

CAPÍTULO 7

CABOS

SEÇÃO A – CLASSIFICAÇÃO GERAL; CABOS DE FIBRAS NATURAIS

7.1. Classificação – Os cabos, de um modo geral, podem ser classificados, segundo a matéria-prima utilizada em sua confecção, em cabos de fibra ou de aço.

a. Cabos de fibra

(1) cabos de fibras naturais – Confeccionados com as fibras do caule ou das folhas de algumas plantas têxteis, tais como manilha, sisal, linho cânhamo, linho cultivado, coco, juta e algodão. Atualmente, os cabos de fibras naturais mais empregados a bordo são confeccionados com manilha e sisal; e

(2) cabos de fibras sintéticas – Nesta categoria incluem-se os cabos confeccionados com matéria plástica, entre elas náilon, polipropileno, polietileno, poliéster e kevlar.

b. Cabos de aço – Confeccionados principalmente com fios de arame de aço, podendo ser utilizado o ferro na confecção de cabos de qualidade inferior.

7.2. Matéria-prima dos cabos de fibra natural – Inúmeras fibras naturais podem ser empregadas na confecção de cabos, entre elas:

a. Manilha – Fibra de uma planta muito semelhante à bananeira e, por isso mesmo, chamada às vezes de bananeira selvagem; é originária, principalmente, do Arquipélago das Filipinas. A árvore tem altura de 4,5 a 6 metros e possui a matéria têxtil no caule. É uma fibra lisa, macia e sedosa; seu comprimento varia de 1,2 a 3 metros. Apresenta uma resistência à tração de 21 kg/mm². Devido a certos óleos existentes em sua composição, ela não sofre muito a ação da água salgada.

O cabo de manilha é apenas 10% menos resistente que o de linho cânhamo branco, mais leve do que ele cerca de 22%, e tem ainda as vantagens de ser pouco sensível à umidade e de possuir alguma flutuabilidade. Comparado com o cabo de linho alcatroado, ele é mais forte e mais flexível, porém deteriora-se mais rapidamente. Quando molhado, não perde em resistência, mas isso não exclui a necessidade de enxugá-lo após seu uso. Embora no passado tenha sido extensivamente aplicado em quase todos os serviços de bordo (como espias, boças, nos aparelhos fixos e de laborar, retinidas, coseduras, fiéis de toldo etc.), vem sendo substituído na maioria desses serviços pelo sisal.

b. Sisal – Oriundo do México, Haiti e África. É uma fibra encontrada nas folhas de uma planta sem caule, muito semelhante ao pé de abacaxi. O sisal é muitas vezes empregado como substituto da manilha na manufatura de cabos, por ser mais barato, mas sofre muito a ação do tempo. Além disso, a fibra do sisal não é tão lisa e macia como a da manilha, de modo que um cabo feito de sisal apresenta-se com asperezas e pontas salientes. Uma vantagem do sisal sobre a manilha é aceitar melhor o alcatrão. O sisal tem uma resistência à tração de cerca de 17kg/mm², isto é, 20% a menos que a manilha, e se enfraquece bastante com a umidade.

c. Linho cânhamo – É a fibra com que se faz o cabo comumente designado cabo de linho; a matéria filamentososa está na casca que envolve o caule da planta chamada cânhamo. O caule do cânhamo atinge cerca de 4 metros de altura, produzindo um filamento maior que 3 metros, de cor prateada. O cabo confeccionado com esta fibra possui grande resistência e flexibilidade quando molhado, e sua cor é esbranquiçada como um cabo de algodão.

O cabo de linho cânhamo não alcatroado, também chamado cabo de linho branco, é o mais forte dos cabos de fibra. Entretanto, ele tem a desvantagem de absorver facilmente a umidade, deteriorando-se sempre que exposto ao tempo, razão por que se faz o tratamento das fibras do cânhamo com alcatrão vegetal antes da manufatura do cabo; isso o preserva da umidade, mas diminui sua flexibilidade e o enfraquece.

O cabo de linho cânhamo de grande bitola (grossura do cabo) é pouco usado na Marinha do Brasil e, quando usado, quase sempre é alcatroado. Mesmo nos aparelhos fixos dos navios, que no passado só empregavam cabo de linho alcatroado, o uso de cabo de aço é quase que obrigatório. O cabo de linho não alcatroado só é usado nos grandes veleiros e nos aparelhos de laborar de grandes pesos, e, particularmente, nos países de origem dessa fibra (Estados Unidos, França, Alemanha e outros). O linho cânhamo encontra grande aplicação nos cabos finos, fios e linhas. Nesta forma, ele é usado como merlim, mialhar, linha alcatroada, fio de vela etc.

d. Linho cultivado – É o *Linun usitatissimum*, uma planta cultivada em todo o mundo. A matéria têxtil encontra-se na casca em volta do caule; as de melhor qualidade são as que apresentam cor branca, marfim ou amarela, sendo as mais escuras de qualidade inferior. É 30% menos resistente que o cânhamo, mas seu peso é cerca de 40% inferior. É uma fibra muito usada na confecção de linhas para adriças de bandeiras.

e. Coco – Produz o chamado cabo do Cairo. É bastante leve e pode flutuar, mas sua resistência é pequena. É uma fibra usada nos serviços em que o cabo deva permanecer imerso na água e onde não se exija grande carga de ruptura, tais como defensas, coxins, redes, cabos para pescadores etc. Apresenta a vantagem de não apodrecer com facilidade, porém é mais fraco 30% que o cabo de manilha de mesmo diâmetro; apresenta uma cor avermelhada.

f. Juta – Nativa dos climas quentes, principalmente na Índia, desenvolve-se de preferência nas margens dos rios. Foi trazida para o Brasil e cultivada com êxito pelos colonos japoneses na Amazônia; nessa região é denominada juta de Parintins. Quando novos, os cabos de juta flutuam. Não é utilizado normalmente a bordo porque as suas fibras se separam em pouco tempo quando em contato com a água. Apresenta uma resistência um pouco menor que a do linho branco e o peso é 47% menor. A juta de melhor qualidade possui cor branco-pérola, tem pouco menos de 2 metros de comprimento e deve se apresentar bem enxuta. Industrialmente, a juta tem grande aplicação na manufatura de sacos.

g. Algodão – Matéria têxtil constituída por uma penugem filamentososa, fina, de cor branca ou amarelada, que envolve as sementes do algodoeiro, arbusto próprio das regiões quentes e úmidas. Desenvolve-se em todo o Brasil, embora a Região Norte seja a mais favorável ao seu cultivo, especialmente na Amazônia.

Muito usado na indústria de tecidos, o algodão é também aproveitado para a manufatura de cabos finos, onde se exija pouca resistência, ou para adornos. É utilizado, especialmente, na confecção de linhas de barca e de prumo, fios de cozer, cabos de enfeite, aranhas de maca etc.

h. Linho da Nova Zelândia – Matéria filamentosa extraída das folhas da planta *Phormium tenax*, que é nativa da Nova Zelândia. A fibra assemelha-se à da manilha, mas é inferior em resistência e por isso é pouco empregada na indústria de cabos.

i. Pita – Matéria têxtil que se encontra nas folhas da planta chamada *aloé*, procedente das Antilhas; é 10% mais fraca que o linho branco, não recebe o alcatrão e apodrece com facilidade.

j. Piaçava – Fibra extraída das folhas da planta chamada piaçava (*Attalia funifera*), da família das palmeiras; a qualidade mais apreciada é a do Brasil, cultivada às margens do Rio Negro; é também cultivada na Bahia, no Espírito Santo e em Alagoas. Sua resistência é cerca de 20% inferior à do cânhamo, mas possui as propriedades de flutuar e não apodrecer por efeito da água do mar. A piaçava não é muito empregada na indústria de cordoaria, por serem as fibras muito rígidas, não podendo ir à máquina; os cabos de piaçava são feitos a mão e são trançados.

7.3. Construção dos cabos de fibra natural

7.3.1. Manufatura – Antes de ser submetida à fição, a matéria filamentosa sofre diversas operações, quais sejam:

a. Curtimento – Que pode ser feito a seco ou com auxílio de água e tem por finalidade fazer desaparecer a substância gomosa que liga as fibras têxteis.

b. Trituração – A fim de fragmentar a parte lenhosa, os talos.

c. Tasquinha – Para separar os talos, deixando livre a parte têxtil.

Feito isto, as fibras são postas a enxugar e depois submetidas à manipulação, a qual tem por finalidade dividir o mais possível, separando umas das outras as fibras têxteis. Por fim, são elas inspecionadas, separadas por qualidade e postas em fardos para irem à fição.

Para se assegurar a boa qualidade dos cabos, as fibras utilizadas devem estar secas, ser longas, novas e genuínas, não adulteradas, sem defeitos, bem fiadas e uniformes.

O cabo é sempre feito a máquina, mas também poderia ser confeccionado a mão. A primeira operação nas fábricas é a cardação e a máquina que a executa chama-se carda. A cardação tem por fim:

- (1) separar das fibras a pouca substância lenhosa ou impurezas ainda aderentes;
- (2) isolar as fibras umas das outras, torná-las paralelas e posicioná-las de modo que suas extremidades fiquem colocadas em pontos diversos no sentido do comprimento do feixe;
- (3) subdividir um feixe em muitos outros menores e iguais; e
- (4) separar os filamentos mais longos dos mais curtos e retirar especialmente aqueles muito curtos que, não servindo à fição, vão servir apenas para estopa.

Enquanto se processa a cardação, as fibras passam por um banho de alcatrão, se são destinadas a cabo alcatroado, ou por um tratamento de óleo lubrificante especial, se são destinadas a cabo branco. O óleo tem por fim amaciar e lubrificar as fibras, para que sejam facilmente trabalhadas nas cardas, e ainda, criando uma

camada protetora nos filamentos, permitir que o cabo confeccionado resista melhor à ação da umidade. Cerca de 10 a 15% do peso de um cabo branco consistem em óleo de lubrificação.

As fibras longas, que são aproveitadas na primeira cardação, vão constituir os cabos de primeira qualidade; as fibras que restam, mais curtas, podem ir novamente às cardas, mas somente para confeccionar os cabos de segunda qualidade, que não devem ser utilizados nos serviços de bordo.

7.3.2. Detalhes de construção – A fabricação dos cabos é realizada pela união e torção de determinado número de fios primários, formando os fios que, no cabo, tomam o nome de fios de carreta. Esses, reunidos e retorcidos, também em certo número, mas em sentido contrário ao anterior, formam as pernas (cordões) do cabo, que são reunidas, torcidas ou trançadas. Três ou quatro pernas, torcidas todas juntas e em sentido inverso ao anterior, formam um cabo. O cabo assim confeccionado chama-se cabo de massa (fig. 7-1), e é sempre formado de três ou quatro pernas, qualquer que seja sua bitola. Se fizermos um novo cabo composto de três destes cabos de massa, teremos um cabo calabroteado (fig. 7-2).

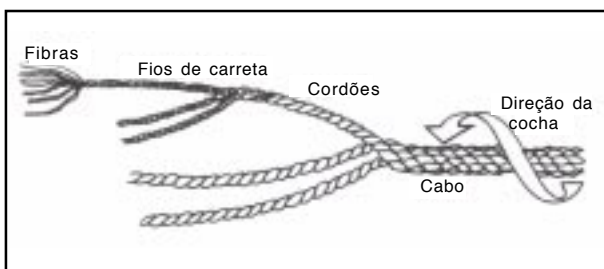


Fig. 7-1 – Cabo de massa

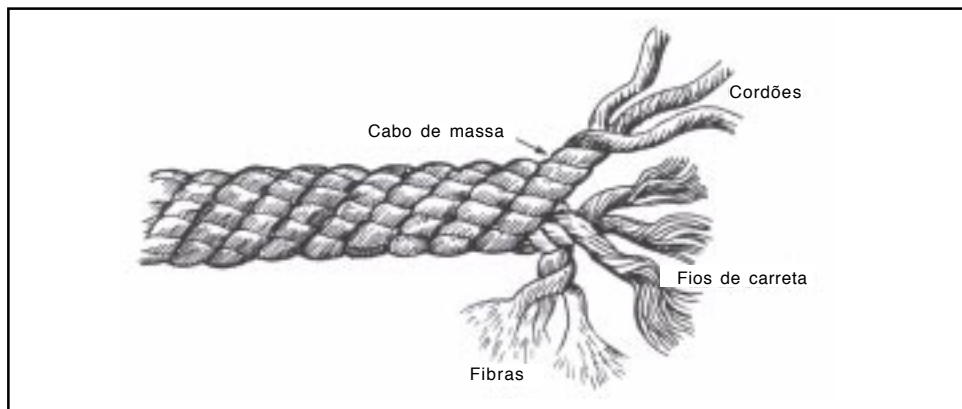


Fig. 7-2 – Cabo calabroteado

Na confecção de um cabo, a ação de torcer os vários elementos que o constituem chama-se cochar; as torcidas assim feitas chamam-se cochas, que podem ser para a direita ou para a esquerda, como apresentado na figura 7-3; cochas são também os intervalos entre as pernas de um cabo. A cocha de um cabo de 3 pernas é o ângulo que as pernas fazem em relação ao eixo do cabo (fig. 7-4). A cocha dos cabos trançados de 8 pernas está relacionada com o comprimento dos trançados individuais, também denominado comprimento de costura (fig. 7-5).

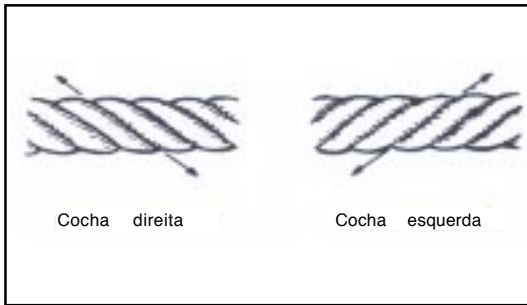


Fig. 7-3 – Cabos cochados em sentidos diferentes

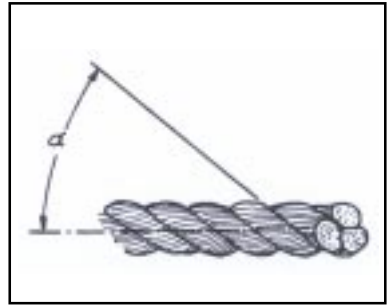


Fig. 7-4 – Cocha de um cabo de três pernas

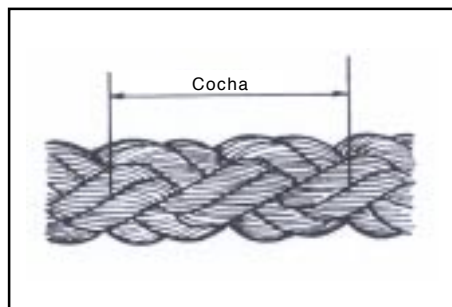


Fig. 7-5 – Cocha de um cabo trançado de oito pernas

Os cabos mais usados são os de três pernas, mas os cabos de maior bitola podem ter quatro pernas, os quais são sempre cochados em torno de um outro cabo já confeccionado, mais fino que as pernas, e que toma o nome de madre do cabo. A madre (alma, nos cabos de aço) não aumenta a resistência do cabo, porque, sendo de menor bitola que as pernas, não possui a mesma elasticidade destas, mas, entretanto, dá mais flexibilidade.

Os cabos são geralmente cochados para a direita. Um cabo é cochado para a direita quando, fazendo caminhar um ponto sobre uma das pernas, este ponto determina uma espiral para a direita, isto é, no sentido do movimento dos ponteiros de um relógio (hélice subindo da esquerda para a direita); ele é cochado para a esquerda quando, fazendo caminhar um ponto sobre uma das pernas, este ponto determina uma espiral para a esquerda, isto é, no sentido contrário ao movimento dos ponteiros de um relógio (hélice subindo da direita para esquerda).

É preciso não confundir esta regra, porque se cortarmos um cabo e olharmos de frente para a sua seção pode nos parecer que a torção é no sentido contrário. Conhece-se que um cabo é cochado para a direita quando, estando de frente para o seu chicote, tem-se que torcer a mão no sentido do movimento dos ponteiros de um relógio para poder descochá-lo.

Para contrariar a tendência a descochar é que as torcidas sucessivas são feitas em sentidos alternados; num cabo de massa cochado para a direita, a primeira torcida dos filamentos para a confecção do fio de carreta é uma cocha para a

direita. Neste caso, a terceira torcida, que é a das pernas para formar o cabo, será também para a direita.

O princípio da construção dos cabos baseia-se na oposição destas cochas; os fios de carreta, isoladamente, tendem a se descochar, mas como são cochados em sentido contrário ao da primeira cocha para compor uma perna, as duas tendências se neutralizam. Daí se deduz que uma perna é neutra, isto é, não apresenta tendência para descochar-se, mas ao torcermos as pernas para confeccionar um cabo, este estado de equilíbrio fica alterado e o cabo terá uma tendência contínua a descochar. Por isto, é necessário dar às pernas, quando elas passam na máquina para compor o cabo, uma torção extra, a qual deve ser apenas o suficiente para neutralizar a tendência em sentido contrário que eles adquirem ao serem cochados juntos.

Em alguns tipos, especialmente nos cabos finos, as pernas são trançadas, em vez de cochadas (torcidas); isto faz desaparecer a tendência para a coca, isto é, a dobra que o cabo toma sobre si mesmo, no seio, mas diminui a elasticidade. Os cabos trançados (fig. 7-6) têm um número variado de pernas. Em um cabo trançado de 8 pernas, dispostas 2 a 2, empregam-se 4 pernas cochadas para a esquerda e 4 para a direita.

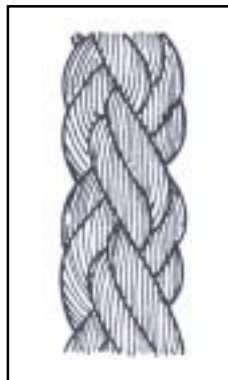


Fig. 7-6 – Cabo trançado

Há ainda pequenas variações na fabricação dos cabos, especialmente no modo como são constituídas as pernas: em uns, as fibras elementares de cada perna são torcidas em torno de um eixo longitudinal, em vez de serem torcidas em fios de carreta; em outro tipo, a perna é constituída por duas ordens de fios de carreta do tamanho comum envolvendo oito fios de carreta mais grossos.

Nas fábricas, depois de prontos, os cabos são enrolados em aduchas. É importante notar que as aduchas são feitas sempre do mesmo modo, e por isto, ao desenrolar um cabo novo, tem que se desfazer a aducha num determinado sentido, contrário àquele em que o cabo foi enrolado.

A tabela 7-1 apresenta as características dos cabos de sisal dos tipos torcidos de 3 pernas e trançados de 8 pernas.

7.4. Efeitos mecânicos da torção – A torção dada a um cabo, isto é, a cocha, tem por fim impedir que as fibras escorreguem umas sobre as outras sob o esforço de tração, pelo atrito mútuo que elas adquirem. Com isto o cabo adquire uma ligeira elasticidade, em virtude do caráter de mola em espiral que toma, mas perde uma parte da resistência inicial dos fios.

Uma cocha bem apertada aumenta o atrito e tem ainda a vantagem de unir bem as fibras e fazer o cabo menos apto a receber umidade, mas aumentando-se demais a cocha, enfraquece-se o cabo e aumenta-se a sua tendência a tomar cocas. De um modo geral, quanto menor a torção mais forte será o cabo. O grau de torção dado aos cabos é geralmente tal que o comprimento do cabo é de $2/3$ a $3/4$ do comprimento das pernas que o compõem.

Sob o aspecto de resistência, o cabo ideal seria aquele que tivesse todas as fibras solicitadas uniformemente na direção da linha axial do esforço, como indicado

na figura 7-7, o que é impossível devido às torções sucessivas que o cabo necessariamente sofre durante a sua manufatura.

A manilha tem uma resistência à tração de 21 kg/mm^2 nas suas fibras elementares; um cabo confeccionado de manilha perde de 30% a 60% dessa resistência, conforme a bitola, principalmente devido aos processos de torção que a fibra sofre.



Fig. 7-7 – Resistência à tração

7.5. Elasticidade dos cabos – A fibra não possui, como um fio de metal ou de aço, um limite de elasticidade permanente, dentro do qual pode trabalhar indefinidamente sem deformação. Portanto, os cabos de fibra natural têm apenas a elasticidade que lhes dá a espiral determinada pelo modo de cochar.

Quando se estica um cabo novo, uma parte do alongamento se torna definitiva, pois os fios de carreta tomam uma nova posição de equilíbrio uns em relação aos outros. A esta posição de equilíbrio estável corresponde um limite de elasticidade permanente, que não deve ser excedido por um esforço de tração demasiado. Se for atingido esse limite de elasticidade, o cabo põe-se em novo estado de equilíbrio estático, pois as fibras escorregarão um pouco, apesar da cocha, e a sua resistência à ruptura ficará diminuída. Por isso, nunca devemos submeter um cabo de fibra a esforços próximos de sua carga nominal de ruptura e, ao contrário, dá-se um grande fator de segurança, na razão de 1 para 5, pelo menos, entre a carga de trabalho e a carga de ruptura.

O alongamento máximo dos cabos brancos sujeitos a esforços é de 7% a 8% e dos cabos alcatroados, de 4% do comprimento. Se eles forem submetidos a um esforço maior que o seu correspondente limite de elasticidade, os fios de carreta, que ocasionalmente suportam maior tensão, começam a se romper, fazendo com que os outros fios em sua volta também venham a ceder, até que os restantes sejam insuficientes para o esforço atribuído ao cabo todo, e este se parte. A ruptura pode começar indiferentemente na superfície das pernas ou nos fios internos.

Os cabos fixos de mastreação devem receber sempre um grau de tensão inferior ao limite de elasticidade permanente, levando-se em conta que eles ficam expostos ao tempo, contraindo-se quando úmidos e distendendo-se ao secar.

7.6. Efeitos da umidade – A umidade não diminui a resistência dos cabos de fibra natural; ao contrário, considera-se que um cabo novo, quando molhado, tem sua resistência aumentada de 10%. Porém, não significa que se deva molhar os cabos para aumentar sua resistência. A água torna o cabo mais pesado e diminui sua flexibilidade, tornando-o mais difícil de manobrar e dando-lhe também uma tendência a tomar cocas. Além disso, a água ataca as fibras, fazendo-as apodrecer com o tempo.

A fibra que menos sofre a ação da umidade é a manilha, devido a certos óleos que lhe são próprios. A água, entretanto, é facilmente absorvida pelo cânhamo e pelo sisal, diminuindo a coesão das fibras e fazendo o cabo inchar.

A umidade altera também a elasticidade dos cabos de fibra natural, contraindo-os quando molhados e distendendo-os ao secar. Daí a razão por que, em tempo úmido, os cabos bem tesados e as voltas apertadas devem ser afrouxados, e os aparelhos de laborar solecados, a fim de lhes ser permitido contrair e distender livremente.

Os cabos não-alcatroados não devem ser percintados ou forrados, pois a cobertura não impede totalmente a umidade e esconde e aumenta o seu efeito, contribuindo para sua deterioração.

Para evitar a umidade, os cabos de linho cânhamo recebem um banho de alcatrão vegetal, o qual deve ser dado nas fibras antes de sua manufatura, a fim de haver melhor distribuição da substância protetora. O alcatrão diminui cerca de 12% a força dos cabos novos e com o tempo vai alterar sensivelmente a estrutura da fibra, enfraquecendo-o mais. Considera-se geralmente um cabo de linho alcatroado 30% menos resistente que o linho branco.

Mesmo os cabos de manilha, que resistem melhor à umidade, recebem uma proteção de um óleo lubrificante especial. Esta lubrificação é necessária durante a manufatura do cabo para amaciar as fibras elementares e também serve para protegê-lo contra a umidade, além de diminuir o atrito interior dos filamentos entre si. Eliminando os inconvenientes da umidade, a lubrificação torna o cabo mais fácil para a manobra, bem como aumenta a sua vida útil.

7.7. Comparação entre os cabos de três e de quatro pernas – Ao contrário do que parece, se de mesma matéria-prima e diâmetro, o cabo de quatro pernas é ligeiramente menos resistente que o de três pernas; além disso aquele pesa cerca de 5% mais, daí o seu menor uso. Como mencionado anteriormente, um efeito mecânico da torção é diminuir a resistência à tração das fibras elementares. Na figura 7-8 podemos observar que o ângulo A da espiral de um cabo de três pernas é menor que o ângulo B do cabo de quatro pernas. É evidente que será necessária maior resistência para suportar um mesmo esforço se as fibras são dirigidas num sentido mais afastado da linha axial da carga, isto é, se o grau de torção é maior. Portanto, um cabo de quatro pernas sofre um esforço maior que um de três pernas para a mesma carga, atingindo, mais rapidamente, seu limite de ruptura.

A figura 7-9 apresenta as seções transversais de um cabo de quatro pernas e de um cabo de três pernas. Vê-se que o último tem a sua parte central homogênea em toda a seção, enquanto o primeiro tem a madre, a qual estabelece um desequilíbrio no atrito mútuo dos filamentos, contribuindo para uma partição das fibras interiores. É evidente, pois, que um cabo de três pernas resiste ao esforço de tração de modo mais uniforme.

Ainda que um cabo de quatro pernas tenha um maior número de fibras por metro de comprimento, 1/13 dos fios de carreta que o compõem encontram-se na madre, a qual, não tendo a mesma elasticidade das pernas do cabo, tende a se partir primeiro, modificando a cocha das pernas e permitindo que estas se rompam também.

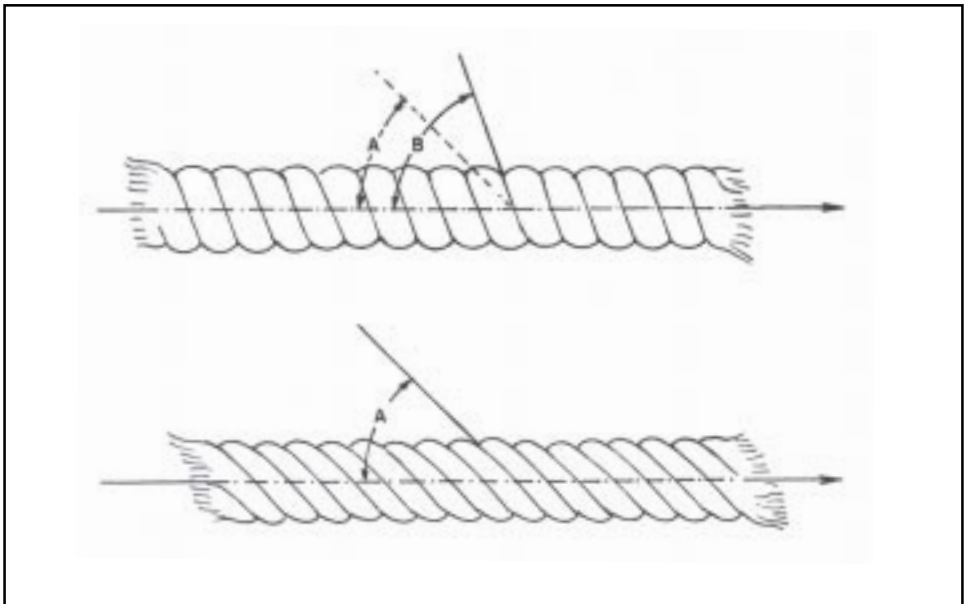
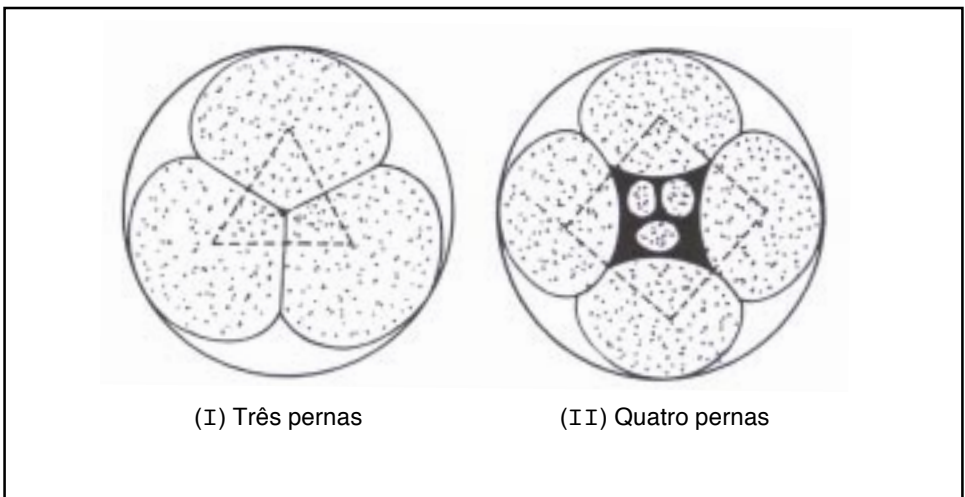


Fig. 7-8 – Ângulo de torção



(I) Três pernas

(II) Quatro pernas

Fig. 7-9 – Seção transversal de um cabo de fibra

Entretanto, devido à madre, os cabos de quatro pernas são mais flexíveis que os de três pernas. Outra vantagem que eles apresentam é uma maior superfície de apoio, o que é facilmente demonstrado pela comparação das figuras 7-9 (I) e (II); o cabo de quatro pernas aproxima-se mais da forma circular que o de três pernas. Essa maior superfície de apoio é importante para os cabos de laborar, pois dá maior superfície de atrito de encontro às roldanas. Por isso, e também por sua flexibilidade, é o cabo de quatro pernas indicado especialmente para os trabalhos de laborar.

7.8. Comparação entre cabos calabroteados e cabos de massa – A principal vantagem do cabo calabroteado sobre o cabo de massa é sua maior elasticidade. Além disso, em igualdade de bitola, as pernas são mais finas nos cabos calabroteados e a diferença de tensão entre os fios centrais e os da periferia será menor, acarretando maior uniformidade de resistência. A água penetra internamente com mais dificuldade nos cabos calabroteados, o que lhes garante maior duração, e eles são, também, ligeiramente mais leves, cerca de 6%.

Os cabos de massa são mais fortes que os cabos calabroteados de mesmo diâmetro e possuem maior flexibilidade, porque a torção sofrida pelas fibras é menor. Os cabos calabroteados são hoje muito pouco usados; tendo pouca flexibilidade, eles não servem para cabos de laborar, e tendo maior elasticidade, são menos apropriados que os cabos de massa para o aparelho fixo.

Apesar da sua menor resistência, a elasticidade dos cabos calabroteados lhes permite, mais do que aos cabos de massa, suportar os choques ou lupadas. Por isso eles podem ser usados em trabalhos de salvamento, como nos cabos de reboque e espias, e, em geral, onde se desejar muita elasticidade sem considerar a flexibilidade.

7.9. Medida dos cabos de fibra natural – Os cabos de fibra natural podem ser medidos pelo diâmetro nominal ou pelo comprimento de sua circunferência retificada. O mais comum é fazer-se a medida pela circunferência em polegadas ou, mais raramente, em centímetros ou milímetros. Quando for dada a medida de um cabo de fibra natural, sem especificar como ela foi feita, entenda-se em polegadas.

O comprimento das aduchas é variável em cada país e também varia para os cabos de menor bitola. No Brasil é comum fabricar aduchas com 220 metros. O maior cabo de fibra de três pernas usado a bordo dos navios é de 305 milímetros (12 polegadas) de circunferência. Contudo, há cabos de fibra de 381 milímetros (15 polegadas) de circunferência. Os cabos de quatro pernas são fabricados em tamanhos diversos a partir de 31,7 milímetros (1 1/4 polegada). Os cabos calabroteados são fabricados de 12,7 centímetros (5 polegadas) até 61 centímetros (24 polegadas), que é o de maior tamanho. A tabela 7-2 apresenta as características de manilha não alcatroados.

7.10. Cabos finos – São cabos de pequena bitola, assim considerados aqueles cuja circunferência é igual ou menor que 38 milímetros (1 1/2 polegada). Eles são empregados nos diversos trabalhos marinhos, e são quase sempre fabricados com linho cânhamo, branco ou alcatroado. Os cabos finos são geralmente designados pelo número dos fios de carreta que contêm, sendo de 21 fios o de maior tamanho; podem também ser medidos pela circunferência, em milímetros ou em polegadas. O comprimento é, em geral, medido em metros ou, nas medidas inglesas, em jardas ou braças. No comércio são vendidos pela aducha, medida em peso. São os seguintes os diversos tipos de cabos finos:

a. Linha alcatroada – Fabricada do mesmo modo que os cabos de massa comuns, cochando-se três pernas compostas cada uma de 2, 3, 4, 5, 6 ou 7 fios de carreta, formando as linhas alcatroadas de 6, 9, 12, 15, 18 ou 21 fios. É usada nos trabalhos marinhos em que se fizer necessário um material mais forte e mais pesado que o merlim. É mais comumente empregada para engaiar e forrar os ca-

bos, para tomar botões nos cabos grossos, para ovéns das enxárcias, degraus das escadas de quebra-peito, massame das embarcações miúdas ou para pear os objetos a bordo. A tabela 7-3 apresenta as características das linhas alcatroadas.

b. Mialhar – Forma-se cochando-se para a esquerda 2 ou 3 fios de carreta, constituindo uma perna de linho cânhamo alcatroado de qualidade inferior. Serve principalmente para forrar e engaiar os cabos, para fazer coxins, coseduras e para os trabalhos marinhos onde não haja necessidade de um acabamento perfeito. É fornecido em palombas, isto é, novelos que se podem desfazer durante o trabalho, tirando o chicote pelo centro. É usado nos tamanhos de 6 a 22 milímetros de circunferência. O mialhar branco, para máquinas, serve para engaxetamento e também para forrar tubos, na falta de amianto. É formado de uma perna de um número variável de fios e tem 19, 25 ou mais milímetros de circunferência.

c. Merlim – Pode ser branco ou alcatroado, e é usado nas bitolas de 12,7 milímetros (1/2 polegada) a 25,4 milímetros (1 polegada) de circunferência. Distingue-se do mialhar por sua confecção esmerada. Serve para tomar botões, falçar, engaiar e forrar cabos, palombar e coser velas, para coxins e gaxetas e também para todos os trabalhos marinhos onde se deseja um bom acabamento. A tabela 7-4 fornece os dados característicos do merlim.

d. Fio de vela – Barbante naval, fino mas muito forte, utilizado para toda a classe de costuras de lonas e couros e para falçar os cabos finos. É constituído por uma perna de 2 ou 3 fios finos de linho cânhamo branco, oscilando o seu diâmetro de 0,6 a 1,2 milímetro.

e. Fio de palomba – É o fio de vela mais grosso, que serve para palombar, isto é, coser as tralhas nas velas e toldos, por meio da agulha de palombar (agulha curva). Pode-se, também, coser velas com fio de palomba. Palombadura é a costura feita nas tralhas de velas e toldos.

f. Sondareza – É uma linha calabroteada, isto é, aquela cujas pernas são formadas pela linha alcatroada.

g. Filaça – É a reunião de pedaços de fio de carreta torcidos a mão.

h. Linha de algodão – Constituída por 6 a 24 fios de algodão, cochados em torno de uma madre. É empregada para trincáfios e aranhas das macas.

i. Fio de algodão – Composto por 3 a 8 filaças finas de algodão; é também usado para coser, quando se exige melhor acabamento que com o fio de vela; serve também para calafetos.

j. Fio de linho cru – Composto por 3 a 6 fios de linho branco ou em cores, é usado para coser lona, couro etc.

l. Arrebém – Nome dado ao cabo de 1/2 polegada de circunferência (12,7 milímetros).

7.11. Como desfazer uma aducha de cabos novos – Nas fábricas, as aduchas são enroladas sempre num determinado sentido, que é o sentido contrário ao da cocha do cabo. Dessa forma, o procedimento correto para desenrolar um cabo novo envolve, primeiramente, a retirada da cobertura de aniagem (a não ser que se deseje cortar apenas um pedaço do cabo e guardar a aducha); em seguida, procura-se a frente da aducha. Chamamos frente da aducha à face em que é visto o

chicote interno. Geralmente, ambos os chicotes do cabo são vistos na frente da aducha, mas o que nos interessa é o chicote interno, aquele por onde se deu a primeira das voltas internas da aducha.

O modo correto de desfazê-la é colocar a frente da aducha para baixo sobre o convés e, então, puxar o chicote interno para cima, por dentro da aducha (fig. 7-10). Deste modo, desenrola-se o cabo no sentido contrário àquele em que foi enrolado e as cocas são evitadas. A aducha estará numa posição errada para ser desfeita se o chicote interno estiver para cima; se tentarmos desfazê-la nesta posição, puxando o chicote interno, haverá cocas, pois o cabo vai sendo torcido num sentido que se soma à torção já provocada pelas voltas na aducha. O mesmo efeito se dará se tentarmos desfazer começando pelo chicote externo.

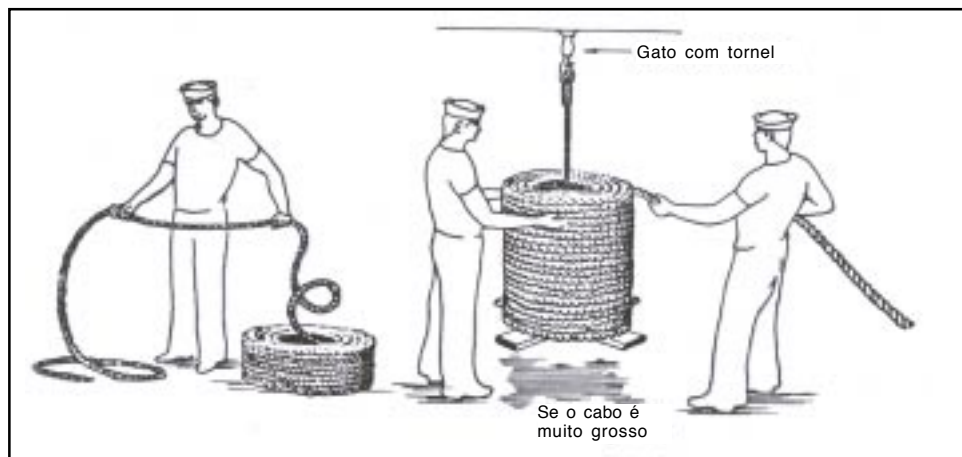


Fig. 7-10 – Como desfazer a aducha de um cabo novo

7.12. Como desbolinar um cabo – Entende-se por desbolinar um cabo desfazer-se a tendência que ele tem para tomar cocas. A operação de desbolinar se efetua sempre que um cabo novo é cortado da peça, a fim de ser preparado para servir no aparelho, ou então já estando em serviço, por ocasião de o colher.

Quando o cabo é novo e foi desenrolado da aducha corretamente, basta tesá-lo um pouco; se houver espaço, estende-se o cabo no convés e, agüentado um dos chicotes, ala-se pelo outro com força e durante algum tempo, até que ele, sendo largado por mão, fique brando e perca toda a tendência para a coca.

Na maioria dos casos, porém, deseja-se desbolinar o cabo em todo o seu comprimento, e não há espaço para estendê-lo no convés. Colhe-se, neste caso, o cabo em aducha em pandeiro (fig. 7-11), no sentido contrário ao de sua cocha (os cabos são geralmente cochados para a direita; então esta aducha será feita para a esquerda, isto é, em sentido contrário ao do movimento dos ponteiros de um relógio); depois puxa-se, para cima e por dentro da aducha, o chicote que ficou em baixo, e faz-se nova aducha, agora no mesmo sentido da cocha do cabo. Isto fará desaparecer qualquer coca, ou a torcida excessiva do cabo. Se este estiver torcido, a primeira aducha deve ser pequena; se for pouca a torção, pode-se fazer uma aducha grande.



Fig. 7-11 – Aducha em pandeiro

Antes de colher um cabo já em serviço, é preciso, muitas vezes, também desboliná-lo. Se o cabo é comprido, por exemplo uma espia, faz-se uma aducha em pandeiro, no sentido contrário ao da cocha, a começar pelo seio que está com volta dada nos cabeços do navio; depois mete-se o chicote por dentro dessa aducha, vira-se o pandeiro e faz-se, então, a aducha a ficar, colhendo o cabo no sentido de sua cocha, a começar pelo chicote.

Se o cabo é curto, como o tirador de uma talha, estende-se o mesmo no convés e, tomando-se pelo seio, executa-se, com a mão, um movimento rotatório, em sentido contrário ao da cocha, de maneira que tal movimento vá terminar no chicote do cabo e este fique depois direito e brando.

O efeito das cocas é maior nos cabos de maior bitola, porque, uma vez formadas, não é possível restabelecer pernas retorcidas a sua posição correta.

7.13. Como colher um cabo – Chama-se colher um cabo arrumá-lo em aducha, a fim de que ele não possa ficar enrascado e tenha sempre os chicotes livres; isto, além de mostrar um serviço bem marinheiro, deixa o cabo pronto, em qualquer ocasião, para uso imediato. Existem três modos de colher um cabo, quais sejam:

a. Colher um cabo à manobra – Depois de ter sido desbolinado, o cabo é colhido no convés, a começar pelo seio, em voltas circulares para a direita, umas sobre as outras, constituindo um pandeiro (fig. 7-11). Este pandeiro é, depois, sobrado, isto é, virado a fim de que o seio do cabo fique do lado de cima, e o chicote embaixo. A aducha assim feita chama-se aducha em pandeiro, e diz-se que o cabo foi colhido à manobra; quando se está no mar, os tiradores das talhas devem ser colhidos à manobra. Também se pode colher o tirador em cima, na malagueta ou no cunho do turco; para isso, pendura-se o pandeiro, depois de ter enfiado por dentro dele o seio do cabo, o qual se torce sobre si mesmo e fica encapelado na extremidade superior do referido cunho ou na malagueta, agüentando a aducha.

b. Colher um cabo à inglesa – Para colher um cabo à inglesa (fig. 7-12), dão-se voltas concêntricas sobre o convés, a começar do seio que deu voltas no cunho ou na malagueta. As voltas são dadas no sentido do movimento dos ponteiros

de um relógio (para os cabos cochados para a direita), a partir da maior, não ficando bem unidas, de modo que a aducha apresente um tamanho bem maior do que realmente vai ter. Quando se chegar ao chicote, que fica no centro da aducha, unem-se as voltas menores e gira-se o conjunto, de modo a ir unindo todas as voltas anteriormente dadas.

Esta aducha também é muito empregada para colher o tirador de uma talha e, de modo geral, é usada para enfeite, sempre que não haja necessidade de uso imediato do cabo. Seu modo de confecção permite realizar diversas figuras geométricas planas sobre o convés do navio. Um marinheiro hábil poderá, assim, idealizar diferentes desenhos, como uma estrela, uma roda dentada, uma bandeira, uma âncora, um remo etc. A estes trabalhos marinheiros chamamos de piegas. Fazer piegas é confeccionar estes enfeites originais.

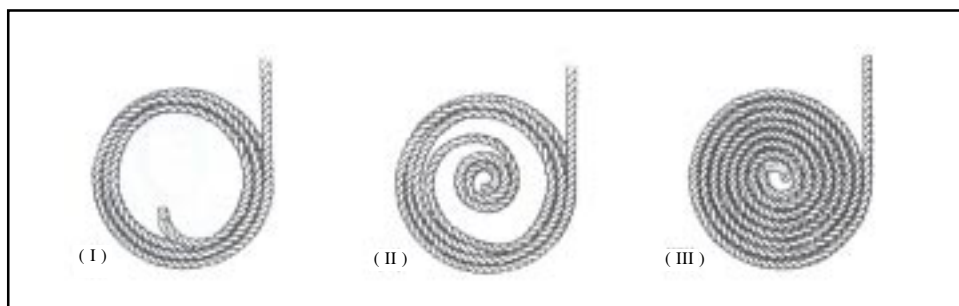


Fig. 7-12 – Aducha à inglesa

c. Colher em cobros – Para colher-se em cobros (fig. 7-13), começa-se pelo seio do cabo (ou por um dos chicotes, se ambos estiverem livres), dando-se dobras sucessivas que vão sendo colocadas paralelamente umas às outras, como se vê na figura, até ser atingido o chicote. A essas dobras chama-se cobros. As correntes e amarras são sempre colhidas em cobros, quando colocadas sobre o convés para limpeza ou pintura. As espias de grande bitola também são colhidas desta maneira.

Como regra geral, quando se colhe um cabo à manobra, ou em cobros, deve-se deixar para cima o chicote, ou o seio, conforme o exija a utilização imediata mais provável do cabo.

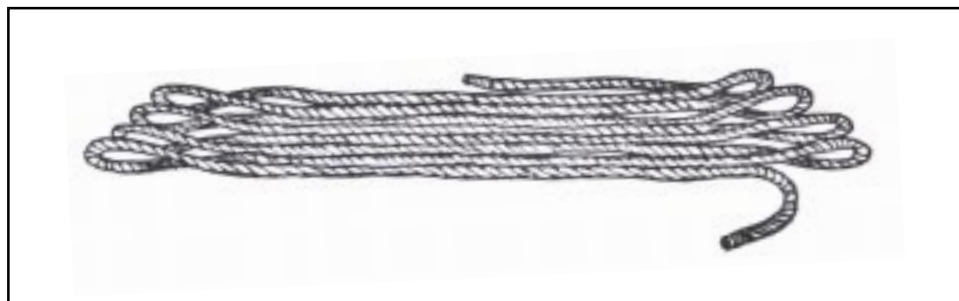


Fig. 7-13 – Aducha em cobros

A figura 7-14 mostra como deve ser colhido um cabo na mão.

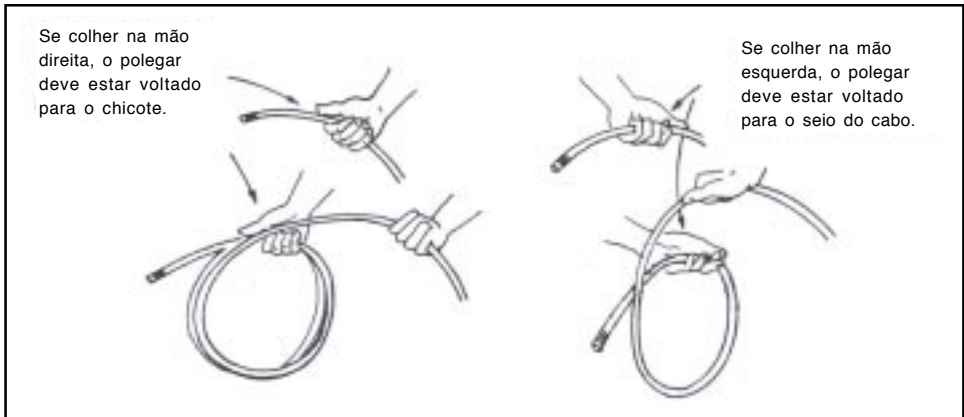


Fig. 7-14 – Cabo colhido na mão

7.14. Uso e conservação dos cabos – Os cabos de fibra natural que existem no comércio variam muito em qualidade. Os melhores, quando bem cochados, apresentam uma superfície lisa com poucos fiapos projetando-se fora dos fios de carreta, mostrando-se as pernas homogêneas e lustrosas. Os cabos de segunda cardação não servem para os serviços de bordo.

Nunca se deve tentar um esforço máximo no cabo que já tenha sofrido uma única vez uma tensão próxima de sua carga de ruptura, nem no cabo que já tenha sido usado em serviço contínuo, sob esforços moderados, isso porque, em razão do limite de elasticidade, as fibras escorregam um pouco umas sobre as outras, apesar da cocha, e às vezes se partem.

Os cabos novos com as cochas bem apertadas e os cabos úmidos têm maior tendência para tomar cocas (fig. 7-15). Esta tendência também pode ser resultado de se ter posto o cabo e laborar em torno de guinchos, cabrestantes ou roldanas, sempre num mesmo sentido, pois isto altera a estrutura do cabo. Convém, portanto, inverter o sentido depois de um certo tempo, fazendo o cabo gurnir pelo outro chicote. Para uma espia, a regra melhor é trocar a posição dos chicotes depois de cada



Fig. 7-15 – Resultado de colher um cabo com voltas para a esquerda

viagem. Isto não quer dizer que se deva inverter o cabo de um aparelho de laborar, passando o chicote do tirador para a arreigada fixa e vice-versa; neste caso particular, quando o cabo não for mais considerado em boas condições, deve ser substituído por um novo e deixado para um serviço de menor importância.

Quando chover, as espias deverão ser colhidas sobre um xadrez de madeira mais alto que o convés, e os tiradores das talhas colocados nos cunhos dos turcos ou na balaustrada de modo que, estando molhados, possa a água escorrer e eles receberem ventilação. Nas baldeações, evite que os cabos sejam molhados pela água salgada; a umidade aumenta de 10% a resistência dos cabos de fibra e a manilha resiste bem à ação corrosiva da água, o que entretanto não implica molhar os cabos.

Não se deve recolher aos paióis os cabos que não estejam bem secos, principalmente as espias, que quase sempre se molham quando usadas. As espias devem ser guardadas safas no convés, ficando a secar colhidas em aduchas de pandeiro sobre xadrezes de madeira. Quando molhadas com água salgada, é aconselhável deixá-las na chuva ou dar-lhes, com mangueira, um banho de água doce, a fim de tirar-lhes o sal. Os cristais de sal fazem os cabos absorverem mais facilmente a umidade; assim, não sendo removidos, provocarão o apodrecimento mais rápido dos cabos quando guardados nos paióis.

Os cabos devem ser guardados em paióis bem ventilados e secos; os paióis do Mestre, colocados geralmente próximos ao compartimento de colisão, no bico de proa, não satisfazem estes requisitos. Os cabos aí conservados devem ser levados, rotineiramente, ao convés para tomar um banho de sol, só regressando ao paiol quando estiverem bem secos.

Os cabos que forem tesados secos, particularmente os dos aparelhos de laborar, devem ser imediatamente solecados se molhados pela chuva. As adriças de sinais e a da bandeira devem dar volta de modo que lhes seja permitido a contração, se vierem a ficar molhadas pela chuva. Pode-se, ao contrário, aproveitar esta propriedade que têm os cabos de se contraírem quando molhados, por exemplo, nas peias, botões e outros trabalhos marinheiros em que se dão voltas bem apertadas com o cabo seco; quando molhadas pela ação da chuva, ou se lhes jogarmos água em cima, as voltas ficarão mais seguras.

Não se deve alar os cabos arrastando-os sobre um chão áspero, arenoso ou sobre pedras; isto faz cortar algumas fibras externas, enfraquecendo o cabo. Se uma espia ficou suja de lama, deve-se lavá-la com água doce. Não deixe que os cabos fiquem coçando uns aos outros, ou num balaústre, ou em arestas; não permita que trabalhem em roldanas de tamanho menor que o indicado, bastando para isso consultar as tabelas respectivas no Capítulo 9. Não se deve deixar que os cabos tomem cocas ou trabalhem sob dobras acentuadas, especialmente se forem cabos de laborar. Se o cabo tem cocas, não o tese. Tire também as cocas de um cabo molhado antes de deixá-lo secar.

Se tiver de emendar os cabos, lembre-se sempre que a costura, por ser mais forte, é a emenda preferível quando não houver urgência, ou quando ela deva ser permanente.

Qualquer ácido é pernicioso à vida de um cabo e é também perigoso para os que o estão usando. Deve-se ter o cuidado de manter os cabos afastados de ácidos ou de gases ácidos fortes. Um cabo úmido absorve com facilidade estes gases, que atuarão nele com rapidez.

7.15. Carga de ruptura – Carga de ruptura, fortaleza, resistência à tração, ou simplesmente resistência de um cabo são os modos usuais de exprimir a menor carga de tração capaz de parti-lo. Nos cabos de fibra natural ela é variável, pois depende de fatores incertos, como as condições de colheita da fibra, a manufatura e o grau de torção do cabo; as fibras, mesmo selecionadas, podem não ser idênticas em duas colheitas sucessivas, e a manufatura e o grau de torção dependem do fabricante.

As cargas de ruptura são dadas em tabelas fornecidas pelo fabricante do cabo, bem como podem ser obtidas por fórmulas empíricas:

a. Fórmula geral – A resistência de um cabo, em quilogramas, é dada pela fórmula: $R = K c^2$, em que: K é um coeficiente empírico, variável segundo a espécie de cabo (de massa, calabroteado, branco ou alcatroado), o grau de torção e a qualidade de matéria-prima empregada, e c é a circunferência em centímetros.

Considerando que o valor do coeficiente K é obtido por experiências feitas no próprio cabo, não se deve esperar boa aproximação para o valor de R, a não ser que seja conhecido o valor exato de K. Para fins práticos, entretanto, satisfazem os valores a ele atribuídos nos itens que se seguem.

b. Para os cabos de massa, de linho cânhamo branco, com três pernas:

$$R = 67,5 c^2$$

R, em quilogramas

c, em centímetros

c. Para os cabos de massa, de linho cânhamo alcatroado, com três pernas:

$$R = 58,5 c^2$$

R, em quilogramas

c, em centímetros

d. Para os cabos de manilha, com três pernas:

$$R = 63,3 c^2$$

R, em quilogramas

c, em centímetros

e. Para uso imediato, em cabos de manilha, quando não se conhece o valor de K, aplica-se a fórmula:

$$R = (c/4)^2$$

R, em toneladas

c, em centímetros

7.16. Carga de trabalho – A carga de trabalho, isto é, a carga máxima a que se pode submeter um cabo em serviço, é determinada pela margem de segurança que se dá a um cabo, a fim de não ser ultrapassado seu limite de elasticidade permanente. Numa peça de qualquer aparelho – e um cabo certamente o é – nunca se deve estimar para mais a carga de ruptura; é preferível estimar este valor para menos, pois assim se admite maior reserva de segurança. A resistência dos cabos diminui rapidamente com o uso e varia muito com a velocidade de movimento; levando isto em conta, e considerando outras causas influentes, podemos estabelecer diversos fatores de segurança, para a melhor utilização dos cabos de fibra, quais sejam:

a. Sob as melhores condições (cabo novo para ser usado por pouco tempo)

Carga de trabalho = 1/4 da carga de ruptura

b. Sob as condições normais de serviço

Carga de trabalho = 1/5 da carga de ruptura

c. Sob condições desfavoráveis (cabo usado com freqüência, ou por um período indefinido, tal como as betas das talhas de embarcações e aparelhos de laborar em geral, depois de seis meses de uso contínuo)

Carga de trabalho = 1/8 da carga de ruptura

d. Sob condições mais desfavoráveis (se o cabo trabalha com grande velocidade de movimento)

Carga de trabalho = 1/10 da carga de ruptura

e. Se o cabo é sujeito a lupadas

Carga de trabalho = 1/12 da carga de ruptura

7.17. Peso dos cabos – O peso de 100 metros de cabo pode ser obtido, também, por fórmulas empíricas:

$P = 0,90 c^2$, para os cabos de massa, de linho cânhamo alcatroado, com três pernas.

$P = 0,84 c^2$, para os cabos calabroteados de linho cânhamo.

$P = 0,80 c^2$, para os cabos de massa, de linho cânhamo branco, com três pernas.

$P = 0,70 c^2$, para os cabos de massa, de manilha, com três pernas.

Em todos os casos, P em quilogramas, c em centímetros. As tabelas fornecidas pelos fabricantes também indicam os pesos dos cabos.

7.18. Rigidez dos cabos – Nos rigorosos cálculos para determinação do cabo de laborar que deve suportar determinado esforço, é necessário conhecer a rigidez do cabo, isto é, o inverso da flexibilidade. Chamando f a força necessária para vencer a resistência, em quilogramas, produzida pela rigidez; d o diâmetro do cabo, em centímetros; F a resistência, em quilogramas, produzida pelo objeto que se quer alar, isto é, a carga útil; D, o diâmetro, em centímetros, da roldana ou tambor por onde gurne o cabo, teremos:

$$(1) \text{ para um cabo de manilha usado } f = \frac{18 d^2 F}{D}$$

$$(2) \text{ para um cabo de manilha novo } f = \frac{26 d^2 F}{D}$$

Ao valor de f encontrado, devemos somar o valor da carga F que se deseja alar.

7.19. Comparação dos cabos

a. Cabos diferentes apenas nas bitolas – Suponhamos vários cabos da mesma matéria-prima, mesmo tipo de manufatura, mas de bitolas diferentes. De acordo com a fórmula geral do art. 7.15, as cargas de ruptura estão entre si como os quadrados das respectivas circunferências:

$$\frac{R}{R'} = \frac{C^2}{c^2} = \left(\frac{C}{c} \right)^2$$

b. Cabos diferentes apenas no tipo de confecção

$$\frac{\text{Carga de ruptura de um cabo de massa}}{\text{Carga de ruptura de um cabo calabroteado}} = 1,4$$

$$\frac{\text{Carga de ruptura de um cabo de três cordões}}{\text{Carga de ruptura de um cabo de quatro cordões}} = 1,2$$

7.20. Considerações práticas

a. Deseja-se conhecer a carga de ruptura de um cabo de manilha, de 7 centímetros de circunferência

De acordo com o que dissemos no art. 7.15, não se conhecendo o valor do coeficiente K, aplica-se a fórmula: $R = (c/4)^2$

$$\text{Carga de ruptura} = (7/4)^2 = (1,75)^2 = 3,063 \text{ toneladas}$$

b. Qual a carga de trabalho a que se pode submeter um cabo de manilha de 7 centímetros de circunferência, sob condições normais de serviço (art. 7.16)

Divide-se por 5 o valor anteriormente encontrado:

$$\text{Carga de trabalho} = r = 3.063 \text{ quilogramas} \div 5 = 612,6 \text{ quilogramas}$$

c. Qual o cabo de manilha de menor bitola que pode ser empregado para suportar um peso de 612,6 quilogramas (arts. 7.15 e 7.16)

Adotando o fator de segurança 5, teremos: $r = R/5 \Rightarrow R = 3,063 \text{ t}$.

$$\text{Sabendo que: } R = \left(\frac{c}{4} \right)^2 \Rightarrow c = \sqrt[4]{3,06 \times 16} \approx 7 \text{ centímetros}$$

d. Deseja-se conhecer qual o peso aproximado de uma aducha de 200 metros de cabo de manilha, de três cordões, de 7 centímetros de circunferência (art. 7.17)

Aplicando a fórmula do art. 7.17, teremos para 200 metros:

$$P = 2 \times 0,70 \times 7^2 = 68,6 \text{ quilogramas}$$

Consultando a tabela 7-2 encontramos : $P = 200 \times 0,335 = 67 \text{ quilogramas}$.

e. Deseja-se saber qual o comprimento de uma aduça de cabo de manilha de 7 centímetros de circunferência e que pesa 68,6 quilogramas (art. 7.17)

Sabemos que 100 metros deste cabo pesam: $P = 0,70 \text{ c}^2 = 0,70 \times 7^2 = 0,70 \times 49 = 34,3$ quilogramas. Portanto, para uma aduça de 68,6 quilogramas, teremos:

$$\frac{68,6 \times 100}{34,3} = 200 \text{ metros}$$

f. Quantas pernadas de um cabo de 4 centímetros de circunferência são necessárias para substituir um cabo de 7 centímetros de circunferência (art. 7.19, a)

$$n = \left(\frac{C}{c} \right)^2 = \frac{7^2}{4^2} = \frac{49}{16} = 3 \text{ pernadas}$$

g. Deseja-se saber qual o cabo de menor bitola que, usado com duas pernadas ($n = 2$), pode substituir uma espia de 7 centímetros (art. 7.19, a)

$$n = \left(\frac{C}{c} \right)^2 = \frac{7^2}{c^2} = \frac{49}{c^2} \Rightarrow 2c^2 = 49 \Rightarrow c = 4,95 \text{ cm}$$

h. Deseja-se saber qual a circunferência do cabo de menor bitola que pode substituir três cabos de 2,5 centímetros, suportando o mesmo esforço (art. 7.19, a)

$$3 = \frac{C^2}{c^2} \Rightarrow C^2 = 18,75 \Rightarrow C = 4,3 \text{ cm}$$

7.21. Características complementares dos cabos de fibra natural

a. Tolerâncias dimensionais – Os valores indicados a seguir indicam os afastamentos e tolerâncias dimensionais para os cabos de fibra natural

- **peso** – os cabos estarão sujeitos a uma tolerância de $\pm 5\%$ (mais ou menos cinco por cento) no peso de qualquer bobina individual, desde que o peso total do cabo, em qualquer lote de duas ou mais bobinas de mesma bitola e construção, não varie de mais de $3,5\%$ (três e meio por cento) em relação ao peso total especificado.

- **bitolas de identificação** – a circunferência dos cabos não deverá ser inferior à circunferência especificada pelo fabricante, e não deverá excedê-la além das tolerâncias “para mais” indicadas na tabela 7-5.

- **Acabamento** – Os cabos deverão ter acabamento natural, não devendo ser usada qualquer substância para colorir o cabo, exceto a cor dos agentes lubrificantes e/ou preservativos, de modo que não sejam alterados o peso ou a capacidade

de carga de ruptura do cabo. Para evitar o desenrolamento, as extremidades deverão ser cosidas ou firmemente amarradas com merlim ou falçaça.

c. Embalagem de fornecimento – Os cabos deverão ser fornecidos em bobinas (aduchas) com 220 m (duzentos e vinte metros) de comprimento de cabo, corretamente dobrados e amarrados, pelo menos, em quatro locais eqüidistantes, para evitar o deslocamento de camadas do cabo. As bobinas deverão ser enfardadas com material de espécie e resistência tais que não permitam danos mecânicos nos cabos, principalmente esforamentos durante o transporte ou no armazenamento.

d. Marcação / identificação – As bobinas serão obrigatoriamente identificadas por etiqueta ou pintura, de modo indelével e legível, com as seguintes informações: qualidade e tipo do cabo; circunferência (pol.) ou número de bitola do cabo; comprimento do cabo; pesos bruto e líquido; nome do fabricante; número de identificação da bobina; e data de fabricação. Os cabos de sisal são identificados com fios vermelhos ou por uma fita da mesma cor.

e. Extremidades dos cabos – As extremidades dos cabos podem ser com luvas de PVC (mãos protegidas) ou com sapatilhos.

f. Tratamento e preservação – Os fios de fibra natural deverão ser tratados com lubrificante especial que contenha composto de cobre ou outro material preservativo. Para evitar a deterioração, um agente antideterioração poderá ser usado em lugar ou em conjunto com o lubrificante normalmente utilizado.

g. Descrição – Os cabos de fibra natural devem ser designados da seguinte forma:

- (1) tipo de encordoamento / número de pernas;
- (2) material;
- (3) circunferência nominal (mm e pol.) e diâmetro nominal (DN) em mm ou pol;
- (4) comprimento, em metros;
- (5) extremidades; e
- (6) norma de especificação.

Exemplo: cabo torcido, 3 pernas, sisal, DN12mm (circunferência 38mm), extremidades com luvas PVC, conforme norma de especificação tal.

h. Certificados – A apresentação do Certificado de Testes de Carga de Ruptura é um item que deve ser considerado indispensável nos processos de aquisição de cabos. É também indispensável a apresentação, pelo fabricante, do Certificado de Qualidade do Cabo, individualmente para cada bobina.

i. Critérios de aceitabilidade – Ao serem recebidos, os cabos de fibra natural deverão ser submetidos à Inspeção Visual e Dimensional e a Ensaios Destrutivos. Na Marinha do Brasil essas inspeções são realizadas em amostra do tamanho recomendado pela Norma NAR-001 (MIL-STD-105d), Nível de Inspeção Normal, Nível de Qualidade Aceitável (NQA) igual a 1 (um); os ensaios destrutivos deverão ser conduzidos de acordo com a Norma NAR-001, Nível de Inspeção Especial S-1 e Nível de Qualidade Aceitável (NQA) igual a 1 (um).

j. Defeitos a serem considerados nos cabos de fibras naturais:

- (1) tipos, padrões e dimensões em desacordo com as especificações padronizadas;
- (2) presença de emendas, costuras, nós, dobraduras e afrouxamentos nas torções das pernas ou dos cabos;
- (3) falta de uniformidade nas circunferências;

- (4) presença de fios rompidos ou esforamentos;
- (5) embalagem em desacordo com as especificações;
- (6) ausência ou identificação incompleta;
- (7) inexistência dos certificados necessários; e
- (8) constatação de umidade, mofo e manchas ou tinturas.

SEÇÃO B – CABOS DE FIBRAS SINTÉTICAS

7.22. Generalidades – Com matérias plásticas fabricadas pelo homem e que podem ser esticadas em forma de fios, fazem-se cabos de excelentes propriedades.

A melhor fibra dos cabos de bordo é o náilon, que apresenta qualidades superiores às fibras naturais. Náilon é o nome dado por E.I. DuPont de Nemours Company à matéria plástica derivada do petróleo. Comparando dois cabos de mesmo diâmetro, os cabos de náilon, dependendo de sua qualidade, têm uma resistência de 2 a 3 vezes maior que a dos cabos de fibra natural.

De uma maneira geral, com base na resistência, cabos de náilon com a metade do diâmetro dos de fibra natural podem fazer a mesma tarefa e possuem maior elasticidade e resistência ao desgaste, o que os torna adequados a diferentes usos, como, por exemplo, nos serviços de reboque. Eles não absorvem umidade, sendo desnecessário, e até inconveniente, fazê-los secar ao sol; recebem perfeitamente bem os nós e costuras e são de melhor aparência que qualquer outro cabo. Quando cortados por uma faca quente, as pontas das fibras ficam coladas umas às outras, o que reduz a possibilidade de ficar o cabo descochado (destorcido); isto não quer dizer, entretanto, que não se deva falçar o chicote. A colagem das pontas das fibras pode ser feita com ferro quente e é recomendada pelos fabricantes.

A elasticidade do náilon é de 25% a 33% de seu comprimento, isto é, 2,5 a 4,5 vezes a maior elasticidade que encontramos nas fibras naturais, o que é uma grande vantagem em determinadas aplicações, como reboque de navios e travamento de aviões no pouso em navios-aeródromos.

Para emprego em espias o náilon apresenta ainda vantagens adicionais: quando molhado, retém de 85% a 95% de sua resistência quando seco; imerso na água, pesa somente 11% de seu peso no ar. Considerando ainda que um cabo mais fino de náilon resiste ao mesmo esforço de uma espia mais grossa de fibra natural, pode-se avaliar como se torna muito mais fácil de manobrar, principalmente numa embarcação que tenha de conduzir uma espia para terra ao atracar o navio, porque ele flutua.

O cabo de náilon custa cerca de seis vezes, por quilograma, mais do que o de fibra natural. Mas ele é muito mais durável e mais resistente a graxas e ácidos do que qualquer cabo de fibra natural. Contudo, as costuras nos cabos de náilon devem ser bem apertadas, e devem ter mais uma cocha (torcida) do que nos cabos de fibra natural; deve-se evitar a exposição continuada dos cabos finos de náilon à luz solar, pois os raios ultravioleta eventualmente danificam sua superfície, mas este inconveniente é desprezível nos cabos grossos.

As características que um cabo de náilon apresenta demonstrando que está próximo ao limite de resistência são o seu esticamento e a diminuição do diâmetro. Os ruídos de protesto que os cabos de fibra natural apresentam, quando por demais tensionados, só ocorrem nos cabos de náilon enquanto as pernas se reajustam.

Um aumento de 33% do seu comprimento é normal e um aumento de 40% representa o seu ponto crítico. Porém, o cabo só se partirá, com uma forte chicotada, ao esticar cerca de 50%. Trabalhando-se com cabos de náilon sob volta, deve-se tomar cuidado com a fusão de suas fibras, devido ao calor gerado pelo atrito.

Há muitos outros cabos de matéria plástica, com as mesmas características do náilon, de nomes diferentes patenteados pelos fabricantes. Tem-se notícia de que a Marinha americana já utiliza espias de náilon com alma de *Kevlar*, material muito resistente à tração, porém muito vulnerável à umidade. A principal vantagem é o amortecimento da chicotada em caso de rompimento.

7.23. Matéria-prima dos cabos de fibra sintética – Dentre as matérias-primas utilizadas nos cabos de fibra sintética, destacam-se as seguintes:

a. Náilon – É a mais forte das fibras sintéticas e apresenta uma alta capacidade de absorção de energia, além de excepcional resistência a sucessivos carregamentos. Foi a primeira poliamida a ser descoberta, sendo produzida a partir do diamino hexametileno.

O teste convencional de abrasão mostrou que os cabos de náilon têm vida útil superior aos outros do grupo das fibras sintéticas. A vida mais longa deste tipo de cabo tem origem em três fatores. O primeiro deles é que as fibras poliamídicas (denominação genérica das resinas termoplásticas, em que se inclui o náilon) têm excelente resistência à abrasão. O segundo fator são os filamentos lubrificadas que protegem as fibras internas da abrasão causada pela fricção das pernas. O terceiro e último fator é a formação de um escudo protetor nas fibras rompidas na superfície dos cabos durante a abrasão, evitando danos nos filamentos internos.

O comportamento dos cabos de náilon nos diversos testes de resistência a que são submetidos durante seu uso é superior a todos os outros produtos feitos com resinas termoplásticas, com propriedades similares, mas de composições químicas diferentes, como podemos observar a seguir:

• **absorção de água** – a quantidade de água absorvida pelos cabos de náilon equivale a 20% do seu peso, e eles sofrem pequena ou nenhuma transformação com a absorção deste líquido. Mesmo após longo contato com a água, até em regiões muito frias, os cabos se mantêm flexíveis e de fácil manuseio.

• **abrasão e fricção** – a grande flexibilidade garante ao náilon uma alta resistência à abrasão. Em testes de fricção reversa sob tensão, os cabos de náilon têm uma resistência 80 vezes superior aos de fibra natural de igual diâmetro.

• **resistência ao tempo e ao sol** – os cabos de náilon possuem muito boa resistência à degradação pela luz solar e pelo tempo; os de diâmetro superior a uma polegada dispensam cuidados especiais em relação aos raios solares.

b. Polipropileno – A utilização do polipropileno no mercado de fios e cabos em geral deve-se às suas excelentes propriedades mecânicas e ao seu baixo peso específico. Não se deve dizer que esta fibra sintética seja exatamente um produto forte, mas apresenta grandes vantagens quando empregada como cabo de reboque (shock line), pois flutua, facilitando a passagem do dispositivo.

Os cabos de polipropileno quase não absorvem umidade e, mesmo quando molhados, são de fácil manuseio nas atracções, para emendas quando necessário ou mesmo na confecção das mãos.

c. Polietileno – A grande aceitação do polietileno no mercado consumidor deve-se a uma combinação de propriedades químicas e físicas excelentes, quando esta fibra se apresenta em alta densidade. O polietileno de alta densidade é um polímero poliolefínico obtido a partir da polimerização do etileno, com o qual são formadas macromoléculas em forma de longas cadeias com segmentos idênticos.

Dois fatores influem nas propriedades químicas do polietileno de alta densidade: o peso molecular e a densidade das resinas. É o fator densidade que vai determinar a capacidade de permeabilidade aos líquidos e também aos gases. Já o peso molecular influi sensivelmente na resistência ao fissuramento sob tensão, em presença de agentes químicos.

A ótima resistência do polietileno a um grande número de agentes químicos (álcalis, ácidos, hidrocarbonetos etc.) resulta da composição de sua resina e de um alto grau de cristalinidade. Quanto mais alta a densidade de um polietileno e maior o seu peso molecular melhor será a resistência aos agentes químicos.

d. Poliéster – É uma fibra de tereftalato de polietileno, com peso específico de 1,38 g/cm³ e ponto de fusão de 260°C.

e. Kevlar – Fibra da família da poliamida aromática kevlar.

O quadro a seguir apresenta as propriedades das principais fibras sintéticas para uso em cabos navais.

| | POLIETILENO | POLIPROPILENO | NÁILON | POLIÉSTER |
|--|-------------|---------------|------------------------|-------------------------------|
| Peso específico | 0,95 | 0,91 | 1,14 | 1,38 |
| Ponto de fusão | 140° C | 165° C | 250° C | 260° C |
| Absorção de água | nula | nula | até 9% do peso do cabo | inferior a 1% do peso do cabo |
| Flutuabilidade | boa | excelente | fraca | fraca |
| Tenacidade da fibra seca (GRS/DENIER) | 6 | 6,5 | 9 | 8,5 |
| Resistência à abrasão | moderada | boa | muito boa | excelente |
| Resistência aos raios ultravioleta | moderada | boa | muito boa | excelente |
| Resistência à água salgada e a microorganismos | muito boa | muito boa | muito boa | muito boa |
| Comparação da carga de ruptura úmido/seco (%) | até 105 | até 100 | 85 - 90 | 100 |
| Absorção ao choque | moderada | muito boa | excelente | boa |
| Alongamento em 75% da carga de ruptura | 40% | 37% | 42% | 29% |
| Alongamento sob carga constante | alto | alto | moderado | baixo |

7. 24. Métodos de construção dos cabos de fibra sintética – A fabricação dos cabos é realizada pela união e torção de determinado número de fios primários; reunião e retorção destes, até se chegar às pernas, que são reunidas, torcidas e/ou trançadas. Atualmente no mercado há dois tipos básicos:

a. Cabo torcido de três pernas – Cabos de seção circular. As pernas são feitas com fio triplo de uma só espessura e todas devem ter igual número de fios. A sua arquitetura apresenta pernas com torção à esquerda “S” e fechamento do cabo com torção à direita “Z” e vice-versa (fig.7-16). O comprimento da torção de uma perna é a extensão de um movimento espiral descrito pelos fios em volta do perímetro da perna, ou seja, é a extensão da passagem consecutiva de uma perna pela mesma geratriz do cabo (fig. 7-17).

b. Cabo trançado de oito pernas (4x2) – Cabos de seção quadrada. A sua arquitetura apresenta quatro pernas com torção à esquerda “S” e quatro pernas com torção à direita “Z” trançadas aos pares (fig. 7-18). É um tipo de cabo que só é fabricado de fibra sintética. Os cabos trançados apresentam grande flexibilidade em estado seco ou molhado. O comprimento do trançado de um cabo é a extensão que resulta de uma rotação descrita pelo fuso de trançar (fig. 7-19). A figura 7-20 apresenta o esquema de construção do cabo trançado de 8 pernas.

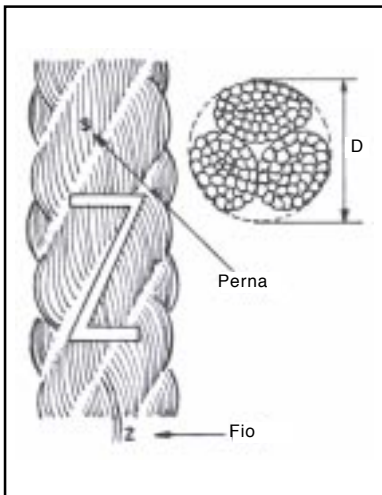


Fig. 7-16 – Arquitetura de um cabo torcido

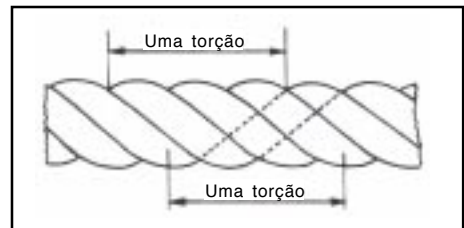


Fig. 7-17 – Comprimento da torção de uma perna de um cabo torcido



Fig. 7-19 – Comprimento da torção de uma perna de um cabo trançado

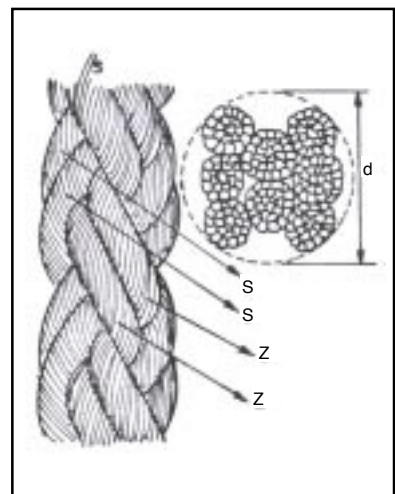


Fig. 7-18 – Arquitetura de um cabo trançado

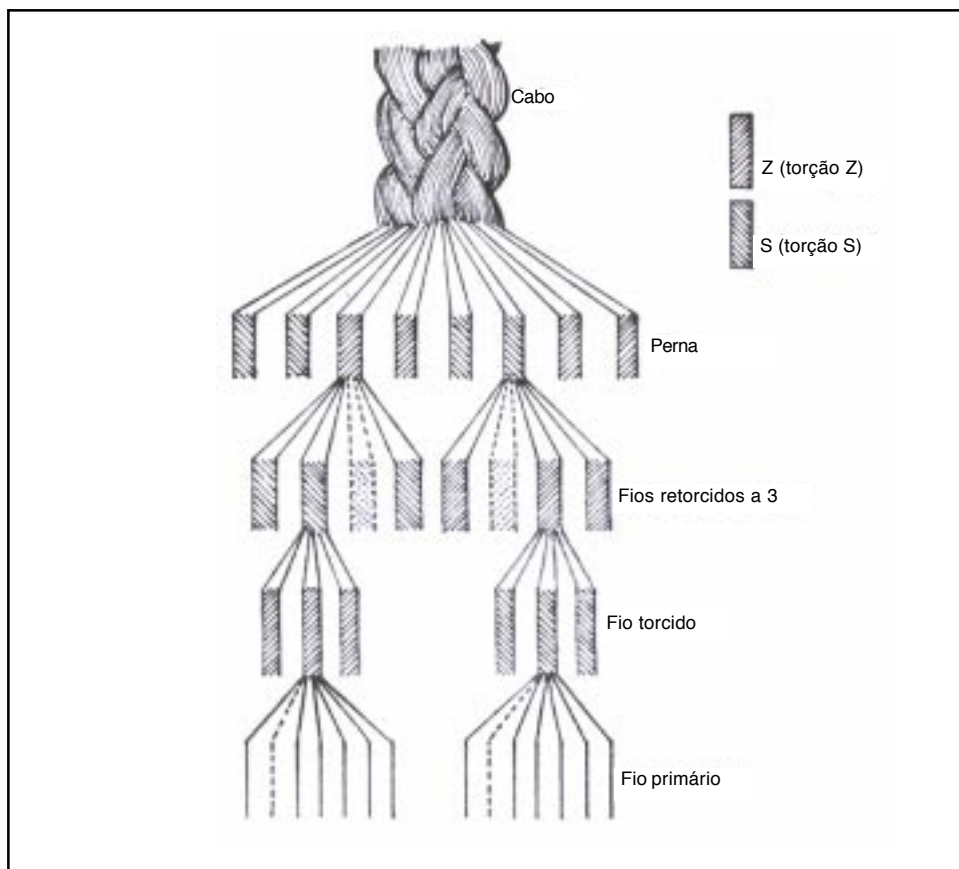


Fig. 7-20 – Esquema de construção de um cabo trançado de oito pernas

As tabelas 7-6 a 7-9 apresentam as características de diversos cabos de fibra sintética empregados a bordo. Ao contrário dos cabos de fibra natural e à semelhança dos cabos de aço, no comércio, os cabos de fibra sintética são mais comumente especificados pelo seu diâmetro, desde que também seja indicada a circunferência que circunscribe o diâmetro do cabo.

7.25. Fusível de espia – Fusível é um cabo sintético de pequena bitola preso à espia em dois pontos próximos da alça, cerca de uma braça e meia, de tal modo que se rompa, caso a espia estique além de sua carga segura de trabalho. Quando este ponto é atingido, o fusível fica esticado, indicando que há o perigo de o cabo romper-se. A figura 7-21 apresenta um fusível disposto numa espia de fibra sintética (sem tensão e com tensão).

Uma espia de fibra sintética pode ser submetida repetidas vezes a sua carga segura de trabalho, sem danificar o cabo ou reduzir sua vida útil. Sob o ponto de vista de segurança e economia, faz sentido ter o cuidado de não exceder a carga segura de trabalho.

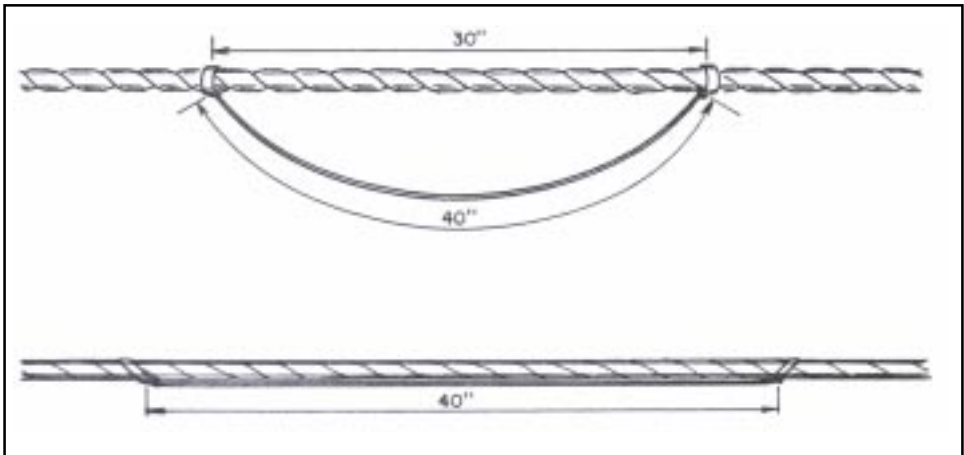


Fig. 7-21 – Fusível de espia

No quadro a seguir são mostrados os comprimentos dos fusíveis, distâncias entre os pontos de fixação dos fusíveis e a percentagem de elasticidade crítica para os diversos tipos de cabos.

| TIPO DE CABO | COMPRIMENTO DO FUSÍVEL | DISTÂNCIA | PERCENTAGEM DE ELASTICIDADE CRÍTICA |
|-----------------------|------------------------|-----------|-------------------------------------|
| Náilon torcido | 40 pol | 30 pol | 40% |
| Náilon trançado duplo | 48 pol | 40 pol | 20% |
| Náilon trançado | 40 pol | 30 pol | 40 % |
| Poliéster torcido | 40 pol | 34 pol | 20% |
| Polipropileno torcido | 36 pol | 30 pol | 20% |

7.26. Como seleccionar um cabo visando a seu emprego – Os quadros a seguir possibilitam a melhor escolha de um cabo sintético, considerando o método de construção e a matéria-prima empregada.

| MÉTODO DE CONSTRUÇÃO | CARGA DE RUPTURA | RESISTÊNCIA À ABRASÃO | ELASTICIDADE |
|----------------------|------------------|-----------------------|--------------|
| Torcido | baixa | melhor | alta |
| Trançado duplo | alta | pior | baixa |
| Trançado | média | média | altíssima |

| MATÉRIA-PRIMA | CARGA DE RUPTURA | RESISTÊNCIA À ABRASÃO | ELASTICIDADE |
|---------------|------------------|-----------------------|--------------|
| Náilon | alta | melhor | alta |
| Poliéster | média | boa | baixa |
| Polipropileno | baixa | pior | média |

Observações:

(1) em determinadas aplicações, a elasticidade é uma vantagem;

(2) cabos de náilon e poliéster praticamente não sofrem decréscimo na carga de ruptura decorrente da exposição à luz solar; mas os de polipropileno sim. Os cabos de polipropileno podem perder até 40% de sua resistência à ruptura em 3 meses de exposição ao sol tropical;

(3) quando um cabo sintético é submetido à tração, ele estica; ao retirar-se a carga, ele volta ao comprimento original. Esta recuperação, no entanto, leva algum tempo. Se um cabo foi submetido a tração elevada por muito tempo, a sua recuperação total pode levar um mês. Felizmente, a maior parte desta recuperação ocorre nos primeiros três minutos após cessar a tração. Esta característica dos cabos sintéticos é chamada de memória. Por causa da memória, cabos sintéticos não devem ser aduchados em sarilhos tracionados por motores ou similar. Se um cabo é colocado num sarilho, com tração motor (tensionado), as voltas em seu tambor entrarão apertadas, não havendo espaço para que o cabo recupere o seu comprimento original; então o cabo continuará a recuperação no sarilho, ficando cada vez mais apertado; em muitos casos, isto causará avaria ao sarilho e ao cabo por ocasião de sua retirada; e

(4) os cabos sintéticos que forem submetidos a grandes trações podem apresentar áreas brilhantes onde o cabo atritou contra cabeços e buzinas. Essas áreas brilhantes são causadas pela fusão das fibras de náilon ou pela tinta dos acessórios onde o cabo atritou. Após longos períodos de uso, o cabo pode se apresentar cabeludo. Nos dois casos, o efeito sobre a resistência à ruptura é desprezível. Quando tal situação for excessiva e localizada, a parte danificada deve ser cortada, e feita emenda através de uma costura.

7.27. Principais utilizações dos cabos de fibra a bordo – O cabo é um material indispensável em qualquer embarcação. Desde que o homem se aventurou aos mares, o cabo esteve sempre ao seu lado para auxiliá-lo a todo momento no ato de navegar. Quando surgiram as embarcações a vela, o cabo teve papel fundamental, pois era grande o seu emprego no manejo dos velames. Com a chegada dos motores, o cabo teve o seu uso mais restrito às amarrações, aos reboques e na confecção de utensílios e acessórios navais. Atualmente, os cabos navais são utilizados, principalmente, como retinida (cabo mensageiro), adriças, espias de amarração (ou atração), cabos de reboque e cabos especiais para offshore.

Além dessas aplicações, os cabos de fibras tanto naturais quanto sintéticas, são utilizados para confecção de escadas, redes de proteção e carga, defensas, cestas de transporte, estropos, eslingas para transporte de mercadorias, sistemas de abandono de emergência, trabalhos marinhos etc.

7.28. Recomendações para conferência e armazenamento – Após definidas as necessidades do material, são necessárias algumas providências no que diz respeito à conferência do material adquirido, bem como no tocante ao armazenamento do produto enquanto o mesmo não vai para bordo. Exija sempre do seu fabricante ou fornecedor o certificado de controle do cabo ou do lote de cabos comprados.

Instrua o responsável pelo recebimento dos cabos a conferir alguns detalhes referentes ao material adquirido, entre eles:

(1) peso da aduça: compare com os pesos da tabela do fabricante. O peso pode variar para mais ou para menos (conforme especificação das normas) de 10% para os cabos até 14mm de diâmetro e 5% para os de diâmetro acima de 16mm; e

(2) determinação da bitola e metragem do cabo: pelas características especiais das fibras, os cabos são fabricados com uma pré-tensão. De acordo com as normas vigentes, a força a ser aplicada para a medição da bitola e da metragem do cabo aumenta conforme aumenta o diâmetro do cabo.

Resumidamente, recomenda-se:

- conferir primeiramente o peso do cabo, de forma a verificar se está dentro da tabela do fabricante;
- conferir todos os dados da etiqueta, do certificado e da nota fiscal;
- realizar uma inspeção visual, para que seja checada a matéria-prima do cabo (náilon, polipropileno etc.) e se o cabo não tem aparentemente defeitos ou estragos causados pelo manuseio do transporte; e
- não havendo disponibilidade de equipamento apropriado para medida, tensione o máximo que puder um trecho da extremidade do cabo e, com uma fita métrica ou barbante, circunde o cabo em no mínimo 3 diferentes lugares, para verificar a circunferência. Este procedimento vai lhe dar sempre um valor aproximado do real.

Observação: se necessário dividir a aduça em vários lances deve-se tomar cuidado. O método prático mais acertado é dividi-la de acordo com o peso, e não cortá-la após estendê-la no chão. O mais indicado é solicitar ao fabricante, na hora da compra, que a aduça já venha dividida nos lances desejados.

Recomenda-se ainda alguns cuidados no armazenamento e manuseio dos cabos no estoque e no transporte, entre eles:

- procure usar paletes e empilhadeiras apropriados, sempre atentando para que suas lanças sejam bem manuseadas, a fim de não esgarçar o cabo;
- para levantamento do rolo, só use estropos de cabos de fibra. Nunca use estropos de cabos de aço; e
- armazene os cabos em lugar abrigado, arejado e seco. Mantenha-os longe de produtos químicos e altas temperaturas. Procure sempre mantê-los dentro da embalagem do fabricante, resguardando-os das intempéries.

7.29. Procedimentos para inspeção – A inspeção dos cabos é um item de fundamental importância, e deverá ser conduzida de modo a verificar os seguintes aspectos:

a. Desgaste – O desgaste externo de um cabo de fibra sintética é caracterizado por uma fina penugem uniformemente distribuída na superfície das pernas; o interno, pode ser notado na forma de penugem entre as pernas. Nos cabos de fibra natural, o desgaste externo é indicado por trechos achatados (onde há fibras rompidas); o interno, poderá ser detectado pelo aspecto de material pulverizado encontrado entre as pernas.

b. Perda de resistência – A resistência de cabos de fibra poderá ser reduzida, significativamente, devido a carregamentos de choque e carregamentos dinâmicos em níveis altos. Da mesma forma, pernas cortadas ou gastas afetam a resistência do cabo.

c. Puimento – Um cabo sintético poderá ser identificado pela presença de uma dura camada externa, composta de fibras fundidas por calor decorrente de fricção (a fricção é causada pela oscilação do cabo sob grandes cargas). O puimento em cabos de fibra natural toma a aparência de fios rompidos localizados, pendurados no cabo. Esses cabos poderão tornar-se inconvenientes em sistemas móveis porque eles travam em roldanas e cabrestantes.

d. Estiramento – Uma visível redução na circunferência do cabo é um indicativo de ter ocorrido um estiramento (normalmente como resultado de um carregamento excessivo). Para determinar o estiramento, as circunferências da área reduzida e a seção normal do cabo deverão ser medidas.

e. Corte – Um cabo sintético danificado por corte usualmente apresentará chumaços e projeção das extremidades dos fios.

f. Dobramento – Uma distorção localizada formada por uma perna torcida na direção oposta à normal é conhecida como dobramento. Esta condição ocorre em cabos de fibra natural por causa de carregamento excessivo.

g. Contaminação – Por ferrugem, que pode ser reconhecida pela cor característica marrom-avermelhado para preto mesclado com marrom. Normalmente, manchas de ferrugem aparecem em áreas localizadas do cabo, decorrentes do contato com aço corroído. A ferrugem não manchará o polipropileno, nem reduzirá apreciavelmente a resistência do poliéster. Manchas que são removidas com sabão e água em cabos de fibra que não sejam de poliéster não têm efeitos adversos na resistência do cabo, porém manchas persistentes que se estendam para dentro da seção reta da fibra natural e da fibra de náilon podem diminuir a sua resistência. Manchas de graxa ou óleo, embora sem efeitos danosos imediatos sobre o cabo, põem em risco a sua operação e manuseio.

7.30. Características complementares dos cabos de fibra sintética

a. Tolerâncias dimensionais – Os valores indicados a seguir indicam os as tolerâncias dimensionais admitidas para os cabos de fibra sintética:

• **peso do cabo por comprimento** – o quadro a seguir apresenta as tolerâncias admissíveis no peso linear do cabo sob tensão prévia.

| DIÂMETRO NOMINAL CABO TORCIDO | DIÂMETRO NOMINAL CABO TRANÇADO | TOLERÂNCIAS |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| até 14mm | XXX | +/- 10% |
| acima de 14 até 96mm | 24 a 96 mm | +/- 5% |

• **comprimento de fornecimento** – o quadro abaixo apresenta as variações admissíveis para o comprimento de fornecimento.

| DIÂMETRO NOMINAL CABO TORCIDO | DIÂMETRO NOMINAL CABO TRANÇADO | TOLERÂNCIAS |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| até 8mm | XXX | + 10% - 2% |
| acima de 8 até 14mm | XXX | + 8% - 2% |
| acima de 14 até 48mm | 24 a 48 mm | + 6% - 2% |
| acima de 48 até 96mm | 56 a 96 mm | + 5% - 2% |

b. Acabamento – Os cabos terão acabamento natural, na cor branco brilhante, sem qualquer impregnação ou aditivo. Para a estabilização da forma dos cabos torcidos, será admitido apenas o processo de calor (mínimo 120°C). Para evitar o desenrolamento, as pontas deverão ser ligeiramente fundidas e recobertas por material protetor.

c. Embalagem de fornecimento – Os cabos deverão ser fornecidos em bobinas (aduchas) com 220 m (duzentos e vinte metros) de comprimento de cabo, corretamente dobados e amarrados, pelo menos, em quatro locais equidistantes, para evitar o deslocamento de camadas do cabo. As bobinas deverão ser enfardadas com material de espécie e resistência tais que não permitam danos mecânicos nos cabos, principalmente esforamentos durante o transporte ou no armazenamento.

d. Extremidades dos cabos – As extremidades dos cabos podem se apresentar da seguinte forma:

(1) livres de mãos – extremidades construídas por amarração, envoltas em fita plástica e com as pontas dos fios fundidas;

(2) com as mãos sem proteção; e

(3) com as mãos protegidas – o material de proteção pode ser convencionado junto ao fabricante.

e. Descrição – Os cabos de fios sintéticos devem ser designados da seguinte forma:

(1) tipo de encordoamento / número de pernas;

(2) material;

- (3) cor;
- (4) diâmetro nominal (em mm ou pol.) e circunferência nominal (em mm ou pol.);
- (5) comprimento, em metros;
- (6) extremidades; e
- (7) norma de especificação.

Exemplo: cabo torcido, 3 pernas, poliéster, branco, DN 40mm, circunferência tal, com mãos protegidas, conforme especificação tal.

f. Marcação / identificação – As bobinas serão obrigatoriamente identificadas por etiqueta ou pintura, de modo indelével e legível, com as seguintes informações: qualidade e tipo do cabo; circunferência (pol.) ou número de bitola do cabo; comprimento do cabo; pesos bruto e líquido; nome do fabricante; número de identificação da bobina; e data de fabricação. Os fios do cabo devem ser identificados de acordo com o quadro a seguir.

| FIO | COR NATURAL | COR ADITIVA |
|---------------|-------------|------------------|
| Náilon | branca | ----- |
| Poliéster | branca | preta |
| Polietileno | branca | azul |
| Polipropileno | branca | laranja ou preta |

g. Certificados – A apresentação do Certificado de Resistência à Tração é um item que deve ser considerado indispensável nos processos de aquisição de cabos. É também indispensável a apresentação pelo fabricante do Certificado de Qualidade do Cabo, individualmente para cada aducha.

h. Critérios de aceitabilidade – Ao serem recebidos, os cabos de fibra sintética deverão ser submetidos a Inspeção Visual e Dimensional e a Ensaios Destrutivos. Na Marinha do Brasil essas inspeções são realizadas em amostra do tamanho recomendado pela Norma NAR-001 (MIL-STD-105d), Nível de Inspeção Normal, Nível de Qualidade Aceitável (NQA) igual a 1 (um); os ensaios destrutivos deverão ser conduzidos de acordo com a Norma NAR-001, Nível de Inspeção Especial S-1 e Nível de Qualidade Aceitável (NQA) igual a 1 (um).

i. Defeitos a serem considerados nos cabos de fibras sintéticas

- (1) tipos, padrões e dimensões em desacordo com as especificações padronizadas;
- (2) presença de emendas tanto nas pernas como nos cabos, depois de prontos;
- (3) falta de uniformidade nos perímetros;
- (4) presença de fios rompidos ou esforamentos;
- (5) embalagem em desacordo com as especificações;
- (6) ausência ou identificação incompleta; e
- (7) inexistência dos certificados necessários.

SEÇÃO C – CABOS DE AÇO

7.31. Definições

a. Arames ou fios (fig. 7-22) –

Fios de aço carbono ou aço liga, obtidos por laminação ou trefilação. Os fios devem ser contínuos; se necessárias, emendas são admitidas, desde que realizadas antes do torcimento dos fios para formação das pernas e por caldeamento ou solda elétrica (de topo).

b. Perna (fig. 7-22) – Conjunto de fios torcidos, em forma de hélice, podendo ou não ter um núcleo ou alma, de material metálico ou não.

c. Cabo de aço (fig. 7-22) – Conjunto de pernas dispostas em forma de hélice, podendo ou não ter um centro ou alma, de material metálico ou não, constituindo-se em um elemento flexível de transmissão de força.

d. Cabo de aço polido – Cabo de aço constituído por fios de aço, sem qualquer revestimento.

e. Cabo de aço galvanizado – Cabo de aço constituído por fios de aço galvanizados na sua bitola final, sem trefilação posterior.

f. Cabo de aço galvanizado retrefilado – Cabo de aço constituído por fios de aço galvanizados em uma bitola intermediária, retrefilados posteriormente.

g. Alma (fig. 7-22) – Núcleo em torno do qual as pernas são dispostas em forma de hélice. Nos cabos de fibra recebe a denominação de madre do cabo. A alma pode ser constituída de fibras natural ou artificial, podendo ainda ser formada por uma perna ou um cabo de aço independente. Os seguintes tipos de almas são fabricados:

- **AF (Alma de Fibra Natural)** – constituída de fibra natural, podendo ser de sisal, algodão, juta etc.;
- **AFA (Alma de Fibra Artificial)** – constituída de fibra sintética, podendo ser de náilon, polipropileno, polietileno ou sucedâneo;
- **AAIC** – alma constituída de cabo independente; e
- **AA** – alma constituída preferencialmente do mesmo grau, mesma construção e número de fios iguais ao das outras pernas que constituem o cabo.

h. Construção – Termo genérico para indicar o número de pernas, o número de fios de cada perna e a sua disposição, o tipo de alma e a torção (cocha) do cabo.

i. Composição dos cabos – Maneira como os fios estão dispostos nas pernas, podendo ser de dois tipos: cabos compostos com fios de mesmo diâmetro ou de diâmetros diferentes (Filler, Seale e Warrington).

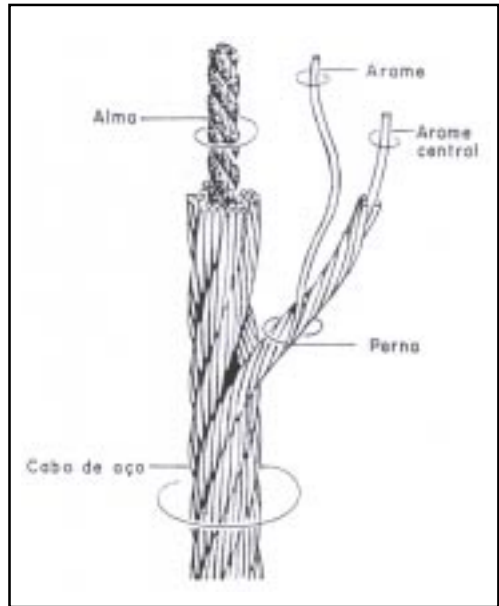


Fig. 7-22 – Nomenclatura

j. Torção à direita – O torcimento das pernas de um cabo é feito da direita para a esquerda.

l. Torção à esquerda – O torcimento das pernas de um cabo é feito da esquerda para a direita.

m. Torção regular (cocha comum) (fig. 7-23) – A torção das pernas de um cabo tem o sentido oposto ao do torcimento dos fios que compõem cada perna. Na torção regular, utiliza-se tanto a torção à direita como a torção à esquerda.

n. Torção Lang (cocha Lang) (fig. 7-23) – A torção das pernas de um cabo tem o mesmo sentido do torcimento dos fios que compõem cada perna. Da mesma forma que a torção regular, pode utilizar tanto a torção à direita como a torção à esquerda.

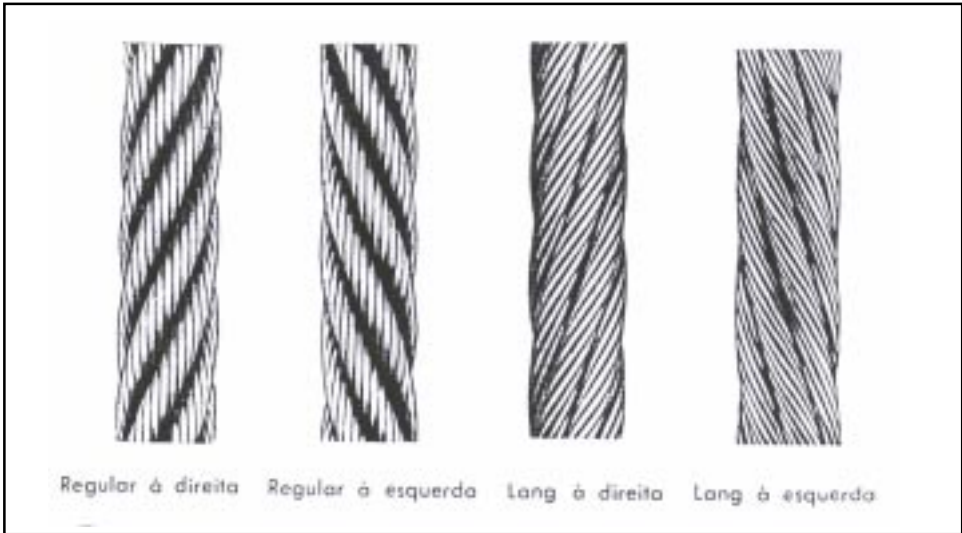


Fig. 7-23 – Tipos de torção

o. Cabo preformado – Cabo constituído de pernas nas quais a forma helicoidal é dada antes do fechamento do cabo; é aquele que quando cortado e batido contra uma superfície mantém a sua extremidade com a mesma formação; ele não se abre.

p. Passo do cabo (fig. 7-24) – Distância entre a passagem consecutiva de uma perna pela mesma geratriz do cabo de aço.

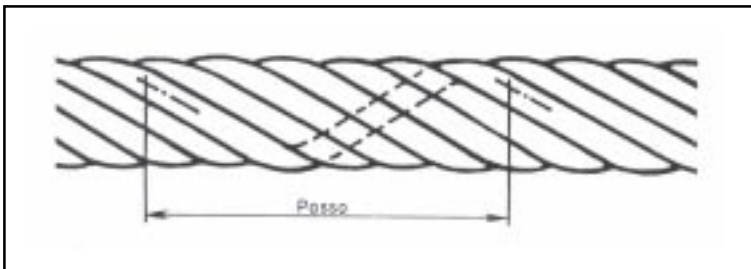


Fig. 7-24 – Passo de um cabo

q. Cabo não rotativo – Cabos confeccionados com propriedades de evitar torção. São utilizados em equipamento onde existe apenas um ramo de cabo para elevação de cargas ou, ainda, quando a altura de elevação da carga é muito alta. Para se evitar torções ou rotações durante o serviço, recomenda-se o uso de ganchos giratórios, com tornel.

r. Carga – É a tensão de dimensionamento a que o cabo está submetido na relação de carga efetiva de trabalho e ruptura.

s. Carga de ruptura mínima efetiva – É a força mínima, expressa em quilonewtons (kn) e quilograma-força (kgf) que deve ser atingida no ensaio de resistência à tração até à ruptura.

t. Carga de trabalho – É a maior força efetiva, expressa em quilonewtons (kn) e quilograma-força (kgf), estática ou de esforço dinâmico, resultante do trabalho a que o cabo deve ser submetido.

7.32. Considerações gerais – Os cabos de aço são constituídos por um número variável de pernas, torcidas (cochadas) com inclinação uniforme e menor que a dos cabos de fibra, em torno de uma alma. As pernas são confeccionadas com um número também variável de fios torcidos em torno de uma alma, que pode ser de aço (AA) ou de fibra (AF ou AFA), conforme a relação flexibilidade-resistência desejada.

A alma de fibra, em geral, dá mais flexibilidade ao cabo de aço, podendo ser confeccionada com fios torcidos de fibras naturais ou fibras artificiais (sintéticas). Essas últimas apresentam as mesmas vantagens das fibras naturais, não se deterioram em contato com a água ou substâncias agressivas e não absorvem umidade, o que representa uma garantia contra o perigo de corrosão no interior do cabo de aço. A desvantagem da utilização da fibra artificial é seu elevado custo em relação às fibras naturais, o que limita seu uso a cabos especiais. Os fios de fibra da alma deverão ser tratados, durante a fabricação, com lubrificação especial que contenha composto de cobre (Cu) ou outro material preservativo, a fim de evitar a deterioração.

A alma de aço garante maior resistência aos amassamentos e aumenta a resistência à tração. Um cabo de seis pernas com alma de aço apresenta um aumento de 7,5% na resistência à tração e aproximadamente 10% no peso em relação a um cabo com alma de fibra de mesmo diâmetro e construção.

As características dos cabos de aço e os processos de sua fabricação variam extraordinariamente, de acordo com as necessidades do serviço desejado. A espécie de matéria-prima, o número e a disposição dos fios da perna, e das pernas no cabo e o tipo de alma permitem fazer variar, em grande escala, as duas propriedades mais desejadas no cabo de aço: resistência e flexibilidade. Nos cabos de laborar, por exemplo, tem-se que assegurar uma certa flexibilidade, mesmo com prejuízo da resistência. Nos aparelhos fixos dos navios, ao contrário, exige-se um esforço permanente sobre o cabo, o que lega à resistência uma importância máxima; neste caso, a galvanização se torna necessária, em virtude de sua exposição ao tempo.

Os cabos de aço mais comuns são constituídos por seis pernas torcidas em torno de uma alma de fibra, mas o número de fios por perna e a alma destas pernas dependem do grau de flexibilidade desejado.

Para um mesmo diâmetro de perna, quanto maior for o número de fios maior será a flexibilidade do cabo. Também serão mais flexíveis os cabos cujas pernas tiverem uma alma de fibra, em vez da alma de aço. O uso da alma de fibra não somente contribui para a flexibilidade, mas tem ainda a vantagem de constituir um coxim, no qual as pernas dos fios se apertam quando o cabo se distende sob o esforço de uma tensão forte, agindo assim, com a elasticidade própria do fio e a espiral das torcidas, para reduzir o efeito de uma lupada. Sempre que o cabo for lubrificado, a alma absorve uma parte do lubrificante, servindo como depósito para a lubrificação dos fios internos, diminuindo deste modo o atrito mútuo interior. A resistência de um cabo de determinado tipo depende do diâmetro e da matéria-prima de que é feito.

Os cabos de aço empregados a bordo são classificados em tipos padrões, entre eles: 6x7; 6x12; 6x19; 6x24; 6x37. O número 6 indica o número de pernas e o segundo número mostra quantos fios tem cada perna. Assim, um cabo 6 x 12 tem seis pernas de 12 fios. O mais usado é o de 6 x 37, considerado aquele em que se reúnem as melhores qualidades desejadas de um cabo de aço, realizando a combinação ideal entre a resistência e a flexibilidade.

Há também outros tipos para serviços especiais, como os cabos de aço cujas pernas são percintadas exteriormente por uma percinta de aço, usados nos serviços de salvamento de navios. Os cabos cujas pernas são forradas por um merlim especial de linho cânhamo são muito usados nos navios mercantes. Há os cabos cujas pernas têm fios mais grossos na parte externa, a fim de melhor resistir ao desgaste pelo uso, e os de fios mais finos no interior, para dar maior flexibilidade, pois sabemos que, para um mesmo diâmetro, a flexibilidade varia na razão inversa da grossura dos fios. Para satisfazer requisitos para diferentes serviços, os fabricantes disponibilizam no comércio grande variedade de tipos de cabos de aço.

7.33. Matéria-prima – Convencionalmente, os cabos de aço são fabricados em diversas qualidades, classificados pela resistência de seus fios, de acordo com o quadro a seguir:

| RESISTÊNCIA À TRAÇÃO (em kg/mm ²) | DENOMINAÇÃO AMERICANA CORRESPONDENTE |
|--|---|
| 200 a 230 | Extra Improved Plow Steel (E.I.P.S.) |
| 180 a 200 | Improved Plow Steel (I.P.S.) |
| 160 a 180 | Plow Steel (P.S.) |
| 140 a 160 | Mild Plow Steel (M.P.S.) |

Os aços mais empregados na construção de cabos utilizados na Marinha do Brasil atendem, geralmente, às classificações PS (Aço arado) e MPS (Aço médio arado).

O Mild Plow Steel (MPS) é um aço de alta qualidade que era usado na confecção de cabos empregados nos trabalhos de arar; mas ele nada tem a ver

com a qualidade do material nos arados, para o que qualquer qualidade inferior serve. O MPS empregado nos cabos tem a seguinte composição: carbono, de 0,50 a 0,95, dependendo do diâmetro do fio; fósforo e enxofre, até 0,050; manganês e silício, em quantidades diversas. Ele é mais duro e sua resistência é 2,5 vezes maior que a do ferro. Sua resistência de tração está representada pela carga nominal de ruptura mínima de 1.370 N/mm^2 (aproximadamente 140 kg/mm^2).

O Plow Steel (PS) é um aço de melhor qualidade, de grande resistência, cerca de 3 vezes maior que a do ferro. O cabo fabricado deste material é empregado no mar para reboque e serviços de salvamento, para o que se exige uma grande resistência e o menor peso possível. Este é o material mais forte empregado nos cabos de aço de bordo. Sua resistência de tração está representada pela carga nominal de ruptura mínima de 1.570 N/mm^2 (aproximadamente 160 kg/mm^2).

O Improved Plow Steel (IPS) e o Extra Improved Plow Steel (EIPS) são aços de qualidades superiores, com resistência à tração representada, respectivamente, pela carga nominal de ruptura mínima de 1.770 N/mm^2 (aproximadamente 180 kg/mm^2) e 1.960 N/mm^2 (aproximadamente 200 kg/mm^2). São geralmente recomendados para trabalhos pesados, como, por exemplo, serviços de terraplenagem em geral, perfurações de poços de petróleo, dragagens e outros usos.

7.34. Construção dos cabos de aço

7.34.1. Manufatura – Escolhida a matéria-prima, que sai dos fornos em lingotes, são esses reaquecidos e transformados em vergalhões de $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ de seção. Cortados em pequenos comprimentos, esses vergalhões vão novamente ao forno e são transformados em barras mais finas, até se transformarem em vergalhões circulares de 6 a 12 milímetros de diâmetro.

Em seguida, passam-se os vergalhões, a frio, nas feiras, que são prensas de diâmetros decrescentes, até se ter o diâmetro desejado. Como esta operação a frio tem o efeito de endurecer e tornar quebradiço o aço, há necessidade de se fazer, em intervalos, novos recosimentos, a fim de o tornar novamente macio para passar na feira seguinte. Durante esses trabalhos, realiza-se tratamento com lubrificantes tais como óleos, sebo, ou água com sabão, para facilitar a passagem nas prensas.

Prontos os fios, eles são levados à máquina que confecciona as pernas, torcendo-as em espiral. Para as diferentes aplicações industriais, podemos encontrar uma grande variedade na disposição dos fios que constituem uma perna. Para os cabos de bordo, a regra é usar-se uma camada de 6 fios torcidos em torno de um outro central, formando uma perna de 7 fios; se adicionarmos uma nova camada de 12 fios, teremos uma perna de 19, e mais 18 constituirão a perna de 37 fios. Seis dessas pernas, torcidas em torno da alma, que pode ser de fibra ou de aço, realizarão os diversos tipos, 6×7 , 6×19 , 6×37 (figs. 7-36a, 7-36b, 7-36c). Se, em torno de uma alma de fibra torcermos 12 fios, teremos uma perna de 12 fios; se torcermos 9 fios em torno da alma de fibra e em torno deles torcermos mais 15 fios, teremos as pernas de 24 fios. Seis dessas pernas, torcidas em volta de uma alma de fibra, realizarão os tipos 6×12 e 6×24 , com 7 almas de fibra cada um (figs. 7-36d e 7-36e).

As pernas, uma vez prontas, são enroladas em bobinas para depois formarem os cabos por meio das máquinas de acabamento. A resistência de um cabo de aço é de 80 a 95% da soma das resistências de seus fios, dependendo do tipo de manufatura.

Os cabos de aço, depois de manufaturados, são sempre sujeitos a esforços experimentais de tração e flexão, determinando-se ainda a força elástica e o alongamento de cada um. Os cabos de fibra não permitem estas experiências individuais sob grandes esforços; nem mesmo se costuma fazer neles a inspeção visual, metro por metro, que é feita nos cabos de aço, a fim de se localizar qualquer defeito. Daí a maior confiança que sempre mereceram os cabos de aço.

7.34.2. Detalhes de construção – As pernas dos cabos podem ser feitas em uma, duas ou mais operações, conforme sua construção. Nos primórdios da fabricação de cabos de aço as construções usuais das pernas eram as que envolviam várias operações, com fios do mesmo diâmetro, tais como 1 + 6/12 (2 operações) ou 1 + 6/12/18 (3 operações). Assim eram torcidos primeiramente 6 fios em volta de um fio central. Posteriormente, em nova passagem, o núcleo 1 + 6 fios era coberto com 12 fios.

Essa nova camada tem por força um passo diferente do passo do núcleo, o que ocasiona um cruzamento com os fios internos, e o mesmo se repete ao se dar nova cobertura dos 12 fios com mais 18, para o caso da construção de pernas de 37 fios. O passo de uma perna ou de uma camada da perna significa a distância em que um fio dá uma volta completa em torno do seu núcleo.

Com o aperfeiçoamento das técnicas de fabricação, foram desenvolvidas máquinas e construções de cabos que nos possibilitam a confecção das pernas em uma única operação, sendo todas as camadas do mesmo passo.

Assim surgiram as construções Seale, Filler e Warrington, compostas de fios de diferentes diâmetros. Essas construções conservam as vantagens das anteriores e eliminam sua principal desvantagem, ou seja, o desgaste interno ocasionado pelo atrito no cruzamento dos fios de aço. Ensaios realizados em máquinas de testes de fadiga têm demonstrado que os cabos de construções de uma só operação (camadas de fios do mesmo passo) têm uma duração bem maior do que os de construções de diversas operações (camadas de fios de passos diferentes).

A flexibilidade de um cabo de aço está em proporção inversa ao diâmetro dos fios externos do mesmo, enquanto que a resistência à abrasão é diretamente proporcional a esse diâmetro. Em conseqüência, escolher-se-á uma composição com fios finos quando prevalecer o esforço à fadiga de dobramento, e uma composição de fios externos mais grossos quando as condições de trabalho exigirem grande resistência à abrasão. Resumindo temos: flexibilidade máxima, resistência à abrasão mínima; ou flexibilidade mínima, resistência à abrasão máxima.

Em geral, os cabos são de torção regular à direita. Os cabos com torção do tipo Lang são empregados nas situações em que estejam submetidos a atrito, pois possuem maior superfície metálica na sua parte externa, suportando melhor o desgaste; são também ligeiramente mais flexíveis, porém muito fáceis de se destorcerem e de tomarem cocas, devendo, portanto, ser usados cuidadosamente;

a torção Lang aumenta a resistência à abrasão do cabo e sua flexibilidade. Por outro lado, a torção regular confere maior estabilidade ao cabo.

7.35. Galvanização – A galvanização é o meio mais simples e eficiente de proteger os cabos de aço contra a corrosão, do mesmo modo que o alcatrão impede que os cabos de fibra se deteriorem; ela pode ser realizada a fogo ou eletroliticamente. O processo de galvanização expõe o aço, durante a manufatura, a uma temperatura superior a 400° C, tendo como efeito a sua resistência reduzida em 10%. Esse processo consiste em submeter o fio vagarosamente a um banho de zinco derretido, fazendo com que ele adquira uma camada de zinco fina, mas tenaz, e suficiente para protegê-lo contra a ação corrosiva da ferrugem. Dessa forma, os fios que entram na fabricação dos cabos deverão conter uma camada firme e homogênea de zinco puro aplicado a fogo ou eletroliticamente. Isso é particularmente importante para os cabos que ficam expostos à ação da água salgada e, por isso, todos os cabos de aço empregados para espias, por exemplo, são galvanizados.

Os cabos de aço podem ser galvanizados na bitola final ou em uma bitola intermediária e, posteriormente, de novo trefilados, proporcionando uma camada de zinco bastante uniforme. Estes últimos são chamados galvanizados retrefilados. Os cabos de aço galvanizados retrefilados têm a mesma resistência à tração que os cabos de aço polidos de mesmas características e possuem maior resistência à fadiga do que esses.

Os cabos de aço galvanizados a fogo na bitola final possuem uma carga de ruptura mínima efetiva 10% menor do que os galvanizados retrefilados e polidos de mesmas características.

Como regra, um cabo galvanizado não deve ser usado para laborar, exceto quando o aparelho ficar exposto ao tempo e se o diâmetro das roldanas do poleame (ou o tambor do cabrestante) for grande e o movimento vagaroso, não deixando o cabo dobrar muito no ponto de retorno (guindaste, paus-de-carga etc.). De outro modo, com roldanas pequenas e com movimentos rápidos, a camada de zinco vai se desprendendo e a ação corrosiva se torna mais acentuada, porque esta age mais rapidamente através da umidade, especialmente da água salgada, que provoca a ação eletrolítica do zinco; neste caso, o cabo sofre mais do que se não fosse galvanizado. Em geral, é usado no aparelho fixo de todos os navios (espinhaços e vergueiros de toldos, amantinhos, patarrases etc.) e em espias, cabos de reboque, estropos etc.

O cabo de aço não galvanizado, também conhecido como cabo de aço polido, é utilizado para muitas finalidades, especialmente para os diversos aparelhos de laborar, sem referência ao tamanho das roldanas, nos lugares onde não se espera umidade.

A decisão quanto ao uso de um cabo galvanizado é muito difícil, porque sempre haverá prejuízo de uma qualidade em favor de outra. Entretanto, quando for necessário que um cabo de laborar resista bem à corrosão e à ruptura, ele deverá ser de material por si mesmo resistente à corrosão, não exigindo a proteção de zinco. O quadro a seguir apresenta os valores mínimos, em g/m² (gramas por metro quadrado) da massa da camada de zinco necessária em relação ao diâmetro do cabo

| DÍAMETRO DO FIO (mm) | CAMADA DE ZINCO (g/m ²) |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| de 0,40 até 0,50 (exclusive) | 75 |
| acima de 0,50 até 0,60 (exclusive) | 90 |
| acima de 0,60 até 0,80 (exclusive) | 110 |
| acima de 0,80 até 1,00 (exclusive) | 130 |
| acima de 1,00 até 1,20 (exclusive) | 150 |
| acima de 1,20 até 1,50 (exclusive) | 165 |
| acima de 1,50 até 1,90 (exclusive) | 180 |
| acima de 1,90 até 2,50 (exclusive) | 205 |
| acima de 2,50 até 3,20 (exclusive) | 230 |
| acima de 3,20 até 3,59 (exclusive) | 250 |

7.36. Medição dos cabos de aço – A medição da bitola dos cabos de aço geralmente é feita pelo seu diâmetro, em milímetros, ou em polegadas. Ao medi-los, deve-se ter o cuidado de colocar o calibre no sentido da maior grossura, isto é, na direção de duas pernas opostas, pois o diâmetro do cabo é o da circunferência que o circunscribe.

Para a medida precisa do diâmetro de um cabo de aço, devemos utilizar um calibre como é indicado na figura 7-25, e em três partes do cabo distantes entre si de, pelo menos, 1,5 metro; a média destes três diâmetros será o diâmetro do cabo. A bitola dos cabos de aço empregados a bordo vai desde 1/4 até 2 3/4 polegadas de diâmetro. O comprimento é medido em metros.

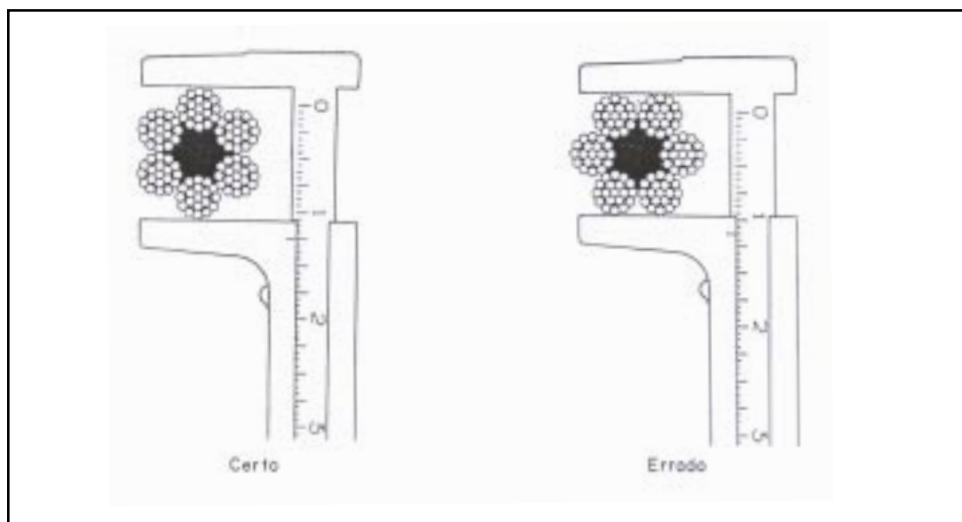


Fig. 7-25 – Como medir um cabo de aço

7.37. Lubrificação – Os cabos de aço devem ser lubrificados interna e externamente, durante o processo de fabricação, com lubrificantes especialmente desenvolvidos para esses cabos. A lubrificação é muito importante para o cabo, tanto como proteção contra corrosão, como também em relação à conservação de sua flexibilidade e vida útil; como qualquer máquina, o cabo resistirá melhor ao desgaste interno e externo se for devidamente lubrificado. Para uma boa conservação do cabo, recomenda-se renovar a lubrificação periodicamente.

O lubrificante deve ser novo e limpo e não deve conter ácidos ou outros agentes de corrosão. O lubrificante a ser empregado deve ser aplicado quente, para facilitar a penetração no cabo. Isto permite fazer a lubrificação interna, fazendo chegar o óleo até a alma do cabo; quando ele esfriar, deve formar uma camada plástica, que não permita a penetração da umidade. Quanto maior a velocidade de movimento com que trabalha o cabo, menor deve ser a viscosidade do lubrificante. Em qualquer caso, entretanto, a viscosidade deve ser tal que permita ao óleo cobrir o cabo, penetrar nele e suportar a pressão interna sem sair. Geralmente, os fabricantes de cabos fornecem o lubrificante mais adequado para cada serviço, sendo preferível adquiri-lo a ter que se comprar um cabo novo.

Como a bordo nem sempre o lubrificante adequado encontra-se disponível, as espias de cabo de aço devem ser lubrificadas uma vez por mês, ou de dois em dois meses com óleo de linhaça cru. Se um cabo é usado periodicamente, ficando durante muito tempo sem aplicação, recomenda-se uma lubrificação pesada ao começar o período de seu desemprego temporário; se este período for prolongado por vários meses, antes de reiniciar o serviço deve-se limpar o cabo e remover o lubrificante protetor, para em seguida aplicar-se um lubrificante novo. Se o cabo tiver de permanecer imerso por algum tempo, o melhor preservativo é uma mistura de alcatrão da Suécia e hidrato de cálcio, em partes iguais, aquecida e usada quente.

Cabos em bobinas, armazenados em lugar descoberto, devem ser protegidos por uma camada de lubrificante pesado. Quando posto em uso, o excesso do lubrificante protetor deve ser removido mecanicamente. Os cabos novos, em qualquer bitola ou tipo, deverão ser entregues convenientemente lubrificados interna e externamente com uma mistura homogênea, cujo material volátil não exceda a 3% (três por cento) do seu peso.

Nunca se deve usar graxa nos cabos de aço, pois além de não fazer a lubrificação interna, ela torna o cabo mais difícil de ser manobrado, por sujar as mãos de quem nele pegar. Qualquer espia (ou cabo de reboque) deve ser sempre lubrificada depois do uso e antes de ser guardada no sarilho.

7.38. Preformação de cabos – Os cabos de aço podem ser tanto preformados como não preformados, sendo que na maioria das utilizações o cabo preformado é considerado muito superior ao não preformado. A diferença entre um cabo preformado e um não preformado consiste em que na fabricação do primeiro é aplicado um processo adicional, que faz com que as pernas e os fios fiquem curvados na forma helicoidal, permanecendo colocados dentro do cabo na sua posição natural, com um mínimo de tensões internas. As principais vantagens do cabo preformado são:

(1) as tensões internas são mínimas, e, portanto, a fricção interna e o conseqüente desgaste interno do cabo é mínimo; por terem tensões internas mínimas, possuem também maior resistência à fadiga do que os cabos não preformados;

(2) o manuseio é muito facilitado pela ausência de tensões e fricções internas;

(3) o equilíbrio do cabo é garantido, porque tendo cada perna a mesma tensão, a carga fica dividida em partes iguais entre as pernas;

(4) o manuseio é mais seguro, porque estando isento de tensões, o cabo não apresenta tendência de escapar da mão. Além disso, se um fio quebra pelo desgaste, ele ficará deitado na sua posição normal, não se dobrando para fora, o que tornaria perigoso o seu manuseio; e

(5) não é necessário amarrar as pontas do cabo. Como todos os fios e as pernas têm a forma helicoidal, que corresponde a sua posição natural dentro do cabo, este pode ser cortado sem que as pontas se abram ou os fios mudem de posição.

A figura 7-26 apresenta ilustração correspondente a cabos de aço preformados e não preformados.

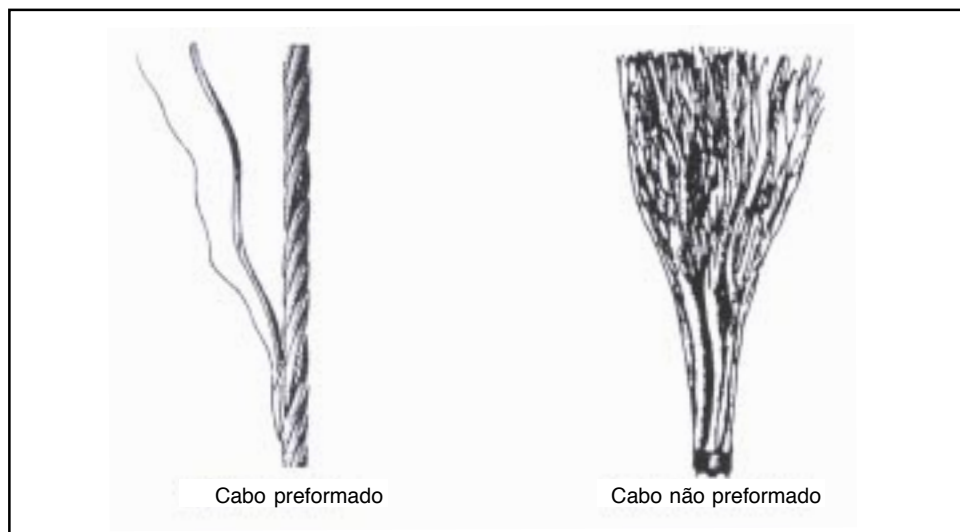
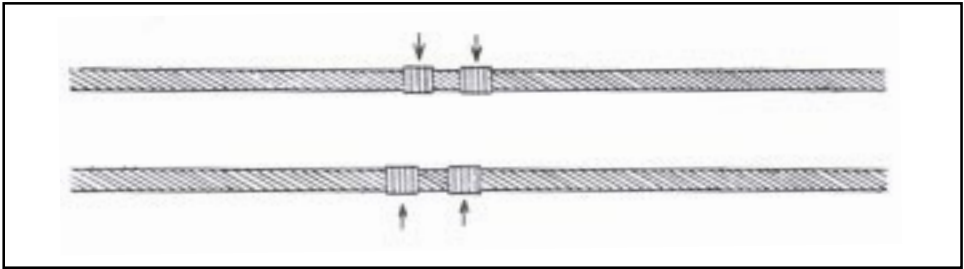
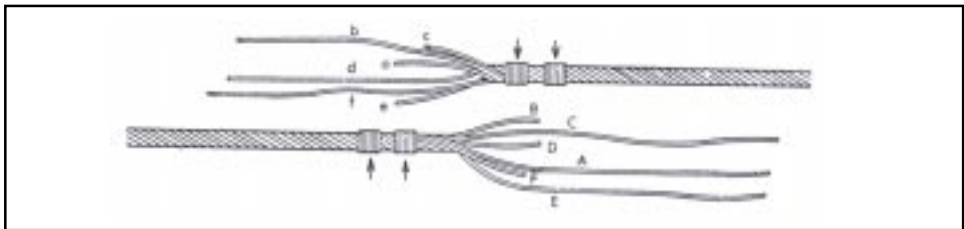


Fig. 7-26 – Preformação de cabos

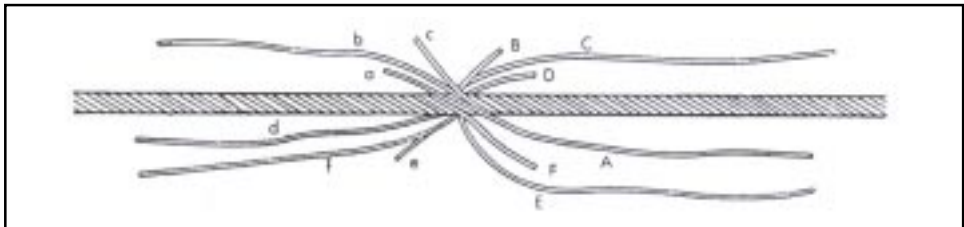
7.39. Emendas em cabos de aço – A confecção de uma emenda envolve um trabalho que deve ser cercado de muito cuidado e atenção. É particularmente importante o perfeito assentamento e a colocação das pernas a serem introduzidas. O tempo ganho na confecção da emenda corre sempre em detrimento da qualidade do serviço; uma emenda mal feita representa um grande perigo. O comprimento de uma emenda deve ser no mínimo de 1.000 a 1.500 vezes o diâmetro do cabo. Para exemplificar, consideremos a emenda de dois cabos de seis pernas, torção regular, preformados, de 20 mm de diâmetro. Nesse caso o comprimento da emenda deverá ser $20 \times 1.200 = 24\text{m}$; Os quadros a seguir apresentam os passos a serem seguidos.



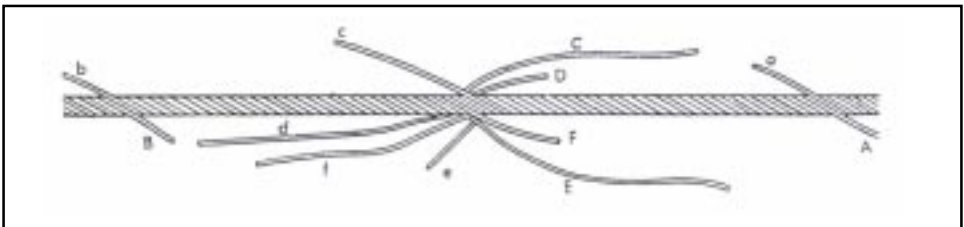
Quadro A – Ambos os cabos serão bem amarrados a cerca de 12 m de distância de suas extremidades ($2 \times 12 \text{ m} = 24 \text{ m}$ – comprimento necessário para a emenda).



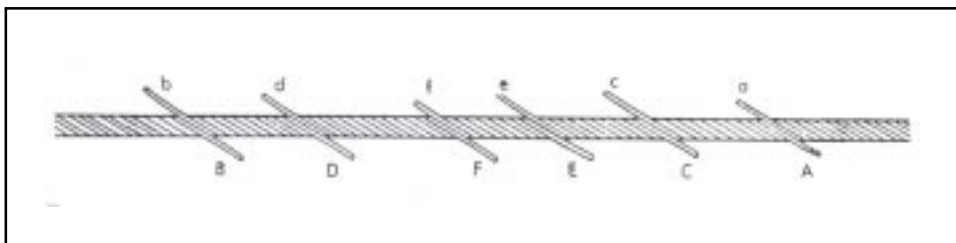
Quadro. B – As pernas dos dois cabos serão separadas nas extremidades, até o ponto de amarração. As pernas de um dos cabos serão designadas, sucessivamente, “A – F” e as do outro “a – f”. As pernas “B, D, F” e “a, c, e” serão encurtadas e a alma de fibra será cortada à altura da amarração.



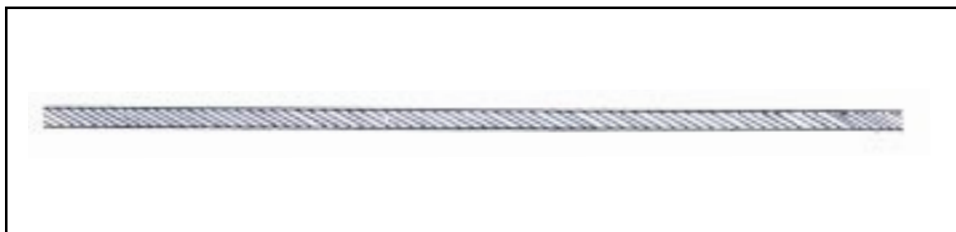
Quadro C – As extremidades dos cabos serão empurradas uma contra a outra para ficar a perna “A” ao lado da perna “a”, perna “B” ao lado da perna “b” etc.



Quadro D – As amarrações serão soltas. A perna “a” será torcida para fora do conjunto num comprimento de 10 m, e a perna “A” será torcida para dentro do respectivo espaço vazio. Da mesma forma, se procede com as pernas “B” e “b”.



Quadro E - As pernas "c" e "D" serão torcidas para fora das extremidades dos respectivos cabos, num comprimento de 6 m, e as pernas "e" e "F" num comprimento de 2 m, contados e partir do ponto de junção dos cabos, e as respectivas pernas serão torcidas para dentro dos espaços anteriormente esvaziados.



Quadro F – Apresenta a parte correspondente à emenda pronta.

7.40. Como desbolinar um cabo de aço – Assim como nos cabos de fibra, a coca é um inimigo perigoso dos cabos de aço; ela é não somente fácil de tomar o cabo, como bastante prejudicial a sua vida útil. Por isso, o cuidado constante de quem maneja um cabo de aço de laborar ou uma espia de aço é não deixar que tome uma simples dobra. O cabo deve ser manuseado de forma a evitar estrangulamento (nó), que provocará uma torção prejudicial; nunca se deve permitir que um cabo tome a forma de um laço (como na fig. 7-27); pode ser o início de um nó. Porém, se o laço for desfeito imediatamente, o nó poderá ser evitado. Com o laço fechado (fig. 7-28) o dano já está feito, reduzindo ao mínimo o valor e a resistência do cabo. A figura 7-29 apresenta o modo correto de desbolinar, isto é, tirar a coca de um cabo de aço que não foi ainda definitivamente danificado por ela. Logo que uma dobra (começo da coca) seja notada, agüente o cabo; impeça imediatamente que este cabo seja tesado, se não quiser avariá-lo para sempre. Tendo feito parar a coca no princípio, proceda de modo inverso àquele em virtude do qual ela se produziu. Para isto, descruze as duas partes do cabo, seguindo cuidadosamente o método indicado na figura; bastará depois desempená-lo batendo a parte afetada com um macete de forrar. Se o cabo for pouco flexível, ou de grande diâmetro, a primeira parte desta operação não poderá ser feita por um só homem; haverá necessidade de dois homens, ou talvez seja preciso um torno, mas o modo de proceder será o mesmo.



Fig. 7-27 – Início de um nó

Fig. 7-28 – Cabo danificado

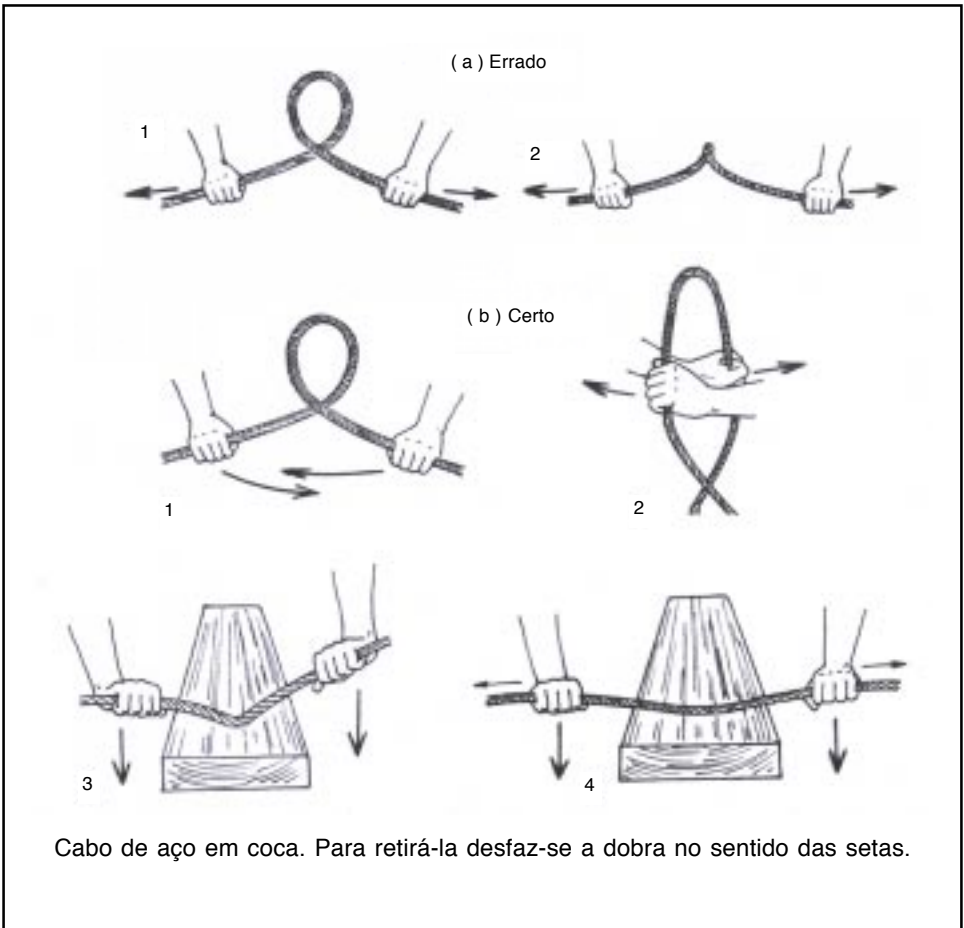


Fig. 7-29 – Como desbolinar um cabo de aço

7.41. Como enrolar corretamente o cabo em um tambor ou bobina – É importante que um cabo de aço para ser bem enrolado seja fixado corretamente durante sua instalação em um tambor liso (sem canais). Se isto não ocorrer, a primeira camada de enrolamento poderá apresentar falhas, provocando, conseqüentemente, ao serem enroladas as camadas superiores, amassamentos e deformações no cabo de aço, que diminuirão sensivelmente sua vida útil.

As ilustrações da figura 7-30 apresentam uma regra prática para a fixação correta dos cabos de aço em tambores.

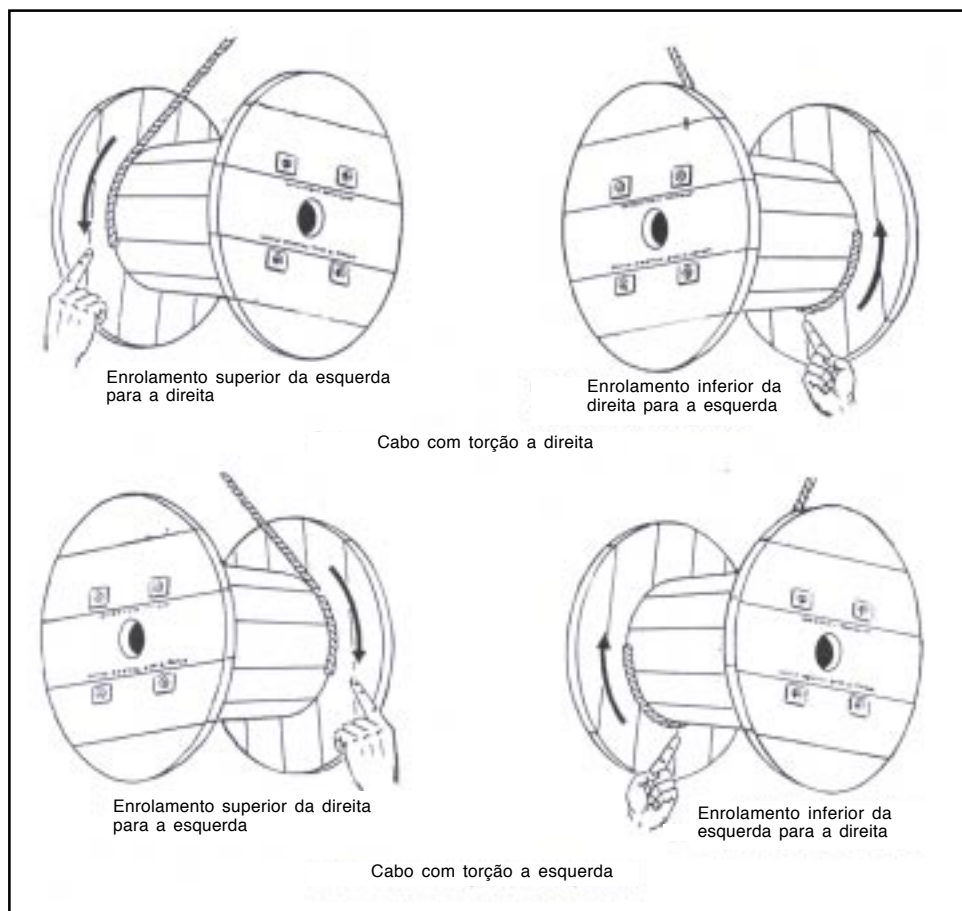


Fig. 7-30 – Como enrolar corretamente o cabo em um tambor

7.42. Carga de ruptura efetiva e carga de trabalho – A carga de ruptura efetiva de um cabo de aço de determinado tipo depende da matéria-prima de que é feito. O peso e o diâmetro de um cabo de aço para determinado fim poderão ser reduzidos usando-se um material mais forte, por exemplo, o aço PS em vez do MPS; inversamente, para um mesmo diâmetro ou peso de cabo, poderemos ter maior resistência à ruptura se utilizarmos um material mais forte.

Ao escolher um cabo de aço considera-se o tipo independentemente da carga de trabalho exigida; o tipo de cabo depende, sim, do aparelho em que vai ser empregado, consoante seja fixo ou de laborar. Para os cabos fixos leva-se em conta o material e a galvanização; para os de laborar, tem-se que considerar a qualidade do material, o limite de elasticidade do cabo e, ainda mais, o tamanho da roldana em que ele vai trabalhar e, bem assim, a velocidade do movimento. Um cabo de muito uso deve ser preferivelmente de fios grossos, porque os fios que ficam na parte externa se gastam demasiadamente depressa.

A carga de ruptura efetiva representa a menor força de tração que é capaz de partir o cabo. Contudo, tal como nos cabos de fibra, os cabos de aço só são usados para cargas menores, dando-se certa margem de segurança, na qual se leva em conta que eles devem suportar os esforços sem deformação permanente, garantir a segurança do pessoal que trabalha nele e ainda permitir melhor rendimento, ao prestar maior soma de serviços sem a necessidade de renovação freqüente.

Na escolha da bitola adequada para o cabo de determinado aparelho, deve-se então calcular o esforço total que o cabo deve suportar, isto é, a carga de trabalho, e multiplicá-la por um fator de segurança, de acordo com as condições do serviço e as maiores ou menores conseqüências de um acidente. O valor assim encontrado é igual à carga de ruptura efetiva que se procura.

O fator de segurança adequado é aquele que garante segurança na operação e aumento da vida útil do cabo, com uma conseqüente economia. Esse índice varia de acordo com aplicação de cada tipo de cabo e representa a relação entre a carga de ruptura mínima efetiva do cabo e a carga aplicada. Para os cabos de aço o fator de segurança depende de muitas condições, pois se devem considerar a qualidade do material; o limite de elasticidade do cabo; a carga que suporta; a velocidade, a aceleração e o retardamento do movimento; as emendas e os acessórios do cabo; o número, o tamanho e a disposição das roldanas; as condições atuais de corrosão e o desgaste; o comprimento do cabo em serviço; a preservação da vida útil do cabo; e, finalmente, o grau de perigo de vida do pessoal e da segurança da carga. Não é possível fixar valores arbitrários que sejam adequados ao mesmo tempo a diferentes serviços. Geralmente se adota um fator de segurança variando de 5 a 8. Convém lembrar novamente que se quisermos prolongar a vida de um cabo nunca se deve estimar para mais a resistência de uma peça do aparelho; estime-a para menos.

A fórmula geral para a carga de ruptura dos cabos de fibra é aplicável aos cabos de aço, desde que seja dado ao coeficiente K um valor correspondente: $R = K c^2$.

Como o coeficiente K varia para os cabos de aço entre limites muito grandes, dependendo ainda do tipo do cabo, além do material empregado, deixamos de apresentar as fórmulas práticas que corresponderiam a cada caso. Uma fórmula que compreenda todos os cabos de aço estará sujeita a grandes erros. Valores de cargas de ruptura efetiva são apresentados nas tabelas 7-10 a 7-16.

7.43. Deformação longitudinal dos cabos de aço – Existem dois tipos de deformação longitudinal nos cabos de aço: a estrutural e a elástica.

7.43.1. Deformação estrutural – É permanente e começa logo que é aplicada uma carga ao cabo. Decorre do ajustamento dos fios nas pernas do cabo e pelo acomodamento das pernas em relação à alma do mesmo. A maior parte da defor-

mação ocorre nos primeiros dias ou semanas de serviço do cabo de aço, dependendo da carga aplicada. Nos cabos comuns, o seu valor pode ser aproximadamente de 0,50% a 0,75% do comprimento do cabo sob carga.

Ela pode ser quase totalmente removida por um pré-esticamento do cabo de aço. Essa operação é feita por um processo especial e com uma carga que deve ser maior do que a carga de trabalho do cabo e inferior à carga correspondente ao limite elástico do mesmo. Cabos pré-esticados são fabricados para aplicação em serviços especiais, como por exemplo nas pontes pênséis.

7.43.2. Deformação elástica – A deformação elástica é diretamente proporcional à carga aplicada e ao comprimento do cabo, e inversamente proporcional ao seu módulo de elasticidade e área metálica.

$$DL = \frac{P \times L}{E \times Am}$$

DL = deformação elástica
 P = carga aplicada
 L = comprimento do cabo
 E = módulo de elasticidade
 Am = área metálica

A área metálica (Am) dos cabos de aço varia em função da construção do cabo de aço.

Podemos, de forma bastante aproximada, calcular a área metálica de um cabo de aço, aplicando-se a fórmula: $Am = F \times d^2$, sendo,

A = área medida em mm²;

F = fator que varia em função da construção do cabo; é tabelado e fornecido pelo fabricante; e

d = diâmetro nominal do cabo de aço ou da cordoalha em milímetros.

Estima-se, de maneira geral, em 0,25% a 0,50% a deformação elástica de um cabo de aço, quando o mesmo estiver submetido a uma tensão correspondente a 1/5 de sua carga de ruptura, dependendo de sua construção. A deformação elástica é proporcional à carga aplicada desde que a mesma não ultrapasse o valor do limite elástico do cabo. Este limite para cabos de aço usuais é aproximadamente de 55% a 60% da carga de ruptura mínima efetiva do mesmo.

O módulo de elasticidade (E) de um cabo de aço aumenta durante a vida do mesmo em serviço, dependendo de sua construção e condições sob as quais é operado, com a intensidade das cargas aplicadas – constantes ou variáveis –, dobragens e vibrações às quais o mesmo é submetido. O módulo de elasticidade é menor nos cabos novos ou sem uso, sendo que para cabos usados ou novos pré-esticados o módulo de elasticidade aumenta cerca de 20%. Os valores de E são tabelados e fornecidos pelo fabricante.

7.44. Cuidados com os cabos fixos – Os cabos para o aparelho fixo, além de galvanizados, podem ser engaiados e percintados (art.8.77) e depois então cobertos com alcatrão. O alcatrão deve ser renovado em intervalos de tempo regulares, geralmente de seis em seis meses. Se o cabo não for galvanizado, deverá ser coberto com uma mistura de zarcão e óleo de linhaça fervido, antes de ser engaiado e percintado.

Os macacos de tesar devem ser protegidos na parte roscada com uma camada de graxa espessa, mas não é boa a prática de cobri-los com lona; a lona, por mais

bem costurada que seja, sempre deixa passar a umidade, a qual atacará o ferro nos pontos que não foram bem protegidos pela graxa.

De um modo geral, todo o aparelho fixo, e em especial os estais, patarrases, amantinhos, espinhaços e vergueiros de toldos que não são forrados, devem ser tratados, rotineiramente, com lubrificantes e preservativos indicados pelo fabricante dos cabos.

7.45. Uso e conservação dos cabos de laborar e espias de aço – Os cabos de aço devem merecer cuidado especial a bordo, porque sua vida útil depende, em grande parte, de como são tratados.

Os cabos de aço, no convés, são geralmente guardados nos sarilhos (tambores), ou, se é um cabo manejável, pode ser colhido em aduchas circulares, cuidadosamente feitas. A figura 7-31(a) mostra claramente o modo correto de se desfazer uma aducha de cabo de aço, nunca se devendo desfazer a aducha por voltas, como mostra a figura 7-31(b).

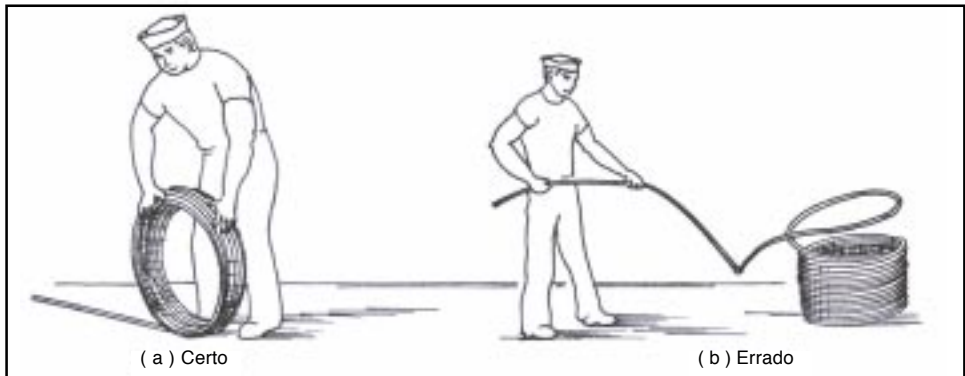


Fig. 7-31 – Como desfazer a aducha de um cabo de aço

Para se desenrolar um cabo coloca-se uma bobina em um eixo horizontal sobre dois cavaletes (fig. 7-32a). Pode-se, também, desenrolá-lo por meio de uma mesa giratória (fig. 7-32b), tomando-se, porém, o cuidado de que a bobina não seja fixa.

Se o cabo for muito pesado, faz-se um sarilho de fortuna: enfiase um eixo de madeira pelo centro da aducha e coloca-se este eixo apoiado em dois cepos ou sobre duas partes altas do convés. Basta, então, desenrolar o cabo alando-o pelo chicote.

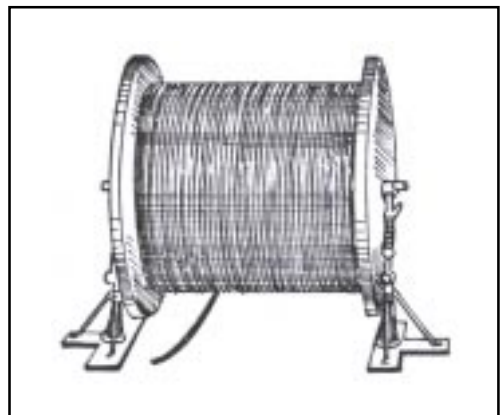
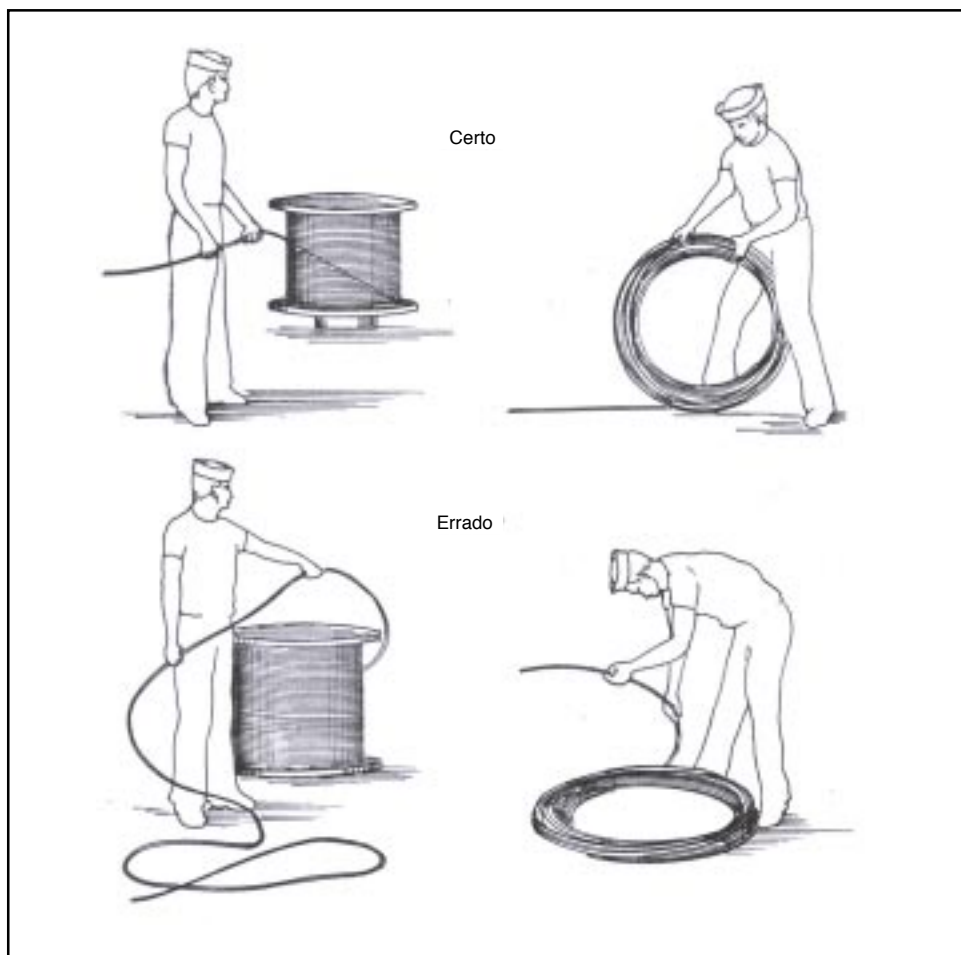


Fig. 7-32a – Como desenrolar um cabo de aço



Figs. 7-32b – Como desenrolar um cabo de aço

Os cabos de aço só devem ser guardados depois de limpos e lubrificados, e os sarilhos devem ser cobertos de lona. Quando em serviço, os cabos devem ser envolvidos com lona, couro ou outro protetor, onde tiverem de passar num reclamo ou cabeço, isto é, qualquer peça que possa cocá-los. Quando se amarrar um navio com espias de aço, deve-se ter o máximo cuidado para que todas elas recebam o esforço por igual. Isto porque o cabo de aço não tem a mesma elasticidade e flexibilidade dos cabos de fibra e, então, o navio poderá ficar seguro por apenas parte da amarração, a qual pode não ser suficiente para aguentá-lo.

Sempre que um cabo é tesado e depois solecado formando um grande seio, ele, com facilidade, pode tomar cocas, e deve-se ter cuidado ao rondá-lo novamente.

Quando se for cortar um cabo de aço, deve-se dar uma falçaça de cada lado do ponto em que se vai fazer o corte, para evitar que ele descoche. Nessas falçaças, deve-se empregar fios de ferro doce, ou, na falta deste, merlim, passando-se as voltas bem unidas.

Um acidente com cabo de aço é, na certa, devido a descuido. Uma falha devido a coca ou a uma dobra excessiva é bastante visível. Se considerarmos que o cabo de aço tem sua alma de fibra bem lubrificada, e é usado sempre em roldanas apropriadas, os fios se romperão, primeiramente, no lado externo das pernas, e a redução do diâmetro, nessas partes, dá o primeiro indício de que o cabo já está cansado.

7.46. Inspeção e substituição dos cabos de aço em uso

7.46.1. Inspeção – Os cabos de aço quando em serviço devem ser inspecionados periodicamente, a fim de que a sua substituição ocorra antes que apresentem risco de ruptura. Em geral, uma inspeção adequada envolve as seguintes verificações:

- **Número de fios rompidos** – Deve-se anotar o número de fios rompidos em um passo ou em cinco passos do cabo. Observar se as rupturas estão distribuídas uniformemente ou concentradas em uma ou duas pernas apenas; nesse caso, há perigo dessas pernas se romperem antes do cabo. É importante, também, observar a localização das rupturas, se são externas, internas ou no contato entre as pernas.

- **Fios gastos por abrasão** – Mesmo que os fios não cheguem a se romper, podem atingir um ponto de desgaste tal que diminua consideravelmente o coeficiente de segurança do cabo de aço, tornando o seu uso perigoso. Na maioria dos cabos flexíveis, o desgaste por abrasão não constitui um motivo de substituição se os mesmos não apresentarem fios partidos.

Quando se observa uma forte redução na seção dos fios externos e, conseqüentemente, do diâmetro do cabo, deve-se verificar periodicamente o coeficiente de segurança para que este não atinja um mínimo perigoso.

- **Corrosão** – Durante a inspeção deve-se verificar cuidadosamente se o cabo de aço não está sofrendo corrosão. É conveniente também uma verificação no diâmetro do cabo em toda sua extensão, para investigar qualquer diminuição brusca do mesmo. Essa redução pode ser devida à decomposição da alma de fibra por ter secado e deteriorado, mostrando que não há mais lubrificação interna no cabo, e, conseqüentemente, poderá existir também uma corrosão interna no mesmo, o representa um grande perigo, pois pode existir sem que se manifeste exteriormente.

- **Desequilíbrio dos cabos de aço** – Em cabos com uma só camada de pernas e alma de fibra (normalmente cabos de seis ou sete pernas + AF) pode haver uma avaria típica que vem a ser uma ondulação do cabo provocada pelo afundamento de uma ou duas pernas do mesmo, e que pode ser causada por três motivos:

- (1) fixação deficiente, que permite o deslizamento de algumas pernas, ficando as restantes supertensionadas;

- (2) alma de fibra de diâmetro reduzido; e

- (3) alma de fibra que apodreceu, não dando mais apoio às pernas do cabo.

No primeiro caso, há o perigo de as pernas supertensionadas se romperem. Nos outros dois casos, não há um perigo iminente, porém haverá um desgaste não uniforme no cabo, e portanto um baixo rendimento.

Nos cabos de várias camadas de pernas ou com alma de aço, há o perigo da formação de gaiolas de passarinho e hérnias, defeitos graves – que obrigam a substituição imediata dos cabos – que podem ser provocados pelos seguintes motivos:

- (1) manuseio e instalação deficiente do cabo, dando lugar a torções ou destorções do mesmo; e

(2) fixações deficientes dos cabos, possibilitando deslizamentos de pernas ou camadas de pernas, permitindo que uma parte do cabo fique supertensionada e outra frouxa.

• **Maus tratos e nós** – Deve-se inspecionar todo o comprimento do cabo para verificar a existência ou não de nós ou qualquer anormalidade que possa ocasionar um desgaste prematuro ou a ruptura do cabo, principalmente junto às fixações.

A figura 7-33 apresenta casos típicos de avarias em cabos de aço, resultantes de utilização inadequada ou maus tratos.



Quebras por fadiga em cabo de aço que trabalhou com cargas elevadas em polias de pequenas dimensões.



Amassamento devido ao enrolamento desordenado no tambor



Cabo que sofreu amassamento e tomou a forma “espiral” por enrolamento desordenado em tambor de pequenas dimensões ou cargas elevadas



Ruptura de cabo de aço que soltou da polia e ficou dobrado e preso no eixo da mesma.



“Gaiola de passarinho” causada pelo alívio repentino de tensão proveniente de uma sobrecarga.

Fig. 7-33 – Avarias típicas em cabos de aço

7.46.2. Substituição dos cabos – Mesmo que um cabo trabalhe em ótimas condições, chega o momento em que, após atingir sua vida útil normal, necessita ser substituído em virtude de seu desgaste.

Em qualquer instalação, o problema consiste em se determinar qual o rendimento máximo que se pode obter de um cabo antes de substituí-lo, sem colocar em perigo a segurança do equipamento. Existem ocasiões em que o rompimento de um cabo põe em risco vidas humanas, como nos locais de manobras a bordo. Nestes casos existem normas especiais sobre a forma de inspecionar e substituir os cabos de aço.

Nos demais casos em geral, salvo algumas exceções, pode-se determinar a substituição dos cabos em serviço pelo número de fios rompidos visíveis. Geralmente, o fabricante fornece dados tabelados ou gráficos que permitem ao usuário avaliar quando se deve substituir um cabo de aço em serviço devido ao rompimento de fios.

Além do critério de fios rompidos, caso seja encontrado algum outro defeito considerado grave, o cabo deve ser substituído mesmo que o número admissível de fios rompidos não tenha atingido o limite estabelecido pelo fabricante, ou até mesmo sem ter qualquer fio rompido.

A inspeção visual de um cabo se sobrepõe a qualquer norma ou método de substituição dos mesmos.

7.47. Vantagens e desvantagens dos cabos de aço – Dentro dos limites indicados para seu trabalho normal, um cabo de aço não pode falhar, e comparado com os cabos de linho, de manilha, e mesmo com amarras e correntes, a mais importante característica do cabo de aço é a confiança que impõe, mais do que sua resistência, leveza e durabilidade.

Os cabos de fibra podem ter um ponto fraco escondido, ou já enfraquecidos por esforços sucessivos, sem que apresentem indícios. A corrente e a amarra podem ser feitas de material fraco, ou, se forem de melhor material, podem ter defeitos de fundição ou falhas somente reveladas por inspeção acurada, através de raios X. Os cabos de fibra são feitos de grande número de fibras, de uns três metros de comprimento cada uma, no máximo. O cabo de aço é constituído por determinado número de fios, que têm o mesmo comprimento que o cabo; cada um dos fios é manufaturado, inspecionado e experimentado individualmente e em todo o comprimento, antes de ir formar o cabo. A inspeção é muito simples e eficiente, pois uma fenda dificilmente pode passar despercebida, e muito mais raramente poderão haver duas fendas que apareçam num mesmo ponto do cabo, formando um lugar de enfraquecimento.

As desvantagens que se podem atribuir aos cabos de aço são: não se pode dar nós com eles e são muito difíceis de manobrar a mão. Para amarrações com cabos de aço, emendas etc., utilizam-se as costuras, ou os acessórios especiais (art. 9.33).

7.48. Diâmetro das roldanas (polias) e velocidade de movimento – O tamanho das roldanas e a velocidade de movimento são fatores importantes no prolongamento da vida útil de um cabo de laborar. A roldana deve ter um diâmetro o maior possível, limitado somente pelas aplicações práticas do tamanho e peso do poleame, a fim de não deixar o cabo dobrar muito no ponto de retorno. Os cabos de laborar perdem muito em resistência por causa das dobras em roldanas pequenas, o que ocasiona a fadiga do metal.

Com a maior velocidade de movimento, cresce também o esforço sobre o cabo, mas desproporcionalmente. Deve-se levar em conta não somente o atrito sobre as roldanas mas também o atrito interior dos fios entre si. Por menos que pareça, é importante este atrito interior, e não será difícil imaginar os deslocamentos que se verificam entre os fios de um cabo que é alternadamente dobrado e distendido ao correr sobre roldanas. É evidente que estes deslocamentos aumentam com a velocidade e são maiores para uma roldana pequena do que para uma roldana grande. Este mesmo atrito interior pode ser verificado em um cabo que seja alternadamente tesado e solecado, sofrendo lupadas como no caso dos cabos de reboque.

Quanto menos flexível o cabo, maior deve ser a roldana. Geralmente, os fabricantes indicam os cabos adequados ao trabalho em determinado poleame, ou, para cada cabo, indicam o diâmetro mínimo da roldana em que ele vai trabalhar. As cargas de ruptura são garantidas somente para um diâmetro igual ou maior que este diâmetro mínimo, e em velocidade de movimento moderada.

Existe uma relação entre o diâmetro do cabo e a diâmetro da roldana ou tambor, que deve ser observada a fim de garantir ao cabo uma duração razoável. A tabela 7-17 apresenta os diâmetros médios recomendados e os diâmetros mínimos admissíveis, para as roldanas e os tambores em que devem trabalhar os cabos de aço de laborar em qualquer situação. É necessário compreender que o emprego de diâmetros maiores que os mínimos indicados aumentará de muito a vida do cabo.

Os rodetes que servem para retorno devem ser pelo menos oito vezes maiores que o diâmetro do cabo de aço e devem ser conservados com movimento fácil e bem lubrificados.

Nunca se deve permitir que um cabo de aço trabalhe em aparelhos que possam fazer tomar a forma de um S, ou outra semelhante, como é o caso em que ele gurne numa roldana para a direita e logo abraça outra roldana em uma curva para a esquerda. Convém, igualmente, fazer restringir, o mais possível, o número de gornes do aparelho, a não ser que o tamanho das roldanas seja maior que o usual.

A fadiga de um cabo de aço de laborar aumenta mais com a velocidade de movimento do que com a carga; por isso, quando se tiver pressa, será melhor aumentar a carga de cada lingada do que aumentar a velocidade do movimento.

7.49. Diâmetro do goivado das roldanas – O diâmetro do goivado das roldanas é também um fator importante na preservação da vida de um cabo. Se o goivado é grande demais, o cabo pode galejar, mudando de direção durante o movimento; se o goivado é pequeno, não dá suficiente apoio ao cabo, e este fica enfraquecido pela fadiga. Para que o cabo trabalhe bem, cerca de 135° de sua circunferência devem ser suportados pelo goivado (fig. 7-34). O diâmetro do goivado deve ser ligeiramente maior que o diâmetro real do cabo, e o diâmetro real de um cabo novo

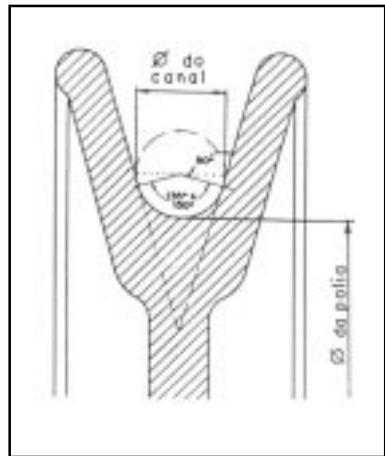


Fig. 7-34 – Goivado das roldanas

pode ser ligeiramente maior que o seu valor nominal dado nas tabelas. A figura 7-35 apresenta ilustrações referentes à relação entre a bitola do cabo e o diâmetro do goivado. A tabela 7-18 mostra a tolerância para o excesso do diâmetro do goivado sobre o diâmetro nominal do cabo.

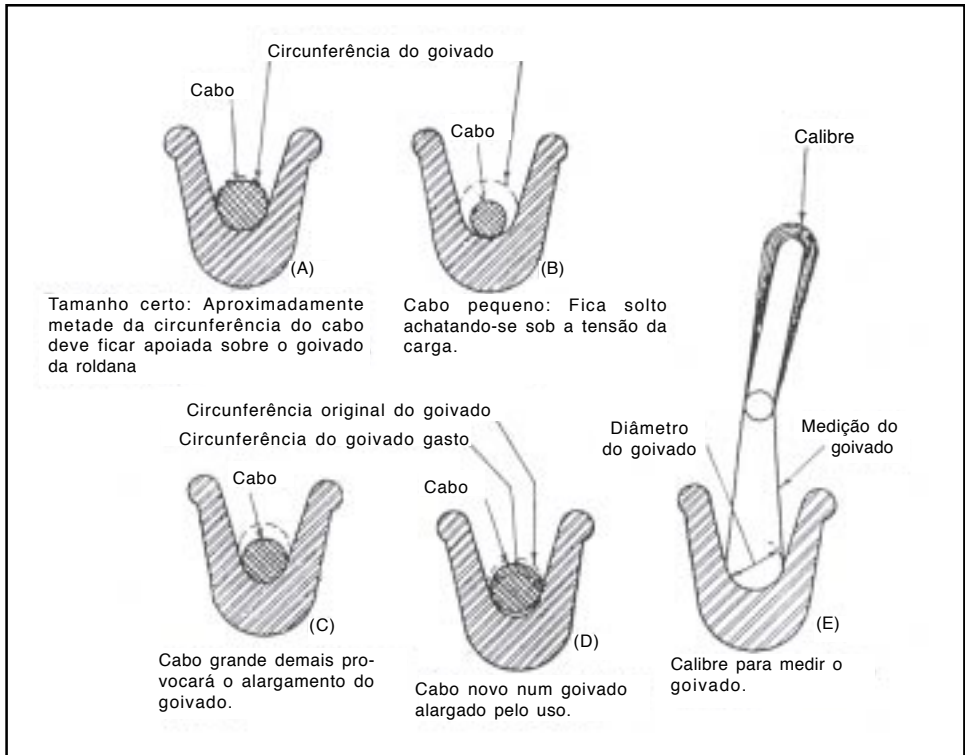


Fig. 7-35 – Bitola do cabo x diâmetro do goivado

7.50. Desgaste dos cabos laborar – Quando um cabo de aço labora numa roldana, o atrito dos fios externos tende a torcê-lo. Quanto menor a roldana, maior a torção, em conseqüência de maior atrito, e também maior a pressão do cabo sobre o seu goivado. Esta torção, sob pressão, faz com que o cabo deforme a roldana, produzindo arestas vivas que irão depois ferir os fios externos do cabo, reduzindo a vida deste. Para impedir que isso ocorra usam-se roldanas de aço fundido ou de aço manganês. Uma prática muito prejudicial a um cabo é fazê-lo laborar numa roldana desgastada e corrugada por um cabo avariado.

Os cabos de laborar ficam inutilizados devido a: (1) desgaste por atrito; (2) defeito do material, contribuindo para que os fios se partam; (3) dobras acentuadas e cocas; (4) corrosão, interna e externa; e (5) fadiga do material dos fios. Todas estas causas resultarão no rompimento dos fios e, se não houver corrosão interna, é possível estimar, com relativa segurança, por simples inspeção visual, quando há necessidade de substituir o cabo (art.7.46.2).

As seguintes observações devem ser consideradas a fim de evitar desgastes rápidos e prematuros dos cabos que trabalham em roldanas e tambores:

(1) os canais das roldanas e dos tambores devem ter medidas certas em relação ao diâmetro do cabo. O canal não deve ser demasiado largo, senão o cabo se achata. Se, ao contrário, o canal é estreito, o cabo é deformado por compressão;

(2) os canais das roldanas devem ser mantidos em boas condições. Deve-se verificar se o cabo não esfrega contra a flange do canal e se o fundo do canal não está enrugado. Um canal deformado provoca o desgaste rápido do cabo; e

(3) o material das roldanas deve ser escolhido de acordo com o esforço do cabo; em geral, uma roldana fabricada com um material duro é mais indicada, tendo-se em vista a boa conservação do cabo. Os canais das roldanas moles gastam-se depressa, enrugam-se e provocam, em seguida, desgaste rápido do cabo.

7.51. Ângulo dos cabos de laborar – Nas instalações como a da figura 7-36, em que o cabo passa por uma roldana guia e depois é enrolado num tambor, é necessário que a roldana fique colocada a uma distância tal do tambor que o ângulo de inclinação do cabo seja pequeno. A prática demonstra que este ângulo de inclinação não deve ser maior que $1^{\circ} 30'$ quando o enrolamento é feito em um tambor liso (sem canais) e 2° quando o mesmo tiver canais. O ângulo máximo que o cabo assume é o formado pelas linhas que unem o centro da roldana ao meio e à extremidade do tambor. Esse ângulo representa, aproximadamente, uma relação de 1 para 40 entre a metade do comprimento do tambor e a distância entre este e a roldana. Assim, para um tambor de um metro de comprimento, a roldana deverá estar colocada a 20 metros de distância do tambor, aproximadamente.

No caso de o ângulo de desvio ser maior do que o máximo recomendado, e o tambor tiver canais, ocorrem os seguintes inconvenientes:

(1) o cabo raspa na flange da roldana aumentando o desgaste de ambos; e

(2) durante o enrolamento o cabo raspa na volta adjacente já enrolada no tambor, aumentando o seu desgaste.

No caso de o tambor ser liso e o ângulo de desvio maior do que o recomendado, teremos o inconveniente de

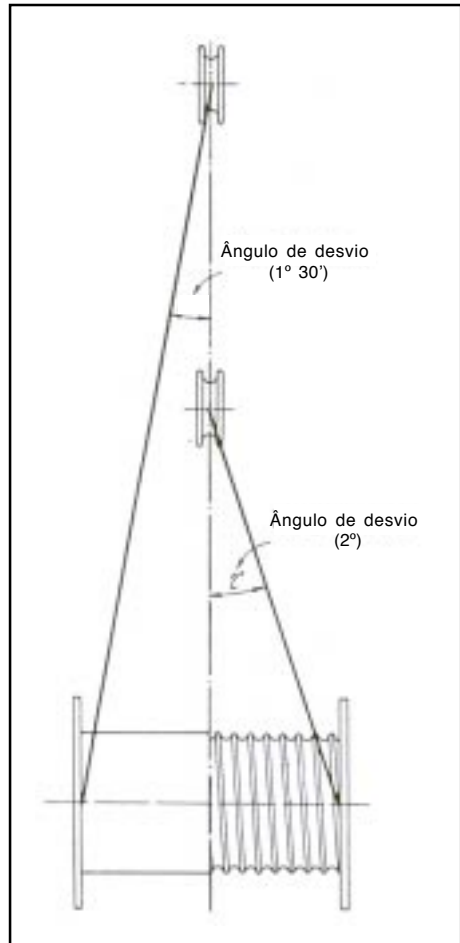


Fig. 7-36 – Ângulo de inclinação

o cabo deixar vazios entre as voltas de enrolamento no tambor, fazendo com que a camada superior entre nesses vazios, proporcionando um enrolamento desordenado, com todas as malélicas conseqüências para a vida do cabo.

7.52. Principais tipos dos cabos de aço usados a bordo – O quadro abaixo apresenta os principais cabos de aço utilizados a bordo:

| | |
|------------------------|---|
| 6 x 7 + AF AÇO MPS | Cabo com 6 pernas enroladas em torno da alma de fibra (AF), cada perna com 7 fios. |
| 6 x 7 + AA AÇO MPS | Cabo com 6 pernas enroladas em torno da alma de aço (AA), cada perna com 7 fios. |
| 6 x 19 +AF AÇO MPS | Cabo com 6 pernas enroladas em torno da alma de fibra (AF), cada perna com no mínimo 16 fios e no máximo 26 fios. |
| 6 x 19 + AF AÇO PS | Cabo com 6 pernas enroladas em torno da alma de fibra (AF), cada perna com no mínimo 16 fios e no máximo 26 fios |
| 6 x 19 + AA AÇO MPS | Cabo com 6 pernas enroladas em torno da alma de fibra (AA), cada perna com no mínimo 16 fios e no máximo 26 fios. |
| 6 X 19 + AA AÇO PS | Cabo com 6 pernas enroladas em torno da alma de fibra (AA), cada perna com no mínimo 16 fios e no máximo 26 fios. |
| 6 X 37 + AF AÇO PS | Cabo com 6 pernas enroladas em torno da alma de fibra (AF), cada perna com no mínimo 27 fios e no máximo 49 fios. |

6 x 7: o número de fios por perna é pequeno. Os fios são relativamente grossos, tornando o cabo mais resistente aos efeitos da corrosão e ao desgaste do que outros de mesmo diâmetro com fios mais finos. Todavia, não pode ser empregado quando se exige flexibilidade; é o mais durável e o mais leve, em comparação com os demais cabos de igual bitola. Se galvanizado, é empregado nos aparelhos fixos dos navios, principalmente em estais, ovéns e brandais (fig. 7-37a).

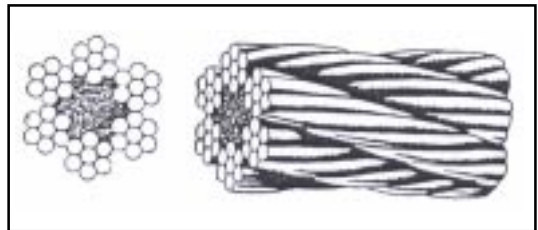


Fig. 7-37a – Cabo 6 x 7 (6 pernas, 7 fios por perna, 1 alma de fibra)

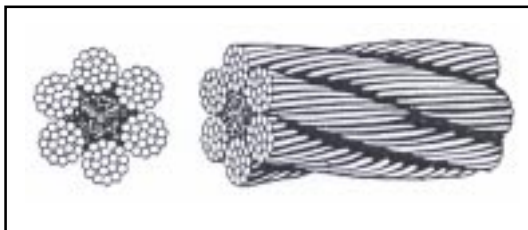


Fig. 7-37b – Cabo 6 x 19 (6 pernas, 19 fios por perna, 1 alma de fibra)

6 x 19: mais resistente que o cabo 6 x 12, mais flexível que o 6 x 7, não resistindo tanto como este último ao desgaste quando trabalhar sob atrito. Se galvanizado, tem aplicação em estais, brandais, vergueiros e espinhaços de toldos e, em geral, para todos os cabos fixos, patarrases, amantilhos e plumas dos paus-de-carga, estropos para içar embarcações etc. (fig. 7-37b).

6 X 37: é muito mais flexível que o tipo 6 x 19 e mais forte que o 6 x 12 ou 6 x 24, de igual bitola. É provavelmente o cabo mais empregado a bordo, sendo particularmente útil como cabo de laborar, de reboque, de serviços gerais, exceto para amarração dos navios. Por serem relativamente finos seus fios, não é recomendado para os serviços de transmissão de movimento onde o desgaste pelo atrito seja grande. Galvanizado, é empregado em cabos de reboque, talhas das embarcações, estropos para torpedos e estropos em geral, gualdropes, paus-de-carga e, de modo geral, em todos os aparelhos de laborar expostos ao tempo. Não galvanizados, têm aplicação em gualdropes de leme e nos aparelhos de laborar onde possam ser usados com grafite ou outro lubrificante preservativo (fig. 7-37c).

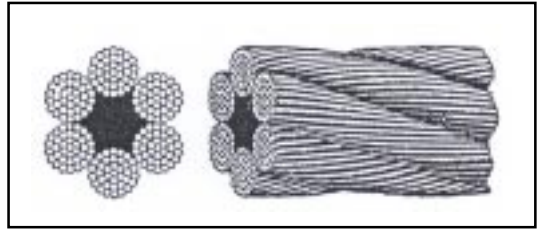


Fig. 7-37c – Cabo 6 x 37 (6 pernas, 37 fios por perna, 1 alma de fibra)

6 x 12: apresenta grande flexibilidade, porque cada perna possui sua alma de fibra; contudo, é menos resistente que os demais cabos flexíveis (6 x 24 e 6 x 37). Quando galvanizados, têm aplicação em cabos de vaivém, patarrases, amantilhos, espinhaços de toldos, escadas de quebra-peito etc. (fig. 7-37d).

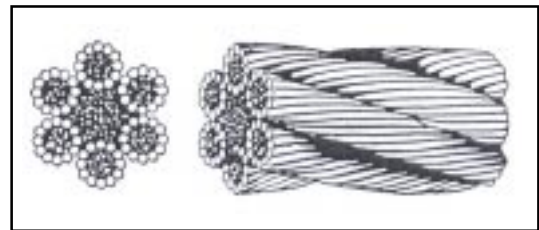


Fig. 7-37d – Cabo 6 x 12 (6 pernas, 12 fios por perna, 7 almas de fibra)

6 x 24: tem aproximadamente a mesma flexibilidade, porém é mais resistente que o cabo 6 x 12 de igual bitola. Galvanizado, é empregado para os mesmos fins do cabo 6 x 12, onde se exigir mais resistência, sendo particularmente utilizado nas bitolas maiores. Muito usado para espias de amarração dos navios (fig. 7-37e).

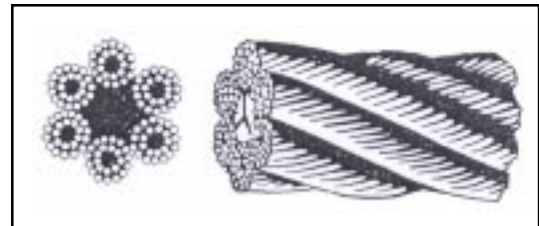


Fig. 7-37e – Cabo 6 x 24 (6 pernas, 24 fios por perna, 7 almas de fibra)

6 x 19 ou 6 x 37 (percintado): consta de seis pernas cobertas por percintas de aço. A percinta protege o cabo contra o desgaste pelo uso. É um cabo especialmente fabricado para reboques pesados; é utilizado em navios de salvamento (fig. 7-37f).

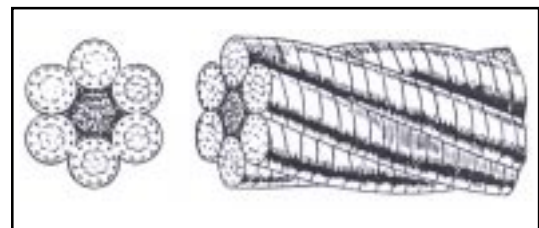


Fig. 7-37f – Cabo 6 x 19, percintado

6 x 6 x 7: cabo de aço calabroteado. Cada perna é constituída por um cabo de aço 6 x 7. É o mais flexível dos cabos de aço, e é chamado cabo para gualdropes, se bem que seja usado na indústria civil, e não em gualdropes de leme (fig. 7-37g).



Fig. 7-37g – Cabo calabroteado, 6 x 6 x 7

5 x 19: cabo de aço forrado de merlim. Usado nos navios mercantes, para os serviços gerais de bordo. É constituído por 5 pernas de 19 fios, sendo cada perna forrada com merlim. Possui boa flexibilidade e é muito mais forte que o cabo de manilha de mesmo diâmetro; o cabo deste tipo, de 1” de diâmetro, tem uma carga de ruptura de 12.000 kg, ao passo que o cabo de manilha de mesma bitola tem uma carga de ruptura de 3.400 kg (fig. 7-37h).

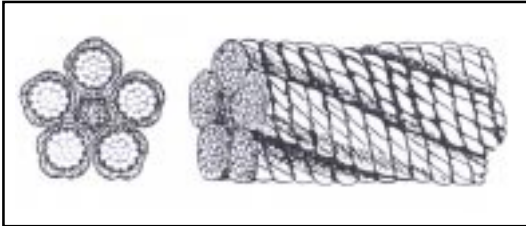


Fig. 7-37h – Cabo 5 x 19, forrado de merlim

7.53. Características complementares

a. Tolerâncias dimensionais – Os quadros a seguir apresentam, respectivamente, a variação máxima de tolerâncias para os diâmetros dos fios de uma mesma camada e as tolerâncias dimensionais admitidas para mais (+) nos diâmetros nominais dos cabos de aço; não são admitidos afastamentos para menos (-).

| DIÂMETRO DO FIO (mm) | VARIAÇÃO MÁXIMA (mm) |
|----------------------|----------------------|
| 0,25 a 0,70 | + 0,038 |
| 0,71 a 1,50 | + 0,051 |
| 1,51 a 2,35 | + 0,063 |
| 2,36 a 3,59 | + 0,076 |

| DIÂMETRO NOMINAL DOS CABOS (mm) | TOLERÂNCIAS (mm) |
|---------------------------------|------------------|
| 0 até 19 | + 0,80 |
| acima de 19 até 29 | + 1,20 |
| acima de 29 até 38 | + 1,60 |
| acima de 38 até 57 | + 2,40 |
| acima de 57 | + 3,20 |

b. Embalagem – Os cabos prontos devem ser acondicionados em bobinas de madeira de construção robusta e identificados individualmente. As dimensões das bobinas devem ser tais que, após o acondicionamento do cabo, exista uma distância não menor que 5 centímetros entre a camada superior e o diâmetro externo (borda) das abas laterais da bobina. Por conveniência de bitola e/ou quantidade (metragem) encomendada, os cabos podem ser fornecidos em rolos, devendo, no entanto, se observar os seguintes cuidados:

(1) o diâmetro interno do rolo não poderá ser inferior a duas vezes o raio mínimo de curvatura do cabo de aço na bitola correspondente; e

(2) o rolo deverá estar devidamente atado a fim de se evitar danos na constituição do cabo.

c. Marcação/identificação – As bobinas ou rolos com cabos terão obrigatoriamente marcadas ou gravadas, de modo indelével e legível, as seguintes informações de identificação: nome do fabricante; número de identificação da bobina ou rolo; construção do cabo (número de pernas e de fios, tipo de alma e composição); qualidade do aço, MPS ou PS; diâmetro nominal do cabo (mm); comprimento do cabo (m); pesos bruto e líquido.

d. Descrição – Os cabos de aço devem ser designados da seguinte forma:

(1) diâmetro nominal do cabo, em milímetros e em polegadas;

(2) construção (número de pernas e de fios e a composição);

(3) tipo de alma;

(4) tipo de torção;

(5) preformação;

(6) lubrificação;

(7) resistência dos fios (carga de ruptura), ou sua corresponde denominação americana;

(8) acabamento do cabo (polido ou galvanizado). Quando o acabamento não é indicado, entende-se que o cabo é polido; e

(9) norma da especificação.

Exemplo: cabo de aço, diâmetro nominal 38 milímetros (1 1/2 da polegada), 6x37 Warrington AF, torção regular à direita, preformado, lubrificado, PS, galvanizado, carga de ruptura 83.418 kgf (818 kn), conforme especificação tal.

e. Certificados – É indispensável a apresentação pelo fabricante do certificado de qualidade do cabo, individualmente para cada bobina, devendo constar, no mínimo, a composição química do aço; assim como, também, a apresentação do certificado de ensaio de ruptura do cabo.

f. Critérios de aceitabilidade – Ao serem recebidos, os cabos de aço deverão ser submetidos à Inspeção Visual e Dimensional e a Ensaio Destrutivos. Na Marinha do Brasil essas inspeções são realizadas em amostra do tamanho recomendado pela Norma NAR-001 (MIL-STD-105d), Nível de Inspeção Normal, Nível de Qualidade Aceitável (NQA) igual a 1 (um); os ensaios destrutivos deverão ser conduzidos de acordo com a Norma NAR-001, Nível de Inspeção Especial S-1 e Nível de Qualidade Aceitável (NQA) igual a 1 (um).

g. Defeitos a serem considerados nos cabos de aço

(1) tipos padrões e dimensões em desacordo com as especificações padronizadas;

- (2) presença de emendas (por solda ou não) tanto nas pernas quanto nos cabos depois de prontos;
- (3) falta de uniformidade nos diâmetros dos fios ou cabos, consideradas as tolerâncias padronizadas;
- (4) presença de fios rompidos ou com sinais de corrosão;
- (5) presença ou sinais de apodrecimento ou rompimento da alma de fibra;
- (6) deslizamento de pernas em torno da alma;
- (7) ausência ou falhas na camada de zinco nos fios;
- (8) ausência ou lubrificação insuficiente;
- (9) embalagem em desacordo com as normas previstas;
- (10) ausência ou marcação incompleta;
- (11) inexistência dos certificados necessários.

SEÇÃO D – CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.54. Como escolher o cabo ideal – Fatores como fluatibilidade, carga de ruptura à tração, resistência à abrasão, alongamento, flexibilidade e rigidez, esforços cíclicos de tração, absorção ao choque e, finalmente, custo são determinantes fundamentais na escolha do cabo ideal para cada tarefa. Antes da aquisição ou da especificação de um cabo, recomenda-se considerar os seguintes aspectos:

- (1) comparar as especificações e recomendações das Sociedades Classificadoras com as necessidades da embarcação;
- (2) selecionar os cabos em função do seu emprego e manobras mais usuais realizadas pela embarcação. Considerar que aqueles a serem utilizados nas operações de reboque vão exigir, provavelmente, mais esforço do que os destinados à amarração;
- (3) as condições habituais de mar, vento e maré nos locais mais freqüentados pela embarcação;
- (4) se as condições de atracação nos portos, terminais ou bóias mais freqüentados pela embarcação necessitam de cuidados especiais e cabos específicos para a boa realização das operações;
- (5) se os equipamentos e acessórios do sistema de amarração da embarcação estão em boas condições. Em caso negativo, torna-se necessário utilizar cabos de características diferentes dos habituais; e
- (6) se os cabos ficarão expostos às intempéries durante longo período de tempo.

Observação: um cabo não deve, nunca, ser especificado no limite de sua carga de ruptura. Escolha-o com no mínimo cinco vezes a força prevista para a sua aplicação. É fundamental que se conheça o maior número de informações sobre as condições de utilização do cabo a ser comprado. No caso de dúvidas quanto à melhor escolha do cabo, consulte o fabricante, pois, certamente, ele poderá auxiliar na melhor opção para cada caso.

7.55. Recomendações quanto ao manuseio de cabos e espias – Visando à maior durabilidade dos cabos e segurança da embarcação, os seguintes procedimentos devem ser adotados:

- (1) num mesmo ponto de amarração, mantenha sempre os cabos com a mesma tensão. Nunca sobrecarregue um só cabo com todo o esforço;

- (2) evite trancos bruscos nas manobras;
- (3) evite ângulos fechados nos cabos. Sempre trabalhe com o maior raio de curvatura possível;
- (4) trabalhe, no mínimo, com 4 voltas no tambor;
- (5) faça rodízio freqüente das espias, pelos diversos pontos de amarração da embarcação. Procure usar os cabos mais novos naqueles pontos mais exigidos;
- (6) procure não deixar um mesmo ponto do cabo em atrito permanente com as superfícies;
- (7) sempre que possível proteja, com couro, tecido plástico ou falças de cordas engraxadas, os cabos nos locais em contato com superfícies de atrito;
- (8) evite arrastar os cabos sobre superfícies ásperas ou pontiagudas;
- (9) inspecione os cabos freqüentemente. A penugem superficial é absolutamente normal e amortece os efeitos progressivos da abrasão. Procure pontos demasiadamente gastos, cortes e descoloração do cabo. Faça também a inspeção dos fios internos do cabo;
- (10) mantenha lubrificados e em bom funcionamento os rodetes e roldanas por onde gurnem os cabos;
- (11) mantenha os cabos, mesmo que fora de uso, sempre bem arrumados no convés. Isso, além de evitar a destorção das fibras, previne possíveis situações de perigo;
- (12) se o cabo estiver bastante danificado em uma determinada seção, não espere que ele se rompa. Corte-o e faça uma costura de emenda bem reforçada. Isso não prejudicará em nada a utilização normal do cabo;
- (13) evite contatos dos cabos com produtos químicos de qualquer natureza;
- (14) não exponha desnecessariamente os cabos a temperaturas elevadas;
- (15) após o uso, quando possível, lave os cabos com água doce, com uma mangueira de pouca pressão. Se necessário, utilize detergentes neutros ou suaves nos cabos sintéticos;
- (16) guarde os cabos reservas no paiol ou no convés, cobertos por uma lona escura. Procure proteger, sempre que possível, os cabos das intempéries;
- (17) instrua sua tripulação a manter distância dos cabos, quando estes estiverem sendo submetidos a elevados esforços de tração; e
- (18) não utilize, conjugadamente, no mesmo ponto de amarração, cabos de matérias-primas diferentes, pois cada um tem características específicas de elasticidade, alongamento e ruptura.

7.56. Precauções de segurança ao laborar com cabos e espias – Quando laboramos com cabos e espias, devemos observar as seguintes regras de segurança, independente do material de fabricação:

- (1) não se deve ficar por dentro de cabo laborando ou na direção em que ele é tracionado;
- (2) não se deve aumentar a carga (esforço) num cabo depois de se travar ou de se ter dado volta num cunho, cabeço ou similar;
- (3) é imperativa a presença de um observador nas fainas de laborar cabos; e
- (4) manter socairo mínimo de 2 metros.

7.57. Termos náuticos referentes aos cabos e sua manobra

Agüentar sob volta – Segurar um cabo que esteja portando, dando uma, duas ou mais voltas redondas para mantê-lo sob mão.

Alar – Exercer tração num cabo para executar qualquer manobra.

Alar de leva-arriba – Alar caminhando sem parar.

Alar de lupada – Alar aos puxões, com os intervalos necessários para que o pessoal mude a posição das mãos ao longo do cabo. Nesta manobra é preciso que um homem agüente o socairo, que é a parte do cabo que vai sobrando e se vai colhendo. Para agüentar o socairo dá-se volta singela numa peça fixa, nada se deixando voltar do que se alou. Lupada é cada um dos puxões dados.

Alar de mão em mão – Alar o cabo seguidamente, sem o pessoal sair do lugar, pagando-o alternadamente com uma ou outra mão; também, neste caso, fica agüentando o socairo numa peça fixa.

Aliviar um cabo, um aparelho – É folgá-lo pouco a pouco.

Amarrar a ficar – Dar um nó ou volta firme, de modo a não se desfazer por si. Diz-se principalmente ao se dar volta às manobras ou ao amarrar uma embarcação miúda para passar a noite.

Amarrilhos – Fios ou linhas que se amarram os diversos objetos a bordo. Dá-se, especialmente, esse nome aos cabos com que se amarram os toldos nos vergueiros.

Arriar um cabo – Largar, aos poucos, um cabo que suspende ou agüenta qualquer peça.

Arriar um cabo sob volta – Consiste em não desfazer totalmente as voltas, podendo ser agüentadas quando preciso. Para arriar sob volta, em geral, deixa-se uma ou duas voltas redondas no cabo.

Beijar – Fazer encostar duas peças quaisquer. Diz-se de uma adriça quando chega ao seu lugar; de uma talha quando, içando, seus poleames se tocam; de uma escota, quando o punho toca o gorne; atopetar.

Boça – Peça de cabo ou de corrente empregado para aboçar.

Brandear – Folgar um cabo, uma espia, uma amarra etc.; tornar brando um cabo; dar seio a um cabo que esteja portando.

Coçado – Diz-se de um cabo que está ferido em consequência do atrito.

Colher o brando – Alar um cabo que esteja com seio até que fique sem folga; rondar um cabo.

Colher um cabo – Arrumá-lo em aduchas; “quem dá volta colhe o cabo”.

Coseduras – Botão que se dá nas alças do poleame, nas encapeladuras, nos estais etc.

Dar salto – Arriar repentinamente parte de um cabo de manobra.

Desabitar a amarra – Tirar a amarra da abita.

Desaboçar – Desfazer a boça do cabo.

Desbolinar um cabo – Tirar-lhe as cocas.

Desencapelar – Tirar as encapeladuras; tirar um aparelho de onde está amarrado.

Desgurnir – Tirar os cabos de laborar dos lugares em que estão trabalhando; desfazer talhas, teques e estralheiras.

Desengastar – Tirar um corpo estranho que o poleame tenha engolido com o cabo que nele labora, ou desfazer uma coca que tenha mordido no gorne.

Dobrar a amarração – Aumentar o número de pernadas das espias para amarrar um navio no cais ou a outro navio.

Encapelar – Lançar as encapeladuras nos lugares respectivos. Diz-se ainda encapelar um aparelho, quando se o coloca no lugar.

Encapeladuras – São as partes extremas dos cabos fixos dos mastros, que ficam alceadas nos mastros, mastaréus etc.

Engasgar – Diz-se de um cabo que, passando por um gorne ou um retorno qualquer, fica impedido de correr em consequência de nós, cocas, cordões arrebetados, ou qualquer corpo estranho.

Enrascar – Diz-se dos cabos, velas etc. que se embaraçam entre si de modo a não poderem trabalhar regularmente.

Espia – Cabo grosso que se lança de um navio para terra ou para outro navio, a fim de amarrá-lo.

Fiéis – Cabos finos com que se prendem quaisquer objetos, tais como as fundas dos escaleres, as defensas etc.

Furar uma volta, um nó – Diz-se assim quando a volta, ou o nó, foi dado erradamente; diz-se, também, de um teque ou talha cujos cabos ficaram enrascados no poleame.

Gurnir – Meter um cabo num gorne, olhal etc., ou passá-lo num cabrestante ou num retorno.

Largar por mão um cabo – Largá-lo completamente, desfazendo as voltas que possam segurá-lo.

Michelos – Pequenos pedaços de cabo, fio ou linha com que se tomam botões provisórios, enquanto se faz um serviço que deles necessita.

Morder um cabo, uma talha – Apertar, engasgar, entalar um cabo ou amarra; diz-se que uma talha ficou mordida quando uma das pernadas montou sobre a outra junto ao gorne do cadernal, impedindo a roldana de girar.

Peias – Nome que tomam os cabos quando prendem a bordo quaisquer peças ou objetos, a fim de evitar que eles se desloquem com o jogo do navio. Pear é prender qualquer objeto amarrando-o com peias.

Recorrer – Folgar. Deixar que arriem os cabos ou a amarra o quanto for necessário para aliviá-los. Diz-se também de um cabo ou amarra que arria sob a ação do próprio peso ou do esforço que agüenta. Um nó ou volta pode recorrer.

Rondar – É alar um cabo ou o tirador de uma talha até que fique portando.

Safar cabos – Colher os cabos nos seus respectivos lugares depois de concluída uma manobra, para desembaraçar ou safar o navio; deixar os cabos claros à manobra.

Socairo – É a parte do cabo depois do cabrestante que o está alando; é agüentada por um homem postado junto ao cabrestante para manter o atrito das voltas sobre a saia; no tirador de uma talha, ou quando se está alando a mão, é a parte que se alou, a qual deve ficar agüentada em um cunho ou malagueta sob a volta, com um homem ao chicote. Diz-se que o homem está agüentando o socairo.

Solecar – Dar um brando ao cabo, arriando-o um pouco; aliviar o peso ou esforço; dar mais folga ao seio.

Tesar – Esticar um cabo.

Tocar uma talha, um aparelho – Diz-se quando se recorre o tirador aliviando as voltas das pernadas, para estender a talha ou para melhor trabalho dos cadernais.

Virador – É um cabo grosso, em geral de aço, empregado para reboque, atracação ou mesmo para fundear com ancorote.

TABELA 7-1

Características dos cabos de sisal (torcido com 3 pernas / trançados com 8 pernas)

| Bitola (DN) | | Circunferência | | Massa linear do cabo sob pré-tensão | | | Carga de ruptura à tração |
|-------------|--------|----------------|-------|-------------------------------------|---------|------------|---------------------------|
| mm | pol. | mm | pol. | kg/100m | kg/220m | Tol. (+/-) | kgf |
| 6 | 1/4 | 19 | 3/4 | 2,9 | 6,4 | 10 | 260 |
| 8 | 5/16 | 25 | 1 | 5,4 | 11,9 | 10 | 482 |
| 10 | 3/8 | 32 | 1 1/4 | 6,8 | 15,0 | 8 | 634 |
| 12 | 1/2 | 38 | 1 1/2 | 10,5 | 23,1 | 8 | 954 |
| 14 | 9/16 | 44 | 1 3/4 | 14,0 | 30,8 | 8 | 1.284 |
| 16 | 5/8 | 51 | 2 | 19,0 | 41,8 | 5 | 1.804 |
| 18 | 3/4 | 57 | 2 1/4 | 22,0 | 48,4 | 5 | 2.141 |
| 20 | 13/16 | 64 | 2 1/2 | 27,5 | 60,5 | 5 | 2.844 |
| 22 | 7/8 | 70 | 2 3/4 | 33,0 | 72,6 | 5 | 3.405 |
| 24 | 1 | 76 | 3 | 40,0 | 88,0 | 5 | 4.067 |
| 26 | 1 1/16 | 83 | 3 1/4 | 47,0 | 103,4 | 5 | 4.730 |
| 28 | 1 1/8 | 89 | 3 1/2 | 53,0 | 116,6 | 5 | 5.321 |
| 30 | 1 1/4 | 95 | 3 3/4 | 62,5 | 137,5 | 5 | 6.096 |
| 32 | 1 5/16 | 102 | 4 | 70 | 154,0 | 5 | 6.860 |
| 36 | 1 1/2 | 114 | 4 1/2 | 89 | 195,8 | 5 | 8.695 |
| 40 | 1 5/8 | 127 | 5 | 110 | 242,0 | 5 | 10.499 |
| 44 | 1 3/4 | 140 | 5 1/2 | 134 | 294,8 | 5 | 12.742 |
| 48 | 1 7/8 | 152 | 6 | 158 | 347,6 | 5 | 14.781 |
| 52 | 2 | 165 | 6 1/2 | 187 | 411,4 | 5 | 17.329 |
| 56 | 2 1/4 | 178 | 7 | 215 | 473,0 | 5 | 19.878 |
| 60 | 2 1/2 | 190 | 7 1/2 | 248 | 545,6 | 5 | 22.630 |
| 64 | 2 5/8 | 203 | 8 | 288 | 633,6 | 5 | 25.688 |
| 72 | 3 | 229 | 9 | 362 | 796,4 | 5 | 32.722 |
| 80 | 3 1/4 | 254 | 10 | 440 | 968,0 | 5 | 38.736 |
| 88 | 3 5/8 | 279 | 11 | 535 | 1.177,0 | 5 | 46.789 |
| 96 | 4 | 305 | 12 | 640 | 1.408,0 | 5 | 53.517 |
| 104 | 4 1/4 | 330 | 13 | 757 | 1.665,4 | 5 | 62.385 |
| 112 | 4 3/8 | 356 | 14 | 878 | 1.931,6 | 5 | 71.967 |
| 120 | 4 3/4 | 381 | 15 | 1.008 | 2.217,6 | 5 | 82.875 |
| 128 | 5 | 406 | 16 | 1.151 | 2.532,2 | 5 | 92.864 |
| 136 | 5 3/8 | 432 | 17 | 1.294 | 2.846,8 | 5 | 103.874 |
| 144 | 5 3/4 | 458 | 18 | 1.451 | 3.192,2 | 5 | 116.922 |

| TABELA 7-2 | | | | | | |
|--|-------|-------------|----------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|
| Cabo de manilha não alcatroado, três cordões | | | | | | |
| Circunferência | | Bitola (DN) | Peso por metro | Comprimento por kg (mínimo) | Carga de ruptura (mínima) | Carga de trabalho |
| mm | pol. | mm | kg | m | kg | kg |
| 15,9 (6 fios) | 5/8 | 5 | 0,022 | 45,4 | 204 | 40 |
| 19,0 (6 fios) | 3/4 | 6 | 0,028 | 35,6 | 272 | 54 |
| 25,4 (9 fios) | 1 | 8 | 0,043 | 23,2 | 454 | 90 |
| 28,6 (12 fios) | 1 1/8 | 9 | 0,061 | 16,4 | 612 | 122 |
| 31,8 (15 fios) | 1 1/4 | 10 | 0,079 | 12,7 | 794 | 159 |
| 34,9 (18 fios) | 1 3/8 | 11 | 0,093 | 10,8 | 1.020 | 204 |
| 38,1 (21 fios) | 1 1/2 | 12 | 0,112 | 8,94 | 1.200 | 240 |
| 44,4 | 1 3/4 | 14 | 0,155 | 6,46 | 1.560 | 312 |
| 51 | 2 | 16 | 0,198 | 5,05 | 2.000 | 400 |
| 57 | 2 1/4 | 18 | 0,248 | 4,03 | 2.450 | 490 |
| 64 | 2 1/2 | 20 | 0,290 | 3,45 | 2.950 | 590 |
| 70 | 2 3/4 | 22 | 0,335 | 2,99 | 3.490 | 698 |
| 76 | 3 | 24 | 0,402 | 2,49 | 4.080 | 816 |
| 83 | 3 1/4 | 26 | 0,465 | 2,15 | 4.760 | 952 |
| 89 | 3 1/2 | 28 | 0,535 | 1,87 | 5.440 | 1.088 |
| 95 | 3 3/4 | 30 | 0,622 | 1,61 | 6.120 | 1.224 |
| 102 | 4 | 32 | 0,714 | 1,40 | 6.800 | 1.360 |
| 114 | 4 1/2 | 36 | 0,893 | 1,12 | 8.390 | 1.678 |
| 127 | 5 | 40 | 1,107 | 0,903 | 10.200 | 2.040 |
| 140 | 5 1/2 | 44 | 1,33 | 0,753 | 12.000 | 2.400 |
| 152 | 6 | 48 | 1,61 | 0,623 | 14.100 | 2.820 |
| 165 | 6 1/2 | 52 | 1,87 | 0,532 | 16.300 | 3.260 |
| 178 | 7 | 57 | 2,17 | 0,460 | 18.600 | 3.720 |
| 191 | 7 1/2 | 60 | 2,48 | 0,403 | 21.100 | 4.220 |
| 203 | 8 | 64 | 2,84 | 0,352 | 23.600 | 4.720 |
| 216 | 8 1/2 | 69 | 3,22 | 0,314 | 26.300 | 5.260 |
| 229 | 9 | 73 | 3,60 | 0,278 | 29.000 | 5.800 |
| 241 | 9 1/2 | 77 | 4,02 | 0,251 | 32.300 | 6.460 |
| 254 | 10 | 81 | 4,43 | 0,225 | 34.900 | 6.980 |
| 279 | 11 | 89 | 5,46 | 0,183 | 41.300 | 8.260 |
| 305 | 12 | 97 | 6,49 | 0,154 | 47.600 | 9.520 |

Observações:

- (1) para os cabos de sisal, adotar uma carga de ruptura igual a 80% da indicada nesta tabela;
- (2) para os cabos de quatro cordões, a carga de ruptura é aproximadamente a mesma e o peso é de 5 a 7% maior que o do cabo de três cordões;
- (3) a carga de trabalho é cerca de 5 vezes menor que a carga de ruptura; e
- (4) para identificação dos sete cabos de menor bitola, damos o número de fios de carreta de cada uma.

| TABELA 7-3 | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Linha alcatroada (linho cânhamo) | | | | | |
| Nº. de fios de carreta | Circunferência | | Peso por metro | Peso da aduça de 183 m | Carga de ruptura |
| | mm | Pol. | kg | kg | kg |
| 6 | 19,0 | 3/4 | 0,045 | 8,2 | 295 |
| 9 | 25,4 | 1 | 0,062 | 11,3 | 454 |
| 12 | 28,6 | 1 1/8 | 0,087 | 15,9 | 635 |
| 15 | 31,8 | 1 1/4 | 0,111 | 20,4 | 816 |
| 18 | 34,9 | 1 3/8 | 0,131 | 24,0 | 950 |
| 21 | 38,1 | 1 1/2 | 0,149 | 27,2 | 1.090 |

| TABELA 7-4 | | | | |
|---|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|
| Merlim de linho cânhamo alcatroado | | | | |
| Nº. de fios de carreta | Circunferência | | Peso por metro | Carga de ruptura |
| | mm | Pol. | g | kg |
| 4 | 12,7 | 1/2 | 23,5 | 166 |
| 6 | 15,9 | 5/8 | 29,7 | 254 |
| 9 | 22,2 | 7/8 | 40,9 | 318 |
| 12 | 25,4 | 1 | 52,0 | 433 |

| TABELA 7-5 | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------------|-----------|
| Tolerâncias de bitolas | | | | | | |
| Circunf. | Diâm. | | Circunf. | Diâm. | Tolerâncias | |
| Pol. | mm | | Pol. | mm | Pol. | mm |
| | | inferior a | 2 | 16 | 1/16 | 1,5 |
| 2 | 16 | e inferior a | 3 | 24 | 1/8 | 3 |
| 3 | 24 | e inferior a | 4 | 32 | 3/16 | 4 |
| 4 | 32 | e inferior a | 6 | 48 | 1/4 | 6 |
| 6 | 48 | e inferior a | 7 | 56 | 3/8 | 10 |
| 7 | 56 | e inferior a | 8 | 64 | 1/2 | 13 |
| 8 | 64 | e inferior a | 10 | 80 | 5/8 | 16 |
| 10 | 80 | e inferior a | 12 | 96 | 3/4 | 19 |

TABELA 7-6

Características do cabo de náilon (torcido com 3 pernas / trançado com 8 pernas)

| Bitola (DN) | | Circunferência | | Massa linear do cabo sob pré-tensão | | | Carga de ruptura à tração |
|-------------|---------|----------------|-------|-------------------------------------|---------|------------|---------------------------|
| mm | pol. | mm | pol. | kg/100m | kg/220m | Tol. +/- % | kgf |
| 6 | 1/4 | 19 | 3/4 | 2,4 | 5,3 | 10 | 749 |
| 8 | 5/16 | 25 | 1 | 4,2 | 9,2 | 10 | 1.345 |
| 10 | 3/8 | 32 | 1 1/4 | 6,5 | 14 | 10 | 2.079 |
| 12 | 1/2 | 38 | 1 1/2 | 9,4 | 21 | 10 | 2.997 |
| 14 | 9/16 | 44 | 1 3/4 | 12,8 | 28 | 10 | 4.118 |
| 16 | 5/8 | 51 | 2 | 16,6 | 37 | 5 | 5.290 |
| 18 | 3/4 | 57 | 2 1/4 | 21 | 46 | 5 | 6.687 |
| 20 | 13/16 | 64 | 2 1/2 | 26 | 57 | 5 | 8.297 |
| 22 | 7/8 | 70 | 2 3/4 | 31,5 | 69 | 5 | 9.990 |
| 24 | 1 | 76 | 3 | 37,5 | 82 | 5 | 12.028 |
| 26 | 1 1/32 | 83 | 3 1/4 | 44 | 97 | 5 | 13.965 |
| 28 | 1 3/32 | 89 | 3 1/2 | 51 | 112 | 5 | 15.800 |
| 30 | 1 3/16 | 95 | 3 3/4 | 58,5 | 129 | 5 | 17.737 |
| 32 | 1 1/4 | 102 | 4 | 66,5 | 146 | 5 | 19.979 |
| 36 | 1 1/2 | 114 | 4 1/2 | 84 | 185 | 5 | 24.770 |
| 40 | 1 9/16 | 127 | 5 | 104 | 229 | 5 | 29.969 |
| 44 | 1 3/4 | 140 | 5 1/2 | 126 | 277 | 5 | 35.780 |
| 48 | 1 7/8 | 152 | 6 | 150 | 330 | 5 | 41.998 |
| 52 | 2 | 165 | 6 1/2 | 175 | 385 | 5 | 48.725 |
| 56 | 2 13/64 | 178 | 7 | 203 | 446 | 5 | 55.963 |
| 60 | 2 1/2 | 190 | 7 1/2 | 233 | 512 | 5 | 63.710 |
| 64 | 2 17/32 | 203 | 8 | 265 | 583 | 5 | 71.967 |
| 72 | 3 | 229 | 9 | 336 | 739 | 5 | 89.908 |
| 80 | 3 5/32 | 254 | 10 | 415 | 913 | 5 | 109.888 |
| 88 | 3 15/32 | 279 | 11 | 502 | 1.104 | 5 | 130.886 |
| 96 | 4 | 305 | 12 | 598 | 1.316 | 5 | 153.822 |
| 104 | 4 1/8 | 330 | 13 | 703 | 1.544 | 5 | 181.855 |
| 112 | 4 3/8 | 356 | 14 | 815 | 1.791 | 5 | 209.887 |
| 120 | 4 3/4 | 381 | 15 | 935 | 2.056 | 5 | 239.857 |
| 128 | 5 | 406 | 16 | 1.064 | 2.340 | 5 | 259.939 |
| 136 | 5 3/8 | 432 | 17 | 1.200 | 2.640 | 5 | 289.908 |
| 144 | 5 3/4 | 458 | 18 | 1.346 | 2.960 | 5 | 319.877 |

TABELA 7-7

Características do cabo de poliéster (torcido com 3 pernas / trançado com 8 pernas)

| Bitola (DN) | | Circunferência | | Massa linear do cabo sob pré-tensão | | | Carga de ruptura à tração |
|-------------|---------|----------------|-------|-------------------------------------|---------|------------|---------------------------|
| mm | pol. | mm | pol. | kg/100m | kg/220m | Tol. +/- % | kgf |
| 6 | 1/4 | 19 | 3/4 | 2,9 | 6,4 | 10 | 565 |
| 8 | 5/16 | 25 | 1 | 5,1 | 11,0 | 10 | 1.020 |
| 10 | 3/8 | 32 | 1 1/4 | 8,1 | 17,8 | 10 | 1.591 |
| 12 | 1/2 | 38 | 1 1/2 | 11,6 | 25 | 10 | 2.270 |
| 14 | 9/16 | 44 | 1 3/4 | 15,7 | 34 | 10 | 3.180 |
| 16 | 5/8 | 51 | 2 | 20,5 | 45 | 5 | 4.060 |
| 18 | 3/4 | 57 | 2 1/4 | 26 | 57 | 5 | 5.079 |
| 20 | 13/16 | 64 | 2 1/2 | 32 | 70 | 5 | 6.353 |
| 22 | 7/8 | 70 | 2 3/4 | 38 | 84 | 5 | 7.618 |
| 24 | 1 | 76 | 3 | 46 | 101 | 5 | 9.137 |
| 26 | 1 1/32 | 83 | 3 1/4 | 53,7 | 118 | 5 | 10.708 |
| 28 | 1 3/32 | 89 | 3 1/2 | 63 | 138 | 5 | 12.197 |
| 30 | 1 3/16 | 95 | 3 3/4 | 71 | 156 | 5 | 13.869 |
| 32 | 1 1/4 | 102 | 4 | 82 | 180 | 5 | 15.705 |
| 36 | 1 1/2 | 114 | 4 1/2 | 104 | 228 | 5 | 19.274 |
| 40 | 1 9/16 | 127 | 5 | 128 | 281 | 5 | 23.863 |
| 44 | 1 3/4 | 140 | 5 1/2 | 155 | 340 | 5 | 28.350 |
| 48 | 1 7/8 | 152 | 6 | 185 | 405 | 5 | 33.449 |
| 52 | 2 | 165 | 6 1/2 | 215 | 472 | 5 | 39.058 |
| 56 | 2 13/64 | 178 | 7 | 251 | 551 | 5 | 44.667 |
| 60 | 2 1/2 | 190 | 7 1/2 | 288 | 632 | 5 | 49.765 |
| 64 | 2 17/32 | 203 | 8 | 327 | 719 | 5 | 57.924 |
| 72 | 3 | 229 | 9 | 414 | 910 | 5 | 72.099 |
| 80 | 3 5/32 | 254 | 10 | 511 | 1.124 | 5 | 88.415 |
| 88 | 3 15/32 | 279 | 11 | 619 | 1.361 | 5 | 106.058 |
| 96 | 4 | 305 | 12 | 736 | 1.618 | 5 | 125.433 |
| 104 | 4 1/8 | 330 | 13 | 865 | 1.903 | 5 | 148.888 |
| 112 | 4 3/8 | 356 | 14 | 1.004 | 2.209 | 5 | 171.324 |
| 120 | 4 3/4 | 381 | 15 | 1.152 | 2.534 | 5 | 195.798 |
| 128 | 5 | 406 | 16 | 1.311 | 2.884 | 5 | 218.030 |
| 136 | 5 3/8 | 432 | 17 | 1.480 | 3.256 | 5 | 245.054 |
| 144 | 5 3/4 | 458 | 18 | 1.659 | 3.650 | 5 | 274.016 |

TABELA 7-8

Características do cabo de polietileno (torcido com 3 pernas / trançado com 8 pernas)

| Bitola (DN) | | Circunferência | | Massa linear do cabo sob pré-tensão | | | Carga de ruptura à tração |
|-------------|---------|----------------|-------|-------------------------------------|---------|------------|---------------------------|
| mm | pol. | mm | pol. | kg/100m | kg/220m | Tol. +/- % | kgf |
| 6 | 1/4 | 19 | 3/4 | 1,8 | 4 | 10 | 400 |
| 8 | 5/16 | 25 | 1 | 3,3 | 7,3 | 10 | 700 |
| 10 | 3/8 | 32 | 1 1/4 | 4,9 | 11 | 10 | 1.091 |
| 12 | 1/2 | 38 | 1 1/2 | 7,2 | 16 | 10 | 1.540 |
| 14 | 9/16 | 44 | 1 3/4 | 9,5 | 21 | 10 | 2.091 |
| 16 | 5/8 | 51 | 2 | 12,8 | 28 | 5 | 2.804 |
| 18 | 3/4 | 57 | 2 1/4 | 16,1 | 35 | 5 | 3.498 |
| 20 | 13/16 | 64 | 2 1/2 | 20 | 44 | 5 | 4.303 |
| 22 | 7/8 | 70 | 2 3/4 | 24,3 | 53 | 5 | 5.099 |
| 24 | 1 | 76 | 3 | 29,5 | 65 | 5 | 6.119 |
| 26 | 1 1/32 | 83 | 3 1/4 | 34 | 75 | 5 | 7.138 |
| 28 | 1 3/32 | 89 | 3 1/2 | 39,3 | 86 | 5 | 8.005 |
| 30 | 1 3/16 | 95 | 3 3/4 | 46 | 101 | 5 | 9.178 |
| 32 | 1 1/4 | 102 | 4 | 52,5 | 115 | 5 | 10.402 |
| 36 | 1 1/2 | 114 | 4 1/2 | 66 | 145 | 5 | 13.053 |
| 40 | 1 9/16 | 127 | 5 | 78,5 | 173 | 5 | 15.603 |
| 44 | 1 3/4 | 140 | 5 1/2 | 95 | 209 | 5 | 18.866 |
| 48 | 1 7/8 | 152 | 6 | 115 | 253 | 5 | 22.435 |
| 52 | 2 | 165 | 6 1/2 | 134 | 295 | 5 | 26.208 |
| 56 | 2 13/64 | 178 | 7 | 157,5 | 346 | 5 | 30.186 |
| 60 | 2 1/2 | 190 | 7 1/2 | 180 | 396 | 5 | 34.265 |
| 64 | 2 17/32 | 203 | 8 | 203 | 447 | 5 | 38.650 |
| 72 | 3 | 229 | 9 | 259 | 570 | 5 | 48.542 |
| 80 | 3 5/32 | 254 | 10 | 321 | 706 | 5 | 58.434 |
| 88 | 3 15/32 | 279 | 11 | 387 | 851 | 5 | 70.365 |
| 96 | 4 | 305 | 12 | 461 | 1.014 | 5 | 84.540 |
| 104 | 4 1/8 | 330 | 13 | 541 | 1.190 | 5 | 96.981 |
| 112 | 4 3/8 | 356 | 14 | 627 | 1.379 | 5 | 111.972 |
| 120 | 4 3/4 | 381 | 15 | 720 | 1.584 | 5 | 127.983 |
| 128 | 5 | 406 | 16 | 819 | 1.802 | 5 | 146.951 |
| 136 | 5 3/8 | 432 | 17 | 924 | 2.034 | 5 | 163.981 |
| 144 | 5 3/4 | 458 | 18 | 1.036 | 2.280 | 5 | 182.949 |

TABELA 7-9

Características do cabo de polipropileno (torcido com 3 pernas / trançado com 8 pernas) (monofilamento)

| Bitola (DN) | | Circunferência | | Massa linear do cabo sob pré-tensão | | | Carga de ruptura à tração |
|-------------|---------|----------------|-------|-------------------------------------|---------|------------|---------------------------|
| mm | pol. | mm | pol. | kg/100m | kg/220m | Tol. +/- % | kgf |
| 6 | 1/4 | 19 | 3/4 | 1,7 | 3,7 | 10 | 550 |
| 8 | 5/16 | 25 | 1 | 3 | 6,6 | 10 | 960 |
| 10 | 3/8 | 32 | 1 1/4 | 4,5 | 10 | 10 | 1.428 |
| 12 | 1/2 | 38 | 1 1/2 | 6,5 | 14 | 10 | 2.029 |
| 14 | 9/16 | 44 | 1 3/4 | 9 | 20 | 10 | 2.794 |
| 16 | 5/8 | 51 | 2 | 11,5 | 25 | 5 | 3.498 |
| 18 | 3/4 | 57 | 2 1/4 | 14,8 | 33 | 5 | 4.456 |
| 20 | 13/16 | 64 | 2 1/2 | 18 | 40 | 5 | 5.374 |
| 22 | 7/8 | 70 | 2 3/4 | 22 | 48 | 5 | 6.496 |
| 24 | 1 | 76 | 3 | 26 | 57 | 5 | 7.597 |
| 26 | 1 1/32 | 83 | 3 1/4 | 30,5 | 67 | 5 | 8.872 |
| 28 | 1 3/32 | 89 | 3 1/2 | 35,5 | 78 | 5 | 10.096 |
| 30 | 1 3/16 | 95 | 3 3/4 | 40,5 | 89 | 5 | 11.524 |
| 32 | 1 1/4 | 102 | 4 | 46 | 101 | 5 | 12.849 |
| 36 | 1 1/2 | 114 | 4 1/2 | 58,5 | 129 | 5 | 16.113 |
| 40 | 1 9/16 | 127 | 5 | 72 | 158 | 5 | 19.478 |
| 44 | 1 3/4 | 140 | 5 1/2 | 88 | 194 | 5 | 23.455 |
| 48 | 1 7/8 | 152 | 6 | 104 | 229 | 5 | 27.228 |
| 52 | 2 | 165 | 6 1/2 | 122 | 268 | 5 | 31.511 |
| 56 | 2 13/64 | 178 | 7 | 142 | 312 | 5 | 35.998 |
| 60 | 2 1/2 | 190 | 7 1/2 | 163 | 359 | 5 | 41.199 |
| 64 | 2 17/32 | 203 | 8 | 185 | 407 | 5 | 46.604 |
| 72 | 3 | 229 | 9 | 234 | 515 | 5 | 58.536 |
| 80 | 3 5/32 | 254 | 10 | 290 | 638 | 5 | 71.997 |
| 88 | 3 15/32 | 279 | 11 | 351 | 772 | 5 | 86.376 |
| 96 | 4 | 305 | 12 | 417 | 917 | 5 | 101.978 |
| 104 | 4 1/8 | 330 | 13 | 487 | 1.078 | 5 | 120.334 |
| 112 | 4 3/8 | 356 | 14 | 564 | 1.254 | 5 | 139.710 |
| 120 | 4 3/4 | 381 | 15 | 648 | 1.430 | 5 | 159.086 |
| 128 | 5 | 406 | 16 | 740 | 1.628 | 5 | 175.913 |
| 136 | 5 3/8 | 432 | 17 | 840 | 1.848 | 5 | 196.920 |
| 144 | 5 3/4 | 458 | 18 | 940 | 2.068 | 5 | 218.948 |

| TABELA 7-10 | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------------|---------------------|--|------------|------------------------------------|------------|-----------------|------------|
| Cabos de aço 6 x 7 | | | | | | | | | |
| Bitola (DN) | | Peso (kg/m) | | Carga de ruptura mínima, correspondente ao grau de tensão nominal | | | | | |
| | | | | 1570 N/mm² (PS) | | 1770 n/mm² (IPS) | | | |
| | | | | ALMA FIBRA | | ALMA FIBRA | | ALMA AÇO | |
| mm | pol. | alma fibra | alma aço | kn | kgf | kn | kgf | kn | kgf |
| 2 | - | 0,013 | 0,015 | 2,04 | 208 | 2,35 | 239 | 2,54 | 259 |
| 2,4 | - | 0,019 | 0,020 | 2,94 | 299 | 3,33 | 339 | 3,58 | 365 |
| 3,2 | 3/8 | 0,034 | 0,037 | 5,10 | 520 | 5,88 | 599 | 6,33 | 645 |
| 4,8 | 3/16 | 0,078 | 0,086 | 11,6 | 1.182 | 13,2 | 1.346 | 14,2 | 1.448 |
| 6,4 | 1/4 | 0,140 | 0,154 | 20,5 | 2.090 | 23,4 | 2.386 | 25,2 | 2.569 |
| 8,0 | 5/16 | 0,220 | 0,244 | 31,7 | 3.232 | 37,6 | 3.834 | 40,7 | 4.150 |
| 9,5 | 3/8 | 0,310 | 0,341 | 45,4 | 4.629 | 52,1 | 5.313 | 56,0 | 5.710 |
| 11,5 | 7/16 | 0,430 | 0,473 | 61,4 | 6.261 | 70,5 | 7.189 | 75,8 | 7.729 |
| 13,0 | 1/2 | 0,560 | 0,627 | 79,7 | 8.127 | 91,6 | 9.341 | 98,5 | 10.044 |
| 14,5 | 9/16 | 0,710 | 0,781 | 101 | 10.299 | 116 | 11.829 | 125 | 12.747 |
| 16,0 | 5/8 | 0,880 | 0,968 | 124 | 12.645 | 141 | 14.378 | 152 | 15.500 |
| 17,5 | 11/16 | 1,050 | 1,130 | 154 | 15.700 | - | - | - | - |
| 19,0 | 3/4 | 1,250 | 1,380 | 176 | 17.948 | 202 | 20.599 | 217 | 22.129 |
| 22,0 | 7/8 | 1,710 | 1,880 | 238 | 24.270 | 273 | 27.840 | 293 | 29.879 |
| 26,0 | 1 | 2,230 | 2,450 | 307 | 31.307 | 353 | 35.998 | 379 | 38.649 |
| 29,0 | 1 1/8 | 2,830 | 3,113 | 385 | 39.261 | 443 | 45.176 | - | - |
| 32,0 | 1 1/4 | 3,480 | 3,828 | 471 | 48.031 | 542 | 55.272 | - | - |
| 36,0 | 1 3/8 | 4,230 | 4,653 | 565 | 57.617 | 649 | 66.183 | - | - |
| 38,0 | 1 1/2 | 5,030 | 5,533 | 666 | 67.917 | 766 | 78.115 | - | - |

| TABELA 7-11 | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|---------------------|--------|---|--------|---------------------------------|--------|----------------------------------|---------|----------|---------|
| Cabos de aço 6 x 19 | | | | | | | | | | | |
| Bitola (DN) | | Peso aprox. kg/m | | CARGA DE RUPTURA MÍNIMA CORRESPONDENTE AO GRAU DE TENSÃO NOMINAL | | | | | | | |
| | | | | 1.370 N/mm ² (MPS) | | 1.570 N/mm ² (PS) | | 1.770 N/mm ² (IPS) | | | |
| | | ALMA | ALMA | ALMA FIBRA | | ALMA FIBRA | | ALMA FIBRA | | ALMA AÇO | |
| mm | pol. | fibra | aço | kn | kgf | kn | kgf | kn | kgf | kn | kgf |
| 3,2 | 1/8 | 0,039 | 0,043 | - | - | 5,1 | 520 | 6,2 | 632 | 6,5 | 662 |
| 4,8 | 3/16 | 0,088 | 0,096 | - | - | 11,6 | 1.182 | 13,7 | 1.397 | 14,7 | 1.494 |
| 6,4 | 1,4 | 0,156 | 0,172 | - | - | 20,5 | 2.090 | 24,3 | 2.478 | 26,1 | 2.661 |
| 8,0 | 5/16 | 0,244 | 0,267 | - | - | 31,7 | 3.232 | 37,9 | 3.864 | 40,7 | 4.150 |
| 9,5 | 3/8 | 0,351 | 0,390 | - | - | 45,4 | 4.629 | 54,2 | 5.527 | 58,3 | 5.945 |
| 11,5 | 7/16 | 0,476 | 0,528 | - | - | 61,4 | 6.261 | 73,6 | 7.505 | 79,0 | 8.056 |
| 13 | 1/2 | 0,625 | 0,684 | - | - | 83,2 | 8.484 | 95,2 | 9.708 | 102 | 10.401 |
| 14,5 | 9/16 | 0,078 | 0,878 | - | - | 106 | 10.809 | 120 | 12.237 | 129 | 13.155 |
| 16 | 5/8 | 0,982 | 1,071 | 112 | 11.421 | 129 | 13.155 | 149 | 15.194 | 159 | 16.214 |
| 19 | 3/4 | 1,413 | 1,548 | 160 | 16.316 | 184 | 18.764 | 212 | 21.619 | 228 | 23.251 |
| 22 | 7/8 | 1,920 | 2,113 | 216 | 22.027 | 249 | 25.392 | 286 | 29.165 | 308 | 31.409 |
| 26 | 1 | 2,500 | 2,753 | - | - | 324 | 33.040 | 372 | 37.935 | 399 | 40.689 |
| 29 | 1 1/8 | 3,169 | 3,480 | - | - | 407 | 41.505 | 468 | 47.725 | 503 | 51.295 |
| 32 | 1 1/4 | 3,910 | 4,300 | - | - | 500 | 50.989 | 575 | 58.637 | 617 | 62.920 |
| 35 | 1 3/8 | 4,730 | 5,210 | - | - | - | - | 691 | 70.467 | 743 | 75.769 |
| 38 | 1 1/2 | 5,625 | 6,190 | - | - | - | - | 818 | 83.418 | 880 | 89.740 |
| 42 | 1 5/8 | 6,607 | 7,260 | - | - | - | - | 952 | 97.083 | 1.020 | 104.017 |
| 45 | 1 3/4 | 7,664 | 8,440 | - | - | - | - | 1.100 | 112.176 | 1.180 | 120.334 |
| 48 | 1 7/8 | 8,795 | 9,670 | - | - | - | - | 1.250 | 127.472 | 1.350 | 137.670 |
| 52 | 2 | 10,000 | 11,000 | - | - | - | - | 1.420 | 144.809 | 1.530 | 156.026 |
| 54 | 2 1/8 | - | 12.400 | - | - | - | - | - | - | 1.710 | 174.383 |
| 58 | 2 1/4 | - | 13,900 | - | - | - | - | - | - | 1.910 | 194.778 |
| 60 | 2 3/8 | - | 15,500 | - | - | - | - | - | - | 2.130 | 217.213 |
| 64 | 2 1/2 | - | 17.300 | - | - | - | - | - | - | 2.330 | 237.609 |
| 67 | 2 5/8 | - | 19,000 | - | - | - | - | - | - | 2.560 | 261.064 |
| 71 | 2 3/4 | - | 20,800 | - | - | - | - | - | - | 2.790 | 284.519 |
| 74 | 2 7/8 | - | 22,800 | - | - | - | - | - | - | 3.030 | 308.994 |
| 77 | 3 | - | 24,700 | - | - | - | - | - | - | 3.290 | 335.508 |
| 80 | 3 1/8 | - | 26,800 | - | - | - | - | - | - | 3.550 | 362.023 |
| 83 | 3 1/4 | - | 29,000 | - | - | - | - | - | - | 3.820 | 389.557 |
| 87 | 3 3/8 | - | 31,300 | - | - | - | - | - | - | 4.080 | 416.071 |
| 90 | 3 1/2 | - | 33,800 | - | - | - | - | - | - | 4.370 | 445.645 |
| 96 | 3 3/4 | - | 38,700 | - | - | - | - | - | - | 4.960 | 505.812 |
| 102 | 4 | - | 44,000 | - | - | - | - | - | - | 5.580 | 569.038 |

| TABELA 7-12 | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|--|----------------------------------|
| Cabo de aço 6 x 12 + AF | | | |
| Bitola (DN) em polegadas | Peso aprox. kg/m | Carga de ruptura mínima efetiva em kg | |
| | | 140-160 kg/mm² | 160-180 kg/mm² |
| 1/4" | 0,096 | 1.155 | 1.370 |
| 5/16" | 0,148 | 1.825 | 2.125 |
| 3/8" | 0,223 | 2.890 | 3.050 |
| 7/16" | 0,297 | 3.855 | 4.130 |
| 1/2" | 0,386 | 5.080 | 5.360 |
| 9/16" | 0,491 | 6.330 | 6.760 |
| 5/8" | 0,610 | 7.820 | 8.310 |
| 11/16" | 0,737 | 9.410 | 10.025 |
| 3/4" | 0,878 | 11.110 | 11.900 |
| 7/8" | 1,190 | 14.970 | 16.000 |
| 1" | 1,562 | 20.080 | 20.900 |
| 1 1/8" | 1,979 | 24.810 | 26.300 |
| 1 1/4" | 2,440 | 30.630 | 32.300 |
| 1 3/8" | 2,961 | 36.820 | 38.800 |
| 1 1/2" | 3,512 | 44.480 | 46.000 |
| 1 5/8" | 4,122 | 50.035 | 53.700 |
| 1 3/4" | 4,791 | 57.968 | 62.000 |
| 1 7/8" | 5,491 | 66.695 | 70.700 |
| 2" | 6,250 | 75.586 | 80.000 |
| 2 1/16" | 6,652 | 80.586 | 84.900 |

| TABELA 7-13 | | | | | | |
|--|-------------|--------------------|---|------------|-------------------------------------|------------|
| Cabo de aço galvanizado 6 x 24 + 7 AF | | | | | | |
| Bitola (DN) | | Peso aprox. | Carga de ruptura mínima correspondente ao grau de tensão nominal | | | |
| | | | ALMA DE FIBRA | | | |
| | | | 1.570 N/mm² (PS) | | 1.770 N/mm² (IPS) | |
| mm | pol. | kg/m | hn | kgf | hn | kgf |
| 8,0 | 5/16 | 0,201 | 28 | 2.855 | 29 | 2.957 |
| 9,5 | 3/8 | 0,290 | 39 | 3.977 | 42 | 4.283 |
| 11,5 | 7/16 | 0,395 | 51 | 5.200 | 58 | 5.914 |
| 13,0 | 1/2 | 0,520 | 65 | 6.628 | 75 | 7.648 |
| 14,5 | 9/16 | 0,655 | 86 | 8.770 | 94 | 9.585 |
| 16,0 | 5/8 | 0,800 | 106 | 10.809 | 116 | 11.829 |
| 17,5 | 11/16 | 0,968 | 133 | 13.563 | 140 | 14.276 |
| 19,0 | 3/4 | 1,160 | 156 | 15.908 | 166 | 16.928 |
| 22,0 | 7/8 | 1,580 | 204 | 20.803 | 225 | 22.945 |
| 26,0 | 1 | 2,050 | 273 | 27.840 | 291 | 29.675 |
| 29,0 | 1 1/8 | 2,600 | 346 | 35.284 | 367 | 37.426 |
| 32,0 | 1 1/4 | 3,210 | 427 | 43.544 | 451 | 45.992 |
| 36,0 | 1 3/8 | 3,880 | 518 | 52.824 | 542 | 55.272 |
| 38,0 | 1 1/2 | 4,630 | 622 | 63.430 | 643 | 65.572 |
| 42,0 | 1 5/8 | 5,420 | 715 | 72.914 | 751 | 76.585 |
| 45,0 | 1 3/4 | 6,290 | 833 | 84.947 | 867 | 88.415 |
| 48,0 | 1 7/8 | 7,220 | 956 | 97.491 | 988 | 100.754 |
| 52,0 | 2 | 8,210 | 1.093 | 111.462 | 1.121 | 114.317 |
| 54,0 | 2 1/8 | 9,268 | 1.217 | 124.107 | 1.249 | 127.370 |
| 58,0 | 2 1/4 | 10,390 | 1.355 | 138.186 | 1.397 | 142.463 |

| TABELA 7-14 | | |
|--|--------------------------------|--|
| Cabo de aço galvanizado 6 x 37 + AF | | |
| Bitola (DN) em polegadas | Peso aprox. em kg/m | Carga de ruptura mínima efetiva em kg |
| | | 160 - 180 kg/mm² (PS) |
| 3/16" | 0,088 | 1.260 |
| 1/4" | 0,156 | 2.240 |
| 5/16" | 0,244 | 3.480 |
| 3/8" | 0,351 | 4.980 |
| 7/16" | 0,476 | 6.750 |
| 1/2" | 0,625 | 8.740 |
| 9/16" | 0,788 | 11.000 |
| 5/8" | 0,982 | 13.610 |
| 11/16" | 1,082 | 16.400 |
| 3/4" | 1,413 | 19.415 |
| 7/8" | 1,919 | 26.310 |
| 1" | 2,500 | 34.110 |
| 1 1/8" | 3,169 | 42.910 |
| 1 1/4" | 3,913 | 52.710 |
| 1 3/8" | 4,732 | 64.240 |
| 1 1/2" | 5,625 | 75.460 |
| 1 5/8" | 6,607 | 87.380 |
| 1 3/4" | 7,664 | 102.840 |
| 1 7/8" | 8,795 | 118.050 |
| 2" | 10,000 | 133.020 |
| 2 1/8" | 11,295 | 148.600 |
| 2 1/4" | 12,664 | 167.580 |
| 2 3/8" | 14,107 | 186.670 |

| TABELA 7-15 | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------------------|-----------------|---|------------|--------------------|------------|--------------------------------------|------------|
| Cabos de aço 8 x 19 | | | | | | | | | |
| Bitola (DN) | | Peso aprox. kg/m | | Carga de ruptura mínima correspondente ao grau de tensão nominal | | | | | |
| | | | | 1.770 N/mm² (IPS) | | | | 1.960 N/mm² (EIPS) | |
| | | | | ALMA FIBRA | | ALMA DE AÇO | | ALMA AÇO | |
| mm | pol. | alma fibra | alma aço | kn | kgf | kn | kgf | kn | kgf |
| 13 | 1/2 | 0,580 | 0,700 | 82 | 8.362 | 90 | 9.178 | 104 | 10.605 |
| 14,5 | 9/16 | 0,740 | 0,890 | 103 | 10.503 | 113 | 11.523 | 131 | 13.359 |
| 16 | 5/8 | 0,910 | 1,070 | 128 | 13.053 | 140 | 14.276 | 161 | 16.418 |
| 19 | 3/4 | 1,310 | 1,510 | 182 | 18.560 | 200 | 20.395 | 230 | 23.455 |
| 22 | 7/8 | 1,780 | 2,020 | 246 | 25.086 | 271 | 27.636 | 311 | 31.715 |
| 26 | 1 | 2,340 | 2,820 | 320 | 32.633 | 352 | 35.896 | 405 | 41.301 |
| 29 | 1 1/8 | 2,960 | 3,510 | 403 | 41.097 | 443 | 45.176 | 507 | 51.703 |
| 32 | 1 1/4 | 3,650 | 4,270 | 495 | 50.479 | 545 | 55.578 | 627 | 63.940 |
| 35 | 1 3/8 | 4,420 | 5,110 | 597 | 60.881 | 657 | 66.999 | 756 | 77.095 |
| 38 | 1 1/2 | 5,010 | 6,020 | 736 | 75.056 | 809 | 82.500 | 931 | 94.941 |
| 42 | 1 5/8 | 6,120 | 7,360 | 897 | 91.474 | 987 | 100.652 | 1.136 | 115.847 |
| 45 | 1 3/4 | 7,030 | 8,440 | 1.030 | 105.037 | 1.133 | 115.541 | 1.303 | 132.877 |
| 48 | 1 7/8 | 7,990 | 9,610 | 1.187 | 121.048 | 1.295 | 132.062 | 1.491 | 152.049 |
| 52 | 2 | 9,020 | 10,800 | 1.324 | 135.019 | 1.456 | 148.480 | 1.667 | 169.997 |
| 54 | 2 1/8 | 10,100 | 12,200 | 1.481 | 151.029 | 1.628 | 166.020 | 1.873 | 191.005 |
| 58 | 2 1/4 | 11,300 | 13,500 | 1.657 | 168.978 | 1.824 | 186.008 | 2.099 | 214.052 |
| 60 | 2 3/8 | 12,500 | 15,000 | 1.834 | 187.028 | 2.020 | 205.996 | 2.324 | 236.997 |
| 64 | 2 1/2 | 14,200 | 17,100 | 2.089 | 213.032 | 2.295 | 234.040 | 2.648 | 270.038 |
| 67 | 2 5/8 | 15,600 | 18,700 | 2.285 | 233.020 | 2.511 | 256.067 | 2.893 | 295.023 |
| 71 | 2 3/4 | 17,500 | 21,000 | 2.569 | 261.982 | 2.824 | 287.986 | 3.256 | 330.223 |
| 74 | 2 7/8 | 19,000 | 22,800 | 2.795 | 285.029 | 3.070 | 313.073 | 3.531 | 360.085 |
| 77 | 3 | 20,600 | 24,700 | 3.021 | 308.076 | 3.325 | 339.078 | 3.825 | 390.067 |

TABELA 7-16

Cabos de aço 18 x 7 (não rotativos)

| Bitola (DN) | | Peso aprox. kg/m | | Carga de ruptura mínima correspondente ao grupo de tensão nominal | | | |
|----------------|-------|---------------------|----------|---|--------|--------------------------------|--------|
| | | | | ALMA FIBRA OU AÇO | | ALMA FIBRA OU AÇO | |
| | | | | 1.770 N/mm ² (IPS) | | 1.960 N/mm ² (EIPS) | |
| mm | pol. | alma fibra | alma aço | kn | kgf | kn | kgf |
| 6,4 | 1/4 | 0,160 | 0,170 | 23 | 2.345 | 25 | 2.549 |
| 8,0 | 5/16 | 0,250 | 0,260 | 36 | 3.671 | 40 | 4.079 |
| 9,5 | 3/8 | 0,360 | 0,380 | 52 | 5.302 | 57 | 5.812 |
| 11,5 | 7/16 | 0,490 | 0,520 | 71 | 7.240 | 78 | 7.954 |
| 13,0 | 1/2 | 0,640 | 0,670 | 88 | 8.974 | 96 | 9.789 |
| 14,5 | 9/16 | 0,820 | 0,860 | 110 | 11.217 | 121 | 12.339 |
| 16,0 | 5/8 | 1,010 | 1,060 | 136 | 13.869 | 149 | 15.194 |
| 19,0 | 3/4 | 1,440 | 1,520 | 194 | 19.783 | 214 | 21.823 |
| 22,0 | 7/8 | 1,960 | 2,070 | 282 | 28.757 | 289 | 29.471 |
| 26,0 | 1 | 2,570 | 2,710 | 341 | 34.774 | 375 | 38.241 |
| 29,0 | 1 1/8 | 3,260 | 3,420 | 429 | 43.748 | 472 | 48.133 |
| 32,0 | 1 1/4 | 4,020 | 4,230 | 527 | 53.742 | 579 | 59.045 |
| 35,0 | 1 3/8 | 4,870 | 5,100 | 634 | 64.654 | 697 | 71.078 |
| 38,0 | 1 1/2 | 5,790 | 6,070 | 751 | 76.585 | 826 | 84.234 |

| TABELA 7-17 | | |
|---|--------------------------|---------------|
| Diâmetro de roldanas e retornos para cabos de aço (diâmetro da roldana = diâmetro do cabo x A) | | |
| TIPO DO CABO | VALORES DE A | |
| | Média recomendada | Mínimo |
| 6 x 7 | 72 | 42 |
| 6 x 12 | 54 | 36 |
| 6 x 19 | 45 | 30 |
| 6 x 24 | 36 | 24 |
| 6 x 37 | 27 | 18 |
| 8 x 19 | 31 | 21 |
| 8 x 37 | 31 | 24 |

| TABELA 7-18 | |
|--|--------------------------|
| Tolerância para o excesso do diâmetro do goivado sobre o diâmetro nominal do cabo | |
| DIÂMETRO NOMINAL EM POLEGADAS | Tolerância mínima |
| 1/4 a 5/16 | 1/64 |
| 3/8 a 3/4 | 1/32 |
| 13/16 a 1 1/8 | 3/64 |
| 1 3/16 a 1 1/2 | 1/16 |
| 1 9/16 a 2 1/4 | 3/32 |
| 2 5/16 para cima | 1/8 |