

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
ISO
2408

Primeira edição
14.01.2008

Válida a partir de
14.02.2008

Versão corrigida 2
09.06.2009

Cabos de aço para uso geral — Requisitos mínimos

Steel wire ropes for general purposes – Minimum requirements

Palavra-chave: Cabo de aço.
Descriptor: Wire ropes.

ICS 77.140.65

ISBN 978-85-07-00821-7



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR ISO 2408:2008
35 páginas

©ABNT 2008



© ABNT 2008

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito pela ABNT.

Sede da ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 2220-1762

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Impresso no Brasil

Sumário

Página

Prefácio Nacional.....	iiv
Introdução	v
1 Escopo.....	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	2
4 Requisitos	2
4.1 Material	2
4.2 Fabricação de cabos de aço.....	3
4.3 Designação e classificação	4
4.4 Dimensões.....	4
4.5 Carga de ruptura.....	6
5 Verificação de requisitos e métodos de ensaio	7
5.1 Materiais	7
5.2 Fabricação de cabos de aço.....	7
5.3 Ensaio para medição do diâmetro do cabo de aço.....	7
5.4 Ensaio de carga de ruptura no cabo de aço	7
6 Informações para uso	9
6.2 Embalagem e marcação.....	10
Anexo A (normativo) Propriedades dimensionais e mecânicas de arames redondos (antes da fabricação dos cabos de aço)	11
Anexo B (normativo) Critérios de amostragem e aceitação para ensaios de tipo de cabos de aço produzidos em série.....	14
Anexo C (normativo) Tabelas de cargas de ruptura mínimas para as classes, diâmetros e categorias de resistência mais comuns de cabos de aço.....	15
Anexo D (normativo) Cálculo da carga de ruptura mínima para cabos de aço nas Tabelas do Anexo C.....	30
Anexo E (informativo) Ensaio em arames retirados do cabo de aço.....	31
Anexo F (normativo) Comparação entre os diâmetros de cabos de aço em medidas métricas e imperiais ..	33
Anexo G (normativo) Equivalências de categorias de cabos de aço	34
Bibliografia	35

Prefácio Nacional

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras das Diretivas ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR ISO 2408 foi elaborada pela Comissão de Estudo Mista de Cabos de Aço (ABNT/CEM-00:002.01), com a participação do Comitê Brasileiro de Siderurgia (ABNT/CB-28) e do Comitê Brasileiro de Materiais, Equipamentos e Estruturas *Offshore* para a Indústria do Petróleo e Gás Natural (ABNT/CB-50). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 12, de 21.11.2007 a 20.12.2007, com o número de Projeto 00:002.01-001.

Esta Norma é uma adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação, à ISO 2408:2004, que foi elaborada pelo Comitê Técnico *Steel wire ropes* (ISO/TC 105), conforme ISO/IEC Guide 21-1:2005.

Esta Norma cancela e substitui a ABNT NBR 6327:2004.

Esta versão corrigida 2 da ABNT NBR ISO 2408:2008 incorpora a Errata 1 de 14.07.2008 e a Errata 2 de 09.06.2009.

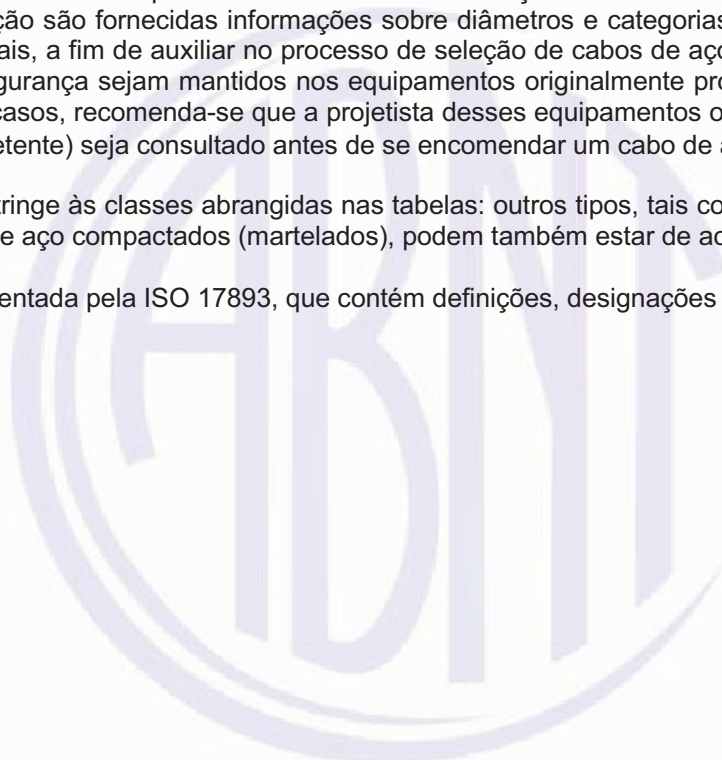
Introdução

Esta Norma foi desenvolvida originariamente pela ISO em resposta a uma demanda mundial por uma especificação fornecendo os requisitos mínimos para cabos de aço para uso geral.

Como nas edições anteriores da ISO 2408, a edição atual especifica diâmetros e categorias de resistências de cabos de aço em medidas métricas para as classes de cabos de aço mais comuns. Além disso, e para efeitos de comparação, nesta edição são fornecidas informações sobre diâmetros e categorias de resistências de cabos de aço em medidas imperiais, a fim de auxiliar no processo de seleção de cabos de aço e ajudar a assegurar que os níveis existentes de segurança sejam mantidos nos equipamentos originalmente projetados para operar com tais cabos de aço. Nesses casos, recomenda-se que a projetista desses equipamentos ou o fabricante do cabo de aço (ou outra pessoa competente) seja consultado antes de se encomendar um cabo de aço substituto.

Esta Norma não se restringe às classes abrangidas nas tabelas: outros tipos, tais como cabos de aço com pernas compactadas e cabos de aço compactados (martelados), podem também estar de acordo com esta Norma.

Esta Norma é complementada pela ISO 17893, que contém definições, designações e classificações.





Cabos de aço para uso geral — Requisitos mínimos

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos mínimos para a fabricação e ensaios de cabos de aço para uso geral, incluindo operações com equipamentos de elevação de carga, tais como guindastes e guinchos. Também são abrangidos cabos de aço para laços e apresentadas tabelas fornecendo as cargas de ruptura mínimas para os diâmetros, categorias de resistência e construções mais comuns de cabos de aço. Esta Norma se aplica a cabos de aço de camada simples, resistente à rotação e com pernas fechadas em paralelo feitos de arames sem acabamento (polidos), galvanizados e revestidos com liga de zinco em cabos de aço com diâmetros de até 60 mm, fornecidos a granel. Ela não se aplica a cabos de aço para

- mineração,
- comandos de aeronaves,
- indústrias de petróleo e gás natural,
- teleféricos e funiculares,
- elevadores de passageiros, ou
- pesca.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR ISO 3108, *Cabos de aço para uso geral – Determinação da carga de ruptura real*

ABNT NBR ISO 6892, *Materiais metálicos – Ensaio de tração à temperatura ambiente*

ISO 2232:1990, *Round drawn wire for general purpose non-alloy steel wire ropes and for large diameter steel wire ropes – Specifications*

ISO 4345, *Steel wire ropes – Fibre main cores – Specification*

ISO 4346, *Steel wire ropes for general purposes – Lubricants – Basic requirements*

ISO 7800, *Metallic materials – Wire – Simple torsion test*

ISO 10425: 2003, *Steel wire ropes for the petroleum and natural gas industries – Minimum requirements and terms of acceptance.*

ISO 17893, *Steel wire ropes – Vocabulary, designations and classifications*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ISO 17893.

4 Requisitos

4.1 Material

4.1.1 Arame

Antes da fabricação do cabo de aço, os arames devem atender aos requisitos especificados no Anexo A relativos ao diâmetro, torção e, onde aplicável, revestimento.

NOTA 1 O Anexo A baseia-se na ISO 2232, mas com uma maior faixa de diâmetros e de categorias de resistência à tração de arames.

NOTA 2 Para um determinado diâmetro e categoria de resistência à tração de arame, as propriedades de torção dos arames em A.2 da ISO 10425:2003 atendem ou excedem os valores apresentados no Anexo A desta Norma.

Para os cabos de aço em que uma categoria de resistência é aplicável, as categorias de resistência à tração dos arames estão sujeitas aos limites estabelecidos na Tabela 1.

Tabela 1 — Categorias de resistência à tração de arames (excluindo-se arames centrais e de enchimento) para as seguintes categorias de resistência de cabos de aço

Categoria de resistência de cabos de aço	Faixa de categorias de resistência à tração de arames N/mm ²
1 570	1 370 a 1 770
1 770	1 570 a 1 960
1 960	1 770 a 2 160
2 160	1 960 a 2 160

NOTA 3 Os valores de carga de ruptura mínima dos cabos de aço nas categorias 1 570, 1 770, 1 960 e 2 160, conforme definido nas Tabelas C.1 a C.14, são calculados com base na categoria de resistência dos cabos de aço e não nas categorias individuais de resistência à tração dos arames.

Todos os arames com o mesmo diâmetro nominal na mesma camada de arame devem pertencer à mesma categoria de resistência à tração.

Os métodos de ensaio devem ser conforme a ISO 2232.

4.1.2 Alma

As almas de cabos de aço de camada simples devem ser normalmente de aço ou fibra, embora outras como as do tipo composto (por exemplo, aço com fibra ou aço com polímero) ou de polímeros sólidos também possam ser fornecidas.

Recomenda-se que o comprador especifique quaisquer requisitos específicos quanto ao tipo de alma.

As almas de fibras para cabos de aço de camada simples devem atender à ISO 4345 e, para cabos de aço de diâmetro igual ou superior a 8 mm, elas devem ser duplamente fechadas (isto é, com fio formando a perna e com perna formando a alma).

As almas de fibra natural devem ser tratadas com um composto impregnante para inibir o apodrecimento e decomposição.

As almas de aço devem ser constituídas de um cabo de aço independente (AACI) ou de uma perna composta de arames (AA).

As almas de aço para cabos de aço de camada simples com diâmetro maior que 12 mm devem ser um cabo de aço independente (AACI), a menos que especificado em contrário.

4.1.3 Lubrificante

Os lubrificantes devem atender à ISO 4346.

4.2 Fabricação de cabos de aço

4.2.1 Generalidades

Todos os arames em uma perna devem ter o mesmo sentido de torção.

A alma, com a exceção de cabos de aço compactados (martelados), deve ser projetada (aço) ou selecionada (fibra) de maneira que em um cabo de aço novo sob tensão, na máquina de fechamento, haja uma folga entre as pernas externas.

O cabo de aço pronto deve estar torcido de maneira uniforme e livre de arames frouxos, pernas distorcidas e outras irregularidades.

Quando desenrolado e sob nenhuma carga, o cabo de aço não deve apresentar ondulações.

As pontas de cabos de aço sem acessórios devem, quando necessário, ser amarradas de maneira a manter a integridade do cabo de aço e impedir que ele se abra.

4.2.2 Emendas de arames

Os arames com diâmetro acima de 0,4 mm devem, onde necessário, ter suas extremidades unidas por meio de brasagem ou soldagem.

Arames com diâmetro de até 0,4 mm (inclusive) devem, onde necessário, ser unidos por meio de brasagem, soldagem, torção ou simplesmente através da inserção das extremidades na formação da perna.

Se a emenda for executada através de torção durante a fabricação do cabo de aço, quaisquer pontas de arames torcidos salientes devem ser removidas do cabo de aço acabado.

4.2.3 Lubrificação

A quantidade de lubrificação e o tipo de lubrificante devem ser adequados à aplicação do cabo de aço.

Recomenda-se que o comprador especifique a aplicação do cabo de aço ou quaisquer requisitos de lubrificação específicos.

4.2.4 Pré-formação e pós-formação

Os cabos de aço devem ser pré-formados e/ou pós-formados, exceto quando especificado em contrário pelo comprador.

NOTA Alguns cabos de aço fechados em paralelo e resistentes à rotação podem ser não pré-formados ou ser apenas parcialmente pré-formados.

4.2.5 Construção

A construção do cabo de aço deve ser uma daquelas abrangidas pelas seguintes classes ou uma construção, incluindo cabos de aço compactados (martelados), estabelecida pelo fabricante:

6 x 7, 6 x 24AF, 6 x 37M, 6 x 19, 6 x 36, 8 x 19, 8 x 36, 6 x 25TS, 18 x 7, 34(M) x 7 e 35(W) x 7.

Onde apenas a classe do cabo de aço é especificada pelo comprador, a construção fornecida deve ser definida pelo fabricante.

O comprador deve especificar a construção ou classe do cabo de aço.

4.2.6 Categoria de resistência

As categorias de resistência para as classes mais comuns de cabos de aço devem ser conforme estabelecido nas Tabelas C.1 a C.14.

Cabos de aço com categoria de resistência intermediária, incluindo aqueles constantes na ISO 10425, podem ser fornecidos mediante acordo entre o comprador e o fabricante, desde que todos os outros requisitos sejam atendidos.

NOTA Nem todos os cabos de aço terão necessariamente uma categoria de resistência.

4.2.7 Acabamento de arames

O acabamento dos arames deve ser sem revestimento (polido), galvanizado de qualidade B ou galvanizado de qualidade A.

Para cabos de aço de acabamento polido, a substituição de arames polidos por arames galvanizados deve limitar-se aos arames internos, arames centrais, arames de enchimento e arames da alma.

Para cabos de aço de arames galvanizados, todos os arames devem ser galvanizados, inclusive aqueles pertencentes a qualquer alma de aço.

Quando for especificado revestimento de zinco, pode-se incluir também a liga de zinco Zn95/Al5.

4.2.8 Sentido e tipo de torção

O sentido e o tipo de torção do cabo de aço devem ser um dos seguintes;

- a) torção regular à direita (sZ)¹⁾
- b) torção regular à esquerda (zS)²⁾;
- c) torção *lang* à direita (zZ)³⁾;
- d) torção *lang* à esquerda (sS)⁴⁾.

Recomenda-se que o sentido e o tipo de torção do cabo de aço sejam especificados pelo comprador.

4.3 Designação e classificação

A designação e a classificação do cabo de aço devem estar em conformidade com os requisitos da ISO 17893.

4.4 Dimensões

4.4.1 Diâmetro

4.4.1.1 Generalidades

O diâmetro nominal deve ser a dimensão pela qual o cabo de aço é designado.

¹⁾ Também conhecida como TRD.

²⁾ Também conhecida como TRE.

³⁾ Também conhecida como TLD.

⁴⁾ Também conhecida como TLE.

4.4.1.2 Tolerância

Quando medido conforme 5.3, o diâmetro deve estar dentro das tolerâncias definidas na Tabela 2.

Tabela 2 — Tolerância no diâmetro do cabo de aço

Diâmetro nominal do cabo de aço d mm	Tolerância como percentual do diâmetro nominal	
	Cabos de aço com pernas constituídas exclusivamente de arames ou que incorporam almas de polímero sólido	Cabos de aço com pernas que incorporam almas de fibra ^a
$2 \leq d < 4$	$\begin{smallmatrix} +8 \\ 0 \end{smallmatrix}$	--
$4 \leq d < 6$	$\begin{smallmatrix} +7 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +9 \\ 0 \end{smallmatrix}$
$6 \leq d < 8$	$\begin{smallmatrix} +6 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +8 \\ 0 \end{smallmatrix}$
≥ 8	$\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +7 \\ 0 \end{smallmatrix}$

^a Por exemplo, 6 x 24AF.

4.4.1.3 Diferença entre as medições de diâmetro

A diferença entre quaisquer duas das quatro medições feitas de acordo com 5.3 e expressa como um percentual do diâmetro nominal do cabo de aço não deve exceder os valores contidos na Tabela 3.

Tabela 3 — Diferenças permissíveis entre quaisquer duas medições de diâmetro

Diâmetro nominal do cabo de aço d mm	Tolerância como percentual do diâmetro nominal	
	Cabos de aço com pernas constituídas exclusivamente de arame ou que incorporam almas de polímero sólido	Cabos de aço com pernas que incorporam almas de fibra ^a
$2 \leq d < 4$	7	--
$4 \leq d < 6$	6	8
$6 \leq d < 8$	5	7
≥ 8	4	6

^a Por exemplo, 6 x 24AF.

4.4.2 Comprimento do passo

Para cabo de aço de camada simples da classe 6 x 7, o comprimento do passo do cabo de aço não deve exceder 8 vezes o diâmetro do cabo de aço (d).

Para outros cabos de aço de camada simples com pernas redondas (exceto aqueles com três ou quatro pernas), cabos de aço fechados com torção em paralelo e cabos de aço resistentes à rotação com pernas redondas ou pernas perfiladas, o comprimento do passo do cabo de aço não deve exceder 7,25 vezes o diâmetro do cabo de aço (d).

Para cabos de aço de camada simples com pernas perfiladas, por exemplo, triangulares, o comprimento do passo do cabo de aço não deve exceder 10 vezes o diâmetro do cabo de aço (d).

4.4.3 Comprimento do cabo de aço

O comprimento do cabo de aço fornecido, sem nenhuma carga, deve ser equivalente ao comprimento especificado, sujeito às seguintes tolerâncias:

- ≤ 400 m: $^{+5}_{0}$ %;
- > 400 m e ≤ 1000 m: $^{+20}_{0}$ m; e
- $> 1\,000$ m: $^{+2}_{0}$ %.

4.5 Carga de ruptura

4.5.1 Generalidades

A carga de ruptura mínima, F_{min} , para um determinado diâmetro e construção de cabo de aço, deve ser

- a) conforme indicado nas Tabelas C.1 a C.14, ou

- b) conforme declarado pelo fabricante.

Para os cabos de aço cobertos pelas Tabelas C.1 a C.14, deve-se calcular a carga de ruptura mínima dos diâmetros intermediários usando-se a fórmula estabelecida no Anexo D com os respectivos fatores de carga de ruptura mínima indicados na Tabela D.1.

Quando o cabo de aço é ensaiado de acordo com 5.4.1, a carga de ruptura medida, F_m , deve ser maior ou igual à carga de ruptura mínima F_{min} .

Os requisitos do ensaio de carga de ruptura devem estar de acordo com a Tabela 4.

NOTA Os requisitos para ensaio de carga de ruptura levam em consideração: a) o diâmetro do cabo de aço; b) se os cabos de aço são produzidos em série ou não, isto é, produzidos repetitivamente; c) se o fator de carga de ruptura mínima é consistente em toda uma determinada faixa de diâmetros; e d) se o fabricante está ou não operando com um sistema de qualidade em conformidade com a ABNT NBR ISO 9001:2000 certificado por um organismo de certificação de terceira parte devidamente acreditado.

4.5.2 Cabos de aço produzidos em série – Fabricante operando com um sistema de qualidade em conformidade com a ABNT NBR ISO 9001:2000 certificado por um organismo de certificação de terceira parte devidamente acreditado

O fabricante deve ser capaz de fornecer os resultados dos ensaios de tipo de acordo com os critérios de amostragem e aceitação no Anexo B.

O ensaio de tipo deve ser repetido em qualquer cabo de aço cujo projeto tenha sido modificado de alguma forma, resultando numa carga de ruptura modificada (por exemplo, aumentada). Se o mesmo projeto, excluindo-se as categorias de resistência à tração do arame, for usado para cabos de aço de uma categoria inferior ou carga de ruptura menor, ou ambos, em relação àquele que tiver atendido os requisitos do ensaio de tipo com resultados satisfatórios, não deve ser necessário repetir os ensaios nesses cabos de aço, desde que a carga de ruptura seja calculada com a mesma perda por encabramento.

Lances subsequentes de cabos de aço produzidos em série devem ser considerados em conformidade com os requisitos de carga de ruptura quando o fabricante concluir com resultados satisfatórios:

- a) os ensaios de tipo adequados (ver Anexo B), e
- b) um ensaio de carga de ruptura periódico de acordo com o Método 1 (ver 5.4.1) ou um dos métodos alternativos, conhecidos como Métodos 2 e 3 (ver 5.4.2 e 5.4.3),

em uma amostra obtida a cada 20 lances de produção.

Tabela 4 — Requisitos para ensaio de carga de ruptura

Fator de carga de ruptura mínima	Fabricante operando com um sistema de qualidade de acordo com a ABNT NBR ISO 9001:2000, certificado por um organismo de certificação de terceira parte devidamente acreditado	Fabricante NÃO operando com um sistema de qualidade de acordo com a ABNT NBR ISO 9001:2000, certificado por um organismo de certificação de terceira parte devidamente acreditado
Mesmo fator para todo um subgrupo de diâmetros de cabo de aço	Ensaio de carga de ruptura de acordo com 5.4.1 (Método 1) em uma amostra obtida a cada lance de produção; ou se o cabo de aço for produzido em série, Ensaio de tipo de acordo com o regime de amostragem e critérios de aceitação em B.1 mais o ensaio de carga de ruptura periódico de acordo com 5.4.1 (Método 1), 5.4.2 (Método 2) ou 5.4.3 (Método 3) em uma amostra a cada 20 lances de produção em relação ao subgrupo de diâmetros.	Ensaio de carga de ruptura de acordo com 5.4.1 (Método 1) em uma amostra a cada lance de produção.
Fator distinto para todo um subgrupo de diâmetros de cabo de aço	Ensaio de carga de ruptura de acordo com 5.4.1 (Método 1) em uma amostra a cada lance de produção; ou se o cabo de aço for produzido em série, Ensaio de tipo de acordo com o regime de amostragem e critérios de aceitação do Anexo B.2 mais ensaio periódico de acordo com 5.4.1 (Método 1), 5.4.2 (Método 2) ou 5.4.3 (Método 3) em uma amostra a cada 20 lances de produção de um determinado diâmetro e construção de cabo de aço.	Ensaio de carga de ruptura de acordo com 5.4.1 (Método 1) em uma amostra a cada lance de produção
<p>NOTA O ensaio de tipo de carga de ruptura demonstra que um cabo de aço produzido em série e certificado pelo fabricante como em conformidade com esta Norma possui a carga de ruptura mínima mencionada pelo fabricante. O objetivo destes ensaios é comprovar o projeto, material e método de fabricação.</p>		

5 Verificação de requisitos e métodos de ensaio

5.1 Materiais

A conformidade com os requisitos para arame, alma e lubrificante deve ser confirmada através de uma verificação visual dos documentos de inspeção fornecidos com o arame, alma e lubrificante, respectivamente.

5.2 Fabricação de cabos de aço

A conformidade com os requisitos para emendas de arames e pré-formação deve ser confirmada através de verificação visual.

5.3 Ensaio para medição do diâmetro do cabo de aço

As medições de diâmetro devem ser feitas em uma parte reta do cabo de aço, sem tração ou sob uma tração inferior a 5 % da carga de ruptura mínima, em duas posições com um espaçamento mínimo de 1 m. Em cada posição, devem ser efetuadas duas medições, com defasagem de 90 °, do diâmetro do círculo circunscrito. O equipamento de medição deve estender-se sobre pelo menos duas pernas adjacentes.

A média destas quatro medições deve ser o diâmetro medido.

5.4 Ensaio de carga de ruptura no cabo de aço

5.4.1 Método 1 – Carga de ruptura medida, F_m

O método de ensaio e os critérios de aceitação devem ser conforme a ABNT NBR ISO 3108, com as seguintes exceções:

- o corpo-de-prova selecionado deve ter suas extremidades amarradas para garantir que o cabo de aço não abra;

- b) o comprimento livre mínimo, excluindo quaisquer terminais de cabo de aço, deve ser de 600 mm ou 30 vezes o diâmetro nominal do cabo de aço, o que for maior;
- c) após a aplicação de 80 % da carga de ruptura mínima, a carga deve ser aumentada a uma taxa não superior a 0,5 % da carga de ruptura mínima por segundo;
- d) o ensaio pode ser concluído sem a ruptura do cabo de aço quando a carga de ruptura mínima for alcançada ou excedida;
- e) o ensaio pode ser desconsiderado quando a ruptura do cabo de aço ocorrer dentro de uma distância equivalente a seis diâmetros do cabo de aço a partir da base da garra ou terminal e a carga de ruptura mínima não tiver sido atingida;
- f) quando o valor da carga de ruptura mínima não é atingido, três ensaios adicionais podem ser realizados, sendo que um deles deve atingir ou exceder o valor da carga de ruptura mínima.

5.4.2 Método 2 – Carga de ruptura calculada (pós-encablamento)

As cargas de ruptura medidas de todos os arames individuais devem ser somadas depois que eles forem removidos do cabo de aço, e o valor deve ser multiplicado por uma das opções a seguir:

- a) fator de perda por encablamento obtido a partir do Anexo D, ou
- b) fator parcial de perda por encablamento obtido a partir dos resultados do ensaio de tipo.

O fator parcial de perda por encablamento usado no cálculo deve ser o menor dos três valores obtidos com o ensaio de tipo.

No caso de cabos de aço com pernas triangulares, o centro triangular da perna pode ser considerado um arame individual.

Os arames devem ser ensaiados de acordo com o ensaio de resistência à tração de arames especificado na ABNT NBR ISO 6892.

NOTA O resultado desse ensaio é conhecido como a “carga de ruptura calculada (pós-encablamento)”.

Quando este método (ou seja, Método 2) é usado para o ensaio periódico (ver Tabela 4) e o valor da carga de ruptura calculada (pós-encablamento) é menor que o valor desejado de carga de ruptura mínima, deve-se executar outro ensaio utilizando-se o Método 1.

Se a carga de ruptura medida (real) neste segundo ensaio não atender ao valor desejado de carga de ruptura mínima, a carga de ruptura mínima deve ser reduzida para um valor que não ultrapasse o valor da carga de ruptura medida (real) e o ensaio de tipo deve ser repetido usando-se o Método 1.

Em tais casos, a categoria do cabo de aço deve ser reduzida conforme o valor de carga de ruptura mínima reduzido ou eliminado da designação do cabo de aço.

5.4.3 Método 3 – Carga de ruptura calculada (pré-encablamento)

Devem ser somadas as cargas de ruptura medidas de todos os arames individuais antes que sejam colocados no cabo de aço, devendo-se multiplicar esse valor pelo fator total de perda por encablamento obtido dos resultados do ensaio de tipo. O fator total de perda por encablamento usado no cálculo deve ser o valor mais baixo dos três valores obtidos no ensaio de tipo.

Os arames devem ser ensaiados de acordo com o ensaio de tração de arames especificado na ABNT NBR ISO 6892.

NOTA O resultado deste ensaio é conhecido como a “carga de ruptura calculada (pré-encablamento)”

Quando este método (ou seja, Método 3) é usado para o ensaio periódico (ver Tabela 4) e o valor da carga de ruptura calculada (pré-encablamento) é menor que o valor desejado da carga de ruptura mínima, deve-se realizar outro ensaio usando-se o Método 1.

Se a carga de ruptura medida nesse segundo ensaio não atender ao valor desejado de carga de ruptura, a carga de ruptura mínima deve ser reduzida até um valor não superior ao valor da carga de ruptura medida e o ensaio de tipo deve ser repetido utilizando-se o Método 1.

Em tais casos, a categoria do cabo de aço deve ser reduzida conforme o valor de carga de ruptura mínima que sofreu redução ou eliminada da designação do cabo de aço.

6 Informações para uso

6.1 Certificado

6.1.1 Generalidades

O certificado deve confirmar o atendimento a esta Norma.

A menos que especificado em contrário pelo comprador, o certificado deve fornecer no mínimo as seguintes informações:

- a) número do certificado;
- b) nome e endereço do fabricante;
- c) quantidade e comprimento nominal do cabo de aço (opcional);
- d) designação do cabo de aço (ver ISO 17893);
- e) carga de ruptura mínima;
- f) data de emissão do certificado e assinatura.

O número do certificado deve possibilitar a rastreabilidade do cabo de aço.

A emissão de um certificado pelo fabricante e a necessidade de os resultados de ensaio serem fornecidos ou não, são objeto de acordo entre o comprador e o fabricante, os quais definirão também, mediante acordo, quais resultados convém que sejam apresentados, se for este o caso.

6.1.2 Resultados de ensaios

Quando os resultados de ensaios são fornecidos, o certificado deve também fornecer a) ou b) ou ambos, conforme segue:

- a) ensaio de carga de ruptura no cabo de aço – declarar o valor, ou seja,
 - 1) carga de ruptura medida (Método 1), ou
 - 2) carga de ruptura calculada pós-encablamento (Método 2), ou
 - 3) carga de ruptura calculada pré-encablamento (Método 3);
- b) ensaios nos arames
 - 1) número de arames ensaiados,
 - 2) diâmetro nominal dos arames,

- 3) carga de ruptura medida do arame,
- 4) resistência à tração com base no diâmetro nominal,
- 5) número de torções completas (e comprimento de ensaio),
- 6) massa do revestimento.

6.2 Embalagem e marcação

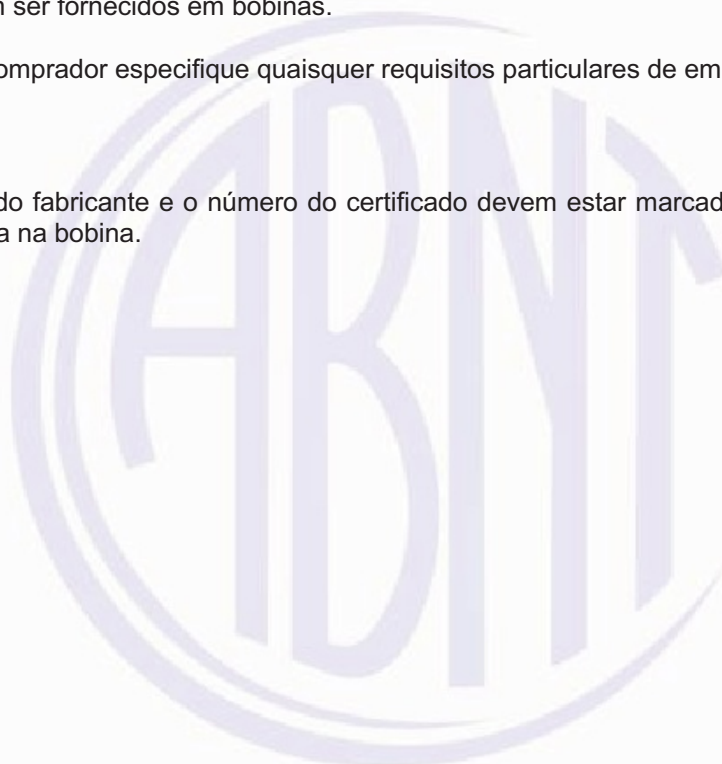
6.2.1 Embalagem

Os cabos de aço devem ser fornecidos em bobinas.

Recomenda-se que o comprador especifique quaisquer requisitos particulares de embalagem.

6.2.2 Marcação

O nome e o endereço do fabricante e o número do certificado devem estar marcados de forma legível e durável em uma etiqueta afixada na bobina.



Anexo A (normativo)

Propriedades dimensionais e mecânicas de arames redondos (antes da fabricação dos cabos de aço)

As variações nas resistências à tração não devem exceder os valores nominais em um valor superior àqueles contidos na Tabela A.1. Os valores da categoria de resistência à tração são os limites inferiores (mínimos) para cada categoria de resistência à tração.

Tabela A.1 — Variações permitidas na resistência à tração

Diâmetro nominal mm	Variação permitida na resistência à tração acima do valor nominal N/mm ²
$0,2 \leq \delta < 0,5$	390
$0,5 \leq \delta < 1,0$	350
$1,0 \leq \delta < 1,5$	320
$1,5 \leq \delta < 2,0$	290
$2,0 \leq \delta < 3,5$	260
$3,5 \leq \delta < 7,0$	250

As tolerâncias de diâmetro, o número mínimo de torções e as massas mínimas do revestimento para as categorias de resistência à tração 1 370, 1 570, 1 770, 1 960 e 2 160 devem estar de acordo com os valores contidos na Tabela A.2.

Para categorias intermediárias de resistência à tração, devem ser aplicados os valores para a próxima categoria mais alta.

Tabela A.2 — Tolerâncias no diâmetro, número mínimo de torções e massas mínimas de zinco para as categorias de resistência à tração 1 370, 1 570, 1 770, 1 960 e 2 160

Diâmetro nominal do arame	Tolerância		Número mínimo de torções com base no comprimento de ensaio de 100 x δ								Massa mínima de zinco		
	Polido e galvanizado ou Zn95/Al5	Galvanizado ou Zn95/Al5	Polido e galvanizado ou Zn95/Al5					Galvanizado ou Zn95/Al5				Galvanizado ou Zn95/Al5	
			Qualidade B					Qualidade A					
				Categoria de resistência à tração (N/mm ²)								g/m ²	
mm	mm		1 370	1 570	1 770	1 960	2 160	1 370	1 570	1 770	1 960	B	A
0,20 ≤ δ < 0,25	± 0,008	—										20	
0,25 ≤ δ < 0,30	± 0,008	—										30	
0,30 ≤ δ < 0,40	± 0,01	± 0,025										30	
0,40 ≤ δ < 0,50	± 0,01	± 0,025										40	75
0,50 ≤ δ < 0,55	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	23					50	90
0,55 ≤ δ < 0,60	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	23					50	90
0,60 ≤ δ < 0,65	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	23					60	120
0,65 ≤ δ < 0,70	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	23					60	120
0,70 ≤ δ < 0,75	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	23		21	19	17	60	120
0,75 ≤ δ < 0,80	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	23		21	19	17	60	120
0,80 ≤ δ < 0,85	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	22		21	19	17	60	140
0,85 ≤ δ < 0,90	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	22		21	19	17	60	140
0,90 ≤ δ < 0,95	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	22		21	19	17	70	150
0,95 ≤ δ < 1,00	± 0,015	± 0,03	34	30	28	25	22		21	19	17	70	150
1,00 ≤ δ < 1,10	± 0,02	± 0,04	33	29	26	23	21		20	18	13	80	160
1,10 ≤ δ < 1,20	± 0,02	± 0,04	33	29	26	23	21		20	18	13	80	160
1,20 ≤ δ < 1,30	± 0,02	± 0,04	33	28	25	22	20		18	15	10	90	170
1,30 ≤ δ < 1,40	± 0,02	± 0,04	33	28	25	22	19		18	15	10	90	170
1,40 ≤ δ < 1,50	± 0,02	± 0,04	33	28	25	22	19		18	15	10	100	180
1,50 ≤ δ < 1,60	± 0,02	± 0,04	33	28	25	22	19		18	15	10	100	180
1,60 ≤ δ < 1,70	± 0,02	± 0,04	33	28	25	22	19		18	15	10	100	200
1,70 ≤ δ < 1,80	± 0,02	± 0,05	33	28	25	22	19		18	15	10	100	200
1,80 ≤ δ < 1,90	± 0,025	± 0,05	32	27	24	21	18		17	14	9	100	200
1,90 ≤ δ < 2,00	± 0,025	± 0,05	32	27	24	21	18		17	14	9	110	215
2,00 ≤ δ < 2,10	± 0,025	± 0,05	32	27	24	21	18		17	14	9	110	215
2,10 ≤ δ < 2,20	± 0,025	± 0,06	32	27	24	21	18		17	14	9	110	215
2,20 ≤ δ < 2,30	± 0,025	± 0,06	31	27	24	21	18	20	17	14	9	125	230
2,30 ≤ δ < 2,40	± 0,025	± 0,06	30	27	24	21	18	20	17	14	9	125	230
2,40 ≤ δ < 2,50	± 0,025	± 0,06	29	26	23	20	18	19	15	12	7	125	230
2,50 ≤ δ < 2,60	± 0,025	± 0,06	29	26	23	20	18	19	15	12	7	125	230
2,60 ≤ δ < 2,70	± 0,025	± 0,06	29	26	23	20	18	19	15	12	7	125	230
2,70 ≤ δ < 2,80	± 0,025	± 0,06	29	26	23	20	18	19	15	12	7	135	240
2,80 ≤ δ < 2,90	± 0,03	± 0,07	28	26	23	20	18	19	15	12	7	135	240
2,90 ≤ δ < 3,00	± 0,03	± 0,07	28	26	23	20	18	18	15	12	7	135	240
3,00 ≤ δ < 3,10	± 0,03	± 0,07	27	25	21	18	16	18	12	8	5	135	240
3,10 ≤ δ < 3,20	± 0,03	± 0,07	27	25	21	18	16	13	12	8	5	135	240
3,20 ≤ δ < 3,30	± 0,03	± 0,07	27	25	21	18	16	13	12	8	5	135	250
3,30 ≤ δ < 3,40	± 0,03	± 0,07	27	25	21	18	16	13	12	8	5	135	250
3,40 ≤ δ < 3,50	± 0,03	± 0,07	27	25	21	18	16	13	12	8	5	135	250
3,50 ≤ δ < 3,60	± 0,03	± 0,07	26	24	20	16	14	11	10	6	5	135	250

Tabela A.2 — (Continuação)

Diâmetro nominal do arame	Tolerância		Número mínimo de torções com base no comprimento de ensaio de 100 x δ										Massa mínima de zinco	
	Polido e galvanizado ou Zn95/Al5	Galvanizado ou Zn95/Al5	Polido e galvanizado ou Zn95/Al5					Galvanizado ou Zn95/Al5					Galvanizado ou Zn95/Al5	
	Qualidade B	Qualidade A	Qualidade B					Qualidade A						
			Categoria de resistência à tração (N/mm ²)										g/m ²	
mm	mm		1 370	1 570	1 770	1 960	2 160	1 370	1 570	1 770	1 960	B	A	
3,60 ≤ δ < 3,70	± 0,03	± 0,07	26	24	20	16	14	11	10	6	5	135	260	
3,70 ≤ δ < 3,80	± 0,03	± 0,07	25	23	19	15	13	11	8	6	5	135	260	
3,80 ≤ δ < 3,90	± 0,03	± 0,07	24	22	18	14	12	11	7	6	4	135	260	
3,90 ≤ δ < 4,00	± 0,03	± 0,07	24	22	18	14	12	10	7	6	4	135	260	
4,00 ≤ δ < 4,20	± 0,03	± 0,08	23	21	17	13	11	9	6	6	4	150	275	
4,20 ≤ δ < 4,40	± 0,03	± 0,08	21	19	15	11		8	6	5	4	150	275	
4,40 ≤ δ < 4,60	± 0,03	± 0,08	20	18	14	10		7	6	5		150	275	
4,60 ≤ δ < 4,80	± 0,03	± 0,08	18	16	12	8		6	5	4		150	275	
4,80 ≤ δ < 5,00	± 0,03	± 0,08	17	14	11	7		5	4	3		150	275	
5,00 ≤ δ < 5,20	± 0,03	± 0,08	17	14	11	7		5	4	3		150	300	
5,20 ≤ δ < 5,40	± 0,03	± 0,08	14	12	10			5	4	3		160	300	
5,40 ≤ δ < 5,60	± 0,04	± 0,09	12	10	8			4	3	2		160	300	
5,60 ≤ δ < 5,80	± 0,04	± 0,09	10	8	6			3	2	2		160	300	
5,80 ≤ δ < 6,00	± 0,04	± 0,09	8	6	6			3	2	2		160	300	
6,00 ≤ δ < 6,25	± 0,04	± 0,09	8	6	6			3	2	2		160	300	
6,25 ≤ δ < 6,50	± 0,04	± 0,09	7	6	5			2	2			160	300	
6,50 ≤ δ < 6,75	± 0,04	± 0,09	6	5	4			2	2			160	300	
6,75 ≤ δ < 7,00	± 0,04	± 0,10	6	5	4			2	2			160	300	

Anexo B (normativo)

Critérios de amostragem e aceitação para ensaios de tipo de cabos de aço produzidos em série

B.1 Cabos de aço com o mesmo fator de carga de ruptura mínima em todo o subgrupo de diâmetros do cabo de aço

O fabricante deve dividir a faixa de diâmetros desejada em subgrupos com base no seguinte:

- diâmetro nominal até 6 mm, inclusive;
- acima de 6 mm e até 12 mm, inclusive;
- acima de 12 mm e até 24 mm, inclusive;
- acima de 24 mm e até 48 mm, inclusive;
- acima de 48 mm e até 60 mm, inclusive.

Para cada um dos subgrupos representando a faixa desejada e tendo a mesma construção, categoria de resistência e fator de carga de ruptura mínima, o fabricante deve executar o ensaio de carga de ruptura de acordo com 5.4.1 em uma amostra de cada um dos três lances de produção separados de cabos de aço de diferentes diâmetros nominais.

Se os resultados do ensaio em todas as três amostras forem satisfatórios, todos os diâmetros de cabo de aço dentro desse subgrupo dessa construção, categoria de resistência e fator de carga de ruptura mínima de do cabo de aço devem ser considerados em conformidade com os requisitos do ensaio de tipo; caso contrário, o ensaio de carga de ruptura deve continuar em uma amostra de cada lance de produção consecutiva do cabo de aço dentro desse subgrupo até que sejam atingidos os requisitos.

B.2 Cabos de aço com diferentes fatores de carga de ruptura mínima em todo o subgrupo de diâmetros do cabo de aço

O fabricante deve executar um ensaio de carga de ruptura de acordo com 5.4.1 em uma amostra de cada um dos três lances de produção separados do cabo de aço do mesmo diâmetro nominal.

Se os resultados do ensaio em todas as três amostras forem satisfatórios, o diâmetro e a construção com esse fator de carga de ruptura mínima em particular devem ser considerados em conformidade com os requisitos de ensaio de tipo de carga de ruptura.

Se os resultados de qualquer amostra no ensaio forem insatisfatórios, os ensaios devem ser repetidos até que as cargas de ruptura medidas de três lances de produção consecutivos desse diâmetro de cabo e construção sejam atingidas ou excedam o valor de carga de ruptura mínima.

Anexo C (normativo)

Tabelas de cargas de ruptura mínimas para as classes, diâmetros e categorias de resistência mais comuns de cabos de aço


As Tabelas C.1 a C.14 apresentam as cargas de ruptura mínimas para as classes, diâmetros e categorias de resistência mais comuns de cabos de aço.

Podem ser especificados pelo fabricante valores de carga de ruptura mínima maiores do que os contidos nessas tabelas.

NOTA Os valores de massa aproximada do comprimento nominal são fornecidos para fins de informação.



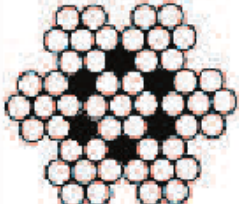
Tabela C.1 — Classe 6 x 7 com alma de fibra

<div>Seção transversal típica</div> <div></div>		Construção típica			
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arames externos	
				Total	Por perna
		6 x 7 - AF	1-6	36	6
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima			
		Categoria 1 770 kN		Categoria 1 960 kN	
6 ^a	12,4	21,2	23,4		
6,35	—	—	—		
7 ^a	16,9	21,8	31,9		
7,94	—	—	—		
8 ^a	22,1	37,6	41,6		
9 ^a	27,9	47,6	52,7		
9,5	—	—	—		
10 ^a	34,5	58,8	65,1		
11 ^a	41,7	71,1	78,7		
11,1	—	—	—		
12 ^a	49,7	84,6	93,7		
12,7	—	—	—		
13 ^a	58,3	99,3	110		
14 ^a	67,6	115	128		
14,3	—	—	—		
15,9	—	—	—		
16 ^a	88,3	150	167		
18 ^a	112	190	211		
19 ^a	125	212	235		
19,1	—	—	—		
20 ^a	138	235	260		
22 ^a	167	284	315		
22,2	—	—	—		
24 ^a	199	338	375		
25,4	—	—	—		
26 ^a	230	387	440		
28,6	—	—	—		
31,8	—	—	—		
32 ^a	353	602	666		
34,9	—	—	—		
35 ^a	423	720	797		
36 ^a	447	762	843		
38 ^a	498	849	940		
38,1	—	—	—		
40 ^a	552	940	1 040		

^a Diâmetros preferíveis.

^a Diâmetros preferíveis.

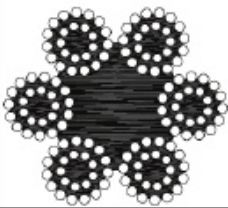
Tabela C.2 — Classe 6 x 7 com alma de aço

Seção transversal típica		Construção típica		
		Construção do cabo de	Construção da perna	Arames externos
				Total Por perna
		6 x 7 - AA	1-6	36 6
		6 x 7 - AACI	1-6	36 6
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima ^a		
		Categoria 1 770 kN	Categoria 1 960 kN	
6 ^b	13,8	22,9	25,3	
6,35	—	—	—	
7 ^b	18,8	31,1	34,5	
7,94	—	—	—	
8 ^b	24,6	40,7	45,0	
9 ^b	31,1	51,5	57,0	
9,5	—	—	—	
10 ^b	38,4	63,5	70,4	
11 ^b	46,5	76,9	85,1	
11,1	—	—	—	
12 ^b	55,3	91,5	101	
12,7	—	—	—	
13 ^b	64,9	107	119	
14 ^b	75,3	125	138	
14,3	—	—	—	
15,9	—	—	—	
16 ^b	96,3	163	180	
18 ^b	124	206	228	
19 ^b	139	229	254	
19,1	—	—	—	
20 ^b	154	254	281	
22 ^b	186	308	341	
22,2	—	—	—	
24 ^b	221	366	405	
25,4	—	—	—	
26 ^b	260	430	476	
28 ^b	301	498	552	
28,6	—	—	—	
31,8	—	—	—	
32 ^b	393	651	721	
34,9	—	—	—	
35 ^b	470	778	778	
36 ^b	498	824	912	
38 ^b	554	918	1 020	
38,1	—	—	—	
40 ^b	614	1 020	1 130	

^a Os valores apresentados referem-se a cabos com alma de cabo de aço independente (AACI).

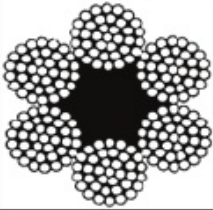
^b Diâmetros preferíveis.

Tabela C.3 — Classe 6 x 24AF com alma de fibra

Seção transversal típica		Construção típica		
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arames externos
				Total Por perna
		6 x 24 AF- AF	AF-12/12	72 12
		6 x 24 AF -AF	AF-9/15	90 15
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima		
		Categoria 1 570 kN		
8 ^a	20,1	28,7		
9 ^a	25,4	36,4		
9,5	28,3	40,5		
10 ^a	31,4	44,9		
11 ^a	38,0	54,3		
11,1	38,7	55,3		
12 ^a	45,2	64,7		
12,7	50,6	72,4		
13 ^a	53,1	75,9		
14 ^a	61,5	88,0		
14,3	64,2	91,8		
15,9	79,4	114		
16 ^a	80,4	115		
18 ^a	102	145		
19 ^a	113	162		
19,1	115	164		
20 ^a	126	180		
22 ^a	152	217		
22,2	155	221		
24 ^a	181	259		
25,4	203	290		
26 ^a	212	304		
28 ^a	246	352		
28,6	257	367		
31,8	318	454		
32 ^a	322	460		
34,9	382	547		
35 ^a	385	550		
36 ^a	407	582		
38 ^a	453	648		
38,1	456	652		
40 ^a	502	718		

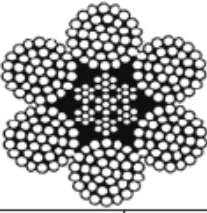
^a Diâmetros preferíveis.

Tabela C.4 — Classe 6 x 37M com alma de fibra

Seção transversal típica 		Construção típica		
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arames externos
				Total Por perna
		6 x 37M-AF	1-6/12/18	108 18
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima		
		Categoria 1 770 kN		Categoria 1 960 kN
5 ^a	8,65	13,1		14,5
6 ^a	12,5	18,8		20,8
6,35	—	—		—
7 ^a	17,0	25,6		28,3
7,94	—	—		—
8 ^a	22,1	33,4		37,0
9,5	—	—		—
10 ^a	34,6	52,2		57,8
11 ^a	41,9	63,2		70,0
11,1	—	—		—
12 ^a	49,8	75,2		83,3
12,7	—	—		—
13 ^a	58,5	88,2		97,7
14 ^a	67,8	102		113
14,3	—	—		—
15,9	—	—		—
16 ^a	88,6	134		148
18 ^a	112	169		187
19 ^a	125	188		209
19,1	—	—		—
20 ^a	138	209		231
22 ^a	167	253		280
22,2	—	—		—
24 ^a	199	301		333
25,4	—	—		—
26 ^a	239	353		391
28 ^a	271	409		453
28,6	—	—		—
31,8	—	—		—
32 ^a	354	535		592
34,9	—	—		—
35 ^a	424	640		708
36 ^a	448	677		749
38 ^a	500	754		835
38,1	—	—		—
40 ^a	554	835		925
41,3	—	—		—
44	670	1 010		1 120
44,5	—	—		—
45	701	1 060		1 170
47,6	—	—		—
48	797	1 200		1 330
50,8	—	—		—
51	900	1 360		1 500
52	936	1 410		1 560
54,0	—	—		—
56	1 090	1 640		1 810
57,2	—	—		—
60	1 250	1 880		2 080

^a Diâmetros preferíveis.


Tabela C.5 — Classe 6 x 37M com alma de aço

Seção transversal típica 		Construção típica		
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arame externos
				Total Por perna
		6 x 37M-AACI	1-6/12/18	108 18
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima ^a		
		Categoria 1 770 kN		Categoria 1 960 kN
8 ^b	24,4	39,2		43,4
9 ^b	30,9	49,6		54,9
9,5	—	—		—
10 ^b	38,1	61,2		67,8
11 ^b	46,1	74,1		82,1
11,1	—	—		—
12 ^b	54,9	88,2		97,7
12,7	—	—		—
13 ^b	64,4	95,4		106
14 ^b	74,7	111		126
14,3	—	—		—
15,9	—	—		—
16 ^b	97,5	145		160
18 ^b	123	183		203
19 ^b	138	204		226
19,1	—	—		—
20 ^b	152	226		250
22 ^b	184	273		303
22,2	—	—		—
24 ^b	219	325		360
25,4	—	—		—
26 ^b	258	382		423
28 ^b	299	443		490
28,6	—	—		—
31,8	—	—		—
32 ^b	390	578		640
34,9	—	—		—
35 ^b	467	692		766
36 ^b	494	732		810
38 ^b	550	815		903
38,1	—	—		—
40 ^b	610	903		1 000
41,3	—	—		—
44	738	1 090		1 210
44,5	—	—		—
45	772	1 140		1 270
47,6	—	—		—
48	878	1 300		1 440
50,8	—	—		—
51	991	1 470		1 630
52	1 030	1 530		1 690
54,0	—	—		—
56	1 190	1 770		1 960
57,2	—	—		—
60	1 370	2 030		2 250

^a Os valores mostrados referem-se a cabos com alma de aço de cabo independente (AACI).

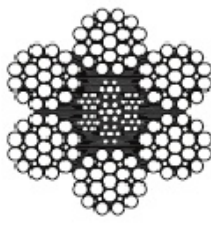
^b Diâmetros preferíveis.

Tabela C.6 — Classe 6 x 19 com alma de fibra

Seção transversal típica		Construção típica		
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arames externos
				Total Por perna
		6 x 19S-AF	1-9-9	54 9
		6 x 21F-AF	1-5-5F-10	60 10
		6 x 26WS-AF	1-5-5+5-10	60 10
		6 x 19W-AF	1-6-6+6	36 12
		6 x 25F-AF	1-6-6F-12	72 12
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima		
		Categoria 1 770 kN	Categoria 1 960 kN	Categoria 2 160 kN
6 ^a	12,9	21,0	23,3	25,7
6,35	—	—	—	—
7 ^a	17,6	28,6	31,7	34,9
7,94	—	—	—	—
8 ^a	23,0	37,4	41,4	45,6
9 ^a	29,1	47,3	52,4	57,7
9,5	—	—	—	—
10 ^a	35,9	58,4	64,7	71,3
11 ^a	43,3	70,7	78,3	86,2
11,1	—	—	—	—
12 ^a	51,7	84,1	93,1	103
12,7	—	—	—	—
13 ^a	60,7	98,7	109	120
14 ^a	70,4	114	127	140
14,3	—	—	—	—
15,9	—	—	—	—
16 ^a	91,9	150	166	182
18 ^a	116	189	210	231
19 ^a	130	211	233	257
19,1	—	—	—	—
20 ^a	144	234	259	285
22 ^a	174	283	313	345
22,2	—	—	—	—
24 ^a	207	336	373	411
25,4	—	—	—	—
26 ^a	243	395	437	482
28 ^a	281	458	507	559
28,6	—	—	—	—
31,8	—	—	—	—
32 ^a	368	598	662	730
34,9	—	—	—	—
35 ^a	440	716	792	873
36 ^a	465	757	838	924
38 ^a	518	843	934	1 030
38,1	—	—	—	—
40 ^a	574	935	1 040	1 140
41,3	—	—	—	—
44 ^a	695	1 130	1 250	1 380
44,5	—	—	—	—
45 ^a	727	1 180	1 310	1 440
47,6	—	—	—	—
48 ^a	827	1 350	1 490	1 640
50,8	—	—	—	—
51 ^a	934	1 520	1 680	1 850
52 ^a	971	1 580	1 750	1 930
54,0	—	—	—	—
56 ^a	1 130	1 830	2 030	2 240
57,2	—	—	—	—
60 ^a	1 290	2 100	2 330	2 570

^a Diâmetros preferíveis.

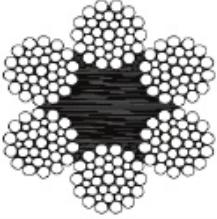
Tabela C.7 — Classe 6 x 19 com alma de aço

<div>Seção transversal típica</div> <div></div>		Construção típica			
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arames externos	
				Total	Por perna
				6 x 19S-AACI	1-9-9
6 x 21F-AACI	1-5-5F-10	60	10		
6 x 26WS-AACI	1-5-5+5-10	60	10		
6 x 19W-AACI	1-6-6+6	36	12		
6 x 25F-AACI	1-6-6F-12	72	12		
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima			
		Categoria 1770 kN	Categoria 1 960 kN	Categoria 2 160 kN	
6 ^a	14,4	22,7	25,1	27,7	
6,35	—	—	—	—	
7 ^a	19,6	30,9	34,2	37,7	
7,94	—	—	—	—	
8 ^a	25,6	40,3	44,7	49,2	
9 ^a	32,4	51,0	56,5	62,3	
9,5	—	—	—	—	
10 ^a	40,0	63,0	69,8	76,9	
11 ^a	48,4	76,2	84,4	93,0	
11,1	—	—	—	—	
12 ^a	57,6	90,7	100	111	
12,7	—	—	—	—	
13 ^a	67,6	106	118	130	
14 ^a	78,4	124	137	151	
14,3	—	—	—	—	
15,9	—	—	—	—	
16 ^a	102	161	179	197	
18 ^a	130	204	226	249	
19 ^a	144	227	252	278	
19,1	—	—	—	—	
20 ^a	160	252	279	308	
22 ^a	194	305	338	372	
22,2	—	—	—	—	
24 ^a	230	363	402	443	
25,4	—	—	—	—	
26 ^a	270	426	472	520	
28 ^a	314	494	547	603	
28,6	—	—	—	—	
31,8	—	—	—	—	
32 ^a	410	645	715	787	
34,9	—	—	—	—	
35 ^a	490	772	855	942	
36 ^a	518	817	904	997	
38 ^a	578	910	1 010	1 110	
38,1	—	—	—	—	
40 ^a	640	1 010	1 120	1 230	
41,3	—	—	—	—	
44 ^a	774	1 220	1 350	1 490	
44,5	—	—	—	—	
45 ^a	810	1 280	1 410	1 560	
47,6	—	—	—	—	
48 ^a	922	1 450	1 610	1 770	
50,8	—	—	—	—	
51 ^a	1 040	1 640	1 810	2 000	
52 ^a	1 080	1 700	1 890	2 080	
54,0	—	—	—	—	
56 ^a	1 250	1 980	2 190	2 410	
57,2 ^a	—	—	—	—	
60	1 440	2 270	2 510	2 770	

^a Diâmetros preferíveis.

^a Diâmetros preferíveis.

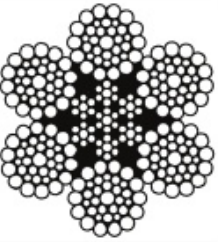
Tabela C.7 — Classe 6 x 36 com alma de fibra

Seção transversal típica		Construção típica		
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arame externos
				Total Por perna
		6 x 31WS-AF	1-6-6+6-12	72 12
		6 x 36WS-AF	1-7-7+7-14	84 14
		6 x 41WS-AF	1-8-8+8-16	96 16
		6 x 41F-AF	1-8-8-8F-16	96 16
		6 x 49WS-AF	1-8-8-8+8-16	96 16
		6 x 46SW-AF	1-9-9+9-18	108 18
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima		
		Categoria 1 770 kN	Categoria 1 960 kN	Categoria 2 160 kN
6,35	—	—	—	—
7 ^a	18,0	28,6	31,7	34,9
7,94	—	—	—	—
8 ^a	23,5	37,4	41,4	45,6
9 ^a	29,7	47,3	52,4	57,7
9,5	—	—	—	—
10 ^a	36,7	58,4	64,7	71,3
11 ^a	44,4	70,7	78,3	86,2
11,1	—	—	—	—
12 ^a	52,8	84,1	93,1	103
12,7	—	—	—	—
13 ^a	62,0	98,7	109	120
14 ^a	71,9	114	127	140
14,3	—	—	—	—
15,9	—	—	—	—
16 ^a	94,0	150	166	182
18 ^a	119	189	210	231
19 ^a	132	211	233	257
19,1	—	—	—	—
20 ^a	147	234	259	285
22 ^a	178	283	313	345
22,2	—	—	—	—
24 ^a	211	336	373	411
25,4	—	—	—	—
26 ^a	248	395	437	482
28 ^a	288	458	507	559
28,6	—	—	—	—
31,8	—	—	—	—
32 ^a	376	598	662	730
34,9	—	—	—	—
35 ^a	450	716	792	873
36 ^a	476	757	838	924
38 ^a	530	843	934	1 030
38,1	—	—	—	—
40 ^a	587	935	1 040	1 140
41,3	—	—	—	—
44 ^a	711	1 130	1 250	1 380
44,5	—	—	—	—
45 ^a	743	1 180	1 310	1 440
47,6	—	—	—	—
48 ^a	846	1 350	1 490	1 640
50,8	—	—	—	—
51 ^a	955	1 520	1 680	1 850
52 ^a	992	1 580	1 750	1 930
54,0	—	—	—	—
56 ^a	1 150	1 830	2 030	2 240
57,2	—	—	—	—
60 ^a	1 320	2 100	2 330	2 570

a

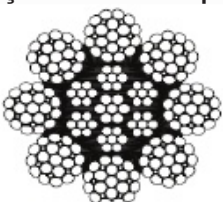
Diâmetros preferíveis

Tabela C.8 — Classe 6 x 36 com alma de aço

Seção transversal típica		Construção típica			
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arames externos	
				Total	Por perna
		6 x 31WS-AACI	1-6-6+6-12	72	12
		6 x 36WS-AACI	1-7-7+7-14	84	14
		6 x 41WS-AACI	1-8-8+8-16	96	16
		6 x 41F-AACI	1-8-8-8F-16	96	16
		6 x 49SWS-AACI	1-8-8-8+8-16	96	16
		6 x 46WS-AACI	1-9-9+9-18	108	18
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima			
		Categoria 1 770 kN	Categoria 1 960 kN	Categoria 2 160 kN	
6,35	—	—	—	—	
7 ^a	20,0	30,9	34,2	37,7	
7,94	—	—	—	—	
8 ^a	26,2	40,3	44,7	49,2	
9 ^a	33,1	51,0	56,5	62,3	
9,5	—	—	—	—	
10 ^a	40,9	63,0	69,8	76,9	
11 ^a	49,5	76,2	84,4	93,0	
11,1	—	—	—	—	
12 ^a	58,9	90,7	100	111	
12,7	—	—	—	—	
13 ^a	69,1	106	118	130	
14 ^a	80,2	124	137	151	
14,3	—	—	—	—	
15,9	—	—	—	—	
16 ^a	105	161	179	197	
18 ^a	133	204	226	249	
19 ^a	148	227	252	278	
19,1	—	—	—	—	
20 ^a	164	252	279	308	
22 ^a	198	305	338	372	
22,2	—	—	—	—	
24 ^a	236	363	402	443	
25,4	—	—	—	—	
26 ^a	276	426	472	520	
28 ^a	321	494	547	603	
28,6	—	—	—	—	
31,8	—	—	—	—	
32 ^a	419	645	715	787	
34,9	—	—	—	—	
35 ^a	501	772	855	942	
36 ^a	530	817	904	997	
38 ^a	591	910	1 010	1 110	
40 ^a	654	1 010	1 120	1 230	
41,3	—	—	—	—	
44 ^a	792	1 220	1 350	1 490	
44,5	—	—	—	—	
45 ^a	828	1 280	1 410	1 560	
47,6	—	—	—	—	
48 ^a	942	1 450	1 610	1 770	
50,8	—	—	—	—	
51 ^a	1 060	1 640	1 810	2 000	
52 ^a	1 110	1 700	1 890	2 080	
54,0	—	—	—	—	
56 ^a	1 280	1 980	2 190	2 410	
57,2	—	—	—	—	
60 ^a	1 470	2 270	2 510	2 770	

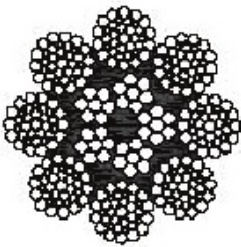
^a Diâmetros preferíveis.

Tabela C.9 — Classe 8 x 19 com alma de aço

Seção transversal típica		Construção típica		
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arame externos
				Total Por perna
		8 x 19S-AACI	1-9-9	72 9
		8 x 21F-AACI	1-5-5F-10	80 10
		8 x 26WS-AACI	1-5-5+5-10	80 10
		8 x 19W-AACI	1-6-6+6	96 12
		8 x 25F-AACI	1-6-6F-12	96 12
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima		
		Categoria 1 770 kN	Categoria 1 960 kN	Categoria 2 160 kN
6,35	—	—	—	—
7 ^a	19,9	30,9	34,2	37,7
7,94	—	—	—	—
8 ^a	26,0	40,3	44,7	49,2
9 ^a	33,0	51,0	56,5	62,3
9,5	—	—	—	—
10 ^a	40,7	63,0	69,8	76,9
11 ^a	49,2	76,2	84,4	93,0
11,1	—	—	—	—
12 ^a	58,6	90,7	100	111
12,7	—	—	—	—
13 ^a	68,8	106	118	130
14 ^a	79,8	124	137	151
14,3	—	—	—	—
15,9	—	—	—	—
16 ^a	104	161	179	197
18 ^a	132	204	226	249
19 ^a	147	227	252	278
19,1	—	—	—	—
20 ^a	163	252	279	308
22 ^a	197	305	338	372
22,2	—	—	—	—
24 ^a	234	363	402	443
25,4	—	—	—	—
26 ^a	275	426	472	520
28 ^a	319	494	547	603
28,6	—	—	—	—
31,8	—	—	—	—
32 ^a	417	645	715	787
34,9	—	—	—	—
35 ^a	499	772	855	942
36 ^a	527	817	904	997
38 ^a	588	940	1 010	1 110
40 ^a	651	1 010	1 120	1 230
41,3	—	—	—	—
44 ^a	788	1 220	1 350	1 490
44,5	—	—	—	—
45 ^a	824	1 280	1 410	1 560
47,6	—	—	—	—
48 ^a	938	1 450	1 610	1 770
50,8	—	—	—	—
51 ^a	1 060	1 640	1 810	2 000
52 ^a	1 110	1 700	1 890	2 080
54,0	—	—	—	—
56 ^a	1 280	1 980	2 190	2 410
57,2	—	—	—	—
60 ^a	1 470	2 270	2 510	2 770

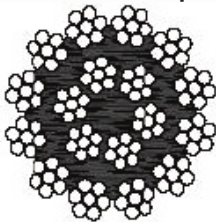
^a Diâmetros preferíveis.

Tabela C.10 — Classe 8 x 36 com alma de aço

Seção transversal típica		Construção típica		
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arame externos
				Total Por perna
		8 x 31WS-AACI	1-6-6+6-12	96 12
		8 x 36WS-AACI	1-7-7+7-14	112 14
		8 x 41WS-AACI	1-8-8+8-16	128 16
		8 x 41F-AACI	1-8-8-8F-16	128 16
		8 x 49SWS-AACI	1-8-8-8+8-16	128 16
Diâmetro nominal do cabo de aço mm	Massa aproximada do comprimento nominal kg/100 m	Carga de ruptura mínima		
		Categoria 1 770 kN	Categoria 1 960 kN	Categoria 2 160 kN
8 ^a	26,7	40,3	44,7	49,2
9 ^a	33,8	51,0	56,5	62,3
9,5				
10 ^a	41,7	63,0	69,8	76,9
11 ^a	50,5	76,2	84,4	93,0
11,1				
12 ^a	60,0	90,7	100	111
12,7				
13 ^a	70,5	106	118	130
14 ^a	81,7	124	137	151
14,3				
15,9				
16 ^a	107	161	179	197
18 ^a	135	204	226	249
19 ^a	151	227	252	278
19,1				
20 ^a	167	252	279	308
22 ^a	202	305	338	372
22,2				
24 ^a	240	363	402	443
25,4				
26 ^a	282	426	472	520
28 ^a	327	494	547	603
28,6				
31,8				
32 ^a	427	645	715	787
34,9				
35 ^a	511	772	855	942
36 ^a	540	817	904	997
38 ^a	602	910	1 010	1 110
38,1				
40 ^a	667	1 010	1 120	1 230
41,3				
44 ^a	807	1 220	1 350	1 490
44,5				
45 ^a	844	1 280	1 410	1 560
47,6				
48 ^a	961	1 450	1 610	1 770
50,8				
51 ^a	1 080	1 640	1 810	2 000
52 ^a	1 130	1 700	1 890	2 080
54,0				
56 ^a	1 310	1 980	2 190	2 410
57,2				
60 ^a	1 500	2 270	2 510	2 770

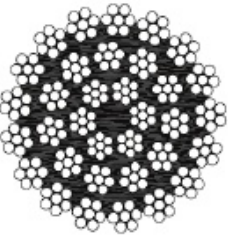
^a Diâmetros preferíveis.

Tabela C.11 — Classe 18 x 7

Seção transversal típica 			Construção típica			
			Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arames externos	
					Total	Por perna
			17 x 7-AF	1-6	66	6
			17 x 7-WSA	1-6	66	6
			18 x 7-AF	1-6	72	6
			18 x 7-WSA	1-6	72	6
Diâmetro nominal do cabo de aço	Massa aproximada do comprimento nominal		Carga de ruptura mínima			
	Cabo com alma de fibra	Cabo com alma composta de perna de arames	Categoria 1 770	Categoria 1 960	Categoria 2 160	
mm	kg/100 m	kg/100 m	kN	kN	kN	
6 ^a	13,8	14,4	20,9	23,1	25,5	
6,35	—	—	—	—	—	
7 ^a	18,7	19,6	28,4	31,5	34,7	
7,94	—	—	—	—	—	
8 ^a	24,4	25,7	37,2	41,1	45,3	
9 ^a	30,9	32,5	47,0	52,1	57,4	
9,5	—	—	—	—	—	
10 ^a	38,2	40,1	58,1	64,3	70,8	
11 ^a	46,2	48,5	70,2	77,8	85,7	
11,1	—	—	—	—	—	
12 ^a	55,0	57,7	83,6	92,6	102	
12,7	—	—	—	—	—	
13 ^a	64,6	67,8	98,1	109	120	
14 ^a	74,9	78,6	114	126	139	
14,3	—	—	—	—	—	
15,9	—	—	—	—	—	
16 ^a	97,8	103	149	165	181	
18 ^a	124	130	188	208	230	
19 ^a	138	145	210	232	256	
19,1	—	—	—	—	—	
20 ^a	153	160	232	257	283	
22 ^a	185	194	281	311	343	
22,2	—	—	—	—	—	
24 ^a	220	231	334	370	408	
25,4	—	—	—	—	—	
26 ^a	258	271	392	435	479	
28 ^a	299	314	455	504	555	
28,6	—	—	—	—	—	
31,8	—	—	—	—	—	
32 ^a	391	411	594	658	725	
34,9	—	—	—	—	—	
35 ^a	468	491	711	788	868	
36 ^a	495	520	752	833	918	
38 ^a	552	579	838	928	1 020	
38,1	—	—	—	—	—	

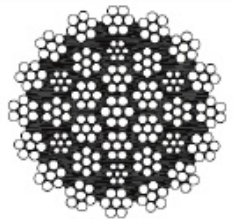
^a Diâmetros preferíveis.

Tabela C.12 — Classe 34(M) x 7

Seção transversal típica		Construção típica		
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arames externos
				Total Por perna
		34(M) x 7-AF	1-6	102 6
		34(M) x -WSA	1-6	102 6
		36(M) x 7-AF	1-6	108 6
		36(M) x 7-WSA	1-6	108 6
Diâmetro nominal do cabo de aço	Massa aproximada do comprimento nominal		Carga de ruptura mínima	
	Cabo com alma de fibra	Cabo com alma composta de perna de arames	Categoria 1 770	Categoria 2 160
mm	kg/100 m	kg/100 m	kN	kN
10 ^a	39,0	40,1	56,3	62,3
11 ^a	47,2	48,5	68,1	75,4
11,1	—	—	—	—
12 ^a	56,2	57,7	81,1	89,8
12,7	—	—	—	—
13 ^a	65,9	67,8	95,1	105
14 ^a	76,4	78,6	110	122
14,3	—	—	—	—
15,9	—	—	—	—
16 ^a	99,8	103	144	160
18 ^a	126	130	182	202
19 ^a	141	145	203	225
19,1	—	—	—	—
20 ^a	156	160	225	249
22 ^a	189	194	272	302
22,2	—	—	—	—
24 ^a	225	231	324	359
25,4	—	—	—	—
26 ^a	264	271	380	421
28 ^a	306	314	441	489
28,6	—	—	—	—
31,8	—	—	—	—
32 ^a	399	411	576	638
34,9	—	—	—	—
35 ^a	478	491	690	764
36 ^a	505	520	729	808
38 ^a	563	579	813	900
38,1	—	—	—	—
40 ^a	624	642	901	997
41,3	—	—	—	—
44 ^a	755	776	1 090	1 210

^a Diâmetros preferíveis.

Tabela C.14 — Classe 35(W) x 7

Seção transversal típica		Construção típica			
		Construção do cabo de aço	Construção da perna	Arames externos	
				Total	Por perna
		35(w) x 7	1-6	96	6
		40(w) x 7	1-6	108	6
Diâmetro nominal do cabo de aço	Massa aproximada do comprimento nominal	Carga de ruptura mínima			
		Categoria 1 770	Categoria 1 960	Categoria 2 160	
mm	kg/100 m	kN	kN	kN	
8 ^a	29,1	40,8	45,2	48,4	
9 ^a	36,8	51,6	57,2	61,2	
9,5	—	—	—	—	
10 ^a	45,4	63,7	70,6	75,6	
11 ^a	54,9	77,1	85,4	91,5	
11,1	—	—	—	—	
12 ^a	65,4	91,8	102	109	
12,7	—	—	—	—	
13 ^a	76,7	108	119	128	
14 ^a	89,0	125	138	148	
14,3	—	—	—	—	
15,9	—	—	—	—	
16 ^a	116	163	181	194	
18 ^a	147	206	229	245	
19 ^a	164	230	255	273	
19,1	—	—	—	—	
20 ^a	182	255	282	302	
22 ^a	220	308	342	366	
22,2	—	—	—	—	
24 ^a	262	367	406	435	
25,4	—	—	—	—	
26 ^a	307	431	477	511	
28 ^a	356	500	553	593	
28,6	—	—	—	—	
31,8	—	—	—	—	
32 ^a	465	652	723	774	
34,9	—	—	—	—	
35 ^a	556	781	864	926	
36 ^a	588	826	914	980	
38 ^a	656	920	1 020	1 090	
38,1	—	—	—	—	
40 ^a	726	1 020	1 130	1 210	

^a Diâmetros preferíveis.

^a Diâmetros preferíveis.

Anexo D (normativo)

Cálculo da carga de ruptura mínima para cabos de aço nas Tabelas do Anexo C

A carga de ruptura mínima, F_{\min} , expressa em quilonewtons deve ser calculada usando-se a seguinte equação:

$$F_{\min} = \frac{d^2 \times R_r \times K}{1000}$$

onde

d é o diâmetro nominal do cabo de aço, em milímetros;

R_r é a categoria de resistência à tração do cabo de aço, em newtons por milímetro quadrado;

K é o fator da carga de ruptura mínima para uma determinada classe de cabo de aço.

Os fatores de carga de ruptura mínima para os cabos de aço incluídos nas Tabelas C.1 a C.14 estão apresentados na Tabela D.1.

Tabela D.1 — Fatores de carga de ruptura mínima

Classe	Fator de carga de ruptura mínima
6 x 7 com alma de fibra (ver Tabela C.1)	0,332
6 x 7 com alma de aço (ver Tabela C.2)	0,359
6 x 24AF com alma de fibra (ver Tabela C.3)	0,286
6 x 37M com alma de fibra (ver Tabela C.4)	0,295
6 x 37M com alma de aço (ver Tabela C.5)	0,319
6 x 19 com alma de fibra (ver Tabela C.6)	0,330
6 x 19 com alma de aço (ver Tabela C.7)	0,356
6 x 36 com alma de fibra (ver Tabela C.8)	0,330
6 x 36 com alma de aço (ver Tabela C.9)	0,356
6 x 19 com alma de aço (ver Tabela C.10)	0,356
8 x 36 com alma de aço (ver Tabela C.11)	0,356
18 x 7 (ver Tabela C.12)	0,328
34(M) x 7 (ver Tabela C.13)	0,318
35(W) x 7 (ver Tabela C.14)	0,360 (até a categoria de cabo de aço 1 960) 0,350 (acima da categoria de cabo de aço 1 960)

Anexo E (informativo)

Ensaio em arames retirados do cabo de aço

E.1 Generalidades

Caso seja necessária a execução de ensaios nos arames, os ensaios normalmente são relativos ao diâmetro, resistência à tração e torções, e, quando aplicável, à galvanização.

Para os efeitos de avaliação dos resultados do ensaio, recomenda-se que o fabricante indique as dimensões nominais e as categorias de resistência à tração dos arames.

A amostra selecionada deve ser de comprimento suficiente para permitir a repetição do ensaio.

NOTA Estas disposições não se aplicam a cabos de aço de pernas compactadas e cabos de aço compactados (martelados).

E.2 Amostragem

Para cada camada de pernas, incluindo aquelas existentes na alma, deve ser selecionada uma perna de cada construção dentro daquela camada e os arames devem ser ensaiados. Se houver mais de oito pernas de mesmo diâmetro e construção em uma camada, os arames de duas pernas daquele diâmetro e construção devem ser ensaiados.

A menos que especificado em contrário, as amostras dos arames retirados para ensaio não devem incluir arames centrais ou de enchimento.

E.3 Métodos de ensaio e critérios de aceitação

E.3.1 Generalidades

Para cada requisito, deve-se permitir que no máximo 5 % dos arames ensaiados, arredondados para o número inteiro mais próximo de arames, se situem fora dos valores especificados.

Quando os resultados do mesmo arame não forem satisfatórios em mais de um ensaio (por exemplo: torção e tração), isso deve ser contado como uma falha.

E.3.2 Diâmetro

Quando ensaiados de acordo com a ISO 2232:1990, 5.1, 5 % dos arames podem exceder em até 50 % a tolerância estabelecida no Anexo A.

E.3.3 Resistência à tração

Quando o ensaio é realizado de acordo com a ABNT NBR ISO 6892 ou o método estabelecido na ISO 10425:2003, B.2, os valores medidos devem estar de acordo com os valores no Anexo A com um aumento de tolerância de 50 N/mm² na extremidade inferior.

Para cabos de aço com pernas perfiladas (por exemplo: triangulares), a tolerância aumentada na extremidade inferior deve ser equivalente a 5 % da categoria de resistência à tração do arame.

E.3.4 Torção

Um comprimento de $100d$ para a peça de ensaio entre garras é preferível. Se esse comprimento não puder ser adotado, um comprimento alternativo deve ser escolhido a critério do fabricante do arame. Nesse caso, o número de torções que o arame deve suportar deve ser proporcional às quantidades especificadas para um comprimento de ensaio de $100d$.

Para cabos de aço com pernas redondas, quando ensaiados de acordo com a ISO 7800 e o método apresentado na ISO 10425:2003, B.3, conforme apropriado, os valores medidos de arames redondos, com diâmetro igual ou superior a 0,5 mm, devem corresponder a no mínimo 85 % dos valores especificados no Anexo A, arredondados para o número inteiro mais próximo.

Para cabos de aço com pernas perfiladas com mais de uma camada de arames redondos nas pernas, os valores resultantes acima para pernas redondas devem ser reduzidos em uma torção cada.

Para cabos de aço com pernas perfiladas com apenas uma camada de arames redondos nas pernas, os valores resultantes acima para pernas redondas devem ser reduzidos em duas torções cada.

Ver E.3.5 para ensaio em arames menores do que 0,5 mm.

E.3.5 Nó

Este ensaio deve aplicar-se a arames com diâmetro inferior a 0,5 mm em substituição ao ensaio de torção.

Cada arame com um nó simples deve resistir, sem romper-se, a uma carga de pelo menos 45 % da carga correspondente para a categoria de resistência à tração.

E.3.6 Revestimento dos arames

Quando medida de acordo com a ISO 2232:1990, Anexo A, a redução da massa de zinco ou revestimento de Zn 95/Al 5 do pré-encabamento (antes da fabricação do cabo de aço), os valores mínimos não devem ser maiores que aqueles mostrados na Tabela E.1.

Tabela E.1 — Redução permitida na massa mínima do revestimento de zinco de arames para cabos de aço

Massa mínima antes da fabricação do cabo de aço g/m ²	Redução na massa de zinco após a fabricação do cabo de aço g/m ²
< 40	2
40 a < 80	4
80 a < 120	6
120 a < 160	8
160 a < 200	10
200 a < 300	15
300 a < 400	20
> 400	25

Anexo F (normativo)

Comparação entre os diâmetros de cabos de aço em medidas métricas e imperiais

Para auxiliar na seleção dos diâmetros de cabos de aço, a seguinte Tabela compara as diferenças entre os diâmetros nominais dos cabos de aço e suas respectivas tolerâncias no diâmetro em medidas métricas e em medidas imperiais.

Tabela F.1 — Comparação entre os diâmetros de cabos de aço em medidas métricas e imperiais

Diâmetro nominal do cabo de aço		Tolerância no diâmetro	Tolerância no diâmetro
mm	pol	mínima	máxima
6 ^a		6,00	6,36
6,35	1/4	6,35	6,73
7 ^a		7,00	7,42
7,94	5/16	7,94	8,42
8 ^a		8,00	8,40
9 ^a		9,00	9,45
9,53	3/8	9,53	10,0
10 ^a		10,0	10,5
11 ^a		11,0	11,6
11,1	7/16	11,1	11,7
12 ^a		12,0	12,6
12,7	1/2	12,7	13,3
13 ^a		13,0	13,7
14 ^a		14,0	14,7
14,3	9/16	14,3	15,0
15 ^a		15,0	15,7
16 ^a	5/8	16,0	16,8
18 ^a		18,0	18,9
19 ^a		19,0	20,0
19,1	3/4	19,1	20,0
20 ^a		20,0	21,0
22 ^a		22,0	23,1
22,2	7/8	22,2	23,3
24 ^a		24,0	25,2
25,4	1	25,4	26,7
26 ^a		26,0	27,3
28 ^a		28,0	29,4
28,6	1-1/8	28,6	30,0
31,8	1-1/4	31,8	33,3
32 ^a		32,0	36,6
34,9	1-3/8	34,9	36,7
35 ^a		35,0	36,8
36 ^a		36,0	37,8
38 ^a	1-1/2	38,0	39,9
38,1		38,1	40,0
40 ^a		40,0	42,0
41,3	1-5/8	41,3	43,3
44 ^a		44,0	46,2
44,5	1-3/4	44,5	47,3
45 ^a		45,0	47,3
47,6	1-7/8	47,6	50,0
48 ^a		48,0	50,4
50,8	2	50,8	53,3
51 ^a		51,0	53,6
52 ^a		52,0	54,6
54,0	2-1/8	54,0	56,7
56 ^a		56,0	58,8
57,2	2-1/4	57,2	60,0
60 ^a		60,0	63,0

^a Diâmetros preferíveis.

Anexo G
(normativo)**Equivalências de categorias de cabos de aço**

Ver Tabela G.1.

Tabela G.1 — Comparação de categorias de cabos de aço - apenas para orientação

Designação da categoria de resistência do cabo de aço	Categoria de resistência de cabo de aço equivalente
IPS	1770
EIPS	1960
EEIPS	2160

Bibliografia

- [1] ISO 4344, *Steel wire ropes for lifts — Minimum requirements*
- [2] ISO 3154:1988, *Stranded ropes for mine hoisting — Technical delivery requirements*
- [3] ISO 5614:1988, *Locked coil wire ropes for mine hoisting — Technical delivery requirements*
- [4] ABNT NBR ISO 9001:2000, *Sistemas de gestão da qualidade — Requisitos*

