



**Departamento de
Estradas de
Rodagem do
Estado do Paraná
DER/PR**

Avenida Iguaçu, 420,
Curitiba, Paraná,
CEP 80230-902
Fone (41) 3304-8000
Fax (41) 3304-8130
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-OA 09/23

OBRAS DE ARTE ESPECIAIS: ESTRUTURAS DE CONCRETO PROTENDIDO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor, em 11/04/2023
Deliberação n.º 111/2023
Esta especificação substitui a DER/PR ES-OA 09/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavras-chave: obras de arte especiais,
concreto protendido.

8 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada execução e controle de estruturas de concreto protendido para obras de arte especiais. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR ES-IG 01/23.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base as especificações de serviços DNIT 123/2009 - ES, e DER/PR ES-OA 09/05.

1 OBJETIVO

Definir as condições exigíveis para execução e controle em estruturas de concreto protendido em obras rodoviárias sob jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

As normas aqui relacionadas contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem-se em material de consulta, obrigatória, para o entendimento desta especificação particular.

As edições indicadas estavam em vigor no momento da elaboração deste documento. Como toda norma está sujeita a revisão ou substituição, recomenda-se àqueles que utilizarem esta especificação particular, que verifiquem a conveniência de usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir:

ABNT NBR 14931:2004	- Execução de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 12655:2022	- Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento
DER/PR	- Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR
DER/PR	Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR
DNER-EM 375/97	- Fios de aço para concreto protendido;
DNER-EM 376/97	- Cordoalhas de aço para concreto protendido;
DNIT-ES 117/09	- Pontes e viadutos rodoviários – Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção - Especificação de serviço
DNIT IPR 698/1996	- Manual de Construção de Obras de Arte Especiais
DNIT IPR 700/1997	- Glossário de Termos Técnicos Rodoviários
Lei nº 6.514/77 - CLT – Art. 200	- Normas Regulamentadoras – NR da Segurança e da Medicina do Trabalho

3 DEFINIÇÕES

3.1 Estruturas de concreto protendido: são estruturas submetidas a um sistema especial de forças permanentemente aplicadas, chamadas “forças de protensão”, tais que o concreto é levado a trabalhar dentro dos limites admissíveis de solicitação à tração ou mesmo exclusivamente à compressão. O processo de protensão consiste, basicamente, no emprego de cabos de aço tracionados e ancorados no próprio concreto.

3.2 Para melhor entendimento desta especificação é necessário o conhecimento das definições a seguir descritas:

- a) elementos de concreto protendido: aqueles nos quais parte das armaduras é previamente alongada por equipamentos especiais de protensão com a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a fissuração e os deslocamentos da estrutura e propiciar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no estado limite último (ELU);
- b) armadura passiva: armadura adicional, convencional, que controla a fissuração na fase da execução da protensão e aumenta a segurança à ruptura na fase final;
- c) armadura ativa (de protensão): constituída por barra, fios isolados ou cordoalhas, destinada à produção de forças de protensão, isto é, na qual se aplica um pré-alongamento inicial;
- d) concreto com armadura ativa pré-tracionada (protensão com aderência inicial): concreto protendido 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 só por aderência;
- e) concreto com armadura ativa pós-tracionada (protensão com aderência posterior): concreto protendido em que o pré-alongamento da armadura ativa é realizado após o endurecimento do concreto, sendo utilizadas, como apoios, partes do próprio elemento estrutural, criando posteriormente aderência com o concreto de modo permanente, através da injeção das bainhas;
- f) concreto com armadura ativa pós-tracionada sem aderência (protensão sem aderência): concreto protendido 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.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Fazem parte integrante das estruturas de concreto protendido os seguintes serviços já prescritos em especificações anteriores:

- a) DER/PR ES-OA 02 – Concretos e argamassas;
- b) DER/PR ES-OA 03 – Armaduras para concreto armado;
- c) DER/PR ES-OA 04 – Armaduras para concreto protendido;
- d) DER/PR ES-OA 05 – Fôrmas;
- e) DER/PR ES-OA 06 – Escoramentos.

4.2 Integram ainda os aparelhos de apoio, juntas estruturais, dispositivos, sobre laje ou pavimento e serviços de acabamento (Especificação DER/PR ES-OA 08), bem como as especificações referentes à protensão e à injeção de calda de cimento, a seguir descritas

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: são os constantes nas especificações:

- a) DER/PR ES-OA 02 – Concretos e argamassas;
- b) DER/PR ES-OA 03 – Armaduras para concreto armado;

- c) DER/PR ES-OA 04 – Armaduras para concreto protendido;
- d) DER/PR ES-OA 05 – Fôrmas;
- e) DER/PR ES-OA 06 – Escoramentos.

5.2 Equipamentos

- 5.2.1 É de responsabilidade da contratada assegurar que todo equipamento alocado para a execução da obra esteja em perfeitas condições de uso, no que tange à sua manutenção, regulação e aspectos de segurança de operação, de maneira a garantir a qualidade do serviço. A qualquer momento a Fiscalização do DER/PR poderá solicitar a substituição do equipamento que não apresente desempenho satisfatório na execução do serviço indicado.
- 5.2.2 A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado depende do tipo e dimensão de cada serviço a executar, devendo a executante apresentar relação detalhada.
- 5.2.3 Além dos considerados nas especificações citadas anteriormente, devem ser relacionados os macacos hidráulicos de protensão, face ao sistema adotado e às bombas de alta pressão para injeção da calda de cimento ou as bombas de vácuo e misturadora de alta pressão para calda de injeção.

5.3 Execução

- 5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Concreto

- a) além das prescrições da especificação DER/PR ES-OA 02 – Concretos e argamassas, é recomendado o emprego de cimento de alta resistência, principalmente nos locais de concentração de ancoragens e nas extremidades das vigas. Face à maior densidade de armação, o concreto deve apresentar maior trabalhabilidade;
- b) somente é permitido o adensamento mecânico por vibração, cuidadosamente, para envolver completamente a armadura e atingir todos os recantos das fôrmas, sem danificar ou desalinhar as bainhas protetoras dos cabos de protensão. Recomendável em peças delgadas ou com armadura muito compacta a utilizar vibradores com agulhas de pequeno diâmetro e vibradores de placa;
- c) devem ser adotados cuidados especiais no adensamento, cura e posição dos cones de ancoragem por ocasião da confecção das placas de ancoragem.

5.3.3 Protensão

- a) só pode ser iniciada com plano de protensão integrante do projeto executivo, onde deve constar:
 - a.1) fases de protensão;
 - a.2) ordem de protensão dos cabos;

- a.3) processo de protensão simultâneo nas duas extremidades ou separadamente em cada extremidade;
 - a.4) resistência mínima do concreto necessária para atender aos esforços em cada fase de protensão;
 - a.5) valor mínimo recomendável para o módulo de elasticidade do concreto, se a protensão for efetuada em concreto de pouca idade;
 - a.6) características do cabo, a área da seção transversal e o módulo de elasticidade;
 - a.7) alongamentos previstos, para as extremidades de cada cabo;
 - a.8) tensões iniciais de protensão, para cada fase de protensão e para cada cabo;
 - a.9) condições especiais de descimbramento, correspondentes às fases de protensão;
 - a.10) condições especiais de movimentação, transporte e colocação de pré-moldados.
- b) deve ainda ser verificado o estado da estrutura com a retirada das fôrmas laterais, 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 o estado e adequação do equipamento de protensão.

5.3.4 Injeção

- a) a calda de cimento deve ser previamente ensaiada de acordo com o estabelecido na especificação DER/PR ES-OA 02. Verificar se os respiros estão desobstruídos e em bom estado, os cabos lavados e a água expulsa com ar comprimido;
- b) a injeção deve ser realizada com bombas elétricas, do tipo pistão ou parafuso, não é 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 deve variar de 6,0m/s a 12,0 m/s, controlada por um dispositivo de regulagem de vazão. As bombas devem possuir manômetros aferidos, 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 sequência pré-estabelecida;
- c) durante a injeção, todos os cuidados devem ser tomados para evitar a entrada de óleo, ar, água ou quaisquer outras substâncias;
- d) as extremidades dos fios ou cordoalhas só podem ser cortadas após o enchimento da bainha com calda de cimento.

6 MANEJO AMBIENTAL

- 6.1 Nas operações destinadas à execução dos serviços objeto desta especificação com o objetivo de preservação ambiental, devem ser observadas e adotadas as soluções e procedimentos relacionados ao tema ambiental, definidos nos documentos técnico-normativos pertinentes vigentes no DER/PR, na legislação ambiental, nas recomendações e exigências dos órgãos ambientais, e na documentação técnica vinculada à execução da obra (Projeto de Engenharia, Programas Ambientais etc.) em especial quanto a:

- a) comprovar a regularidade ambiental da origem dos materiais empregados, zelando para que licenças ambientais válidas sejam apresentadas previamente ao DER e observando o cumprimento dos condicionantes;
- b) zelar pela competência hídrica e preservar a qualidade das águas, aplicando dispositivo de contenção de carreamentos e outras providências para evitar contaminação;
- c) providenciar e efetivar controle de coleta, transporte, armazenamento e disposição final de resíduos e substâncias, inclusive providenciando a respectiva documentação;
- d) adotar controle de equipamentos e manejos de substâncias perigosas, de forma a impedir contaminação; e
- e) observar elementos de segurança providenciando a devida sinalização e isolamento da praça de obras, assim como a disciplina do trânsito, conforme Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Previdência, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN, Volume VII – Sinalização Temporária e o que eventualmente esteja especificado no projeto de engenharia e/ou nos Termos de Referência do Edital;
- f) orientar previamente os funcionários quanto ao uso adequado, guarda, conservação e higienização dos EPIs, bem como a exigência de seu uso durante as atividades a serem desenvolvidas, conforme previsto nas Normas Regulamentadoras (NR).

6.2 Quando da construção de Obras de Arte junto aos rios (pontes), o manejo ambiental deverá ter cuidado redobrado observando-se os riscos de contaminação em área de preservação permanente:

- a) o corte das árvores deve ser feito de acordo com a legislação ambiental vigente;
- b) cuidados devem ser adotados, para evitar represamento e empoçamento d'água que possam produzir áreas insalubres naturais, causa de proliferação de mosquitos e outros vetores;
- c) não realizar barragens ou desvios de curso d'água que alterem em definitivo o leito dos rios;
- d) as escavações para implantação dos blocos de fundação devem ser as menores possíveis, protegidas contra desmoronamentos e recompostas com o mesmo material escavado, após a execução dos blocos.

6.3 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis podendo, a critério da Fiscalização do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

- 7.3 Controle do material: devem atender às especificações anteriormente relacionadas.
- 7.4 Controle de execução: deve ser efetuado de acordo com o programa indicado no projeto executivo, constando de tabelas de protensão dos cabos, gráfico de pressão- alongamento e tabelas de protensão das peças.
- 7.4.1 Injeção – para cabo ou família de cabos injetados simultaneamente, devem ser efetuados os seguintes registros durante a injeção:
- a) data e hora de início/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;
 - h) registro de qualquer anomalia.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRANTE

- 8.1 Compete à Fiscalização do DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados apresentados pela executante, bem como formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.
- 8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizados pela executante no mesmo período.
- 8.3 Realizar relatórios de controle de execução dos serviços efetuados contendo anexo fotográfico.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

- 9.1 A aceitação da protensão das peças depende dos critérios definidos, nos quais devem constar as discrepâncias limites tabeladas individualmente e para a média de cada grupo de cabos de uma mesma fase, tanto antes como após a protensão. Ultrapassando estes limites deve ser consultado o projetista.
- 9.2 Os serviços rejeitados devem ser corrigidos, após consulta ao projetista, complementados ou refeitos.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

- 10.1 A medição dos serviços relativos à execução de estruturas de concreto protendido obedece aos critérios estabelecidos nas especificações anteriores, acrescentando-se a protensão com a injeção de calda de cimento medida por metro de cabo protendido e injetado.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

- 11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.
- 11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.