

Cabo de aço revestido de cobre

ESA | DENG | NRM-040 | 2024

Especificação Técnica Unificada

ETU - 125.1

Versão 4.0 - Abril / 2024



Apresentação

Nesta Especificação Técnica apresenta as diretrizes necessárias para a padronização das características e requisitos mínimos exigidos, mecânicos e elétricos, para fornecimento de cabos de aço (CARC), revestido em cobre (RCU), sem isolamento (nu), para linhas e redes de distribuição, aérea e subterrânea, em classe de tensão até 145 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto foram consideradas as especificações e os padrões do material em referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), ou outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos das modificações baseadas nos resultados de desempenho destes materiais nas empresas do grupo Energisa.

As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 4.0, datada de Abril de 2024.

Cataguases - MG., Abril de 2024.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

Esta Especificação Técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





Equipe técnica de revisão da ETU-125.1 (versão 4.0)

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa

Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Guilherme Damiance Souza

Energisa Tocantins (ETO)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Jairo Kennedy Soares Perez

Energisa Paraíba (EPB)

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Rio (EMR)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Sumário

1	OBJETIVO.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	9
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	10
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	11
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	14
5.1	Fio	14
5.1.1	Fio revestido	14
5.1.2	Fio de aço-cobre.....	14
5.2	CABO.....	15
5.2.1	Cabo de aço-cobre	15
5.2.2	Cabo nu	15
5.2.3	Cabo revestido	15
5.3	CARRETEL	15
5.4	ESPULA	15
5.5	LANCE	15
5.6	QUANTIDADE EFETIVA	15
5.7	QUANTIDADE NOMINAL	16
5.8	RELAÇÃO DO PASSO DO ENCORDOAMENTO	16
5.9	SEÇÃO DE UM CABO.....	16
5.10	SENTIDO DE ENCORDOAMENTO	16
5.11	UNIDADE DE EXPEDIÇÃO	16
5.12	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	16
5.13	ENSAIOS DE TIPO	17
5.14	ENSAIOS ESPECIAIS	17
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	17
7	CONDIÇÕES GERAIS	17
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	17
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	18
7.3	COMPRIMENTO DOS LANCES	19
7.4	ACONDICIONAMENTO	19
7.5	MEIO AMBIENTE	22
7.6	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	23
7.7	GARANTIA	24

7.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	24
7.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	25
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	25
8.1	MATERIAL.....	26
8.1.1	Fios componentes	26
8.1.2	Revestimento de cobre	27
8.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	27
8.2.1	Emendas	27
8.2.2	Encordoamento	28
8.2.3	Seção transversal do cabo.....	28
8.2.4	Massa nominal.....	28
8.3	ACABAMENTO	28
8.4	DESIGNAÇÃO DOS CABOS.....	29
8.5	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	29
8.6	CARACTERÍSTICAS MECÂNICA.....	29
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	29
9.1	GENERALIDADES.....	29
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	33
9.2.1	Ensaio de tipo (T)	33
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	33
9.2.3	Ensaio especiais (E)	34
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	35
9.3.1	Inspeção visual.....	35
9.3.2	Verificação dimensional	35
9.3.2.1	Ensaio de verificação do diâmetro dos fios componentes	35
9.3.2.2	Ensaio de verificação do passo do condutor encordoado	35
9.3.2.3	Ensaio de verificação do diâmetro do cabo completo	36
9.3.2.4	Ensaio de verificação da seção transversal	36
9.3.2.5	Ensaio de verificação da medição da massa do condutor	36
9.3.3	Ensaio de ruptura do cabo completo	36
9.3.4	Ensaio de tensão-deformação	37
9.3.5	Ensaio de resistência à tração dos fios componentes	37
9.3.6	Ensaio de alongamento à ruptura do fio componentes	38
9.3.7	Ensaio de enrolamento (ductibilidade) do fio componente	38
9.3.8	Ensaio de torção do fio componente	38
9.3.9	Ensaio de verificação da espessura da camada de cobre do fio componente	38
9.3.10	Ensaio de resistividade elétrica do fio componente	39
9.3.11	Ensaio para determinação da composição química	39
9.3.11.1	Aço-carbono	39

9.3.11.2	Cobre	39
9.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS	39
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	41
10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	41
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	41
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	41
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	41
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	41
12	NOTAS COMPLEMENTARES	42
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	42
14	VIGÊNCIA	43
15	TABELAS.....	44
TABELA 1 - Características técnicas dos cabos de fios de aço revestidos de cobre 30 % IASC.....		44
TABELA 2 - Características técnicas dos cabos de fios de aço revestidos de cobre 40 % IASC.....		45
TABELA 3 - Características técnicas dos cabos de fios de aço revestidos de cobre 53 % IASC.....		46
TABELA 4 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento		47
TABELA 5 - Relação dos ensaios		48
16	DESENHOS	49
DESENHO 1 - Formação dos cabos		49
17	ANEXOS	50
ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas		50
ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções		52

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Cabos de Aço (CARC), revestidos de cobre (RCU), tipo nu, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas de aterramento para linhas e rede de distribuição, com classe de tensão até 145 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas em vigência nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta Especificação Técnica não se aplica a cabos de aço revestido de alumínio.

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete a áreas de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, combate a perdas, manutenção, linha viva e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 8121, Cabos de fios de aço-cobreado, nus, para fins elétricos - Especificação
- ASTM B228, Standard specification for concentric-lay-stranded copper-clad steel conductors

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os cabos de aço-cobreado nu devem satisfazer às exigências desta, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.

4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
- Decreto Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001

- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham "benzeno" em sua composição
- Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- Resolução Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia


4.2 Normas técnicas brasileiras

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5471, Cabos elétricos
- ABNT NBR 6236, Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Requisitos
- ABNT NBR 6810, Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos

- ABNT NBR 6815, Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos
- ABNT NBR 7007, Aço-carbono e aço microligado para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural - Requisitos
- ABNT NBR 7272, Cabos elétricos de alumínio - Ruptura e característica dimensional
- ABNT NBR 7273, Condutor elétrico de alumínio - Retirada e preparo de corpo-de-prova para ensaio de tipo
- ABNT NBR 7302, Cabos elétricos de alumínio - Tensão-Deformação em cabos de alumínio - Método de ensaio
- ABNT NBR 7310, Transporte, armazenamento e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
- ABNT NBR 8120, Fios de aço-cobreado, nus, para fins elétricos - Especificação
- ABNT NBR 11137, Carretel de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas
- ABNT NBR 15443, Fios, cabos e cabos elétricos - Verificação dimensional e de massa
- ABNT NBR ISO 3108, Cabos de aço - Método de ensaio - Determinação da carga de ruptura medida
- ABNT NBR ISO 6892-1, Materiais metálicos - Ensaio de Tração - Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente

4.3 Normas técnicas internacionais

- ASTM A6/A6M, Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling

- 
- ASTM B63, Standard test method for resistivity of metallically conducting resistance and contact materials
 - ASTM B152/B152M, Standard specification for copper sheet, strip, plate, and rolled bar
 - ASTM B229, Standard specification for concentric-lay-stranded copper and copper-clad steel composite conductors
 - ASTM B263/B263M, Standard test method for determination of cross-sectional area of stranded conductors
 - ASTM B910/B910M, Standard specification for annealed copper-clad steel wire
 - ASTM E478, Standard test methods for chemical analysis of copper alloys
 - IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
 - IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
 - IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
 - IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
 - IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
 - ISO 3108, Steel wire ropes - Test method - Determination of measured breaking force

- ISO 6892-1, Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test at room temperature

NOTAS:

- I. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção.
- II. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- III. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- IV. As siglas acima referem-se a:
 - ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
 - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
 - IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
 - INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
 - MS - Ministro da Saúde
 - MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
 - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR - Norma Brasileira

- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IACS - International Annealed Copper Standard
- IEC - International Electrotechnical Commission
- ISO - International Organization for Standardization

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

Para os efeitos deste documento aplicam-se os termos e definições das ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460, ABNT NBR 5471 e ABNT NBR 8121, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 Fio

Produto metálico maciço e flexível, de seção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal.

5.1.1 Fio revestido

Fio dotado de revestimento.

NOTA:

- V. Esta definição pode ser particularizada de acordo com o metal de revestimento: fio estanhado, fio cadmiado, fio cobreado, fio prateado, fio zincado etc.

5.1.2 Fio de aço-cobre

Fio constituído por um núcleo central de aço com capeamento de cobre.

5.2 Cabo

Conjunto de fios encordoados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.

5.2.1 Cabo de aço-cobre

Cabo formado por fios de aço com capeamento de cobre.

5.2.2 Cabo nu

Cabo sem isolação ou cobertura, constituído de fios nus.

5.2.3 Cabo revestido

Cabo sem isolação ou cobertura, constituído de fios revestidos.

5.3 Carretel

Sistema de suporte para fios, cordoalhas e cabos, constituído basicamente de discos laterais (flanges) e núcleo.

5.4 Espula

Carretel destinado a receber os fios componentes do cabo para o processo de encordoamento.

5.5 Lance

Parte do material constituído por uma unidade de expedição de comprimento contínuo.

5.6 Quantidade efetiva

Quantidade contida numa unidade de expedição, determinada por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada.

5.7 Quantidade nominal

Quantidade padrão de fabricação e/ou quantidade que conste na ordem de compra, para cada unidade de expedição.

5.8 Relação do passo do encordoamento

Relação entre o comprimento axial de uma volta completa da hélice, formada por um fio individual do condutor encordoado, e o diâmetro externo da hélice.

5.9 Seção de um cabo

Soma das áreas das seções transversais dos fios componentes.

5.10 Sentido de encordoamento

Sentido, para a direita (horário) ou para a esquerda (anti-horário), segundo o qual os fios, ao passarem pela parte superior da coroa externa do cabo, se afastam de um observador que olhe na direção do eixo do condutor.

5.11 Unidade de expedição

Unidade constituída por um rolo, uma bobina ou outra forma de acondicionamento acordada entre fabricante e comprador.

5.12 Ensaios de recebimento

O objetivo dos ensaios de recebimento é verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Estes ensaios devem ser executados sobre uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que foi submetido aos ensaios de rotina.

5.13 Ensaaios de tipo

O objetivo dos ensaios de tipo é verificar as principais características de um material que dependem de seu projeto.

Os ensaios de tipo devem ser executados somente uma vez para cada projeto e repetidos quando o material, o projeto ou o processo de fabricação do material for alterado ou quando solicitado pelo comprador.

5.14 Ensaaios especiais

O objetivo dos ensaios especiais é avaliar materiais com suspeita de defeitos, devendo ser executados quando da abertura de não-conformidade, sendo executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

O cadastro comercial, via Web Supply, é uma obrigatoriedade a todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é de obrigação do fornecedor.


A homologação técnica é conforme os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidos conforme pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores no link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Condições do serviço

Os cabos de aço-cobreado nu tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- 
- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
 - b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
 - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
 - c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
 - d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
 - e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
 - f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;
 - g) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
 - h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos cabos ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

7.2 Linguagens e unidades de medida

O sistema métrico de unidades deve ser usado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer outros documentos. Qualquer valor, que por conveniência, for mostrado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português. No caso de equipamentos

importados deve ser fornecida uma versão em português e outra no idioma de origem.

NOTA:

- VI. Os relatórios de ensaios técnicos, excepcionalmente, poderão ser aceitos em inglês ou espanhol.

7.3 Comprimento dos lances

Admite-se em cada unidade de expedição a incerteza máxima de $\pm 1,0$ % no comprimento indicado pelo fornecedor.


Quando não especificado na Ordem de Compra de Material (OCM) admite-se que:

- Em cada unidade de expedição o comprimento efetivo divirja do nominal em, no máximo, $\pm 5,0$ %;
- Até 5,0 % do total do contrato, em massa, pode ser entregue em lances não inferiores a 50 % do lance nominal;
- A quantidade total contratada pode sofrer uma variação de até 5,0 % em massa.

7.4 Acondicionamento

Os cabos de aço-cobreado nu devem ser acondicionados em carretéis de madeira, conforme ABNT NBR 11137, não retornáveis, com massa bruta não superior a 2.000 (dois mil) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) Os carretéis devem ser de madeira de boa qualidade, conforme ABNT NBR 6236, reforçadas, contendo suporte para apoio e marcação dos pontos e sentidos de içamento. Ser isentos de trincas, rachaduras ou qualquer outro tipo de defeito e não apresentar pontas ou cabeças de pregos ou parafusos que possam danificar o cabo e apropriadas para armazenamento ao tempo e



operações de carga e descarga e ao manuseio, de acordo com as normas da ABNT NBR 7310;

- b) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada, como intempéries, umidade, choques etc., e ao manuseio;
- c) O material em contato com o cabo não deverá:
- Aderir a ele;
 - Causar contaminação;
 - Provocar corrosão quando armazenado;
 - Reter umidade.
- d) E demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do link:


<https://www.energisa.com.br/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx>

NOTAS:

VII. A embalagem quando confeccionada em madeira, a mesma:

- Devem ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA;
- Não devem conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens.

VIII. O cabo deve ser bobinado sob tensão mecânica e ter as pontas presas na parte interna ou externa do carretel através de grampos de fixação instalados de forma a não danificar o cabo.




Cada carretel deve ser identificado, de forma legível e indelével, com placas de alumínio, aço inoxidável ou etiquetas de material polimérico com resistente às intempéries e UV, marcadas em alto ou baixo relevo, fixadas no lado externo, em ambos os discos laterais e contendo as seguintes informações:

- a) Nome ou logotipo da Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;
- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Tipo, dimensões e número de série do carretel;
- f) Identificação completa do cabo de aço (categoria, código internacional se aplicável, diâmetro (mm), área da seção transversal (mm²), número de fios etc.);
- g) Número e comprimento de lances na bobina, em metros;
- h) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- i) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- j) ABNT NBR 8120 / ASTM B228;
- k) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM);
- l) Seta para indicar o sentido de desenrolamento do cabo, marcada de forma indelével nos discos laterais, podendo essa marcação ser feita em relevo, em sulco ou à tinta.

NOTAS:

- IX. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;

- 
- X. O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à Energisa e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.

7.5 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos fios e cabos de aço revestidos em cobre nu, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos fios e cabos de aço revestidos em cobre nu, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam incidir sobre a Energisa, decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

A Energisa poderá verificar, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e dos subfornecedores.

Para orientar as ações da Energisa, quanto ao descarte apropriado dos carretéis vazios, o proponente deve apresentar, juntamente com a sua proposta, as seguintes informações:

- Tipo de madeira utilizada nos carretéis e respectivo tratamento preservativo empregado;

- Orientação quanto à forma mais adequada de disposição final dos cabos e dos carretéis vazios.

Não podem ser usados na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa:

- a) Amianto ou asbesto;
- b) Bifenilas Policloradas (PCB);
- c) Poluentes orgânicos persistentes (POPS), conforme Decreto Legislativo N.º 204, de 2004;
- d) Benzeno, conforme Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004.

As substâncias consideradas perigosas não poderão ser utilizadas em concentração acima da recomendada, conforme diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances) e WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas, devem se enquadrar aos padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

7.6 Expectativa de vida útil

Os cabos de aço-cobreado nu devem ter uma expectativa de vida útil mínima, de 28 (vinte e oito) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecidas, baseada nos seguintes termos e condições:

- Não se admitem falhas, no decorrer dos primeiros 25 (vinte e cinco) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 26º ano, admite-se 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 0,3 % de falhas no fim do período de vida útil.

NOTA:

- XI. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

7.7 Garantia

O período de garantia dos materiais deve obedecer ao disposto na Ordem de Compra de Materiais (OCM) contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os materiais apresentem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve entrar em vigor para todo o lote em questão.

Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

7.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos fios e cabos de aço revestidos em cobre nu, em obras particulares, para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

- a) Provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;
- b) Deverão ser novos, com período máximo de 24 (vinte e quatro) meses da data de fabricação, não se admitindo, em hipótese nenhuma, cabos usados e/ou recuperadas;
- c) Deverá acompanhar a (s) nota (s) fiscal (is), bem como, os relatórios de ensaios em fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento, previstos nesta especificação técnica.

NOTAS:

- XII. A critério da Energisa, os cabos de aço-cobreado nu poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos

resultados dos ensaios de acordo com os valores exigidos nesta Especificação Técnica;

- XIII. A relação dos fabricantes homologados de cabos de aço-cobreado nu pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7.9 Avaliação técnica do material

O fornecedor deve apresentar os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na Energisa, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

- a) Apresentar o quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1;
- b) Apresentar desenhos técnicos detalhados;
- c) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes.

Quando os cabos de aço-cobreado nu propostos apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, através do Anexo 2.

8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os cabos de aço-cobreado nu não devem conter engraxamento anticorrosivo.

Todos os cabos e fios de aço-cobreados contidos nesta especificação são do tipo de baixo carbono recozidos (LCA).

8.1 Material

8.1.1 Fios componentes

Os fios componentes devem ser constituídos em um núcleo de aço, com uma camada uniforme e contínua de cobre perfeitamente ligada ao núcleo, de seção circular, conforme ABNT NBR 8120 ou ASTM B910/B910M.

O fio de aço-cobreado deve apresentar:

- a) Ter teor de carbono entre 0,08 % e 0,13 % em peso;
- b) Após o encordoamento, devem apresentar limite de resistência à tração no mínimo igual a 95 % do valor especificado antes do encordoamento.
- c) O alongamento à ruptura em 250 mm pode apresentar uma queda de até 0,5 mm, em valor numérico, do valor especificado antes do encordoamento;
- d) Resistividade máxima elétrica a 20 °C de:
 - 30 % IACS: 58 $\Omega\text{mm}^2/\text{km}$;
 - 40 % IACS: 44 $\Omega\text{mm}^2/\text{km}$;
 - 53 % IACS: 44 $\Omega\text{mm}^2/\text{km}$.
- e) Massa específica não superior a:
 - 30 % IACS: 8,15 g/cm^3 ;
 - 40 % IACS: 8,24 g/cm^3 ;
 - 53 % IACS: 8,35 g/cm^3 .
- f) Coeficiente de dilatação linear de:
 - 30 % IACS: 18,40 $\times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$;
 - 40 % IACS: 19,00 $\times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$;

- 53 % IACS: $19,80 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

g) Módulo de elasticidade de:

- 30 % IACS: 183 GPa;
- 40 % IACS: 176 GPa;
- 53 % IACS: 166 GPa.

8.1.2 Revestimento de cobre

O cobre utilizado no revestimento do cabo de aço deve ser conforme ASTM B152/B152M.

A espessura da camada de cobre, em qualquer ponto, não pode ser inferior ao percentual do raio nominal do fio.

8.2 Características dimensionais

8.2.1 Emendas

São permitidas emendas nos fios de aço-cobreado, efetuadas por solda elétrica, com recobrimento de prata, desde que anteriores ao penúltimo passe de trefila.

O limite de resistência à tração do fio acabado, contendo a seção soldada, deve ser no mínimo 80 % do valor especificado.

São permitidas soldas nos fios acabados de aço revestidos de cobre que constituem o cabo, desde que:

- a) Seja feita uma proteção à solda (revestimento de prata);
- b) A resistência mecânica do cabo com fio soldado atenda às cargas mínimas indicadas nas Tabelas 1 a 3.

8.2.2 Encordoamento

A relação de encordoamento deverá ser:

- a) Cabo com 3 (três) fios: Entre 14 e 20 vezes o diâmetro externo nominal do cabo e encordoamento à esquerda.
- b) Cabos com 7 (sete) fios: Entre 10 e 16 vezes o diâmetro externo nominal do cabo. O sentido de encordoamento da coroa externa deve ser para a esquerda.
- c) Cabos com 19 (dezenove) fios: As coroas sucessivas devem ter sentidos de encordoamento opostos. O sentido de encordoamento da coroa externa deve ser para a esquerda.

8.2.3 Seção transversal do cabo

Os diâmetros dos fios de aço-cobreado devem obedecer às tolerâncias de:

- Até 2,50 mm: $\pm 1,0 \%$;
- Acima 2,51 mm: $\pm 1,5 \%$.


A seção transversal efetiva do cabos de aço-cobreado nu não deve apresentar variação superior a $\pm 2,0 \%$ em relação à seção nominal, conforme as Tabelas 1 a 3.

8.2.4 Massa nominal

As massas nominais dos cabos de aço-cobreado nu não deve apresentar variação superior a $\pm 2,0 \%$ em relação à massa nominal, conforme as Tabelas 1 a 3.

8.3 Acabamento

O fio de aço-cobreado deve apresentar camada de cobre contínua com espessura uniforme, superfície lisa, sem riscos, fissuras, escamas, rebarbas e imperfeições que comprometam o desempenho do produto.



A superfície de aço revestida de cobre não deverá apresentar fissuras, asperezas, escamas, estrias, rebarbas, inclusões, falhas de encordoamento, fio acavalado ou outros defeitos que comprometam o desempenho do produto.

8.4 Designação dos cabos

Os cabos de aço-cobreado nu devem ser designados pela seção nominal, número de fios, diâmetro nominal do fio (em milímetros com duas casas decimais), carga mínima à ruptura e condutividade mínima do fio (% IACS), conforme as Tabelas 1 a 3.

8.5 Características elétricas

Os cabos de aço-cobreado nu devem possuir valores máximos de resistência elétrica estão indicados nas Tabelas 1 a 3.


8.6 Características mecânica

A resistência mecânica calculada (RMC) do cabo completo deve ser tomada como a soma das contribuições de cada fios de aço revestidos de cobre e ser calculada em conformidade com o disposto na ABNT NBR 8120 e ABNT NBR 8121, e está apresentada nas Tabelas 1 a 3.


9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Generalidades


- a) Os materiais devem ser submetidos a inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:
- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
 - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.

- 
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
 - c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
 - d) O fornecedor deverá apresentar juntamente com o pedido de inspeção, a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
 - e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com validade máxima de 5 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.

Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. A decisão final, quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes, será tomada posteriormente pela Energisa, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.

- 
- f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
- Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

- 
- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinada por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa.

Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 9.4.

- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios ser feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;

- O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
- O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:

XIV. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa para tratar com os representantes da Energisa, no local de inspeção, em qualquer época.

9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 5.

9.2.1 Ensaios de tipo (T)


Os ensaios de tipo (T) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaio de ruptura do cabo completo, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de tensão-deformação, conforme item 9.3.4.

9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

São ensaios de recebimento (RE) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção visual, conforme item 9.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaio de resistência à tração dos fios componentes, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de alongamento à ruptura do fio componentes, conforme item 9.3.6;

- 
- e) Ensaio de enrolamento (ductibilidade) do fio componente, conforme item 9.3.7;
 - f) Ensaio de torção do fio componente, conforme item 9.3.8;
 - g) Ensaio de verificação da espessura da camada de cobre do fio componente, conforme item 9.3.9;
 - h) Ensaio de resistividade elétrica do fio componente, conforme item 9.3.10;
 - i) Ensaio para determinação da composição química, conforme item 9.3.11.

9.2.3 Ensaio especiais (E)

São ensaios especiais (E) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaio de ruptura do cabo completo, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de tensão-deformação, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de resistência à tração dos fios componentes, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de alongamento à ruptura do fio componentes, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de enrolamento (ductibilidade) do fio componente, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de torção do fio componente, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de verificação da espessura da camada de cobre do fio componente, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaio de resistividade elétrica do fio componente, conforme item 9.3.10;
- i) Ensaio para determinação da composição química, conforme item 9.3.11.

9.3 Descrição dos ensaios

9.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) Acabamento, conforme item 8.3;
- b) Acondicionamento e identificação dos carretéis, conforme item 7.4;
- c) Comprimento dos lances em cada carretel, conforme item 7.3;
- d) Formação dos cabos, conforme Tabelas 1 a 3;
- e) Presença de emendas, conforme item 8.2.1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

9.3.2 Verificação dimensional

9.3.2.1 Ensaio de verificação do diâmetro dos fios componentes

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de diâmetro estiverem fora dos estabelecidos nas Tabelas 1 a 3.

9.3.2.2 Ensaio de verificação do passo do condutor encordoado

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de relação de encordoamento diferente do estabelecido no item 8.2.2.

9.3.2.3 Ensaio de verificação do diâmetro do cabo completo

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de diâmetro estiverem fora dos estabelecidos nas Tabelas 1 a 3.

9.3.2.4 Ensaio de verificação da seção transversal

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de seção transversal efetiva superiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 a 3.

NOTA:

XV. A seção transversal poderá apresentar variação de até $\pm 2,0\%$ em relação à seção nominal.

9.3.2.5 Ensaio de verificação da medição da massa do condutor

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443 ou ASTM B263/B263M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da massa superiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 a 3.

NOTA:

XVI. A massa poderá apresentar variação de até $\pm 2,0\%$ em relação ao indicado pelo fabricante.

9.3.3 Ensaio de ruptura do cabo completo

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7272 ou ABNT NBR ISO 3108 ou ISO 3108, e estar em conformidade com a ABNT NBR 8121.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Valores medidos de carga de ruptura inferiores à 95 % da resistência mecânica calculada (RMC);
- Variação superior a 2,0 % no diâmetro sob carga de 30 % da resistência mecânica calculada (RMC), em relação ao diâmetro sob pré-carga;
- Ondulação superior a 0,6 milímetros sob carga de 50 % da resistência mecânica calculada (RMC).

NOTA:

XVII. Considera-se o cabo rompido quando qualquer um de seus fios romper.

9.3.4 Ensaio de tensão-deformação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7302 ou ABNT NBR ISO 6892-1 ou ISO 6892-1.

Este ensaio não tem requisito reprobatório. Os resultados devem ser mostrados em um gráfico e a elaboração do mesmo deve ser conforme estabelecido na ABNT NBR 7302 ou ABNT NBR ISO 6892-1 ou ISO 6892-1, devendo ser mostradas as curvas obtidas nos ensaios tensão-deformação do cabo completo.

9.3.5 Ensaio de resistência à tração dos fios componentes

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6810.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência a tração inferiores à:

- 30 % IACS: 306 MPa;
- 40 % IACS: 275 MPa;
- 53 % IACS: 255 MPa.

9.3.6 Ensaio de alongamento à ruptura do fio componentes

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6810.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento à ruptura inferiores à 1,5 %.

9.3.7 Ensaio de enrolamento (ductibilidade) do fio componente

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8120.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fratura ou trinca, quando observado a olho nu.

NOTA:

XVIII. Leves marcas superficiais não devem constituir causa de rejeição.

9.3.8 Ensaio de torção do fio componente

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8120.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de ruptura, mostrar separação entre o cobre e o aço.

9.3.9 Ensaio de verificação da espessura da camada de cobre do fio componente

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8120 ou ASTM B229.

Constitui falha se as amostras apresentarem valores medidos da espessura da camada inferiores à:

- 30 % IACS: 6,0 % do raio;
- 40 % IACS: 10 % do raio;

- 53 % IACS: 14 % do raio.

9.3.10 Ensaio de resistividade elétrica do fio componente

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6815 ou ASTM B63.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência elétrica superiores aos valores indicados no item 8.1.1.

9.3.11 Ensaio para determinação da composição química

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.3.11.1 Aço-carbono

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7007 ou ASTM A6/A6M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de classificação da composição química em desconformidade à ASTM B910/B910M.

9.3.11.2 Cobre


O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM E478.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade da composição química, conforme ASTM B152/B152M.

9.4 Relatórios dos ensaios

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- a) Nome do ensaio;

- 
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
 - c) Identificação do laboratório de ensaio;
 - d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;
 - e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);
 - f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
 - g) Identificação completa do material ensaiado;
 - h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);
 - i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
 - j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
 - k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
 - l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
 - m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
 - n) Condições ambientes do local dos ensaios;
 - o) Data de início e de término de cada ensaio;
 - p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

Os materiais somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

10.1 Ensaios de tipo e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especiais deve seguir as orientações da ABNT NBR 7273 e demais normas indicadas.

Quando não indicada, deverá ser executado em 3 (três) amostras.

10.2 Ensaios de recebimento

A quantidade de amostra a ser submetida a cada um dos ensaios de recebimento é conforme Tabela 4, deve ser retirada, aleatoriamente, de um lote.

De cada carretel devem ser retirados corpos-de-prova do cabo completo, em número e tamanho adequados à execução de todos os ensaios previstos, desprezando-se o primeiro metro de cada extremidade.

Se um corpo de prova for reprovado em qualquer ensaio, este deverá ser repetido em 2 (dois) outros corpos de prova da mesma amostra.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

11.1 Ensaios de tipo e especiais

Os ensaios de tipo e especiais serão aceitos se todos os resultados forem satisfatórios.

Se ocorrer uma falha em um dos ensaios o fabricante pode apresentar nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra apresentar algum resultado insatisfatório, os materiais não serão aceitos.

11.2 Ensaios de recebimento

Os critérios para a aceitação ou a rejeição nos ensaios complementares de recebimento são:

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;

- b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, no mesmo número de amostras, conforme Tabela 4;
- c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

12 NOTAS COMPLEMENTARES

A presente Especificação Técnica não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Especificação Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Em caso de divergência, esta Especificação Técnica prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Especificação Técnica serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

normas.tecnicas@energisa.com.br

13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/12/2018	1.0	<ul style="list-style-type: none">• Esta 1ª edição cancela e substitui a Norma de Distribuição Unificada (NDU) 010, Classe 12, Desenhos 01 e 02, a qual foi tecnicamente revisada.

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
09/04/2020	2.0	<ul style="list-style-type: none"> Mudança na nomenclatura para ETU-125.1, conforme alinhamento com a área de suprimento; Inclusão dos cabos 10, 95 e 120 mm².
01/01/2021	3.0	<ul style="list-style-type: none"> Inclusão do fio com IACS 40 %; Inclusão dos cabos com IACS 30 % e 40 %; Inclusão do Anexo 1.
01/03/2023	3.1	<ul style="list-style-type: none"> Inclusão da Errata 1; Inclusão do item 6 e 7,9; e Anexo 2;
01/04/2024	4.0	<ul style="list-style-type: none"> Revisão geral.

14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/08/2024 e revoga as documentações anteriores do grupo Energisa.

15 TABELAS

TABELA 1 - Características técnicas dos cabos de fios de aço revestidos de cobre 30 % IASC



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Seção nominal	Seção efetiva	Tipo / Condutividade	Formação		Diâmetro externo	Carga de ruptura	Peso líquido nominal	Resistência elétrica
				N.º fios	Diâmetro fios				
	(mm ²)	(%IACS)	(mm)		(mm)	(daN)	(kg/km)	(Ω/km)	
92022	10	10,0	LCA / 30	3	2,06	4,43	300	81	5,713
92023	16	15,9			2,59	5,58	470	128	3,614
92024	25	23,3		7	2,06	6,15	660	188	2,462
92025	35	37,2			2,59	7,77	1.040	300	1,543
92026	50	47,0			2,91	8,73	1.320	379	1,222

TABELA 2 - Características técnicas dos cabos de fios de aço revestidos de cobre 40 % IASC



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Seção nominal	Seção efetiva	Tipo / Condutividade	Formação		Diâmetro externo	Carga de ruptura	Peso líquido nominal	Resistência elétrica
				N.º fios	Diâmetro fios				
	(mm ²)	(%IACS)	(mm)	(mm)	(daN)	(kg/km)	(Ω/km)		
691693	25	21,2	LCA / 40	1	5,19	5,19	592	173	2,037
691699	70	74,7		7	3,67	11,01	1.856	612	0,576
691700	95	101,1		19	2,59	12,95	2.645	828	0,425
691701	120	127,6		19	2,91	14,55	3.559	1.045	0,337

TABELA 3 - Características técnicas dos cabos de fios de aço revestidos de cobre 53 % IASC



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Seção nominal	Seção efetiva	Tipo / Condutividade	Formação		Diâmetro externo	Carga de ruptura	Peso líquido nominal	Resistência elétrica
				N.º fios	Diâmetro fios				
	(mm ²)		(%IACS)		(mm)	(mm)	(daN)	(kg/km)	(Ω/km)
91190	10	10,0	LCA / 53	3	2,06	4,43	260	84	3,217
90836	16	15,9			2,59	5,58	410	133	2,049
90257	25	23,3		7	2,06	6,15	570	195	1,396
90835	35	37,2			2,59	7,77	910	311	0,874
91041	50	47,0			2,91	8,73	1.150	392	0,693
91042	70	74,7			3,67	11,01	1.830	624	0,436
91191	95	101,1		19	2,59	12,95	2.110	844	0,322
91192	120	127,6			2,91	14,55	2.680	1.065	0,255

TABELA 4 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote (n.º de carretel)	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 4,0 %			
	Amostra		Ac	Re
	Sequência	Tamanho		
até 25	-	3	0	1
26 a 90	1ª	8	0	2
	2ª		1	2
91 a 150	1ª	13	0	3
	2ª		3	4
151 a 280	1ª	20	1	4
	2ª		4	5
281 a 500	1ª	32	1	5
	2ª		6	7

Legenda:

Seq. - Sequência de ensaios das amostras;

Tam. - Tamanho das amostras;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 5 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos Ensaios	Tipo de ensaio
9.3.1	Inspeção visual	RE
9.3.2	Verificação dimensional	RE
9.3.3	Ensaio de ruptura do cabo completo	T / E
9.3.4	Ensaio de tensão-deformação	T / E
9.3.5	Ensaio de resistência à tração dos fios componentes	RE / E
9.3.6	Ensaio de alongamento à ruptura do fio componentes	RE / E
9.3.7	Ensaio de enrolamento (ductibilidade) do fio componente	RE / E
9.3.8	Ensaio de torção do fio componente	RE / E
9.3.9	Ensaio de verificação da espessura da camada de cobre do fio componente	RE / E
9.3.10	Ensaio de resistividade elétrica do fio componente	RE / E
9.3.11	Ensaio para determinação da composição química	RE / E

Legenda:

T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

16 DESENHOS

DESENHO 1 - Formação dos cabos



1 Fio de aço carbono.

1A Cabo de aço constituído de fios de aço carbono.

17 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

CABOS DE AÇO REVESTIDO DE COBRE

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidades
1	Tipo / Modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Material:	
3.1	a) Aço:	
3.2	b) Cobre:	
4	Dimensional:	
4.1	a) Número de fios do condutor:	
4.2	b) Diâmetro do fio:	mm
4.3	c) Seção nominal do fio:	mm ²
4.4	d) Diâmetro do condutor:	mm
4.5	e) Seção do condutor:	mm ²
4.6	f) Condutividade	%IACS
5	Massa da camada de cobre	g/m ²
6	Tipo de carretel:	
7	Número de lances x comprimento em m, no carretel	
8	Capacidades mecânicas:	
8.1	a) Resistência do fio a 20 °C	Ω/m
8.2	b) Coeficiente de dilatação linear	°C ⁻¹
8.3	c) Módulo de elasticidade	GPa

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

Item	Descrição	Características / Unidades
8.4	d) Limite de resistência à tração	daN
8.5	e) Carga de ruptura do cabo	kN
9	Massa específica a 20 °C	g/cm ³
10	Relação do passo do encordoamento	
11	Sentido do encordoamento	
12	Massa total	
12.1	a) Individual:	kg
12.2	b) Embalagem:	kg

NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;
- II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;
- III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;
- IV. Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta;
- V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.

