



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 123/2009 - ES

Pontes e viadutos rodoviários – Estruturas de concreto protendido - Especificação de serviço

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo: 50607.000482/2009-93

Origem: Revisão da Norma DNER - ES 336/97

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, estruturas

Nº total de
páginas
7

Resumo

Este documento define a sistemática empregada na execução e no controle das estruturas de concreto protendido em pontes e viadutos rodoviários.

São também apresentados os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução, inclusive plano de amostragem e de 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 execution and control quality of prestressed concrete bridges structures.

It includes the requirements concerning materials, equipments, execution, 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	1
3 Definições.....	2

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

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 estruturas de pontes e viadutos rodoviários de concreto protendido.

Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 – PRO, cancela e substitui a Norma DNER-ES 336/97.

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo fixar as condições exigíveis na execução e controle das estruturas de 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 (incluindo emendas).

- a) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10839* - Execução de obras-de-arte especiais em concreto armado e protendido. Rio de Janeiro.
- b) _____. *NBR 6118* - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro.
- c) _____. *NBR 7480* - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado Especificação. Rio de Janeiro.
- d) _____. *NBR 7481* - Tela de aço soldada – armadura para concreto - Especificação. Rio de Janeiro.
- e) _____. *NBR 7483* - Cordoalhas de aço para concreto protendido - Especificação. Rio de Janeiro.
- f) _____. *NBR 7681* - Calda de cimento para injeção- Procedimento. Rio de Janeiro.
- g) _____. *NBR 7187* - Projeto de pontes de concreto armado e protendido - Procedimento. Rio de Janeiro.
- h) BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *DNIT 001/2009 - PRO* -Elaboração e apresentação de normas do DNIT - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2009.
- i) _____. *DNIT 011/2004 - PRO* - Gestão da qualidade em obras rodoviárias - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- j) _____. *DNIT 070 - PRO* - Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- k) _____. *DNIT 117 - ES* - Pontes e viadutos rodoviários – Concretos, argamassas e calda de cimento - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.
- l) _____. *DNIT 118 - ES* - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto armado - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.
- m) _____. *DNIT 119 - ES* - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.
- n) _____. *DNIT 120 - ES* - Pontes e viadutos rodoviários – Fôrmas - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.
- o) _____. *DNIT 122 - ES* - Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto armado - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.
- p) _____. *DNIT 124 - ES* - Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições seguintes:

3.1 Concreto protendido

Estrutura ou peça de concreto comprimida por força exterior aplicada com a finalidade de melhorar suas condições de trabalho; a força exterior é aplicada por cabos aderentes ou não aderentes, denominados armaduras ativas.

3.2 Cabos aderentes

Cabos que têm as extremidades ancoradas no concreto e os mesmos cabos incorporados ao concreto, com aderência.

3.3 Cabos não aderentes

Cabos que têm suas extremidades ancoradas no concreto, mas que não se acham incorporados ao concreto.

3.4 Armadura suplementar

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

3.5 Bainhas metálicas

Tubos metálicos de chapa fina, comum ou galvanizada, geralmente corrugada, que isolam o cabo do concreto e, posteriormente, devem ser preenchidos por calda de cimento. Nos cabos externos, as bainhas metálicas são substituídas por bainhas de polietileno de alta densidade.

3.6 Plano de protensão

Conjunto de instruções que devem constar do projeto, tais como tensão inicial de protensão, ordem de protensão, alongamentos etc., para permitir a execução e o controle da protensão.

4 Condições gerais

As estruturas de concreto protendido devem atender a todas as normas e especificações pertinentes; a diferença fundamental entre concreto armado convencional e concreto armado protendido é a existência, neste último, de uma armadura de protensão.

As pontes e viadutos de concreto armado protendido apresentam as mesmas patologias, algumas com menor intensidade, que as pontes de concreto armado e patologias próprias do mau detalhamento da protensão.

Basicamente, as estruturas de concreto protendido não devem fissurar ou, no máximo, apresentar fissuras de pequena abertura, que desaparecem, para alguns casos extremos de carregamento; a corrosão dos aços de protensão, quando em carga, é extremamente perigosa, podendo causar a ruptura frágil da estrutura.

A identificação das patologias no concreto protendido somente deve ser efetuada por profissional experiente; nenhuma obra de reparo ou de reforço deve ser iniciada sem a identificação das causas das patologias e sem um projeto especialmente detalhado.

5 Condições específicas

5.1 Materiais

Faz parte das estruturas de concreto protendido com aderência posterior, a execução dos seguintes serviços, já prescritos nas especificações seguintes:

- DNIT 117/2009 – ES - Pontes e viadutos rodoviários – Concretos, argamassas e calda de cimento - Especificação de serviço
- DNIT 118/2009 – ES - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto armado - Especificação de serviço
- DNIT 119/2009 – ES - Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido - Especificação de serviço
- DNIT 120/2009 – ES - Pontes e viadutos rodoviários – Fôrmas - Especificação de serviço
- DNIT 122/2009 – ES - Estruturas de concreto armado - Especificação de serviço
- DNIT 124/2009 – ES - Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos: especificação de serviço

Fazem parte, ainda, as especificações referentes à protensão e à injeção de calda de cimento, a seguir descritas.

5.2 Equipamentos

Além dos já considerados nas normas de especificações de serviço citadas na subseção 5.1, devem ser relacionados os macacos hidráulicos de protensão pertinentes ao sistema de protensão adotado, as bombas de alta pressão para injeção da calda de cimento ou as bombas a vácuo e misturadora de alta pressão para calda de injeção.

5.3 Execução

5.3.1 Concreto

A Norma DNIT 117/2009 – ES – Pontes e viadutos rodoviários – Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção – Especificação de serviço estabelece as condições para o recebimento e execução de concretos, argamassas e calda de cimento para construção de pontes e viadutos rodoviários de concreto armado e de concreto protendido. São ressaltadas, a seguir, algumas condições específicas relevantes.

Nas extremidades das vigas e nos locais de concentração de ancoragens e fretagens, o concreto, além da resistência indicada no projeto, deve ter trabalhabilidade e diâmetro máximo de agregado compatíveis com a densidade das armaduras e ancoragens.

Cimento e aditivos devem ter percentuais muito reduzidos de cloretos e sulfatos.

O adensamento mecânico e cuidadoso do concreto, para envolver completamente as armaduras e as ancoragens e atingir todos os recantos das fôrmas, é obrigatório; é recomendável a utilização de vibradores de imersão com agulhas de pequeno diâmetro, que não devem deslocar cabos, ancoragens e fretagens.

Devem-se adotar cuidados especiais no posicionamento dos cones de ancoragem e no adensamento e cura do concreto das placas de ancoragem.

5.3.2 Protensão

a) Plano de protensão

A protensão somente pode ser iniciada após aprovação do Plano de Protensão, integrante do Projeto Executivo, e onde devem constar:

- Fases de protensão;
- Ordem de protensão dos cabos;
- Processo de protensão, se simultâneo nas duas extremidades ou separadamente, em cada extremidade;
- Resistência mínima do concreto, necessária para atender aos esforços, em cada fase de protensão;
- Valor mínimo recomendável para o módulo de elasticidade do concreto, se a protensão for efetuada em concreto de pouca idade;
- Características do cabo, a área da seção transversal e o módulo de elasticidade;
- Alongamentos previstos para as extremidades de cada cabo com as respectivas tolerâncias;
- Tensões e forças iniciais de protensão, para cada fase de protensão e para cada cabo;
- Condições especiais de descimbramento, correspondentes às fases de protensão;
- Condições especiais de movimentação, transporte e colocação de pré-moldados.

Deve ainda ser verificado, com a retirada das fôrmas laterais, o estado da estrutura, se o concreto atingiu a resistência exigida pelo projeto, bem como as condições de acesso às extremidades dos cabos, para colocação, apoio e movimentação dos macacos de protensão e, também, o estado e a adequação do equipamento de protensão.

- b) Valores limites da força de protensão por ocasião da operação de protensão

Devem ser observadas as prescrições da Norma ABNT NBR 6118:2007.

- armadura pré-tracionada:
Por ocasião da aplicação da força P_i , a tensão σ_{pi} da armadura de protensão na saída do aparelho de tração deve respeitar os limites $0,77 f_{ptk}$ e $0,90 f_{pyk}$, para aços da classe de relaxação normal, e $0,77 f_{ptk}$ e $0,85 f_{pyk}$, para aços da classe de relaxação baixa;

- armadura pós-tracionada:
 - Por ocasião da aplicação da força P_i , a tensão σ_{pi} da armadura de protensão na saída do aparelho de tração deve respeitar os limites $0,74 f_{ptk}$ e $0,90 f_{pyk}$, para aços da classe de relaxação normal, e $0,74 f_{ptk}$ e $0,88 f_{pyk}$, para aços da classe de relaxação baixa;
 - nos aços CP-85/105, fornecidos em barras, os limites passam a ser $0,72 f_{ptk}$ e $0,88 f_{pyk}$, respectivamente.

c) Tolerância de execução

Por ocasião da aplicação da força P_i , se constatadas irregularidades na protensão, decorrentes de falhas executivas nos elementos estruturais com armaduras pós-tracionadas, a força de tração em qualquer cabo pode ser elevada, limitando a tensão σ_{pi} aos valores já estabelecidos para as armaduras pós-tracionadas, majorados em 10% , até o limite de 50% dos cabos, desde que seja garantida a segurança da estrutura, principalmente, nas regiões das ancoragens.

d) Tabelas de protensão

Nestas tabelas devem ser anotados os alongamentos alcançados pelas extremidades dos cabos e demais ocorrências ocorridas durante as operações de protensão.

e) Injeção de calda de cimento

A calda de cimento deve ser previamente ensaiada, de acordo com o estabelecido na Norma DNIT 117/2009-ES – Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento – Especificação de serviço, deve ser verificado se os purgadores estão desobstruídos e em bom estado, os cabos lavados e a água expulsa com ar comprimido.

A injeção deve ser realizada com bombas elétricas, do tipo pistão ou parafuso, não sendo permitido o uso de ar comprimido; a pressão deve variar de 1,5 MPa a 2,0 MPa, podendo ser necessárias pressões maiores em cabos verticais ou com grande desnível. A velocidade de injeção do cabo pode

variar de 6,0 m/seg a 12,0 m/seg, controlada por um dispositivo de regulação de vazão. As bombas devem possuir manômetros aferidos recentemente, com precisão de 0,1 MPa, e permitir que as pressões altas sejam obtidas progressivamente e mantidas no fim da injeção. Para evitar ou diminuir o risco de contaminação das bainhas, a injeção deve seguir uma seqüência pré-estabelecida.

Durante a injeção, todos os cuidados devem ser tomados para evitar a entrada de óleo, água, ar ou quaisquer outras substâncias.

As extremidades dos fios ou cordoalhas somente podem ser cortadas após o enchimento das bainhas com calda de cimento.

6 Condicionantes ambientais

Para evitar a degradação do meio ambiente é necessário o atendimento da Norma DNIT 070/2006 – PRO - Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento e o estabelecido na documentação técnica-ambiental vinculada ao empreendimento, constituída pelo Componente Ambiental do Projeto de Engenharia e os Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental – PBA e, também, as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

7 Inspeções

7.1 Controle dos insumos

Devem atender às especificações descritas nas normas pertinentes constantes da subseção 5.1.

7.2 Controle da execução

7.2.1 Protensão

Deve ser efetuado de acordo com o programa indicado no Projeto Executivo, constando de tabelas de protensão dos cabos, gráfico de tensão-alongamento de cada cabo e tabelas de protensão das peças.

7.2.2 Injeção

Para cada cabo, ou família de cabos injetados simultaneamente, devem ser efetuados os seguintes registros, durante a injeção:

- a) data e hora de início e término da injeção;

- b) composição dos materiais e da calda;
- c) temperatura dos materiais e da calda;
- d) pressões manométricas da bomba durante a injeção;
- e) volume injetado, a ser comparado com o volume teórico de vazios do cabo;
- f) índices de fluidez na entrada e na saída das bainhas;
- g) características dos equipamentos de mistura e injeção da calda;
- h) registro de qualquer anomalia.

7.3 Condições de conformidade e não-conformidade

7.3.1 Conformidade

Os serviços devem ser considerados conformes se atendidas as condições estabelecidas nesta Norma.

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da execução e do produto devem ser realizados de acordo com o Plano da Qualidade (PGQ), constante da proposta técnica aprovada e conforme Norma DNIT 011/2004-PRO, devendo atender às condições gerais e específicas das seções 4 e 5 desta Norma, respectivamente.

Os resultados do controle devem ser analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, que estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da execução e do produto.

7.3.2 Não-conformidade

Os serviços não-conformes devem ser corrigidos, após consulta ao projetista, complementados ou refeitos.

8 Critérios de medição

Os materiais e serviços considerados conformes com esta Norma devem ser medidos obedecendo aos critérios já estabelecidos nas Normas específicas do DNIT, acrescentando-se a protensão com a injeção de calda de cimento, medida por metro de cabo protendido e injetado.

Anexo A (Informativo)**Bibliografia**

- a) AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. *Construction handbook for bridge temporary works*. Washington, D.C., 1995.
- 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) MOLITERNO, Antonio. *Escoramentos, cimbramentos, fôrmas para concreto e travessias em estruturas de madeira*. São Paulo: E. Blücher, 1989.
- e) NAZAR, Nilton. *Fôrmas e escoramentos para edifícios: critérios para dimensionamento e escolha do sistema*. São Paulo: PINI, 2007.
- f) PFEIL, Walter. *Cimbramentos*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1987.
- g) _____. *Estruturas de madeira*. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.
- h) _____; PFEIL, Michele. *Estruturas de aço*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1994.
- i) RATAY, Robert T. *Handbook of temporary structures in construction: engineering, standards, designs, practices and procedures*. New York: McGraw-Hill, 1984.
- j) SILVA, Francisco A. F. *Estruturas de concreto: fôrmas e escoramentos*. São Paulo: [Ed. do Autor], 1998.

_____/Índice geral

Índice geral

Abstract		1	Definições	3	2
Anexo A (Informativo) Bibliografia		6	Equipamentos	5.2	3
Armadura suplementar	3.4	2	Execução	5.3	3
Bainhas metálicas	3.5	2	Índice geral		7
Cabos aderentes	3.2	2	Injeção	7.2.2	5
Cabos não aderentes	3.3	2	Inspeções	7	5
Concreto protendido	3.1	2	Materiais	5.1	3
Concreto	5.3.1	3	Não-conformidade	7.3.2	5
Condicionantes ambientais	6	5	Objetivo	1	1
Condição de conformidade e não-conformidade	7.3	5	Plano de protensão	3.6	2
Condições específicas	5	3	Prefácio		1
Condições gerais	4	3	Protensão	5.3.2, 7.2.1	3, 5
Conformidade	7.3.1	5	Referências normativas	2	1
Controle da execução	7.2	5	Resumo		1
Controle dos insumos	7.1	5	Sumário		1
Critérios de medição	8	5			
