

AUTOMAÇÃO, PROTEÇÃO, COMANDO, CONTROLO E COMUNICAÇÕES

Cabos dielétricos de fibra ótica para instalação em rede aérea (ADSS)

Características e ensaios

Elaboração: DTI; DAT

Homologação: conforme despacho do CA de 2013-05-13

Edição: 1ª

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO.....	4
1	OBJETO.....	4
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	4
3	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	4
3.1	Normas EN.....	5
3.2	Normas IEC.....	5
3.3	Normas NP.....	5
3.4	Normas ITU-T.....	5
4	TERMOS, DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS.....	6
4.1	Definições.....	6
4.2	Abreviaturas.....	7
5	CONDIÇÕES NORMAIS DE SERVIÇO.....	7
5.1	Condições de exploração.....	7
5.2	Condições de instalação.....	7
6	FIBRAS ÓTICAS.....	7
6.1	Generalidades.....	7
6.2	Requisitos das fibras óticas classe B1.3.....	8
6.2.1	Requisitos dimensionais.....	8
6.2.2	Requisitos mecânicos.....	8
6.2.3	Requisitos de transmissão.....	8
6.3	Características óticas do cabo.....	9
6.3.1	Atenuação.....	9
6.3.2	Comprimento da onda de corte das fibras no cabo.....	9
6.3.3	Dispersão do modo de polarização (PMD).....	9
6.4	Identificação das fibras.....	10
7	CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO DOS CABOS ADSS.....	10
7.1	Generalidades.....	10
7.2	Descrição da constituição do cabo.....	10
7.3	Número e tipo de fibras.....	11
7.4	Unidade ótica.....	11
7.4.1	Tubos óticos.....	11
7.4.2	Material de enchimento.....	11
7.5	Bainha.....	11
7.6	Diâmetro exterior do cabo.....	12
7.7	Gamas de temperatura admitidas.....	12



7.8	Raio mínimo de curvatura durante a instalação	12
7.9	Raio mínimo de curvatura após instalação	12
7.10	Compatibilidade dos acessórios.....	12
7.11	Outras características.....	13
8	ENSAIOS DE TIPO	13
8.1	Comprimento da onda de corte das fibras do cabo.....	13
8.2	Dispersão do modo de polarização (PMD).....	13
8.3	Resistência à força de tração	13
8.4	Compatibilidade à instalação	13
8.4.1	Passagem sobre roldanas.....	13
8.4.2	Curvatura repetida.....	14
8.4.3	Resistência ao impacto	14
8.4.4	Resistência ao esmagamento.....	14
8.4.5	Dobragem do cabo.....	14
8.4.6	Torção (do cabo)	14
8.5	Ciclos de temperatura.....	14
8.6	Vibrações eólicas.....	14
8.7	Compatibilidade dos acessórios.....	14
8.8	Penetração de água.....	14
8.9	Material de enchimento.....	14
8.9.1	Verificação do ponto de gota.....	14
8.9.2	Verificação da quantidade de óleo separado	14
8.10	Protecção balística	15
8.11	Atenuação	15
8.11.1	Coefficiente de atenuação	15
8.11.2	Descontinuidade de atenuação	15
8.12	Diâmetro exterior.....	15
8.13	Carga de rotura	15
8.14	Abrasão das marcações.....	15
8.15	Força necessária para desnudar a fibra	15
8.16	Dobragem (dos tubos).....	15
8.17	Densidade das bainhas.....	15
9	MARCAÇÃO.....	16
10	GARANTIA DA QUALIDADE	16
11	ENSAIOS DE RECEÇÃO.....	16
	ANEXO A - CÓDIGO DE CORES PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FIBRAS ÓTICAS.....	17
	ANEXO B - QUADRO PARA VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE TÉCNICA	18

0 INTRODUÇÃO

Atendendo à necessidade de harmonização de características entre os diferentes tipos de cabos de fibra ótica adquiridos pela EDP (ADSS, dielétrico de conduta, OPGW), o presente DMA surge na sequência da atualização ou elaboração de especificações técnicas para todos os cabos de fibra ótica anteriormente referidos.

Pretende-se normalizar 6 cabos ADSS, consoante o vão máximo (400, 600 ou 800 metros) e número de fibras desejado.

1 OBJETO

O presente documento destina-se a estabelecer as características e ensaios a que devem obedecer os cabos dielétricos autossuportados, abreviadamente designados pela sigla ADSS, normalizados na EDP Distribuição.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento aplica-se a cabos dielétricos, indicados no quadro 1:

Quadro 1
Cabos ADSS normalizados

Designação EDP	Tração máxima	Peso unitário máximo	Diâmetro do cabo	Tubos com fibras	Fibras Óticas [IEC 60793-2-50]		
	kN	kg/km	mm	Número	Classe	Por tubo	Total
CABO ADSS 24FO 11KN VÃO 400M	11	200	16 ± 7% [14,8 – 17,1]	4	B1.3	6	24
CABO ADSS 24FO 14KN VÃO 600M	14	215	16,5 ± 7% [15,3 – 17,7]	4	B1.3	6	24
CABO ADSS 24FO 17KN VÃO 800M	17	225	16,7 ± 7% [15,5 – 17,9]	4	B1.3	6	24
CABO ADSS 48FO 11KN VÃO 400M	11	230	16 ± 7% [14,8 – 17,1]	4	B1.3	12	48
CABO ADSS 48FO 14KN VÃO 600M	14	240	16,5 ± 7% [15,3 – 17,7]	4	B1.3	12	48
CABO ADSS 48FO 17KN VÃO 800M	17	250	16,7 ± 7% [15,5 – 17,9]	4	B1.3	12	48

Nota: a designação EDP para os cabos ADSS normalizados possui a seguinte estrutura: tipo de cabo, número de fibras óticas, tração suportada.
Exemplo: CABO ADSS 24FO 14kN VAO 600M.
Cabo ADSS com 24 fibras óticas. Adequado para uma carga de tração até 14kN.

3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições de outros documentos, referenciados nos locais apropriados do seu texto, os quais se encontram a seguir listados, com indicação das respetivas datas de edição. Quaisquer alterações das referidas edições só serão aplicáveis, no âmbito do presente documento, se forem objeto de inclusão específica, por modificação ou aditamento ao mesmo.

3.1 Normas EN

Norma	Edição	Título
EN 50341-1	2001	Overhead electrical lines exceeding AC 45 kV - Part 1: General requirements - Common specifications
EN 50341-3-17	2001	Overhead electrical lines exceeding AC 45 kV - Part 3-17: Set of National Normative Aspects - National Normative Aspects (NNA) for Portugal

3.2 Normas IEC

Norma	Edição	Título
IEC 60304	1982	Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires
IEC 60793-2-50	2004	Optical fibres - Part 2-50: Product specification - Sectional specification for class B single-mode fibres
IEC 60794-1-1	2001	Optical fibre cables - Part 1-1: Generic specification - General
IEC 60794-1-2	2003	Optical fibre cables - Part 1-2: Generic specification - Basic optical cable test procedures
IEC 60794-4	2003	Optical fibre cables - Part 4: Sectional specification - Aerial optical cables along electrical power lines
IEC 60811-4-2	2004	Insulating and sheathing materials of electric and optical cables - Common test methods - Part 4-2: Methods specific to polyethylene and polypropylene compound-s Tensile strength and elongation at break after conditioning at elevated temperature - Wrapping test after conditioning at elevated temperature - Wrapping test after thermal ageing in air - Measurement of mass increase - Long-term stability test - Test method for copper-catalyzed oxidative degradation
IEC 60811-1-3	2001	Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables - Part 1-3: General application -Methods for determining the density - Water absorption tests - Shrinkage test
IEC 60793-1-40	2001	Optical fibres - Part 1-40: Measurement methods and test procedures - Attenuation
IEC 60793-1-44	2011	Optical fibres - Part 1-44: Measurement methods and test procedures - Cut-off wavelength
IEC 60793-2	2011	Optical fibres - Part 2: Product specifications - General
IEC TR 62263	2005	Live working - Guidelines for the installation and maintenance of optical fibre cables on overhead power lines
IEC 60811-5-1	2004	Insulating and sheathing materials of electric and optical cables - Common test methods - Part 5-1: Methods specific to filling compounds - Drop-point - Separation of oil - Lower temperature brittleness - Total acid number - Absence of corrosive components - Permittivity at 23 °C - DC resistivity at 23 °C and 100 °C

3.3 Normas NP

Norma	Edição	Título
NP 922	2011	Sistema de designação de cabos de telecomunicações e dados

3.4 Normas ITU-T

Norma	Edição	Título
ITU-T G.652	2005	Characteristics of a single-mode optical fibre and cable

4 TERMOS, DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis os termos e definições indicados nas normas supracitadas, transcrevendo-se apenas os considerados relevantes para a compreensão do presente documento.

4.1 Definições

4.1.1

Tensão máxima admissível (MAT)

Carga de tração máxima que é admissível aplicar ao cabo sem derrogar os requisitos de resistência à tração (desempenho ótico, alongamento da fibra).

4.1.2

Carga de rotura estipulada (RTS)

Soma do produto da secção nominal, da resistência mínima à tração e do factor de cableagem para cada material que sofre uma tração na construção do cabo.

4.1.3

Tensão Máxima de Instalação (MIT)

Carga de tração máxima recomendada durante a instalação

4.1.4

ADSS

Cabo dielétrico autossuportado, capaz de suportar a instalação aérea e providenciar serviço de longo prazo, sem necessidade de qualquer tensor externo adicional.

4.1.5

Ensaio de tipo

Ensaio realizado sobre um tipo de cabo, abrangido pela norma IEC 60794-4, antes do seu fornecimento, segundo uma base comercial, a fim de demonstrar que as suas características correspondem às aplicações previstas. Estes ensaios devem ser realizados sobre um comprimento de cabo que satisfaça os requisitos dos ensaios de série aplicáveis. Estes ensaios, após terem sido realizados, não necessitam de ser repetidos a menos que sejam introduzidas alterações significativas nos materiais constituintes, na conceção do cabo ou no tipo de processo de fabricação, susceptíveis de alterarem as suas características de funcionamento (secção 9.1.1 da norma IEC 60794-4).

4.1.6

Ensaio por amostra

Ensaio realizado sobre amostras completas do cabo ou componentes retirados de um cabo completo adequado para verificar que o produto acabado satisfaz os requisitos de conceção. O campo de aplicação e a frequência destes ensaios sobre as amostras, se requeridos, devem ser acordados entre o cliente e o fornecedor (secção 9.1.2 da norma IEC 60794-4).

4.1.7

Ensaio de série

Ensaio realizado sobre a totalidade de comprimento do cabo fabricado a fim de assegurar a sua conformidade (secção 9.1.3 da norma IEC 60794-4).

4.1.8

Tração máxima admissível no estado EDS

Carga máxima de trabalho recomendada a aplicar ao cabo de forma permanente após instalação (considerando 15 °C, sem vento, sem gelo).

4.2 Abreviaturas

ADSS	All-Dielectric Self-Supported
DMA	Documento normativo da EDP Distribuição (Materiais e Aparelhos - Características e ensaios)
FRP	Fibre-Reinforced Plastic
HDPE	High-Density Polyethylene
IEC	Norma internacional emitida pela IEC (Comissão Electrotécnica Internacional)
ITU-T	Recomendação internacional emitida pela ITU para o setor das telecomunicações (União Internacional de Telecomunicações)
MAT	Tensão máxima admitida
MDPE	Medium-Density Polyethylene
PMD	Polarisation Mode Dispersion
RTS	Carga de rotura estipulada;

5 CONDIÇÕES NORMAIS DE SERVIÇO

5.1 Condições de exploração

Todas as características mecânicas e óticas do cabo deverão permanecer inalteradas nas seguintes gamas de temperatura:

- transporte: -20 °C; +65 °C;
- instalação: -5 °C; +50 °C;
- operação: -10 °C; +60 °C.

5.2 Condições de instalação

Os cabos ADSS são instalados em linhas eléctricas aéreas de AT e de MT com recurso ao método convencional de tensão mecânica, de acordo com o disposto na norma IEC TR 62263.

6 FIBRAS ÓTICAS

6.1 Generalidades

As fibras óticas devem ser do tipo monomodo da classe B1.3 (ou ITU-T G_652.D) sem dispersão deslocada, destinadas à transmissão de sinais a longas distâncias, utilizando gamas de potência de banda de 1310 nm em fracções de banda acima dos 1360 nm e abaixo dos 1530 nm, de acordo com o disposto no anexo C da norma IEC 60793-2-50.

As fibras óticas devem possuir um núcleo, envolvido por uma bainha e um revestimento exterior de protecção colorido (ver figura 1) com as cores de referência definidas na norma IEC 60304.

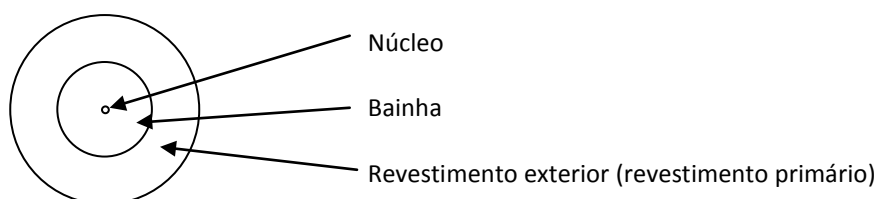


Figura 1 – Secção transversal da fibra ótica

6.2 Requisitos das fibras óticas classe B1.3

6.2.1 Requisitos dimensionais

As fibras B1.3 devem possuir as características dimensionais indicadas no quadro 2, de acordo com o disposto na tabela C.1 da norma IEC 60793-2-50.

Quadro 2
Requisitos dimensionais das fibras óticas B1.3

Atributo	Unidade	Limites	Secção IEC 60793-2-50
Diâmetro da bainha	µm	125 ± 1	3.1
Não circularidade da bainha	%	≤ 2,0	3.1
Erro de concentricidade do núcleo	µm	≤ 0,8	3.1
Diâmetro do revestimento primário – não colorido	µm	245 ± 10	3.1
Diâmetro do revestimento primário – colorido	µm	250 ± 15	3.1
Erro de concentricidade do revestimento primário colorido	µm	≤ 12,5	3.1
Comprimento da fibra	km	(*)	3.1

(*) De acordo com o disposto na secção 3.1 da norma IEC 60793-2-50.

6.2.2 Requisitos mecânicos

As fibras B1.3 devem possuir as características mecânicas indicadas no quadro 3, de acordo com o disposto na tabela C.2 da norma IEC 60793-2-50.

Quadro 3
Requisitos mecânicos das fibras óticas B1.3

Atributo	Unidade	Limites	Secção IEC 60793-2-50
Nível de resistência do ensaio	GPa	≥ 0,69	3.2
Força de desnudar (média)	N	1,0 ≤ Fave.strip ≤ 5,0	3.2
Força de desnudar (pico)	N	1,0 ≤ Fpeak.strip ≤ 8,9	3.2
Raio de enrolamento da fibra	m	≥ 2	3.2

6.2.3 Requisitos de transmissão

As fibras B1.3 devem possuir as características de transmissão indicadas no quadro 4, de acordo com o disposto na tabela C.3 da norma IEC 60793-2-50.

Quadro 4
Requisitos de transmissão das fibras óticas B1.3

Atributo	Unidade	Limites	Secção IEC 60793-2-50
Coeficiente de atenuação entre 1310 nm e 1625 nm	dB/km	≤ 0,40	-
Coeficiente de atenuação a 1383 nm ± 3 nm	dB/km	≤ 0,40	-
Coeficiente de atenuação a 1550 nm	dB/km	≤ 0,30	-
Comprimento de onda de dispersão nula, λ_0	Nm	$1300 \leq \lambda_0 \leq 1324$	-
Inclinação da dispersão nula	ps/nm ² .km	≤ 0,093	-
Gama de MFD nominal a 1310 nm	μm	8,6 – 9,5	-
Tolerância MFD	μm	± 0,7	-
Comprimento de onda de corte do cabo	nm	≤ 1260	-
Perdas de curvatura a 1625 nm, 100 voltas sobre um mandril rotativo com 60 mm de diâmetro	dB	≤ 0,50	-
Dispersão cromática a 1550nm	ps/nm × km	18	-
Coeficiente de dispersão do modo de polarização (PMD)	M	NA	(*)
	Q	20 cabos	
	Máximo PMDQ	0,01 %	
		0,20 ps/√km	

(*) De acordo com a secção 6.2 da recomendação G.652, o valor máximo do PMDQ numa fibra não cableada é especificada para suportar os requisitos primários no cabo PMDQ.

6.3 Características óticas do cabo

Os cabos ADSS, depois de cableados, devem possuir as características de transmissão indicadas no quadro seguinte:

Quadro 5
Características de transmissão das fibras óticas após cableamento

Características óticas do cabo	Unidade	Valor
Coeficiente de atenuação máximo a 1310 nm	dB/km	0,40
Coeficiente de atenuação máximo a 1550 nm	dB/km	0,30
Coeficiente de atenuação máximo a 1625 nm	dB/km	0,40
Descontinuidade de atenuação	dB/km	0,10
Comprimento de corte de onda da fibra cableada	nm	≤ 1260
Dispersão do modo de polarização (PMD)	ps/√km	0,20 ¹

A verificação da conformidade técnica das características óticas dos cabos ADSS deve ser efectuada através da realização dos ensaios de tipo indicados a seguir.

6.3.1 Atenuação

O cabo deve ser sujeito ao ensaio de tipo disposto na secção 8.11 da presente especificação.

6.3.2 Comprimento da onda de corte das fibras no cabo

O cabo deve ser sujeito ao ensaio de tipo disposto na secção 8.1 da presente especificação.

6.3.3 Dispersão do modo de polarização (PMD)

O cabo deve ser sujeito ao ensaio de tipo disposto na secção 8.2 da presente especificação.

1) De acordo com a norma ITU G.652.D.

6.4 Identificação das fibras

As fibras devem ser facilmente identificáveis pela coloração do seu revestimento primário.

As fibras óticas serão coloridas segundo o código especificado na CEI 60304. A coloração e a marcação das fibras deverão ser identificadas sem ambiguidades. A identificação das fibras deverá ser possível numa secção de 30 cm, devendo também os tubos de proteção (“loose”) serem identificados.

A coloração deverá ser a indicada no anexo A do presente documento.

7 CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO DOS CABOS ADSS

7.1 Generalidades

Os cabos ADSS devem ser concebidos e construídos de modo a satisfazerem as características e ensaios especificados no presente documento e a cumprirem, no aplicável, com o disposto nas normas IEC 60794-1-1, IEC 60794-4, e IEC 60794-1-2.

7.2 Descrição da constituição do cabo

Os cabos devem ter uma constituição tal, que garantam a proteção das fibras durante e após a instalação e ser adequada ao tipo de serviço de modo a assegurar uma transmissão sem perdas de propriedades, enquanto durar a vida do sistema. Além disso, devem ainda permitir uma fácil identificação das fibras.

Os cabos descritos nesta especificação são completamente dielétricos, com duas bainhas, de secção circular, contendo vários tubos óticos, cableados em torno de um elemento central dielétrico. As fibras óticas devem ser alojadas dentro dos tubos óticos do cabo.

O cabo ADSS coberto por esta especificação é constituído ainda por:

- bainha exterior de material resistente aos raios UV e ao efeito de “tracking”, com as características descritas na secção 7.5 da presente especificação;
- elemento de reforço composto por fios de aramida, integrados no cabo, e um elemento central de FRP;
- proteção antibalística, composta por fitas/fios de aramida;
- bainha interior com as características descritas no ponto 7.5 da presente especificação;
- materiais bloqueadores da passagem de água. Fita/cordão hidroexpansivo para bloqueio da passagem de água para o núcleo ótico e tubos óticos preenchidos por geleia;
- fibra ótica, inserida nos tubos óticos de forma tal que, mesmo sob condições limite de tensão mecânica do cabo (MAT), a tensão nas fibras se mantenha dentro dos limites indicados pelo fabricante;
- fio de rasgar, aplicado nas duas bainhas do cabo, com força de rotura compatível com o cabo.

No quadro seguinte é presente um resumo da constituição dos cabos ADSS cobertos pelo presente DMA.

Quadro 6
Quadro resumo das características construtivas dos cabos ADSS

Secção	Cilíndrica
Material da bainha exterior	Polietileno de alta densidade
Material da bainha interior	Polietileno de média/alta densidade
Elemento de reforço	Fios de aramida
Elemento de protecção antibalística	Fita/fios de aramida
Elemento tensor do cabo	FRP
Estanqueidade do cabo	Fita ou cordão hidroexpansivo
Tipo de protecção da fibra	“Loose” tube
Elementos cegos	Cilíndricos e não ociosos
Protecção do núcleo ótico	Geleia anti-humidade

O fabricante deve, para cada cabo proposto, apresentar as características indicadas no anexo B deste DMA.

7.3 Número e tipo de fibras

Os cabos ADSS devem possuir 24 ou 48 fibras ópticas, com as características especificadas na secção 6 do presente documento.

7.4 Unidade ótica

As características dos tubos óticos e do material de enchimento dos tubos são as a seguir indicadas.

7.4.1 Tubos óticos

O tubo de proteção deverá ser feito em PBT.

O proponente deverá indicar a disposição do(s) tubo(s) que constitui(em) as proteções secundárias das fibras.

O alongamento do tubo devido ao alongamento do cabo estará na proporção deste último.

O tubo deverá conter uma massa de bloqueio de humidade que evite a migração longitudinal da água.

A migração longitudinal das fibras e/ou do tubo ótico terá de ser prevenido.

Os tubos devem ter raio de curvatura mínimo admissível, sem deformação permanente, de pelo menos 60 mm.

7.4.2 Material de enchimento

Os tubos óticos de proteção devem ser continuamente preenchidos por geleia bloqueadora de água (para evitar a penetração e propagação de água no interior do tubo). A geleia de enchimento deve ser facilmente removível, estável com a temperatura e não afectar a coloração do revestimento primário das fibras. O fabricante deverá indicar que solvente poderá ser utilizado para remover o material de enchimento e que não afete as propriedades das fibras óticas.

A geleia deve ter ainda as seguintes características:

- deve ser compatível com os restantes elementos do cabo com que está em contacto.
- inodora, sem carácter tóxico ou corrosivo e com um "ponto de gota" correspondente a uma temperatura superior a 60°C. O material de enchimento deve ser sujeito ao ensaio disposto, adiante, na secção 8.9.1, para verificação do ponto de gota.
- deve garantir a impermeabilidade do tubo de proteção das fibras dentro da gama de variação de temperatura do cabo.
- não deve produzir a libertação de hidrogénio no interior do tubo e não deve ser agressivo a qualquer dos componentes do cabo.
- deve ser sujeita ao ensaio de verificação da quantidade de óleo separado, de acordo com o disposto na secção 8.9.2 do presente documento.

O fabricante deverá indicar como é que as terminações do tubo de protecção terão de ser preparadas no interior das caixas de junção para evitar a fuga do material.

7.5 Bainha

A bainha exterior deve ser constituída por polietileno de alta densidade (HDPE), aplicada por extrusão de forma aderente e ter espessura mínima de 1,4 mm.

A bainha deve ser isenta de furos, emendas, porosidades, fendas e outros defeitos, tendo tonalidade e brilho uniformes.

Da composição das bainhas deve constar 2% a 3% de negro de fumo uniformemente distribuído.

A densidade do polietileno da bainha exterior, quando medida conforme o método descrito na cláusula 8 da norma IEC 60811-1-3 deve ser superior a 0.940 g/cm^3 .

A bainha interior deve ser constituída por polietileno de média (MDPE) ou alta densidade (HDPE), aplicada por extrusão de forma aderente sobre a blindagem estanque de fita/cordão hidroexpansivo e ter espessura mínima de 0,8 mm.

A densidade do polietileno da bainha interior, quando medida conforme o método descrito na cláusula 8 da norma IEC 60811-1-3 deve ser superior a 0.925 g/cm^3 .

7.6 Diâmetro exterior do cabo

O diâmetro exterior dos cabos ADSS deve estar de acordo com o disposto no quadro 1 do presente documento. O cálculo do diâmetro exterior do cabo ADSS deve ser apresentado pelo fabricante e estar de acordo com a secção 8.12 do presente documento.

7.7 Gamas de temperatura admitidas

As gamas de temperaturas admitidas para o armazenamento, instalação e funcionamento do cabo ADSS devem estar compreendidas entre $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+65 \text{ }^\circ\text{C}$.

A verificação da conformidade deste requisito técnico deve ser efectuada através da realização do ensaio indicado na secção 8.5 do presente documento.

7.8 Raio mínimo de curvatura durante a instalação

O raio mínimo de curvatura a que os cabos ADSS podem ser submetidos durante a instalação deve ser pelo menos igual a 20 vezes o seu diâmetro exterior.

A verificação da conformidade deste requisito técnico deve ser efectuada através da realização do ensaio indicado na secção 8.4.1 do presente documento.

7.9 Raio mínimo de curvatura após instalação

O raio mínimo de curvatura a que os cabos ADSS podem ficar permanentemente submetidos após instalação deve ser pelo menos igual a 15 vezes o seu diâmetro exterior.

A verificação da conformidade deste requisito técnico deve ser efectuada através da realização do ensaio indicado na secção 8.4.1 do presente documento.

7.10 Compatibilidade dos acessórios

O fabricante deve indicar a lista de acessórios compatíveis com os cabos que propõe.

A verificação da conformidade deste requisito técnico deve ser feita através da realização do ensaio indicado na secção 8.7 do presente documento.

7.11 Outras características

De acordo com a secção 8 da norma IEC 60794-4, o fabricante deve indicar, para cada cabo proposto, as seguintes características construtivas:

Quadro 7
Outras características construtivas a indicar por cabo ADSS

Descrição	Unidade	Ensaio
Secção reta calculada para determinar RTS	mm ²	-
Massa calculada	Kg/km	-
Carga de rotura estipulada (RTS)	kN	-
Módulo de elasticidade	N/mm ²	-
Coefficiente de dilatação térmica	k ⁻¹	-
Tensão máxima de instalação (MIT)	kN	
Tracção máxima admissível no estado EDS (*)	kN	
Tensão máxima admissível (MAT)	kN	-
Margem de alongamento	%	-

(*) Não constante da norma 60794-4

Os cálculos necessários para se determinar os valores constantes do quadro 7 acima devem ser indicados pelo fabricante.

8 ENSAIOS DE TIPO

8.1 Comprimento da onda de corte das fibras do cabo

O ensaio deve ser realizado de acordo com os requisitos especificados na secção 6 do presente documento e com a metodologia de ensaio definida na norma IEC 60793-1-44.

8.2 Dispersão do modo de polarização (PMD)

Ensaio a realizar de acordo com o disposto na secção 4.5 norma IEC 60794-4.

8.3 Resistência à força de tração

O ensaio de resistência à força de tração deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 9.2 da norma IEC 60794-4.

8.4 Compatibilidade à instalação

Ensaio para comprovar a compatibilidade do cabo ADSS com as condições normais de serviço e de instalação.

8.4.1 Passagem sobre roldanas

Para a realização do ensaio devem ser considerados os seguintes requisitos, de acordo com o método E18B da norma IEC 60794-1-2:

- procedimento a utilizar: procedimento 1;
- tração de ensaio: MAT ou outra que venha a ser acordada entre fornecedor e EDP;
- velocidade de movimento: 22 m/minuto.

8.4.2 Curvatura repetida

O ensaio de dobragem repetida deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 9.4.2 da norma IEC 60794-4.

8.4.3 Resistência ao impacto

O ensaio de resistência impacto deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 9.4.3 da norma IEC 60794-4.

8.4.4 Resistência ao esmagamento

O ensaio de resistência ao esmagamento deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 9.4.4 da norma IEC 60794-4.

8.4.5 Dobragem do cabo

O ensaio de resistência à dobragem deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 9.4.5 da norma IEC 60794-4.

8.4.6 Torção (do cabo)

O ensaio de resistência à torção deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 9.4.6 da norma IEC 60794-4.

8.5 Ciclos de temperatura

Os cabos ADSS devem ser submetidos ao ensaio de ciclos de temperatura de acordo com os requisitos especificados na secção 7.7 do presente documento e com a metodologia de ensaio definida na secção 9.5 da norma IEC 60794-4.

8.6 Vibrações eólicas

Os cabos ADSS devem ser submetidos ao ensaio de vibrações eólicas de acordo com o definido na secção 9.10 da norma IEC 60794-4.

8.7 Compatibilidade dos acessórios

O ensaio de verificação da compatibilidade de acessórios do cabo deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 9.12 da norma IEC 60794-4.

8.8 Penetração de água

O ensaio de penetração de água no cabo deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 9.13 da norma IEC 60794-4.

8.9 Material de enchimento

8.9.1 Verificação do ponto de gota

O ensaio deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 4 da norma IEC 60811-5-1.

8.9.2 Verificação da quantidade de óleo separado

O ensaio deve ser realizado com o disposto na secção 5 da norma IEC 60811-5-1.

Em alternativa, o ensaio pode ser realizado de acordo com o disposto na secção 9.14 da norma IEC 60974-4.

8.10 Protecção balística

Para o ensaio de verificação da protecção balística do cabo ADSS devem ser considerados os seguintes requisitos, de acordo com a norma IEC 60794-1-2:

Método: E13A.

Tipo de arma: caçadeira.

Cartucho: calibre 12 (18,2 a 18,6 mm).

Chumbo: esférico de calibre 7 (diâmetro 2,5 mm).

Distância: de 20 m.

Critério de aceitação: manutenção da continuidade ótica de todas as fibras, após o teste.

Nota: poderá ser também considerado o método E13B, desde que se demonstre equivalência com os requisitos propostos para o método E13A.

8.11 Atenuação

8.11.1 Coeficiente de atenuação

O ensaio de coeficiente de atenuação deve ser realizado de acordo com os requisitos especificados na secção 6 do presente documento e com a metodologia de ensaio definida na norma IEC 60793-1-40.

8.11.2 Descontinuidade de atenuação

O ensaio de descontinuidade de atenuação deve ser realizado de acordo com os requisitos especificados na secção 6 do presente documento e com a metodologia de ensaio definida na norma IEC 60793-1-40.

8.12 Diâmetro exterior

O diâmetro exterior do cabo deverá ser medido de acordo com o disposto na norma IEC 60811-1-1.

8.13 Carga de rotura

O ensaio de tracção ao cabo até se atingir a carga de rotura deverá ser realizado de acordo com o disposto na norma IEC 61284, devendo o fabricante indicar:

- carga de rotura atingida;
- acessórios utilizados na realização do ensaio;
- situações relevantes ocorridas durante o ensaio.

8.14 Abrasão das marcações

O ensaio de abrasão às marcações deverá ser realizado de acordo com o especificado na norma IEC 60794-1-2, método E2B.

8.15 Força necessária para desnudar a fibra

As fibras do cabo ADSS deverão ser testadas de acordo com o método E5 da norma IEC 60794-1-2.

8.16 Dobragem (dos tubos)

O ensaio de torção aos tubos deve ser realizado de acordo com o método G7 da norma IEC 60794-1-2.

8.17 Densidade das bainhas

Deverá ser realizado o ensaio de densidade da bainha interior e exterior, de acordo com o definido na secção 7.5 do presente documento.

9 MARCAÇÃO

Os cabos devem apresentar na bainha exterior as seguintes indicações:

- identificação do fabricante;
- designação do cabo;
- EDP Telecomunicações;
- ano de fabrico.

As marcações devem repetir-se, aproximadamente em intervalos de 1 metro, devendo a altura dos caracteres não ser inferior a 3 mm.

Deverá ainda existir uma marcação métrica.

Estas marcações devem ser indeléveis e resistentes às intempéries.

***Nota:** poderá ser aceite, em alternativa, uma fita identificadora, colocada por baixo da bainha exterior, desde que a mesma seja aplicada em toda a extensão do cabo. A presença desta fita não invalida a marcação na bainha do cabo, mas serve como alternativa ao ensaio de abrasão das marcações.*

10 GARANTIA DA QUALIDADE

A conformidade com as características especificadas deve ser comprovada através da realização dos ensaios indicados na norma IEC 60794.

É da responsabilidade do fabricante estabelecer procedimentos de controlo da qualidade que garantam a adequação do produto final ao especificado.

11 ENSAIOS DE RECEÇÃO

Deverão ser realizados os seguintes ensaios de receção:

- atenuação das fibras (com padrão “backscatter”) a 1310 nm, 1550 nm e 1625 nm;
- PMD;
- inspeção visual, dos quais:
 - peso unitário
 - diâmetro do cabo
 - número de fibras óticas
 - número de tubos com fibras
 - número de fibras por tubo
 - identificação das fibras e dos tubos
 - proteção balística
 - elemento de reforço
 - presença de materiais bloqueantes da água (fita/cordão hidroexpansivo e geleia)
 - fios de rasgar
 - elemento tensor central
 - medida do excesso de fibra no cabo
 - diâmetro dos tubos óticos
 - espessura das bainhas
- marcação;
- densidade das bainhas.

ANEXO A

CÓDIGO DE CORES PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FIBRAS ÓTICAS

(Normativo)

As cores de referência indicadas nos quadros A1, e A2 para identificação das fibras óticas nos cabos ADSS devem estar de acordo com a norma IEC 60304.

Quadro A1
ADSS com 24 fibras

Tubos com fibra	Cor do tubo
1	Vermelho
2	Branco/natural
3	Branco/natural
4	Verde

Número da fibra no tubo	Cor da fibra
1	Branco
2	Vermelho
3	Verde
4	Azul
5	Preto
6	Amarelo

Quadro A2
ADSS com 48 fibras

Tubos com fibras	Cor do tubo
1	Vermelho
2	Branco/natural
3	Branco/natural
4	Verde

Número da fibra no tubo	Cor da fibra
1	Branco
2	Vermelho
3	Verde
4	Azul
5	Preto
6	Amarelo
7	Laranja
8	Cinzento
9	Castanho
10	Violeta
11	Rosa
12	Turquesa

ANEXO B
QUADRO PARA VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE TÉCNICA
 (Normativo)

Este anexo deve ser preenchido pelo fabricante para todos os equipamentos propostos.

As não conformidades com a especificação devem ser claramente assinaladas neste documento.

Fornecedor:
Fabricante:
Referência fabricante:
Referência EDP:

DMA	Características	Un	Requisito		Avaliação	Observações
			DMA	Fab.		
2	Peso unitário máximo	Kg/km	§2			
2	Diâmetro do cabo	mm	§2			
2	Número de fibras óticas	Un	12/24/48			
2	Número de tubos com fibras	Un	2/4			
2	Número de fibras por tubo	Un	6/12			
2	Categoria de fibra ótica	-	B1.3 / G_652.D			
5	Condições de instalação	-	Linhas aéreas AT e MT			
5.1	Temperaturas admissíveis - Transporte/Armazenamento - Instalação - Operação	°C				
			-20 °C / +65 °C			
			-5 °C / +50 °C			
			-10 °C / +60 °C			
6.4	Identificação das fibras e tubos	-	Anexo A			
7.2	Descrição detalhada do cabo	-	§7.2			
7.2	Elemento de reforço	-	Fios de aramida			
7.2	Proteção balística	-	Fios de aramida			
7.2	Materiais bloqueantes de água	-	Fita/cordão hidroexpansivo e geleia			
7.2	Fio de rasgar	-	§7.2			

- Continua -

- Continuação anexo B -

DMA	Características	Un	Requisito		Avaliação	Observações
			DMA	Fab.		
7.2	Elemento tensor do cabo		FRP			
7.2	Excesso de fibra no cabo	%	§7.2			
7.5	Espessura bainha interior	mm	>0,8			
7.5	Densidade bainha interior	g/cm ³	>0,925			
7.5	Espessura bainha exterior	mm	>1,4			
7.5	Densidade bainha exterior	g/cm ³	>0,940			
-	Raio mínimo de curvatura		-			
7.8	- Durante instalação		20*d			
7.9	- Após instalação		12*d			
7.11	Tensão máxima admissível (MAT)	kN	-			
7.11	Tensão máxima admissível no estado EDS	kN	-			
7.11	Tensão máxima de instalação (MIT)	kN	-			
7.11	Carga de rotura estipulada	-	§9			
7.11	Módulo de elasticidade	-	§9			
9	Marcação	-	§9			

- Continua -



- Continuação anexo B -

DMA	Ensaio de tipo	Laboratório ¹⁾	Referência ²⁾	Avaliação ³⁾	Observações ⁴⁾
8.1	Comprimento de onda de corte das fibras do cabo				
8.2	PMD				
8.3	Resistência à força de tração				
8.4	Compatibilidade à instalação				
8.4.1	Passagem sobre roldanas				
8.4.2	Curvatura repetida				
8.4.3	Resistência ao impacto				
8.4.4	Resistência ao esmagamento				
8.4.5	Dobragem do cabo				
8.4.6	Torção (do cabo)				
8.5	Ciclos de temperatura				
8.6	Vibrações eólicas				
8.7	Compatibilidade dos acessórios				
8.8	Penetração de água				
8.9	Material de enchimento				
8.9.1	Verificação do ponto de gota				
8.9.2	Verificação da quantidade de óleo separado				
8.10	Proteção balística				
8.11	Atenuação				
8.11.1	Coeficiente de atenuação				
8.11.2	Descontinuidade de atenuação				
8.12	Diâmetro exterior				
8.13	Carga de rotura				
8.14	Abrasão das marcações				
8.15	Força necessária para desnudar a fibra				
8.16	Torção (dos tubos)				
8.17	Densidade das bainhas				

1) Valor especificado pela EDP. No caso em que não é especificado um valor, é indicada a secção da especificação onde está descrita a característica analisada.

2) Valor declarado pelo fabricante. O fabricante ou fornecedor deve indicar o valor estipulado do produto que propõe. Caso a característica analisada não possua um valor estipulado descrever a característica no campo observações.

3) Campo de avaliação da conformidade da característica do produto proposto com a especificação. Preencher com as siglas C- CONFORME ou NC – NÃO CONFORME.

4) Campo de observações a utilizar pelo fabricante ou fornecedor para prestação de quaisquer esclarecimentos adicionais.

DATA:	
RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO:	NOME:
	CONTACTO:
	E-MAIL:
	ASSINATURA: