior/es (mm)	> 2,3	
RTS Resistencia a la tracción asignada (daN)	> 4.000	
MAT Máxima tensión admisible (daN)	> 1.500	
Masa calculada (kg/km)	< 400	< 450
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	9.000 < m < 14.000	
Coefficiente de dilatación térmica (x10 ⁻⁶ °C ⁻¹)	14 < c < 17	
Radio de curvatura (mm)	< 750	
Resistencia a 20 °C en corriente continua (Ω/km)	< 0,65	
Temperatura admisible de operación (°C)	de -30 a +70	
Mínima corriente de cortocircuito para 0,3 s (kA)	11	
Temperatura de cortocircuito en aluminio (I ² .t)(°C)	de +40 a +210	

Tabla 1: Características cables OPGW Icc 11 kA

CABLES OPGW Icc 17 kA / 0,3 s		
Número de fibras	36+12 , 48	96
Diámetro exterior del cable (mm)	≤ 13,9	≤ 16,4
Diámetro alambres capa/s exterior/es (mm)	> 2,73	
RTS Resistencia a la tracción asignada (daN)	> 5.500	
MAT Máxima tensión admisible (daN)	> 2.000	
Masa calculada (kg/km)	< 600	
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	9.000 < m < 14.000	
Coefficiente de dilatación térmica (x10 ⁻⁶ °C ⁻¹)	14 < c < 18	
Radio de curvatura (mm)	< 800	
Resistencia a 20 °C en corriente continua (Ω/km)	< 0,45	
Temperatura admisible de operación (°C)	de -30 a +70	
Mínima corriente de cortocircuito para 0,3 s (kA)	17	
Temperatura de cortocircuito en aluminio (I ² .t)(°C)	de +40 a +210	

Tabla 2: Características cables OPGW Icc 17 kA



3.3 Composición

3.3.1 Núcleo óptico

El núcleo óptico contendrá 48 fibras G.652 (48FO), 96 fibras G.652 (96FO) ó 36 fibras G.652 junto a 12 fibras G.655 (36+12).

Los cables 36+12 se utilizarán solamente para dar continuidad a las instalaciones que utilicen esta configuración de fibras.

Las características de cada uno de los tipos de fibras se definen en el apartado 4.

Dependiendo de la tipología del cable se preverán los elementos de protección mecánica, térmica y anticorrosiva necesarios para asegurar la vida del cable frente al proceso de fabricación, a los agentes externos así como a las diferentes condiciones y contingencias de montaje y servicio.

No se instalarán fibras de diferente tipo por el mismo mazo.

3.3.2 Capa exterior

El sentido de arrollamiento de la última capa de alambres será a derechas (Z). el aspecto, composición y características de las capas de alambre cumplirán la norma UNE EN 61232 para alambres de acero recubiertos de aluminio y UNE-EN 50183 para los alambres de aleación de aluminio. Las propiedades de estos alambres después de cableados deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 50182.

En ambientes con nivel de contaminación superior a "IV" según la tabla 14 de la ITC-LAT-07 del R.D. 223-2008 se utilizarán alambres con diámetro ≥ 3 m.m. y se engrasará la capa exterior del cable con una grasa neutra con respecto al aluminio, químicamente pura, que deberá reunir las características descritas en la UNE-EN 50326 y será de aplicación en caliente , tipo B, según apartado 4.1 de dicha norma.

El punto de goteo , no será en ningún caso inferior a 100°C.

La utilización de grasas con otras características estará supeditada a un acuerdo previo entre fabricante y el Grupo Endesa.



4 CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA OPTICA

La fibra óptica deberá cumplir con las normas que se indican a continuación según el tipo de fibra. En el caso de que algún valor definido por Endesa entre en conflicto con la norma ITU-T de referencia prevalecerá el valor más exigente.

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media ≥ 25 años para una temperatura máxima continua en servicio de 90° C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

4.1 Monomodo convencional

Cumplirá por defecto con los atributos contemplados en la recomendación ITU-T G.652.D, los valores que esta norma particulariza serán de obligado cumplimiento.

Se trata de una fibra monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en torno a 1300 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).

- Diámetro campo modal ($\lambda=1310$ nm): $9,5 \pm 0,5 \mu\text{m}$
- Diámetro del revestimiento: $125 \pm 1 \mu\text{m}$.
- Diámetro del recubrimiento: $250 \pm 15 \mu\text{m}$.
- Error de concentricidad núcleo/revestimiento: $\leq 0,6 \mu\text{m}$
- No circularidad del revestimiento: $\leq 1,0 \%$
- No circularidad del recubrimiento: $\leq 6,0 \%$
- Coeficiente de atenuación del cable en bobina:
 - Para $\lambda = 1310$ nm $\leq 0,36$ dB/Km
 - Para $\lambda = 1550$ nm $\leq 0,22$ dB/Km
- Coeficiente de atenuación $1310 \leq \lambda \leq 1625$ nm: $\leq 0,4$ dB/Km
- Coeficiente de dispersión cromática del cable:
 - $1285 \leq \lambda \leq 1330$ nm $\leq 3,5$ ps/(nm.Km)
 - $1525 \leq \lambda \leq 1575$ nm ≤ 20 ps/(nm.Km)
- Se verificará la no-existencia de discontinuidad.
- Prueba de tracción 1seg. (Proof test): 1 %
- Longitud de onda de corte: ≤ 1280 nm

El significado de los términos empleados en la recomendación ITU-T G.652, y las directrices que han de seguirse en las mediciones para verificar las diversas características se indican en la recomendación ITU-T G.650.



4.2 Monomodo con dispersión desplazada no nula

Cumplirá por defecto con los atributos contemplados en la recomendación ITU-T G.655., los valores que esta norma particulariza serán de obligado cumplimiento.

Se trata de una fibra monomodo cuya dispersión cromática (valor absoluto) tiene que ser mayor que algún valor diferente de cero en toda la gama de longitudes de onda de la utilización prevista. La fibra esta optimizada para uso en una región prescrita entre 1500 nm y 1600 nm.

- Diámetro campo modal ($\lambda=1550$ nm): $(8,2\div 9,6)\pm 0,5 \mu\text{m}$
- Diámetro del revestimiento: $125 \pm 1 \mu\text{m}$
- Diámetro del recubrimiento: $250 \pm 15 \mu\text{m}$
- Error de concentricidad núcleo/revestimiento: $\leq 0,8 \mu\text{m}$
- No circularidad del revestimiento: $\leq 2,0 \%$
- No circularidad del recubrimiento: $\leq 6,0 \%$

- Coeficiente de atenuación del cable en bobina:
 - Para $\lambda = 1550$ nm,..... $\leq 0,25$ dB/Km
 - Para $\lambda = 1625$ nm..... $\leq 0,27$ dB/Km

- Coeficiente de atenuación $1530 \leq \lambda \leq 1565$ nm: $\leq 0,35$ dB/Km
- Coeficiente de dispersión cromática del cable:
 - $1530 \leq \lambda \leq 1565$ nm $2,0 \div 6$ ps/(nm.Km)
 - $1565 \leq \lambda \leq 1625$ nm $4,5 \div 11,2$ ps/(nm.Km)
- Prueba de tracción 1seg. (Proof test): 1 %
- Longitud de onda de corte: ≤ 1450 nm

El significado de los términos empleados en la recomendación UIT-T G.655, y las directrices que han de seguirse en las mediciones para verificar las diversas características se indican en la recomendación UIT-T G.650.



5 IDENTIFICACIÓN FIBRA ÓPTICA Y CÓDIGO DE COLORES

Las fibras ópticas se identificarán por su color o por su color más marcas de trazo discontinuas (anillos).

Cuando las fibras estén agrupadas por mazos, cada mazo estará compuesto por un grupo de 12 fibras según el código de colores de la tabla 3 y cada mazo se identificará por un color.

En el caso de que las fibras ópticas estén sueltas en el interior del tubo óptico estas se identificarán por color y por trazos discontinuos (anillos). Los anillos permitirán identificar grupos de 12 fibras y dentro del grupo las fibras se identificarán del mismo modo que para los mazos, según el código de colores de la tabla 3.

5.1 Códigos de colores para las fibras

Los colores básicos a utilizar se establecerán de acuerdo con la Norma ANSI/EIA/TIA-598-1995 y responderán al siguiente código en sus dos variantes:

- **Código de colores en agrupación de mazos:**

Azul, Naranja, Verde, Marrón, Gris, Blanco, Rojo, Negro o Natural, Amarillo, Violeta, Rosa y Turquesa, entendiendo como turquesa el azul claro y el azul como oscuro. Se aceptará el color negro o natural (no coloreada) cuando las fibras vengan agrupadas en mazos.

- **Código de colores en fibras sueltas:**

Cuando las fibras estén sueltas en el interior del tubo la fibra de color negro se sustituirá por fibra natural (no coloreada) con el fin de facilitar la identificación de estas y responderán al siguiente código:

Azul, Naranja, Verde, Marrón, Gris, Blanco, Rojo, Natural, Amarillo, Violeta, Rosa y Turquesa, entendiendo como turquesa el azul claro y el azul como oscuro.

Posición de la Fibra	Numero de fibras por mazo
	12
1	Azul
2	Naranja
3	Verde
4	Marrón
5	Gris
6	Blanco
7	Rojo
8	Negro o Natural
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa
12	Turquesa

Tabla 3: Numeración de las fibras por colores



5.2 Identificación fibra óptica en mazos envueltos por una cinta

Cada mazo de fibras irá envuelto por una cinta de color y contendrá un nº de 12 fibras según la tabla 4.

Número de fibras	Disposición de los mazos
36+12, 48	4 mazos de 12 fibras
96	8 mazos de 12 fibras

Tabla 4: Número de mazos según el número de fibras

La identificación de las fibras en el mazo se hará según la tabla 3. Los colores básicos a utilizar se establecerán de acuerdo con la Norma ANSI/EIA/TIA-598-1995 y responderán al siguiente código:

Número de cinta	Numero de cintas por cable	
	4	8
1	Azul	Azul
2	Naranja	Naranja
3	Verde	Verde
4	Marrón	Marrón
5	-	Gris
6	-	Blanco
7	-	Rojo
8	-	Negro

Tabla 5: Colores de las cintas según el número de cintas por cable

En la configuración 36+12 el grupo de 12 fibras tipo G655 se identificara con la cinta de color marrón.

5.3 Identificación fibra óptica por trazo discontinuo (anillo)

Cuando las fibras estén sueltas en el interior de un tubo óptico se identificaran por trazos discontinuos (anillos).

Los anillos se realizarán en color negro sobre todas las fibras de color. Los colores seleccionados para albergar agrupaciones de anillos negros serán de la intensidad adecuada para la inequívoca visualización de los mismos.

Los anillos de trazo discontinuo tendrán un grosor de 5 m.m. con una dispersión del +10% y estarán distanciados entre ellos 5 m.m. con una dispersión del +10% y como máximo se marcaran 4 anillos.



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**NORMA DE CABLES
COMPUESTOS TIERRA-ÓPTICOS
(OPGW) PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS DE AT**

NNJ001
4ª Edición

Hoja 10 de 21

Cada 12 fibras formaran un grupo y habrá un máximo de 8 grupos. Los grupos del 1 al 4 se marcaran con uno, dos, tres o cuatro anillos respectivamente y se repetirá el marcado cada 70 m.m. y los grupos del 5 al 8 se marcaran con uno, dos, tres o cuatro anillos respectivamente pero el marcado se repetirá cada 140 m.m. (ver tabla 7). Cada grupo de 12 fibras estará compuesto por los 12 colores definidos en el apartado 5.1.

Grupo	Número de fibras	Marcado fibra
1	1 - 12	1 anillo cada 70 m.m.
2	13 - 24	2 anillos cada 70 m.m.
3	25 - 36	3 anillos cada 70 m.m.
4	37 - 48	4 anillos cada 70 m.m.
5	49 - 60	1 anillo cada 140 m.m.
6	61 - 72	2 anillo cada 140 m.m.
7	73 - 84	3 anillo cada 140 m.m.
8	85 - 96	4 anillo cada 140 m.m.

Tabla 6: Marcado de las fibras según el número de fibras

En la configuración 36+12 el grupo de 12 fibras tipo G655 se corresponderá al grupo 4 de la Tabla 6 anterior, es decir, se identificara con 4 anillos negros cada 70 nm.



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y MANTENIMIENTO

NORMA DE CABLES COMPUESTOS TIERRA-ÓPTICOS (OPGW) PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS DE AT

NNJ001
4ª Edición

Hoja 11 de 21

Grupo	Color	Anillo/Dist.	Nº	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190			
1	Azul	1/70	1																						
	Naranja		2																						
	Verde		3																						
	Marron		4																						
	Gris		5																						
	Blanco		6																						
	Rojo		7																						
	Natural		8																						
	Amarillo		9																						
	Violeta		10																						
	Rosa		11																						
	Turquesa		12																						
2	Azul	2/70	13																						
	Naranja		14																						
	Verde		15																						
	Marron		16																						
	Gris		17																						
	Blanco		18																						
	Rojo		19																						
	Natural		20																						
	Amarillo		21																						
	Violeta		22																						
	Rosa		23																						
	Turquesa		24																						
3	Azul	3/70	25																						
	Naranja		26																						
	Verde		27																						
	Marron		28																						
	Gris		29																						
	Blanco		30																						
	Rojo		31																						
	Natural		32																						
	Amarillo		33																						
	Violeta		34																						
	Rosa		35																						
	Turquesa		36																						
4	Azul	4/70	37																						
	Naranja		38																						
	Verde		39																						
	Marron		40																						
	Gris		41																						
	Blanco		42																						
	Rojo		43																						
	Natural		44																						
	Amarillo		45																						
	Violeta		46																						
	Rosa		47																						
	Turquesa		48																						
5	Azul	5/140	49																						
	Naranja		50																						
	Verde		51																						
	Marron		52																						
	Gris		53																						
	Blanco		54																						
	Rojo		55																						
	Natural		56																						
	Amarillo		57																						
	Violeta		58																						
	Rosa		59																						
	Turquesa		60																						
6	Azul	6/140	61																						
	Naranja		62																						
	Verde		63																						
	Marron		64																						
	Gris		65																						
	Blanco		66																						
	Rojo		67																						
	Natural		68																						
	Amarillo		69																						
	Violeta		70																						
	Rosa		71																						
	Turquesa		72																						
7	Azul	7/140	73																						
	Naranja		74																						
	Verde		75																						
	Marron		76																						
	Gris		77																						
	Blanco		78																						
	Rojo		79																						
	Natural		80																						
	Amarillo		81																						
	Violeta		82																						
	Rosa		83																						
	Turquesa		84																						
8	Azul	8/140	85																						
	Naranja		86																						
	Verde		87																						
	Marron		88																						
	Gris		89																						
	Blanco		90																						
	Rojo		91																						
	Natural		92																						
	Amarillo		93																						
	Violeta		94																						
	Rosa		95																						
	Turquesa		96																						
* Anillo de color negro																									

Tabla 7: Distancias identificación anillos fibra



6 GENERALIDADES DEL SUMINISTRO

6.1 Marcaje e identificación de las bobinas del cable.

Cada bobina llevará una placa de identificación de intemperie en su exterior, con la inscripción Endesa Distribución y los siguientes datos:

- Nombre del Fabricante
- Tipo de cable
- Longitud del cable en metros
- Número de pedido
- Número de carrete
- Número de bobina
- Referencia a la presente norma
- Fecha de fabricación
- Sentido de desenrollado
- Peso bruto y neto de la bobina

6.2 Características de las bobinas del cable.

El suministro de los cables se realizará por tramos y embalados en bobinas de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 21045:1974 para cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.

Las tolerancias de las longitudes de los tramos se encontrarán entre los valores +0,1% y +0,5% del total de la longitud del tramo, y no debe haber fibra con empalmes en la longitud entregada.

El cable será embalado adecuadamente para evitar daños en el manejo y transporte ordinario. Se protegerán las bobinas con duelas u otra protección similar.

Las bobinas deberán ser capaces de aguantar el peso del cable a transportar sin que sufran deformaciones de las mismas que dañen al cable ubicado en su interior. Además, deberán estar diseñadas para asegurar el suministro del cable a obra mediante transporte por camión o movimientos de izamiento mediante grúas o carretillas elevadoras. En particular, el tambor de la bobina deberá ser adecuado para soportar el peso del cable y para respetar el radio mínimo de curvatura del cable OPGW

Las bobinas se cargarán y descargarán mediante una grúa adecuada para el peso de las mismas.

Se verificará que los dos extremos del cable son accesibles y que están asegurados firmemente con abrazaderas, de modo que no se produzcan desenrollados accidentales. Ambos extremos estarán protegidos eficazmente contra la entrada de agua y cuerpos extraños.

El almacenamiento prolongado, más de 1 mes, de las bobinas se realizará a cubierto de las inclemencias del tiempo, en particular de la humedad.



7 RECEPCIÓN

Una vez acabado el proceso de fabricación, determinado en la orden de fabricación, Endesa Distribución por medio de FAX o correo electrónico recibirá una lista detallada de número de serie de las bobinas, tipo, peso bruto, tara, peso neto y metros. Sobre esta lista el inspector ya podrá efectuar el muestreo, dando así un carácter totalmente aleatorio a la selección.

La recepción se procurará efectuar unos 15 días antes de la entrega del pedido. El Suministrador y Endesa Distribución se pondrán previamente de acuerdo y establecerán con anterioridad las fechas de recepción.

El día de la recepción todo el material solicitado en la orden de fabricación deberá estar terminado y con las medidas de atenuación realizadas y registradas de todas las fibras que componen el lote presentado a inspección. Una vez realizada y aprobada la recepción de los materiales se dará conformidad para el envío de éste a su destino correspondiente.

El inspector podrá visitar los lugares en que se encuentre depositado el lote a recepcionar, con el fin de realizar el necesario muestreo y colocar las marcas y/o sellos que estime conveniente.

Se entregará al inspector un protocolo de los ensayos realizados, con todos los valores obtenidos sobre las muestras seleccionadas y certificados acreditativos de las pruebas tipo que se soliciten.

8 CONTROL DE CALIDAD

Todos los ensayos se efectuarán en los laboratorios del suministrador, a menos que por acuerdo con Endesa Distribución se haya especificado otro procedimiento.

Se contemplan dos tipos de ensayos:

- Ensayos de recepción: Se realizarán en su totalidad o en parte, según se acuerde entre Endesa distribución y el suministrador en cada una de las entregas del material.
- Ensayos de tipo o de homologación: Se realizarán en su totalidad o en parte, según se acuerde entre el suministrador y Endesa Distribución, sobre los cables de nuevo diseño. En el caso de cables ya sometidos a estos ensayos, el suministrador aportará certificado sobre el resultado de los mismos. Los ensayos de tipo pueden comprender aparte de los indicados como tales en el protocolo, los indicados como de aceptación, ya que ambos conjuntos son complementarios.

8.1 Plan de muestreo

El muestreo y la aceptación o rechazo de un lote de bobinas se regirá por la norma UNE 21044:1974.



8.2 Criterios de rechazo

Se establece como criterio general que todo fallo en el ensayo de una prueba entrañará 2 contra ensayos que deberán resultar satisfactorios y atendiendo a lo dispuesto en la norma UNE 21044:1974.

Los criterios de rechazo del resto de materiales se determinan en cada apartado.

8.3 Ensayos de recepción

8.3.1 Fibra óptica. Inspección, ensayos y toma de muestras

En cada apartado concreto se fija el número de muestras a analizar.

Se efectuarán los siguientes ensayos según la recomendación G.652 y/o G.655 de la UIT-T para fibras monomodo y aplicando el protocolo de pruebas indicado en las normas EN 60793-1-40 a EN 60793-1-54.

a) Medidas dimensionales

Se realizará un ensayo sobre el 10% de fibras ópticas que componen cada bobina muestreada. Un fallo en un ensayo implicará dos contraensayos con dos fibras diferentes que deberán resultar satisfactorios.

b) Pruebas de atenuación en los dos sentidos

Se realizarán estas pruebas en el 100 % de las bobinas para lotes iguales o inferiores a 15 Km., en el 75 % para lotes superiores a 15 Km. e inferiores a 50 Km. y en el 50 % para lotes superiores a 50 Km., eligiendo por muestreo, en los dos últimos casos, las bobinas a medir de la totalidad del lote.

Comprobación mediante reflectometría para cada una de las fibras ópticas de las siguientes medidas:

- o Medida del coeficiente de atenuación máximo a $\lambda = 1310$ nm. y a $\lambda = 1550$ nm.

El coeficiente de atenuación a $\lambda = 1383 \pm 3$ nm (pico de agua) después del envejecimiento con H₂ deberá ser menor de 0,4 dB/Km. y para $\lambda = 1550$ nm. deberá ser menor de 0,3 dB/Km.

- o Medida de la variación atenuación con la longitud de onda.

El coeficiente de atenuación para las fibras ópticas del apartado 4.1. no excederá en más de 0,05 dB/Km para:

- Longitudes de onda entre $\lambda = 1285$ nm y $\lambda = 1330$ nm tomando como valor central de referencia $\lambda = 1310$ nm.



- Longitudes de onda entre 1525 nm y 1575 nm tomando como valor central de referencia $\lambda = 1550$ nm.

El coeficiente de atenuación para las fibras ópticas del apartado 4.2 no excederá en más de 0,1 dB/Km a las longitudes de onda entre $\lambda = 1530$ nm y $\lambda = 1565$ nm. tomando como valor central de referencia $\lambda = 1550$ nm.

- o Medida de la uniformidad de la atenuación (rizado).

La atenuación en cada una de las fibras ópticas deberá estar uniformemente distribuida a lo largo de su longitud de modo, que no existan discontinuidades superiores a $\pm 0,05$ dB a $\lambda = 1310$ nm. y de $\pm 0,1$ dB a $\lambda = 1550$ nm.

Un fallo en una fibra óptica implicará el rechazo de la bobina a la que pertenece. Para el rechazo de un lote se aplicará la norma UNE 21044:1974 (tabla III columna rechazado).

c) Longitud de onda de corte

Se definirá para un largo de fibra de 2 m, con un solo bucle de radio 140 mm. Un fallo en el ensayo implicará 2 contra ensayos con 2 fibras diferentes que deberán resultar satisfactorias.

Se presentará el certificado de origen del suministrador de las fibras, conforme la fibra es del tipo definido.

d) Dispersión cromática

Se presentará el certificado de origen del suministrador de las fibras. Se podrá solicitar una medida de contraste. Un fallo en el ensayo implicará 2 contra ensayos con 2 fibras diferentes que deberán resultar satisfactorias. El criterio de rechazo y aceptación será el mismo que el empleado en el ensayo de atenuación, apartado b).

e) Código de colores de las fibras.

Se comprobará que el cable cumple lo indicado en el apartado 5.

8.3.2 Tubo de aluminio alojamiento del núcleo óptico

En su caso los ensayos a realizar para la medida de Espesor y Estanqueidad serán según norma UNE 21044. Ap. 6.2. (General).

- o Espesor: Se realizará la medida sobre una muestra a temperatura ambiente midiendo con un micrómetro dos diámetros externos y los dos internos correspondientes a 90º uno del otro. El espesor vendrá dado por la diferencia de diámetros y su valor medio debe ajustarse al nominal con una tolerancia de +5%.
- o Estanqueidad: Se introducirá en agua una muestra de, al menos, 5 metros con uno de sus extremos sellados y se aplicara en el otro extremo una presión de aire constante de 2 atmósferas. Se realizara una observación inicial y otro al cabo de una hora, no debiéndose observar burbujas en el agua.



8.3.3 Capas exteriores

Se observarán las normas UNE-EN 61232 y UNE-EN 50183. El tamaño de la muestra será asimismo el indicado en la norma UNE 21044:1974.

Los ensayos a realizar serán:

- Comprobación de medidas
- Ensayo de tracción
- Ensayo de carga al 1% de alargamiento
- Ensayo de torsión
- Ensayos de espesor de aluminio
- Ensayos eléctricos de resistividad

8.3.4 Sobre el cable completo

Los ensayos se realizarán según la norma UNE-EN 60794-4:2006 y específicamente se comprobara:

- Aspecto exterior
- Diámetro
- Peso
- Paso de hélice
- Prueba de carga de rotura del cable
- Prueba de carga/alargamiento del cable y fibras ópticas:
La variación de atenuación en 3ª ventana será inferior a 0,05 dB/km .
- Prueba de ciclos térmicos (previo acuerdo Endesa Distribución-Fabricante).

8.4 Proceso de homologación

Antes del inicio de los ensayos, el fabricante certificara que los cables a homologar cumplen las especificaciones técnicas de la presente norma.

Previamente a la homologación de productos debe homologarse el proceso de fabricación. Una vez homologado el proceso de fabricación por ENDESA se acordará con el fabricante una relación de pruebas y el calendario de realización de las mismas. ENDESA podrá también realizar estos ensayos siempre que lo estime conveniente y de acuerdo a los siguientes puntos.

8.5 Ensayos de homologación o tipo

Tanto los ensayos como el método requerido para su ejecución se realizarán según la Norma UNE-EN 60794-4 y serán los siguientes:



- Resistencia a la tracción: según el método E1B del punto 5 de la norma EN 60794-1-2:2003.
Se realizara con una muestra de cable de una longitud mínima de 40 mts.
El cable estará sujeto en sus extremos a una tensión inicial del 8% de su carga de rotura nominal. Se incrementará el tiro hasta el 95% de la carga de rotura (según valores en tablas 1 y 2) y se volverá al valor inicial del 8% de su carga de rotura. Durante el tiro se medirá el alargamiento del cable, las variaciones de atenuación y el alargamiento de las fibras ópticas (se mediarán como mínimo 10 de ellas).
Igualmente se obtendrá el valor del módulo de elasticidad del cable.
Durante la prueba no deben observarse variaciones de longitud de las fibras ópticas (0,05% no se considera variación de longitud) ni incremento de la atenuación superior a 0,05 dB/Km a 1.550 nm para cargas inferiores a la máxima tensión admisible del cable (en la rampa de subida).
En toda la prueba no deben producirse roturas de venas en las coronas de alambres.
- Prueba de deformación por fatiga: según el método indicado en el apartado 9.3 de la norma UNE-EN 60794-4:2006. Esta prueba se puede realizar de manera conjunta con el ensayo de Resistencia a tracción.
- Ensayo de plegado repetitivo: según el método E6 del punto 10 de la norma EN 60794-1-2:2003.
Se realizarán 25 ciclos con una masa igual o superior al 10 % de la carga de rotura del cable ensayado. El radio de giro no será superior a 300 mm.
Al final de la prueba no debe observarse ningún daño substancial en el cable ni aumento significativo de la atenuación en las fibras.
- Prueba de impacto: según el método E4 del punto 8 de la norma EN 60794-1-2:2003. Se dejará caer una masa de 1 Kg. desde una altura de 1 m. sobre tres puntos del cable separados al menos 50 cm. En cada uno de estos puntos se repetirá el procedimiento tres veces. El radio de la pieza de contacto con el cable debe ser de 100 mm.
No debe apreciarse un aumento de la atenuación superior a 0,05 dB/Km a 1.550 nm. ni apreciarse daños o roturas en ninguno de los elementos del cable.
- Prueba de aplastamiento: según el método E3 del punto 7 de la norma EN 60794-1-2:2003
La presión aplicada será de 10 kN sobre 100 mm. y se mantendrá durante, al menos, 10 minutos.
Al final de la prueba, y manteniendo la carga, no debe apreciarse un aumento de la atenuación superior a 0,05 dB/Km a 1.550 nm.
Igualmente no deben apreciarse daños o roturas en ninguno de los elementos del cable.
- Ensayo de torsión: según el método E7 del punto 11 de la norma EN 60794-1-2:2003.
Se realizará con una muestra de cable de una longitud de 10 m. que estará sujeto en sus extremos a una tensión entre el 10% y el 15 % de su carga de



rotura nominal, no debiendo observarse daños substanciales en el cable ni aumento significativo de la atenuación en las fibras.

- Prueba de ciclos térmicos: Según el método F1 del punto 23 de la norma EN 60794-1-2:2003.

La muestra de cable ensayado tendrá una longitud superior a 1.000 m. Partiendo de una temperatura ambiente de 20° C, se someterá la muestra a dos ciclos de temperatura con la forma indicada en la norma, con temperatura inferior -30° C y temperatura superior +70° C. Cada una de estas temperaturas se mantendrán durante 12 horas y el paso de una a otra se realizará en 4 h. No debe apreciarse una variación de la atenuación superior a 0,05 dB/Km a 1.550 nm.

Esta atenuación se monitorizará en, al menos, 8 fibras.

- Ensayo de cortocircuito: según el método H1 del punto 37 de la norma EN 60794-1-2:2003

El ensayo se realizará con una muestra de cable cuya temperatura inicial será de 40°C.

La temperatura sobre la superficie del tubo de aluminio se monitorizará al menos en tres puntos distintos y equidistantes.

La duración de cada falta será de 0.3 s y la intensidad de la misma será la siguiente:

- Para cables OPGW 11 kA: 11 kA
- Para cables OPGW 17 kA: 17 kA

El impulso se repetirá 2 veces con un intervalo máximo de 30 minutos no debiendo sobrepasar el incremento de atenuación más de 0,15 dB/km La temperatura final no será superior a 210°C.

- Ensayo de resistencia al rayo: según el método H2 del punto 38 de la norma EN 60794-1-2:2003 con requerimiento de Clase 0.
- Ensayo de vibraciones: según el método E19 del punto 21 de la norma EN 60794-1-2:2003
- Prueba de fluencia: según el método indicado en la norma UNE-EN 61395:1999
- Estanqueidad: según el método F5b del punto 25 de la norma EN 60794-1-2:2003.
- Goteo de los materiales de relleno: según el método E15 del punto 18 de la norma EN 60794-1-2:2003.
- Prueba de corrosión:
El ensayo de corrosión se realizará tan solo en cables que utilicen componentes de acero inoxidable de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 9227:2007.

Los parámetros del ensayo serán los siguientes:



Solución al 5% de NaCl con pH comprendido entre 6,5 y 7,2.

Flujo de la solución : $1,5 \text{ cm}^3 / \text{h} / 80 \text{ cm}^2$

Temperatura del ensayo será de $35 \pm 2^\circ$.

La duración del ensayo será de 2.000 horas.

El criterio de aceptación será por inspección visual de los tubos de acero inoxidable, no debiéndose observar ninguna zona deteriorada o con muestra de principios de corrosión.

Endesa se reserva el derecho, previo acuerdo con el fabricante, de realizar los ensayos adicionales que crea oportunos para la aceptación del cable.

9 GARANTIA

El suministrador se comprometerá a una garantía sobre los cables por un periodo mínimo de 10 años, a establecer inmediatamente desde la recepción, obligándose a reponer el tramo del mismo así como los materiales y trabajos asociados, que en dicho periodo pudieran resultar defectuosos.

El suministrador garantizará la existencia de repuestos durante un mínimo de 10 años después del suministro.

10 NORMAS PARA CONSULTA

ANSI/EIA/TIA-598-1995 Optical Fiber Cable Color Coding.

UIT-T G.650.1 (07/2010) Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable.

UIT-T G.650.2 (07/2007) Definitions and test methods for statistical and non-linear related attributes of single-mode fibre and cable.

UIT-T G.650.3 (03/2008) Test methods for installed single-mode optical fibre cable links.

UIT-T G.650.3 (02/2011) Amendment 1.

UIT-T G.652 (11/2009) Characteristics of a single-mode optical fibre and cable

UIT-T G.655(11/2009) Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable

UNE-EN ISO 9227:2007 Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina (ISO 9227:2006)



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**NORMA DE CABLES
COMPUESTOS TIERRA-ÓPTICOS
(OPGW) PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS DE AT**

NNJ001
4ª Edición

Hoja 20 de 21

UNE 21044-74	Planos de muestreo y criterios de aceptación y rechazo en la recepción de cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.
UNE 21045-74	Bobinas de madera destinadas a cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 50182:2002	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50182:2002	CORR 2005
UNE-EN 50183-00	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio-silicio.
UNE-EN 50326:2003	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Características de los productos de protección (grasas).
EN 60793-1-40:2003	Optical fibres -- Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation
EN 60793-1-41:2010	Optical fibres -- Part 1-41: Measurement methods and test procedures – Bandwidth
EN 60793-1-42:2007	Optical fibres - Part 1-42: Measurement methods and test procedures - Chromatic dispersion
EN 60793-1-43:2002	Optical fibres -- Part 1-43: Measurement methods and test procedures - Numerical aperture
EN 60793-1-44:2011	Optical fibres - Part 1-44: Measurement methods and test procedures - Cut-off wavelength
EN 60793-1-45:2003	Optical fibres -- Part 1-45: Measurement methods and test procedures - Mode field diameter
EN 60793-1-46:2002	Optical fibres -- Part 1-46: Measurement methods and test procedures - Monitoring of changes in optical transmittance
EN 60793-1-47:2009	Optical fibres -- Part 1-47: Measurement methods and test procedures - Macrobending loss
EN 60793-1-48:2007	Optical fibres -- Part 1-48: Measurement methods and test procedures - Polarization mode dispersion (IEC 60793-1-48:2007).
EN 60793-1-49:2006	Optical fibres -- Part 1-49: Measurement methods and test procedures - Differential mode delay (IEC 60793-1-49:2006)



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**NORMA DE CABLES
COMPUESTOS TIERRA-ÓPTICOS
(OPGW) PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS DE AT**

NNJ001
4ª Edición

Hoja 21 de 21

EN 60793-1-50:2002	Optical Fibres -- Part 1-50: Measurement methods and test procedures - Damp heat (steady state)
EN 60793-1-51:2002	Optical fibres -- Part 1-51: Measurement methods and test procedures - Dry heat
EN 60793-1-52:2002	Optical fibres -- Part 1-52: Measurement methods and test procedures - Change of temperature
EN 60793-1-53:2002	Optical fibres -- Part 1-53: Measurement methods and test procedures - Water immersion
EN 60793-1-54:2003	Optical fibres -- Part 1-54: Measurement methods and test procedures - Gamma irradiation
UNE-EN 60794-1-1:2011	Cables de fibra óptica. Parte 1-1: Especificación genérica. Generalidades
EN 60794-1-2:2003	Optical fibre cables -- Part 1-2: Generic specification - Basic optical cable test procedures
UNE-EN 60794-4:2006	Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia. (IEC 60794-4:2003)
UNE-EN 61232-96	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
RD 223-2008	Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
GE LNE001	Conductores desnudos para líneas aéreas de alta tensión de tensión nominal superior a 30 kV.