

CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Cabos isolados de alta tensão

Características e ensaios

Elaboração: DIT

Homologação: conforme despacho do CA de 2014-10-24

Edição: 5, anula e substitui a edição de MAR 2008

Revisão: 2 Aprovação conforme despacho do diretor da DIT de 2020-05-21

Acesso: **Livre**

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO	4
1	OBJECTO	4
2	CAMPO DE APLICAÇÃO	4
3	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
4	TERMOS E DEFINIÇÕES	5
4.1	Ensaio de tipo.....	5
4.2	Ensaio de série por amostra	5
4.3	Ensaio de série individuais (ou ensaios de rotina).....	5
4.4	Ensaio de receção.....	5
5	DESIGNAÇÃO	6
6	CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	6
7	CONSTITUIÇÃO	6
8	CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO	7
8.1	Condutor	7
8.2	Ecrã sobre o condutor.....	7
8.3	Isolação	7
8.4	Ecrã sobre a isolação.....	8
8.5	Blindagem.....	9
8.6	Barreira de estanquidade longitudinal	10
8.7	Barreira de estanquidade transversal.....	10
8.8	Bainha exterior	10
8.9	Camada equipotencial	11
9	DIÂMETRO DOS CABOS	11
10	INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS	11
10.1	Intensidades de corrente máximas admissíveis em regime permanente	12
10.2	Intensidades de corrente máximas admissíveis em regime de curto circuito	13
11	PROCESSO DE FABRICO	14
12	REQUISITOS AMBIENTAIS.....	14
13	ENSAIOS	14
13.1	Generalidades.....	14
13.2	Condições de ensaio	14
13.3	Ensaio de série individuais.....	15
13.4	Ensaio de série por amostra	15
13.5	Ensaio de tipo.....	16
14	MARCAÇÃO	17
15	CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS	18
16	GUIA DE USO	19
17	APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS.....	19
	ANEXO A	20
	TEMPERATURAS MÁXIMAS NO CONDUTOR.....	20
	INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS EM REGIME PERMANENTE	21
	ANEXO C	22
	ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO DA BOBINA	22

ANEXO D	23
DESENHOS FIGURATIVOS A CONSTAR NO GUIA DE USO	23
ANEXO E.....	24
INFORMAÇÃO RELATIVA AOS CABOS	24
ANEXO F.....	27
QUADRO DE CONFORMIDADES	27
ANEXO G	29
QUADROS DE ENSAIOS	29

0 INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde à segunda revisão da edição 5 do documento DMA-C33-281/N (maio de 2017).

As alterações mais relevantes desta revisão são:

- alteração da cor da bainha exterior dos cabos, para cinzento, com o propósito de facilitar a preparação dos cabos para o ensaio de tensão contínua da bainha exterior;
- incorporação dos requisitos ambientais;
- eliminação do ensaio de determinação do conteúdo da isolação em vacúolos, contaminantes e translúcidos;
- clarificação da frequência do ensaio de penetração de água;
- eliminação do ensaio de verificação do conteúdo em negro de fumo da bainha exterior;
- adição do ensaio de resistência aos raios UV.

1 OBJECTO

O presente documento destina-se a fixar as características dos cabos isolados com dielétrico sólido extrudido, de tensão estipulada 36/60 (72,5) kV, a usar nas redes de distribuição AT, e dos ensaios a que devem ser submetidos de modo a serem comprovadas essas características.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento aplica-se a cabos isolados de campo radial, monopulares, do tipo LXHIOLÉ, para usar em redes de distribuição de energia eléctrica subterrâneas, com as características indicadas no Quadro 1.

Quadro 1
Características da rede

Tensão nominal, U_n	60 kV	
Tensão mais elevada (da rede trifásica), U_s	72,5 kV	
Frequência Nominal, f_n	50 Hz	
Regime de neutro	Neutro direto à terra ou neutro impedante através de impedância limitadora de corrente de defeito (25kA)	
Corrente máxima de curto-circuito fase terra (0,6 s)	25 kA	
Corrente máxima de curto-circuito trifásico (3s)	25 kA	31,5 kA ¹⁾
¹⁾ Para instalações próximas de pontos injetores da Rede Nacional de Transporte (RNT).		

Os cabos objeto desta especificação devem apresentar, no mínimo, uma classe de reação ao fogo F_{ca} de acordo com a norma EN 50575.

3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições de outros documentos, referenciados nos locais apropriados do seu texto, que se encontram listados abaixo, com indicação das respetivas datas de edição. Para as referências com data de edição, apenas é aplicável a edição listada. Para as referências sem data de edição, aplica-se a última edição do documento listado (incluindo quaisquer modificações ou aditamentos).

D00-C10-001/N	2013	Condições de serviço e características gerais da rede de distribuição AT, MT e BT
DPE-C33-290/N	2016	Condutores isolados e seus acessórios para redes de distribuição
HD 605 S2	2008	Electric cables – Additional test methods

IEC 60183	1984	Guide to the selection of high-voltage cables <i>Nota: este documento possui uma emenda – A1:1990</i>
IEC 60228	2004	Conductors of insulated cables
IEC 60287-1-1	2006	Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses – General
IEC 60287-2-1	2006	Electrical cables – Calculation of the current rating – Part 2-1: Calculation of thermal resistance
IEC 60949	1988	Calculation of thermally permissible and short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects <i>Nota: este documento possui uma emenda – A1:2008</i>
IEC 60840	2011	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Test methods and requirements
IEC 61443	2008	Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV)
NP 665	2012	Sistema de designação de cabos elétricos isolados
NP 2626-461	2011	Vocabulário Eletrotécnico Internacional. Capítulo 461: Condutores e cabos elétricos
EN 50575	2014	Power, control and communication cables – Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements <i>Nota: este documento possui uma emenda – A1:2016</i>

4 TERMOS E DEFINIÇÕES

São aplicáveis as definições da NP 2626-461 de 2011, que correspondem à publicação IEC 60050-461 de 2008. Além disso, aplicam-se também aqui os termos e as definições constantes da secção 2 da norma IEC 60183 e da secção 3 da norma IEC 60840, salientando-se, desta última, as definições dos seguintes termos:

4.1 Ensaios de tipo

Ensaio requerido para serem efetuados antes dos fornecimentos de um tipo de cabo obedecendo à respetiva norma, numa base comercial geral, tendo em vista a comprovação de características de desempenho satisfatórias em relação às aplicações previstas. São ensaios de natureza tal que, após a sua realização com sucesso, não precisam ser repetidos, a não ser que haja mudanças nas matérias-primas, na conceção ou nos processos de fabrico, que impliquem alteração nas características de desempenho do tipo de cabo.

4.2 Ensaios de série por amostra

Ensaio efetuado pelo fabricante em amostras de cabo completo ou sobre componentes retirados do cabo completo, com uma amostragem especificada, a fim de verificar que o produto acabado é conforme com os requisitos especificados.

4.3 Ensaios de série individuais (ou ensaios de rotina)

Ensaio efetuado pelo fabricante sobre todos os comprimentos de cabo completo para comprovação da sua conformidade com os requisitos especificados.

4.4 Ensaios de receção

Ensaio efetuado pelo fabricante, com a presença do cliente ou de uma terceira entidade, em sua representação, com o objetivo de verificar a conformidade de um fornecimento com a especificação técnica aplicável.

5 DESIGNAÇÃO

Os cabos abrangidos por este documento são designados por LXHIOLE (cbe), de acordo com o definido na norma portuguesa NP 665.

6 CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO

As condições de estabelecimento dos cabos são, em regra, as seguidamente indicadas.

Os cabos são enterrados diretamente no solo, a uma profundidade igual a 1,4 m, ficando envolvidos de areia adequada, e mecanicamente protegidos¹⁾ por placas de betão, ou de material com resistência mecânica equivalente, colocadas 0,5 m acima do leito de assentamento dos mesmos. Na vala, os cabos que compõem cada circuito trifásico são dispostos em trevo juntivo.

Na mesma vala, não são utilizados, em operação simultânea, mais do que dois circuitos trifásicos. A distância entre centros de circuitos é igual ou maior que:

- 0,4 m, para a secção de 400 mm²;
- 0,5 m, para a secção de 630 mm²;
- 0,7 m, para a secção de 1000 mm².

Nas travessias (excetuando as travessias subaquáticas), os cabos são enfiados dentro de tubos (um cabo por tubo) de material isolante²⁾. Esses tubos têm um diâmetro exterior nominal de 160 mm, são acamados em betão e dispostos em trevo.

Em regra, as blindagens e as bainhas metálicas, dos cabos são ligadas à terra em ambas as extremidades.

Os cabos destinam-se a ser ligados aos barramentos de uma subestação ou de um posto de seccionamento interior e a postes e pórticos exteriores.

7 CONSTITUIÇÃO

Requisito	Descrição
R001 – CONS	<p>Os cabos isolados, objeto do presente documento, são constituídos pela ordem radial indicada, do centro para o exterior, pelos seguintes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none">a) condutor;b) ecrã sobre o condutor;c) isolação do condutor;d) ecrã sobre a isolação;e) blindagem;f) barreira de estanquidade longitudinal;g) barreira de estanquidade transversal (bainha metálica);h) bainha exterior (de proteção);i) camada condutora equipotencial. <p>Nota: admitem-se outros desenhos de cabos devidamente justificados.</p>

1) *As placas asseguram uma proteção mecânica suplementar não inferior à da classe M7 (6 J), de acordo com o definido na norma NP 889.*

2) *PEBD (polietileno de baixa densidade) ou PEAD (polietileno de alta densidade).*

8 CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO

8.1 Condutor

Requisito	Descrição												
R002 – CONS	As secções normalizadas na EDP Distribuição são 400, 630 e 1000 mm ² .												
R003 – CONS	O condutor deve ser da classe 2, de alumínio, compactado e de secção reta circular, de acordo com o especificado na norma IEC 60228.												
R004 – CONS	O condutor deve garantir o bloqueio longitudinal à penetração de água, devendo ser dotado de materiais higroscópicos com características adequadas a esse efeito.												
R005 – CONS	<p>O condutor deve respeitar os limites dimensionais de diâmetro, baseados na norma IEC 60228, e indicados no Quadro 2.</p> <p style="text-align: center;">Quadro 2 Diâmetro do condutor</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Secção (mm²)</th> <th>Diâmetro mínimo (mm)</th> <th>Diâmetro máximo (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>22,3</td> <td>24,6</td> </tr> <tr> <td>630</td> <td>28,7</td> <td>32,5</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>36,2</td> <td>40,9</td> </tr> </tbody> </table>	Secção (mm ²)	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro máximo (mm)	400	22,3	24,6	630	28,7	32,5	1000	36,2	40,9
Secção (mm ²)	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro máximo (mm)											
400	22,3	24,6											
630	28,7	32,5											
1000	36,2	40,9											

8.2 Ecrã sobre o condutor

Requisito	Descrição
R006 – MAT	O ecrã deve ser não metálico e constituído por um composto semiconductor capaz de suportar as temperaturas admissíveis no condutor e as ações mecânicas aí esperadas, quer nas condições de funcionamento em serviço quer durante o manuseamento do cabo.
R007 – CONS	O ecrã semiconductor não deve provocar qualquer ação nefasta, de natureza físico-química, sobre os componentes adjacentes.
R008 – CONS	O ecrã deve ser extrudido sobre o condutor.
R009 – CONS	O valor mínimo da espessura do ecrã sobre o condutor, em qualquer ponto, deve ser de 0,5mm.

8.3 Isolação

Requisito	Descrição
R010 – MAT	A isolação deve ser constituída por um composto de polietileno reticulado, designado por PEX, com as características indicadas nos quadros 3, 6 e 8 da norma IEC 60840.

Requisito	Descrição												
R011 – CONS	<p>O conteúdo da isolação em vacúolos, contaminantes e translúcidos³⁾ não deve ser superior aos valores indicados no Quadro 3.</p> <p style="text-align: center;">Quadro 3</p> <p style="text-align: center;">Conteúdo da isolação em vacúolos, contaminantes e translúcidos</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dimensões máximas (µm)</th> <th>Número máximo permitido por 10 cm³ de isolação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vacúolos</td> <td>125</td> <td>Entre 50 µm e 125 µm: 20</td> </tr> <tr> <td>Contaminantes</td> <td>250</td> <td>Entre 50 µm e 250 µm: 10</td> </tr> <tr> <td>Translúcidos</td> <td>1250</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Dimensões máximas (µm)	Número máximo permitido por 10 cm ³ de isolação	Vacúolos	125	Entre 50 µm e 125 µm: 20	Contaminantes	250	Entre 50 µm e 250 µm: 10	Translúcidos	1250	-
	Dimensões máximas (µm)	Número máximo permitido por 10 cm ³ de isolação											
Vacúolos	125	Entre 50 µm e 125 µm: 20											
Contaminantes	250	Entre 50 µm e 250 µm: 10											
Translúcidos	1250	-											
R012 – CONS	As temperaturas máximas no condutor suportadas pela isolação são de acordo com o indicado no anexo A do presente documento.												
R013 – CONS	A isolação deve ser extrudida sobre o ecrã interior (ecrã sobre o condutor).												
R014 – CONS	<p>O valor nominal da espessura da isolação não deve ser inferior a 10 mm, sendo que o gradiente elétrico não pode ultrapassar os 4,5 kV/mm e os 3 kV/mm nos ecrãs semicondutores interior e exterior (ecrã sobre a isolação), respetivamente. O gradiente elétrico deve ser calculado de acordo com a alínea m) da secção 6 da norma IEC 60840.</p> <p>O valor médio medido da espessura da isolação não deve ser inferior ao valor nominal.</p> <p>O valor mínimo de espessura em qualquer ponto não deve ser inferior a 90% do valor nominal.</p> $\frac{e_{\text{máx}} - e_{\text{mín}}}{e_{\text{máx}}} \leq 0,15$ <p>Adicionalmente, em que:</p> <p>— $e_{\text{máx}}$ é o valor máximo de espessura medido, em mm;</p> <p>— $e_{\text{mín}}$ é o valor mínimo de espessura medido, em mm.</p>												

8.4 Ecrã sobre a isolação

Requisito	Descrição
R015 – MAT	O ecrã sobre a isolação deve ser não metálico e deverá ser constituído por um composto semiconductor capaz de suportar as temperaturas máximas previstas nos componentes adjacentes e as ações mecânicas aí esperadas quer nas condições de funcionamento em serviço, quer durante o manuseamento do cabo.
R016 – CONS	O ecrã semiconductor não deve provocar qualquer ação nefasta, de natureza físico-química, sobre os componentes adjacentes.
R017 – CONS	O ecrã deve ser extrudido sobre a isolação do condutor.

3) São aplicáveis as definições seguintes:

- a) *vacúolo*: consiste na ausência de material isolante;
- b) *contaminante*: qualquer sólido ou líquido, opaco, resultante de uma heterogeneidade da isolação;
- c) *translúcido*: qualquer sólido ou líquido, translúcido, resultante de uma heterogeneidade da isolação.

Requisito	Descrição
R018 – CONS	O valor mínimo da espessura do ecrã, em qualquer ponto, deve ser de 0,5 mm.

8.5 Blindagem

Requisito	Descrição
R019 – MAT	A blindagem deve ser constituída por fios de cobre recozido nu, envolvidos por uma fita metálica de cobre.
R020 – CONS	A blindagem deve ser concebida de modo a não provocar danos nas camadas adjacentes, quando submetida a solicitações mecânicas e térmicas.
R021 – CONS	Os fios da blindagem devem ser enrolados helicoidalmente e repartidos uniformemente pela periferia da camada inferior, com uma distância máxima de 4 mm entre fios contíguos. Como tolerância, admite-se que a distância máxima entre fios ao longo da periferia da blindagem seja 8 mm para um máximo de 5% das distâncias entre fios, arredondado ao menor número inteiro. Os fios da blindagem não devem apresentar qualquer deformação, nomeadamente vincos ou entalhes.
R022 – CONS	A fita de cobre deve ser enrolada sobre os fios, em contra hélice e com passo não superior a quatro vezes o diâmetro sob a blindagem, de forma a permitir a equalização do potencial elétrico de todos os fios.
R023 – CONS	A secção da blindagem deve ser determinada considerando o regime mais desfavorável de carga, ou seja, admitindo que a temperatura na mesma, antes da ocorrência de um curto-circuito fase-terra, é igual à temperatura máxima do condutor em regime normal, diminuída de 10 °C, e para um valor de intensidade de corrente de 25 kA durante 0,6s. O cabo, quando sob as referidas condições de defeito, não deve sofrer deterioração ou envelhecimento significativos.
R024 – CONS	A secção nominal da blindagem não deve ser inferior a 135 mm ² .
R025 – CONS	Os valores de espessura da fita são: — Valor mínimo: 0,1 mm; — Valor máximo: 0,3 mm.
R026 – CONS	A secção da fita deve ser, no mínimo, de 1mm ² .
R027 – CONS	O diâmetro dos fios não deve ser inferior a 0,5 mm.
R028 – CONS	O número mínimo de fios da blindagem é de 50.
R029 – CONS	O valor da resistência elétrica da blindagem, em corrente contínua e a 20°C, não deve ser superior a 0,14 Ω/km.

8.6 Barreira de estanquidade longitudinal

Requisito	Descrição
R030 – MAT	A barreira longitudinal deve ser constituída por uma ou mais fitas de estanquidade ou outros elementos apropriados, de material hidroexpansivo, não metálico e semiconductor, de forma a assegurar a proteção do cabo contra a penetração longitudinal de água.
R031 – MAT	O material que constitui a barreira deve ser capaz de suportar as temperaturas esperadas nos componentes adjacentes e não provocar qualquer ação nociva, de natureza química ou outra, sobre os mesmos, nem perder ou alterar as suas características.
R032 – CONS	As fitas de estanquidade devem ser aplicadas helicoidalmente sobre a blindagem. Adicionalmente, também podem ser aplicadas sobre o ecrã semiconductor exterior.
R033 – CONS	Quando usadas fitas sobre o ecrã semiconductor exterior, estas devem funcionar como cama da blindagem.
R034 – CONS	As fitas de estanquidade aplicadas sobre a blindagem devem servir de bainha de regularização geométrica sobre os fios da blindagem, de forma a permitir uma superfície mais regular sobre esta. Por outro lado, devem funcionar como bainha de separação entre a blindagem e a fita de alumínio (ver secção seguinte), de forma a evitar fenómenos de corrosão galvânica.

8.7 Barreira de estanquidade transversal

Requisito	Descrição
R035 – MAT	A barreira deve ser constituída por uma fita de alumínio revestida a copolímero pelo menos na superfície de contacto com a bainha exterior.
R036 – MAT	A fita de alumínio e a bainha exterior do cabo devem assegurar, conjuntamente, a estanquidade do cabo contra a penetração transversal de água.
R037 – CONS	A fita metálica deve ser aplicada longitudinalmente sobre as fitas de estanquidade longitudinal.
R038 – CONS	A fita deve ser colada na sobreposição por um processo adequado, e ser perfeitamente aderente à bainha exterior.
R039 – CONS	As forças de adesão (à bainha exterior) e de descolagem (na zona de sobreposição) não devem ser inferiores a 0,5 N/mm.
R040 – CONS	O valor mínimo da sobreposição das abas da barreira de estanquidade transversal é de 5 mm.
R041 – CONS	O valor mínimo da espessura é de 0,12 mm.

8.8 Bainha exterior

Requisito	Descrição
R042 – MAT	A bainha exterior deve ser constituída por um composto de polietileno de alta densidade, dito PEAD, de cor cinzenta, do tipo ST7, de acordo com os quadros 2 e 7 da norma IEC 60840.
R043 – MAT	A massa volúmica da bainha deve ser superior a 0,94 g/cm ³ .

Requisito	Descrição
R044 – CONS	A bainha deve ser extrudida sobre a fita metálica, aderindo perfeitamente a esta, de acordo com o definido nos requisitos R037 a R039 do presente documento.
R045 – CONS	O valor nominal da espessura não deve ser inferior a 3 mm.
R046 – CONS	O valor médio medido da espessura não deve ser inferior ao valor nominal.
R047 – CONS	O valor mínimo da espessura exterior, medido em qualquer ponto, não deve ser inferior, em mais de 0,1 mm, a 85% do valor nominal.

8.9 Camada equipotencial

Requisito	Descrição
R048 – CONS	Deve ser aplicada, durante o processo de fabrico, uma camada semicondutora sobre a bainha exterior do cabo, envolvendo toda a sua periferia. Esta camada deve ser de cor preta e funcionar como um “elétrodo” exterior ao cabo, a fim de possibilitar a verificação da integridade da bainha exterior do cabo no local de instalação, após o seu assentamento na vala.

9 DIÂMETRO DOS CABOS

Requisito	Descrição																								
R049 – CONS	O valor do diâmetro medido sobre a isolação do condutor e sobre a bainha exterior do cabo deve estar compreendido entre os valores mínimos e máximos indicados no Quadro 4.																								
	Quadro 4																								
	Diâmetros dos cabos isolados																								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Secção do condutor (mm²)</th> <th colspan="2">Diâmetro sobre a isolação (mm)</th> <th colspan="2">Diâmetro exterior do cabo (mm)</th> </tr> <tr> <th>mínimo</th> <th>máximo</th> <th>mínimo</th> <th>máximo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">400</td> <td style="text-align: center;">45,7</td> <td style="text-align: center;">53,4</td> <td style="text-align: center;">55,7</td> <td style="text-align: center;">70,8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">630</td> <td style="text-align: center;">51,1</td> <td style="text-align: center;">60,3</td> <td style="text-align: center;">61,1</td> <td style="text-align: center;">77,7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1000</td> <td style="text-align: center;">57,6</td> <td style="text-align: center;">67,5</td> <td style="text-align: center;">67,6</td> <td style="text-align: center;">84,9</td> </tr> </tbody> </table>	Secção do condutor (mm ²)	Diâmetro sobre a isolação (mm)		Diâmetro exterior do cabo (mm)		mínimo	máximo	mínimo	máximo	400	45,7	53,4	55,7	70,8	630	51,1	60,3	61,1	77,7	1000	57,6	67,5	67,6	84,9
	Secção do condutor (mm ²)		Diâmetro sobre a isolação (mm)		Diâmetro exterior do cabo (mm)																				
mínimo		máximo	mínimo	máximo																					
400	45,7	53,4	55,7	70,8																					
630	51,1	60,3	61,1	77,7																					
1000	57,6	67,5	67,6	84,9																					

10 INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS

Requisito	Descrição
R050 – PROC	O fabricante deve apresentar os valores das intensidades de corrente máximas admissíveis em regime permanente e em regime de curto-circuito. Para isso é necessário ter em conta os critérios apresentados em 10.1 e 10.2 .

10.1 Intensidades de corrente máximas admissíveis em regime permanente

Requisito	Descrição
R051 – PROC	Os valores das intensidades de corrente máximas admissíveis dos cabos em regime permanente (fator de carga ⁴⁾ de 100%), devem ser calculados de acordo com a norma IEC 60287, para as condições e hipóteses a seguir indicadas.
R052 – PROC	O fabricante deve também indicar as resistividades térmicas dos componentes não metálicos dos cabos, consideradas para efeito do cálculo das correntes.
R053 – PROC	No anexo B do presente documento, são indicados, a título informativo, os valores das intensidades de corrente máximas admissíveis dos cabos em regime permanente para cada uma das hipóteses.
R054 – FUNC	Condições gerais admitidas: <ul style="list-style-type: none"> — cada circuito é composto por três cabos de corrente alternada, monoplares, dispostos em trevo juntivo; — a blindagem e a bainha metálica são ligadas à terra em ambas as extremidades dos cabos (existem perdas devidas a correntes de circulação induzidas, enquanto que as correntes de Foucault são desprezáveis).
R055 – CONS	<p>Cabos diretamente enterrados no solo:</p> <ul style="list-style-type: none"> — A profundidade de enterramento (distância entre o centro do circuito e a superfície do solo) é de 1,3 m. Além disso, deve ser considerado que o aquecimento do cabo não influi nas condições ambientais do solo (ou seja, não ocorre a secagem do solo na vizinhança do cabo). — Um circuito: <p>Período de calor:⁵⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> — temperatura do solo: 20 °C; — resistividade térmica do solo: 1,2 K.m.W⁻¹. <p>Período de frio:⁶⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> — temperatura do solo: 10 °C; — resistividade térmica do solo: 0,85 K.m.W⁻¹. — Dois circuitos: <p>Período de calor:</p> <ul style="list-style-type: none"> — distância entre centros de circuitos: de acordo com a secção 6 do presente documento; — temperatura do solo: 20 °C; — resistividade térmica do solo: 1,2 K.m.W⁻¹. <p>Período de frio:</p> <ul style="list-style-type: none"> — distância entre centros de circuitos: de acordo com a secção 6 do presente documento; — temperatura do solo: 10 °C; — resistividade térmica do solo: 0,85 K.m.W⁻¹.

4) Fator de carga: relação entre as cargas média e máxima dum ciclo diário.

5) Datas aproximadas: 15 de abril a 15 de outubro.

6) Datas aproximadas: 16 de outubro a 14 de abril.

Requisito	Descrição
R056 – CONS	<p>Cabos enterrados no solo dentro de tubos:</p> <ul style="list-style-type: none"> — A profundidade de enterramento (distância entre o centro dos tubos e a superfície do solo) é de 1,3 m. Os tubos são de polietileno (PEBD ou PEAD) e os seus diâmetros, escolhidos de entre os valores normalizados, obedecem ao definido na secção 6 anterior para o caso das travessias subterrâneas. <p>Período de calor:</p> <ul style="list-style-type: none"> — nº de circuitos: 1 (1 cabo por tubo); — temperatura do solo: 20 °C; — resistividade térmica do solo: 1,2 K.m.W-1. <p>Período de frio:</p> <ul style="list-style-type: none"> — nº de circuitos: 1 (1 cabo por tubo); — temperatura do solo: 10 °C; — resistividade térmica do solo: 0,85 K.m.W-1.
R057 – CONS	<p>Cabos ao ar livre ⁷⁾:</p> <p>Admite-se que os cabos estão protegidos da exposição solar direta e que estão em contacto direto com uma parede.</p> <p>Período de calor:</p> <ul style="list-style-type: none"> — nº de circuitos: 1; — temperatura ambiente (ao nível do mar): 30 °C. <p>Período de frio:</p> <ul style="list-style-type: none"> — nº de circuitos: 1; — temperatura ambiente (ao nível do mar): 20 °C.

10.2 Intensidades de corrente máximas admissíveis em regime de curto circuito

Requisito	Descrição
R058 – PROC	Os valores das intensidades de corrente máximas admissíveis em regime de curto-circuito do condutor e da blindagem, devem ser calculados de acordo com o definido na IEC 60949, e considerando os limites de temperatura indicadas na IEC 61443. Poderão ser considerados outros limites de temperatura, desde que devidamente fundamentados.
R059 – PROC	No cálculo da intensidade de corrente máxima admissível no condutor deve-se considerar que o aquecimento deste é adiabático e a sua temperatura no início do defeito é de 90°C.
R060 – PROC	No cálculo da intensidade de corrente máxima admissível na blindagem deve-se considerar que aquecimento desta é não-adiabático e atender ao definido nos requisitos R023 e R024 do presente documento.

7) A noção “ao ar livre” significa que as perdas térmicas dos cabos são dissipadas por convecção natural e irradiação, sem provocar aquecimento ao ambiente.

11 PROCESSO DE FABRICO

Requisito	Descrição
R061 – PROC	<p>O processo de fabrico dos cabos deve ser de forma a satisfazer às condições seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> — O processo (químico) de reticulação da isolamento do condutor deve ser feito por via seca; — Os ecrãs semicondutores e a isolamento do condutor devem ser aplicados conjuntamente numa operação de tripla extrusão simultânea; — A isolamento do condutor deve formar um corpo compacto e homogéneo e ser perfeitamente aderente aos ecrãs semicondutores; — A remoção da isolamento com os ecrãs semicondutores deve poder ser feita sem que sejam deixados resíduos no condutor; — Os ecrãs semicondutores devem apresentar uma superfície lisa sobre a sua periferia exterior; — O conjunto formado pelos componentes ecrã sobre a isolamento, blindagem, fitas de estanquidade e bainha (fita) metálica deve constituir um sistema equipotencial; — A camada equipotencial exterior deve ser aplicada por extrusão.

12 REQUISITOS AMBIENTAIS

Requisito	Descrição
R062– AMBI	<p>Legislação de segurança e ambiental</p> <p>Os produtos, e respetivos constituintes, devem estar conforme as normas técnicas europeias aplicáveis e cumprir toda a legislação aplicável em vigor, designadamente as Diretivas Reach, RoHs, WEE e diretiva 2009/125/EU.</p>
R063 – AMBI	<p>Tratamento em final de vida</p> <p>Informação suficiente para que todos os componentes do cabo possam ser desfeitos ou reciclados de acordo com a legislação internacional e nacional em vigor.</p>

13 ENSAIOS

13.1 Generalidades

Os cabos objeto da presente especificação devem ser sujeitos aos ensaios de série (individuais e por amostra) e de tipo especificados nas secções 13.3 , 13.4 e 13.5 seguintes.

Os cabos podem ainda ser sujeitos aos ensaios após instalação definidos no DPE-C33-290.

No anexo H do presente documento encontram-se as tabelas com a indicação dos referidos ensaios.

13.2 Condições de ensaio

Aplica-se o disposto na secção 8 da IEC 60840.

13.3 Ensaio de série individuais

Requisito	Descrição
E001 – SERIE	Aplica-se o disposto na secção 9 da IEC 60840, tendo em atenção que o ensaio elétrico sobre a bainha exterior é obrigatório.

13.4 Ensaio de série por amostra

Requisito	Descrição
E002 – SERIE	<p>Dimensão da amostra:</p> <ul style="list-style-type: none"> — A amostra deve ser constituída, para cada secção de cabo, por 10% do número total de bobinas de cabo completo dessa secção de cada contrato, arredondado ao número inteiro mais próximo. — A frequência da realização do ensaio de penetração de água, do ensaio E013, deve ser acordada entre a EDP Distribuição e o fornecedor, sendo que este ensaio deve ser efetuado pelo menos uma vez para cada fornecimento acumulado de comprimento de 20 km. <p>NOTA: São contabilizados para os 20km os cabos para fornecimento EDP e terceiros por cada secção.</p>
E003 – SERIE	<p>Definição das amostras:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Os ensaios de medição da resistência elétrica do condutor e da blindagem e de medição da capacidade entre o condutor e a blindagem (E006 e E011, respetivamente) devem ser efetuados sobre os comprimentos de cabo completo. — Os restantes ensaios são, consoante a metodologia de cada ensaio, efetuados sobre provetes, componentes ou troços de cabo completo, retirados dos comprimentos de cabo completo que constituem a dimensão da amostra.
E004 – SERIE	<p>Repetição dos ensaios:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Aplica-se o disposto na secção 10.3 da norma IEC 60840.
E005 – SERIE	<p>Exame do condutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Aplica-se o disposto na secção 10.4 da norma IEC 60840.
E006 – SERIE	<p>Medição da resistência elétrica do condutor e da blindagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Aplica-se o disposto na secção 10.5 da norma IEC 60840. O valor medido da resistência elétrica da blindagem não deve ser superior ao valor indicado no requisito R029 do presente documento.
E007 – SERIE	<p>Medição das espessuras dos ecrãs semicondutores, da isolamento e da bainha exterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> — A medição das espessuras faz-se de acordo com o disposto na secção 10.6 da norma IEC 60840. Os valores a respeitar são de acordo com os requisitos R009, R014, R018, R045, R046 e R047 do presente documento.

Requisito	Descrição
E008 – SERIE	<p>Verificação das características da blindagem:</p> <p>Relativamente às características da blindagem, aplica-se o seguinte:</p> <p>a) a medição da secção da blindagem é feita do seguinte modo: mede-se o diâmetro de um fio e calcula-se a secção desse fio ($\pi d^2/4$), conta-se o número de fios e o respetivo produto é tomado como a secção total da blindagem. O seu valor não deve ser inferior ao valor nominal definido na secção R023 e R024 do presente documento;</p> <p>b) a verificação dos requisitos indicados nos requisitos R019, R020, R021, R022, R025, R026, R027 e R028 do presente documento deve ser feita por inspeção visual e/ou medições.</p>
E009 – SERIE	<p>Medição dos diâmetros:</p> <p>O diâmetro do condutor, os diâmetros interior e exterior da isolação do condutor e o diâmetro exterior do cabo são medidos de acordo com o indicado na secção 10.8 da norma IEC 60840. Os valores obtidos são confrontados com o definido nos requisitos R003 a R005 e R049 do presente documento. No caso do diâmetro sobre o ecrã interior da isolação, o valor obtido deve ser confrontado com o valor e respetiva tolerância indicados pelo fabricante.</p>
E010 – SERIE	<p>Ensaio de alongamento a quente da isolação:</p> <p>O ensaio deve ser feito, naquilo que é aplicável (isolação PEX), de acordo com o indicado na secção 10.9 da norma IEC 60840, e considerando que os provetes devem ser retirados das camadas mais interiores da isolação.</p>
E011 – SERIE	<p>Medição da capacidade entre o condutor e a blindagem:</p> <p>Aplica-se o disposto na secção 10.10 da norma IEC 60840.</p>
E012 – SERIE	<p>Medição da massa volúmica da bainha exterior:</p> <p>Aplica-se o disposto na secção 10.11 da norma IEC 60840, tendo em conta o especificado nos requisitos R042 e R043 do presente documento.</p>
E013 – SERIE	<p>Ensaio de penetração de água:</p> <p>Aplica-se o disposto na secção 10.13 da norma IEC 60840.</p>
E014 – SERIE	<p>Verificação das características da barreira de estanquidade transversal:</p> <p>No que respeita às características da barreira de estanquidade transversal, aplica-se o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> — a verificação do disposto nos requisitos R037 a R039 do presente documento deve ser feita de acordo com o ensaio definido na secção 10.14 da norma IEC 60840; — a verificação do disposto nos requisitos R035, R036, R040 e R041 do presente documento deve ser feita por meio de medições e/ou inspeção visual.
E015 – SERIE	<p>Ensaio de verificação da marcação:</p> <p>Deve ser verificada a conformidade da marcação com o especificado na secção 14 do presente documento. A durabilidade da marcação é comprovada pelo ensaio descrito na secção 2.5.4 da norma HD 605.</p>

13.5 Ensaios de tipo

O fabricante deve apresentar certificados dos ensaios de tipo adiante indicados, podendo, no entanto, a EDP Distribuição exigir que um ou mais ensaios sejam repetidos completa ou parcialmente.

Requisito	Descrição
E016 – TIPO	Verificação da espessura da isolação para os ensaios elétricos: De acordo com a secção 12.4.1 da norma IEC 60840.
E017 – TIPO	Ensaio elétrico sobre o cabo completo: Os ensaios devem ser realizados de acordo com a secção 14.4 da norma IEC 60840.
E018 – TIPO	Ensaio não elétrico sobre componentes do cabo e sobre o cabo completo: Os ensaios devem ser realizados de acordo com a secção 12.5 da norma IEC 60840, tendo em conta o definido na secção 8 do presente documento (isolação de PEX e bainha exterior de PE, do tipo ST7).
E019 – TIPO	Ensaio de verificação da resistência à radiação ultravioleta (UV) Aplica-se o disposto na secção 2.4.23 da norma HD 605 S2. As propriedades mecânicas devem ser medidas de acordo com a secção 4.3 da norma NP EN 60811-501. Devem ser cumpridos os requisitos do quadro 4C (tipo DMZ 1) da norma HD 620 S2.

14 MARCAÇÃO

Requisito	Descrição
R064 – CONS	<p>Ao longo da bainha exterior devem ser marcadas, pela ordem com que se referem, e de forma durável e bem legível (à vista desarmada), as seguintes indicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) – referência métrica de comprimento do cabo, por marcação metro a metro; (ii) – nome e/ou marca comercial do fabricante; (iii) – referência à especificação da EDP Distribuição, sob a forma de DMA-C33-281; (iv) – designação do cabo de acordo com o definido na secção 5 do presente documento, incluindo a tensão estipulada, sob a forma 36/60 (72,5) kV; (v) – referência de rastreabilidade e ano de fabrico. <p>Exemplo:</p> <p>a...b XYZ DMA-C33-281 LXHIOLE (cbe) 1x400/135 36/60(72,5)kV c...d/05</p> <p>(i) (ii) (iii) (iv) (v)</p>
R065 – CONS	A distância entre inícios de dois conjuntos de marcação consecutivos deve ser igual a 1 m.
R066 – CONS	A altura mínima dos símbolos deve ser 5 mm.
R067 – CONS	O processo de marcação deve ser escolhido de modo a não conduzir à diminuição de espessura ou de estanquidade da bainha exterior de proteção.
R068 – CONS	Além do processo de marcação por relevo saliente, admite-se qualquer outro compatível com o disposto no requisito anterior e que satisfaça ao ensaio de verificação da marcação especificado em E015 do presente documento.

Requisito	Descrição
R069 – CONS	As indicações devem ser inseridas na mesma geratriz, exceto a referência métrica que pode ser inserida em geratriz diferente das restantes indicações. A referência métrica não deve ser utilizada para efeitos de quantificação comercial.
R070 – CONS	Apesar do definido na secção 7 da norma EN 50575, referente à marcação da classe de reação ao fogo do cabo, esta não deve ser colocada na marcação do cabo, estando indicada apenas na etiqueta de identificação da bobine de acordo com o anexo C do presente documento.

15 CONDIÇÕES RELATIVAS AO ACONDICIONAMENTO DOS CABOS

Os cabos devem ser entregues em bobinas de acordo com as indicações da consulta, tendo em atenção as disposições seguintes.

Requisito	Descrição
R071 – LOGI	Os cabos devem ser entregues em bobinas.
R072 – LOGI	As bobinas devem ser robustas e adequadas, com características de boa construção e em bom estado de conservação, de modo a resistirem às operações normais de armazenamento e transporte, incluindo as operações de carga e descarga.
R073 – LOGI	O cabo deve ser enrolado nas bobinas, em espiras e o mais junto possível, sem que haja encavalitamento de espiras de uma mesma camada.
R074 – LOGI	A folga ⁸⁾ deve ser suficiente para impedir quaisquer riscos de contacto do cabo com o solo durante as operações normais de transporte e desenrolamento, não devendo ser inferior a 60 mm.
R075 – LOGI	O diâmetro do tambor ⁹⁾ da bobina não deve ser inferior a 20 vezes o diâmetro exterior do cabo.
R076 – LOGI	O comprimento modular de fornecimento do cabo deve ser de 500 m, salvo a solicitação da EDP Distribuição para o fornecimento específico de um outro comprimento.
R077 – LOGI	O furo central das bobinas deve ser, no mínimo, de 80 mm.
R078 – LOGI	As abas da bobina devem ser marcadas com uma seta de sentido único (através de uma etiqueta, por pintura ou outro meio adequado), colocada em local visível nas suas faces exteriores. O enrolamento do cabo sobre o tambor da bobina deve ser feito no sentido da seta anteriormente referida.
R079 – LOGI	As extremidades dos cabos devem ser firmemente amarradas às bobinas, de forma a evitar o deslocamento das últimas espiras (espiras folgadas) durante as operações de carga, transporte e descarga.
R080 – LOGI	Todas as extremidades dos cabos devem ser eficazmente protegidas contra a entrada de humidade, devendo ser aplicado um sistema de selagem adequado, que será mantido em todas as fases, incluindo na de instalação. Esta proteção só deve ser retirada para instalação do cabo.

8) Entende-se por folga, a distância entre a camada exterior do cabo enrolado na bobina, e o rebordo da aba da bobina.

9) O tambor é o elemento central e cilíndrico da bobina, sobre o qual é enrolado o cabo.

Requisito	Descrição
R081 – LOGI	As bobinas devem ter, sobre, pelo menos, uma das abas, uma etiqueta de identificação relativa à bobina e ao cabo nela enrolado, contendo a informação especificada no anexo C do presente documento. A etiqueta deve permanecer na bobina durante todas as fases, incluindo na de instalação. A marcação da etiqueta deve ser durável, legível e indelével.
R082 – LOGI	<p>Etiquetagem JUMP – QR Code e código de barras</p> <p>Os cabos devem seguir as instruções definidas no documento “Programa JUMP – Etiquetagem de Materiais e Equipamentos”, quanto à forma e método de etiquetagem e conceção das etiquetas.</p> <p>O QR code deve ser criado na plataforma da EDP Distribuição existente, ou estar de acordo com o definido por esta.</p>

16 GUIA DE USO

Requisito	Descrição
R083 – PROC	<p>O fabricante deve colocar em todas as bobinas, em local bem visível sobre a superfície exterior de uma das abas, um Guia de Uso onde constem os desenhos figurativos, de acordo com o anexo D do presente documento. Devem ainda constar as recomendações sobre acondicionamento, transporte, armazenamento, manuseamento e instalação dos cabos, onde se incluem obrigatoriamente as seguintes indicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Raio curvatura permitido, durante a instalação do cabo e permanente (depois do cabo instalado); — força de tração a aplicar ao cabo no desenrolamento; — temperatura mínima aceitável para a instalação do cabo.

17 APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS

Requisito	Descrição
R084 – PROC	Os proponentes devem declarar, nas propostas apresentadas, as características e informações definidas no anexo F, G e H, através do preenchimento da ficha de características fornecida em ficheiro anexo ao presente documento.
R085 – PROC	Para além do referido anteriormente, os proponentes devem também apresentar a “Declaration of Performance” (DoP) de acordo com o definido na norma EN 50575.

ANEXO A

TEMPERATURAS MÁXIMAS NO CONDUTOR

O cabo deve poder funcionar, sem deterioração ou envelhecimento significativos, com as temperaturas definidas no quadro A.1 seguinte.

Quadro A.1
Temperaturas máximas no condutor

Regime normal (°C)	Regime de sobrecarga (°C)	Regime de curto-circuito (°C)
90	¹⁾	250 ²⁾
<i>1) A indicar pelo fabricante, conjuntamente com a indicação do número máximo de horas seguidas que o cabo suporta com determinada temperatura no condutor.</i>		
<i>2) Para uma duração máxima de 5 s.</i>		

Nota: os valores de temperatura indicados no quadro anterior baseiam-se em propriedades intrínsecas ao (material) isolante.

ANEXO B**INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS EM REGIME PERMANENTE**

No quadro B.1 seguinte são apresentadas as intensidades de corrente máximas admissíveis em regime permanente dos cabos previstos no presente documento.

Os valores indicados no quadro seguinte foram calculados para as condições de referência indicadas na secção 10 , do presente documento, sendo meramente indicativos.

Quadro B.1
Intensidades máximas de corrente em regime permanente dos cabos (A)

Secção do condutor (mm ²)	Enterrado no solo (1 circuito)		Enterrado no solo (2 circuitos)		Ar livre		Em tubos	
	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio
400	474	582	400	496	630	689	393	429
630	599	740	505	629	831	909	491	535
1000	725	899	613	766	1048	1147	585	639

ANEXO C**ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO DA BOBINA**

A etiqueta de identificação deve conter, pelo menos, a seguinte informação:

Relativamente ao cabo:

- designação (de acordo com a secção 5 do presente documento, incluindo a indicação da tensão estipulada);
- indicação do comprimento (m);
- indicação das marcações métricas das pontas interior e exterior do cabo, pela ordem com que estão marcadas;
- fabricante ou o seu logótipo;
- classe de reação ao fogo, de acordo com a norma EN 50575.

Relativamente à bobina:

- tipo (de acordo com o definido na consulta);
- diâmetro do tambor (mm);
- tara¹⁰⁾ (kg);
- carga útil¹¹⁾ (kg).

Outras indicações:

- peso líquido¹²⁾ (kg);
- número de bobina ou referência que permita a rastreabilidade do cabo.

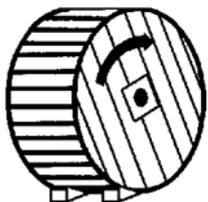
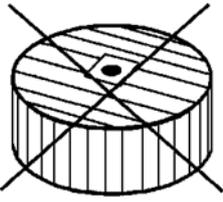
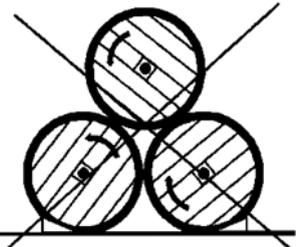
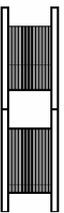
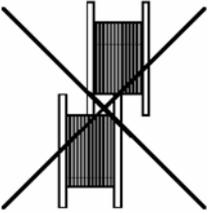
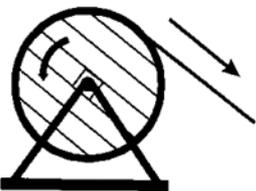
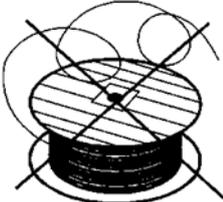
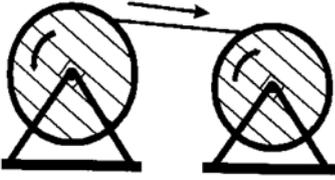
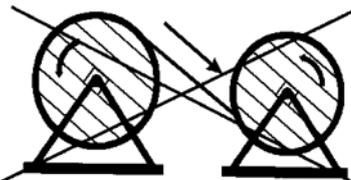
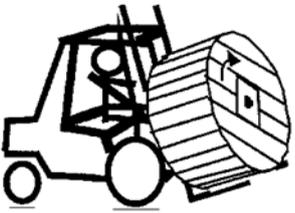
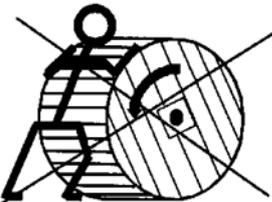
¹⁰⁾ *Tara: peso de uma bobina vazia.*

¹¹⁾ *Carga útil: peso máximo do cabo que a bobina pode suportar.*

¹²⁾ *Peso líquido: peso de um comprimento de cabo, após enrolado na bobina.*

ANEXO D

DESENHOS FIGURATIVOS A CONSTAR NO GUIA DE USO

REGRAS DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE	
	
	(VISTA DE TOPO)  
	
	
	
	

ANEXO E

INFORMAÇÃO RELATIVA AOS CABOS

E.1 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS

 Quadro E.1
 Ficha de características dos cabos

Condutor	
Secção nominal do condutor (mm ²)	
Diâmetro nominal (mm)	
Tolerância sobre o diâmetro nominal (± % ou mm)	
Composição (n.º de fios)	
Técnica de cableamento usada	
Garante o bloqueio à penetração longitudinal de água? (S)im/(N)ão	
Ecrã semicondutor interior	
Material	
Espessura mínima (mm)	
Espessura máxima (mm)	
Diâmetro nominal sobre o ecrã semicondutor interior (mm)	
Tolerância sobre o diâmetro nominal (± % ou mm)	
Isolação	
Espessura nominal (mm)	
Diâmetro nominal sobre a isolação (mm)	
Tolerância sobre o diâmetro nominal (± % ou mm)	
Ecrã semicondutor exterior	
Material	
Espessura mínima (mm)	
Espessura máxima (mm)	
Diâmetro nominal sobre o ecrã semicondutor exterior (mm)	
Tolerância sobre o diâmetro nominal (± % ou mm)	
Fita hidroexpansiva sob a blindagem? (S)im/(N)ão	
Espessura nominal da fita hidroexpansiva (mm)	
Blindagem	
Secção nominal da blindagem (mm ²)	
N.º de fios	
Diâmetro nominal de cada fio (mm)	
Comprimento nominal de um fio por quilómetro (km)	
Dimensões nominais da fita de cobre (mm x mm)	
Diâmetro nominal sobre a blindagem (mm)	
Fita hidroexpansiva sobre a blindagem? (S)im/(N)ão	
Diâmetro nominal sobre a fita (mm)	

- Continua -

- Continuação do quadro F1 -

Fita de alumínio	
Espessura mínima da fita (mm)	
Diâmetro nominal sobre a fita (mm)	
Revestida a copolímero na superfície interna? (S)im/(N)ão	
Bainha exterior	
Espessura nominal da bainha exterior (mm)	
Diâmetro nominal sobre a bainha exterior (mm)	
Tolerância sobre o diâmetro nominal (% ou mm)	
Massa volúmica da bainha (g/cm ³)	
Camada condutora de equipotencialização	
Material	
Espessura nominal (mm)	
Cabo completo	
Peso nominal do cabo (kg/km)	
Capacidade a 50 Hz (µF/km)	
Reactância a 50 Hz, em trevo juntivo (Ohm/km)	
Classe de reação ao fogo do cabo (EN 50575)	
Gradientes elétricos	
Sobre o ecrã semicondutor interior (kV/mm)	
Sobre o ecrã semicondutor exterior (kV/mm)	
Marcação	
Critério utilizado na referência de rastreabilidade	
Margem de incerteza da leitura das referências métricas	

E.2 LIGAÇÃO À TERRA

O fabricante deve apresentar recomendações relativamente ao modo de ligação da blindagem à terra, nomeadamente, indicar, em função do comprimento de cabo, qual o número de ligações à terra necessárias, considerando o uso ou não, nessas ligações, de resistências não lineares (descarregadores de sobretensões), e também a possibilidade de se proceder à transposição dos cabos ou à permutação das blindagens (técnica designada, na língua inglesa, de cross-bonding) num determinado circuito

A solução proposta deve ponderar devidamente as perdas na blindagem, a redução da capacidade de transporte do cabo devido às perdas na blindagem, a distribuição na blindagem da corrente de curto-circuito monofásico, a tensão induzida na blindagem e o seu custo.

E.3 SOBRECARGAS

O fabricante deve fornecer a informação da máxima temperatura de sobrecarga suportada, incluindo, neste caso, a máxima duração e frequência aceitável de tais condições em operação excecional, sem risco de dano ou envelhecimento anormal dos cabos, de acordo com o definido na nota 1 do quadro A1 do anexo A do presente documento.

E.4 CORRENTES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS EM REGIME PERMANENTE

Deve ser calculado de acordo com a secção 10.1 do presente documento.

Quadro E.2
Corrente admissível em regime permanente

Tipo de colocação	Corrente (A)	
	Calor	Frio
Cabos enterrados no solo – 1 circuito		
Cabos enterrados no solo – 2 circuitos		
Cabos enterrados no solo dentro de tubos		
Cabos ao ar livre		

E.5 CORRENTES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO

Deve ser calculado de acordo com a secção 10.2 do presente documento.

Quadro E.3
Corrente admissível em regime de curto-circuito

	Tempo de Defeito (s)	Corrente (kA)
No condutor	1	
	2,1	
	3	
Na blindagem	0,6	
	1	
	2,1	
	3	

E.6 TENSÕES E CORRENTES INDUZIDAS NA BLINDAGEM

Quadro E.4
Tensão e corrente induzida na blindagem

Situação	Tensão (V/m)	Corrente (A)
Cabos enterrados no solo – 1 circuito		

ANEXO F

QUADRO DE CONFORMIDADES

 Quadro F.1
 Quadro de conformidades

	Características	Conformidade
Condutor	Características: de acordo com o especificado na norma IEC 60228 (2004)	
	Forma da secção reta: circular, compacta	
	Material: alumínio nu	
Ecrã semicondutor interior	Material: não metálico, semicondutor	
	Aplicação: por extrusão	
Isolação	Material: polietileno reticulado (PEX), com as características indicadas nos quadros 3, 6 e 8 da IEC 60840:2011	
	Conteúdo da isolação em vacúolos, contaminantes e translúcidos: de acordo com o especificado no Quadro 3 do presente documento.	
	Aplicação: por extrusão	
	Espessura média: superior ou igual ao valor nominal de espessura	
	A diferença em módulo entre as espessuras mínima e máxima é inferior ou igual a 15% da espessura máxima	
	Espessura mínima: superior ou igual a 90% do valor nominal	
Ecrã semicondutor exterior	Material: não metálico, semicondutor	
	Aplicação: por extrusão	
Blindagem	Constituição: fios de cobre recozido nu, envolvidos por uma fita metálica de cobre	
	Aplicação: os fios são aplicados helicoidalmente e a fita metálica é enrolada em contra hélice sobre os fios	
	Distância máxima entre fios: 4mm, admitindo-se 8mm num máximo de 5% do total das distâncias entre fios	
	Passo da fita metálica: inferior ou igual a 4 vezes o diâmetro sob a blindagem	
	Resistência elétrica máxima da blindagem, em corrente contínua, a 20°C: 0,14 Ω/km	
Barreira de estanquidade e longitudinal	Constituição: uma ou mais fitas de material não metálico, semicondutor e hidroexpansivo	
	Aplicação: a fita ou fitas são enroladas em hélice	
Barreira metálica de estanquidade e transversal	Aplicação: a fita é aplicada longitudinalmente, colada entre si na zona de sobreposição e aderente à bainha exterior	
	Força de descolagem na zona de sobreposição, mínima: 0,5N/mm	
	Força de adesão à bainha exterior, mínima: 0,5N/mm	
	Valor mínimo de sobreposição da fita: 5mm	

- Continua -

- Continuação do quadro F1 -

	Características	Conformidade
Bainha exterior	Material: polietileno (PEAD), de cor preta, do tipo ST7 de acordo com os quadros 2 e 7 da IEC 60840:2011	
	Aplicação: por extrusão, aderindo à barreira metálica de estanquidade transversal	
	Espessura mínima: não inferior, em mais de 0,1mm, a 85% do valor nominal	
	Espessura média: superior ou igual ao valor nominal de espessura	
Marcação	A marcação é feita de acordo com o disposto na secção 14 do presente documento	
Características funcionais do cabo	A fita de alumínio assegura, em conjunto com a bainha exterior, a proteção do cabo contra a penetração transversal de água	
	A fita ou fitas hidroexpansivas asseguram a proteção do cabo contra a penetração longitudinal de água	
	Os materiais dos componentes dos cabos são compatíveis entre si (concretamente, quando se tratam de componentes adjacentes), não provocando, entre si, qualquer ação nefasta de natureza físico-química quer nas condições normais de funcionamento em serviço, quer durante o manuseamento do cabo (quando da sua instalação)	
	Os cabos e os seus componentes não sofrem deterioração ou envelhecimento significativos, se forem explorados em permanência com uma temperatura no condutor de 90°C, mesmo quando, nessa situação, a blindagem é sujeita a valores de intensidade de corrente, e a durações dessas correntes, conformes com o indicado nos requisitos R023 e R024 do presente documento. Além disso, suportam quaisquer solicitações, sem deterioração ou envelhecimento significativos, decorrentes de correntes conducentes a uma temperatura no condutor de 250°C, durante 5s, mesmo quando a sua temperatura inicial for de 90°C	
	Os cabos não sofrem danos, quando manuseados, para a sua instalação, de acordo com as regras de instalação prescritas pelo seu fabricante	
Características de pelabilidade	O ecrã semicondutor interior deve poder ser removido do condutor sem que sejam deixados resíduos neste último	
	A isolação deve poder ser removida do condutor conjuntamente com os ecrãs semicondutores	
Processo tecnológico de fabrico	O ecrã semicondutor interior, a isolação e o ecrã semicondutor exterior são extrudidos em conjunto, numa operação de tripla extrusão simultânea	
	Os ecrãs semicondutores e a isolação são perfeitamente aderentes entre si	
	O processo de reticulação da isolação é feito por via seca	
	A isolação, depois de aplicada, forma um corpo compacto e homogéneo	
	A camada equipotencial exterior é aplicada por extrusão	

ANEXO G

QUADROS DE ENSAIOS

 Quadro G.1
 Ensaio de série individuais

Designação do ensaio	Normas de referência	Resultado obtido	Laboratório	Refª do Relatório de Ensaio	Página(s) do Relatório de Ensaio	Observações
Ensaio de descargas parciais	IEC 60840:2011 - 9.2					
Ensaio de tensão	IEC 60840:2011 - 9.3					
Ensaio elétrico sobre a bainha exterior	IEC 60840:2011 - 9.4					

 Quadro G.2
 Ensaio de série por amostra

Designação do ensaio	Normas de referência	Resultado obtido	Laboratório	Refª do Relatório de Ensaio	Página(s) do Relatório de Ensaio	Observações
Exame do condutor	IEC 60840:2011 - 10.4					
Medição da resistência elétrica do condutor e da blindagem	IEC 60840:2011 - 10.5					
Medição das espessuras dos ecrãs semicondutores, da isolamento e da bainha exterior	IEC 60840:2011 - 10.6					
Verificação das características da blindagem	DMA-C33-281 - 8.5					
Medição dos diâmetros	IEC 60840:2011 - 10.8					
Ensaio de alongamento a quente da isolamento	IEC 60840:2011 - 10.9					
Medição da capacidade entre o condutor e a blindagem	IEC 60840:2011 - 10.10					
Medição da massa volúmica da bainha exterior	IEC 60840:2011 - 10.11					
Ensaio de penetração de água	IEC 60840:2011 - 10.13					

- Continua -

- Continuação do quadro G2 -

Designação do ensaio	Normas de referência	Resultado obtido	Laboratório	Refª do Relatório de Ensaio	Página(s) do Relatório de Ensaio	Observações
Verificação das características da barreira de estanquidade transversal	IEC 60840:2011 - 10.14					
Verificação da marcação	HD 605 S2:2008 - 2.5.4					

Quadro G.3
Ensaio de tipo

Designação do ensaio	Normas de referência	Resultado obtido	Laboratório	Refª do Relatório de Ensaio	Página(s) do Relatório de Ensaio	Observações
Verificação da espessura da isolamento para os ensaios elétricos	IEC 60840:2011 - 12.4.1					
Ensaio elétrico sobre o cabo completo						
Ensaio de enrolamento seguido de ensaio de descargas parciais	IEC 60840:2011 - 12.4.3, 12.4.4					
Ensaio de medição da tan δ	IEC 60840:2011 - 12.4.5					
Ensaio de ciclos de aquecimento sob tensão, seguido de ensaio de descargas parciais	IEC 60840:2011 - 12.4.6, 12.4.4					
Ensaio ao choque atmosférico seguido de ensaio de tensão à frequência industrial	IEC 60840:2011 - 12.4.7					
Exame do cabo após a realização dos ensaios	IEC 60840:2011 - 12.4.8					
Ensaio de medição da resistividade dos ecrãs semicondutores	IEC 60840:2011 - 12.4.9					

- Continua -

- Continuação do quadro G3 -

Designação do ensaio	Normas de referência	Resultado obtido	Laboratório	Refª do Relatório de Ensaios	Página(s) do Relatório de Ensaios	Observações
Ensaios não elétricos sobre componentes de cabo e cabo completo						
Verificação da constituição do cabo	IEC 60840:2011 - 12.5.1					
Determinação das propriedades mecânicas da isolação antes e após envelhecimento	IEC 60840:2011 - 12.5.2					
Determinação das propriedades mecânicas da bainha exterior antes e após envelhecimento	IEC 60840:2011 - 12.5.3					
Ensaio de envelhecimento sobre troços de cabo completo, para verificação da compatibilidade dos materiais	IEC 60840:2011 - 12.5.4					
Ensaio de pressão a temperatura elevada da bainha exterior	IEC 60840:2011 - 12.5.6					
Ensaio de alongamento a quente da isolação do condutor	IEC 60840:2011 - 12.5.10					
Ensaio de Resistência aos UV	HD 605 S2 – 2.4.23 Requisitos - quadro 4C (tipo DMZ1) da norma HD 620 S2					
Ensaio de penetração de água	IEC 60840:2011 - 12.5.14					
Verificação das características da barreira de estanquidade transversal	IEC 60840:2011 - 12.5.15					
Ensaio de retração da isolação	IEC 60840:2011 - 12.5.16					
Ensaio de retração da bainha exterior	IEC 60840:2011 - 12.5.17					