



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA-GERAL
DIRETORIA EXECUTIVA
INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS
Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-000
Tel/fax: (21) 3545-4600

Dez /2009

NORMA DNIT 119/2009 - ES

Pontes e viadutos rodoviários – Armaduras para concreto protendido - Especificação de serviço

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo: 50607.000482/2009-93

Origem: Revisão da norma DNER – ES 332/97

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 08/12/2009.

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-Chave:

Pontes, viadutos, armaduras, concreto protendido

Nº total de
páginas
9

Resumo

Este documento define a sistemática adotada para o recebimento, aceitação, preparo e aplicação de fios, barras e cordoalhas destinados a armaduras de concreto protendido em pontes e viadutos rodoviários.

São também apresentados os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução, inclusive plano de amostragem e ensaios, condicionantes ambientais, controle da qualidade, condições de conformidade e não-conformidade e os critérios de medição dos serviços.

Abstract

This document presents procedures for the reception, acceptance, preparation and application for steel rods and steel wires suitable for prestressed concrete in bridges.

It includes the requirements concerning materials, equipments, execution, and includes also a sampling plan and essays, environmental management, quality control, and the conditions for conformity and non-conformity and the criteria for the measurement of the performed jobs.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas	2

3 Definições	2
4 Condições gerais	3
5 Condições específicas	3
6 Condicionantes ambientais	6
7 Inspeções	6
8 Critérios de medição	7
Anexo A (Informativo) Bibliografia	8
Índice geral	9

Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DIREX, para servir como documento base, visando estabelecer a sistemática empregada para os serviços de armaduras de concreto protendido em pontes e viadutos rodoviários.

Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 – PRO, cancela e substitui a Norma DNER-ES 332/97.

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo fixar os critérios de recebimento, aceitação, preparo, aplicação e medição de armaduras para concreto protendido em pontes e viadutos rodoviários.

2 Referências normativas

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

- a) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6004* – Arames de aço – Ensaio de dobramento alternado. Rio de Janeiro.
- b) _____. *NBR 6118* - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro.
- c) _____. *NBR 6349* – Barras, cordoalhas e fios de aço para armaduras de protensão – Ensaio de tração. Rio de Janeiro.
- d) _____. *NBR 7187* - Projetos de pontes de concreto armado e protendido - Procedimento. Rio de Janeiro.
- e) _____. *NBR 7482* - Fios de aço para concreto protendido - Especificação. Rio de Janeiro.
- f) _____. *NBR 7483* - Cordoalhas de aço para concreto protendido - Especificação. Rio de Janeiro.
- g) _____. *NBR 7484* – Fios, barras e cordoalhas de aço destinados a armaduras de protensão – Ensaio de relaxação isotérmica. Rio de Janeiro.
- h) _____. *NBR 10839* – Execução de obras-de-arte especiais em concreto armado e concreto protendido. Rio de Janeiro, 1989.
- i) _____. *NBR 14931* – Execução de Estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro.
- j) BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *DNIT 001/2009-PRO* - Elaboração e apresentação de normas do DNIT - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2009.
- k) _____. *DNIT 011/2004-PRO* - Gestão da qualidade em obras rodoviárias - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- l) _____. *DNIT 070-PRO* - Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro.

- m) _____. *DNIT 118/2009-ES* – Pontes e viadutos rodoviários – Armaduras para concreto armado – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições seguintes:

3.1 Aço de protensão para armadura ativa

São aços de elevada resistência, sem patamar de escoamento.

3.2 Fio

Fio encruado a frio por trefilação, a partir de fio-máquina de aço-carbono.

3.3 Cordoalha

Produtos formados por fios de aço enrolados em forma helicoidal.

3.4 Cordoalha de sete fios

Cordoalha constituída de seis fios de mesmo diâmetro nominal, encordoados juntos, numa forma helicoidal, com um passo uniforme, em torno de um fio central.

3.5 Cordoalha de três fios

Constituída de três fios de mesmo diâmetro nominal, encordoados juntos, numa forma helicoidal, com passo uniforme.

3.6 Lance

Determinado comprimento contínuo de cordoalha.

3.7 Rolo

Certo comprimento contínuo de fio acabado ou de cordoalha, sem junta ou emenda de qualquer natureza, apresentado em espiras concêntricas, formando um volume compacto.

3.8 Carretel

Núcleo de madeira ou de outro material, no qual é enrolado certo comprimento de cordoalha.

3.9 Valor nominal

Valor numérico que caracteriza certa grandeza do produto (fio ou cordoalha).

3.10 Flecha

Medida da distância máxima entre a linha que une as duas pontas da amostra e a face interna do fio ou cordoalha.

3.11 Lote

Quantidade de fio ou cordoalha acabada, fabricada nas mesmas condições, de mesmo diâmetro nominal e características.

3.12 Passo da hélice

Comprimento de cordoalha ao longo do eixo de uma volta completa.

3.13 Diâmetro da cordoalha

Diâmetro da circunferência que a circunscreve.

3.14 Aços aliviados ou de relaxação normal (RN)

São aços retificados por um tratamento térmico que alivia tensões internas de trefilação.

3.15 Aços estabilizados ou de baixa relaxação (RB)

São aços trefilados que recebem um tratamento termomecânico (aquecimento a 400° C e estiramento à deformação unitária de 1%), o qual melhora as características elásticas e reduz as perdas de tensão por relaxação do aço.

3.16 Barra

Barras de aço-liga de alta resistência, laminadas a quente, com diâmetro superior a 12 mm, fornecidas em peças retilíneas de comprimentos limitados.

3.17 Armadura suplementar

Armadura adicional, passiva e convencional, que controla a fissuração na fase de execução e aumenta a segurança à ruptura na fase final.

Nota: As definições relacionadas à execução da protensão e à execução da injeção de calda de cimento Portland constam, respectivamente, dos Anexos A e B da norma ABNT NBR 14931:2003.

4 Condições gerais

Somente fios, barras e cordoalhas que atendam aos requisitos gerais estabelecidos pelas normas ABNT NBR 7482:2008 (fios) e 7483:2008 (cordoalhas) podem ser usados em pontes e viadutos rodoviários de concreto protendido; devem ser do tipo e qualidade indicados no

projeto, apresentar homogeneidade quanto às suas características geométricas e mecânicas e ser isentos de defeitos.

As cordoalhas e fios geralmente são fornecidos em rolos e as barras em comprimentos da ordem de seis metros.

Os aços recebidos devem ser imediatamente estocados em local abrigado e sobre estrados de madeira afastados do chão.

A corrosão nos aços de protensão não permite sua utilização em estruturas de pontes e viadutos rodoviários, motivo pelo qual deve ser recomendada sua imediata rejeição.

Com exceção das estruturas protendidas com fios aderentes, nos demais tipos de protensão utilizam-se elementos acessórios, tais como, bainhas, dispositivos de ancoragem, arames e espaçadores.

A escolha do sistema de protensão é do projetista, que deve indicar as opções equivalentes.

5 Condições específicas**5.1 Materiais**

Os principais materiais utilizados no concreto protendido são: concreto, armaduras não protendidas (passivas) e armaduras protendidas (ativas).

5.1.1 Armaduras ativas

As armaduras ativas, constituídas por barras, fios isolados ou cordoalhas, destinam-se à produção de forças de protensão, isto é, nas quais se aplicam pré-alongamentos iniciais; as armaduras passivas são as mesmas do concreto armado convencional, isto é, as que não são previamente alongadas.

Os requisitos específicos para fios e cordoalhas a serem utilizados em estruturas de concreto protendido de pontes e viadutos rodoviários são os indicados na ABNT NBR 7482:2008 e na ABNT NBR 7483:2008, respectivamente.

a) Fios

Conforme a ABNT NBR 7482:2008/2ª Edição, os fios apresentam-se com diâmetros internos variando de 4,0 mm a 9,0 mm, fornecidos em rolos com diâmetros internos mínimos variando de 1,2 m a 1,8 m. Classificam-se em duas categorias para cada diâmetro nominal, conforme o comportamento, em relaxação normal – RN e relaxação baixa – RB. Deve ser verificada a

identificação de cada rolo, onde devem estar indicados: nome ou símbolo do produtor, número da Norma ABNT NBR 7482:2008, a designação do produto conforme a categoria (145, 150, 160, 170 ou 175), conforme a relaxação RN ou RB e conforme o acabamento superficial (L-liso ou E-entalhado), bem como o diâmetro nominal do fio, em milímetros, o número de identificação do rolo e a massa líquida do rolo, em quilogramas.

b) Cordoalhas

De acordo com a ABNT NBR 7483:2008/2ª Edição, as cordoalhas são constituídas de 3 ou 7 fios. Quanto à resistência à tração, as cordoalhas classificam-se nas categorias CP-190 e CP-210. As cordoalhas de três e sete fios são produzidas sempre na condição de relaxação baixa. O diâmetro nominal da cordoalha de sete fios varia de 9,5 mm a 15,2 mm, tanto para as cordoalhas de CP-190 como para as cordoalhas de CP-210; o diâmetro nominal das cordoalhas de três fios varia de 3 x 3,00 mm a 3 x 5,00 mm, tanto para as cordoalhas de CP-190 como para as cordoalhas de CP-210. As cordoalhas devem ser entregues em rolos com diâmetro interno não inferior a 600 mm ou em carretéis com diâmetro do núcleo, também, não inferior a 600 mm.

Cada rolo ou carretel deve conter as seguintes identificações: o número da Norma ABNT 7483:2008/2ª Edição, a designação do produto, o número de fios da cordoalha, 3 ou 7, a categoria, CP-190 RB ou CP-210 RB, o diâmetro nominal da cordoalha, o número do rolo ou carretel, a massa da encomenda em quilogramas e o comprimento nominal em mm.

c) Barras de aço de alta resistência

As barras de aço de alta resistência são fornecidas em peças retilíneas, de comprimento limitado, de 6,0 m a 12,0 m; são de diâmetro de 32 mm e fabricadas em aço 85/105, 42/50 ou 50/55, com o primeiro número representando o limite de escoamento e o segundo, o limite de ruptura, em kN/cm².

d) Acessórios

• Bainhas

As bainhas são tubos que servem para isolar os cabos do concreto; em cabos de aderência posterior são metálicas, flexíveis e corrugadas e em cabos externos são de plástico reforçado, ditos de alta densidade.

O fornecimento pode ser em rolos ou varas retilíneas, ou fabricadas no próprio canteiro; para manuseio, as bainhas devem ter resistência suficiente para suportar o peso de uma pessoa e, internamente, para suportar uma pressão de 15 kgf/cm², na injeção da calda de cimento.

As bainhas devem ter diâmetro adequado à livre movimentação dos cabos, ao sistema executivo empregado e possibilitar a fixação de purgadores, que são pequenos tubos que permitem garantir um maior enchimento de calda de cimento.

• Ancoragens

São dispositivos metálicos, fixados nas extremidades dos cabos e ancorados no concreto, que permitem o acoplamento de macacos que efetuam a protensão.

As ancoragens variam conforme o fabricante e são, praticamente, equivalentes; atenção especial deve merecer a resistência e a qualidade do concreto que envolve as ancoragens, bem como as armaduras de fretagem, conforme definido em projeto.

e) Características

- Massa Específica: Adota-se, para massa específica do aço de armadura ativa, o valor de 7.850 kg/m³.

Para as características abaixo, consultar a subseção 8.4 da Norma ABNT NBR 6118:2007.

- Coeficiente de Dilatação Térmica;
- Módulo de Elasticidade;
- Diagrama Tensão-Deformação;
- Resistência ao Escoamento e à Tração; e

- Ductilidade, Fadiga e Relaxação.

5.1.2 Armaduras passivas

Armaduras passivas, ou não protendidas, são necessárias para complementar a protensão, absorvendo cunhas de tração ou melhorando a segurança à ruptura.

Aplicam-se às armaduras passivas os dispositivos constantes na Norma DNIT 118/2009 – ES – Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto armado – Especificação de serviço.

5.2. Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços devem atender aos requisitos da subseção 6.4, Anexo A e Anexo B, da ABNT NBR 14931:2003.

A natureza, capacidade e quantidade dos equipamentos dependem do processo de protensão adotado e do serviço a realizar. O tipo e o número de macacos de protensão e bombas de alta pressão para injeção de calda de cimento devem constar da relação de equipamentos.

Os macacos de protensão podem ter ligeira variação, conforme as ancoragens, e as bombas de injeção devem ser, preferencialmente, a vácuo ou elétricas, desde que nestas seja garantida uma pressão mínima de 15 kgf/cm².

Todos os equipamentos devem ser aferidos e testados antes do início da protensão e da injeção da calda de cimento.

5.3. Execução

5.3.1. Armazenagem

Os fios, barras, cordoalhas, bainhas, ancoragens e cabos já confeccionados devem ser armazenados com cuidados especiais, em local abrigado e colocados sobre estrados de madeira, no mínimo 20,0 cm acima do solo; a estocagem deve ser pelo menor tempo possível, evitando-se a mistura de aços de diferentes procedências, partidas ou características.

Bainhas amassadas, furadas ou rasgadas devem ser eliminadas e não utilizadas.

5.3.2. Emendas

Os fios e cordoalhas não devem ser emendados; as barras de aço duplo filetado podem ser emendadas através de luvas.

As bainhas podem ser emendadas por meio de luvas apropriadas que garantam a sua estanqueidade.

5.3.3. Preparação e montagem dos cabos de protensão nas fôrmas

Os fios e cordoalhas devem ser cortados de acordo com o projeto e apresentar-se isentos de sujeira, óleo ou substâncias estranhas; a critério da Fiscalização, uma leve oxidação pode ser tolerada, desde que superficial e uniforme e sem pontos de corrosão.

O diâmetro mínimo da bainha depende do tipo de cabo utilizado e do processo de enfição; se esta for posterior à concretagem do elemento estrutural, as bainhas devem ter diâmetros maiores e paredes mais espessas.

Cada cabo deve ser constituído por fios ou cordoalhas de uma mesma partida de aço.

As bainhas devem ser cuidadosamente posicionadas de acordo com o projeto, fixadas a espaços regulares, inferiores a 1,0 m e aí mantidas, rigorosamente, até o final da concretagem.

Todos os purgadores devem ser instalados nos locais indicados no projeto e obedecer aos requisitos estabelecidos no Anexo B da Norma ABNT NBR 14931:2003, com suas extremidades protegidas contra a entrada de água e detritos, não devendo estar amassados, com corrosão ou com estrangulamentos localizados.

A protensão deve ser efetuada de acordo com o plano aprovado.

5.3.4. Ancoragens

As ancoragens, próprias de cada sistema de protensão, devem estar limpas, isentas de sujeiras, óleos e graxas e colocadas, rigorosamente, nas posições indicadas no projeto.

Devem ser evitados ou corrigidos vazios e defeitos de concretagem na zona das ancoragens e colocadas todas as armaduras de fretagem indicadas no projeto.

5.3.5. Protensão

- Força de protensão (consultar subseção 9.6.1 da Norma ABNT NBR 6118:2007).
 - Valores limites da força na armadura de protensão,
 - Valores limites por ocasião da operação de protensão,

- Valores limites ao término da operação de protensão,
- Tolerância de execução, valores representativos da força de protensão,
- Introdução da força de protensão.
- Tipos de Protensão
 - Protensão com Armadura Ativa Pré-Tracionada ou com Aderência Inicial;
 - Protensão em que o pré-alongamento da armadura ativa é feito utilizando-se apoios independentes do elemento estrutural, antes do lançamento do concreto, sendo a ligação da armadura de protensão com os referidos apoios desfeita após o endurecimento do concreto; a ancoragem no concreto realiza-se somente por aderência;
 - Protensão com Armadura Ativa Pós-Tracionada ou com Aderência Posterior;
 - Protensão em que o pré-alongamento da armadura ativa é realizado após o endurecimento do concreto, sendo utilizados, como apoios, partes do próprio elemento estrutural, criando-se, posteriormente, aderência com o concreto de modo permanente, através de injeção das bainhas;
 - Protensão com Armadura Ativa Pós-Tracionada sem Aderência;
 - Protensão em que o pré-alongamento da armadura ativa é realizado após o endurecimento do concreto, sendo utilizados, como apoios, partes do próprio elemento estrutural, mas não sendo criada aderência com o concreto, ficando a armadura ligada ao concreto apenas em pontos localizados; conhecida, também, como protensão externa.

Devem ser observadas, ainda, as prescrições dos Anexos A e C da Norma ABNT NBR 14931:2003.

6 Condicionantes ambientais

A fim de evitar a degradação do meio ambiente deve ser atendido o estabelecido no Projeto de Engenharia, nos

Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental, as recomendações e exigências dos órgãos ambientais e as normas vigentes no DNIT atinentes ao tema ambiental, em especial a Norma DNIT 070/2006 – PRO - Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento.

7 Inspeções

7.1 Controle dos insumos

Devem ser exigidos certificados de ensaios do material fornecido pelo fabricante, contendo data de realização dos ensaios, identificação do lote, com a quantidade e numeração respectiva dos rolos, e as características dimensionais, mecânicas e químicas do lote, de acordo com as normas ABNT NBR 7482 (fios) e ABNT NBR 7483 (cordoalhas).

O Executante deve adotar, ainda, os procedimentos seguintes:

- a) verificar a integridade física das armaduras;
- b) fiscalizar o fornecedor na aceitação do material;
- c) analisar as características do material utilizado, através dos ensaios já realizados pelo fornecedor;
- d) realizar ou contratar firmas especializadas para o controle da qualidade do material.

As amostras devem ser retiradas da extremidade externa de um rolo para cada 25 t do mesmo lote, com comprimento suficiente para os corpos de prova, e não devem ser submetidas a nenhuma forma de tensionamento ou de aquecimento após a sua fabricação. Para o comprimento mínimo de cada corpo de prova é recomendado:

$$L = L_0 + 45\sqrt{S_n}$$

Sendo:

$L_0 = 40 \varnothing$ (diâmetro nominal) para barras e fios, e 4 vezes o passo para cordoalhas, e S_n a área nominal da seção reta do corpo de prova.

A amostragem, os ensaios e sua frequência devem obedecer ao especificado na seção 6 das Normas ABNT NBR 7482 (fios) e ABNT NBR 7483 (cordoalhas).

Os ensaios de tração e relaxação devem ser realizados em conformidade com as Normas ABNT NBR-6349:2008

e ABNT NBR-7484:1991, que abrangem os métodos de ensaios para fios, cordoalhas e barras; o ensaio de dobramento alternado dos fios deve ser executado em conformidade com a Norma ABNT NBR 6004: 1984.

7.2 Controle da execução

O preparo e a aplicação de armaduras em estruturas de pontes e viadutos rodoviários devem obedecer às prescrições das Normas ABNT NBR 14931:2003 e ABNT NBR 10839:1989.

Deve ser verificada a posição das bainhas, de acordo com o projeto, admitida uma tolerância de ± 5 mm. A posição das ancoragens deve também ser verificada, admitindo-se a tolerância de ± 1 mm.

7.3 Condições de conformidade e não-conformidade

As condições de conformidade e os procedimentos a serem seguidos no caso de não-conformidade dos insumos inspecionados de acordo com esta Norma, constam da seção 7 das Normas ABNT NBR 7482 (fios) e ABNT NBR 7483 (cordoalhas), implicando na aceitação ou rejeição do produto.

Quanto ao controle do preparo e da aplicação dos cabos de protensão devem-se observar as prescrições da subseção 7.2 desta Norma, cabendo à Fiscalização adotar as providências para o tratamento das não-conformidades.

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos da execução devem ser realizados de acordo com o Plano da Qualidade (PGQ) constante da proposta técnica aprovada e conforme a subseção 5.2 da Norma DNIT 011/2004-PRO.

8 Critérios de medição

As armaduras e os acessórios considerados conformes com esta Norma devem ser medidos de acordo com as indicações do projeto, incluídos todos os serviços necessários à execução, como se segue:

- a) aço CA - em quilograma de aço colocado nas fôrmas, de acordo com as listas do projeto;
- b) aço para protensão - em quilograma de aço empregado;
- c) cabo (preparo e montagem) - por metro de cabo empregado;
- d) bainha - por metro empregado;
- e) ancoragem - por unidade empregada, separando-se as ancoragens ativas e passivas.

_____/Anexo A

Anexo A (Informativo)**Bibliografia**

- a) AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *Manual of concrete practice*. Detroit, 2007.
- b) BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. *Manual de construção de obras-de-arte especiais*. 2.ed. Rio de Janeiro: IPR, 1995. (IPR. Publ. 602).
- c) _____. *Manual de projeto de obras-de-arte especiais*. Rio de Janeiro: IPR, 1996. (IPR. Publ. 698).
- d) PFEIL, Walter. *Concreto protendido*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1983.

_____ /Índice geral

Índice geral

Abstract		1	Critérios de medição	8	7
Aço de protensão para			Definições	3	2
armadura ativa	3.1	2	Diâmetro da cordoalha	3.13	3
Aços aliviados ou			Emendas	5.3.2	5
de relaxação normal (RN)	3.14	3	Equipamentos	5.2	5
Aços estabilizados			Execução	5.3	5
ou de baixa relaxação (RB)	3.15	3	Fio	3.2	2
Ancoragens	5.3.4	5	Flecha	3.10	3
Anexo A (Informativo)			Índice geral		9
Bibliografia		8	Inspeções	7	6
Armadura suplementar	3.17	3	Lance	3.6	2
Armaduras ativas	5.1.1	3	Lote	3.11	3
Armaduras passivas	5.1.2	5	Materiais	5.1	3
Armazenagem	5.3.1	5	Objetivo	1	1
Barra	3.16	3	Passo da hélice	3.12	3
Carretel	3.8	2	Prefácio		1
Condicionantes ambientais	6	6	Preparação e montagem		
Condições de conformidade			dos cabos de protensão		
e não-conformidade	7.3	7	nas fôrmas	5.3.3	5
Condições específicas	5	3	Protensão	5.3.5	5
Condições gerais	4	3	Referências normativas	2	2
Controle da execução	7.2	7	Resumo		1
Controle dos insumos	7.1	6	Rolo	3.7	2
Cordoalha de sete fios	3.4	2	Sumário		1
Cordoalha de três fios	3.5	2	Valor nominal	3.9	2
Cordoalha	3.3	2			
